



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

 acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

 UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

Juni 2022
Stellungnahme

Wie kann der Ausbau von Photovoltaik und Windenergie beschleunigt werden?



„Energiesysteme der Zukunft“ ist ein Projekt von:

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina | www.leopoldina.org

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften | www.acatech.de

Union der deutschen Akademien der Wissenschaften | www.akademienunion.de

Impressum

Reihenherausgeber

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V. (Federführung)
Koordinierungsstelle München, Karolinenplatz 4, 80333 München | www.acatech.de

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V.
– Nationale Akademie der Wissenschaften –
Jägerberg 1, 06108 Halle (Saale) | www.leopoldina.org

Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V.
Geschwister-Scholl-Straße 2, 55131 Mainz | www.akademienunion.de

Empfohlende Zitierweise

acatech/Leopoldina/Akademienunion (Hrsg.): Wie kann der Ausbau von Photovoltaik und Windenergie beschleunigt werden? (Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung), 2022. ISBN: 978-3-8047-4252-9

Redaktion

Anja Lapac, acatech

Wissenschaftliche Koordination

Dr. Berit Erlach, Koordinierungsstelle ESYS | acatech
Dr. Sebastian Gözl, Fraunhofer ISE
Magdalena Gutnik, Koordinierungsstelle ESYS | acatech
Florian Y. Müller, MSH Medical School Hamburg
Gerhard Stryi-Hipp, Fraunhofer ISE
Simona Rens, Koordinierungsstelle ESYS | acatech

Produktionskoordination und Satz

Annika Seiler, acatech

Gestaltung

aweberdesign.de. Büro für Gestaltung

Coverfoto

[shutterstock.com/Photo Hedge](https://shutterstock.com/PhotoHedge)

Druck

Joh. Walch GmbH & Co. KG, Augsburg
Gedruckt auf säurefreiem Papier, Printed in EC

ISBN: 978-3-8047-4252-9

DOI: https://doi.org/10.48669/esys_2022-4

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Vorwort

Deutschland muss große Schritte machen, um seinen Klimazielen in kurzer Zeit näherzukommen. Nicht zuletzt die geopolitischen Verwerfungen durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine machen deutlich: ein möglichst schneller Ausbau erneuerbarer Energien ist auch notwendig, um von Importen fossiler Energieträger unabhängiger zu sein. Der Ausbau von Photovoltaik und Windenergie nimmt in diesem Vorhaben eine zentrale Rolle ein, denn zuletzt konnten schon die alten und mittlerweile überholten jährlichen Ausbauziele nicht mehr oder nur knapp erreicht werden. Eine wichtige Aufgabe der Regierung ist es deshalb, Hemmnisse im Ausbau dieser Technologien zu minimieren oder bestenfalls ganz zu beseitigen.

Eine Arbeitsgruppe des Akademienprojekts ESYS („Energiesysteme der Zukunft“) hat nun mit einem interdisziplinären Ansatz die Ausbauhemmnisse analysiert und daraus Handlungsoptionen für einen beschleunigten Ausbau von Photovoltaik und Windenergie abgeleitet. Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen adressieren die Fachleute auch das Spannungsfeld, vor dem sich der Ausbau abspielt.

So eilt der Energiewende der Ruf voraus, teuer, langsam und bürgerfern zu sein. Dabei gehören Photovoltaik und Windenergie bereits jetzt zu den kostengünstigsten Technologien der Stromerzeugung. Und während rund 20 Prozent der Windenergieanlagen von Klagen aus der Bevölkerung flankiert werden, zeigen Studien, dass Menschen, die in der Nähe bereits realisierter Anlagen leben, eine besonders positive Einstellung zur Windkraft haben.

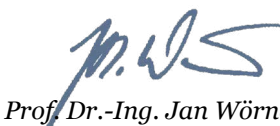
Um den Ausbau von Photovoltaik und Windenergie zu forcieren, sehen die ESYS-Fachleute es als essentiell an, Planungs- und Genehmigungsprozesse zu transformieren und die Bevölkerung frühzeitiger und umfassender in die Planung neuer Anlagen einzubinden. Sie erkennen hierin eine Chance, Partizipation auf eine neue Ebene zu heben, die das Verständnis für systemische Zusammenhänge fördert und Räume zur Mitgestaltung der eigenen Umwelt eröffnet.

Darüber hinaus machen sie Vorschläge für regulatorische und ökonomische Anpassungen, die es ermöglichen, die Flächenverfügbarkeit zu steigern und technologische Potenziale auszuschöpfen. Nicht zuletzt regen sie einen Paradigmenwechsel an, in dem das Energiesystem konsequent von den Erneuerbaren aus gedacht wird.

Wir danken den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie den Gutachterinnen und Gutachern herzlich für ihr Engagement.



Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug
Präsident
Nationale Akademie der
Wissenschaften Leopoldina



Prof. Dr.-Ing. Jan Wörner
Präsident
acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften



Prof. Dr. Dr. h.c. mult.
Christoph Marksches
Präsident Union der deutschen
Akademien der Wissenschaften

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Einheiten	7
Glossar	8
Zusammenfassung.....	11
1 Motivation und methodisches Vorgehen.....	17
1.1 Struktur und Aufbau der Stellungnahme.....	18
1.2 Methodisches Vorgehen.....	19
1.3 Analyse der Hemmnisse für den Ausbau	19
2 Ausbaupfade für Photovoltaik und Windenergie bis zum Jahr 2030.....	25
2.1 Die Klimaschutzziele	25
2.2 Eckpunkte der Struktur eines klimaneutralen Energiesystems	27
2.3 Grundannahmen bezüglich des künftigen Energiesystems.....	30
2.4 Erforderliche Ausbaugeschwindigkeit für Photovoltaik- und Windenergieanlagen..	32
2.5 Verfügbare Nutzungs- und Installationsarten von Windenergie- und Photovoltaikanlagen	35
3 Gesellschaftliche Akzeptanz und Verantwortungsübernahme als Schlüssel für den Ausbau der erneuerbaren Energien.....	39
3.1 Soziopolitische Akzeptanz: Einstellung der Bevölkerung zum Ausbau der erneuerbaren Energien.....	40
3.2 Akzeptanzfaktoren und -potenziale vor Ort	42
3.3 Übergeordnete Faktoren für eine aktive Akzeptanz.....	51
3.4 Ansatzpunkte für den Erhalt und die Steigerung der Akzeptanz eines beschleunigten Ausbaus	53

4 Regulatorische Rahmenbedingungen für den Ausbau der Windenergie und Photovoltaik	55
4.1 Regulatorische Rahmenbedingungen für die Planung.....	55
4.2 Genehmigung	62
4.3 Regulatorischer Handlungsraum für den beschleunigten Ausbau	66
5 Handlungsoptionen	69
Handlungsfeld 1: Planungs- und Genehmigungsprozesse transformieren	71
Handlungsfeld 2: Mit Beteiligung eine neue, proaktive Planungskultur stärken.....	78
Handlungsfeld 3: Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen und Flächen effizient beziehungsweise mehrfach nutzen	86
Handlungsfeld 4: Das Energiesystem vollständig auf erneuerbare Energien ausrichten	95
6 Fazit.....	107
Anhang	109
Literatur.....	112
Das Akademienprojekt	122

Abkürzungen und Einheiten

BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BbgWindAbgG	Windenergieanlagenabgabengesetz
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BNetzA	Bundesnetzagentur
COP	Conference of Parties (Konferenz der Vertragsparteien der Klimarahmenkonvention)
DIN SPEC	Standarddokument Deutsches Institut für Normung e.V.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EIC	European Innovation Council (Europäischer Innovationsrat)
EnSiG	Energiesicherungsgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ErdölBevG	Erdölbevorratungsgesetz
GRZ	Grundflächenzahl-Begrenzung
GW	Gigawatt (Einheit)
IEA	International Energy Agency (Internationale Energieagentur)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat)
IPCEI	Important Project of Common European Interest (transnationales, wichtiges Vorhaben von gemeinsamem europäischen Interesse)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
KSG	Klimaschutzgesetz
kWh	Kilowattstunde (Einheit)
LBauO	Landesbauordnung
LCOE	Levelized Cost of Electricity (Stromgestehungskosten)
MBauO	Musterbauordnung
MW	Megawatt (Einheit)
PPA	Power Purchase Agreement (langfristige Stromlieferverträge)
PV	Photovoltaik
PV-FFA	Photovoltaik-Freiflächenanlage
PVGA	Photovoltaik-Großflächenanlage
ROG	Raumordnungsgesetz
ThEGA	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur
VwGO	Verwaltungsgerichtsordnung
WEA	Windenergieanlage
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WindSeeG	Windenergie-auf-See-Gesetz

Glossar

Agri-Photovoltaik	Gleichzeitige Nutzung von Flächen für die landwirtschaftliche Produktion und die Stromproduktion mittels Photovoltaik.
Bauleitplanung	Planungswerkzeug auf kommunaler Ebene, um die städtebauliche Entwicklung sowie lokale Ausgestaltungsmöglichkeiten zu regeln. Die Bauleitplanung sieht ein zweistufiges Verfahren vor, indem zuerst der Flächennutzungsplan (vorbereitende Bauleitplanung) und danach der Bebauungsplan (verbindliche Bauleitplanung) allgemein verbindlich beschlossen werden.
Bebauungsplan	Der Bebauungsplan (B-Plan) ist die zweite Stufe der Bauleitplanung und wird aus dem Flächennutzungsplan parzellenscharf rechtsverbindlich beschlossen. Darin werden Verkehrsflächen, die Art der baulichen Nutzung und bebaubare Grundstücksflächen festgehalten.
Einspeisevergütung	Durch das EEG festgelegter Betrag, den Betreiberinnen und Betreiber von PV-Anlagen bekommen, wenn sie erzeugten Strom ins Stromnetz einspeisen, üblicherweise auf einen Zeitraum von 20 Jahren festgelegt.
Flächennutzungsplan	Der Flächennutzungsplan (FNP) ist die erste Stufe der Bauleitplanung. Darin werden die künftige Flächennutzung einer Kommune sowie allgemeine Entwicklungsziele festgelegt. Der FNP ist für Behörden, jedoch nicht für Bürgerinnen und Bürger verbindlich.
Floating-PV	Schwimmende PV-Anlagenmodule, die auf ungenutzten Wasserflächen betrieben werden können.
Framing	Begriff aus der Sozialwissenschaft und Psychologie. Veränderte Formulierung bei gleichbleibender Aussage, die Sachverhalte so darstellt, dass Menschen davon in eine (Denk-)Richtung beeinflusst werden.
Klimaneutralität (auch Netto-Treibhausgasneutralität)	Gleichgewicht zwischen den anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen aus Quellen und dem Abbau solcher Gase durch Senken. ¹
Konzentrationszone	Eine nach § 35 BauGB ausgeschriebene Fläche im Außenbereich, auf der Windenergieanlagen vorrangig errichtet werden können.
Mieterstrommodell	Strom, der in unmittelbarer Nähe zu Verbraucherinnen und Verbrauchern (zum Beispiel über Dach-PV-Anlagen) produziert und auch von diesen genutzt wird. Nur Überschüsse werden ins Netz eingespeist. Die Installation wird von Eigentümerinnen und Eigentümern oder von Dritten übernommen und bringt idealerweise einen Kostenvorteil, da Netzentgelte oder Stromsteuer wegfallen.
Planungskultur	Mit dem Begriff der Planungskultur wird ein tieferes Verständnis der Planungspraxis angestrebt, womit auch Aspekte der kulturellen Praxis einbezogen werden sollten. Diese umfassen unter anderem Handlungsmuster, Interaktionsformen oder Verhaltensweisen, die innerhalb gemeinsamer

¹ Laut Klimaschutzgesetz 2021.

	<p>Verständnisse oder Regeln gezeigt werden. Integriert wird bei dem Konzept der Planungskultur nicht nur die rationale und technische formelle Planung, sondern auch die Art und Weise, wie die Handelnden den formellen Planungsprozess ausüben.</p>
Privilegierung	<p>In § 35 Baugesetzbuch ist festgehalten, dass Windenergieanlagen im Außenbereich privilegiert errichtet werden können. Ansonsten muss der Außenbereich von baulichen Anlagen freigehalten werden. Windenergieanlagen sind somit bauplanungsrechtlich zugelassen, sofern sie öffentlichen Belangen nicht widersprechen. Als öffentliche Belange zählen unter anderem Anliegen des Naturschutzes, der Landschaftspflege, der Flugsicherheit und auch der Schutz von Anwohnerinnen und Anwohnern.</p>
Raumordnung	<p>Begriff, der die überörtlichen und fachübergreifenden Nutzungen und Funktionen der Gesamträume der Bundesrepublik beschreibt. Durch Raumordnungspläne und das Raumordnungsgesetz (ROG) werden gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen, um eine lebenswerte und nachhaltige räumliche Entwicklung zu steuern.</p>
Regionalplanung	<p>Regionalplanung ist die Zwischenstufe zwischen Landesentwicklungsplanung und der gemeindlichen Bauleitplanung. Die Regionalplanung konkretisiert die Ziele von Raumordnung und Landesplanung für die Entwicklung von Teilräumen des jeweiligen Bundeslandes in sogenannten Regionalplänen, die auf entsprechenden landesrechtlichen Vorschriften basieren. Die Trägerschaften variieren je nach Bundesland zwischen vollständig kommunalisierter Regionalplanung und regionalen Planungsgemeinschaften, denen teilweise auch Vertreterinnen und Vertreter aus der Wirtschaft angehören.</p>
Repowering	<p>Ältere PV- oder Windenergieanlagen werden ganz oder teilweise durch neuere, leistungsfähigere Anlagen ersetzt.</p>
Sektorenkopplung	<p>Die Sektorenkopplung (auch Sektorkopplung genannt) verbindet die Energiesektoren Strom, Wärme und Mobilität zu einem integrierten Energiesystem, um Haushalt, Gewerbe und Industrie mit den benötigten Energiedienstleistungen zu versorgen. Beispiele sind Kraft-Wärme-Kopplung, Power-to-Gas, Wärmepumpen und Heizstäbe (Power-to-Heat).</p>
Stromgestehungskosten	<p>Im Englischen auch „Levelized Cost of Electricity“ (LCOE) genannt, beschreibt der Begriff die Kosten, die für die Bereitstellung von elektrischer Energie pro Leistungseinheit (Megawatt- oder Kilowattstunde) aufgebracht werden müssen.</p>
Tabuzone	<p>Bei der Erstellung von Planungskonzepten für Windenergieanlagen zu berücksichtigende Gebiete, die nicht für die Nutzung als Windenergieflächen zur Verfügung stehen. Tabuzonen werden weiterhin in harte und weiche unterschieden. Harte Tabuzonen haben tatsächliche oder rechtliche Hindernisse (wie geringe Windhöflichkeit oder Naturschutzgebiete) und sind deshalb für die Errichtung von Windenergieanlagen ungeeignet. Weiche Tabuzonen umfassen Flächen, die einer Berücksichtigung im Rahmen der Abwägung grundsätzlich zugänglich sind.</p>
Windhöflichkeit	<p>Durchschnittliches Windaufkommen an einem Standort. Die Bestimmung der Windhöflichkeit dient zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit für Windenergieanlagen.</p>
Wirkungsgrad	<p>Der Wirkungsgrad gibt das Verhältnis an, mit dem eine Energieform in eine andere umgewandelt wird (Beispiel: Sonnenenergie oder Windenergie in elektrische Energie).</p>

Zusammenfassung

Trotz hoher Akzeptanz in der Bevölkerung werden Windenergie und Photovoltaik nicht schnell genug ausgebaut, um die Klimaziele zu erreichen. Vier Handlungsfelder sind zentral, um die Ausbaugeschwindigkeit pro Jahr um ein Vielfaches zu erhöhen:

- Eine **vorausschauende Planungskultur** integriert die bundes- und landesweiten Ausbauziele in die Regionalplanung. Klare, einheitliche Naturschutzkriterien und mehr personelle Ressourcen in den Behörden können helfen, Planungs- und Genehmigungsprozesse zu beschleunigen.
- **Mehr und frühere Bürgerbeteiligung** sowie **finanzielle Teilhabe von Kommunen, Anwohnerinnen und Anwohnern** können die Akzeptanz stärken. Beteiligungsverfahren sollten darauf abzielen, positives, gestalterisches Potenzial der Bürgerinnen und Bürger zu aktivieren und die Energiewende als sinnvolles Gemeinschaftsprojekt erfahrbar zu machen.
- **Flächenziele für Bund und Länder** können die Flächenbereitstellung für Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen sicherstellen. Daneben kann das Solarpotenzial auf geeigneten Gebäudedächern sowie die Förderung von Agri-PV und Floating-PV die Mehrfachnutzung von Flächen unterstützen.
- **Technische Infrastrukturen und der regulatorische Rahmen der Stromversorgung** müssen daran angepasst werden, dass zukünftig der Großteil des Stroms aus PV und Windenergie stammen wird. So soll ermöglicht werden, dass Windenergie- und Solaranlagen zur Netzstabilität beitragen. Darüber hinaus ist zu prüfen, inwiefern Importabhängigkeiten im Bereich der erneuerbare-Energien-Technologien ein Risiko für die Energiewende darstellen und wie diesem Risiko entgegengewirkt werden könnte.

Windenergie und Photovoltaik müssen deutlich schneller ausgebaut werden

Um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, sollten erneuerbare Energien in etwas mehr als zwei Jahrzehnten den gesamten Energiebedarf decken. Windenergie- und Photovoltaikanlagen werden zukünftig die tragenden Säulen der Energieversorgung sein. Sie bergen noch große ungenutzte Potenziale und gehören durch die enormen Kostensenkungen heute zu den kostengünstigsten Technologien der Stromerzeugung. Auch die gesellschaftliche Akzeptanz ist prinzipiell hoch. Die Mehrheit der Bevölkerung wünscht sich ambitionierteren Klimaschutz und befürwortet die Energiewende und insbesondere auch den Ausbau von Wind- und Solarenergie.

Energieszenarien zeigen, dass für eine kosteneffiziente Energieversorgung Strom aus Wind- und Solarenergie zukünftig auch große Teile des Energiebedarfs im Wärme- und Verkehrssektor sowie in der Industrie decken wird. Trotz großer und notwendiger Fortschritte bei der Energieeffizienz wird der Strombedarf daher stark zunehmen.

Um die ambitionierten Ziele der Bundesregierung von 200 Gigawatt PV, 100 Gigawatt Wind an Land und 30 Gigawatt Wind auf See zu erreichen, ist ein starker Anstieg der Ausbaugeschwindigkeit nötig. Bis zum Jahr 2030 ist daher gegenüber dem Jahr 2021 eine Vervielfachung des jährlichen Zubaus bei PV-Anlagen von ca. 5 Gigawatt auf 20 Gigawatt, bei Windanlagen an Land von ca. 2 Gigawatt auf 10 Gigawatt und bei Windanlagen auf See von unter 1 Gigawatt auf 7 Gigawatt.²

Die gesamt installierten Kapazitäten müssen zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045 bei Windenergie am Land bis auf das **Vierfache**, bei Windenergie auf See bis auf das **Neunfache** und bei Photovoltaik bis auf das **Achtfache** der heute installierten Leistung ansteigen.³

Hemmnisse für einen beschleunigten Ausbau

Trotz der starken Kostenreduzierungen beim Bau von Photovoltaik- und Windenergieanlagen und einer hohen gesellschaftlichen Zustimmung zum Ausbau blieb der jährliche Zubau in jüngster Vergangenheit bei beiden Technologien hinter ihren Spitzenwerten in früheren Jahren zurück. Ein Grund dafür ist, dass die Folgekosten für die Nutzung fossiler Brennstoffe aufgrund eines zu niedrigen oder fehlenden Preises auf Kohlendioxidemissionen nicht ausreichend berücksichtigt sind. Somit ist kein unverzerrter Wettbewerb zwischen den Technologien gegeben. Es stehen aber auch Hemmnisse im Bereich der Planungs- und Genehmigungspraxis sowie teilweise mangelnde lokale Akzeptanz für konkrete Projekte vor Ort einem schnelleren Ausbau im Wege:

- Eine **restriktive Regionalplanung** und **unzureichend ausgewiesene Flächen** erschweren mögliche Investitionen und Anlagenprojekte.

² Vgl. BMWK 2022a.

³ Der Ausbaubedarf hängt unter anderem von der zukünftigen Entwicklung des Strombedarfs und dem Ausbau der europäischen Stromnetze mit europaweitem Stromaustausch ab. Auch die zukünftigen Mengen an importiertem Wasserstoff und daraus hergestellten Syntheseprodukten sowie der Mix aus Windenergie Offshore, Windenergie Onshore und Photovoltaik haben Einfluss auf die benötigte Leistung an Windenergie- und Photovoltaikanlagen.

- **Lange, komplexe Genehmigungsverfahren** in Kombination mit **Personal-mangel in den Behörden** führen zu teils mehrjährigen Verfahren.
- Obwohl die Bevölkerung die Energiewende generell befürwortet, hat die Umsetzung von konkreten Maßnahmen vor Ort auch Gegenstimmen mit einer **hohen Klagebereitschaft**. Teilweise verzögern Klagen die Umsetzung der Ausbauprojekte erheblich.
- **Ungenügende Beteiligung an Planungsprozessen** sowie fehlende finanzielle **Teilhabe** lassen Unterstützungspotenziale von betroffenen Kommunen sowie Anwohnerinnen und Anwohnern ungenutzt.
- Eine **pauschale Priorisierung anderer Belange** (militärisch, Radar, Wetterradar, Erdbebenmessstationen etc.) statt angemessener Einzelfallabwägung kann der Realisierung von Projekten im Wege stehen.
- **Unklare und offene Vorgaben zum Natur- und Artenschutz** erschweren die Umsetzung von Projekten durch die Behörden und geben oft Anlass zu Rechtsstreitigkeiten.
- Ein **hoher bürokratischer Aufwand** (Meldepflichten, Gewerbeanmeldung, Steuererklärung) schreckt Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer von der Errichtung von PV-Anlagen auf Dächern oder an Fassaden ab.
- Darüber hinaus kann der aktuelle **energiewirtschaftliche Gesetzesrahmen**, der auf eine zentrale Stromversorgung ausgerichtet ist, zukünftig ein Hemmnis werden, wenn er keine verursachergerechte Umlage der Stromsystemkosten vorsieht und somit zu Fehlanreizen führt.
- Weiter sollte geprüft werden, ob die **fast vollständige Importabhängigkeit bei Photovoltaikanlagen** von einem einzigen Land (China) die Transformation des Energiesystems in Zukunft gefährden kann.

Gesellschaftliche Akzeptanz als Schlüssel

Demoskopische Studien zeigen seit Jahren eine anhaltend hohe Zustimmung der Bevölkerung zu Klimaschutzmaßnahmen und zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Photovoltaik und Windenergieanlagen gehören dabei zu den Technologien, die am stärksten befürwortet werden. Die Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger ist der Ansicht, dass jede und jeder einen Beitrag zur Energiewende leisten sollte. Die praktische Umsetzung der Energiewende wird jedoch oft als teuer, langsam und bürgerfern kritisiert. Vor allem bei der Windenergie gibt es zudem teilweise erhebliche Probleme bei der Umsetzung vor Ort. Denn obwohl häufig eine Mehrheit der Anwohnerinnen und Anwohner den Anlagen positiv gegenübersteht, werden 20 Prozent der Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren beklagt.

Es gilt also, Wege für die Umsetzung der Energiewende zu finden, die das große gesellschaftliche Unterstützungspotenzial für den Ausbau der erneuerbaren Energien

mobilisieren. Erkenntnisse aus der Akzeptanzforschung deuten darauf hin, dass frühzeitige und umfassende Möglichkeiten zur Mitgestaltung es Menschen erleichtert, Veränderungen positiv anzunehmen und sich mit der Energiewende als Gemeinschaftsprojekt zu identifizieren.

Vorausschauend und integrativ: eine neue Planungs- und Genehmigungskultur

Planungs- und Genehmigungsverfahren sollten sicherstellen, dass einerseits ausreichend Flächen für Windenergie- und Photovoltaikanlagen zur Verfügung stehen und andererseits Projekte schnell genug umgesetzt werden können. Hierzu ist eine Überarbeitung der rechtlichen Grundlagen erforderlich. Sinnvoll ist hier eine Kultur in der Planungs- und Genehmigungspraxis, in der die Energiewende als Chance und Bürgerbeteiligung als Ressource begriffen werden. Ein Fokus auf Gestaltung („Raumbilder“, „Entwicklungskonzepte“, „Projektideen“) statt auf negativen Aspekten („Raumwiderstände“, „Konfliktminimierung“) kann helfen, kreatives Potenzial der Bürgerinnen und Bürger zu aktivieren.

Erneuerbare-Energien-Anlagen werden zunehmend zu einem selbstverständlichen Teil des Landschaftsbilds. Ziel der Raumplanung sollte daher sein, Anlagen in die Landschaft im Sinne einer allgemeinen positiven Neugestaltung von Landschaften zu integrieren, anstatt sie wie bisher vor allem in abgewerteten Resträumen zu konzentrieren.

Eine Mehrfachnutzung von Flächen, zum Beispiel durch innovative Ansätze wie Agri- und Floating-PV oder gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen sowie die verstärkte Nutzung von Photovoltaikanlagen auf Gebäudedächern können dabei helfen, mögliche Flächenkonkurrenzen abzumildern.

Systemintegration: Energieversorgung von den Erneuerbaren aus denken

Bisher wurde versucht, die erneuerbaren Energien mittels Sonderregeln wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in das von fossilen und nuklearen Kraftwerken dominierte System zu integrieren. Da bereits rund die Hälfte des Stroms aus erneuerbaren Energien stammt, ist absehbar, dass dieser Ansatz bald an seine Grenzen stoßen wird. Daher ist ein Paradigmenwechsel erforderlich: Die fluktuierenden erneuerbaren Energien müssen zukünftig im Zentrum von technischem System- und Marktdesign stehen. Technische Infrastrukturen wie Stromnetze, Regeln zum Erbringen von Systemdienstleistungen und das Strommarktdesign sollten so konzipiert werden, dass sie eine zuverlässige und kostengünstige Stromversorgung mit einem schnell wachsenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien ermöglichen und unterstützen.

Handlungsoptionen: Wie kann der Ausbau beschleunigt werden?

Um den Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen zu beschleunigen, schlägt die ESYS-Arbeitsgruppe folgende 12 Handlungsoptionen (HO) in 4 zentralen Handlungsfeldern vor:

Handlungsfeld 1: Planungs- und Genehmigungsprozesse transformieren



Für eine Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsprozesse spielt die Regionalplanung eine Schlüsselrolle.

- **Handlungsoption 1.1:**
Eine **nachhaltige, integrative Planungskultur** verankert die politisch festgelegten Ausbauziele in der formellen Planung. Klare und bundesweit einheitliche Kriterien für Naturschutz erhöhen die Rechtssicherheit, eine gesetzlich festgelegte frühe und umfassende Bürgerbeteiligung kann destruktiven Kommunikationsprozessen und Klagen vorbeugen.
- **Handlungsoption 1.2:**
Mehr **personelle Ressourcen und Weiterbildungsprogramme** ermöglichen den Behörden eine schnellere Durchführung rechtssicherer Prüfungen und Genehmigungen.

Handlungsfeld 2: Mit Beteiligung eine neue, proaktive Planungskultur stärken



Eine vorausschauende, proaktive und partizipatorische Planungskultur ermöglicht eine frühere und umfassendere Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an den komplexen Entscheidungsprozessen und gibt ihnen so Möglichkeiten zur Mitgestaltung des Gemeinschaftsprojekts Energiewende. Auch lokale finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten können dazu beitragen, das hohe Unterstützungspotenzial für Windenergie- und Photovoltaikanlagen in der Gesellschaft zu mobilisieren.

- **Handlungsoption 2.1:**
Interaktive Informationsangebote wie das **Decision Theatre, Planungszellen** oder **Bürgerräte** bieten Raum für eine kritische Auseinandersetzung mit der Komplexität der Energiewende und können Konfliktpotenziale frühzeitig auflösen.
- **Handlungsoption 2.2:**
Vertrauen und Einverständnis können durch die **Verankerung von Beteiligungsansätzen in Planungsschritten** gestärkt werden. Wichtig ist eine stärkere Bürgerbeteiligung in den frühen Planungsphasen, in denen noch große Entscheidungsspielräume bestehen – etwa bei der Flächensuche und -ausweisung.
- **Handlungsoption 2.3:**
Eine **obligatorische finanzielle Beteiligung der Standortkommune** an den Erträgen von Windenergie- und PV-Anlagen sowie Modelle, die auch kleinen Kommunen Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen ermöglichen, können in Kommunalpolitik, Verwaltung und lokaler Bürgerschaft die Motivation erhöhen, Erneuerbare-Energie-Projekte aktiv voranzutreiben.
- **Handlungsoption 2.4:**
Bürgerenergiekonzepte sollten entsprechend den EU-Richtlinien gestärkt werden. Insbesondere sollte durch die **Einführung Erneuerbarer-Energien-Gemeinschaften** gemeinschaftlicher Eigenverbrauch lokal erzeugten Stroms ermöglicht werden. Die Möglichkeiten der Digitalisierung sollten genutzt werden, beispielsweise für innovative Flexibilitätsplattform-Konzepte.

Handlungsfeld 3:**Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen**

Der Ausbau der erneuerbaren Energien benötigt Flächen und tritt damit teilweise in Konkurrenz zu anderen Nutzungen, beispielsweise der Landwirtschaft. Eine stärkere Nutzung von Dächern und Fassaden zur Solarenergiegewinnung sowie eine Mehrfachnutzung von Flächen können diesbezügliche Konflikte entschärfen.

- **Handlungsoption 3.1:**

Ein **gesetzlich festgelegtes Flächenziel** für Erneuerbare-Energien-Anlagen kann dabei helfen, ausreichend Flächen für den Ausbau zu gewährleisten und somit eine versorgungssichere und klimaneutrale Energieversorgung zu erreichen. Die Länder können darauf aufbauend im Rahmen der Landes-, Regional- und kommunalen Raumplanung sicherstellen, dass ausreichend Flächen für Windenergie- und Photovoltaik-Anlagen ausgewiesen werden, um die vereinbarten Landesziele zu erreichen.

- **Handlungsoption 3.2:**

Mehrfachnutzungen von Flächen, insbesondere durch PV-Anlagen (zum Beispiel Fassaden-PV, Agri-PV, Floating-PV) sollten in den regulativen Vorgaben der Raumordnung und im Baurecht berücksichtigt und ermöglicht werden.

- **Handlungsoption 3.3:**

Die umfassende **Erschließung geeigneter Gebäudedächer** mit Photovoltaikanlagen kann helfen, potenzielle Flächennutzungs Konkurrenzen abzumildern. Dies könnte über stabile wirtschaftliche Anreize unterstützt werden, etwa durch die Erhöhung der Einspeisevergütung oder der Marktprämie. Alternativ oder ergänzend könnte auch eine Solarpflicht auf Neubauten und bei Bestandssanierung zielführend sein.

Handlungsfeld 4:**Das Energiesystem vollständig auf erneuerbare Energien ausrichten**

Windenergie- und Photovoltaikanlagen müssen in Kombination mit Speichern und einer Flexibilisierung des Verbrauchs zunehmend Netzstabilisierung und Versorgungssicherheit übernehmen. Das Strommarktdesign und weitere regulatorische Rahmenbedingungen der Energieversorgung müssen dies ermöglichen und sicherstellen, dass es ökonomisch hinreichend attraktiv ist.

- **Handlungsoption 4.1:**

Die **systemdienliche Integration volatiler Stromerzeugung** erfordert eine geeignete informations- und kommunikationstechnische Infrastruktur sowie die Entwicklung der erforderlichen Leistungselektronik.

- **Handlungsoption 4.2:**

Ein **neuer ganzheitlicher regulativer Rahmen für den Strommarkt** sollte unter anderem Anreize setzen, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen systemdienlich errichtet und betrieben und Beiträge zur Systemstabilität angemessen vergütet werden.

- **Handlungsoption 4.3:**

Es sollte analysiert werden, ob die derzeitige hohe **Importabhängigkeit bei Photovoltaikmodulen** von einem einzigen Land (China) ein Risiko für die Erreichung der Ausbauziele darstellt. Ist dies der Fall und kann der Bezug nicht verlässlich diversifiziert werden, sollte geprüft werden, ob der Aufbau einer Photovoltaikproduktion in Europa einen sinnvollen Beitrag zu der von der Bundesregierung angestrebten **Energiesouveränität** im Sinne einer robusten, gegen Krisen und politische Einflussnahme gefestigten Energieversorgung leisten kann.

Tabelle 1: Übersicht der 12 Handlungsoptionen (HO)

Wind- und Solarenergie werden entsprechend der deutschen Klimaschutzpolitik die tragenden Säulen einer künftigen klimaneutralen Energieversorgung sein und bilden damit auch eine Grundlage für die weitere wirtschaftliche Entwicklung. Es gilt daher, diese Stromquellen ausreichend schnell auszubauen und die Energiewende als Gemeinschaftsprojekt voranzutreiben.

1 Motivation und methodisches Vorgehen

In Deutschland besteht weitgehender Konsens darüber, dass wir einen angemessenen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten und mit Verantwortung und einer Vorbildfunktion die Transformation hin zur Klimaneutralität vollziehen müssen. Mit dem Klimaschutzgesetz und dem Ziel der Klimaneutralität bis 2045 wurden dafür wichtige Grundlagen gelegt. In ihrem Koalitionsvertrag hat die Ampel-Regierung für 2030 ambitionierte Ausbauziele für Photovoltaik und Windenergie beschlossen: 200 Gigawatt Photovoltaik, 100 Gigawatt Windenergie an Land und 30 Gigawatt Wind auf See sollten im Jahr 2030 an installierter Leistung verfügbar sein. Um diese Ziele zu erreichen, müssen Windenergie- und Photovoltaikanlagen deutlich schneller ausgebaut werden als in den letzten Jahren.

Klimaneutralitätsszenarien für Deutschland zeigen, dass für eine kosteneffiziente Energieversorgung Strom aus Wind- und Solarenergie zukünftig auch große Teile des Energiebedarfs im Wärme- und Verkehrssektor sowie in der Industrie decken wird. Daher wird der Strombedarf trotz großer Fortschritte bei der Energieeffizienz ansteigen. Die Szenarien gehen davon aus, dass Windenergie und Photovoltaik (PV) dafür eingesetzt werden. Die inländische Stromerzeugung wird ergänzt werden durch Stromimport- und -exporte aus dem europäischen Verbundnetz. Längerfristig kommen auch Importe von Wasserstoff und daraus hergestellten synthetischen Brenn- und Kraftstoffen hinzu, wobei deren möglicher Beitrag bis 2030 aber begrenzt sein wird.

Heute gehören Windenergie und Photovoltaik zu den kostengünstigsten Stromerzeugungstechnologien: Zwischen 2010 und 2020 sind die Kosten für PV-Anlagen um 81 Prozent, für Windenergie an Land um 31 Prozent und für Wind auf See um 32 Prozent gesunken.⁴ Dennoch stockte die Ausbaugeschwindigkeit in Deutschland in den letzten Jahren.

Windenergie und Photovoltaik ergänzen sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Stromerzeugungsprofile gut. Andere erneuerbare Energien wie Biomasse, Geothermie, Wasserkraft und Solarenergie zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) sowie die Abwärmenutzung sind für eine klimaneutrale Energieversorgung ebenfalls unverzichtbar; ihre Potenziale sind jedoch geringer, und ihre Nutzung weist eine Vielzahl anderer Hemmnisse auf.

Die vorliegende Stellungnahme hat zum Ziel, Hemmnisse für einen beschleunigten Ausbau der Windenergie und Photovoltaik zu identifizieren und energiepolitische Handlungsoptionen aufzuzeigen, diese Hemmnisse zu überwinden und einen beschleunigten Ausbau zu ermöglichen. Dabei geht die Arbeitsgruppe davon aus, dass es

4 Vgl. IRENA 2021.

zur Erreichung der Klimaschutzziele nicht ausreicht, die bestehenden Instrumente nur graduell weiterzuentwickeln. Stattdessen braucht es entschiedene Änderungen bei der Rahmensetzung für die Nutzung von Photovoltaik und Windenergie. Vor diesem Hintergrund zielen einige der vorgestellten Handlungsoptionen darauf ab, die Überwindung bisheriger (Denk-)Blockaden zu unterstützen. Die vorgeschlagenen Handlungsoptionen stellen mögliche Teillösungen für eine qualitativ geänderte Vorgehensweise beim Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen dar.

Im Fokus der Stellungnahme stehen gesamtgesellschaftliche Akzeptanzfaktoren, die Transformation der Planungs- und Genehmigungsverfahren sowie Möglichkeiten zur Doppelnutzung von Flächen beim Ausbau von Photovoltaik und Windenergie. Die Notwendigkeit für eine Transformation des Strommarkts, um der zunehmenden Einspeisung von Wind- und Solarstrom gerecht zu werden, wird in Handlungsfeld 4 „Das Energiesystem auf Erneuerbare ausrichten“ adressiert. Dabei stellen die aufgezeigten Handlungsoptionen nur Anforderungen und erste Ansatzpunkte für die Entwicklung eines neuen Strommarktdesigns dar. Das Thema wird von der separaten Arbeitsgruppe „Strommarkt der Zukunft“ des Akademienprojekts ESYS tiefergehend thematisiert.

Um den Umfang einzugrenzen, konzentriert sich diese Stellungnahme auf den **Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen mit Blick auf Deutschland**. Auch wenn eine stärkere europaweite Integration der Energieversorgung grundsätzlich erforderlich ist und Energieimporte notwendig sein werden, so kommen doch alle Klimaneutralitätsszenarien zu dem Ergebnis, dass Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Deutschland zügig und sehr substantiell ausgebaut werden müssen. **Der Zeithorizont ist das Jahr 2030.**

Die Fragestellung, wie der Ausbau beschleunigt werden könnte, ist nicht neu und wird auch von vielen anderen Akteuren bearbeitet (unter anderem Akademie für Raumentwicklung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Deutsches Institut für Urbanistik Sachverständigenrat für Umweltfragen, Stiftung Umwelterecht). Zahlreiche Publikationen betrachten den notwendigen Ausbau aus verschiedenen Sichtweisen – etwa rechtlich, anlagenspezifisch oder in verschiedenen Bundesländern/Regionen. Neu ist an der vorliegenden Stellungnahme der Versuch, ein vertieftes, interdisziplinär geprägtes Verständnis insbesondere der nicht-ökonomischen Hemmnisse beim weiteren Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen zu schaffen. Die daraus abgeleiteten Handlungsoptionen orientieren sich nicht an einer Weiterentwicklung der bisherigen Phase der Markteinführung von Nischentechnologien, sondern am Ziel einer klimaneutralen Stromversorgung.

1.1 Struktur und Aufbau der Stellungnahme

Nach Darstellung der zugrundeliegenden Motivation der Stellungnahme werden in Kapitel 2 die benötigten Ausbaupfade hergeleitet, die sich aus dem Ziel einer klimaneutralen Energieversorgung ergeben. Kapitel 3 geht im Detail auf Akzeptanz als eine Schlüsselbedingung für den Ausbau ein. Dieses Kapitel zeigt auf, welche Faktoren relevant für die gesellschaftliche Akzeptanz sind und wie die generell hohe gesellschaftliche Zustimmung für die erneuerbaren Energien genutzt werden könnte, um den Ausbau zu

beschleunigen. Kapitel 4 legt die Grundlagen der Planungs- und Genehmigungsverfahren dar. Zudem wird gezeigt, wie diese Verfahren heute teilweise den Ausbau der Windenergie und Photovoltaik ausbremsen und wo Änderungsbedarf besteht. Die Kapitel 3 und 4 sind dabei als Hintergrundkapitel zu verstehen. Sie sollen es Leserinnen und Lesern erleichtern, die in Kapitel 5 dargestellten Handlungsoptionen nachzuvollziehen. Dort werden 12 Handlungsoptionen in 4 Handlungsfeldern beschrieben, die den Ausbau von Windenergie und Photovoltaik beschleunigen können.

1.2 Methodisches Vorgehen

Bei der Zusammensetzung der AG und der inhaltlichen Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde ein interdisziplinärer Ansatz gewählt. Ziel war es, Lösungsansätze zu entwickeln, die an den praxisrelevanten Hemmnissen ansetzen. Für die Mitarbeit in der AG wurden Expertinnen und Experten aus den Fachdisziplinen Umwelt- und Naturschutz und ihren rechtlichen Aspekten, der sozialwissenschaftlichen Forschung zu Akzeptanz und Umweltbewusstsein, Energiesystemtechnik, Planungsrecht und -prozessen- sowie der Ökonomie gewonnen.

Die AG hat in einem ersten Schritt die mögliche Bedeutung der Typen und Einsatzarten von Windenergie- und Photovoltaikanlagen im Rahmen des Marktausbaus untersucht und die jeweiligen Hemmnisse diskutiert. Aufbauend auf einer Hemmisanalyse und zusätzlich gestützt auf den umfangreichen Erfahrungsschatz der AG-Mitglieder in Bezug auf die aktuelle Entwicklung von Windenergie und Photovoltaik, wurden im Anschluss verschiedene Handlungsoptionen entwickelt. Nach Bündelung der Ansätze in Handlungsfeldern wurden diese in 4 Untergruppen zu den Aspekten Planungs- und Genehmigungsverfahren, Akzeptanz sowie wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen diskutiert. Im Rahmen des Prozesses wurden 12 Handlungsoptionen in 4 Handlungsfeldern ausgearbeitet. Abschließend wurden die Ausgewogenheit der Handlungsoptionen sowie deren notwendige Umsetzung in einem Fachgespräch mit 12 externen Expertinnen und Experten diskutiert.

1.3 Analyse der Hemmnisse für den Ausbau

Als Ausgangspunkt für die Erarbeitung der Lösungsansätze wurden unter den AG-Mitgliedern per Fragebogen die wichtigsten Hemmnisse ermittelt, die einen beschleunigten Ausbau der Windenergie und Photovoltaik in Deutschland behindern. Die Hemmnisse und Zwischenergebnisse wurden in zwei Fachgesprächen im Oktober 2020 und im Juni 2021 mit Praktikerinnen und Praktikern diskutiert und sind in Tabelle 2 zusammenfassend und unbewertet aufgelistet. Zur Überwindung von Hemmnissen, die prioritär abgebaut werden sollten, wurden von der AG Handlungsoptionen entwickelt (siehe Kapitel 5).

Bei den aufgeführten spezifischen Hemmnissen für Windenergie- und Photovoltaikanlagen erleiden klimafreundliche Energiequellen gegenüber fossilen Brennstoffen generell einen Wettbewerbsnachteil, da Kohlendioxidemissionen im In- und Ausland zum Teil zu niedrig oder gar nicht bepreist werden. Erst die Berücksichtigung aller Fol-

gekosten, unter anderem in Form eines ausreichend hohen CO₂-Preises, würde unverzerrten Wettbewerb zwischen den Technologien ermöglichen. Neben den in dieser Stellungnahme vorgestellten, spezifischen Maßnahmen zur Beschleunigung des Windenergie- und Photovoltaikausbaus wäre es sinnvoll, ausreichend hohe CO₂-Preise in Deutschland und möglichst auf EU-Ebene zu etablieren. Ein höherer CO₂-Preis macht erneuerbare Energien im Vergleich zu fossilen Energieträgern wirtschaftlich attraktiver und setzt auf diese Weise Anreize, in erneuerbare Energien zu investieren. Je höher der CO₂-Preis, desto weniger sind zusätzliche Fördermaßnahmen für Windenergie und Photovoltaik erforderlich.

Kategorie	Hemmnisse (die Hemmnisse beziehen sich jeweils auf die Perspektive der Investoren beziehungsweise Projektentwickler)
<p>Windenergieanlagen (WEA) an Land Größere Windparks werden üblicherweise von professionellen Projektentwicklern, kleine Windparks und Einzelanlagen auch von Bürgerenergiegenossenschaften und Privatpersonen realisiert.</p>	
<p>Ökonomisch</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Süddeutsche Standorte haben oftmals eine geringe Windhöflichkeit und sind somit im aktuellen Marktmodell weniger rentabel. • Mangels Sonderregelungen ist das Repowering oftmals ökonomisch unattraktiv.
<p>Flächenverfügbarkeit, Ästhetik, Akzeptanz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Ausweisung von Flächen mit ausreichendem Windangebot (attraktive Flächen in Bezug auf Windhöflichkeit werden oftmals nicht ausgewiesen). • Umweltauswirkungen (Schallemissionen, Gefahr für Vögel und Fledermäuse) und Befürchtungen bezüglich gesundheitlicher Auswirkungen. • Pauschale Priorisierung anderer Belange (militärisch, Radar, Wetterradar, Erdbebenmessstationen etc.) statt angemessener Einzelfallabwägung. • Mangelnde Akzeptanz bezüglich der Veränderung des Landschaftsbilds. • Umfangreiche Einspruchsmöglichkeiten und hohe Klagebereitschaft gegen WEA. • Mangelnde Akzeptanz von Windenergieanlagen in Waldgebieten (die in Mittel- und Süddeutschland dominieren). • Keine oder eine zu geringe finanzielle Beteiligung von Kommunen und lokalen Akteurinnen und Akteuren an Investition und Betrieb der Anlagen führen zu einer geringen Akzeptanz.
<p>Kenntnis, Beratung, Technik</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Vorgaben der Politik, in welchem Umfang WEA zur Erreichung der Klimaneutralität erforderlich sind und wo diese gebaut werden können. • Der notwendige Ausbaubedarf von WEA wird von Planenden und Öffentlichkeit unterschätzt und folglich werden zu geringe Installationsflächen ausgewiesen.
<p>Regulatorik, Sonstiges</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zu wenig echte, transparente Beteiligung an den Genehmigungsverfahren vor Ort.

	<ul style="list-style-type: none"> • (Zeit-)aufwendige und komplizierte Ausschreibungs-, Planungs- und Genehmigungsverfahren. • Regional- und Bauleitplanung werden als Begrenzungs-, nicht als Entwicklungsaufgabe verstanden (so wenig WEA wie nötig statt so viel wie erforderlich). • Regionalplanung als wichtiges Instrument der Flächenplanung wird vor Gericht häufig beklagt. • Planerische Steuerung von Repowering-Anlagen ist kompliziert, Kommunen sind unsicher bei der Ausweisung von Repowering-Standorten. • Regelungen zum Abstand von WEA zur Wohnbebauung sowie zu Beteiligungsverfahren unterscheiden sich zwischen den Bundesländern. • Begrenzte Netzkapazitäten zur Aufnahme von Windstrom, Netzausbau erfolgt nicht schnell genug. • Die Darstellung von WEA geht meist davon aus, dass sich diese prinzipiell negativ auf das Landschaftsbild auswirken; dies verursacht eine negative Voreinstellung in der Bevölkerung, und andere, positive Narrative werden so verhindert. • Gefühl der mangelnden Verteilungsgerechtigkeit der WEA auf die Bundesländer.
<p>Offshore-Windenergieanlagen Offshore-WEA werden von Energieversorgungsunternehmen und professionellen Projektentwicklungsunternehmen realisiert.</p>	
<p>Ökonomisch</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Investitionssummen bei langen Entwicklungszeiten.
<p>Flächenverfügbarkeit, Ästhetik, Akzeptanz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nord- und Ostsee sind sensible Ökosysteme, die teilweise bereits übernutzt sind. • Begrenztes Potenzial von erschließbaren Flächen aufgrund von Flächenkonkurrenzen (unter anderem Schifffahrt, Sand- und Kiesgewinnung, Naturschutz).
<p>Kenntnis, Beratung, Technik</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Große technische Herausforderungen (unter anderem in Bezug auf Wassertiefe und Netzanbindung). • Komplexe Planung, Beschaffung und Logistik (Erfordernis spezieller Errichterschiffe, geeigneter Baustoffe etc.). • Starre Anbindungskonzepte verhindern effizientere Lösungen aufgrund von gesetzlichen Vorgaben und Vorgaben der Übertragungsnetzbetreiber.
<p>Regulatorik, Sonstiges</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (Zeit-)aufwendiges Genehmigungsverfahren. • Keine ausreichenden Kapazitäten bei den Genehmigungsbehörden. • Netzengpässe zur Weiterleitung des Windstroms an Land. • Rechtliche Unsicherheiten beim Windenergie-auf-See-Gesetz.

PV-Anlagen auf Dächern und gebäudeintegrierte PV-Anlagen

PV-Anlagen auf und an Gebäuden werden üblicherweise von den Eigentümerinnen und Eigentümern der Gebäude realisiert, die in Bezug auf PV-Anlagen meist Laien sind. Teilweise werden die Dachflächen aber auch an spezialisierte Unternehmen verpachtet.

<p>Ökonomisch</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde wirtschaftliche Attraktivität für bestimmte Geschäftsmodelle (zum Beispiel bei Volleinspeisung des Solarstroms und bei vermieteten Gebäuden (trotz des Mieterstrommodells)). • Unsicherheit bezüglich der Wirtschaftlichkeit von neuen PV-Anlagen insbesondere in Bezug auf die Rentabilität durch sich ändernde Rahmenbedingungen • Fehlende Finanzmittel der Investierenden (zum Beispiel eingeschränkte Kreditvergabe an ältere Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer). • Betriebswirtschaftlich orientierte Optimierung schöpft das Dachflächenpotenzial eines Gebäudes oftmals nur teilweise aus, der gesamtsystemisch erforderliche Ausbau wird damit erschwert. • Errichtung von PV-Anlagen auf Bestandsgebäuden kann (kosten-) aufwendig sein. • Gebäudeintegrierte PV-Anlagen, insbesondere PV-Fassaden, sind teurer als PV-Anlagen auf Dächern; wenn die daraus resultierenden Vorteile (zum Beispiel Ersatz anderer, teurer Fassadenmaterialien oder hohe architektonische Qualität) nicht eingepreist werden, sind die Anlagen meist nicht wirtschaftlich. • Energiesystemische Vorteile der Ost-West-Ausrichtung von PV-Anlagen auf Dächern und an Fassaden (gleichmäßigere zeitliche Verteilung der Solarstromerzeugung) werden bei der Einspeisevergütung nicht berücksichtigt, sodass diese vielfach aufgrund des etwas geringeren Solarertrags nicht realisiert werden.
<p>Flächenverfügbarkeit, Ästhetik, Akzeptanz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PV-Anlagen stehen teilweise in Konkurrenz zu anderen Dachflächennutzungen (zum Beispiel zu technischen Geräten, Dachterrassen etc.), wobei kombinierte Nutzungen möglich sind (zum Beispiel PV-Anlagen auf extensiven Gründächern). • PV-Anlagen reduzieren die Flexibilität bei künftigen Dachnutzungsänderungen. • Ästhetische Uniformität der PV-Anlagen. • Mangelndes Angebot an kostengünstigen gebäudeintegrierten und sonstigen Lösungen, die auch städtebaulich und denkmalpflegerisch verträglich sind.
<p>Kenntnis, Beratung, Technik</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Kenntnis der Politik darüber, dass zur Erreichung der Klimaneutralität die geeigneten Gebäudedächer in großem Umfang mit PV-Anlagen belegt werden können. • Fehlende Kapazitäten im Handwerk für Beratung und Montage. • Architektinnen und Architekten sowie Planerinnen und Planer unterstützen die Installation von PV-Anlagen teilweise nicht, unter anderem aufgrund mangelnder Schulung. • Mangelndes technisch-ökonomisches Verständnis der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zur Beurteilung von PV-Anlagenangeboten. • Mangelnde Kenntnisse bezüglich der technologischen Möglichkeiten und der Vorteile der Solarstromerzeugung.

Regulatorik, Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> ● Vermieterinnen und Vermieter (private und gewerbliche) haben meist nur ein geringes Eigeninteresse an der Realisierung von PV-Anlagen auf ihren Gebäuden. ● Die Entwicklung von PV-Anlagen auf Gebäuden von Eigentümergemeinschaften erfordert einen hohen Abstimmungsaufwand zwischen den Eigentümerinnen und Eigentümern. ● Bürokratischer Aufwand (Meldepflichten, Gewerbeanmeldung, Steuererklärung). ● Klimaschutzvorteile der PV spielen bei der denkmalschutzrechtlichen Abwägung keine Rolle. ● Bei großen Dächern: Direktvermarktung (ab 100 Kilowatt verpflichtend) und Teilnahme an Ausschreibungen (optional ab 300 Kilowatt und verpflichtend ab 750 Kilowatt) sind komplex und aufwendig in der Umsetzung. ● Mieterstrommodell ist komplex und aufwendig in der Umsetzung. ● Brandschutzanforderungen und zugehöriger Versicherungsschutz können bei Gewerbebauten die Installation von PV-Anlagen erschweren. ● Ökonomisch attraktive Eigenstromnutzung wird durch Nachweispflichten bei Gewerbebauten teilweise sehr aufwendig. ● Hohes Alter und Erbschaftsperspektive der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer können die Investition in eine PV-Anlage uninteressant oder unmöglich machen.
PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) PV-Freiflächenanlagen werden üblicherweise von spezialisierten Projektentwicklungsunternehmen realisiert.	
Ökonomisch	<ul style="list-style-type: none"> ● Hoher Wettbewerb bei Ausschreibungen, weshalb Anlagen an Standorten in Bundesländern mit geringerer Einstrahlung eher keinen Zuschlag erhalten und somit diese Flächen nicht genutzt werden.
Flächenverfügbarkeit, Ästhetik, Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> ● Große PV-Freiflächenanlagen werden möglicherweise als „industrielle Bauwerke“ und nicht als „neues Kulturlandschaftselement“ wahrgenommen, da Landschaftsstrukturen aufgrund der großflächigen Belegung mit PV-Modulen nur schwer sichtbar sind und die geschaffenen Lebensräume unter den Modulen nicht wahrgenommen werden. ● Vorhandene Empfehlungen für eine ökologisch verträgliche Gestaltung von PV-Freiflächenanlagen mit positivem Beitrag der Anlagen zu Biodiversität, Natur- und Umweltschutz sowie ländlicher Entwicklung werden teilweise nicht beachtet, was zu einer geringen Akzeptanz führen kann. ● Konkurrenz zu landwirtschaftlichen Flächen in benachteiligten Gebieten, die sich schwer bewirtschaften lassen und nach EEG für PV-Freiflächenanlagen genutzt werden können.
Kenntnis, Beratung, Technik	<ul style="list-style-type: none"> ● Keine Anreize zur Bereitstellung von Netzdienstleistungen (zum Beispiel von Regelenergie durch Kombination der PV-Anlagen mit Batterien zu Kombikraftwerken).

Regulatorik, Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> ● In einzelnen Regionen begrenzte Netzkapazitäten zur Aufnahme von Solarstrom. ● Lange Planungs- und Genehmigungsverfahren. ● Zu geringe Ausschreibungsvolumina (zum Beispiel 1.600 Megawatt im Jahr 2022) für PV-Anlagen über 750 Kilowatt begrenzen das Marktvolumen. ● Keine Standardisierung von langfristigen Stromlieferverträgen (PPA) und Herkunftsnachweisen sowie ungenügende Rahmenbedingungen hierfür.
<p>PV-Anlagen auf Mehrfachnutzungsflächen (Agri-PV, Floating-PV, PV-Parkplatzüberdachungen etc.) Bislang existieren nur erste Pilotanlagen. Die Anlagen werden vermutlich teilweise von spezialisierten Projektentwicklungsunternehmen sowie teilweise von den Grundstückseigentümerinnen und -eigenthümern (zum Beispiel. Landwirtinnen und Landwirten) entwickelt.</p>	
Ökonomisch	<ul style="list-style-type: none"> ● Fehlende Vergütungsregelungen (außerhalb der Innovationsausschreibungen im Rahmen des EEG). ● Mangelnde Wirtschaftlichkeit aufgrund höherer Installationskosten (wenn der Mehrfachnutzen nicht internalisiert werden kann). ● Gefahr des Wegfalls von Agrarförderung bei Agri-PV-Anlagen.
Flächenverfügbarkeit, Ästhetik, Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> ● Zugänglichkeit und Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen werden durch Agri-PV erschwert. ● Akzeptanz für verändertes Landschaftsbild durch Agri-PV ist gegebenenfalls nicht vorhanden (möglicherweise Landschaftsbild-Unverträglichkeit im Bebauungsplan-Verfahren). ● Floating-PV-Anlagen schränken die Nutzbarkeit von Wasserflächen als Erholungslandschaft ein, Auswirkungen auf Wasserqualität unklar.
Kenntnis, Beratung, Technik	<ul style="list-style-type: none"> ● Mangelnde Kenntnis über Einsatzmöglichkeiten, Technik und deren Vorteile (Synergieeffekte durch mehrfache Nutzung von Flächen). ● Geringes Marktangebot, da neue Technik. ● Geringe Umsetzungserfahrungen, wenig Fachleute für Beratungen. ● Fehlendes Wissen um die Auswirkungen auf die Wasserqualität bei Floating-PV.
Regulatorik, Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> ● Fehlende baurechtliche Privilegierung von Agri-PV-Anlagen im Außenbereich. ● Genehmigungsrechtliche Unsicherheiten (zum Beispiel bzgl. Nutzungsänderungen) bei Behörden, entgegenstehende lokale Verordnungen (zum Beispiel. Stellplatzverordnung bei PV-Parkplatzüberdachungen), fehlende Bauleitplanung. ● Ungeklärte versicherungsrechtliche Fragestellungen. ● Gefahr des Vandalismus gegenüber den PV-Anlagen. ● Netzanschluss teilweise aufwendig. ● Unsicherheiten bezüglich naturschutzrechtlicher Anforderungen. ● Unsicherheiten bezüglich Bedeutung und Notwendigkeit von Agri-PV-Anlagen im künftigen Energiesystem.

Tabelle 2: Identifizierte Hemmnisse als Grundlage zur Entwicklung der Handlungsoptionen. (Quelle: Eigene Darstellung)

2 Ausbaupfade für Photovoltaik und Windenergie bis zum Jahr 2030

In diesem Kapitel wird hergeleitet, wie stark der Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen beschleunigt werden muss. Hierzu wird zuerst ein Überblick über die globalen, europäischen und deutschen Klimaziele gegeben und die Struktur des künftigen Energiesystems erläutert, mit dem die angestrebte Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 erreicht werden kann. Daraus wird abgeleitet, was dies für die Stromversorgung bedeutet und wie schnell die Solar- und Windenergieleistungen hierfür ausgebaut werden müssen. Da der Ausbau prinzipiell mit unterschiedlichen Anlagentypen umgesetzt werden kann, werden diese abschließend vorgestellt.

2.1 Die Klimaschutzziele

Auf globaler Ebene wurde zur Begrenzung des Klimawandels das Pariser Abkommen als rechtsverbindlicher internationaler Vertrag geschlossen. Es wurde von 196 Vertragsparteien auf der COP 21 in Paris am 12. Dezember 2015 verabschiedet und trat am 4. November 2016 in Kraft. Ziel des Abkommens ist es, die durchschnittliche globale Erwärmung auf deutlich unter 2, vorzugsweise auf 1,5 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Um dieses langfristige Temperaturziel zu erreichen, streben die Länder die Klimaneutralität bis spätestens Mitte des Jahrhunderts an.⁵ Im Jahr 2020 lag die globale Durchschnittstemperatur jedoch bereits 1,2 Grad Celsius über dem Niveau des späten 19. Jahrhunderts.⁶ Der Bericht des Weltklimarats IPCC vom 9. August 2021 beschreibt die daraus folgende Dringlichkeit wie folgt: Die globale Oberflächentemperatur wird bei allen betrachteten Emissionsszenarien bis mindestens Mitte des Jahrhunderts weiter ansteigen. Eine globale Erwärmung von 1,5 Grad Celsius und 2 Grad Celsius wird im Laufe des 21. Jahrhunderts überschritten es gelingen in den kommenden Jahrzehnten drastische Reduktionen werden – es sei denn, der CO₂- und anderer Treibhausgasemissionen.⁷

In Europa wurde die Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 vom Europäischen Rat am 12. Dezember 2019 als Ziel beschlossen.⁸ Am 11. Dezember 2020 erfolgte der Beschluss zur Erhöhung des verbindlichen EU-Ziels für eine Nettoinlandsreduktion der Treibhausgasemissionen auf mindestens 55 Prozent bis zum Jahr 2030 gegenüber

5 Vgl. UNFCCC 2021.

6 Vgl. NASA 2021.

7 Vgl. IPCC 2021.

8 Vgl. European Council 2019.

1990.⁹ Um Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen, hat die Europäische Kommission mit dem Green Deal einen konkreten Plan vorgelegt und entsprechende Rechtsinstrumente vorgeschlagen.¹⁰

Deutschland hat das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 am 12. Dezember 2019 im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) gesetzlich verankert¹¹, um die Verpflichtungen aus dem Pariser Abkommen zu erfüllen. Mit einem am 29. April 2021 veröffentlichten Beschluss entschied das Bundesverfassungsgericht jedoch, dass das KSG von 2019 insofern mit den Grundrechten unvereinbar ist, als hinreichende Maßgaben für die weitere Emissionsreduktion ab dem Jahr 2031 fehlen. Es fordert eine generationengerechte Aufteilung der Klimaschutzanstrengungen.¹² Klimaschutz wird dabei als intertemporaler Freiheitsschutz verstanden, weshalb die Freiheitsgrundrechte künftiger Generationen nicht dadurch verletzt werden dürfen, dass notwendige Maßnahmen des Klimaschutzes auf später verschoben werden. Aufgrund dieser Entscheidung und vor dem Hintergrund des verschärften europäischen Klimaschutzziels 2030 hat der Deutsche Bundestag am 24. Juni 2021 das KSG geändert und unter anderem das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 Prozent und bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 Prozent (Referenzjahr 1990) zu mindern. Weiterhin soll die Netto-Treibhausgasneutralität bereits bis zum Jahr 2045 erreicht werden.¹³ Die neue Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, bereits im Jahr 2030 einen Anteil von 80 Prozent des Bruttostrombedarfs mit erneuerbaren Energien zu decken. In der „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom 11. Januar 2022 hat Minister Habeck deutlich gemacht, dass die bisherigen Klimaschutzmaßnahmen in allen Sektoren unzureichend sind und die Geschwindigkeit der Emissionsminderung verdreifacht werden muss.¹⁴

Die Zielsetzung der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 erfordert, dass auch die Energieversorgung in Deutschland, die im Jahr 2020 noch zu 76 Prozent auf fossilen Energien basierte,¹⁵ bis spätestens 2045 CO₂-neutral, also mit erneuerbaren Energien, erfolgen muss. Es ist dabei anzumerken, dass alle Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität, Industrieprozesse) des Energiesystems defossilisiert werden müssen. Analysen möglicher Transformationspfade für die Energiewende zeigen, dass im künftigen Energiesystem die Sektoren stärker zusammenwirken und langfristig im Wesentlichen strombasiert sein werden.¹⁶ Diese notwendige Transformation und die Verschärfung des Klimaschutzgesetzes führen dazu, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren deutlich zu beschleunigen ist, um die Klimaschutzziele bis zum Jahr 2030 einzuhalten.

9 Vgl. European Council 2020.

10 Vgl. Europäische Kommission 2021.

11 Vgl. Deutscher Bundestag 2019.

12 Vgl. BVerfG 2021.

13 Vgl. Deutscher Bundestag 2021b.

14 Vgl. BMWK 2022a.

15 Vgl. BMWi 2021b.

16 Vgl. acatech/Leopoldina/Akademienunion 2017.

2.2 Eckpunkte der Struktur eines klimaneutralen Energiesystems

Die angestrebte klimaneutrale Energieversorgung in Deutschland bis zum Jahr 2045 kann über unterschiedliche Transformationspfade erreicht werden. Wie das Energiesystem im Zieljahr 2045 im Detail aussehen wird, kann aus heutiger Sicht nicht eindeutig bestimmt werden. Allerdings lassen sich aus den physikalischen und ökonomischen Randbedingungen grundlegende Strukturen des künftigen Energiesystems ableiten. Eckpunkte für die Struktur des künftigen Energiesystems, die für die Betrachtungen in dieser Stellungnahme besonders wichtig sind, werden im Folgenden vorgestellt.

Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien: Die Umsetzung einer klimaneutralen Energieversorgung bei Verzicht auf Kernenergie erfordert den weitgehenden oder vollständigen Ersatz der fossilen Energiequellen durch erneuerbare Energien einschließlich der Nutzung von Abwärmequellen. Dazu ist ein Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland erforderlich. Laut Klimaneutralitätsszenarien sollen Kapazitäten an Windenergie- und Photovoltaikanlagen bis zum Jahr 2045 bis auf das Vier- bis Neunfache der heutigen ansteigen – selbst dann, wenn in erheblichem Umfang grüne Energieträger importiert werden und große Fortschritte bei der Energieeffizienz gelingen.^{17,18} Die Ausbauziele der Ampel-Regierung, die unter anderem vorsieht, im Jahr 2030 80 Prozent aus Erneuerbaren zu beziehen, legen einen ähnlich ambitionierten Weg für erneuerbare Energien in Deutschland nahe.

Technoökonomische Studien belegen, dass eine sichere Energieversorgung des Industrielands Deutschland, die im Jahresmittel weitgehend auf heimischen erneuerbaren Energiequellen basiert, möglich ist.^{19,20} Dabei ist berücksichtigt, dass der temporäre Stromaustausch innerhalb Europas deutlich ausgebaut wird. Darüber hinaus wird vom Import von grünem Wasserstoff und daraus hergestellten synthetischen Brennstoffen ausgegangen, wobei sich entsprechende Studien in Bezug auf den Umfang deutlich unterscheiden. In allen Szenarien weisen Solar- und Windenergie die größten Potenziale unter den erneuerbaren Energien auf, weshalb sie zu den dominierenden Energiequellen im klimaneutralen Energiesystem werden. Deren Integration stellt aufgrund ihrer geringen Flächendichte und ihrer fluktuierenden Erzeugungscharakteristik eine große Herausforderung dar, für die die technischen Lösungen allerdings bekannt sind. Die Umstellung auf erneuerbare Energien wird aber nach allen Szenarien eine Reduktion der Importabhängigkeit von Energieträgern mit sich bringen.

Hoher Elektrifizierungsgrad und steigender Strombedarf: Das künftige Energiesystem wird aufgrund der verfügbaren erneuerbaren Energieressourcen einen hohen Elektrifizierungsgrad aufweisen. Während im Jahr 2019 der Strom einen Anteil von 20,1 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland aufwies,²¹ wird sein Anteil langfristig auf weit über 50 Prozent ansteigen. Durch die Sektorenkopplung werden für die Wärmeversorgung und den Mobilitätssektor je nach Studie und Szenario Elektrifizierungsgrade zwischen 60 und 90 Prozent erwartet. Der Strombedarf

17 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

18 Vgl. Agora Energiewende 2021.

19 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

20 Vgl. Agora Energiewende 2021.

21 Vgl. BMWi 2021a.

steigt entsprechend von heute etwa 500 Terawattstunden pro Jahr auf 1.000 bis 1.580 Terawattstunden bis zum Erreichen der Klimaneutralität an.^{22,23} Das BMWK geht von einem Bruttostrombedarf von 680 bis 750 Terrawattstunden im Jahr 2030 aus, ähnlich prognostizieren die genannten Studien einen Anstieg auf 643 bis 780 Terawattstunden.^{24,25,26} Der Strombedarf würde 2030 noch höher liegen, wenn in Deutschland produzierter grüner Wasserstoff in größerem Umfang genutzt würde, als in den Studien bislang angenommen wird. Die weitgehende Elektrifizierung der Wärmeversorgung und der Mobilität ergibt sich insbesondere daraus, dass die Stromerzeugung mit Solar- und Windenergie bei Weitem das größte Potenzial unter den erneuerbaren Energien aufweist und somit Strom zum wichtigsten Energieträger wird. Auch Solarthermie kann künftig eine relevante Rolle spielen, aufgrund des gegenläufigen Jahresprofils der Solarenergiebereitstellung und des Wärmebedarfs bleibt ihr Beitrag jedoch begrenzt. Bei der Energieversorgung im Kernwinter und damit auch in der Raumwärmeerzeugung spielt somit die Windenergie eine zentrale Rolle. In den genannten Studien wird ein Anteil der fluktuierenden erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von über 85 Prozent erwartet. Dieser wird ergänzt durch Beiträge anderer erneuerbarer Energien (Wasserkraft, Biomasse, Geothermie) und gegebenenfalls Restmengen an fossilen Brennstoffen.^{27,28} Als weitere Energiequellen, insbesondere für die Mobilität und die Industrie, werden mit erneuerbarem Strom hergestellte Treibstoffe wie Wasserstoff, Methan und sonstige synthetische Treibstoffe eingesetzt werden. Bezüglich ihres Anteils an der künftigen Energieversorgung gibt es unterschiedliche Erwartungen, allerdings bleibt auch ihr Anteil dadurch begrenzt, dass aufgrund der zusätzlichen Umwandlungsverluste die Energiegestehungskosten höher sind und der Primärenergiebedarf an erneuerbaren Energiequellen deutlich steigt. Die Unsicherheit in Bezug auf den Umfang der heimischen Wasserstoffherzeugung oder den Import von Wasserstoff ändert jedoch nicht die genannten grundlegenden Strukturen des Energiesystems mit einer Dominanz der fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen und einer starken Sektorenkopplung.

Starke Sektorenkopplung, Integration von Speicherkapazitäten und intelligente Systemtechnik: Die Nutzung von hohen Anteilen fluktuierend bereitgestellter Solar- und Windenergie erfordert auf der Verbraucherseite folgende vier Maßnahmen: die Kopplung der Sektoren Stromnutzung, Wärme, Kälte und Mobilität, eine umfangreiche Integration von Speicherkapazitäten, einen deutlichen Netzausbau und eine intelligente Steuerung des Energiesystems. Speicherkapazitäten werden sowohl im Kurzzeitbereich, beispielsweise Batterien als Tagesstromspeicher, als auch im Langzeitbereich, zum Beispiel Methan oder Wasserstoff als saisonales Gasspeichermedium, benötigt werden. Sie werden sowohl dezentral, beispielsweise auf Gebäudeebene als PV-Batterie-Kombination, als auch zentral, etwa als Pumpspeicherkraftwerk, eingesetzt werden. Auch Wärmespeicher werden eine größere Rolle spielen, da sie deutlich kostengünstiger sind als Stromspeicher. Für das Jahr 2030 wird ein Bedarf an Kurzzeitstromspeichern (insbesondere Pumpspeicherkraftwerke und Batterien) von 84 Gigawattstunden erwartet, zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045 sind es

22 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

23 Vgl. Agora Energiewende 2021.

24 Vgl. BMWK 2022a.

25 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

26 Vgl. Agora Energiewende 2021.

27 Vgl. Ebd.

28 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

227 Gigawattstunden.²⁹ Im Vergleich dazu sind in Deutschland derzeit Pumpspeicherkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 6,3 Gigawatt und einer Speicherkapazität von etwa 37,4 Gigawattstunden installiert.³⁰ Netzausbau ist im Bereich der Übertragungsnetze erforderlich, um Strom überregional zu transportieren. Dies gilt insbesondere für den Transport von dünn besiedelten Regionen mit großen Wind- und Solarpotenzialen in industrie- und bevölkerungsreiche Ballungszentren.³¹ Auch die Verteilnetze müssen ausgebaut werden, um die stark steigenden Mengen dezentral erzeugten Solarstroms aufzunehmen. Der Netzbetrieb muss zur intelligenten Steuerung der fluktuierenden Erzeugung und zunehmender Speicherkapazitäten sowie sonstiger Flexibilitäten weiterentwickelt werden. Hierfür ist ein geeigneter gesetzlicher Rahmen zu schaffen.

Hohe Effizienz des Gesamtenergiesystems: Um den Aufwand auf der Versorgungsseite zu begrenzen, muss die Effizienz des Gesamtsystems aus Kostengründen und für Versorgungssicherheit deutlich zunehmen. Dies betrifft nicht nur die Senkung des Endenergieverbrauchs, sondern auch die Erzeugung von Strom, Wärme, Kälte und Treibstoffen sowie deren Verteilung, Umwandlung und Speicherung. Besonders der Endenergieverbrauch weist ein großes Effizienzpotenzial auf, insbesondere im Gebäudesektor durch eine verbesserte Wärmedämmung und in der Mobilität. Beispielsweise hat ein E-Fahrzeug der Kompaktklasse einen Energiebedarf von etwa 16 Kilowattstunden Strom, ein vergleichbarer Pkw mit Benzinmotor dagegen von etwa 52,5 Kilowattstunden (5,9 Liter Benzin) und ein Diesel-Pkw von 46,1 Kilowattstunden (4,7 Liter Diesel) pro 100 Kilometer Fahrleistung. Der Endenergiebedarf wird durch die Umstellung auf Elektrofahrzeuge somit um etwa zwei Drittel reduziert.^{32,33}

Geringe Stromgestehungskosten: Solar- und Windstrom sind heute in Bezug auf die Gestehungskosten bereits vielfach wettbewerbsfähig gegenüber durch fossile Energie erzeugtem Strom. So wurde beispielsweise im Jahr 2018 ein Liefervertrag (Power Purchase Agreement, PPA) für Solarstrom für 4,3 Eurocent pro Kilowattstunde für eine PV-Großanlage in Deutschland vereinbart. In einer Studie wurden die Gestehungskosten der Stromerzeugung für verschiedene Energieanlagen modelliert.³⁴ Demnach liegen diese für Photovoltaikanlagen in Deutschland heute zwischen 3,1 und 11,0 Eurocent, für Onshore-Windenergieanlagen zwischen 3,9 und 8,3 Eurocent und für Offshore-Windenergieanlagen bei 7,2 bis 12,1 Eurocent pro Kilowattstunde, allesamt mit weiter sinkender Tendenz. Damit spielen sie in einer ähnlichen Größenordnung oder sind günstiger als die Stromerzeugungskosten für neue Gas- und Dampfturbinen (7,8 bis 13,1 Eurocent/Kilowattstunde) oder Gaskraftwerke (11,5 bis 29,0 Eurocent/Kilowattstunde).³⁵ Der Vergleich der Stromgestehungskosten allein ist jedoch in Bezug auf die Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit von erneuerbarer gegenüber fossiler

29 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

30 Vgl. Heimerl et al. 2017.

31 Der Ausbaubedarf der Übertragungsnetze in Abhängigkeit von der Regionalisierung des Windenergie- und PV-Ausbaus wird zum Beispiel in WWF 2018 und Öko-Institut 2018 diskutiert.

32 Vgl. ifeu 2019.

33 Vgl. Chemie.de 2021.

34 Vgl. Fraunhofer ISE 2021c.

35 Die starken Anstiege der Weltmarktpreise für Erdgas und Öl im Jahr 2021 zeigen, dass der Kostenvorteil der erneuerbaren Energien noch deutlich größer sein kann als hier angegeben, allerdings kann es sich dabei auch nur um vorübergehende, kurzfristige Schwankungen handeln. Auch die Preise für Erneuerbare-Energien-Anlagen unterliegen Schwankungen. So ist im Jahr 2021 auch der Weltmarktpreis für PV-Module gestiegen. Diese kurzfristigen Preissteigerungen liegen aber im Rahmen der üblichen Schwankungen und ändern nichts an der längerfristigen Tendenz sinkender Modulkosten (Erfahrungskurve).

Stromerzeugung nicht zielführend. Einerseits werden die Folgekosten für die Verbrennung fossiler Energien bislang weitgehend sozialisiert, andererseits macht die fluktuierende Erzeugung von Solar- und Windenergie den Ausbau von Speicher- und Netzkapazitäten erforderlich, um den Solar- und Windstrom ins Netz aufnehmen und Versorgungssicherheit gewährleisten zu können. So steigen deren effektive Kosten, beispielsweise liegen die Stromgestehungskosten von PV-Batteriesystemen heute bei 5,2 bis 19,7 Eurocent pro Kilowattstunde,³⁶ allerdings mit stark abnehmender Tendenz. Gleichzeitig steigen die Kosten für fossil erzeugten Strom unter anderem aufgrund der Preissteigerungen für die CO₂-Zertifikate deutlich an, sodass zu erwarten ist, dass sich die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien im Zusammenspiel mit Speichern künftig kontinuierlich weiter verbessern wird.

Größere Bedeutung der Systemkosten: In Bezug auf die ökonomischen Aspekte ist zu erwarten, dass die Bedeutung der Systemkosten im künftigen Energiesystem zunehmen wird und deshalb die Geschäfts- und Abrechnungsmodelle angepasst werden müssen. Die Preise für die Bereitstellung von Endenergie sollten künftig auch die zeitliche Verfügbarkeit der Stromquellen berücksichtigen, um Fehlentwicklungen bei der Transformation des Energiesystems zu vermeiden. Dies erfordert deutliche Änderungen bezüglich der Preisgestaltung und des regulativen Rahmens. Beispielsweise führt die heute übliche Umlage der Netzkosten und der Kosten zum Erhalt der Stromversorgungssicherheit auf den Arbeitspreis zu Fehlentwicklungen beim Ausbau des Energiesystems. So findet der Ausbau der notwendigen Speicher- und Netzinfrastruktur nicht im erforderlichen Umfang statt, da entsprechende Geschäftsmodelle fehlen.

2.3 Grundannahmen bezüglich des künftigen Energiesystems

Die Klimaneutralität des Energiesystems lässt sich im Rahmen der vorgestellten Eckpunkte mit verschiedenen Strukturen erreichen. Beispielsweise führt eine erhöhte Effizienz und Suffizienz zu einem geringeren Bedarf an Photovoltaik- und Windenergieanlagen, ein stärkerer Ausbau von Windenergieanlagen reduziert den Bedarf an Solaranlagen, und ein stärkerer Ausbau von PV-Freiflächenanlagen reduziert den Bedarf von Photovoltaikanlagen auf Dächern. Die Variabilität dieser Stellschrauben ist durch physikalische, ökonomische und andere Rahmenbedingungen begrenzt, erlaubt aber dennoch unterschiedliche Strategien der Zielerreichung, die den politischen Diskurs zur Energiewende in Deutschland mitprägen. Um vor diesem Hintergrund die Aussagen und Schlüsse dieser Stellungnahme nachvollziehen zu können, werden hier die **Grundannahmen zusammengefasst, die dieser Stellungnahme zugrunde liegen.**

1. **Das künftige klimaneutrale Energiesystem sollte volkswirtschaftlich effizient sein,** um die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft zu erhalten und die Bezahlbarkeit der Energieversorgung zu gewährleisten. Deshalb sind zum Beispiel alle Subventionen von Technologien und Energieträgern zeitlich zu begrenzen und nur dann zu gewähren, wenn sie zur Transition hin zu einem klimaneutralen Energiesystem notwendig sind. Klimaschädliche Subventionen sind zu beenden.

36 Vgl. Fraunhofer ISE 2021c.

2. **Die volkswirtschaftliche Effizienz darf nicht nur auf die Minimierung der Investitions- und Betriebskosten der Energieanlagen abzielen, sondern muss sich auf die Gesamtkosten beziehen**, die auch die sonstigen Kosten umfassen, die zum Beispiel durch die Aufwände für eine sozial verträgliche Energiewende und damit die Schaffung der notwendigen Akzeptanz entstehen. Diese kann beispielsweise durch eine geografisch ausgewogenere Verteilung der PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen sowie eine umfangreiche Nutzung der Dachflächen zur Installation von PV-Anlagen unterstützt werden. Eine reine Fokussierung auf die Stromgestehungskosten der einzelnen Technologien ist nicht zielführend.
3. **Das künftige klimaneutrale Energiesystem sollte über einen gesellschaftlichen Diskurs eingeführt werden.** Die Energiewende erfordert Veränderungen in Investitionen und sonstigen Ausgaben sowie im Verhalten aller Privatpersonen, Unternehmen und sonstigen Institutionen. Sie erfolgen vor allem dann, wenn die Zielsetzung und die entsprechenden Maßnahmen auf breite Akzeptanz stoßen. Das setzt voraus, dass die Verteilung der Nutzen und Lasten als gerecht empfunden wird. Dies bezieht sich sowohl auf die Verteilung von Erneuerbare Energien-Anlagen im Raum als auch auf die ökonomischen Aspekte wie Kosten für Investorinnen und Investoren und Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Einnahmen und Renditen der Betreibenden und Eigentümerinnen und Eigentümer der Anlagen. Auch auf die sozial verträgliche Gestaltung der Belastungen ist zu achten, möglicherweise sind Ausgleichsmechanismen zu implementieren. Die Debatte über die Ausgestaltung eines CO₂-Preises und daran anknüpfende Mechanismen wie ein Klimageld zeigt, dass ein gemeinsames Verständnis von „gerecht“ noch zu erarbeiten ist. Weiterhin können, zum Beispiel bezüglich der PV- und Windanlagen auf Freiflächen, eine geografisch ausgeglichene Verteilung der Veränderung der Landschaften sowie eine konzeptionelle und finanzielle Beteiligung der betroffenen Kommunen und ihrer Bevölkerung zum Erhalt der gesamtgesellschaftlich hohen Akzeptanz beitragen.
4. **Das angestrebte klimaneutrale Energiesystem muss ausreichend schnell umsetzbar sein.** Die Klimaneutralität soll in Deutschland bis zum Jahr 2045 erreicht werden, was eine starke Beschleunigung der Transformation des Energiesystems erfordert. Dies setzt voraus, dass die zeitliche Umsetzbarkeit von Technologien ein Kriterium bei der Konzeption des künftigen Energiesystems ist. Deshalb ist ein möglichst breiter Ansatz bei der Transformation zu verfolgen, der Umsetzungsrisiken reduziert, indem er beispielsweise die Installation der erforderlichen Photovoltaikanlagen sowohl in der Freifläche als auch in den Kommunen auf den Gebäudedächern vorsieht. Dies reduziert den Umsetzungsdruck in der Freifläche und beteiligt mehr Akteurinnen und Akteure an der Realisierung.³⁷ Diese zeitliche Umsetzbarkeit von Maßnahmen ist ein wichtiges Kriterium, das insbesondere die Windenergieanlagen an Land und auf See betrifft.

³⁷ Flächen zur Installation von PV- und Windkraftanlagen sind in Deutschland ausreichend vorhanden, allerdings ist die reale Verfügbarkeit dieser Potenziale aus unterschiedlichen Gründen aktuell begrenzt, was ihre Erschließbarkeit deutlich hemmt. Dies stellt ein zunehmendes Hindernis für den Ausbau der PV- und Windenergieanlagen dar. Bei PV-Anlagen ist es deshalb sinnvoll, neben den Freiflächen auch die verfügbaren Dachflächen in großem Umfang zu nutzen, auch wenn die spezifischen Kosten etwas höher sind.

2.4 Erforderliche Ausbaugeschwindigkeit für Photovoltaik- und Windenergieanlagen

Zur Ermittlung der erforderlichen Ausbaugeschwindigkeit werden im Folgenden die notwendigen Kapazitäten an Windenergie- und Photovoltaikanlagen zur Erreichung der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 dargestellt. Diese Stellungnahme betrachtet vor allem den Zeitraum bis zum Jahr 2030, für den die Bundesregierung im Januar 2022 mit der Eröffnungsbilanz Klimaschutz klare Ziele vorgegeben hat, um einen Anteil von 80 Prozent erneuerbare Energien an der Stromversorgung zu erreichen. Welcher Beitrag damit bereits zur Zielerreichung der Klimaneutralität bis 2045 geleistet wird, macht der Vergleich mit den Energieszenarien der Studien „Klimaneutrales Deutschland 2045“³⁸ und „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem“³⁹ deutlich. Deren Szenarien unterscheiden sich unter anderem in Bezug auf die angenommenen Effizienzfortschritte in den verschiedenen Sektoren des Energiesystems, die möglichen Technologiefade, was zum Beispiel die Elektromobilität und die wasserstoffbasierte Mobilität angeht, und die daraus resultierenden künftigen Strombedarfe. Auch die Annahmen zu Kosten und Energieimporten unterscheiden sich. Die Studie des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) stellt weitere Szenarien für unterschiedliche Annahmen in Bezug auf die gesellschaftlichen Reaktionen auf die Energiewende bereit (Beharrung, Inakzeptanz und Suffizienz), allerdings wird aus Gründen der Vergleichbarkeit im Folgenden nur das Referenzszenario verwendet. Daraus ergeben sich die angegebenen Bandbreiten für die erwarteten installierten Leistungen an Windenergie- und Photovoltaikanlagen im Jahr 2045.⁴⁰ Alle bekannten Szenarien für die klimaneutrale Transformation des Energiesystems weisen eine deutliche Zunahme des Strombedarfs und eine Dominanz der Solar- und Windenergie im künftigen Energiesystem auf.

In Tabelle 3 sind die installierten Kapazitäten im Jahr 2020, die Zielsetzungen der Bundesregierung für die Anlagenleistungen im Jahr 2030 und die notwendigen Anlagenleistungen im Jahr 2045 zur Erreichung der Klimaneutralität sowie die daraus resultierenden jährlichen Ausbaugeschwindigkeiten dargestellt. Im Zeitraum bis 2030 strebt die Bundesregierung etwa eine Verdopplung der Kapazitäten von Windenergieanlagen an Land und etwa eine Vervierfachung von Windenergieanlagen auf See und von Photovoltaikanlagen an. Da das jährliche Zubauvolumen nicht schlagartig vervielfacht werden kann, sondern kontinuierlich gesteigert werden muss, sind in Tabelle 3 die maximalen Zubauraten im Zeitraum 2022 bis 2030 dargestellt, die laut Bundesregierung zur Zielerreichung im Jahr 2030 erforderlich sind. Demnach muss der jährliche Zubau von Windenergieanlagen an Land von 1,2 Gigawatt im Jahr 2020 auf bis zu 10 Gigawatt, von Windenergieanlagen auf See von 0,2 Gigawatt auf bis zu 7 Gigawatt und von Photovoltaikanlagen von 4,8 Gigawatt auf bis zu 20 Gigawatt pro Jahr erhöht werden. Für eine klimaneutrale Energieversorgung im Jahr 2045 ist etwa das 4- bis 9-Fache der heutigen Kapazitäten und etwa eine nochmalige Verdopplung gegenüber der

38 Vgl. Agora Energiewende 2021.

39 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

40 Weitere Studien u.a. von Fraunhofer ISI/Consentec 2021 „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems Deutschland 3“, dena 2021 „Aufbruch Klimaneutralität“, BDI 2021 „Klimapfade 2.0“ sowie in einer Zusammenschau von Szenarien Ariadne 2021 „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045“ weisen für 2030 teilweise niedrigere Ausbautzahlen auf als die von der Bundesregierung beschlossenen Ziele für 2030.

Zielsetzung für 2030 erforderlich – selbst dann, wenn in erheblichem Umfang grüne Energieträger importiert werden und die Effizienz der Energienutzung stark steigt.

	Installierte Leistung 2020	Zubau im Jahr 2020	Zielsetzung Bundesregierung		Ausbauszenarien Klimaneutralitätsstudien	
			Installierte Leistung 2030	Maximalwert für den jährlichen Zubau 2022 bis 2030	Installierte Leistung 2045	Mittlerer jährlicher Zubau ⁴¹ 2031 bis 2045
	GW	GW/Jahr	GW	GW/Jahr	GW	GW/Jahr
Wind an Land	54,4	1,2	100	10	145 – 199	3,0 – 6,6
Wind auf See	7,7	0,2	30	7	66 – 70	2,4 - 2,7
Photovoltaik	53,8	4,8	200	20	385 – 429	12,3 - 15,3

Tabelle 3: Installierte Leistungen an Photovoltaik- und Windenergieanlagen (onshore und offshore) im Jahr 2020,⁴² Ausbauziele der Bundesregierung bis 2030⁴³ sowie Ausbauszenarien der Klimaneutralitätsstudien bis 2045.^{44, 45} Der mittlere jährliche Zubau 2031 bis 2045 errechnet sich aus der Differenz zwischen der installierten Leistung in 2045 in den Klimaneutralitätsszenarien und den Zielen der Bundesregierung für 2030.

Abbildung 1 stellt den jährlichen Zubau der Windenergieanlagen an Land und auf See sowie der Photovoltaikanlagen in den letzten Jahren sowie für die Zeiträume bis 2030 und von 2031 bis 2045 dar und macht deutlich, dass ein Vergleich des künftigen Zubaus allein mit dem Jahr 2020 nicht zielführend ist. Die Windenergie an Land hatte im Jahr 2014 mit 4,9 Gigawatt und die Photovoltaik im Jahr 2012 mit 8,2 Gigawatt bislang den größten jährlichen Zubau zu verzeichnen. Demgegenüber stellen die Ziele bis 2030 etwas mehr als eine Verdopplung dar. Windenergieanlagen auf See haben 2015 mit 2,3 Gigawatt ihren bisherigen Spitzenwert erreicht, weshalb der Anstieg auf bis zu 7 Gigawatt pro Jahr anspruchsvoller erscheint.

41 Der Zubau stellt die jährliche Erhöhung der installierten Kapazität dar. Das Marktvolumen setzt sich aus dem Zubau und dem Anlagenersatz zusammen. Bei einer Lebensdauer von 25 Jahren ergibt sich ein Ersatzbedarf für Wind an Land von 4 Gigawatt, für Wind auf See von 1,2 Gigawatt und von Photovoltaikanlagen von 8 Gigawatt pro Jahr bezogen auf die 2030 installierte Kapazität, die allerdings erst sukzessive nachgefragt wird.

42 Vgl. UBA 2021a.

43 Vgl. BMWK 2022a.

44 Vgl. Agora Energiewende 2021.

45 Vgl. Fraunhofer ISE 2021b.

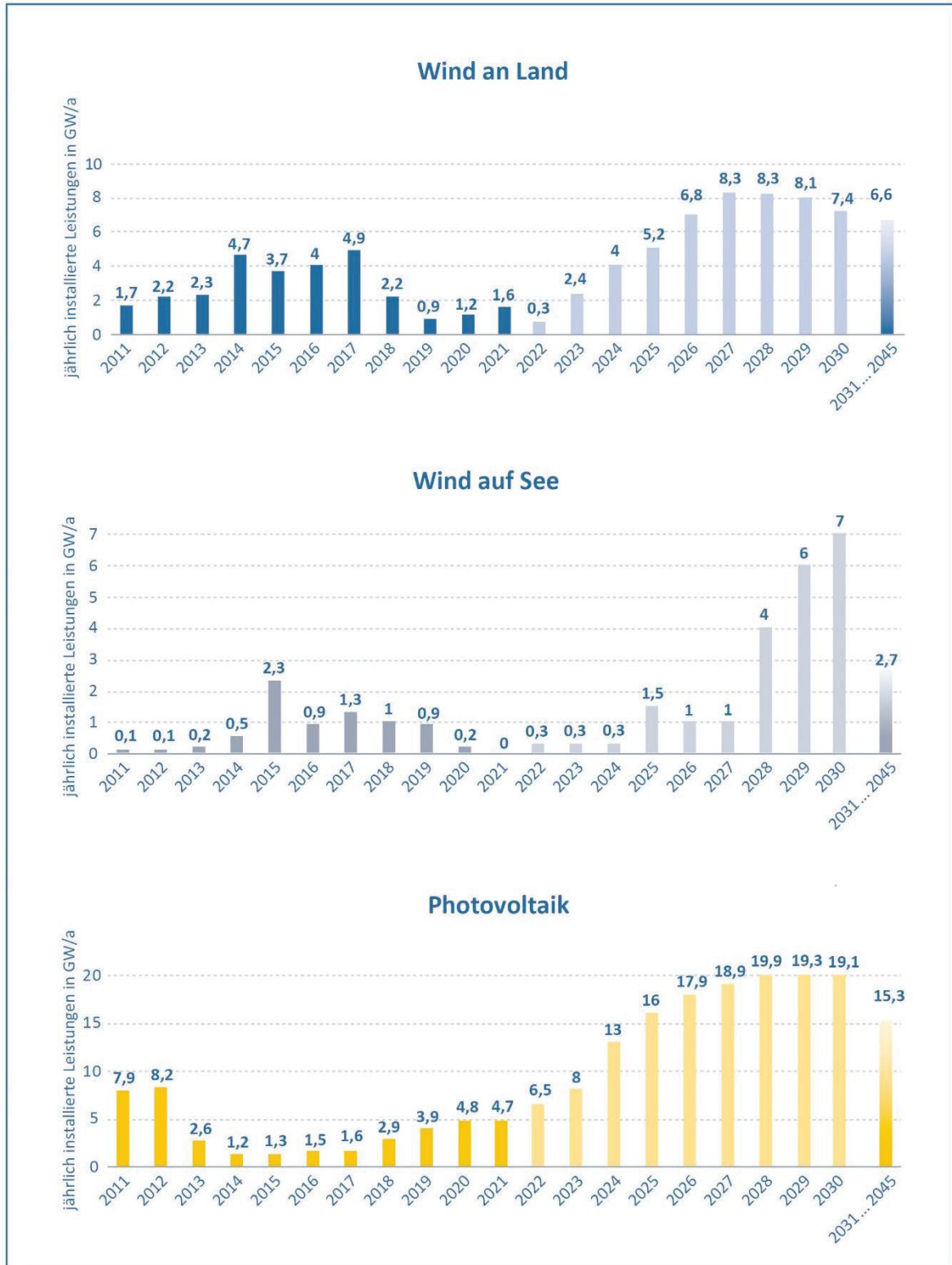


Abbildung 1: Jährliche installierte Leistung (2011 bis 2022) sowie erforderliche zu installierende Netto-Leistung (2022 bis 2030) in Gigawatt pro Jahr. Die zu installierende Netto-Leistung wurde auf Grundlage der Brutto-Ausbauziele der Bundesregierung⁴⁶ berechnet unter Annahme einer Anlagenlaufzeit von 20 Jahren (Wind an Land) bzw. 25 Jahren (Wind auf See/Photovoltaik) (Quelle: Eigene Darstellung).⁴⁷

⁴⁶ Vgl. BMWK 2022a.

⁴⁷ Detaillierte Angaben zu Brutto- und Nettoausbau der jeweiligen Anlagenarten finden sich in Tabelle 6-8 im Anhang ab Seite 103.

2.5 Verfügbare Nutzungs- und Installationsarten von Windenergie- und Photovoltaikanlagen

Die Installation von Windenergie- und Photovoltaikanlagen kann auf unterschiedliche Weise und auf unterschiedlichen Flächen erfolgen. Die Möglichkeiten sind in Tabelle 4 dargestellt.



Anlagenart	Beschreibung
<p>Onshore-Windenergieanlagen</p> 	<p>Diese Anlagenart wird auf Land aufgestellt und daher auch als „Windenergie an Land“ bezeichnet. Der Ausbau der Windenergie an Land begann in Deutschland mit dem Stromeinspeisungsgesetz im Jahr 1990, das im Jahr 2000 durch das EEG abgelöst wurde. Die installierte Leistung betrug 55 Megawatt im Jahr 1990 und stieg auf 6.097 Megawatt (2000), 26.823 Megawatt (2010) und 54.938 Megawatt im Jahr 2020 an.^{48,49} Im Jahr 2020 wurden 420 WEA mit einer Gesamtleistung von 1.431 Megawatt neu an Land installiert, davon 102 WEA mit 339 Megawatt Repowering-Anlagen. Gleichzeitig wurden 203 WEA mit 222 Megawatt abgebaut. Dies entspricht einem Nettozubau von 217 WEA mit 1.208 Megawatt. Die durchschnittlich im Jahr 2020 installierte WEA hatte eine Leistung von 3,4 Megawatt, eine Nabenhöhe von 135 Metern, eine Gesamthöhe von 196 Metern und einen Rotordurchmesser von 122 Metern. Die größten Anlagen wiesen eine Nennleistung von 5,8 Megawatt auf. Im Jahr 2020 wurden von den WEA an Land 112 Terrawattstunden Strom erzeugt, woraus sich etwa 2.000 Volllaststunden ergeben.</p> <p>Die Stromgestehungskosten von Onshore-Windenergieanlagen liegen im Jahr 2021 zwischen 3,9 und 8,3 Eurocent/Kilowattstunde bei spezifischen Anlagenkosten zwischen 1.400 und 2.000 Euro/Kilowattstunde.⁵⁰ Sie hängen entscheidend von der Windhöffigkeit ab, das heißt der Windstärke, die im Jahresmittel an einem Standort vorherrscht. Die mittlere Windgeschwindigkeit bezogen auf die Landkreise nimmt von Norddeutschland mit bis zu 8,5 Metern/Sekunde an Küstenstandorten bis nach Süddeutschland mit teilweise nur 2,5 Metern/Sekunde deutlich ab. Als Mindestgeschwindigkeit für den wirtschaftlichen Betrieb von Onshore-WEA wird 4,8 Meter/Sekunde als Referenz geführt. Unter diesem Wert wurden bis zum Jahr 2017 keine Planungen mit WEA größer als 750 Kilowatt Leistung durchgeführt.⁵¹ In Süddeutschland reicht die Windgeschwindigkeit somit gemittelt über die Landkreise nicht für einen wirtschaftlichen Betrieb von Onshore-WEA aus, weshalb sich die Windenergienutzung hier auf exponierte Standorte konzentriert, die eine ausreichende Windgeschwindigkeit aufweisen. Die Angaben beziehen sich auf eine Nabenhöhe von 140 Metern über dem Grund. Mit der Höhe nimmt die Windgeschwindigkeit zu und wird gleichmäßiger. Da gleichzeitig auch größere Rotorblätter installiert werden können, steigen mit zunehmender Höhe die Nennleistung der WEA und der Ertrag pro Rotorflächeneinheit.</p> <p>Nach zwanzig Jahren läuft der Vergütungsanspruch der Anlagen nach EEG aus. Für diese „ausgeförderten Windenergieanlagen“ hat der Gesetzgeber im Juli 2021 im EEG die Option einer zeitlich bis zum 31. Dezember 2021 befristeten Anschlussförderung in Form eines erhöhten</p>

48 Vgl. Deutsche WindGuard 2021.

49 Vgl. BMWi 2021b.

50 Vgl. Fraunhofer ISE 2021c.

51 Vgl. Deutsche WindGuard 2017.

	<p>Marktwerts geschaffen.⁵² Sind die Anlagen danach nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben oder zu reparieren, erfolgt üblicherweise der Rückbau. Der Ersatz der alten Anlagen durch neue WEA wird Repowering genannt. Da neue WEA deutlich leistungsstärker sind, kann am gleichen Standort oder in dessen unmittelbarer Nähe mit einer geringeren Anlagenanzahl mehr Windstrom erzeugt werden.</p>
<p>Offshore-Windenergieanlagen</p> 	<p>Offshore-Windenergieanlagen werden auf dem Meer errichtet. Die ersten Anlagen in deutschen Gewässern wurden im Jahr 2009 ans Stromnetz angeschlossen.⁵³ Ende 2020 waren 1.501 Offshore-Anlagen mit einer Leistung von 7.770 Megawatt in Deutschland installiert, 6.698 Megawatt davon in der Nordsee und 1.072 Megawatt in der Ostsee. Die Offshore-WEA erzeugten 27 Terrawattstunden Strom, was 3.475 Volllaststunden entspricht. 32 Offshore-WEA mit einer Gesamtleistung von 219 Megawatt wurden im Jahr 2020 neu installiert. Die durchschnittliche WEA hatte eine Leistung von 6,8 Megawatt. Die Anlagen sind im Schnitt 74 Kilometer von der Küste entfernt in einer Wassertiefe von 30 Metern installiert.⁵⁴</p> <p>Aufgrund der hohen mittleren Windgeschwindigkeit, die in Nord- und Ostsee zwischen 9 und 10 Metern/Sekunde beträgt,⁵⁵ sowie einer gleichmäßigeren Windstärke im Jahresverlauf ist der Stromertrag von Offshore-WEA deutlich höher als von Windenergieanlagen an Land. Bei ausreichendem Abstand zur Küste beeinträchtigen sie das Landschaftsbild vom Land aus gesehen nicht. Allerdings ist es technisch wesentlich aufwendiger, die Anlagen im Meer zu installieren und zu verankern: Die Anlagen sind höheren Belastungen ausgesetzt, und der Stromanschluss bis zum Netzanschlusspunkt an Land ist komplizierter und teurer als bei Windparks an Land.</p> <p>Die Stromgestehungskosten von Offshore-WEA liegen im Jahr 2021 zwischen 7,2 und 12,1 Eurocent/Kilowattstunde bei spezifischen Anlagenkosten zwischen 3.000 und 4.000 Euro pro Kilowatt installierter Leistung (inklusive Anbindung an das Festland).⁵⁶</p>
<p>PV auf Gebäudedächern</p> 	<p>Photovoltaikanlagen werden überwiegend auf Gebäudedächern errichtet, da sie die Funktion der Dächer nicht beeinträchtigen und einen Zusatznutzen bieten. Auf Schrägdächern werden die PV-Module, in denen das Sonnenlicht in Strom umgewandelt wird, parallel zur Dachebene installiert, entweder oberhalb („aufdach“) oder in der Dachebene („dachintegriert“). Auf Flachdächern sorgt ein Montagegestell für die gewünschte Ausrichtung und Neigung.</p> <p>Der Anteil der auf Dächern errichteten PV-Anlagen lag bezogen auf die installierte Anlagenleistung im Jahr 2015 bei etwa 55 Prozent und stieg bis zum Jahr 2019 auf etwa 80 Prozent an. Etwas mehr als die Hälfte hiervon entfällt auf Anlagen mit bis zu 100 Kilowatt Leistung.⁵⁷ Ende 2020 waren in Deutschland insgesamt 53.848 Megawatt PV-Leistung installiert.⁵⁸ Der Anteil an PV-Anlagen, die davon auf Gebäudedächern installiert sind, liegt bei rund 72 Prozent.⁵⁹</p> <p>Zunehmend werden auch Dächer begrünt, um der Flächenversiegelung und der damit verbundenen Überschwemmungsgefahr entgegen-</p>

52 § 21 Abs. 1 Nr. 3 Buchst. a EEG 2021 i. V. m. § 23b Abs. 2 bis 5 EEG 2021.

53 Vgl. BMWi 2021b.

54 Vgl. Deutsche WindGuard 2020.



55 Vgl. Fraunhofer IEE 2019.

56 Vgl. Fraunhofer ISE 2021c.

57 Vgl. Fraunhofer ISE 2021a.

58 Vgl. UBA 2021b.

59 Vgl. Kelm et al. 2019.

	<p>zuwirken, das Mikroklima zu verbessern und zur Biodiversität beizutragen. PV-Anlagen können problemlos mit extensiv begrünten Dächern kombiniert werden, wobei sich allerdings die maximale Installationsdichte reduziert.</p> <p>Die Errichtung einer PV-Anlage auf einem Gebäude ist in den Bundesländern grundsätzlich oder bis zu einer bestimmten Größe genehmigungsfrei, nur bei denkmalgeschützten Gebäuden muss eine Genehmigung beantragt werden. Die Installation von PV-Anlagen auf Dächern hat den Vorteil, dass der Stromanschlusspunkt, an dem der Solarstrom ins Stromnetz eingespeist wird, in der Regel im Gebäude vorhanden ist und nicht erst hergestellt werden muss.</p> <p>In Süddeutschland betragen die Stromgestehungskosten für PV-Kleinanlagen (< 30 Kilowattpeak) zwischen 5,8 und 8,0 Eurocent/Kilowattstunde und in Norddeutschland zwischen 8,0 und 11,0 Eurocent/Kilowattstunde. Größere PV-Dachanlagen (> 30 Kilowattpeak) können heute in Süddeutschland Strom zu Gestehungskosten zwischen 4,6 und 7,1 Eurocent/Kilowattstunde und in Norddeutschland zwischen 6,3 und 9,8 Eurocent/Kilowattstunde produzieren.⁶⁰</p>
<p>PV-Fassadenanlagen</p> 	<p>PV-Module lassen sich auch in die Gebäudefassaden integrieren (Bauwerkintegrierte PV (BIPV)). Der Stromertrag ist aufgrund des ungünstigeren Bestrahlungswinkels bei Integration der PV-Anlage in eine Südfassade etwa 30 Prozent und in eine Ost- oder Westfassade etwa 40 Prozent geringer als bei optimaler Neigung der PV-Module von etwa 35 Grad in Südausrichtung. Eine PV-Fassade ersetzt eine konventionelle Fassade und erzeugt zusätzlich Strom. Die Kosten von PV-Fassaden sind höher als die von Standardfassaden, da Planung und Umsetzung bautechnisch aufwendiger sind. Sie können allerdings wettbewerbsfähig sein gegenüber hochwertigen Fassadensystemen, zum Beispiel von repräsentativen Funktionsbauten. Bislang sind nur relativ wenige PV-Fassadenanlagen realisiert. Die Umsetzung von PV-Fassadenanlagen ist in den meisten Bundesländern genehmigungsfrei. Ergänzt werden diese durch sogenannte Balkon- oder Stecker-Solaranlagen, die ohne großen Aufwand zum Beispiel an Balkonen installiert und zum Eigenverbrauch des Solarstroms an den Stromkreis des Verbrauchers angeschlossen werden. Deren Potenziale sind aus energie-wirtschaftlicher Sicht jedoch relativ gering.</p> <p>PV-Fassadenanlagen können in Zukunft eine wichtige Ergänzung zu PV-Dachanlagen sein. Besonders im Winterhalbjahr bei tiefstehender Sonne können sie Strom erzeugen, der dann zum Beispiel vor Ort in den Gebäuden zur Wärmebereitstellung in Kombination mit Wärmepumpen genutzt werden kann.</p>
<p>PV-Freiflächenanlagen</p> 	<p>Auf unbebauten Flächen wie zum Beispiel Wiesen oder Brachflächen lassen sich PV-Anlagen kostengünstig in beliebiger Größe installieren. PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) gibt es in allen Größenklassen, wobei Skaleneffekte tendenziell zu großen Anlagen führen.</p> <p>Um eine Vergütung nach EEG zu erhalten, müssen sich PV-FFA ab 750 Kilowatt Leistung an einer Ausschreibung beteiligen, wobei das jährliche Ausschreibungsvolumen (zum Beispiel 1.850 Megawatt im Jahr 2021) und die maximale Leistung der PV-FFA (maximal 20 Megawatt) begrenzt sind. Weiter können im Rahmen des EEG PV-FFA nur auf versiegelten Flächen, Konversionsflächen, in einem 200 Meter breiten Korridor entlang von Autobahnen und Schienenwegen sowie</p>

60 Vgl. Fraunhofer ISE 2021c.

	<p>auf benachteiligten Flächen errichtet werden. Da die Stromgestehungskosten von großen PV-FFA mittlerweile sehr gering sind, werden jedoch zunehmend auch PV-FFA entwickelt, für die direkte Stromlieferverträge außerhalb des EEG abgeschlossen werden (sogenannte Power Purchase Agreements (PPA)). Für diese Anlagen sind die jährlichen Volumina, die Größe und die Aufstellflächen nicht durch das EEG limitiert. PV-FFA bedürfen der Genehmigung durch die zuständige Kommune, als nicht privilegierte Vorhaben im Außenbereich sind ein Bebauungsplan und gegebenenfalls eine Änderung des Flächennutzungsplans erforderlich.</p> <p>Der Anteil der PV-FFA bezogen auf die Anlagenleistung lag im Jahr 2015 in Deutschland bei etwa 45 Prozent (etwa 0,6 Gigawatt) und ist bis zum Jahr 2019 auf etwa 20 Prozent gesunken (etwa 0,7 Gigawatt).⁶¹ Etwa 28 Prozent der Ende 2020 in Deutschland insgesamt installierten PV-Leistung von 53.848 Megawatt sind als PV-FFA realisiert.^{62,63} Große Freiflächenanlagen mit mehr als 1 Megawatt Leistung erreichen heute Stromgestehungskosten zwischen 3,12 und 4,16 Eurocent/Kilowattstunde in Süddeutschland und 4,27 bis 5,70 Eurocent/Kilowattstunde in Norddeutschland.⁶⁴</p>
<p>Agri-PV</p> 	<p>Mit Agri-PV werden PV-Anlagen bezeichnet, die über einer landwirtschaftlich genutzten Fläche installiert werden. PV-Module lassen sich auch in ausreichender Höhe und mit ausreichendem Abstand so über landwirtschaftlich genutzten Flächen zum Beispiel für Gemüseanbau, Beeren- und Obstanbau oder über Weinreben installieren, dass die landwirtschaftliche Nutzung nicht beeinträchtigt ist und der landwirtschaftliche Ertrag kaum leidet oder sich sogar noch verbessert (zum Beispiel bei hitzeempfindlichen Pflanzen). Ebenso können senkrechte, bifaciale Module (Module, bei denen die Solarstrahlung auf die Vorder- und auf die Rückseite zur Solarstromerzeugung genutzt wird) zwischen den Kulturen angeordnet werden. Welche Kulturpflanzen, Anbauarten und Montagearten sich hierfür am besten eignen, ist noch Gegenstand der Forschung. Agri-PV stellt ein PV-Flächenpotenzial dar, das anderweitig genutzte Flächen zusätzlich nutzt und somit keinen neuen Flächenverbrauch verursacht.</p> <p>Die Stromgestehungskosten für Agri-PV liegen zwischen 7 und 12 Eurocent/Kilowattstunde. Aufgrund der Aufständehöhe und der geringeren Belegungsdichte sind diese Kosten höher als bei herkömmlichen PV-FFA. Bislang gibt es nur einige Pilotanlagen im Bereich Agri-PV.</p>
<p>Floating-PV</p> 	<p>Auch auf Wasserflächen, die keine andere Nutzung aufweisen, lassen sich PV-Anlagen installieren, beispielsweise auf ehemaligen gefluteten Kiesgruben oder Tagebauseen. In Ländern wie China werden PV-Anlagen auch auf dem Meer schwimmend installiert. Bislang gibt es in Europa nur einige Pilotanlagen im Bereich Floating-PV.</p>

Tabelle 4: Überblick über Nutzungs- und Installationsarten (Quelle: eigene Darstellung)

⁶¹ Vgl. Fraunhofer ISE 2021a.

⁶² Vgl. UBA 2021b.

⁶³ Vgl. Kelm et al. 2019.

⁶⁴ Vgl. Fraunhofer ISE 2021c.

3 Gesellschaftliche Akzeptanz und Verantwortungsübernahme als Schlüssel für den Ausbau der erneuerbaren Energien

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2030 stellt die Gesellschaft vor eine große Herausforderung. Aufgrund der geringeren Energiedichte im Verhältnis zu fossilen Energien weisen erneuerbare Energien einen relativ großen Flächenbedarf auf,⁶⁵ was zu einer erhöhten Sichtbarkeit für die Bevölkerung führt. Studien zufolge müssten zwischen 1,9-3,4 Prozent der Landesfläche Deutschlands für PV- und Windenergieanlagen genutzt werden.⁶⁶ Auch wenn ihre Eingriffstiefe in die Landschaft und das Risikopotenzial pro Anlage deutlich geringer sind als etwa beim Braunkohletagebau oder bei der Kernkraft, führen Planungsprozesse für solche Anlagen teilweise zu lokalen Klagen. Dies verzögert nicht nur den Ausbau, sondern überträgt sich auch auf übergeordnete Hemmnisse. Da es sich bei der Akzeptanz durch Bürgerinnen und Bürger um ein dynamisches Geschehen handelt, das nicht zuletzt auch für Politisierung und Ideologisierung offen ist, ist ein differenzierter und konstruktiver Umgang mit dem Thema gerade mit Blick auf einen langfristigen intensiven Ausbauprozess von großer Bedeutung. In der Debatte über die Energiewende wird der Akzeptanzbegriff dabei sehr unterschiedlich und teilweise sehr breit verwendet. Im Allgemeinen erscheint er überall dort, wo etwas, das eigentlich übergeordnet gewollt oder sinnvoll erscheint, auf lokalen Widerstand stößt. Die (befürchtete) mangelnde Akzeptanz liegt damit scheinbar bei der Bevölkerung und den beteiligten Akteurinnen und Akteuren. Dabei wird übersehen, dass Hemmnisse beim Ausbau auch in Strukturen oder im Verfahren liegen können. Beispiele hierfür sind bürokratische Hürden für Privatbetreiberinnen und -betreiber von PV-Anlagen, inkonsistente politische Vorgaben beziehungsweise Verhinderung des EE-Ausbaus durch Bürokratie oder auch fehlende Ressourcen auf kommunaler Ebene in den Genehmigungsbehörden.

Um Akzeptanzhemmnisse zu identifizieren und Lösungsansätze zu deren Überwindung zu entwickeln, ist eine differenzierte Auseinandersetzung mit dem Akzeptanzgeschehen erforderlich. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die verschiedenen Aspekte der Akzeptanz und ihrer wesentlichen Einflussfaktoren. Das verwendete Akzeptanzkonzept lehnt sich an die Differenzierung von Wüstenhagen et al. 2007 an, die drei Facetten der Akzeptanz unterscheiden: soziopolitische Akzeptanz, Akzeptanz vor Ort und Marktakzeptanz. Die **soziopolitische Akzeptanz** beschreibt die übergeordnete gesamtgesellschaftliche Akzeptanz, also die Unterstützung beziehungsweise Befürwortung des Gesamtgeschehens. Bei der **Akzeptanz vor Ort** handelt es sich um die Akzeptanz gegenüber spezifischen Anlagen durch die betroffenen Anwohnerinnen

65 Vgl. Tröndle 2020.

66 Vgl. PIK et al. 2021.

und Anwohner oder lokale Entscheidungsbefugte. Mit dem Begriff der „Marktakzeptanz“ wird schließlich die Anpassung der Marktakteure und die Übernahme von Innovationen beschrieben. Für diesen Marktprozess den psychologischen Begriff der „Akzeptanz“ zu nutzen erscheint deswegen sinnvoll, weil Investitionsentscheidungen im Bereich Erneuerbare Energien nicht nur aus ökonomischen Gewinninteresse, sondern auch aus ökologischen Motiven erfolgt.^{67,68,69,70} Hier kommt auch die Unterscheidung von passiver und aktiver Akzeptanz⁷¹ zum Tragen: Passive Akzeptanz wird verstanden als das sich – meist lokale – Arrangieren mit Veränderungen (als betroffene Bürgerin, Verwaltungsbeamter oder Politikerin). Davon abzugrenzen (Übergang teilweise fließend) ist die aktive Akzeptanz, das heißt das bewusste Übernehmen von Verantwortung für den Transformationsprozess, also als Bauherr, als Landwirtin, als Politiker oder als Unternehmerin die Energiewende umzusetzen und voranzutreiben.

3.1 Soziopolitische Akzeptanz: Einstellung der Bevölkerung zum Ausbau der erneuerbaren Energien

3.1.1 Stand der aktuellen soziopolitischen Akzeptanz

Demoskopische Studien zeigen seit mehreren Jahren eine anhaltend hohe Befürwortung von Klimaschutzmaßnahmen in Deutschland.^{72,73} Die Energiewende wird von 75 Prozent der Befragten als notwendig angesehen;⁷⁴ der Ausbau erneuerbarer Energien (83 bis 86 Prozent^{75,76}) und der Ausstieg aus der Kohle erhalten eine hohe Zustimmung (64 Prozent).⁷⁷

Das soziale Nachhaltigkeitsbarometer 2021 befasst sich seit mehreren Jahren intensiv mit den Meinungen und Stimmungslagen der Bürgerinnen und Bürger zur Energiewende: Sie wird von einem Großteil (aktuell 70 Prozent)⁷⁸ der Bevölkerung generell befürwortet, und sogar eine noch größere Zahl an Menschen sieht die Energiewende als Gemeinschaftsaufgabe an (78 Prozent). Dennoch sorgt sich fast die Hälfte der Menschen in Deutschland, dass eine soziale Spaltung durch die Energiewende weiter vorangetrieben werden oder sich negativ auf den Wohlstand auswirken könnte. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hat mit 83 Prozent der Befragten eine hohe Akzeptanz in der Gesellschaft, wobei PV-Dachanlagen die höchste Zustimmung (92 Prozent) erfahren, Energie aus Biomasse im Vergleich am wenigsten. Windenergie an Land befürworten noch 71 Prozent.

67 Vgl. Bobeth/ Kastner 2020.

68 Vgl. Kastner/ Stern 2015.

69 Vgl. Kastner/ Matthies 2016.

70 Vgl. Korcaj et al. 2015.

71 Vgl. Schweizer-Ries 2008.

72 Vgl. BMU 2020.

73 Vgl. UBA 2019.

74 Vgl. BMU 2020.

75 Vgl. AEE 2021.

76 Vgl. IASS 2020.

77 Vgl. Ebd.

78 Vgl. IASS 2021.

Die praktische Umsetzung dagegen wird negativ assoziiert. Die Befragten beschreiben die Energiewende unter anderem als teuer, langsam, schlecht und bürgerfern.⁷⁹ Nur 14 Prozent der Befragten gaben an, die Energiewende als erfolgreich zu bezeichnen. Dieser Trend hat sich bereits bei den vorherigen Nachhaltigkeitsbarometern aus 2018 und 2019 gezeigt.⁸⁰

Auf die Frage nach den größten Problemen und Herausforderungen der Energiewende nennen viele Bürgerinnen und Bürger unter anderem die Bürokratie, einen zu langsamen Ausbau von Anlagen und Netzen sowie damit verbundene unzureichende Speicherkapazitäten als Hürden.⁸¹ Weiterhin werden politische Uneinigkeit, widersprüchliche Entscheidungen sowie ein Widerstand gegenüber dem Umbau bei Unternehmen als Herausforderungen genannt; erst an achter Stelle folgen mangelnde Akzeptanz und fehlendes Problembewusstsein bei der Bevölkerung.

Die Energiewende wird als ein Projekt gesehen, zu dem jede und jeder einen Beitrag leisten sollte (82 Prozent).⁸² Außer in einkommensschwachen Schichten besteht in weiten Teilen der Bevölkerung eine Bereitschaft, klimaschutzbedingte Mehrkosten zu tragen (40 bis 49 Prozent in einkommensschwachen Schichten, 57 bis 73 Prozent in mittleren bis einkommensstarken Schichten). Staatliche Mehreinnahmen aufgrund einer CO₂-Bepreisung sollten in den Ausbau eines klimafreundlichen Verkehrssystems (73 Prozent) und erneuerbarer Energien (70 Prozent) investiert werden.⁸³

3.1.2 Mögliche Probleme und Potenziale der soziopolitischen Akzeptanz

Die Bewertung der Energiewende nehmen die Bürgerinnen und Bürger vor dem Hintergrund vorherrschender Narrative vor, mit denen sie den Ausbau der erneuerbaren Energien hinsichtlich deren Bedeutung und Sinnhaftigkeit einordnen.⁸⁴ Aufgrund der inhaltlichen Komplexität des Systemwissens, wissenschaftlicher Szenarien und politischer Ausbaupfade sind Laien darauf angewiesen, zugängliche Quellen für die Einordnung des Geschehens zu finden. Dabei spielen neben der eigenen Wahrnehmung soziale Kommunikation⁸⁵ und medienvermittelte Kommunikation⁸⁶ eine zentrale Rolle. Hier kann die Dynamik der Informationsauswahl dazu führen, dass Laien unterschiedlichste Informationsbruchstücke aufnehmen, die untereinander widersprüchlich sind und damit die Konstruktion des komplexen Systemzusammenhangs unmöglich machen. **Halbwissen und möglicherweise falsche Vorannahmen werden also immer wieder eine Rolle spielen.** Themen wie die Kosten der Energiewende, Befürchtungen um eine Gefährdung der Versorgungssicherheit oder Auswirkungen auf den Menschen und die Natur sind hier beispielhaft zu nennen. Problematisch kann dieses Halbwissen werden, wenn es zu der Erzählung verdichtet wird, dass die Energiewende nicht möglich sei, oder wenn es sogar populistisch gerahmt wird – zum Beispiel als Bereicherungsprogramm grüner, urbaner Eliten.⁸⁷ Um mit diesen Themen kon-

79 Vgl. Ebd.

80 Vgl. IASS 2020.

81 Vgl. IASS 2021.

82 Vgl. IASS 2020.

83 Vgl. Ebd.

84 Vgl. Borner 2019.

85 Vgl. Berger/ Luckmann 1970.

86 Vgl. Keller et al. 2012.

87 Vgl. Reusswig et al. 2016b.

struktiv umgehen zu können, fehlt es an Orten und Formaten, da formelle Beteiligungsprozessen von Regionalplanungsvorhaben diese Aspekte nicht adressieren.⁸⁸ Hierin liegt aber auch das Potenzial, dies durch entsprechende Verfahren besser auffangen zu können (siehe Kapitel 3.2.6).

3.2 Akzeptanzfaktoren und -potenziale vor Ort

Trotz der hohen Zustimmung zum Ausbau der erneuerbaren Energien ist dieser teilweise von lokalen Akzeptanzproblemen geprägt. Während im Bereich der Photovoltaik kaum Klagen gegen die Errichtung von Anlagen erhoben werden,⁸⁹ ist dies bei 20 Prozent der Windenergieanlagen im Genehmigungsprozess der Fall.⁹⁰ Der mit Abstand häufigste Klagegrund ist dabei der Natur- und Artenschutz, doch auch Themen der persönlichen Betroffenheit wie Lärmschutz oder eine optisch bedrängende Wirkung spielen vor Gericht eine Rolle. Dementsprechend werden 61 Prozent der Klagen von Umwelt- und Naturschutzverbänden geführt, 36 Prozent von Privatpersonen und 14 Prozent von Bürgerinitiativen. Offen bleibt anhand dieser Zahlen jedoch, inwieweit insbesondere Klagen zum Artenschutz stellvertretend für weitergehende windenergiekritische Einstellungen oder stellvertretende Organisationen stehen, die sich rechtlich sonst weniger adressieren lassen (zum Beispiel Fragen des Landschaftsbilds).^{91,92}

3.2.1 Aktueller Wissensstand zur Akzeptanz vor Ort

Eine Studie von Hübner et al. 2020 gibt Einblick, welche Aspekte die Akzeptanz gegenüber lokalen Erneuerbare-Energien-Anlagen beeinflussen. Sie untersuchten an Standorten von EE-Anlagen in Schleswig-Holstein, Thüringen und Baden-Württemberg, welche Faktoren für die Bewertung von Solar-, Windenergie- und Biogasanlagen durch Anwohnerinnen und Anwohner besonders relevant sind. Dabei identifizierten sie fünf wesentliche Faktoren: Bewerten die Anwohnerinnen und Anwohner den (1) wirtschaftlichen Nutzen vor Ort und die (2) Energiewende insgesamt positiv, wirkt sich dies zuträglich auf die lokale Akzeptanz aus. Außerdem sind (3) das Vertrauen in den Prozess und die am Planungsprozess beteiligten Akteurinnen und Akteure, (4) die Erwartung negativer Auswirkungen auf Natur und Menschen sowie (5) die Meinungen anderer vor Ort (soziale Norm) relevant. Die Einstellung zur Energiewende wurde oben (Kapitel 3.1) reflektiert. Im Folgenden werden lokal besonders bedeutsame Aspekte beleuchtet.⁹³

3.2.2 Wirtschaftlicher Nutzen

Wenn für die Anwohnerinnen und Anwohner ein wirtschaftlicher Nutzen für den lokalen Standort durch die EE-Anlagen ersichtlich ist, werden diese eher positiv bewertet, während es die Skepsis erhöhen kann, wenn kein wirtschaftlicher Nutzen oder gar ein wirtschaftlicher Schaden erwartet wird.^{94,95,96} Dies können generelle wirtschaftliche Auswirkungen wie zum Beispiel Aufträge für lokale Unternehmen oder Arbeitsplätze

88 Vgl. Reusswig et al. 2016a.

89 Vgl. KNE 2017.

90 Vgl. FA Wind 2019b.

91 Vgl. KNE 2017.

92 Vgl. FA Wind 2020a.

93 Vgl. BfN 2020.

94 Vgl. Lienhoop 2018.

95 Vgl. Stadelmann-Steffen/ Dermont 2021.

96 Vgl. Schweizer-Ries et al. 2010.

in der Region, aber auch eine Gewinnbeteiligung der Gemeinde oder eine finanzielle Teilhabe der einzelnen Anwohnerinnen und Anwohner sein, etwa in Form von Anteilsgutscheinen oder vergünstigten Stromtarifen. Darüber hinaus können wirtschaftliche Risiken von Anwohnerinnen und Anwohnern bedacht werden. So können beispielsweise Befürchtungen hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf Tourismus oder Immobilienpreise negativ wirken.^{97,98}

Auch in der Vergangenheit gab es beim Bau von Großkraftwerken ähnliche Herausforderungen; aufgrund der geografischen Breite des Zubaus von Erneuerbare-Energien-Anlagen haben diese Bedenken jedoch eine neue Bedeutung und breitere Aufmerksamkeit erlangt. Für die Akzeptanz durch Anwohnerinnen und Anwohner spielt es eine wichtige Rolle, dass die Teilhabe breit und gerecht verteilt ist und dass nicht der Eindruck entsteht, es gäbe nur vereinzelte Profiteure.⁹⁹ Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn eine Anteilszeichnung an hohe Mindesteinlagen gebunden ist, die nicht für alle bezahlbar sind.¹⁰⁰ Oft stößt darum eine gemeinwohlorientierte Verwendung der finanziellen Gewinnbeteiligung durch die Kommune auf mehr Zustimmung als eine private Gewinnbeteiligung.¹⁰¹ Die direkte Teilhabe der Anwohnerinnen und Anwohner kann einerseits positiv wirken, bei bereits vorliegender negativer Meinung kann ein Beteiligungsangebot andererseits auch negativ aufgenommen werden. In diesem Fall kann der Eindruck entstehen, man versuche, die Zustimmung der Anwohnerinnen und Anwohner „zu kaufen“.^{102,103}

3.2.3 Vertrauen

Der Planungsprozess von EE-Anlagen beeinflusst deren Akzeptanz maßgeblich.^{104,105,106,107} Erlebte Belastungen und Ungerechtigkeit im Planungsprozess stehen zusätzlich mit der später erlebten Belästigung durch die Windenergieanlagen in Zusammenhang.¹⁰⁸ Die Bewertung kann deutlich positiver ausfallen, wenn der Prozess als fair und angemessen erlebt wird und die verantwortlichen Personen vertrauenswürdig wirken. Wird der Prozess als fair und angemessen erlebt und wirken die Personen, die ihn gestalten, vertrauenswürdig, kann die Bewertung deutlich positiver ausfallen. Dafür spielt es eine entscheidende Rolle, wie die Informationen bewertet werden, die die Anwohnerinnen und Anwohner erhalten, und wie deren Erwartungen an Mitsprache angesprochen werden. Oft werden die Informationen aber als unzureichend erlebt und wird mehr Transparenz gewünscht.^{109,110} Zudem werden die Erwartungen an Mitsprache oft enttäuscht, insbesondere in formellen Beteiligungsverfahren.^{111,112,113}

97 Vgl. Grebe 2018.

98 Vgl. Vogel 2005.

99 Vgl. Fahrenkrug et al. 2016.

100 Vgl. Bertelsmann Stiftung 2014.

101 Vgl. García et al. 2016.

102 Vgl. Hoen et al. 2019.

103 Vgl. Itten/ Mono 2014.

104 Vgl. Huijts et al. 2012.

105 Vgl. Langer et al. 2016.

106 Vgl. Walker et al. 2010.

107 Vgl. Wolsink 2013.

108 Vgl. Hübner et al. 2019.

109 Vgl. Renn 2015.

110 Vgl. FA Wind 2017.

111 Vgl. Hoeft et al. 2017.

112 Vgl. Barth et al. 2018.

113 Vgl. Hüge/ Roßnagel 2018.

Die Akteurinnen und Akteure, denen Vertrauen entgegengebracht werden kann, können ganz unterschiedliche sein: Investoren, Projektierer, Genehmigungsbehörden, Naturschutzgutachterinnen, Bürgermeisterinnen oder auch Naturschutzverbände. Auch wie vertrauenswürdig die Gegnerinnen und Gegner von Projekten wirken, spielt eine Rolle. Wenn etwa unter dem Einfluss populistischer Narrative aus Gegnern Feinde werden, prägt Misstrauen den gesamten Konflikt.^{114,115} Die lokalen Begebenheiten sind ausschlaggebend für Vertrauen oder auch Misstrauen in ein Projekt.

3.2.4 Wirkung auf Natur, Landschaft und Mensch

Natur und Landschaft haben meist einen besonderen Wert für die Anwohnerinnen und Anwohner, den sie durch EE-Vorhaben bedroht sehen können. Betrachtet man Landschaft nicht rein als physischen Raum, sondern bezieht auch gesellschaftliche Konventionen ein, zeigt sich, dass der Begriff und die damit verbundenen Vorstellungen von Landschaft sozialisiert sind, indem bestimmte Schönheitsnormen verinnerlicht werden.¹¹⁶ Die vertraute Ästhetik und die Eigenart der Landschaft stellen identitätsstiftende Merkmale dar, in die die Anlagen verändernd eingreifen,^{117,118} sei es, weil sie aufgrund ihrer Ausmaße schlicht auffällig sind oder weil sie einen anderen Charakter in die gewohnte Landschaft bringen.¹¹⁹ Die umweltpsychologische Forschung zeigt, dass Menschen insbesondere „unberührte“ Landschaften präferieren,^{120,121} sodass Flächen, die als (annähernd) unberührt wahrgenommen werden, besonders sensibel sind, selbst wenn es sich eigentlich um bewirtschaftete Flächen handelt. Bei bereits bebauten Flächen, wenn zum Beispiel auf oder an Gebäuden PV installiert wird, ist ein weiterer baulicher Eingriff erwartbar und damit weniger konfliktträchtig.

Anlagen können außerdem in Konflikt zu weiteren ökologischen Motiven der Anwohnerinnen und Anwohner stehen, beispielsweise wenn Vögel und Fledermäuse durch Windenergieanlagen gefährdet werden. Diese Aspekte werden oft kritisch betrachtet und können negativ in die Akzeptanzbewertung einfließen.^{122,123,124} Andererseits sind meist die Fachgutachten und Ausgleichsmaßnahmen für den Natur- und Landschaftsschutz vor Ort wenig bekannt.¹²⁵ Dementsprechend schätzen Anwohnerinnen und Anwohner den Zusammenhang zwischen den konkreten Anlagen vor Ort und dem Verfolgen allgemeiner Naturschutzziele als gering ein. Dasselbe gilt für Standortwahlen, wenn diese auf externe Partikularinteressen, Politiker- oder Expertenentscheidungen, mithin eine negative Planung zurückgeführt werden und weder ein bürgerschaftliches noch ein landschaftsgerechtes positives Konzept repräsentieren, das eine konkrete Sinnhaftigkeit vermitteln würde.¹²⁶ In zahlreichen Studien konnte gezeigt werden, dass Verteilungs- und/oder Verfahrensgerechtigkeit einen positiven Einfluss

114 Vgl. Reusswig et al. 2020.

115 Vgl. dazu auch das von der Mercator-Stiftung geförderte Projekt Demokon.

116 Vgl. Kühne 2018.

117 Vgl. Devine-Wright/ Howes 2010.

118 Vgl. Devine-Wright et al. 2017.

119 Vgl. Kühne/ Jenal 2021.

120 Vgl. Yang/ Brown 1992.

121 Vgl. Herzog/ Miller 1998.

122 Vgl. Ellis/ Ferraro 2016.

123 Vgl. Schuler et al. 2017.

124 Vgl. Wolsink 2007b.

125 Vgl. KNE 2020.

126 Vgl. Schöbel 2012.

auf die lokale Akzeptanz von Energieerzeugungsanlagen haben: Verfahrensgerechtigkeit bezieht sich dabei auf die wahrgenommene Fairness des Entscheidungsprozesses; Verteilungsgerechtigkeit auf die wahrgenommene Fairness der Ergebnisse des Entscheidungsprozesses. Dabei sind sowohl die intrapersonale (bin ich durch die Entscheidung schlechter gestellt als zuvor?), die interpersonale (sind andere durch die Entscheidung schlechter gestellt als zuvor?) als auch die intergenerationale Verteilungsgerechtigkeit (sind zukünftige Generationen durch Entscheidung schlechter gestellt als zuvor?) maßgeblich.^{127,128,129,130,131,132,133,134,135,136} **Hier liegen also Potenziale für eine Kommunikation, die einerseits Naturschutz- und Landschaftsgestaltungsbemühungen vor Ort deutlich aufzeigt und andererseits den Beitrag der Anlagen zur übergreifenden Energie- und Klimawende deutlich macht.**

Darüber hinaus sind unter den Anwohnerinnen und Anwohnern mitunter auch Bedenken zu gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen vorhanden. Dies ist vor allem bei der Windenergie der Fall, wo Themen wie ehemals Schattenwurf¹³⁷ oder heute vor allem Schallbelastung^{138,139} eine Rolle spielen können. Hier ist auf Lücken in der Forschung hinzuweisen: Infraschall durch Windenergieanlagen wird erst seit wenigen Jahren untersucht,¹⁴⁰ und Langzeitstudien zu Stresswirkungen sind kaum vorhanden.¹⁴¹ Diese Wissenslücken können Grund zur Verunsicherung bei den Anwohnerinnen und Anwohnern geben und werden von Gegnerinnen und Gegnern teilweise juristisch angeführt.¹⁴² In Deutschland trugen Fehlberechnungen der Infraschallpegel durch Windenergieanlagen¹⁴³ durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zusätzlich zur Verunsicherung bei und mussten zuletzt revidiert werden.¹⁴⁴

3.2.5 Soziale Norm

Das Verhalten und die Meinungen anderer stellen für den Menschen in fast allen Lebensbereichen, ob bewusst oder unbewusst, relevante Orientierungsgrößen dar.¹⁴⁵ Dies ist auch in der Bewertung von EE-Vorhaben der Fall. Dabei spiegelt die wahrgenommene Norm meist nicht die wahren Verhältnisse wider. Häufig lässt sich beobachten, dass die Anwohnerinnen und Anwohner den Anteil der Gegenstimmen vor Ort über- und die Menge der Fürsprachen unterschätzen.^{146,147,148,149} Während die Befürworterinnen und Befürworter die EE-Anlagen kognitiv als positiv bewerten, zeigen die Gegnerinnen und

127 Vgl. Aitken 2010.

128 Vgl. Bell et al. 2005.

129 Vgl. Dimitropoulos/ Kontoleon 2009.

130 Vgl. Gross 2007.

131 Vgl. Hall et al. 2013.

132 Vgl. Hübner/ Pohl 2015.

133 Vgl. Jobert et al. 2007.

134 Vgl. Jones et al. 2011.

135 Vgl. Walter/ Gutscher 2013.

136 Vgl. Wolsink 2007a.

137 Vgl. Pohl et al. 2000.

138 Vgl. Hansen/ Hansen 2020.

139 Vgl. van Kamp/ van den Berg 2018.

140 Vgl. UBA 2020.

141 Vgl. Pohl et al. 2018.

142 Vgl. Reusswig et al. 2016b.

143 Vgl. Baumgart et al. 2021.

144 Vgl. BMWi 2021c.

145 Vgl. Keizer/ Schultz 2018.

146 Vgl. FA Wind 2020a.

147 Vgl. Hübner et al. 2018.

148 Vgl. Hübner et al. 2020.

149 Vgl. Teune et al. 2021.

Gegner zumeist auch emotionale Reaktionen auf die Anlagen.¹⁵⁰ Mit der stärkeren emotionalen Beteiligung geht auch eine höhere Wahrscheinlichkeit einher, sich aktiv gegen die Anlagen zu engagieren. Dadurch kann sich das Phänomen einer aktiven Minderheit ergeben, die die Meinung in der Öffentlichkeit stark beeinflussen kann.¹⁵¹

3.2.6 Mitgestaltung als wichtige Ressource für Akzeptanz

Menschen sind beständig Veränderungen in ihrer unmittelbaren Lebensumwelt ausgesetzt (etwa durch Umzug oder berufliche Veränderungen). Solche Veränderungen erfordern Anpassungen – sei es in den Alltagsroutinen, im sozialen Miteinander oder auch im Umgang mit Gedanken oder Gefühlen. Die Ressourcen, um solche Veränderungen und gegebenenfalls Belastungen zu bewältigen, liegen unter anderem auch im sozialen Austausch über die gemeinsame Belastung und in kulturellen Deutungsmustern, die eine positive Bewertung der Veränderung erlauben. Studien zu erneuerbaren Energien zeigen, dass diese trotz anfänglicher Ablehnung von den Bewohnerinnen und Bewohnern letztlich als positiv erlebt werden.^{152, 153, 154, 155}

Das Transaktionale Stressmodell nach Lazarus und Folkman beschreibt, wie Menschen mit Herausforderungen, so wie es Veränderungen aufgrund von EE-Anlagen sein können, umgehen, und liefert eine Erklärung für den beschriebenen positiven Anpassungseffekt. Das Modell verdeutlicht, dass die Verarbeitung von zunächst belastenden Ereignissen auch über eine veränderte Bewertung des Ereignisses erfolgen kann.¹⁵⁶ Dieses Bedürfnis nach Bewertung oder Neubewertung und Einordnung spiegelt sich in dem Wunsch von Anwohnenden nach mehr Information und Transparenz wider.¹⁵⁷

Beteiligungsverfahren ermöglichen eine (Neu-)Bewertung und Identifikation mit dem jeweiligen Projekt. Durch die Teilnahme erwerben Anwohnerinnen und Anwohner tiefere Informationen, können Entscheidungen besser nachvollziehen und aktiv mitgestalten.

Bisher finden Beteiligungsmaßnahmen fast ausschließlich vorhabengebunden und zu einem relativ späten Zeitpunkt von Projektvorhaben statt. Das Dilemma der bisherigen formellen Öffentlichkeitsbeteiligung besteht unter anderem darin, dass die Planung einer abschichtenden Vorgehensweise folgt, in der Entscheidungen aus früheren Planungsschritten für die folgenden Schritte den Rahmen festlegen¹⁵⁸. Zum Zeitpunkt eines Genehmigungsverfahrens, an dem für die Betroffenen eine Mitgestaltung am wichtigsten ist, weil es um den Bau einer konkreten Anlage und damit greifbare Auswirkungen auf ihr Leben geht, ist der Handlungsspielraum bereits sehr eingeschränkt. Frühere Pla-

¹⁵⁰ Vgl. KNE 2020.

¹⁵¹ Vgl. Reusswig et al. 2016a.

¹⁵² Vgl. FA Wind 2020a.

¹⁵³ Vgl. Hübner et al. 2020.

¹⁵⁴ Vgl. Langer et al. 2018.

¹⁵⁵ Vgl. Hübner/ Pohl 2014.

¹⁵⁶ Vgl. Lazarus/ Folkman 2013.

¹⁵⁷ Vgl. Renn 2015.

¹⁵⁸ Vgl. Agora Energiewende 2018.

nungsschritte zur Flächensteuerung (Bauleitplanung, Flächennutzungs- und Regionalplanung) arbeiten dahingegen abstrakt; das Interesse der Bevölkerung an einer Mitwirkung ist dementsprechend gering (Beteiligungsparadox¹⁵⁹).

Bewusst frühzeitig eingesetzte Verfahren (häufig informelle Verfahren genannt) bieten die Möglichkeit, genauer auf mögliche vorhandene Konfliktfelder einzugehen beziehungsweise diese durch eine gerechte Gestaltung des Prozesses vorwegzunehmen.^{160,161,162} Damit Beteiligungsverfahren als gerecht und sinnvoll erlebt werden, sind mehrere Kriterien zu berücksichtigen. Insbesondere die Tiefe der Beteiligung,¹⁶³ die Auswahl der Beteiligten¹⁶⁴ und die Unterstützung der Laien im Prozess¹⁶⁵ werden übergreifend als wichtig erachtet.¹⁶⁶ Für die Gestaltung der informellen Beteiligungsverfahren gibt es eine Reihe von Leitfäden (zum Beispiel auf der Webseite der FA Wind¹⁶⁷). Hinsichtlich der **Tiefe der Beteiligung** klassifiziert Arnstein (1969) Beteiligungsverfahren danach, wie viel Kontrolle den Bürgerinnen und Bürgern zugestanden wird, beginnend mit deren Nichtbeteiligung über Informationsformate, Konsultation der Bürgerinnen und Bürgern, Zusammenarbeit mit ihnen in der Planung bis hin zur Kontrolle, also Entscheidungshoheit durch die Bürgerinnen und Bürger. Partizipationsleitfäden betonen, dass die Tiefe der Partizipation und die Spielregeln der Beteiligung von Anfang an transparent sein sollten. Zu Beginn muss klar kommuniziert werden, wie groß der Handlungsspielraum ist und wo Grenzen der Entscheidungen liegen.¹⁶⁸

Es ist weiterhin zu bedenken, **wer teilnehmen kann und auf welchem Weg Personen zu Teilnehmenden werden**. Wichtig ist dabei, ob die Teilnehmenden repräsentativ für Betroffene sind oder nur Partikularinteressen vertreten. Bei ungesteuerten Auswahlverfahren werden Beteiligungsangebote vor allem von wohlhabenden und besser gebildeten Bevölkerungsschichten wahrgenommen.^{169,170} Alternativ kann die Auswahl der Teilnehmenden durch eine gesteuerte Zufallsziehung erfolgen, um sicherzustellen, dass eine breitere Öffentlichkeit repräsentiert wird.^{171,172}

In der Praxis kommen viele verschiedene Formen der Beteiligung zum Einsatz. Im Folgenden werden beispielhaft einige Formate geschildert, die die oben aufgeführten Fragen zur Ausgestaltung der Beteiligung unterschiedlich beantworten.

159 Vgl. Hüge/ Roßnagel 2018.

160 Vgl. Cain/ Nelson 2013.

161 Vgl. Gross 2007.

162 Vgl. Wolsink 2007a.

163 Vgl. Arnstein 1969.

164 Vgl. Horelli 2002.

165 Vgl. Dienel 2002.

166 Vgl. Matthies/ Blöbaum 2008.

167 Eine Übersicht über Leitfäden zu Beteiligung im Bereich der Windenergie findet sich auf den Seiten FA Wind: <https://www.fachagentur-windenergie.de/themen/beteiligungundteilhabe/linksammlung-zum-thema-beteiligung/>; Zugriff: 11.10.2021.

Einen generellen Überblick bietet das Netzwerk Bürgerbeteiligung: www.netzwerk-buergerbeteiligung.de Zugriff: 18.11.2021

168 Vgl. Roßnagel et al. 2016.

169 Vgl. Fiorina 1999.

170 Vgl. Fung 2006.

171 Vgl. Smith/ Wales 2000.

172 Vgl. Ebd.

- Das „**Decision Theatre**“ wird für tiefe Information und Konsultation der Bevölkerung eingesetzt. Es handelt sich hier um ein von der Arizona State University entwickeltes Informationsformat. Dabei betreten die Teilnehmenden eine Arena, in der immersive Formen der Datenvisualisierung genutzt werden, um komplexe Zusammenhänge zu vermitteln. Sie werden dazu angeregt, mit den Daten zu interagieren und sich untereinander über sie auszutauschen. 3D-Visualisierungen, dynamische Simulationsmodelle und weitere computergestützte Werkzeuge sollen dabei unterstützen, auf Basis der Datenlage Urteile und Entscheidungen zu fällen. Dieses Beteiligungsformat eignet sich insbesondere in frühen Planungsphasen wie bei der Erstellung eines Flächennutzungsplans.
- Die **Planungszelle** ist ein Verfahren, das in den 1970er Jahren für kommunale Planungsprozesse entwickelt wurde.¹⁷³ Dabei kommt eine Gruppe von etwa 25 zufällig ausgewählten Teilnehmerinnen und Teilnehmern zusammen, die für einen gewissen Zeitraum von alltäglichen Verpflichtungen befreit und vergütet werden, um Lösungsvorschläge für ein Planungsproblem zu erarbeiten. Dazu erhalten sie Unterstützung von Fachleuten und diskutieren in wechselnden Kleingruppen. Das Endergebnis wird in einem Bürgergutachten dokumentiert.
- **Bürgerräte**, wie etwa im Modellprojekt Bürgerrat 2019 und 2021 durchgeführt, oder der Klimabürgerrat wurzeln im Verfahren der Planungszelle. Sie umfassen etwa 160 Bürgerinnen und Bürger, die per Losverfahren ausgewählt werden und den soziodemografischen Durchschnitt der betroffenen Gesellschaft abbilden sollen. In einem Bürgerrat erhalten die Teilnehmenden durch Inputs von Expertinnen und Experten eine objektive Bereitstellung von Informationen sowie eine Hilfestellung zum deliberativen Prozess und zur Formulierung von Handlungsempfehlungen. In professionell moderierten Tischgruppen mit bis zu acht Menschen werden Handlungsempfehlungen entwickelt, die am Ende des Bürgerrats von allen beraten und abgestimmt werden. Die Empfehlungen sind formal unverbindlich, werden aber oftmals bei politischen Entscheidungen von Parlamenten oder Gemeinderäten berücksichtigt.

3.2.7 Mögliche Probleme und Potenziale der Akzeptanz vor Ort

Wie eingangs dargestellt, wird die Planung von raumgreifenden Anlagen – also insbesondere Windenergieanlagen an Land und PV-Freiflächenanlagen – zum Teil vor Ort ausgebremst. Ausgehend von den oben geschilderten Akzeptanzfaktoren können dafür folgende mögliche Hemmnisse identifiziert werden:

- Der wirtschaftliche Nutzen für die Allgemeinheit vor Ort wird als zu gering oder als ungerecht verteilt eingeschätzt.
- Das Vertrauen in die Verfahren und die verantwortlichen Akteure ist eingeschränkt, weil Prozesse und Prozessentscheidungen von den Anwohnenden zu wenig verstanden und die Erwartungen an Mitsprachemöglichkeiten nicht erfüllt werden.

¹⁷³ Vgl. Dienel 2002.

- In einer erst spät einsetzenden Kommunikation werden insbesondere Windenergieanlagen – auch von den Behörden – oft ausschließlich als negativer Eingriff in die Umwelt betrachtet, sodass Unsicherheiten und Befürchtungen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Landschaft, die Fauna und die Gesundheit der Menschen entstehen und kompensatorische Maßnahmen von vornherein als nicht hinreichend abgelehnt werden. Dies sind auch die Themen, die vorwiegend in Klagen angeführt werden.
- Der Diskurs ist oft stark von den Gegenstimmen geprägt, während die Befürwortung (schweigende, positiv eingestellte Mehrheit) in der öffentlichen Wahrnehmung kaum sichtbar ist und daher unterschätzt wird.

3.2.8 Kann durch Partizipation eine höhere Akzeptanz und damit eine Beschleunigung des Ausbaus erzeugt werden?

Seit mehr als 40 Jahren lässt sich eine Zunahme partizipativer Prozesse vor allem in demokratischen Ländern des globalen Nordens feststellen.^{174,175} Bis heute ist dieser Trend auf den unterschiedlichsten räumlichen Ebenen ungebrochen. Die Ursachen hierfür liegen zum einen in dem sich wandelnden gesellschaftlichen Verständnis der Beziehung von Staat und Zivilgesellschaft und zum anderen in der Komplexität der Herausforderungen, insbesondere im Kontext von Klimawandel, die sich durch rein regulative Handlungsansätze nicht bewältigen lassen¹⁷⁶

Trotz der vielfältigen Partizipationsansätze, unterschiedlichen Motivationen und Einsatzmöglichkeiten sowie eine große Bandbreite an Methoden gibt es bisher erstaunlicherweise keine systematischen wissenschaftlichen Analysen zu problemspezifischen Ansätzen bzw. Methoden.¹⁷⁷ Existierende (Wirkungs-) Evaluationen von Partizipationsprozessen sind anekdotisch.^{178,179} Bisher wurde folglich auch nicht untersucht, ob bzw. unter welchen Bedingungen Beteiligungsverfahren zu einer Beschleunigung des Gesamtprozesses führen könnten.

In der Praxis finden sich vielfältige Beispiele, in denen die oben aufgeführten möglichen Hemmnisse adressiert und Potenziale genutzt werden. Im nachfolgenden Kasten ist ein Fallbeispiel aufgeführt, das mehrere Hemmnisse und Potenziale gezielt berücksichtigt (insbesondere Vertrauen, Verteilung des Nutzens, Transparenz, Teilhabe und Ausgleich). Neben dem hier aufgeführten Fallbeispiel ist auch das vom BMWK geförderte Forschungsprojekt „Regionale Wertschöpfung. Akzeptanz. Beteiligung“¹⁸⁰ zu nennen. Dort werden zehn Beispiele von Planungen erneuerbarer Energien beschrieben, in denen Beteiligungsmodelle besonders im Fokus stehen.¹⁸¹

174 Vgl. Arnstein 1975.

175 Vgl. Walk et al. 2015.

176 Vgl. Baasch et al. 2012.

177 Vgl. Baasch/ Blöbaum 2017.

178 Vgl. Selle 2013.

179 Vgl. Walk et al. 2015.

180 Mehr Infos zum Projekt: <https://unendlich-viel-energie.de/rewa-projekt> Zugriff: 18.11.2021.

181 Die Fallbeispiele werden hier beschrieben: <https://unendlich-viel-energie.de/rewa/die-kommunen> Zugriff: 18.11.2021.

Umfassendes empirisch belegtes Wissen besteht darüber, dass mangelnde Akzeptanz mit wahrgenommener mangelnder Fairness und Intransparenz einhergehen.^{182,183} Ebenso gibt es viele Fallstudien, die den Zusammenhang zwischen Tiefe der Partizipation und Akzeptanz/Einverständnis zeigen.^{184,185,186,187,188,189,190,191,192,193} Insofern ist die Annahme gerade im Bereich der Windenergie mittlerweile gut belegt, dass durch Beteiligung der lokalen Bevölkerung bei der Flächenausweisung eine höhere Akzeptanz erzielt werden kann.

Aus Sicht der Transformation des Energiesystems ist die aktuelle Ausgangssituation, dass trotz bereits substantiellen Anteils von Erneuerbaren Energieanlagen ein langfristiger und intensiver Ausbau ansteht. Wie in den vorangegangenen Unterkapiteln beschrieben, ist Akzeptanz ein dynamisches Geschehen, das durch kommunikative und partizipative Maßnahmen positiv beeinflusst werden kann und die Akzeptanz für diesen Gesamtprozess sichern kann. Für die Alternative, den intensiven und langfristigen Ausbau nur durch rein regulative Handlungsansätze erfolgreich voranzutreiben, gibt es zudem ebenso kaum empirische Evidenzen.

Fallbeispiel Windpark Rauhkasten/Steinfirst

Wo: Stadt Gengenbach, Landkreis Ortenaukreis, Baden-Württemberg

Wann:

- 09/2016 Genehmigung des Baus von 4 Windenergieanlagen
- 06/2017 Netzanschluss

Prozessablauf

Im Jahr 2011 hatte es sich die Stadt Gengenbach zum Ziel gesetzt, den Ausbau der Windenergie über die Ausarbeitung eines Flächennutzungsplans zu fördern und zu steuern. Zusammen mit den Nachbargemeinden wurde ein Konzept erarbeitet und ein Beratungsunternehmen (endura kommunal) damit beauftragt, die Gemeinden zu beraten und zu begleiten. Das Ziel der Kommune war es, den Prozess so weit kontrollieren zu können, dass eine passende Projektentwicklerin oder ein passender Projektentwickler ausgewählt und die Erlöse gerecht verteilt werden können. Dazu wurde eine Pachtgemeinschaft gegründet, in der die Interessen der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer gebündelt wurden. Das Projekt wurde innerhalb von viereinhalb Jahren umgesetzt – schneller als ursprünglich geplant.

182 Vgl. Ruddat/ Sonnberger 2019.

183 Vgl. Gölz/ Wedderhoff 2018.

184 Vgl. Gross 2007.

185 Vgl. Hall et al. 2013.

186 Vgl. Hübner/ Pohl 2015.

187 Vgl. Jobert et al. 2007.

188 Vgl. Jones et al. 2011.

189 Vgl. Walter/ Gutscher 2013.

190 Vgl. Wolsink 2007a.

191 Vgl. Aitken 2010.

192 Vgl. Bell et al. 2005.

193 Vgl. Dimitropoulos/ Kontoleon 2009.

Transparenz

Es wurden frühzeitig Bemühungen unternommen, die Bürgerschaft über das Projekt zu informieren und informiert zu halten. Das wichtigste Werkzeug dafür war eine eigens eingerichtete Internetseite, auf der der Fortschritt des Projekts fortlaufend dokumentiert und Fragen beantwortet wurden. Zudem konnten sich hier interessierte Bürgerinnen und Bürger für Darlehen für zwei der Anlagen registrieren. Darüber hinaus wurde der Kontakt zu lokalen Medien gesucht, die über das Projekt berichteten. Mehrere Dutzend Informationsabende für Bürgerinnen und Bürger sowie öffentliche Gremiensitzungen wurden abgehalten, auf denen diskutiert und beraten wurde. Während des Baus wurden Baustellenbesichtigungen und Führungen organisiert, die durch Einbindung der Feuerwehr und des lokalen Musikvereins einen festlichen Charakter annahmen und auf denen auch Liveaufnahmen durch eine Drohne präsentiert wurden. Die Projektbeteiligten betonen, dass die werktägliche Erreichbarkeit per E-Mail und Telefon sehr wichtig war. Besondere Berücksichtigung fanden die Anwohnerinnen und Anwohner der Zuwegungen, mit denen ein separater Austausch stattfand und die persönliche Ansprechpersonen genannt bekamen.

Auswirkungen auf Mensch, Natur und Landschaft

Die Investoren mussten im Genehmigungsverfahren die üblichen Gutachten zu Schattenwurf, Lärmschutz und dem Vorkommen von Vögeln und Fledermäusen vorlegen. Zentrale Ergebnisse aus den Gutachten wurden auf der Webseite zum Windpark verständlich aufgearbeitet. Zum Schutz der Fledermäuse wurden Monitoringmaßnahmen am Standort und für die Vögel Ausgleichsflächen angelegt. 2,4 Hektar Wald wurden für den Windpark gerodet. Als Ausgleichsmaßnahme wurden rund 7,6 Hektar Wald ausgewiesen, die unbewirtschaftet bleiben. Ein zusätzliches Gutachten zum Denkmalschutz wurde durchgeführt, um die Beeinträchtigung des Erscheinungsbilds einer Burgruine in 2,5 Kilometer Entfernung zu einer der Anlagen zu prüfen.

Wirtschaftliche Teilhabe

Als die Anlagen 2016 genehmigt wurden, wurden Konzepte zur finanziellen Beteiligung der Kommunen und der Bürgerinnen und Bürger entwickelt. Die Windenergie Gengenbach GmbH wurde als Tochterunternehmen der Stadtwerke gegründet. Sie betreibt zwei der vier Anlagen und ermöglicht damit die Bürgerbeteiligung. Die Enercon GmbH als Vorhabenträgerin trägt somit nur die Hälfte der Investitionskosten. Die anderen 50 Prozent werden von den Kommunen getragen und durch Bürgerkapital finanziert. Bis 2018 war es Bürgerinnen und Bürgern möglich, eine finanzielle Beteiligung in Form eines Darlehens für die Anlagen zu zeichnen. Die Mindestbeteiligung wurde auf 1.000 Euro angesetzt, die Höchstsumme lag bei 10.000 Euro.

Weitere Informationen unter:

- <https://www.windenergie-gengenbach.de/>
- <https://www.endura-kommunal.de/projekte/kommunaler-windpark-gengenbach/>

3.3 Übergeordnete Faktoren für eine aktive Akzeptanz

3.3.1 Aktive Akzeptanz und Marktakzeptanz

Die Akzeptanzforschung spricht von aktiver Akzeptanz, wenn nicht nur die Einstellung gegenüber einem Objekt wie einer Windenergieanlage positiv oder „annehmend“ ist, sondern wenn aktiv Handlungen initiiert werden, um beispielsweise weitere Windenergieanlagen zu errichten. Für den Ausbau der erneuerbaren Energien ist es deshalb nicht

nur wichtig, die lokal betroffenen Anwohnenden zu gewinnen, sondern es müssen letztlich vielfältige Akteurinnen und Akteure positiv dazu motiviert sein, Verantwortung zu übernehmen und die Energiewende konkret in ihrem Handlungsfeld zu unterstützen. Der Erfolg der Energiewende hängt nicht nur von den technologischen Eigenschaften erneuerbarer Energien und deren möglicher Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu konventionellen Energiequellen ab, sondern auch von günstigen sozialen, politischen und wirtschaftlichen Bedingungen,¹⁹⁴ die die Transformation des soziotechnischen Systems¹⁹⁵ der Energieversorgung beschleunigen. Die Akzeptanzforschung spricht von Marktakzeptanz,¹⁹⁶ wenn die Transformation als Übernahme der Technologien in den Markt und der Stand der Technologiediffusion fokussiert werden. Marktakzeptanz bezieht sich auf die Akzeptanz der Marktakteure im Bereich Angebot und Nachfrage, Intermediäre im Bereich Handel und Beratung, im Fall von Energie auch Netzbetreiber. Marktakzeptanz wird innerhalb der Wirtschaftswissenschaften meistens an Kriterien wie Umsatz- und Ertragspotenzial, prognostizierter Wachstumsrate, Umsatzrendite und Marktanteil bemessen. Im Kontext des Zubaus erneuerbarer Energien wird die Marktakzeptanz traditionell an den jährlichen Zubaukapazitäten im Verhältnis zu früheren Zubauraten betrachtet. Obwohl der Markt ja bereits etabliert ist, durchläuft er verschiedene Wellen (beispielsweise durch den Markteingriff zur Strompreisbremse 2013), und die Marktakzeptanz wird weiterhin am jährlichen Zubau gemessen.

Dütschke et al. 2019 kommen in ihrer Analyse zur Transitionsforschung zu dem Schluss, dass der Forschungsschwerpunkt bisher auf der Nachfrageseite liegt. Dabei werden insbesondere die privaten Nachfragerinnen und Nachfrager erforscht. Weniger berücksichtigt wurde die Angebotsseite von erneuerbaren Energien, also all diejenigen, die Projekte initiieren – Gewerbetreibende, Unternehmen, Landwirtinnen, Flächenbesitzer bis hin zu gemeinschaftlichen (Bürgerenergie) und großen Investoren sowie Intermediäre.

3.3.2 Mögliche Probleme und Potenziale bei der aktiven Marktakzeptanz

In der Studie zum Masterplan Solarcity Berlin¹⁹⁷ wurden die bestehenden Hemmnisse auf dem Weg einer Investitionsentscheidung für eine Aufdach-PV-Anlage erhoben, die für die verschiedenen Eigentümerinnen und Eigentümer über den gesamten Prozess entstehen: vom Anlass zur Investitionsentscheidung über die Planung bis hin zum Anlagenbau und zur Inbetriebnahme.

Die Studie zeigt, dass ein hoher Koordinierungsaufwand im Prozessablauf für die Investierenden besteht. Es bedarf eines großen Verhaltensaufwands, um sich notwendiges Wissen anzueignen, mehrfach Entscheidungen abzuwägen, die zeitlich korrekte Abfolge der Prozessschritte zu befolgen und die kommunikative Abstimmung mit den jeweiligen zuständigen Prozessbeteiligten zu organisieren. Der wirtschaftliche Nutzen für Investitionen von Aufdach-PV-Anlagen ist unter den rechtlich-regulativen Randbe-

194 Vgl. Grunwald 2019.

195 Vgl. Geels et al. 2017.

196 Vgl. Wüstenhagen et al. 2007.

197 Vgl. Stryi-Hipp et al. 2019.

dingungen aktuell zwar vorhanden, aber die Studienergebnisse bekräftigen die Ergebnisse weiterer Studien^{198,199}: Investitionen in Aufdach-PV-Anlagen aus rein ökonomisch-rationaler Motivation sind eher unwahrscheinlich. Ausschlaggebend für die Investition in eine Aufdach-PV-Anlage sind nichtmonetäre Motive, etwa einen Beitrag zum Klimaschutz leisten zu wollen, Klimaschutzverpflichtungen umzusetzen, Imagebildung oder Unabhängigkeit. Um die aktive Akzeptanz zu erhöhen, sollte der Verhaltensaufwand verringert und weitere Handlungsmotive unterstützt werden (vgl. Low-Cost-Hypothese²⁰⁰).

Handlungsmotivation kann zum einen durch wirtschaftliche Attraktivität (etwa finanzielle Unterstützung durch den Staat, zum Beispiel Einspeisevergütung), aber auch durch weitere, nichtmonetäre Anreize wie **soziale Identität** (beispielsweise Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften, vgl. EU-Marktrolle Energy Communities), **hohe ökologische Wertigkeit** (100 Prozent EE-Regionen), **Transparenz** (digitale Lösungen wie Blockchain) und **Resilienz** (Eigenstrom und Autarkie)²⁰¹ entstehen. Diese handlungsmotivierten Akteure benötigen Flexibilität und Unterstützung, da ihre Konzepte oft nicht in den geltenden regulatorischen Rahmen passen. Vernetzung und das Schaffen von Plattformen zum Austausch stoßen dabei insbesondere bei der jungen Energiewende-Community auf Interesse. Für die junge Energiewende-Szene ist es wichtig, sich zu vernetzen und Plattformen zum Austausch zu schaffen.

Durch weitere Maßnahmen kann die aktive Akzeptanz erhöht werden: Verfahren und bürokratischen Aufwand verringern, leichteren Zugang zu Handlungswissen durch zugeschnittene Informationsangebote schaffen, persönliche Beratungsstellen, bessere ökonomische Rahmenbedingungen sowie unabhängige Beratungsangebote einführen. Alle Akteure profitieren von der Sicherheit, dass die Gesamtstrategie der Energiewende und der Rahmen für Investitionen auch ökologisch und gesellschaftlich gerecht sind und gut kommuniziert und verstanden werden.

3.4 Ansatzpunkte für den Erhalt und die Steigerung der Akzeptanz eines beschleunigten Ausbaus

Aus den beschriebenen Problemfeldern ergeben sich Ansatzpunkte, um die Akzeptanz für eine Beschleunigung des Ausbaus zu fördern. Folgende Handlungsräume lassen sich dabei adressieren:

Kommunikation der Systemzusammenhänge verständlicher gestalten: Die Wahrnehmung der Energiewende als chaotisch und ungerecht ergibt sich zum Teil aus der reinen Komplexität der Materie. Die Auseinandersetzung mit den Mechanismen

198 Vgl. Ecker et al. 2017.

199 Vgl. Korcaj et al. 2015.

200 Vgl. Kastner/ Matthies 2016.

201 Aus Sicht des Gesamtsystems ist eine Maximierung der Eigenversorgung kleinerer Einheiten (zum Beispiel Haushalte, Regionen) nicht unbedingt sinnvoll. Bei der sogenannten bilanziellen Autarkie, wo über einen längeren Zeitraum (zum Beispiel ein Jahr) gemittelt die Stromversorgung ausreicht, um den Eigenbedarf zu decken, werden Strukturen wie Netze und Kraftwerke außerhalb der „autarken“ Einheit beansprucht. Inwieweit solche Konzepte zur Resilienz beitragen, muss im Einzelfall geprüft werden (siehe acatech et al.: Zentrale und dezentrale Elemente im Energiesystem, Box „Dezentralität ist nicht Autarkie“).

und Systemzusammenhängen der Energiewende kann dann zu mehr Verständnis führen, wenn sie tiefergehend gestaltet ist als in der üblichen Medienkommunikation. Hier können innovative Kommunikationsformate Abhilfe schaffen.

Finanzielle Teilhabe erhöhen: Die finanzielle Teilhabe ermöglicht es den Anwohnenden sowie auch den Standortkommunen, am wirtschaftlichen Erfolg und Nutzen von Erneuerbare-Energien-Anlagen zu partizipieren.²⁰² Hierbei ist es wichtig, Gerechtigkeitsaspekte zu berücksichtigen und die Teilhabe für die breite Allgemeinheit zugänglich zu machen. Grundsätzlich kann ein wirtschaftlicher Nutzen nur positiv in die Bewertung der Anlagen einfließen, wenn er für die Anwohnenden sichtbar und nachvollziehbar ist. Die Verteilung und deren Auswirkungen im lokalen Kontext müssen also transparent und verständlich kommuniziert werden.

Mitgestaltung fördern: Den Bürgerinnen und Bürgern verstärkt Möglichkeiten der Mitgestaltung an Regionalplanungsprozessen zu geben, adressiert ihr Bedürfnis nach mehr Transparenz und Mitsprache. Dies ermöglicht ein höheres Vertrauen in den Prozess und die Identifikation mit der Energiewende als Gemeinschaftsprojekt. Befürchtete negative Auswirkungen auf Landschaft, Natur und Mensch können proaktiv ausverhandelt und damit stärker in einem positiven Rahmen betrachtet werden. Der Diskurs lässt sich dadurch stärker konstruktiv – anstatt von negativen Stimmen bestimmt – gestalten. Wie in Abschnitt 3.2.6 beschrieben, ist es wichtig, sicherzustellen, dass diese Mitgestaltung frühzeitig erfolgt und auf einem ausreichend großen Handlungsspielraum fußt.

Neue Handlungsmotivation schaffen: Motive, um sich aktiv im Zubau erneuerbarer Energieanlagen zu engagieren, können zum einen durch wirtschaftliche Attraktivität (etwa durch finanzielle Unterstützung durch den Staat, zum Beispiel Einspeisevergütung), zum anderen aber auch durch weitere, nichtmonetäre Anreize wie soziale Identität, hohe ökologische Wertigkeit (Regionalstromprodukte wie: „Unsere Energie für unsere Region“), Innovation und Resilienz hergestellt werden. Viele dieser nichtmonetären Anreize werden auf EU-Ebene in gemeinschaftlichen Ansätzen gefordert (wie etwa Energy Communities und Energy Sharing in Richtlinie 2019/944 sowie 2018/2001/EU). Diese könnten auch in Deutschland rechtlich umgesetzt werden.

202 Vgl. Salecki/ Hirschl 2021.

4 Regulatorische Rahmenbedingungen für den Ausbau der Windenergie und Photovoltaik

Zur Errichtung Erneuerbarer-Energien-Anlagen sind in den meisten Fällen Vorgaben des Planungsrechts mit der Regional- und der Bauleitplanung von Bedeutung. Des Weiteren spielt auch das Genehmigungsrecht mit dem Immissionsschutz- und dem Bauordnungsrecht eine große Rolle. In beiden Feldern sind wiederum Vorschriften anderer Gesetze wie zum Beispiel des Naturschutzrechts zu beachten. In diesem Kapitel werden die aktuell geltenden Rahmenbedingungen zur Planung und Genehmigung von Photovoltaik- und Windenergieanlagen zusammengefasst. Zudem werden für die beiden Schwerpunkte **Planung** und **Genehmigung** die Hemmnisse identifiziert. Für einen beschleunigten Ausbau werden jeweils Handlungsräume aufgezeigt, die mit den anschließenden Handlungsoptionen konkretisiert werden.

4.1 Regulatorische Rahmenbedingungen für die Planung

Wie in Abbildung 2 dargestellt, interagieren die verschiedenen politischen Ebenen im Bereich Energie und Klimaschutz miteinander und sind in Teilen aufeinander angewiesen. Die zentrale Gesetzgebungskompetenz liegt auf der Bundesebene. Daran anknüpfend haben die meisten Bundesländer quantifizierte Minderungsziele für Treibhausgasemissionen formuliert, zusätzlich haben sich einige ebenfalls konkrete Ziele für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien und/oder die Gebäudesanierung gesetzt. Die quantifizierten Minderungsziele der Länder für THG-Emissionen orientieren sich überwiegend noch an den Minderungszielen KSG 2019, müssen nun aber an die am 31. August 2021 in Kraft getretene Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes angepasst werden. Minderungsziele sind zudem in vielen regionalen sowie kommunalen Klimaschutzplänen und -programmen verankert. Darüber hinaus gehen viele Regionen und Kommunen Selbstverpflichtungen zur Minderung ihrer Treibhausgasemissionen ein und erstellen Klimaschutzkonzepte.

Die Verantwortung für die Umsetzung der Klimaschutzziele in die Fläche wird von der Landes-, der Regional- und der Gemeindeebene getragen und erfolgt insbesondere über das **Raumplanungsrecht** auf Regional-, Kreis- und Kommunalebene. Hier wird entschieden, welche Anlagen zur Nutzung wo und in welchem Umfang errichtet werden können. Eine Flächensteuerung für die Windenergie erfolgt dabei je nach Bundesland vornehmlich auf der Ebene der Regionalplanung und/oder der Flächennutzungsplanung, während die Steuerung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Regel durch die Bauleitplanung (bestehend aus Flächennutzungsplan und Bebauungsplan) stattfindet.

der Windenergienutzung auf allen anderen Flächen (sogenannte Konzentration mit Ausschlusswirkung).²⁰³

Allerdings entfalten nur abwägungsfehlerfrei zustande gekommene Regionalplanungen diese Steuerungswirkung. Hierfür bedarf es nach § 7 Abs. 2 Satz 1 ROG einer gerechten Abwägung der öffentlichen und privaten Belange jeweils gegen- und untereinander. In Bezug auf die Steuerung von Windenergieanlagen fordert die Rechtsprechung aufgrund des Letztentscheidungscharakters solcher Konzentrationszonen mit Ausschlusswirkung das Vorliegen eines gesamträumlich schlüssigen Planungskonzepts, das der Windenergie in einer ihrer gesetzlichen Privilegierung entsprechenden Weise substanziell Raum verschafft.²⁰⁴ Um den hierbei an den Abwägungsvorgang zu stellenden Anforderungen gerecht zu werden, muss das Konzept nicht nur Auskunft darüber geben, von welchen Erwägungen die positive Standortzuweisung getragen wird, sondern auch die Gründe aufzeigen, die für die beabsichtigte Freihaltung des übrigen Planungsraums von Windenergieanlagen sprechen. Die negative und die positive Komponente der festgelegten Konzentrationszonen bedingen somit einander,²⁰⁵ weshalb eine rein negative Regionalplanung als Verhinderungsplanung ausscheidet. Eine derartige Steuerung der Windenergieanlagen durch Konzentration kann sowohl auf der raumplanerischen Ebene durch Festlegung von Zielen der Raumordnung gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG als auch auf der Ebene der Bauleitplanung durch Darstellungen im Flächennutzungsplan nach § 5 Abs. 2 Nr. 2b BauGB erfolgen.

Zur Erfüllung dieser Anforderungen an die Erstellung eines gesamträumlichen Planungskonzepts ist ein abschnittsweises Vorgehen des Planungsträgers erforderlich, bei dem in einem ersten Planungsschritt sogenannte Tabuzonen als diejenigen Flächen ausscheiden, die von vornherein nicht für die Errichtung von Windenergieanlagen zur Verfügung stehen. Dabei hat sich der Planungsträger beim Ausscheiden von Flächen die Unterscheidung zwischen **harten** (aufgrund gesetzlicher Vorgaben etwa des Immissions- oder Artenschutzes zwingender Ausschlussgründe) und **weichen** (aufgrund örtlicher Planungskriterien etwa zu Mindestabständen von Siedlungen oder Erholungsgebieten) **Tabuzonen** bewusst zu machen und diese Differenzierung im Planwerk auch zu dokumentieren.^{206,207,208} Als harte Tabuzonen sind dabei solche Flächen einzuordnen, die für die Windenergienutzung aus tatsächlichen und/oder rechtlichen Gründen nicht zur Verfügung stehen (zum Beispiel Naturschutzgebiete), während weiche Tabuzonen Flächen umfassen, die einer Berücksichtigung im Rahmen der Abwägung grundsätzlich zugänglich sind, auf denen nach dem Willen des Plangebers aus allgemeinen planerischen Erwägungen die Errichtung von Windenergieanlagen jedoch schlichtweg nicht gewollt ist.²⁰⁹

Die Potenzialflächen, die nach Abzug der Tabuzonen übrig bleiben, sind in einem weiteren Arbeitsschritt mit konkurrierenden Nutzungen in Beziehung zu setzen. Der Planungsträger hat hierbei abzuwägen zwischen den öffentlichen Belangen, die gegen die

203 Vgl. Grotefels 2021.

204 Vgl. BVerwG, Urteil vom 13.03.2003 - 4 C 4.02 -.

205 Vgl. BVerwG, Urteil vom 18.08.2015 - 4 CN 7.14 -.

206 Vgl. Hentschel 2019.

207 Vgl. Albrecht/ Zschiegner 2019.

208 Vgl. Münkler 2014.

209 Vgl. BVerwG, Urteil vom 13.12.2012 - 4 CN 2.11 -.

Ausweisung eines Landschaftsraums als Konzentrationszone sprechen, und der Windenergienutzung an geeigneten Standorten, die ihrer Privilegierung nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB gerecht wird. Als Ergebnis der Abwägung muss der Windenergie somit substantiell Raum verschafft werden. Erkennt der Planungsträger, dass dies nicht der Fall ist, muss er sein Planungskonzept nochmals überprüfen und gegebenenfalls ändern.

Ein wichtiger – insbesondere schon bei der Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung – zu beachtender Punkt ist der Artenschutz. § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) normiert für besonders geschützte Arten wie zum Beispiel den Rotmilan ein grundsätzliches Tötungsverbot. Die Rechtsprechung stellt insoweit auf eine „signifikant erhöhte Mortalität“ ab, das heißt, dass naturschutzfachlich relevante Mortalitätsrisiken (beispielsweise die Bedrohung einer Population) von weniger bedeutsamen oder planerisch vernachlässigbaren Individuenverlusten zu unterscheiden sind.²¹⁰ Dabei kann es zum Beispiel auf artspezifische Empfindlichkeiten und Risiken wie Bewegungsmuster, Flughöhen oder Attraktionswirkungen durch Lichtsignale etc. ankommen. Für die Mortalitätsbewertung sind zudem populationsbiologische Parameter wie die natürliche Reproduktionsrate sowie naturschutzfachliche Parameter wie die konkrete Gefährdung, Seltenheit etc. zu berücksichtigen,²¹¹ da das Artenschutzrecht bei Windenergieanlagen strenge europäische Richtlinien umsetzt (zum Beispiel Tötungsverbot); dabei ist auch die Zulässigkeit/Unzulässigkeit zu prüfen. Bei Verstoß gegen das Tötungsverbot ist ein Vorhaben unzulässig, außer es liegen die Voraussetzungen für eine Ausnahme vor. Anders bei PV-Freiflächenanlagen (siehe auch 4.1.4): Die PV-Auswirkungen auf Natur und Landschaft sind in der Regel zu bilanzieren und gegebenenfalls zu kompensieren, führen aber in aller Regel nicht zu einer Unzulässigkeit des Vorhabens.

Des Weiteren ist der Schutz von Anwohnerinnen und Anwohnern im Hinblick auf Immissionsschutz ebenso wichtig. Dieses Thema wird durch die Einführung von Mindestabständen beziehungsweise die fortgesetzte Diskussion zu Abstandsregelungen von Siedlungen adressiert.

Die Beteiligung an der Aufstellung der Regionalpläne regeln die Landesplanungsgesetze. Danach sind im Regelfall bei der Aufstellung und (Teil-)Fortschreibung der Regionalpläne die Träger öffentlicher Belange (Gemeinden, Landkreise sowie weitere relevante Stellen), die anerkannten Naturschutzvereine (sowie weitere relevante Verbände und Vereinigungen) und die Öffentlichkeit einzubeziehen. Hierzu ist der Planentwurf inklusive Umweltbericht und Begründung bei den Regionalverbänden und in den Stadt- und Landkreisen auszulegen. Diese Beteiligung ist in vielen Bundesländern so gestaltet, dass die Regionalplanungsebene nicht an eine repräsentative (direkt gewählte) kommunale Vertretung gebunden ist und damit weniger als kommunale Selbstverwaltungs- und Gestaltungsebene denn als staatliche Raumordnung wahrgenommen wird, obwohl sie beides gleichermaßen entfalten soll.

Zu beachten ist, dass der Entwurf des Regionalplans zum Zeitpunkt der Auslegung bereits konkret ist. Bestimmte räumliche Festlegungen wurden bereits getroffen. Raumordnungspläne befinden sich im Spannungsfeld zwischen langfristiger Planung

²¹⁰ Vgl. BVerwG, Urteil vom 12.03.2008 - 9 A 3.06 -.

²¹¹ Vgl. Hentschel 2021.

der räumlichen Entwicklungen und kurzfristigeren Bedarfen, die dann durch Änderungen und Teilfortschreibungen angepasst werden müssen. Der Stand und das Alter der Raumordnungspläne sind in Deutschland sehr unterschiedlich.²¹²

4.1.2 Privilegierung von Windenergieanlagen nach § 35 Baugesetzbuch (BauGB)

Windenergieanlagen zählen seit 1997 gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB zu den privilegierten Vorhaben im Außenbereich. Darunter fallen alle Grundstücke, die weder im Geltungsbereich eines qualifizierten Bebauungsplans liegen noch zu einem zusammenhängend bebauten Ortsteil gehören. Außenbereichsvorhaben sind bauplanungsrechtlich zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen und die ausreichende Erschließung gesichert ist.

Soll die Nutzung der Windenergie im gesamten Planungsraum ermöglicht werden, so ist ein Tätigwerden der Planungsträger aufgrund der Privilegierung der Windenergieanlagen in § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB nicht notwendig. Die Genehmigung einer Anlage im Außenbereich hat sich sodann an den Vorgaben des § 35 BauGB zu orientieren. Die Privilegierung verleiht ihnen eine erhöhte Durchsetzungskraft gegenüber den in § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 bis Nr. 8 BauGB exemplarisch aufgeführten öffentlichen Belangen. Eine Steuerung der Errichtung von Windenergieanlagen findet damit nicht statt.

Um jedoch einer flächendeckenden Bebauung und damit der Gefahr einer regionalen Überbeanspruchung des Außenbereichs vorzubeugen, normiert § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB als gewisses Gegengewicht zur Privilegierung einen sogenannten Planvorbehalt. Planungsträgern wird hierdurch die Möglichkeit eingeräumt, Konzentrationszonen auszuweisen, welche die Bündelung der Windenergieanlagen in diesen Gebieten vorsehen, ihre Errichtung an anderer Stelle in der Regel jedoch ausschließen

Wird diese Konzentration zugleich mit einer Ausschlusswirkung für den übrigen Planungsraum verbunden, stehen den Windenergieanlagen außerhalb der ausgewiesenen Konzentrationszonen in der Regel öffentliche Belange entgegen, sodass eine Errichtung der Anlagen hier bauplanungsrechtlich unzulässig ist. Im ausgewiesenen Gebiet selbst hat diese Nutzung Vorrang.

4.1.3 Bauleitplanung nach dem BauGB

Die Bauleitplanung ist Aufgabe der Kommunen. Zweck der Bauleitplanung ist es, die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke auf lokaler Ebene vorzubereiten und zu leiten. Instrumente der Bauleitplanung sind Flächennutzungs- und Bebauungspläne.

Die Ausweisung von Konzentrationszonen für Windenergieanlagen in einer Kommune durch Flächennutzungspläne ist deutlich näher an der Bevölkerung als die Steuerung der Windenergienutzung auf Regionalplanungsebene. Sie ist flächenschärfer und wird von der Öffentlichkeit eher wahrgenommen. Für Freiflächen-Photovoltaikanlagen werden in der Regel allgemeine oder vorhabenbezogene Bebauungspläne aufgestellt,

²¹² Vgl. BBSR 2020.

um so auch den vergütungsrechtlichen Anforderungen des EEG gerecht zu werden.²¹³ Gegebenenfalls ist zudem eine Anpassung des Flächennutzungsplans erforderlich.

Rechtmäßige Bauleitpläne erfordern eine fehlerfreie Abwägung. Das gesamt-räumliche Planungskonzept für die Steuerung privilegierter Windenergieanlagen im Außenbereich mittels Konzentrationszonen muss diesen auch über Flächennutzungspläne substantiell Raum verschaffen. Insoweit kann auf die Ausführungen zur Regionalplanung verwiesen werden.

Bei der Aufstellung von Bauleitplänen erhält die Öffentlichkeit zweimal die Möglichkeit, sich zu beteiligen. Zunächst ist die Öffentlichkeit möglichst frühzeitig über die allgemeinen Ziele und Zwecke der Planung zu unterrichten. Dazu gehören unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten des Gebiets sowie die voraussichtlichen Auswirkungen der Planung gemäß § 3 Abs. 1 Satz 1 BauGB. Die Öffentlichkeit bekommt die Gelegenheit zur Äußerung und Erörterung. Dieser frühzeitigen Beteiligung schließt sich nach Vorliegen eines konkreten Planentwurfs die **förmliche Beteiligung** nach § 3 Abs. 2 BauGB an. Hierfür werden der Planentwurf mit Begründung, der Umweltbericht und wesentliche umweltbezogene Stellungnahmen einen Monat lang öffentlich ausgelegt. Die Auslegung umfasst nicht nur die Stellungnahmen der Behörden, sondern auch private Stellungnahmen, die im Rahmen der frühzeitigen Öffentlichkeitsbeteiligung abgegeben wurden.

Neben dieser formellen Beteiligung sind in der regionalen und kommunalen Regionalplanung jederzeit, das heißt vor und zwischen laufenden Planaufstellungsverfahren, informelle Beteiligungsverfahren möglich. Sie erlauben es insbesondere, nicht erst zu konkreten Flächenentscheidungen, sondern bereits zu den (weichen) Ausschluss- und eben auch Eignungs- und Gestaltungskriterien öffentliche Diskurse zu führen und Entscheidungen vorzubereiten. Die unter 3.2.6 beschriebenen Verfahren sind in der Regel als solche informellen Beteiligungsprozesse organisiert.

4.1.4 Bauleitplanung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen nach dem BauGB

Im Unterschied zu Windenergieanlagen, aber auch Biogasanlagen und Wasserkraftwerken sind Freiflächen-Photovoltaikanlagen keine im Außenbereich privilegierte Nutzung. Neben dem gewünschten Effekt, dass zur Nahrungsmittelproduktion geeignete Flächen nicht überbaut werden sollen, führt dies zu dem Vorbehalt, dass PV-FFA stets als Sonderbaugebiete in einem aufwendigen Bauleitplanverfahren (in der Regel Flächennutzungsplan und Bebauungsplan) ausgewiesen werden müssen. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass Landwirtinnen und Landwirte für entsprechende Flächen mit PV den Zugang zu Agrarsubventionen verlieren und diese ausgewiesenen Flächen als bauliche Inanspruchnahme (Flächenverbrauch) deklariert werden. Bei fortgesetzter landwirtschaftlicher Nutzung ist die landwirtschaftliche Förderung allerdings weiterhin notwendig, da die Landwirtschaft nicht rentabel betrieben werden kann. Gleiches gilt für die Förderung der APV, sodass zwei geförderte Nutzungsformen etabliert werden müssen.

²¹³ Vgl. Seht 2020.

Die hierdurch ausgelösten ökonomischen Zwänge legen eine möglichst intensive Nutzung der festgesetzten Flächen nahe, weshalb unter den aktuellen Bedingungen PV-FFA gebaut werden. Dadurch bleibt wenig Spielraum für naturschutz- und landschaftsgerechte sowie mehrfachnutzende Ausprägungen. Für Agri-PV gibt es aus energetischer Sicht keine optimale Nutzung, sondern die Anordnung der Solarzellen orientiert sich daran, dass ausreichend Licht die Pflanzen erreicht, um weiterhin guten Ertrag zu bringen.

Im Unterschied zur Windenergienutzung legt die Photovoltaik keine Großanlagen aus physikalischen Gründen nahe; abgesehen von den räumlich differenziert zu betrachtenden Einspeisebedingungen kann eine kleinräumliche Verteilung gegenüber dem Konzentrationsprinzip bei der Akzeptanz eine unterstützende Rolle spielen, da Anlagen mit mehreren Dutzend Hektar Flächengröße erhebliche visuelle und strukturelle Barrieren in der offenen Landschaft darstellen.

4.1.5 Hemmnisse auf Ebene der Regional- und Bauleitplanung mit Fokus auf Windenergieanlagen

Um die Klimaschutzziele des Klimaschutzgesetzes von August 2021 zu erreichen und die Energiewende weiter voranzubringen, werden umfangreiche neue Flächen insbesondere für Windenergieanlagen benötigt. Derzeit scheitert ein ambitionierter Windenergieausbau vor allem an einer mangelnden Ausweisung von Flächen mit ausreichendem Windangebot (attraktive Flächen mit guter Windhöflichkeit werden oftmals nicht ausgewiesen). Derzeit sind bundesweit 0,8 Prozent der Gesamtfläche ausgewiesen, aber nur 0,5 Prozent sind tatsächlich verfügbar. Hierbei bestehen folgende Hemmnisse:

- durch pauschale Priorisierung anderer Belange (militärische Nutzung, Radar, Wetterradar, Erdbebenmessstationen etc.) statt angemessener Einzelfallabwägung,
- aufgrund unklarer Regelungen bei der Beurteilung von Umweltauswirkungen (Schallemissionen, Gefahren für Vögel und Fledermäuse) und Befürchtungen bezüglich gesundheitlicher Auswirkungen,
- aufgrund langer Verfahren zur Ausweisung von Flächen auf der Planungsebene (bedingt durch die komplexen bestehenden Vorgaben unter anderem zum Naturschutz und zur Öffentlichkeitsbeteiligung sowie fehlende qualifizierte personelle Ressourcen in den Verwaltungen) sowie
- aufgrund unzureichender lokaler Akzeptanz, beispielsweise bezüglich der Veränderung des Landschaftsbilds oder der Implementierung von Windenergieanlagen in Waldgebieten (die in Mittel- und Süddeutschland dominieren).

Die Bundesregierung sieht nun vor, zwei Prozent der Landesfläche durch ein Wind-an-Land Gesetz gesetzlich zu verankern um ausreichend Flächen zu sichern.²¹⁴

²¹⁴ Vgl. BMWK 2022a.

4.2 Genehmigung

Neben den beschriebenen Planungsprozessen ist insbesondere die Genehmigung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ein rechtlicher Bereich, der für die Umsetzung der Energiewende von zentraler Bedeutung ist. Deshalb werden in diesem Teilkapitel die aktuell geltenden Anforderungen für Windenergieanlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und nach den Landesbauordnungen (LBauO) sowie die Funktion des Rechtsschutzes (Anfechtungsklagen) beschrieben und anschließend die wesentlichen Hemmnisse im Bereich von Genehmigungen dargestellt.

Errichtung und Betrieb von Windenergie- und Photovoltaikanlagen werden von unterschiedlichen Rechtsgebieten adressiert. Sowohl großflächige Photovoltaikanlagen (Freiflächenanlagen) als auch kleine Dach- oder Fassadenanlagen unterliegen nicht den Bestimmungen des BImSchG. Insofern benötigen sie für Errichtung und Betrieb keine immissionsschutzrechtliche Anlagengenehmigung, sondern sind gegebenenfalls im Baugenehmigungsverfahren nach den jeweiligen Landesbauordnungen auf ihre Umweltauswirkungen hin zu überprüfen. Die Baugenehmigung ist ein sogenannter begünstigender Verwaltungsakt mit drittbelastender Wirkung: Sie begünstigt den Bauherrn, der die Genehmigung erhält, belastet aber unter Umständen dessen Nachbarinnen und Nachbarn. Als sogenannte baurechtliche Unbedenklichkeitserklärung stellt sie rechtsverbindlich fest, dass das Vorhaben nicht in Widerspruch zu Vorschriften steht, die im bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren zu prüfen sind. Damit verfolgen die Baugenehmigungsverfahren – im Gegensatz zur Planung – die rechtliche Prüfung durch die Abarbeitung von Kriterien; in den Verfahren gibt es im Gegensatz zur Planung kaum Abwägungsspielraum.

Flächen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen stehen häufig schon in Konkurrenz mit anderen Nutzungen. Eine Lösung hierfür könnten PV-Anlagen mit intendierter Mehrfachnutzung der Fläche (Agri-PV, Floating-PV) sein. Diese wiederum werden in aktuellen Bauleitplanungen aufgrund ihrer Neuartigkeit noch nicht berücksichtigt.

4.2.1 Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

Windenergieanlagen unterliegen grundsätzlich der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungspflicht. Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung nach den §§ 4 ff. BImSchG ist eine gebundene Entscheidung. Das bedeutet, dass beim Vorliegen aller Tatbestandsvoraussetzungen die Genehmigung zu erteilen ist. Der zuständigen Behörde wird somit bei der Entscheidung über das Vorhaben kein Ermessensspielraum eingeräumt. An dieser Wirkung ändert auch der Umstand nichts, dass der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung planungsrechtliche Entscheidungen, die einem Planungsermessen unterliegen, vorgeschaltet sein können.

Gemäß § 6 Abs. 1 BImSchG setzt die Erteilung einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung voraus, dass die Erfüllung immissionsschutzrechtlicher Pflichten gesichert ist (Nr. 1) und andere öffentlich-rechtliche Vorschriften und Belange des Arbeitsschutzes der Errichtung und dem Betrieb der Anlage nicht entgegenstehen (Nr. 2).

Während sich die immissionsschutzrechtlichen Pflichten unter anderem auf die Einhaltung der Lärmrichtwerte der TA Lärm oder der Schattenwurfzeiten nach der Empfehlung des Länderausschusses für Immissionsschutz beziehen, sind auch andere öffentlich-rechtliche Vorschriften einzuhalten. Die laufende Forschung zu Geräuschbelastigungen durch WEA wird klären, ob eine Anpassung der TA Lärm an die Spezifika der WEA-Geräuschemissionen erfolgen sollte. Dies betrifft – je nach Standort – solche aus dem Bauplanungs- und Bauordnungsrecht, dem Bodenschutzrecht, dem Kreislaufwirtschaftsrecht, dem Naturschutz- und Landschaftspflegerecht, dem Straßen- und Wegerecht, dem Luftverkehrsrecht, dem Wasserrecht und dem Wasserstraßenrecht, dem Waldrecht, dem Denkmalschutzrecht und dem militärischen Schutzbereichsrecht.

Die Genehmigungsfähigkeit einer Windenergieanlage ist entweder im vereinfachten oder im förmlichen Genehmigungsverfahren zu prüfen. Das förmliche Genehmigungsverfahren unterscheidet sich vom vereinfachten Genehmigungsverfahren dadurch, dass eine Öffentlichkeitsbeteiligung zu erfolgen hat. Je nach Anzahl der Windenergieanlagen muss im Rahmen der Genehmigung eine Umweltverträglichkeitsprüfung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) durchgeführt werden, die wiederum zwingend eine Öffentlichkeitsbeteiligung erfordert.

Die gleichzeitige Errichtung mehrerer Windenergieanlagen unterliegt grundsätzlich einem vereinfachten Genehmigungsverfahren, also einem Verfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung. Erst das Errichten von mehr als zwanzig Windenergieanlagen auf einer Fläche oder die Feststellung der Behörde, dass auch die Errichtung einer geringeren Anzahl dieser Anlagen aufgrund wesentlicher Umweltauswirkungen einer Umweltverträglichkeitsprüfung bedarf, führt zu einem förmlichen Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung.

Seit August 2021 gelten für ein Repowering von Windenergieanlagen die Anforderungen des § 16b BImSchG. Als Repowering gilt allgemein die Modernisierung einer Anlage zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, wobei das Gesetz unter Modernisierung den vollständigen oder teilweisen Austausch von Anlagen oder Betriebssystemen und -geräten zum Austausch von Kapazität oder zur Steigerung der Effizienz oder der Kapazität der Anlage versteht. Für den Fall des vollständigen Ersatzes einer Windenergieanlage – in der Praxis wohl der Regelfall – formuliert Satz 2 des § 16b Abs. 2 BImSchG zusätzliche Anforderungen. Ein Repowering im Sinne der Norm liegt demnach nur dann vor, wenn die neue Anlage innerhalb von 24 Monaten nach dem Rückbau der Bestandsanlage errichtet wird und der Abstand zwischen der Bestandsanlage und der neuen Anlage höchstens das Zweifache der Gesamthöhe der neuen Anlage beträgt. Werden diese Anforderungen erfüllt, müssen nach § 16b Abs. 1 BIm-SchG auf Antrag des Vorhabenträgers im Rahmen des Änderungsgenehmigungsverfahrens im Sinne einer „Delta-Prüfung“ nur Anforderungen geprüft werden, soweit durch das Repowering im Verhältnis zum Status quo nachteilige Auswirkungen hervorgerufen werden und diese für die Prüfung der Anforderungen nach § 6 BImSchG erheblich sein können.²¹⁵

²¹⁵ Vgl. Hentschel 2021.

4.2.2 Baugenehmigungsverfahren nach den Landesbauordnungen für Windenergieanlagen und PV-Freiflächenanlagen

Moderne Windenergieanlagen – mit Ausnahme von Klein- und Kleinstwindenergieanlagen – sind in aller Regel höher als 50 Meter, sodass sie einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung bedürfen. Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung beinhaltet zugleich die Baugenehmigung und andere gegebenenfalls erforderliche Entscheidungen (Konzentrationswirkung nach § 13 BImSchG).

Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden als bauliche Anlagen im Sinne von § 2 Abs. 1 Musterbauordnung (MBauO) hingegen grundsätzlich durch ein bauordnungsrechtliches Genehmigungsverfahren zugelassen.

Die Baugenehmigung ist wie die Genehmigung nach dem BImSchG eine gebundene Entscheidung. Der zuständigen Behörde wird bei der Entscheidung über das Vorhaben kein Ermessensspielraum eingeräumt. Die Anforderungen zur Erteilung der Baugenehmigung ergeben sich aus den Landesbauordnungen. Bauliche Anlagen müssen den öffentlich-rechtlichen Vorschriften entsprechen, in erster Linie müssen also die bauordnungs- und bauplanungsrechtlichen Vorgaben erfüllt werden.

Aus bauordnungsrechtlicher Sicht gelten für sie die Abstandsvorschriften nach § 6 MBauO, die Vorschriften über die Standsicherheit nach § 12 MBauO sowie über den Brandschutz nach § 14 MBauO. Zudem sind Photovoltaikanlagen mit ihrer Umgebung so in Einklang zu bringen, dass sie das Straßen-, Orts- oder Landschaftsbild nicht verunstalten und deren beabsichtigte Gestaltung nicht stören (§ 9 Abs. 2 MBauO).

Bei PV-Freiflächenanlagen ist eine bauplanungsrechtliche Einschätzung im Wesentlichen davon abhängig, in welchem planungsrechtlichen Gebiet die PV-Anlagen errichtet werden sollen. Befindet sich das Vorhaben innerhalb eines qualifizierten Bebauungsplans gemäß § 30 Abs. 1 BauGB, so bestimmt sich die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit des Vorhabens allein nach dessen Festsetzungen. Die Art der baulichen Nutzung erfolgt hier in aller Regel über die Festsetzung eines Baugebiets nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO). Im unbepflanzten Innenbereich wird die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von Photovoltaikanlagen anhand der Vorgaben in § 34 BauGB bestimmt. Hiernach ist eine solche Anlage zulässig, wenn sie sich nach Art und Maß der baulichen Nutzung in die Eigenart der näheren Umgebung einfügt oder diese einem der Baugebietskategorien der BauNVO entspricht. Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind im Gegensatz zu Windenergieanlagen im Außenbereich nicht ausdrücklich nach § 5 Abs. 1 BauGB privilegiert zulässig. Für sie gilt damit grundsätzlich, dass der Außenbereich von jeglicher Bebauung freizuhalten ist. Für Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden daher regelmäßig Bebauungspläne aufgestellt. Dies ist im Übrigen auch eine der Voraussetzungen nach § 37 EEG für die Teilnahme an den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur und nach § 48 EEG 2021 für eine sonstige finanzielle Förderung. Im Gegensatz zu Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist die Nutzung solarer Strahlungsenergie in, an und auf Dach- und Außenwandflächen von zulässigerweise genutzten Gebäuden im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB privilegiert, wenn die Anlage dem Gebäude baulich untergeordnet ist.

Die Bundesländer haben Solarenergieanlagen auf und an Gebäuden beziehungsweise in oder an Dach- und Außenwandflächen in ihren Bauordnungen bis zu einer bestimmten Größe grundsätzlich genehmigungsfrei gestellt. Manche Bundesländer stellen die Genehmigungsfreiheit unter den Vorbehalt, dass die Anlage nicht an oder in der Nähe eines Kulturdenkmals angebracht wird.

Herausforderungen im Genehmigungsverfahren stellen sich für Agri-PV- und Floating-PV-Anlagen. Während erstere bauordnungsrechtlich zu genehmigen sind, unterliegen Errichtung und Betrieb von schwimmenden Photovoltaikanlagen den wasserrechtlichen Anforderungen.

Das bauordnungsrechtliche Genehmigungsverfahren kennt bisher keine Öffentlichkeitsbeteiligung und auch keine Umweltverträglichkeitsprüfung. Beteiligt werden neben der Antragstellerin oder dem Antragsteller nur die unmittelbar betroffenen Nachbarinnen und Nachbarn.

4.2.3 Rechtsschutz

Vor allem die Zulassung von Windenergieanlagen ist häufig Gegenstand verwaltungsgerichtlicher Streitigkeiten. Anwohnerinnen und Anwohner können zum Beispiel über Anfechtungsklagen nach § 42 Abs. 1 Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO) geltend machen, dass durch eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung Abstandsvorschriften verletzt werden oder unzumutbare Geräuschbelästigungen zu befürchten sind. Anerkannte Umweltverbände können nach dem Umweltrechtsbehelfsgesetz (UmwRG) grundsätzlich eine vollständige Überprüfung der Zulassungen einschließlich der regionalplanerischen Entscheidungen verlangen. Der Gesetzgeber hat den Instanzenzug 2020 verkürzt, indem die Oberverwaltungsgerichte in erster Instanz für Klagen gegen die Zulassung von Windenergieanlagen zuständig sind (§ 48 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3a VwGO).

4.2.4 Hemmnisse bei den Genehmigungsverfahren

Zentrale Hemmnisse bei der Genehmigung von Windenergie- und Photovoltaikanlagen sind die lange Genehmigungsdauer und die durch Klagen blockierte Nutzung der Genehmigung. Faktoren hierfür sind unter anderem:

- Die komplexen bestehenden Vorgaben unter anderem zur Beurteilung von Umweltauswirkungen (Schallemissionen, Gefahren für Vögel und Fledermäuse) und von gesundheitlichen Auswirkungen sowie fehlende qualifizierte personelle Ressourcen in den Verwaltungen verhindern eine zügige Prüfung und Genehmigung von Windenergieanlagen.
- Häufig spielt mangelnde Akzeptanz bei einzelnen Akteurinnen und Akteuren beziehungsweise Akteursgruppen eine zentrale Rolle und geht mit umfangreichen Klagen im Genehmigungsverfahren und hoher Klagebereitschaft insbesondere gegen Windenergieanlagen einher.
- In Verwaltungen führt die Angst vor drohenden gerichtlichen Verfahren (aufgrund von Verfahrensmängeln) dazu, beispielsweise erneut Gutachten einzuholen. Dadurch verlängern sich die Genehmigungsverfahren.

- Gerichtliche Verfahren gegen Genehmigungen verhindern deren zeitnahe Nutzung.
- Bei PV-Anlagen mit intendierter Mehrfachnutzung der Fläche (Agri-PV, Floating PV) bestehen vor allem Unsicherheiten bei Genehmigungsbehörden in Bezug auf die zu prüfenden rechtlichen Anforderungen, zum Beispiel hinsichtlich Nutzungsänderungen.
- Zudem verhindern entgegenstehende lokale Verordnungen (zum Beispiel Stellplatzverordnungen bei PV-Parkplatzüberdachungen) schnelle Genehmigungserteilungen, weil sie gegebenenfalls erst geändert oder aufgehoben werden müssen.
- Die neuen rechtlichen Vorgaben zum Repowering von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien werfen aufgrund vieler Unstimmigkeiten verschiedene rechtliche Probleme in ihrer Anwendung auf.
- Personalmangel in den Behörden durch Kapazitätsabbau führt dazu, dass in Immissionsschutzbehörden, Bauämtern sowie mitwirkenden Behörden (Naturschutz/Denkmalschutz etc.) die Kapazitäten nicht mehr ausreichen.

4.3 Regulatorischer Handlungsraum für den beschleunigten Ausbau

Aufgrund der in den Kapiteln 4.1.5 und 4.2.4 genannten Probleme ist es erforderlich, zeitnah die rechtlichen Grundlagen zur Planung und Genehmigung von Windenergie- und Photovoltaikanlagen (neben Freiflächen- auch Agri- und Floating-PV) zu überarbeiten und damit den Ausbau zu beschleunigen. Folgende regulatorische Handlungsräume sind dabei zu adressieren:

Ausbauziele aus dem EEG in Flächenziele für die Länder übersetzen: Da nicht gewährleistet ist, dass die jeweils tatsächlich ausgewiesenen Potenzialflächen aller Bundesländer ausreichen, um in der Summe die auf Bundesebene verankerten Ausbauziele der erneuerbaren Energien zu erreichen, ist die Einführung eines neuen Mechanismus erforderlich, der die im EEG genannten Ausbauziele in die Fläche und bezogen auf die einzelnen Bundesländer übersetzt. Ein solches Mengengerüst ist transparent zu entwickeln. Ansätze hierfür werden in der Literatur bereits für die Windenergie diskutiert,^{216,217} sind aber auch auf die PV auszuweiten.²¹⁸ Der Zubau von Windenergieanlagen könnte dadurch – jenseits der Berücksichtigung ökonomischer Aspekte – gleichmäßiger auf die Bundesländer verteilt werden und damit die wahrgenommene Verteilungsgerechtigkeit insbesondere in den Bundesländern positiv beeinflussen, wo bereits ein starker Ausbau stattgefunden hat.²¹⁹ Hierbei sind ebenfalls frühzeitig Naturschutzbelange zu integrieren. Wie dies aussehen könnte, wurde in einem Debattenpapier von der Hochschule Ostwestfalen-Lippe erarbeitet.²²⁰ Ein Planspiel unter Expertinnen und Experten zur Erarbeitung von Kriterien zeigte, dass derzeit die Kriterien

²¹⁶ Vgl. SRU 2022.

²¹⁷ Vgl. Kment 2020.

²¹⁸ Vgl. Wagner 2021.

²¹⁹ Vgl. Lehmann et al. 2021.

²²⁰ Vgl. BfN 2021.

zur räumlichen Verteilung unterschiedlich bewertet werden.²²¹ Um eine gesamtgesellschaftlich und überregional transparente Entwicklung zu gewährleisten, sollten flankierende informelle Informationsaktivitäten diesen Prozess begleiten; daneben kommen Planungszellen/Bürgergutachten zur partizipatorischen Einbindung in Betracht. Hinsichtlich des Mengengerüsts und des Verteilungsschlüssels auf die Bundesländer gilt es auch, das Systemwissen aller Bürgerinnen und Bürger durch interaktive Informations- und Beteiligungsangebote zu fördern.

Planung von Windenergie- und Photovoltaikprojekten beschleunigen: Die Planungspraxis auf der Regionalebene sollte vorausschauender und langfristiger erfolgen und frühzeitig die Nutzung von Flächen für Windenergie und Photovoltaik-Freiflächenanlagen priorisieren. Dazu sollten klare bundesweite Kriterien für Naturschutz, Konzentrationszonen und Beteiligungsverfahren gelten. Weiterhin erfordert die Regionalplanung mehr Möglichkeiten zu einer schnelleren Anpassung an zum Beispiel höhere Ausbauziele (unter anderem auf der Bundes- und Landesebene), aber auch eine Heilung von Fehlern, orientiert an der Fehlerlehre des Bauplanungsrechts. Für diese Beschleunigung braucht es mehr qualifiziertes Personal, um notwendige Prüfungen schneller sachgerecht vornehmen und rechtssichere Entscheidungen treffen zu können. Die Behörden sind mit den komplexer werdenden Verfahren derzeit überlastet.

Genehmigung von Windenergie- und Photovoltaikprojekten beschleunigen: Für die Genehmigung, die auf lokaler Ebene bearbeitet wird, gibt es den größten Bedarf, klare Entscheidungskriterien zu Abständen, Artenschutz etc. an die Hand zu geben. Liegen diese vor, kann dadurch ebenfalls eine Beschleunigung bei der Zulassung von Einzelvorhaben erreicht werden. Auch auf der lokalen Ebene braucht es mehr qualifiziertes Personal, um notwendige Prüfungen zu beschleunigen und rechtssichere Genehmigungen zu erteilen.

Beteiligung als Bestandteil künftiger Planungs- und Genehmigungsverfahren: Eine früh ansetzende, proaktive und partizipatorische Planungskultur kann großes Unterstützungspotenzial für den Klimaschutz und den Ausbau der erneuerbaren Energien mobilisieren und zur Konfliktvermeidung beitragen. Frühzeitige und umfassende Beteiligung im Genehmigungsverfahren kann zur Reduzierung von Klagen beitragen, was wiederum ermöglicht, die Genehmigungen schneller zu nutzen und die Anlagen zu errichten und zu betreiben. Eine solche frühzeitige Beteiligung bedarf aufseiten der Behörde geschulten Personals, aber auch eines rechtlichen Rahmens, damit Behörden und Vorhabensträger die von den Bürgerinnen und Bürgern entwickelten Konzepte und Lösungen positiv aufgreifen, mittragen und in laufende Verfahren integrieren.

Im Rahmen des EEG sollte Kommunen (anders als die geltende optionale Regelung in § 6 EEG) verbindlich angeboten werden, sich wirtschaftlich am Ausbau der Windenergie und der Freiflächen-PV zu beteiligen, um damit Wertschätzung für den Beitrag zur Erreichung der gesamtgesellschaftlichen Herkulesaufgabe der Energiewende zum Ausdruck zu bringen und lokale, proaktive Akteurinnen und Akteure zu unterstützen.

221 Vgl. Lehmann et al. 2021.

5 Handlungsoptionen

Ein stark beschleunigter Ausbau der Windenergie- und Photovoltaikanlagen ist dringend notwendig, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Grundlegende Voraussetzung ist neben der ökonomischen und technischen Machbarkeit der Transformation des Energiesystems in diesem Zusammenhang auch die Bewahrung der Versorgungssicherheit. Zugleich erfordert ein beschleunigter Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen eine adäquate Berücksichtigung von Aspekten wie Akzeptanz, Beteiligung und Transparenz bei Planungs- und Genehmigungsprozessen und einen entsprechenden rechtlich-ökonomischen Rahmen. Dabei hat die AG den Ansatz einer neuen Planungskultur mit entsprechender Verantwortungsarchitektur entwickelt, der es ermöglichen soll, die gesamtgesellschaftlich hohe Akzeptanz in eine neue, faire und proaktive Planungspraxis münden zu lassen. Planungskultur umfasst die Gesamtheit aller an der räumlichen Planung beteiligten Akteurinnen und Akteure, Abläufe, Regeln und Verständnisse.²²² Damit wird betont, dass in Planungsprozessen stets – informelle *und* formelle – Verfahren *und* Kontexte zusammenwirken. Formelle Planung umfasst dabei Planungsverfahren und ihre Festlegungen, die auf der Grundlage von Gesetzen (Baugesetzbuch, Naturschutzgesetz usw.) durch Beschlüsse von Gebietshoheiten (Planungsträger) erfolgen, während informelle Planung Planungsprozesse und Ergebnisse umfasst, die ebenfalls durch Beschlüsse von Planungsträgern, jedoch ohne gesetzliche Verpflichtung erfolgen und vor allem dem Ziel dienen, im Vorfeld von formellen Planungen zur (öffentlichen oder politischen) Information, Vermittlung und Willensbildung beizutragen.

Der beschleunigte Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen erfordert einen Systemwandel des Energiesystems: Fluktuierende erneuerbare Energien werden zukünftig das Stromnetz dominieren, die Sektoren Verkehr und Wärme werden sich stärker verkoppeln, Erneuerbare-Energien-Anlagen werden als präserter im Landschaftsbild wahrgenommen und geografisch breiter verteilt sein als im derzeitigen fossillastigen Energiesystem.

Die AG versucht mit 12 Handlungsoptionen in 4 Handlungsfeldern diesem Systemwandel gerecht zu werden und wichtige Ausbauehemmnisse zu adressieren.

Mit dem **Handlungsfeld 1 „Planungs- und Genehmigungsprozesse transformieren“** werden Barrieren im aktuellen Genehmigungs- und Planungs geschehen (Verzögerung durch umfangreiche Einwendungen sowie Personal- und Fachkräftemangel) aufgegriffen und Ansätze für eine zielorientierte Planungspraxis mit ausreichend personellen Ressourcen dargelegt.

²²² Vgl. Othengrafen/ Reimer 2018.

Im **Handlungsfeld 2 „Mit Beteiligung eine neue, proaktive Planungskultur stärken“** werden mit vier Handlungsoptionen Möglichkeiten aufgezeigt, wie die aktuell hohe gesamtgesellschaftliche Akzeptanz auch bei beschleunigtem Ausbau im Rahmen einer neuen, fairen und proaktiven Planungskultur erhalten und durch Teilhabe auf regionaler und lokaler Ebene gefördert werden kann.

Mit dem **Handlungsfeld 3 „Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen“** wird der Situation Rechnung getragen, dass nach aktueller Rechtslage und Planungspraxis nicht sichergestellt ist, dass ausreichende Flächen für einen zügigen und von gesamtgesellschaftlicher Akzeptanz getragenen Ausbau der Windenergie und Photovoltaik zur Verfügung stehen. Mit Blick auf einen nachhaltigen Ausbau erscheint hier eine konsequente Mehrfachnutzung sinnvoll, das heißt, es sollten Voraussetzungen geschaffen werden, um bereits bebaute Flächen nutzen zu können, und Synergien mit weiteren Nutzungsformen (Landwirtschaft, Biodiversitätsschutz) sowie Hybridnutzungen ermöglicht werden.

Schließlich werden **im Handlungsfeld 4 „Das Energiesystem vollständig auf erneuerbare Energien ausrichten“** Handlungsoptionen für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit und die Schaffung eines einheitlichen regulativen Rahmens für den Strommarkt aufgezeigt, die der Tatsache Rechnung tragen, dass die fluktuierenden erneuerbaren Energien mit rund 50 Prozent mittlerweile die Hauptträger der Stromversorgung darstellen. Dieser Anteil wird bei steigendem Strombedarf weiter zunehmen, sodass Strom die Basis für die Energiewende in allen Sektoren bilden wird. Die Diskussion der Versorgungssicherheit wird erweitert betrachtet, sodass dazu auch Energiesouveränität und Importe von Photovoltaikmodulen adressiert werden.

Folgende Handlungsfelder und Handlungsoptionen (HO) wurden entwickelt und werden im Folgenden vorgestellt:

<p>Handlungsfeld 1: Planungs- und Genehmigungsprozesse transformieren</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • HO 1.1 – Planung durch eine nachhaltige, integrative Planungskultur mit klaren Naturschutzvorgaben beschleunigen • HO 1.2 – Personal- und Fachkräftemangel angehen, Expertise auf- und ausbauen
<p>Handlungsfeld 2: Mit Beteiligung eine neue, proaktive Planungskultur stärken</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • HO 2.1 – Nachvollziehbarkeit und Verstehen durch interaktive Informationsangebote stärken • HO 2.2 – Vertrauen und Einverständnis in Veränderung durch Partizipation erhalten und fördern • HO 2.3 – Kommunen die finanzielle Teilhabe an den Erträgen ermöglichen • HO 2.4 – Bürgerenergiegemeinschaften erweitern und Bürgerenergieunternehmen stärken
<p>Handlungsfeld 3: Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • HO 3.1 – Flächen für Windenergie- und PV-Freiflächen-Anlagen durch Flächenziele für Bund und Länder bereitstellen • HO 3.2 – Mehrfachnutzungen von bereits genutzten Flächen ermöglichen • HO 3.3 – Umfassende Erschließung der Solarpotenziale auf Gebäudedächern
<p>Handlungsfeld 4: Das Energiesystem vollständig auf erneuerbare Energien ausrichten</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • HO 4.1 – Systemdienstleistungen durch Windenergie- und PV-Anlagen ermöglichen • HO 4.2 – Gesetzesrahmen für den Strommarkt erneuern und vereinheitlichen • HO 4.3 – Risiken durch die Importabhängigkeit bei PV-Anlagen evaluieren

Tabelle 5: Übersicht der 4 Handlungsfelder und 12 Handlungsoptionen (HO)

Handlungsfeld 1: Planungs- und Genehmigungsprozesse transformieren

In Kapitel 4 wurden die formellen Planungsprozesse (Regional- und Bauleitplanung) sowie die Genehmigungsverfahren gemäß immissionsschutzrechtlichen Vorgaben beziehungsweise Baugenehmigungen einzelner Vorhaben beschrieben.

Aktuell sind die Prozesse der Genehmigung und Umsetzung von Freiflächen-Photovoltaik- und Windenergieprojekten zu langatmig. Die komplexen bestehenden Vorgaben unter anderem zum Naturschutz und zur Öffentlichkeitsbeteiligung überfor-

dern teilweise die Genehmigungsbehörden und verzögern Planungs- und Genehmigungsprozesse. Derzeit liegt bei Windenergievorhaben die Gesamtzeit vom Planungsbeginn bis zur Umsetzung für Windenergieanlagen bei etwa 3 bis 5 Jahren.²²³ Genehmigungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung dauern aktuell in Deutschland durchschnittlich 21,5 Monate (Stand 2020).²²⁴ Hebel zur Beschleunigung sind die **Bündelung der Planungspraxis auf der Regionalebene** und eine **Verstärkung der Personalressourcen für Genehmigungen**, da der Fachkräftemangel auch in diesen Bereichen spürbar ist und durch komplexer werdende Arbeitsprozesse steigt.

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt, steuert die Regionalplanungsebene die Ausweisung von Vorrang- und Eignungsgebieten, um Konflikte mit anderen raumbedeutsamen Nutzungen unter Beteiligung der Kommunen, der Öffentlichkeit sowie weiterer Behörden und Träger öffentlicher Belange²²⁵ aufzulösen oder zu minimieren.

Auf der formellen Planungsebene, insbesondere auch bei der Ausweisung von Konzentrationszonen mit Ausschlusswirkung, ist eine gerechte Abwägung der öffentlichen Interessen (zum Beispiel Umweltauswirkungen) mit privaten Belangen (zum Beispiel Bauvorhaben) jeweils gegen- und untereinander notwendig und die Voraussetzung für eine rechtmäßige Steuerungswirkung (Konzentration und Ausschluss). Um den Anforderungen des Abwägungsvorgangs gerecht zu werden, muss das Planungskonzept nicht nur darüber Auskunft geben, auf welchen Erwägungen die positive Standortzuweisung von Windenergieanlagen basiert, sondern auch die Gründe aufzeigen, die für die beabsichtigte Freihaltung des übrigen Planungsraums von Windenergieanlagen sprechen. Die negative und die positive Komponente der festgelegten Konzentrationszonen für Windenergieanlagen bedingen somit einander, die Privilegierung im Außenbereich bestärkt den Ausbau. **Beschleunigungsmöglichkeiten bestehen auf der Regionalplanungsebene** insbesondere in einer veränderten Praxis bei den Umweltverträglichkeitsprüfungen, im Prozess der Anpassung von Regionalplanung (unter anderem an höhere Ausbauziele auf der Landesebene) sowie in der Heilung von Fehlern in den Plänen.

Zudem erfordert ein beschleunigter Ausbau von Windenergie und Photovoltaik einen zeitnahen **Ausbau qualifizierter personeller Ressourcen in Behörden und Unternehmen**. Aktuell bestehen unter anderem bei den Umweltprüfungen personelle Engpässe, die die Bearbeitung zusätzlich verzögern. Die umfang- und detailreichen Planungs- und Genehmigungsverfahren sind nur durch ausreichendes und entsprechend qualifiziertes Personal ohne Zeitverzögerung und rechtssicher abzuschließen.

HO 1.1 – Planung durch eine nachhaltige, integrative Planungskultur mit klaren Naturschutzvorgaben beschleunigen

Herausforderung: Die Prozesse der Planung dauern lang. Die Beschleunigung erfordert bei der Planung (die Nutzungskonkurrenzen auflöst, Flächen zur Verfügung stellt und dabei auf politischen Willen angewiesen ist) andere Zielsetzungen als bei der

²²³ Vgl. FA Wind 2015.

²²⁴ Vgl. FA Wind 2020b.

²²⁵ Behörden und solche Stellen, denen durch Gesetze öffentliche Aufgaben zugewiesen sind.

Genehmigung (Abarbeitung von Kriterien, kaum Entscheidungsspielraum). Möglicher Ansatzpunkt für die Verfahrensbeschleunigung ist eine veränderte Praxis bei der Umweltprüfung im Rahmen der Aufstellung von Raumordnungsplänen. Diese Prüfungen bedeuten, dass mit großem Zeitaufwand entsprechende Gutachten erstellt werden müssen (gegebenenfalls über mehrere Jahre hinweg). Sie sind aufgrund von dynamischen Änderungen der betrachteten Fauna (zum Beispiel veränderte Flächennutzung von Vögeln, Ansiedeln vorher nicht vorhandener gefährdeter Arten) auch nicht zwingend abschließend und bedürfen gegebenenfalls einer wiederholten Anpassung. Artenschutz- und Naturschutzbelange geben häufig Anlass für Rechtsstreitigkeiten und verhindern damit ein zeitnahes Inkrafttreten der Planung.

Dabei ist nicht der Arten- und Naturschutz an sich der hemmende Faktor; es sind vielmehr unklare und offene Vorgaben vor allem des Naturschutzrechts, dessen Anwendung den Behörden schwerfällt. So fehlen zum Beispiel bundesweit einheitliche untergesetzliche und allgemein anerkannte Methodenstandards,²²⁶ die eine rechtssichere artenschutzfachliche Einzelfallprüfung gewährleisten, oder es bestehen Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Bewertung des signifikant erhöhten Tötungsrisikos bestimmter Vögel an Windenergieanlagen und dessen Vermeidung durch die Festlegung von Abständen.²²⁷

Des Weiteren führt die bisherige Rechtssituation (Bauplanungsrecht) dazu, dass die Aufgabe der Behörden vor allem darin besteht, Eingriffe in das Landschaftsbild abzuwehren. Entsprechend konservativ und vorsichtig erfolgen Planungsverfahren und Flächenausweisungen.

Zudem sehen Planungsträger ihre Aufgabe (gestützt zum Teil auf politische Vorgaben oder solche aus Windenergie-Erlassen) in der Praxis häufig darin, bei der Festlegung von Konzentrationszonen mit Ausschlusswirkung Eingriffe in das Landschaftsbild dadurch abzuwehren, dass kleine Flächen für Einzelanlagen von vornherein aus der Planung ausgeschlossen werden. Auch das führt zu eher vorsichtigen und konservativen Flächenausweisungen.

Hemmend wirkt in der Praxis auch, dass Regionalpläne (genauso wie Bauleitpläne) aufgrund formeller Fehler, der fehlerhaften Einstufung harter und weicher Tabukriterien sowie infolge von Abwägungsmängeln häufig für rechtswidrig erklärt werden.^{228,229,230} Die Anpassung von Regionalplänen (gegebenenfalls auf Basis der gerichtlichen Entscheidungen) ist langwierig, ebenso wie die Heilung von Planungsfehlern.

Lösungsansätze: Zur Beschleunigung des Ausbaus der Windenergie (aber auch von Freiflächen-Photovoltaik) ist eine vorausschauende und integrative Planung auf Ebene der Regionen unter Beteiligung der Kommunen notwendig. Wir verwenden deshalb den Begriff der integrativen Planungskultur: Dazu muss die formelle Planung die politischen Vorgaben für den Ausbau erneuerbarer Energien kontinuierlich integrieren, so wie sie im EEG festgeschrieben und für die Zielerreichung im Klimaschutz bis 2045

²²⁶ Erste Ansätze finden sich hier.

²²⁷ Die Anwendung des sogenannten Helgoländer Papiers ist umstritten, auch auf Planungsebene. Hier gehen die Bundesländer unterschiedliche Wege und weichen teilweise von den Empfehlungen des Helgoländer Papiers ab.

²²⁸ Vgl. FA Wind 2016.

²²⁹ Vgl. Wegner 2016.

²³⁰ Vgl. Wegner 2018.

notwendig sind. Weiter bedarf es klarer, bundesweit einheitlich geltender Kriterien für Naturschutzbelange, Konzentrationszonen und Beteiligungsverfahren, die auf einem langfristigen Planungsansatz beruhen und auf dieser Basis die Nutzung von Flächen für Windenergie- und Freiflächen-PV (künftig je nach Ausgestaltung auch Agri-PV) priorisieren.

Angelehnt an die Idee der städtebaulichen Ordnung können neben der bisher üblichen Praxis einer Mindestanzahl an Windenergieanlagen (üblicherweise drei) für eine Konzentrationszone auch **Einzelstandorte für Windenergie** berücksichtigt werden, soweit diese einem städtebaulich-landschaftsstrukturellen Ordnungsprinzip folgen. Über die Erleichterung von Abweichungen von Zielfestlegungen auf regional-planerischer Ebene (Ausweisung sogenannter Konzentrationszonen) könnten Kommunen somit von der abschließenden Regionalplanung abweichen; dadurch wird ihnen ein größerer Entscheidungsspielraum ermöglicht (wenn beispielsweise in einem kommunalen Energiekonzept „passende Standorte“ identifiziert werden können). Bei der konkreten Ausgestaltung könnte dabei entweder den Kommunen ermöglicht werden, zusätzlich zu Flächen der Regionalplanung Einzelstandorte auszuweisen. Alternativ könnten in Regionalplänen schon Einzelstandorte mitberücksichtigt werden.

Pauschale Abstandsregelungen bringen meist keine Steigerung der Akzeptanz mit sich, schränken jedoch die infrage kommenden Flächen teils erheblich ein.^{231,232} Lokale Lösungsansätze statt Pauschalregelungen für Siedlungsabstände können die lokale Akzeptanz erhöhen. In diesem Zusammenhang sollten ebenfalls die landesplanerischen Vorgaben überprüft werden, um nicht pauschal die besten Standorte (Wald, exponierte Standorte) für die Windenergienutzung aus Landschaftsschutzgründen auszuschließen.

Die **Regionalplanung** kann mit klaren ordnungspolitischen Vorgaben gestärkt werden. Klar definierte Aufgaben für die Regionalplanungsebene vermeiden zusätzliche oder für die Planungsebene unnötige Prüfungen, wie sie aktuell in der Praxis anzutreffen sind, um Klagen vorzubeugen. Zu nennen sind hier beispielsweise klare Vorgaben für die Beteiligung, mit deren Hilfe die Standorte festgelegt werden.

Für die Integration nationaler und landespolitischer Ausbauziele für Photovoltaik und Windenergie, die im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit gemäß EEG festzulegen und für deren Umsetzung die Länder verantwortlich sind, müssen die **Regionalpläne** angepasst werden. Diese Verfahren dauern aktuell sehr lang. Die Anpassung kann durch die Fokussierung auf begrenzte Regionalpläne (sogenannte sachliche Teilregionalpläne, die speziell das Thema Erneuerbare-Energien-Versorgung adressieren und damit nicht alle anderen Nutzungen ebenfalls neu ordnen) beschleunigt werden. Zudem werden Regelungen benötigt, die es ermöglichen, Fehler bei der Aufstellung von Regionalplänen nachträglich zu heilen. Aktuell ist der gesamte Regionalplan neu aufzustellen, wenn er an einem – wenn auch „nur“ formalen – Fehler leidet. Die Einführung von Heilungsvorschriften in das Raumordnungsgesetz entsprechend den Regelungen im Baugesetzbuch zur Bauleitplanung (§§ 214–216 BauGB) kann diesen Prozess beschleunigen. Auch gilt es, die Möglichkeiten zusätzlicher Flächenausweisung

²³¹ Vgl. Hoen et al. 2019.

²³² Vgl. Hübner/ Pohl 2015.

bei einer bereits vorhandenen Konzentrationszonenplanung zu erleichtern, ohne das bestehende Plankonzept aufzuheben und komplett neu aufstellen zu müssen, um so zügig weitere Flächen für die Nutzung der erneuerbaren Energien zu öffnen.

Einen weiteren Bestandteil der integrativen Planungskultur stellt die Nutzung informeller Beteiligung dar. Regionalplanung braucht Unterstützung bei der Umsetzung von **informellen Beteiligungsformaten**. Die Träger der Regionalplanung und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind damit zum Teil personell, aber auch fachlich überfordert.²³³ Zudem ist es notwendig, die Kommunen darin zu unterstützen, ein für sie passendes Konzept der Windenergienutzung auszugestalten, und damit Einigkeit unter den Flächeneigentümerinnen – und Eigentümern sowie wirtschaftliche kommunale beziehungsweise Bürgerbeteiligung herzustellen. Um die standardmäßige informelle Beteiligung²³⁴ der lokalen Akteurinnen und Akteure (vgl. HO 2.2. und 2.3 zur Modernisierung der Beteiligungskultur mit digitalen Angeboten) im Planungs- und Genehmigungsprozess für Wind- und große PV-Anlagen zu ermöglichen, sollten die Länder Mittel zur Verfügung stellen, die einen Einsatz von professionellen und allparteilichen Dritten (Mediatoren, Moderatorinnen, Coaches und andere) finanzieren können, um vor Ort Regionalplanungsbehörden, gegebenenfalls aber auch Kommunen bei ihrer (informellen) Kommunikation, der frühen Visualisierung (unter anderem Ausweisung von Eignungsflächen) und bei Bedarf der Mediation zu unterstützen. Zudem können diese Dritten die jeweiligen Verantwortlichen dahingehend beraten, welcher Grad der Beteiligung bei den einzelnen Planungs- und Genehmigungsschritten umgesetzt werden sollte.

Der Verlust an biologischer Vielfalt ist ein großes Problem in Deutschland; die zentrale Ursache für die Gefährdung von Vogelarten ist aber nicht die Windenergie. Der **Natur- und Artenschutz** kann mit klaren Kriterien als Entscheidungsgrundlage insbesondere für die Planung ausgestattet werden. Darunter würde zum Beispiel die flächendeckende Kartierung sensibler Räume fallen, um diese Gebiete von den Windausbaugebieten zu trennen. Dichtezentren für windenergieempfindliche Arten definieren die Entscheidungsgrundlage anhand der Populationsdichte (unter anderem flächendeckende Artenschutzkarte mit Kartierung sensibler und weniger sensibler Räume, um diesen Prozess zu beschleunigen, Einbau von Vogelerkennungssystemen). So könnten durch geeignete, kurzfristige Maßnahmen in der Landnutzung Populationsüberschüsse gefördert werden, die Verluste in anderen Gebieten, die bis zur technischen Ausreifung von Einrichtungen (wie zum Beispiel Identiflight) zur Vogelschlag-Vermeidung eintreten, ausgleichen können. Beim Artenschutz sollte der Populationsschutz Vorrang vor dem Schutz von Individuen erhalten. Um mehr Rechtssicherheit beim Artenschutz zu erreichen, zugleich aber rechtssichere Entscheidungen treffen zu können, muss dessen Prüfung in der Praxis (inklusive der Erteilung von Ausnahmen) auf bundesrechtlicher Ebene einheitlichen Vorgaben im Einklang mit EU-Recht unterstellt werden. Ebenso müssen die indirekten positiven Auswirkungen der Windenergie auch für den Naturschutz in der Abwägung eine stärkere Berücksichtigung finden. Auf Genehmigungsebene würden klare Anleitungen zur Erfassung der Arten sowie Maßstäbe und Kriterien für die Bewertung die Prüfung erleichtern und

²³³ Vgl. Leibenath 2019.

²³⁴ Vgl. FA Wind 2019a.

auch mehr Klarheit bringen, um gegebenenfalls eine artenschutzrechtliche Ausnahme zu prüfen.

Akteure: Der Bund sollte die rechtlichen Voraussetzungen schaffen, damit Vorgaben zum Natur- und Artenschutz einheitlich für alle Bundesländer gelten. Zudem sollten planungsrechtliche Vorgaben ermöglichen, abweichend von Konzentrationszonen für Einzelanlagen Flächen auszuweisen und zu nutzen. Hierzu müssen vor allem landesrechtliche Regelungen angepasst werden. Die Länder müssen Mittel für die Qualifikation ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie für den Einsatz kompetenter Dritter zur Unterstützung von Beteiligungsmaßnahmen auf Regionalplanungsebene und in Kreisen und Kommunen bereitstellen (zum Beispiel Forum Energiedialog für Kommunen in Baden-Württemberg, vgl. HO 2.2).

Intendierte Wirkung: Durch die integrierte Planungskultur können mehr Flächen für Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen (sowie Agri- und schwimmende PV) bereitgestellt werden. Genehmigungsprozesse werden durch klare Vorgaben unter anderem zum Artenschutz für Behörden beschleunigt. Die obligatorische informelle Beteiligung und verstärkte Kommunikation können dazu beitragen, Klagen im weiteren Verfahren zu reduzieren. Zudem kann die konzeptionelle Beteiligung zu einer positiven Beurteilung des Planungsprozesses führen.

HO 1.2 – Personal- und Fachkräftemangel angehen, Expertise auf- und ausbauen

Herausforderung: Die Planungs- und Genehmigungsbehörden sowie mitwirkende Behörden sind schon heute nicht ausreichend personell ausgestattet, um die Verfahren in angemessener Zeit abzuschließen.²³⁵ Die Beschleunigung der Energiewende wird kurz- bis mittelfristig von der Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal im öffentlichen Sektor (unter anderem Genehmigungs- und Umweltschutzbehörden) und in Unternehmen (Herstellung, Installation sowie Betrieb und Wartung) abhängen.

Die Arbeitskräftesituation in der öffentlichen Verwaltung, im Energiesektor²³⁶ und in weiteren relevanten Sektoren wird vom verfügbaren Angebot (Qualifizierung, Altersstruktur) und von der entsprechenden Nachfrage beeinflusst. In den kommenden Jahren wird die Zahl der Studien- und Ausbildungsabsolventinnen und -absolventen die Zahl der ausscheidenden Fachkräfte nicht mehr ausgleichen. Der öffentliche Sektor wird voraussichtlich bis 2030 einer der am stärksten vom Fachkräftemangel betroffenen Branchen sein.²³⁷ In den nächsten 10 Jahren werden 27 Prozent der Beschäftigten in den Ruhestand gehen.²³⁸ Dem steht ein wachsender Personalbedarf auf der Planungsebene und bei Genehmigungsverfahren gegenüber, sollten die Behörden künftig eine stärkere Bürgerbeteiligung realisieren (siehe HO 1.1).

Auch in der Wirtschaft wird bei deutlicher Beschleunigung des PV- und Windenergieausbaus mit einem Fachkräftemangel gerechnet. Besonders relevant ist dabei

²³⁵ Laut Bundesimmissionsschutzgesetz sollen Verfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung nach 9 Monaten abgeschlossen sein. Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen dauern im Median 17 Monate (Durchschnitt: 22 Monate).

²³⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt 2021.

²³⁷ Vgl. PwC 2018.

²³⁸ Vgl. DBB Beamtenbund und Tarifunion 2021.

der Fachkräftebedarf in Bereichen wie den elektrischen Ausrüstungen, den Metallzeugnissen und anderen.²³⁹ Zudem muss berücksichtigt werden, dass die Unternehmen der Windenergie- und Photovoltaikindustrie mit anderen Industriezweigen um Fachkräfte konkurrieren.

2030 wird im öffentlichen Sektor ein Anteil von etwa 11 Prozent an unbesetzten Stellen erwartet. In der Energiewirtschaft liegt der Anteil bei etwas über 5 Prozent,²⁴⁰ wobei insbesondere Fachleute für die Energiewende sowie Architektinnen und Architekten gesucht sein werden. Der größte Bedarf an Qualifikationen betrifft dabei Energietechnikerinnen und -techniker sowie IT-Fachleute.²⁴¹

Darüber hinaus erfordert die Energiewende fachliche Qualifikationen (zum Beispiel Spezialisierung zur Mechatronikerin beziehungsweise zum Mechatroniker für Windenergieanlagen), die noch nicht umfassend durch bestehende Ausbildungen abgedeckt werden.²⁴² Und auch Planungs- und Genehmigungsprozesse (unter anderem Umweltprüfung und Bürgerbeteiligung) sind jeweils an sich ändernde rechtliche Vorgaben anzupassen.

Lösungsansätze: Folgende Maßnahmen werden zur Sicherung des Ausbaus der erneuerbaren Energien und zur Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsprozesse vorgeschlagen:

- Ausbau qualifizierter Personalkapazitäten und attraktiverer Arbeitsbedingungen in Behörden zur Umsetzung von Beteiligung und neue Planungskultur (unter anderem durch kontinuierliche Weiterqualifizierung).
- Auf- und Ausbau von öffentlichen Einrichtungen (Intermediäre) zur unterstützenden Begleitung der Umsetzung der Energiewende (beispielsweise C.A.R.M.E.N. e. V. in Bayern oder FachAgentur Wind).
- Erarbeitung von bedarfsgerechten (auf der Basis eines Monitorings) und an die Energiewende angepassten Aus- und Weiterbildungsprogrammen (unter anderem in Zusammenarbeit mit Handwerkskammern).²⁴³
- Setzen von klaren, langfristigen Ausbauzielen, die Anreize für die Fachkräfteausbildung in Unternehmen setzen und die Attraktivität des Erneuerbare-Energien-Sektors steigern.
- Weiterbildung von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern, die durch den Strukturwandel oder infolge der Coronapandemie ihren Arbeitsplatz verlieren beziehungsweise verloren haben.²⁴⁴

²³⁹ Vgl. O'Sullivan/ Edler 2020.

²⁴⁰ Vgl. PwC 2018.

²⁴¹ Vgl. Lutz et al. 2018.

²⁴² Vgl. Ebd.

²⁴³ Vgl. Ebd.

²⁴⁴ Vgl. Grunau et al. 2020.

- Qualifizierte Zuwanderung im Bereich erneuerbarer Energien nach kanadischem Vorbild²⁴⁵ zur gezielten Deckung von Personal- und Fachkräftebedarf.

Akteure: Für die Umsetzung der Maßnahmen im öffentlichen und im privaten Sektor sind zusätzliche öffentliche und private finanzielle Aufwendungen erforderlich. Von staatlicher Seite können ein kontinuierliches Monitoring und eine auf die Energiewende angepasste Qualifizierung und Fortbildung einem Mangel mittel- bis langfristig vorbeugen.

Intendierte Wirkung: Mehr personelle Ressourcen stehen für die rechtssichere Prüfung (unter anderem von Umweltbelangen bei Naturschutzbehörden) in der Planung und eine schnellere Genehmigung zur Verfügung. Eine rechtssichere Planung führt auch zu einer Stabilisierung der EE-Branche. Mehr personelle Ressourcen schaffen zudem die Voraussetzung für regionale und kommunale Beteiligung an der Gestaltung von Einzelvorhaben sowie für die Kommunikation und Visualisierung mit dem Ziel einer lokalen und gesamtgesellschaftlichen Akzeptanz. Mehr Personal hat ferner eine Signalwirkung für die regionale und gesamtgesellschaftliche Bedeutung des Ausbaus von Photovoltaik und Windenergie. Der Personalausbau und die Fachkräfteausbildung leisten einen Beitrag zur Vorbeugung eines drohenden Mangels an Fachkräften in Betrieben und bei behördlichem Personal.

Handlungsfeld 2: Mit Beteiligung eine neue, proaktive Planungskultur stärken

Das bisherige regionale und lokale Planungsgeschehen ist geprägt von langwierigen Verfahren. Bürgerinnen und Bürger bringen sich in das aktuelle Planungsgeschehen meist als Gegenstimmen ein, obwohl gesamtgesellschaftlich die Bereitschaft zur Unterstützung der Klimapolitik groß ist^{246,247} und eine positive Einstellung zu erneuerbaren Energien klar dominiert.^{248,249} Die im Weiteren skizzierte (Bürger-) Beteiligung mag auf den ersten Blick aufwendiger und von vornherein zeitintensiver erscheinen; bisherige praktische Erfahrungen²⁵⁰ (vgl. Fallbeispiel in Kapitel 3.2.7 sowie FED, THEGA etc.) zeigen jedoch, dass auf diesem Weg frühzeitig aufflammender Widerstand von Bürgerinitiativen, destruktive Auseinandersetzungen sowie Klagen gegen EE-Ausbauprojekte vermieden werden und damit gemessen an heutigen Umsetzungszeiten eine Beschleunigung erreicht wird.

Aktuell sieht der Rechtsrahmen zwar Beteiligung vor, allerdings ohne Gestaltungsvorgaben für eine umfassende Beteiligung festzuschreiben und ohne sicherzustellen, dass eine frühe Beteiligung auch stattfindet. In der Praxis erfolgt sie meist erst nach dem Planentwurf (siehe Kapitel 3), und der Handlungsspielraum besteht überwiegend darin, negative Wirkungen der geplanten Anlagen möglichst gering zu halten. Anstatt Mitwirkung als gestalterische Möglichkeit zu erleben, erfahren die Bürgerinnen und Bürger sie als letzte Gelegenheit zur Abwehr scheinbar fremder, negativer Elemente. Um auf lokaler Ebene günstige Rahmenbedingungen zu schaffen und lokale Initiativen

²⁴⁵ Vgl. ifo 2018.

²⁴⁶ Vgl. BMU 2020.

²⁴⁷ Vgl. UBA 2019.

²⁴⁸ Vgl. AEE 2021.

²⁴⁹ Vgl. IASS 2020.

²⁵⁰ Systematische wissenschaftliche Untersuchungen gibt es dazu bisher nicht.

anzustoßen, ist es zudem sinnvoll, eine wirtschaftliche Beteiligung der Kommune sicherzustellen und die Möglichkeit von Bürgerenergiegesellschaften zu erhalten. Aktuell besteht die wirtschaftliche Beteiligung für Kommunen in der Einnahme von Gewerbesteuern²⁵¹, eine finanzielle Beteiligung der Kommune (oder auch einzelnen Bürgerinnen und Bürgern) an der Investition in lokale Erneuerbare-Energie-Erzeugungsanlagen beschert eine Auszahlung von Renditen beziehungsweise Gewinnen. Als erstes Bundesland hat Brandenburg am 11. Juni 2019 das Windenergieanlagenabgabengesetz (BbgWindAbgG) beschlossen, mit dem eine Sonderabgabe für Windenergieanlagen eingeführt wird, die von den Anlagenbetreiberinnen – und betreibern direkt an die Kommune zur dortigen Verwendung gezahlt werden muss. Daneben besteht die Möglichkeit zur finanziellen Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger. Eine indirekte Beteiligung könnte für Geldgeber beispielsweise über festverzinsliche Nachrangdarlehen erfolgen. Eine direkte Beteiligung kann als Geldgeber und Miteigentümer beispielsweise als Kommanditist der Betreibergesellschaft stattfinden.

HO 2.1 – Nachvollziehbarkeit und Verständnis durch interaktive Informationsangebote stärken

Herausforderung: Trotz hoher Akzeptanz des Ausbaus der erneuerbaren Energien²⁵² steigt der Anteil derjenigen, die die Ausgestaltung der Energiewende kritisch, als chaotisch (66 Prozent) oder ungerecht (56 Prozent) beschreiben.²⁵³ Hier deutet sich ein Konfliktpotenzial an, das den Ausbau der erneuerbaren Energien behindern kann. Um es konstruktiv aufzulösen, sollte den Bürgerinnen und Bürgern auf verschiedenen Ebenen Raum zur kritischen Auseinandersetzung gegeben und Systemkompetenz²⁵⁴ geschaffen werden.

Lösungsansatz: Um die Energiewende zu fördern, gilt es, interaktive Informationsformate und Beteiligung zu entwickeln, die das Explorieren von Zusammenhängen unterstützen und den Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit geben, die Komplexität der Energiewende diskursiv zu durchdringen und fundierte Haltungen zu entwickeln. Mögliche Formate könnten das **Decision Theatre-Verfahren**²⁵⁵, die **Planungszelle/Bürgergutachten**²⁵⁶ oder auch ein zufällig ausgeloster **Bürgerrat** sein, die bereits in Kapitel 3.2.6 ausführlicher betrachtet wurden. Das Verfahren der Planungszelle beziehungsweise ein Bürgergutachten wäre zum Beispiel einsetzbar, um Kriterien zur Flächenauswahl auf Regionalebene festzulegen. Auch rein digitale interaktive Informationsangebote gibt es bereits für bestimmte Regionen (etwa den Szenarienrechner Regionaler Energiebalancekreis Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg).²⁵⁷ Solche Angebote wären auch für das Verständnis von komplexen Zusammenhängen von Dekarbonisierungszielen, Ausbauerfordernissen, Tarifgestaltungen und Förderformaten (siehe zum Beispiel

251 Bisher war das Gewerbesteuergesetz (GewStG) für die Zerlegung der Gewerbesteuer auf die einzelnen Unternehmensbetriebsstätten grundsätzlich auf die Arbeitslöhne, die an den einzelnen Betriebsstätten des Unternehmens gezahlt werden, abgestellt. Werden aber - und dies ist der Regelfall - an den Standort-Kommunen keine Arbeitnehmer beschäftigt und befindet sich der Unternehmenssitz der Anlagenbetreiber in einer anderen Kommune, erhalten die Standort-Kommunen keine Anteile an der Gewerbesteuer der Anlagenbetreiber. Nach der Änderung des GewStG vom Mai 2021 werden die Standort-Kommunen stärker an der Gewerbesteuer von entsprechenden Anlagenbetreibern beteiligt, da sowohl der Anteil für die Standort-Kommunen erhöht als auch der Zerlegungsmaßstab geändert wird.

252 Vgl. AEE 2021.

253 Vgl. IASS 2020.

254 Die Fähigkeit, Wirkungsketten zu erkennen, Schlüsse zu ziehen, Folgen abzuschätzen und Prognosen zu treffen.

255 Vgl. Vesikko 2013.

256 Vgl. Dienel et al. 2014.

257 Vgl. RLI 2021.

HO 4.2 zu Konsequenzen der Strommarktregulierung) sinnvoll und sollten von öffentlichen Institutionen der Bundesebene (BMWK, BMU) eingesetzt werden.

Akteure: Aktuell werden interaktive Informationsangebote auf Initiative der Zivilgesellschaft, häufig finanziert durch Spenden oder Stiftungen, umgesetzt. Eine verbindliche Verankerung solcher Verfahren - beispielsweise um Entscheidungen in der Planung vorzubereiten (siehe HO 2.2) - wäre vom Gesetzgeber zu initiieren.

Intendierte Wirkung: Interaktive Informationsangebote ermöglichen den beteiligten Bürgerinnen und Bürgern ein umfassendes Verständnis der politischen Entscheidungen (die wiederum Anregungen durch die Beteiligung erhalten, womit das Vertrauen in demokratische Strukturen verstärkt wird), der Gesamtstrategie und der Steuerungsinstrumente. Die Einarbeitung in eine komplexe Situation und deren beabsichtigte Wirkung bilden die Grundlage für ein größeres Vertrauen und stärkere Akzeptanz gegenüber steuernden Maßnahmen. Aktiv involvierende Formate (zum Beispiel ein Bürgergutachten zu Kriterien der Flächenauswahl) eröffnen zudem die Möglichkeit, Halbwissen und Mythen zu klären oder zumindest Wissenslücken offen zu benennen. Fehlwahrnehmungen, etwa eine Unterschätzung der allgemeinen Akzeptanz für den Ausbau der erneuerbaren Energien, lassen sich korrigieren. Die Resilienz gegenüber der aus Wissenslücken resultierenden Verunsicherung kann so in der Gesellschaft gestärkt werden und Narrativen von Gegnern der Energiewende entgegenwirken.

Digitale Formate (ob als interaktives Informationsangebot oder auch als involvierendes Format eines online abgehaltenen Bürgerrats) erreichen neue Zielgruppen. Gerade jüngere Bürgerinnen und Bürger können auf diesem Weg involviert werden, wodurch auch Generationengerechtigkeit geschaffen wird.

HO 2.2 – Vertrauen und Einverständnis in Veränderung durch Partizipation erhalten und fördern

Herausforderung: Planungsprozesse für Windenergie folgen aktuell einer abschichtenden Vorgehensweise, in der Entscheidungen aus früheren Planungsphasen für die folgenden Schritte den Rahmen festlegen. Zum Zeitpunkt, an dem aus Sicht der Betroffenen ihre Mitgestaltung am wichtigsten ist, weil es um greifbare Auswirkungen auf ihr Leben geht, ist der Handlungsspielraum bereits sehr eingeschränkt,²⁵⁸ und Beteiligte werden in die Rolle von Abwehrenden gedrängt. Der aktuelle Rechtsrahmen sieht zwar auch eine Beteiligung zu einem früheren Zeitpunkt vor (etwa bei der Aufstellung von Bauleitplänen), allerdings wird dies von Behörden in der Praxis nicht für eine umfassende Partizipation genutzt, sondern in der Regel als rein informatorische Beteiligung.²⁵⁹ Eine weitere Herausforderung besteht darin, auf der Ebene der Kommune die Kompetenz zu erlangen, den komplexen Planungs-, Gestaltungs-, und Genehmigungsprozess unter Berücksichtigung der Interessen vor Ort adäquat zu koordinieren. Fehlt diese Kompetenz, besteht häufig Sorge in den kommunalen Verwaltungen, Fehler zu machen. Deshalb wird das Thema Windenergie soweit möglich gemieden und nicht aktiv von der Kommune aufgegriffen. Dadurch entsteht die Konstellation, dass Projekt-

²⁵⁸ Vgl. Roßnagel et al. 2014.

²⁵⁹ Vgl. Roßnagel et al. 2016.

ierer (oder bei Bekanntwerden von Projektierungen auch Windenergiegegner) den Prozess bestimmen und die Kommune nur reagieren kann und aufgrund fehlender Kompetenzen völlig überfordert ist.

Mögliche Beteiligungsoptionen – insbesondere Möglichkeiten der wirtschaftlichen Beteiligung – werden zudem von Projektierern meist nicht ergebnisoffen angeboten, so dass Unzufriedenheit über die Verteilung von Lasten und Nutzen entsteht.

Die bisherige Praxis verschenkt somit das Potenzial, dass sich die Kommunen – angefangen von der Bürgermeisterin, über den Gemeinderat und die kommunale Verwaltung bis hin zu den Bürgerinnen und Bürgern - aktiv in die Gestaltung der Energiewende einbringen und sich als Teilnehmende eines sinnvollen Gemeinschaftsprojekts erfahren können.

Für eine erfolgreiche Beteiligung braucht es Entscheidungsspielraum, der in den verschiedenen Planungsschritten immer wieder infrage gestellt werden kann. In der Praxis führt das zu vielen Klageverfahren, da häufig ein Abwägungsfehler in der Planung unterstellt wird. Im Bereich der Flächenplanung besteht zum Beispiel heute die gängige Praxis, dass der Vorhabenträger Absprachen mit den privaten Eigentümerinnen und Eigentümern zu Flächen getroffen hat, die in der Planung nicht für die Nutzung ausgewiesen werden.²⁶⁰

Lösungsansatz: Stärkung der kommunalen Handlungsfähigkeit, Verankerung von Beteiligungsansätzen in Planungsschritten, um ihr positives gestalterisches Potenzial zu heben. Auf Ebene der Regionalplanung oder der Bauleitplanung (zum Beispiel zur Auswahl der Kriterien zur Bestimmung der Flächen) wird bereits umfassend beteiligt. Ein passender Beteiligungsansatz wären hier Bürgerräte (siehe HO 2.1; unter Einbezug der Sachexpertise von Naturschutzverbänden und Windenergieexpertinnen und -experten). Es gibt aber auch aktuelle innovative Ansätze für die Planung vor Ort, wie das von der Mercator-Stiftung 2020/21 geförderte Projekt „Aktive Bürgerexperten in Klimaschutz und Energiewende“.²⁶¹

Eine wichtige Voraussetzung für das dauerhafte Gelingen von Beteiligung ist, dass Bürgerinnen und Bürger sachbezogen und ergebnisoffen an der Planung teilhaben können und die Kommunen das Wissen und die Ressourcen haben, diese partizipative Planung zu koordinieren. Es hat sich gezeigt, dass eine solche Planungskultur dann gelingt, wenn die Kommune (insbesondere zu Beginn Bürgermeister, Gemeinderat und Kommunalverwaltung) von einem Akteur ohne eigenes ökonomisches Interesse darüber informiert und beraten wird, wie Windenergieanlagen in die Kommune passen. Ein solcher Beratungsprozesses schafft bei den relevanten Akteuren vor Ort in den allermeisten Fällen die Akzeptanz für Windenergie.

In einem zweiten Schritt gilt es, den Verhandlungsprozess zwischen der Kommune, den Bürgerinnen und Bürgern und den Flächeneigentümerinnen – und Eigentümern hinsichtlich der Flächennutzung zu moderieren.

²⁶⁰ Vgl. Beckers et al. 2017.

²⁶¹ Mehr Informationen unter: <https://aktivbueke.de/>

In einem dritten Schritt können dann Entscheidungskriterien festgelegt werden, nach denen ein Vorhaben – getragen von der Akzeptanz der Akteure vor Ort - umgesetzt werden kann. Dabei geht es neben räumlichen Fragen (vgl. HO 1.1) insbesondere um die wirtschaftliche Beteiligung der Kommunen beziehungsweise eines kommunalen Unternehmens (Stadtwerke), um die kommunale Wertschöpfung und den Nutzen für die Kommune beziehungsweise die Bürgerinnen und Bürger zu definieren (vgl. HO 2.3 und 2.4).

Entscheidend bei dieser durch Beratungen und Beteiligung geprägten Planungskultur ist, dass die Kommune und die Bürgerschaft durch dieses Vorgehen „Process Owner“ bleibt und sich die nötige Kompetenz aneignet, um das Thema kompetent zu entwickeln und umzusetzen.

Um die Planungsbehörden in der Umsetzung dieser neuen Beteiligungsanforderungen zu unterstützen, sind insbesondere zusätzliche Ressourcen notwendig. In der jüngsten Vergangenheit hat sich bewährt, dass die moderierende und koordinierende Agentur keine eigenen finanziellen Interessen an dem Vorhaben verfolgt, das heißt deren Kosten vom Land oder Bund übernommen werden (Beispiele sind Forum Energiedialog in Baden-Württemberg, Windkümmerer in Bayern etc.). Die Projektierer hätten zwar auch die benötigten Kompetenzen, können diese Aufgabe aufgrund ihrer Befangenheit und finanziellen Ausrichtung aber nicht übernehmen.

Zusätzlich sollte im interkommunalen Austausch für die vielfältigen Beteiligungsmöglichkeiten, die der Rechtsrahmen schon heute bietet, sensibilisiert werden, und es sollten in Erlassen zum Ausbau der Windenergie, in informellen Handreichungen und Planungshilfen Alternativen und Ausgestaltungsvorschläge ergänzend zu den gesetzlichen Vorgaben beschrieben werden.

Akteure: Die Umsetzung der hier beschriebenen Maßnahmen kann durch die an der Planung beteiligten Behörden sofort erfolgen, da der Rechtsrahmen proaktive Planung und frühzeitige Partizipation bereits vorsieht – allerdings nicht verbindlich verankert. Hier hat es sich als sinnvoll erwiesen, dass Bundesländer den Rahmen zu schaffen, um eine gestaltende Partizipation standardmäßig und rechtssicher in den Planungsprozess integrieren zu können

Spezialisierte Institute führen heute Beteiligungen mit viel Erfahrung durch – Kompetenzen, die in den Behörden verankert werden müssen. Dazu gehören die Sicherung von Standards bei Auswahl und Kontakt der Teilnehmenden und die Bereitstellung der nötigen Durchführungskompetenz (sei es aus dem eigenen Haus, durch öffentliche, überparteiliche Institutionen oder durch geschulte externe Mediatorinnen und Mediatoren). Je nach Format sind weitere Sachverständige zu berücksichtigen, so zum Beispiel Vertreterinnen und Vertreter aus zivilgesellschaftlichen Verbänden (beispielsweise Naturschutzverbände), Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie weitere Expertinnen und Experten. Äquivalent zur Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ kann das Schaffen neuer behördlicher Strukturen, die mit der Be-

teiligung betraut sind, sinnvoll sein. Gute Beispiele hierfür sind das Forum Energiedialog Baden-Württemberg²⁶² und die TheGA, die vom Land Baden-Württemberg beziehungsweise Thüringen eingesetzt wurden, um Kommunen dabei zu unterstützen, Konflikten durch Kommunikation und Information vorzubeugen oder deeskalierend einzugreifen. Wo solche Strukturen bereits existieren, gilt es, diese gegebenenfalls zu stärken und zu verstetigen.

Intendierte Wirkung: Ebenso wie bei HO 2.1 wird das Verstehen von und damit das Vertrauen in Strategien, die Steuerung sowie die Akteurinnen und Akteure gestärkt. Zudem führen partizipatorisch gestaltete Verfahren zu Entscheidungen, die besser an die Bedürfnisse und normativen Vorstellungen der Bürgerinnen und Bürger angelehnt und somit tragfähiger sind. Die Beteiligung im Vorfeld erleichtert außerdem eine positive Identifikation mit dem lokalen Projekt und dem Ausbau der erneuerbaren Energien allgemein. Es werden Kompetenzen für eine zukünftige Beteiligung an der Energiewende innerhalb der Region oder Kommune aufgebaut. Zu beachten ist, dass in der Partizipation entwickelte Erwartungen, die im weiteren Prozess nicht erfüllt werden können, zu einem Bumerang-Effekt führen können, bei dem die Frustration am Ende umso größer ist.²⁶³ Frust unter den Teilnehmenden ist auch zu erwarten, wenn Pläne, die unter Beteiligung ausgearbeitet wurden, gerichtlich verworfen werden. Um dem entgegenzuwirken, muss die Rechtssicherheit der Ergebnisse der Beteiligung formell sichergestellt werden. Die Heilung von Planungsfehlern bei gleichzeitiger Erhaltung der von den Fehlern unberührten restlichen Planung kann hierfür ein wichtiger Baustein sein (siehe HO 1.1).

HO 2.3 – Kommunen die finanzielle Teilhabe an den Erträgen der erneuerbaren Energien ermöglichen

Herausforderung: Lokale Ablehnung von Windenergie- oder PV-Anlagen beruht oft auf dem Empfinden fehlender Gerechtigkeit bei der Verteilung von Lasten und Nutzen der Anlage, insbesondere bei Projekten ohne lokale Teilhabeoption. Dort, wo Bürgerinnen und Bürger unmittelbar vor Ort am Projekt teilhaben können, wird die Umsetzung sehr viel wahrscheinlicher. Aber auch dann spielt Gerechtigkeit eine Rolle: Eine gemeinwohlorientierte Verwendung der finanziellen Teilhabe durch die Kommune (zum Beispiel in Form einer Windenergieanlagenabgabe wie in Brandenburg, über deren Verwendung die Kommune entscheiden kann) stößt oft auf mehr Zustimmung als eine Gewinnbeteiligung von Einzelpersonen²⁶⁴ und wird als gerechter wahrgenommen. Bei individuellen Teilhabeoptionen besteht immer das Risiko, dass die potenziell mögliche Teilhabe bei bereits vorliegender negativer Meinung auch negativ aufgenommen wird (zum Beispiel entsteht das Gefühl, dass die Vorhabenträger versuchen, die Meinung der Anwohnenden zu kaufen).

Lösungsansatz: Werden die Kommunen an den Erträgen beteiligt (zum Beispiel durch eine Windenergieabgabe), oder sind sie gar selbst Initiatorin und Investorin einer geplanten Anlage, steigt innerhalb der kommunalen Verwaltung und der politischen Parteien die Motivation, das Vorhaben voranzubringen. Wirtschaftliche Transaktionen werden

²⁶² Mehr Informationen unter: <http://www.energiedialog-bw.de/> Zugriff: 18.01.2022

²⁶³ Vgl. Renn et al. 2017.

²⁶⁴ Vgl. García et al. 2016.

bei einer Beteiligung offen und transparent kommuniziert und können damit einen wichtigen Beitrag zur Gerechtigkeitswahrnehmung und zur Vermeidung von Vertrauensverlusten leisten. Die regionale Wertschöpfung fällt zudem deutlich höher aus, wenn die Kommune, ein kommunales Unternehmen oder lokale Akteurinnen und Akteure die Anlage (zumindest anteilig) selbst besitzen und betreiben, statt wenn Besitz und Betrieb bei einem Unternehmen liegen, das nicht in der Region ansässig ist.

Die zum 27. Juli 2021 in Kraft getretene Änderung des EEG bietet nunmehr mit § 6 EEG den Anlagenbetreibern die Möglichkeit, Kommunen finanziell am Ausbau der erneuerbaren Energien zu beteiligen. Diese fakultative Beteiligungsmöglichkeit vonseiten der Vorhabenträger gilt für Windenergie- und Photovoltaik-Freiflächenprojekte. Während die Beteiligungsmöglichkeit bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen allein Gemeinden erfasst, auf deren Gemeindegebiet sich die Freiflächenanlagen befinden, ist die Beteiligungsmöglichkeit bei der Errichtung von Windenergieanlagen aufgrund der Größe der Anlagen offener gestaltet. Als betroffene Gemeinden gelten auch solche, deren Gebiet sich zumindest teilweise innerhalb eines Umkreises von 2.500 Metern um die Turmmitte der Windenergieanlage befindet.

Allerdings führt auch die aktuelle Änderung des Gesetzes nicht zu einer obligatorischen Beteiligung der Kommunen am Ausbau von Windenergie und Photovoltaik, sondern hält an der freiwilligen Beteiligungsoption der Anlagenbetreiber fest. Die Beteiligung der Kommunen nach dem EEG sollte vom Gesetzgeber obligatorisch – ohne Hintertür – gestaltet werden, auch wenn hier Kosten entstehen. Zudem ist zu prüfen, inwieweit diese Regelung auf neue Technologien wie Agri-PV oder schwimmende PV ausgeweitet werden kann.

Zusätzlich sollten Angebote zur wirtschaftlichen Beteiligung von Kommunen für Windenergie- und Freiflächen-PV-Anlagen obligatorisch werden. Es muss geprüft werden, wie diese Regelung auch auf Photovoltaik-Freiflächenanlagen erweitert werden könnte, die als PPA-Projekte realisiert werden; Gleiches gilt im Falle einer EEG-Förderung auch für neue PV-Technologien wie Agri-PV oder schwimmende PV. Damit auch finanzschwache Kommunen an einer Investition in EE-Anlagen teilnehmen können, müssen Wege gefunden werden, damit Kommunen diese Möglichkeit nicht genommen wird (beispielsweise die Regeln der kommunalen Finanzaufsicht durch die Bundesländer so ändern, dass dies möglich wird). Ein zu prüfendes Instrument ist in diesem Zusammenhang auch ein kommunales Vorkaufsrecht für errichtete EE-Anlagen, wenn diese weiterverkauft werden sollen. Nicht zuletzt bedarf es für kleinere Gemeinden und solche, die nicht über geeignete kommunale Unternehmen verfügen, adäquater Beratungs- und Unterstützungsstrukturen für derartige Beteiligungs- oder Investitionsmodelle.

Akteure: Der Gesetzgeber könnte Anlagenbetreiber im EEG dazu verpflichten, betroffene Kommunen an den Erträgen der Erneuerbare-Energien-Anlagen zu beteiligen. Die Bundesländer müssen ihre Regeln für die Finanzaufsicht bei Beteiligung an EE-Anlagen ändern und gemeinsam mit dem Bund Unterstützungsstrukturen schaffen, um bisherige Ansätze wie die Beteiligungsvorgabe in Mecklenburg-Vorpommern künftig auch zum Erfolg zu führen.

Intendierte Wirkung: Werden Kommunen stärker als bisher an den Erträgen der erneuerbaren Energien beteiligt, wird die Grundlage für lokale Akzeptanz durch mehr Verteilungsgerechtigkeit deutlich verbreitert. Zusätzliche Einnahmen für die Kommune schaffen Motivation innerhalb der Politik, der Verwaltung und auch der lokalen Bürgerschaft, selbst aktiv den Ausbau von erneuerbaren Energien mitzugestalten und bestehende Potenziale zu erschließen.

HO 2.4 – Bürgerenergiegemeinschaften erweitern und Bürgerenergieunternehmen stärken

Herausforderung: Die ersten Jahre der Energiewende wurden entscheidend durch unzählige Bürgerenergieunternehmen („klassische“ Bürgerwind-/Solarunternehmen) sowie Bürgerenergiegenossenschaften vorangetrieben, die zu einer breiten lokalen Akzeptanz für Windenergie- und Photovoltaikanlagen beitrugen. Die Bedeutung dieser Akteure hat sich jedoch aufgrund der Ausschreibungsmodelle maßgeblich verringert.²⁶⁵ Ein mögliches Revival von Bürgerenergieunternehmen und -genossenschaften wurde von der EU angestoßen: Die EU stärkt mit ihrer Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2018) sowie der Elektrizitätsbinnenmarkt-Richtlinie (2017) die Rechte von einzelnen Energieverbraucherinnen und -verbrauchern und verfolgt mit den Erneuerbare-Energien²⁶⁶-Gemeinschaften nicht vorrangig das Ziel des finanziellen Gewinns, sondern visiert ökologische, soziale oder wirtschaftliche Vorteile vor Ort an. Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften können im Bereich der Eigenerzeugung, Speicherung und gemeinsamen Nutzung („Energy Sharing“) sowie des Handels von Strom aus erneuerbaren Energien aktiv werden; eine Befreiung des Eigenverbrauchs von Abgaben wird gewährt (Art. 21 und 22 EE-Richtlinie 2018). Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften sollen Strom aus gemeinsamen, regionalen Anlagen auch gemeinsam und ohne unangemessene wirtschaftliche Belastungen (Umlagen, Abgaben, Steuern) nutzen können.²⁶⁷ Die Richtlinie sollte nach Vorgaben der EU bis zum 30. Juni 2021 in deutsches Recht überführt werden, was allerdings bislang noch nicht erfolgt ist.^{268,269,270}

Lösungsansatz: Die Einführung von Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften und die Schaffung von weitgehenden Rahmenbedingungen sollten es ermöglichen, den Strom aus gemeinsamen Windenergie- und Photovoltaikanlagen kostengünstig teilen zu können. Die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern in Gemeinschaften zum Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen und zur Nutzung des lokal erzeugten Stroms stärkt die lokale Akzeptanz. Im Sinne einer erweiterten Eigenstromnutzung der neuen Marktrollen (EE-Gemeinschaften und Bürgerenergiegesellschaften) entsprechend den EU-Richtlinien müsste die bereits bestehende Form der Bürgerenergie vom Gesetzgeber für Deutschland ausgestaltet werden. Dabei ist die Verkopplung insbesondere mit der Digitalisierung für das bundesdeutsche Energiemarktsystem wichtig.

²⁶⁵ Vgl. Gawel/ Purkus 2016.

²⁶⁶ Vgl. Ebd.

²⁶⁷ Bei der Umsetzung ist zu prüfen, wie sich die Mitglieder der Energiegemeinschaften an den Energiesystemkosten angemessen und fair beteiligen können.

²⁶⁸ Gesetz zur Umsetzung von Vorgaben der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rats vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) für Zulassungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz vom 18. August 2021; BGBl. I, 3901.

²⁶⁹ Gesetz zur Umsetzung unionsrechtlicher Vorgaben und zur Regelung reiner Wasserstoffnetze im Energiewirtschaftsrecht vom 16. Juli 2021, BGBl. I, 3026.

²⁷⁰ Vgl. IZES 2021.

Akteure: Die Umsetzung der Richtlinie erfolgt durch den Gesetzgeber, die Marktakteure sind zu beteiligen.

Intendierte Wirkung: Die räumliche, autonome und partizipative Gestaltung der Versorgung mit erneuerbarer Energie (in Arealen, Firmen, Liegenschaften etc.)²⁷¹ bietet für Bürgerinnen und Bürger einen Rahmen, zu dem sie einen persönlichen Bezug haben und innerhalb dessen sie gestalten können. Die kleinteiligen, dezentralen Erzeugungs- und Speicheranlagen können mithilfe der digitalen Infrastruktur den lokalen Verbrauch von EE-Strom erhöhen und das System stabilisieren. Zudem bietet die Digitalisierung auch die Möglichkeit einer effizienten und automatisierten Verknüpfung zwischen den Sektoren Strom, Mobilität und Wärme mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen in diesen Sektoren weiter zu reduzieren. Durch die digitale Vernetzung können Schwankungen zwischen Erzeugung und Nachfrage zunehmend durch kleinteiligere Flexibilität ausgeglichen werden (beispielsweise durch das FlexPlattform-Konzept).

Handlungsfeld 3: Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen und Flächen effizient beziehungsweise mehrfach nutzen

Im Vergleich zu fossil betriebenen Kraftwerken benötigen die erneuerbaren Energien Windenergie und Photovoltaik (ebenso wie Bioenergie) mehr Fläche. Dabei variiert der Flächenbedarf von Windenergie- und Photovoltaikanlagen je nach Anlagenart.²⁷² Derzeit plant das BMWK innerhalb eines Sofortprogramms ein Wind-an-Land-Gesetz, das zwei Prozent der Fläche für Windenergieanlagen freigeben soll.²⁷³

Die Beschleunigung des Ausbaus braucht integrierte und umfassende Raumplanung insbesondere bei der Windenergie. Zwar werden die Ziele für den Zubau auf Bundesebene vorgegeben, der Bund hat aber keine direkte Durchgriffsmöglichkeit, um die Umsetzung der Ziele auf der regionalen und kommunalen Planungsebene zu steuern; die bestehende Bund-Länder-Koordination zeigt sich als nicht ausreichend dafür. Das zentrale Instrument zur Ausweisung für Windenergieflächen ist damit die Regionalplanung. Allerdings gibt es bei den raumordnerischen Vorgaben (Steuerung Windenergie und Vorgaben an Planungsebenen) zur Ausweisung von Flächen zwischen den Bundesländern deutliche Unterschiede. Neben zu wenigen Flächen für den notwendigen Ausbau²⁷⁴ gerät im Vergleich zwischen den Bundesländern zunehmend auch die Verteilung der installierten Leistung insbesondere von Windenergieanlagen in eine Schieflage und führt zunehmend zur Ablehnung weiterer Windenergieanlagen aus Gründen der Verteilungsgerechtigkeit. Auch aus Energiesystemgründen wirkt eine solche Schieflage und damit ein zusätzlicher Netzausbau für den beschleunigten Ausbau hemmend und erhöht die Gesamtkosten der Transformation.

Flächen sind eine begrenzte Ressource und stehen in stetiger Konkurrenz zwischen verschiedenen Nutzungsarten. Für die Energiegewinnung bestehen unter ande-

²⁷¹ Vgl. Haller et al. 2020.

²⁷² Vgl. Rinneberg 2020.

²⁷³ Vgl. BMWK 2022a.

²⁷⁴ Vgl. BBSR 2015.

rem mit Landwirtschaft, Siedlungsentwicklung, Infrastruktur und Naturschutz potenzielle Konflikte. Bis 2030 sollen nach Vorgaben des Bundes generell die Flächeninanspruchnahme reduziert und bis 2050 keine weiteren Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht werden.²⁷⁵ Eine reine Einfachnutzung erscheint angesichts der zunehmenden Flächennutzungskonkurrenzen nicht zukunftsfähig. Daher scheint es erforderlich, beim Prozess der Raumplanung, in dem Flächen für neue Nutzungen ausgewiesen werden, eine verträgliche Mehrfachnutzung zu ermöglichen. Regionen mit einem Zubau von Photovoltaik- und Windenergieanlagen können so an Qualität gewinnen. Ebenso ist bei der künftigen Flächenkulisse die Wirtschaftlichkeit bei der Flächennutzung zu berücksichtigen: Bereits heute können Freiflächen-PV-Anlagen im Megawattbereich durch bilaterale Stromlieferverträge (PPA, Power Purchase Agreement) zwischen dem Anlagenbetreiber und einem Netzbetreiber außerhalb von Vergütungsregelungen des EEG wirtschaftlich realisiert werden. Doch bei kleineren Anlagen und insbesondere auch bei integrierter PV über Verkehrswegen, versiegelten urbanen Flächen oder landwirtschaftlichen Nutzflächen ist weiterhin eine gesicherte Vergütung durch das EEG oder andere Mechanismen notwendig. Es zeigt sich, dass einige Technologien der integrierten PV hinsichtlich ihres Reifegrads und der Kostenentwicklung der Zelltechnologien schon so weit vorangeschritten sind, dass ihre Nutzung bereits in der aktuellen Dekade zu einer realistischen Option wird.²⁷⁶ Die aktuellen Regelungen der Raumordnungs- und der Flächennutzungsplanung sowie des sonstigen regulativen Umfelds hemmen derzeit die Potenzialerschließung integrierter PV-Technologien.

Im Falle von Dachflächen zur Solarenergienutzung wird das tatsächlich verfügbare Potenzial bisher noch wenig erschlossen.²⁷⁷ Dachflächen stellen insbesondere im urbanen Raum ein großes Solarpotenzial dar – ohne zusätzliche Flächeninanspruchnahme. Das wirtschaftlich erschließbare Potenzial umfasst auch Gründächer, die in Kombination mit Solarenergieerzeugung eine sinnvolle Mehrfachnutzung von Dachflächen bieten.

HO 3.1 – Flächen für Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen durch Flächenziele für Bund und Länder bereitstellen

Herausforderung: Eine klimaneutrale Energieversorgung kann in Deutschland nur erreicht werden bei umfangreicher Nutzung der vorhandenen Erneuerbare-Energien-Potenziale und bei hoher Effizienz des Energiesystems. Ein ausgewogener Ressourcenmix (Sonne, Wind, Biomasse, Geothermie, Wasserkraft und Abwärmequellen) und eine weiterentwickelte Infrastruktur (Netze, Speicher, Steuerung etc.) sind Voraussetzung für ein kostengünstiges und versorgungssicheres Energiesystem. Der Mix muss dabei nicht nur die zeitliche Dynamik der Energieressourcen berücksichtigen, sondern auch deren geografische Verteilung. Das künftige Energiesystem basiert auf einer Balance zwischen lokaler Selbstversorgung, bundesweitem und europaweitem Ausgleich von temporär vorhandenen lokalen Versorgungsdefiziten und Import von Gas und grünem Wasserstoff. Dies erfordert ein Systemoptimum zwischen lokaler Speicherung von Energie über verschiedene Zeitskalen und dem Transport von Energie, für dessen Infrastruktur eine ausreichende Akzeptanz erarbeitet werden muss. Diese Aufgabenstellungen sind bekannt, sie werden allerdings mit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren

²⁷⁵ Vgl. Die Bundesregierung 2020.

²⁷⁶ Vgl. Fraunhofer ISE 2021d.

²⁷⁷ Vgl. Palacios et al. 2020.

Energien²⁷⁸ sehr viel dringlicher und machen einen Wechsel von der bisher eher vorantastenden hin zu einer gezielt geplanten Vorgehensweise erforderlich.

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, ist die Verantwortung im Raumplanungsrecht föderal geregelt, um nicht starr zentrale Vorgaben umzusetzen, sondern den lokalen und regionalen Bedingungen angepasste Lösungen zu entwickeln. Da nicht gewährleistet ist, dass die tatsächlich ausgewiesenen Potenzialflächen aller Bundesländer ausreichen, um in der Summe die auf Bundesebene erforderlichen Erneuerbare-Energien-Ressourcen bereitzustellen, ist hierfür die Einführung eines neuen Mechanismus erforderlich.

Lösungsansatz: Um eine versorgungssichere und kosteneffiziente klimaneutrale Energieversorgung zu erreichen und darauf aufbauend die Energieinfrastruktur gezielt planen zu können, könnte künftig ein gesetzlich festgelegtes Flächenziel für die Windflächenplanung eingeführt werden. Wegen des großen zeitlichen Handlungsdrucks sollte ein solches Flächenziel mit einer Fristvorgabe flankiert werden. Orientiert an der Stellungnahme des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) kann eine Verknüpfung der Ausbauziele des EEG, inklusive der daran ausgerichteten Ausschreibungsmengen, mit der dafür notwendigen Flächenbereitstellung in Form eines Flächenziels hergestellt werden, das auch in Form einer zeitlichen Staffelung denkbar ist.²⁷⁹ Das Verfahren sollte offen für eine Aktualisierung hinsichtlich künftiger Technologieentwicklungen gestaltet werden, wie zum Beispiel Vogelerkennungssysteme und Windenergieanlagen der kommenden Höhengenerationen. Die Länder sollten darauf aufbauend im Rahmen der Landes-, Regional- und kommunalen Raumplanung dafür sorgen, dass ausreichend Flächen ausgewiesen werden (siehe HO 1.1), um die vereinbarten Landesziele zu erreichen. Ratsam ist dabei die Stärkung der Regionalplanung mit der Möglichkeit der regionalen Kooperation (gemeinsame Ausweisung von Flächen für Windenergie- und große PV-Anlagen sowie mögliche Gesamthöhe der Windenergieanlagen). Es kann geprüft werden, nach welchen Kriterien und in welchen Verfahren konsistente Flächenziele für die Bundesländer und den Bund zur Zielerreichung erarbeitet und welche Ausgleichsmechanismen und Flexibilitäten zwischen den Bundesländern dabei etabliert werden könnten.

Akteure: Bundes- und Landesgesetzgeber unter Beteiligung von Energieexpertinnen und -experten sowie Verbänden entwickeln die Methodik und regulativen Strukturen.

Intendierte Wirkung: Der Lösungsansatz verspricht einen deutlichen Gewinn an Versorgungssicherheit in Bezug auf das Gesamtenergiesystem, ermöglicht es, die Zielsetzungen tatsächlich und effizient zu erreichen, und vermeidet Fehlinvestitionen in die Energieinfrastruktur. Die Raumplanung der Länder, Regionen und Gemeinden wird zielgerichteter. Lokale und regionale Zielsetzungen werden nachvollziehbarer. Damit werden die Grundlagen zur Erarbeitung der notwendigen gesellschaftlichen Akzeptanz verbessert, Kooperationen zwischen Regionen initiiert und generell der Ausbau der erneuerbaren Energien transparent und fair zwischen den Bundesländern ver-

²⁷⁸ Von einem Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsektor von 45,4 Prozent und beim Bruttoendenergiebedarf von 19,3 Prozent im Jahr 2020 auf annähernd 100 Prozent bis zum Jahr 2045 (innerhalb von 24 Jahren).

²⁷⁹ Vgl. SRU 2022.

teilt. Mit Mindestzielwerten und Puffern bei Nichtrealisierung können gewisse Flexibilität der Bundesländer beibehalten werden, die auch bei der Anpassung an den erwartbaren Strombedarf greifen.

HO 3.2 – Mehrfachnutzungen von bereits genutzten Flächen ermöglichen

Herausforderung: Der beschleunigte Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen bedarf einer angemessenen Flächenplanung, i. Diese un bebauten Flächen sollten einer Mehrfachnutzung zugeführt werden. Eine Einfachnutzung von un bebauten Flächen nur durch PV- oder Windenergieanlagen kann Nutzungskonflikte mit der Landwirtschaft und dem Naturschutz verstärken und ist ineffizient hinsichtlich einer nachhaltigen Landnutzung. Verträgliche Mehrfachnutzungen (zum Beispiel PV auf Trockenstandorten, stillgelegten Maisfeldern oder auf Mooren) können beispielsweise die Biodiversität stärken und damit einen wesentlichen Beitrag zum Artenschutz leisten. Ebenso kann primär landwirtschaftliche Nutzung gewinnbringend mit PV-Installation verbunden (Agri-PV) oder auch PV auf im Betrieb befindlichen Baggerseen zur Verbesserung der Gewässerökologie genutzt werden (Floating-PV – siehe Tabelle 4 Kapitel 2.5).

In der Implementierung der integrierten Photovoltaik, scheitert eine Mehrfachnutzung bisher häufig, weil klare regulative Vorgaben in der Raumordnung und/oder im Baurecht fehlen, um Genehmigungen erteilen zu können.²⁸⁰

Lösungsansatz: Insbesondere PV-Anlagen auf bereits genutzten oder anderweitig nutzbaren Flächen sollten systematisch ermöglicht werden, wenn dadurch ein Mehrfachnutzen erzielt wird. Zusätzlich zur Stromgewinnung können weitere Nutzen wie die Steigerung der Biodiversität, Verbesserung von Gewässerökologie, Systemdienlichkeit für das Stromnetz, Schutz vor Schäden durch Extremwetterereignisse (beispielsweise durch Parkplatz-Überbauung, Agri-Photovoltaik im Obstbau, PV-Anlagen auf Gründächern) und Erhalt des Ernteertrags realisiert werden. Als Bedingung für eine Förderung von integrierten PV-Anlagen durch das EEG müsste der entsprechende Zusatznutzen eindeutig gegeben sein. Zusätzlich wäre der Rechtsrahmen in Deutschland so zu gestalten, dass sowohl die Agrarförderung als auch eine Förderung durch das EEG möglich ist.

Für die Strategie, alle möglichen Flächen für den beschleunigten Zubau zu nutzen, ist die Nutzung der Agri-PV eine Option, obwohl sie nicht immer die kostengünstigste Variante ist. Bei Agri-PV sollte insbesondere sichergestellt werden, dass der landwirtschaftliche Ertrag Vorrang hat vor dem energetischen Ertrag. Dazu könnte eine Mindestertragsmenge gesetzlich festgelegt werden, beispielsweise ist in der DIN SPEC 91434 eine Mindestertragsmenge mit 90 Prozent des Referenzertrags vorgesehen (Abschnitt 5.2.10). Um eine Markteinführung der Agri-PV zu ermöglichen, sollte zunächst der Referenzertrag gemäß DIN SPEC angesetzt werden, der in Zukunft möglicherweise erhöht werden kann. Dadurch könnte auch die landwirtschaftliche Beihilfefähigkeit gemäß Direktzahlungen-Durchführungsverordnung sichergestellt werden. Voraussetzung für den Ausbau von Agri-PV ist die Privilegierung, weil ansonsten bauliche Anlagen im Außenbereich untersagt bleiben. Die regionale Raumordnung könnte bei der

²⁸⁰ Alle Varianten der integrierten PV weisen ein substanzielles Potenzial zum Ausbau der Photovoltaik auf.

Privilegierung von Agri-PV im Außenbereich durch eine Art Grundflächenzahl-Begrenzung²⁸¹ (GRZ) eine zu starke Verdichtung von integrierter Photovoltaik auffangen.

PV-Anlagen auf urbanen Nutzungsflächen (Parkhäuser, öffentliche Flächen, Busbahnhöfe etc.) können neben der Netzeinspeisung auch innovative Lösungen („Unter dem PV-Dach parken und Auto laden“) ermöglichen. Dazu müsste geregelt werden, dass für Flächen im Eigentum der öffentlichen Hand die wirtschaftliche Betätigung zur Energiegewinnung durch Gemeinden, kommunale Betriebe etc. zugelassen wird. Bei gebäudeintegrierter Photovoltaik gilt es, die Wirtschaftlichkeit von „stromerzeugenden Fassaden“ zu erhöhen und auch die Bedeutung der Fassaden gegenüber Dachflächen durch verbesserte Ausbildung im Bereich Architektur, Planung, Facility Management etc. anzugehen sowie die Kompatibilität mit Fassadenbegrünung zur Klimaanpassung aufzuzeigen.

Floating PV kann hinsichtlich der Wirkungen auf Gewässerökologie und Freizeitnutzung so optimiert werden, dass Konkurrenzen weitgehend vermieden werden. Zunächst sind die Ergebnisse der Innovationsausschreibung²⁸² im April 2022 abzuwarten; außerdem muss geprüft werden, für welche Wasserflächen schwimmende PV einen Nutzen hinsichtlich der Gewässerökologie bietet und damit förderfähig ist. Sobald hier belastbare Daten vorliegen, wäre eine Umsetzung in das EEG notwendig, um für den beschleunigten Zubau noch deutlich vor 2030 wirksam zu werden.

Akteure: Für die Umsetzbarkeit der Neuregelungen zur Mehrfachnutzung müssen Bund und Länder klären, in welchen Gesetzesbüchern (BauGB, EEG, Raumordnungsgesetz (ROG) etc.) und durch welche Verordnungen (BauNVO, LBauO, WHG etc.) entsprechende Änderungen rechtlich verankert werden. Bei neuen Technologien wie Agri-PV und schwimmender PV ist zusätzlich der Austausch mit Wissenschaft sowie Bürgerinnen und Bürgern zur konkreten Ausgestaltung des Ausbaus erforderlich. Insbesondere die Erkenntnisse aus zum Teil noch laufenden Projekten bieten wichtige Anhaltspunkte.

Intendierte Wirkung: Durch eine klare Regelung und gezielte Förderung werden umfangreiche Öffnungsoptionen für weitere Flächen durch Flächenmehrfachnutzung möglich. Zentral bleibt das Gebot der Mehrfachnutzung, sofern nur eine geringfügige Einschränkung der Nutzung beziehungsweise Bewirtschaftung der Flächen daraus resultiert.

²⁸¹ In der BauNVO für die Baugebietstypen üblich.

²⁸² Dazu läuft gegenwärtig ein Konsultationsprozess bei der BNetzA.

HO 3.3 – Umfassende Erschließung der Solarpotenziale auf Gebäudedächern

Herausforderung: Das Ziel der Klimaneutralität der Bundesregierung erfordert eine Vervielfachung sowohl der installierten Windkraft- als auch der Photovoltaikleistung (siehe Kapitel 2.4). Große Potenziale zur Installation von Photovoltaikanlagen sind sowohl in der Freifläche als auch auf den Gebäudedächern in den Städten vorhanden (siehe Kapitel 2.3). Die Installation von kostengünstigen Photovoltaikanlagen in der Freifläche steht dabei teilweise in Konkurrenz mit anderen Nutzungen wie der Landwirtschaft, der Erholung und des Naturschutzes. Dachflächen von Gebäuden werden dagegen in der Regel durch die Installation einer Photovoltaikanlage nicht gestört und ein großer Teil der Fläche steht ohne Nutzungskonkurrenz zum Beispiel für technische Aufbauten zur Verfügung. Die Installation auf Gebäuden bietet zusätzlich den Vorteil, dass die Solarstromerzeugung nahe bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern stattfindet, was den Infrastrukturbedarf reduziert und den Eigenversorgungsanteil erhöht. Dies spricht dafür, geeignete Dachflächen – unter Abwägung höherer Stromgestehungskosten - umfassend zur Installation von Solaranlagen zu nutzen, damit den Ausbau zu beschleunigen und den Druck auf eine zügige Bereitstellung von Freiflächen zu reduzieren.

In Deutschland gibt es rund 19,3 Millionen Wohn- und etwa 21 Millionen Nichtwohngebäude.^{283,284} Gleichzeitig sind insgesamt 2,2 Millionen Photovoltaikanlagen in Deutschland auf Gebäudedächern installiert.²⁸⁵ Somit sind bislang nur 5 Prozent der Gebäude mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet. Für Berlin, beispielsweise, wurde ermittelt, dass von der vorhandenen Dachfläche von 106,8 Millionen Quadratmetern etwa 40,8 Millionen Quadratmeter für die Installation von Photovoltaikanlagen prinzipiell geeignet sind. Um einen Solarstromanteil von 25 Prozent am Strombedarf zu erreichen (was der Zielsetzung der Stadt Berlin entspricht) wäre eine Belegung von rund 20,0 Millionen Quadratmetern Dachfläche mit Photovoltaikmodulen erforderlich.²⁸⁶ Dies zeigt, dass das Potenzial geeigneter Dachflächen in großem Umfang erschlossen werden sollte, wenn relevante Anteile an der Stromerzeugung erreicht werden wollen.

Photovoltaikanlagen auf Freiflächen zeichnen sich durch eine große bis sehr große Leistung aus (in der Regel über 100 Kilowatt bis zu 20 Megawatt) und werden meist von spezialisierten Projektentwicklern entwickelt. Im Vergleich dazu erfordert die Erschließung von Photovoltaikanlagen auf Gebäudedächern die Aktivierung einer sehr großen Zahl von Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern, die jeweils nur eine kleine bis mittlere Anlage installieren (in der Regel 1 bis 10 Kilowatt auf Privatgebäuden und zwischen 10 Kilowatt und wenigen 100 Kilowatt auf Gewerbebauten). Da sie diese Investitionsentscheidung meist nur einmalig treffen, müssen die Instrumente zur Motivation, Beratung und Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Photovoltaikanlagen auf geeigneten Dachflächen entsprechend den Zielgruppen gestaltet werden.

²⁸³ Vgl. DESTATIS 2021.

²⁸⁴ Vgl. IWU 2022.

²⁸⁵ Aktuelle Zahlen aus dem Marktstammdatenregister der BNetzA online verfügbar unter <https://www.marktstammdatenregister.de/> zuletzt geprüft am 31.01.2022.

²⁸⁶ Vgl. Stryi-Hipp et al. 2019.

Eine rasche Umsetzung einer sehr großen Zahl von Photovoltaikanlagen auf Gebäudedächern erfordert einen einfachen, unbürokratischen regulativen Rahmen ohne administrative Barrieren als Grundvoraussetzung. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob eine weitere Stimulation der Nachfrage durch Erhöhung der ökonomischen Anreize oder die Nutzung ordnungsrechtlicher Vorgaben aus gesamtsystemischer Sicht erforderlich ist. Letztere können beispielsweise in der Verpflichtung bestehen, geeignete Dächer für die Solarenergiegewinnung zu nutzen.

Seit Einführung des EEG hat der Gesetzgeber systematisch Marktbarrieren abgebaut (zum Beispiel Garantie des Netzanschlusses und prioritäre Stromeinspeisung) und ökonomische Anreize geschaffen (zum Beispiel garantierte Einspeisevergütung über 20 Jahre). Dieses Vorgehen führte zu einem starken Nachfrageanstieg bis zum Jahr 2012, der danach vermutlich deshalb wieder spürbar zurückging, weil die Reduzierung der Solarstromvergütung deutlich stärker war als die Reduzierung der Anlagenpreise, was zu einer merklichen Abnahme der finanziellen Anreize führte.²⁸⁷ Dies belegt die Wirksamkeit der Marktstimulation durch starke wirtschaftliche Anreize. Allerdings ist nicht bekannt, wie hoch die Profitabilität sein muss, um eine bestimmte Nachfrage und ein bestimmtes Ausbauniveau zu erreichen. Weiter ist unbekannt, welcher Teil der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer durch welche Renditehöhe motiviert werden kann und welcher Teil durch ökonomische Anreize nicht motivierbar ist.

Aus psychologischen Studien zur Investition in energieeffiziente Heizungstechnologie ist bekannt, dass Haushalte solche Entscheidungen als überfordernd und zu komplex erleben. Steigende Energiepreise bei Investitionsentscheidungen werden nicht hinreichend berücksichtigt und Amortisationszeiten angesetzt, die kürzer als die durchschnittliche Lebensdauer der Anlagen sind.²⁸⁸ Bereits im Rahmen der Untersuchungen zur Prospect Theory²⁸⁹ konnte gezeigt werden, dass Laien unter Unsicherheit langfristige Gewinne unterschätzen. Gerade die Investition in PV-Anlagen leidet vermutlich in hohem Maße unter diesem kognitiven Fehler, da die Erträge variieren (zum Beispiel je nach Dachneigung, Ausrichtung), die Relation von Einspeisung und Eigenverbrauch von vielfältigen Faktoren abhängt und vermutlich die Höhe des künftigen Eigenverbrauchs durch den Ersatz fossiler Technologien (Elektroauto, Wärmepumpe) nicht berücksichtigt wird. Das heißt zusätzlich zu bürokratischen Barrieren erschweren vermutlich auch die Komplexität der Abwägungsprozesse und kognitive Barrieren die Investitionsentscheidung, selbst wenn eine PV-Anlage wirtschaftlich wäre.

Vor diesem Hintergrund erscheint daher auch die Verpflichtung der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer geeignet, bei vorhandener Wirtschaftlichkeit ihre Gebäudedächer zur Solarenergiegewinnung zu nutzen oder bereitzustellen um den möglichen kognitiven Barrieren entgegenzuwirken. Ordnungsrechtliche Vorgaben sind im Gebäudebereich in Bezug auf die Energieeffizienz bekannt und ermöglichen es, die Umsetzung der Verpflichtung zum Beispiel in allen Neubauten und bei Sanierung von Bestandsgebäuden zu erreichen. Aufgrund der Zielsetzung der Bundesregierung, den

²⁸⁷ Vgl. Ritter/ Bauknecht 2021.

²⁸⁸ Vgl. Hafner et al. 2019.

²⁸⁹ Vgl. Kahneman/ Tversky 1979.

Ausbau der Photovoltaik je zur Hälfte auf Freiflächen und auf Dachflächen zu erreichen²⁹⁰, empfiehlt sich eine Untersuchung dahingehend, durch welche Maßnahmenart welche Marktstimulation erreicht werden kann.

Lösungsansatz: Zur Beschleunigung der Dekarbonisierung der Energieversorgung, kann die Solarenergiegewinnung auf geeigneten Dachflächen einen substantiellen Beitrag leisten. Für den Fall, dass eine erhebliche Steigerung der Nutzung dieser Potenziale aus gesamtgesellschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Gründen als sinnvoll erachtet wird, müssen Rahmenbedingungen und Anreize geschaffen werden, die im Grundsatz einen wirtschaftlichen Betrieb der Photovoltaikanlagen ermöglichen und gleichzeitig zur gewünschten Nachfragesteigerung führen. Hierfür sind folgende zwei Optionen möglich und zu prüfen:

- (1) Stabile wirtschaftliche Anreize schaffen, damit ein Großteil der geeigneten Dachflächen zur Solarenergiegewinnung genutzt wird.** Durch Erhöhung beziehungsweise Stabilisierung der Rendite einer Photovoltaikanlage kann die Zahl der Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer, die sich für eine Anlage entscheiden, gesteigert werden. Aus der bisherigen Marktentwicklung lässt sich ableiten, dass die Rendite signifikant erhöht werden muss, um den Marktausbau deutlich zu beschleunigen.²⁹¹ Möglich ist dies durch Erhöhung der Einspeisevergütung und gegebenenfalls der Marktprämie auf ein auskömmliches Niveau. Um die optimale Höhe zu finden, wäre ein Herantasten „von unten“, sprich eine regelmäßige Anhebung bis zur Erreichung der angestrebten Ausbaugeschwindigkeit ein möglicher Weg. Dieser wäre allerdings kontraproduktiv, da die Erwartung von höheren Renditen in der Zukunft einen Attentismus auslöst. Deshalb müsste eine erforderliche Zielrendite abgeschätzt und umgesetzt werden, um sie gegebenenfalls dann in zukünftigen Schritten abzusenken, falls sie sich als zu hoch erweist. In welcher Höhe zusätzliche Anreize in Form von Einspeisevergütungen und Marktprämien erforderlich sind, hängt unter anderem von der Entwicklung der CO₂-Preise ab. Je höher der CO₂-Preis, desto wirtschaftlich attraktiver werden erneuerbare Energien im Vergleich zu fossilen Energieträgern und desto niedriger wird daher generell der Bedarf an zusätzlicher Förderung. Die Vorteile, die Dach-PV gegenüber Freiflächenanlagen durch die Reduktion der Flächenkonkurrenz bietet, werden durch einen höheren CO₂-Preis allerdings nicht honoriert, sodass der Ausbau der (teureren) Dach-PV durch einen höheren CO₂-Preis alleine voraussichtlich nicht umfassend angereizt würde. Unabhängig davon ist zu prüfen, inwiefern andere strukturelle Gegebenheiten wie beispielsweise ein Fachkräftemangel ursächlich für das Nichterreichen der erwünschten Ausbaugeschwindigkeiten sein könnten.
- (2) Verpflichtung zur Nutzung von geeigneten Dachflächen zur Solarenergiegewinnung auf Neubauten und bei Bestandssanierung.** Unter Gewährleistung der Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlagen, könnten die Eigentümerinnen und Eigentümer von Gebäuden verpflichtet werden, ihre Gebäudedächer zur Solarenergiegewinnung zu nutzen oder zur Verfügung zu stellen. Dies kann, wie die Forderung nach energiesparender Bauweise, im Rahmen von Neubauvorhaben

²⁹⁰ Vgl. BMWK 2022c.

²⁹¹ Vgl. Ritter/ Bauknecht 2021.

und bei umfangreichen Dachsanierungen bei Bestandsbauten gefordert werden. Dies würde der Zielsetzung der Bundesregierung entsprechen, „beim Ausbau der Solarenergie [...] alle geeigneten Dachflächen zu nutzen: Dafür wird die Solarstromerzeugung auf gewerblichen Neubauten verpflichtend und im privaten Neubau zur Regel“²⁹². Zu regeln wäre beispielsweise, ob die Verpflichtung nur für Neubauten oder auch für Bestandsbauten, nur für Nichtwohngebäude oder auch für Wohngebäude gilt. Zu bedenken ist dabei, dass die Eigentums- und Baufreiheit der Verpflichteten nach Art. 14 Abs. 1 GG durch die Solarpflicht eingeschränkt wird. Für den Regelfall muss die Pflicht deshalb verhältnismäßig und wirtschaftlich zumutbar sein.²⁹³ Die Aufnahme folgender Bedingungen sollte deshalb bei Einführung einer Solarpflicht geprüft werden:

- Eigentümerinnen und Eigentümer von Grundstücken mit Gebäuden sind nur dann verpflichtet, auf den Dächern ihrer Gebäude eine PV-Anlage zu installieren, wenn dies wirtschaftlich zumutbar ist, das heißt, wenn sich die PV-Anlage im Nutzungszeitraum amortisiert.
- Ersatzweise wird die Pflicht auch erfüllt, wenn PV-Anlagen durch Dritte auf den Dächern angebracht werden oder wenn statt einer Photovoltaikanlage eine Solarwärmeanlage installiert wird.
- Bei Neubauten besteht die Pflicht zur Installation einer PV-Anlage mit der Fertigstellung des Baus.
- Bei Bestandsgebäuden besteht die Pflicht bei umfangreicher Dachsanierung. Langfristig sollte die Pflicht auch ohne Anlass der Dachsanierung erwogen werden.
- Gegebenenfalls kann eine schrittweise Einführung der Solarpflicht sinnvoll sein. Dies kann erreicht werden, indem die Pflicht zuerst auf Neubauten und danach erst auf Bestandsgebäuden oder zuerst auf Nichtwohngebäuden und danach auf Wohngebäuden eingeführt wird.
- Zur Erfüllung der Solarpflicht ist eine Mindestgröße der PV-Anlage vorzugeben, die zur Nutzung eines großen Teils des auf dem Dach vorhandenen Solarpotenzials führt.
- Die Solarpflicht gilt auch in Kombination mit extensiven Gründächern, wobei die Anforderungen an die Installationsdichte der PV-Anlage (Modulfläche pro Grundfläche) zu reduzieren sind, um die notwendige Pflege der Gründächer zu ermöglichen. Da öffentliche Gebäude eine wichtige Vorbildwirkung haben, sollte die Installation von PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden parallel zur Einführung einer PV-Pflicht forciert erfolgen, um eine hohe Akzeptanz für die PV-Pflicht zu erreichen.

²⁹² Vgl. BMWK 2022a.

²⁹³ Vgl. Longo/ Stryi-Hipp 2021.

Akteure: Die Regelung kann vom Bundesgesetzgeber unter Beteiligung der Verbände der betroffenen Akteure erarbeitet und erlassen werden, die Abstimmung mit den Landesregierungen, die teilweise bereits eigene Anreizprogramme oder Solarpflichten erlassen haben wie in Baden-Württemberg, Hamburg und Berlin, ist sinnvoll.

Intendierte Wirkung: Der Abbau von Barrieren und die Gewährleistung der Wirtschaftlichkeit schaffen die Voraussetzung für einen weiteren Ausbau der Photovoltaik. Eine deutliche Beschleunigung würde jedoch zusätzlicher ökonomischer Anreize oder ordnungsrechtlicher Vorgaben bedürfen. Die Erhöhung der Rendite würde bei den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern auf eine höhere Akzeptanz stoßen und auch das Potenzial der Bestandsbauten, bei denen keine Dachsanierung stattfindet (bei denen also der Anlass zur Pflicht nicht gegeben ist) erschließen helfen. Eine Solarpflicht würde dagegen ausnahmslos alle Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer erreichen, die ein geeignetes Dach haben.

Nicht intendierte Wirkung: Die Erhöhung der Rendite für die Betreiberinnen und Betreiber der Photovoltaik-Anlagen würde je nach Finanzierungsmodell entweder zu höheren Strompreisen oder zu einer höheren Steuerlast führen, da die Mehrkosten sozialisiert werden. Dies ist angesichts der bereits aus anderen Gründen steigenden Energiepreise kritisch zu sehen. Weiter besteht auch die Gefahr, dass eine hohe Rendite für Photovoltaikanlagen zu einer Neiddebatte führt und die gesellschaftliche Akzeptanz für die Förderpolitik in Frage stellt. Bei einer Solarpflicht besteht die Gefahr, dass die Verpflichteten nur die Mindestanforderungen erfüllen, statt das ganze Dach zu nutzen und die Kontrolle der Pflicht je nach Ausgestaltung nennenswerte Ressourcen in der Verwaltung bindet.

Handlungsfeld 4: Das Energiesystem vollständig auf erneuerbare Energien ausrichten

Der beschleunigte Ausbau von Windenergie- und PV-Anlagen kann nur gelingen, wenn das Energiesystem technisch und regulativ die zusätzlichen volatilen Erzeugungsleistungen aufnehmen kann. Die neuen Windenergie- und PV-Anlagen müssen nicht nur Stromerzeugungsmengen ersetzen, sondern auch in Kombination mit weiteren Technologien die Funktionen der fossil-nuklearen Anlagen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit übernehmen. Weiter setzt der beschleunigte Ausbau auch die Verfügbarkeit von Komponenten zum Aufbau der Windenergie- und PV-Anlagen in ausreichenden Mengen und zu günstigen Preisen voraus. In diesem Handlungsfeld werden deshalb mit HO 4.1 Maßnahmen zum Erhalt der Versorgungssicherheit durch eine systemdienliche Integration von Windenergie- und Photovoltaikanlagen in das Energiesystem adressiert. Mit der HO 4.2 wird die Schaffung eines einheitlichen regulativen Rahmens für den Strommarkt angeregt, der notwendig ist, um Fehlentwicklungen bei der Ausbautwicklung und der Kostenbeteiligung der verschiedenen Verbrauchergruppen zu vermeiden. Dies unterstreicht die Notwendigkeit der Erarbeitung eines neuen Strommarktdesigns. Ein eigener Vorschlag für ein Strommarktdesign wurde nicht erarbeitet, da ein solcher den Rahmen dieser Stellungnahme weit überschritten hätte. Bearbeitet werden soll die Fragestellung beispielsweise von der Plattform „Klimaneutrales Stromsystem“, deren Etablierung laut Koalitionsvertrag im Jahr 2022

vorgesehen ist. In HO 4.3 wird vorgeschlagen zu prüfen, ob sich die aktuelle Importabhängigkeit insbesondere von Komponenten und PV-Modulen aus China zu einem Hemmnis für einen beschleunigten Ausbau entwickeln könnte. Falls dies der Fall wäre, sollte weiter geprüft werden, ob das weitgehende chinesische Produktionsmonopol durch eine globale Diversifizierung der Lieferländer überwunden werden kann oder ob eine gezielte Unterstützung des Aufbaus von Produktionskapazitäten in Deutschland beziehungsweise Europa auch als Beitrag zur Stärkung der von der Bundesregierung angestrebten Energiesouveränität sinnvoll wäre.

HO 4.1 – Systemdienstleistungen durch Windenergie- und PV-Anlagen ermöglichen

Herausforderung: Wenn in den kommenden Jahren konventionelle Kraftwerke zunehmend von Windenergie- und PV-Anlagen verdrängt und abgeschaltet werden, stellen deren rotierende Massen keine Momentanreserven mehr zur Verfügung. Die damit verbundene Bereitstellung von Regelenergie ist notwendig für eine sichere Stromversorgung, wird aber bislang von Windenergieanlagen und PV-Großanlagen mangels entsprechender Ausrüstung und Einbindung ins Stromsystem nicht angemessen übernommen. Würden künftig weiterhin große Anlagen ohne Beitrag zur Stromnetzstabilisierung installiert, müssten mehr fossile Reservekraftwerke vorgehalten werden, würde die Versorgungssicherheit sinken und würde der Umfang der Abregelungen von Windenergieanlagen und PV-Großanlagen zunehmen. Dies stellt ein großes Hemmnis für den beschleunigten Ausbau der genannten Anlagen dar.

Technisch sind Windenergieanlagen und PV-Großanlagen in der Lage, Regelenergie bereitzustellen. Dazu können sie in einem ersten Schritt so in das System der Frequenzregelung des Stromnetzes eingebunden werden, dass sie bei erhöhter Netzfrequenz (Leistungsüberschuss in der Regelzone) gezielt gedrosselt werden und damit die Netzfrequenz reduzieren (Bereitstellung von negativer Regelenergie). Die Bereitstellung von positiver Regelenergie kann durch einen gezielten Betrieb in Teilleistung und die Erhöhung der Leistung bei Bedarf erreicht werden, was derzeit jedoch nicht sinnvoll ist. Künftig wird es aber immer mehr Zeiten geben, in denen die Momentanleistung von Windenergieanlagen und PV-Großanlagen höher ist als die gesamte Netzlast. Dieser Leistungsüberschuss kann zur Beladung von Speichern und bei Bedarf zur Bereitstellung von positiver Regelenergie genutzt werden, wenn die entsprechenden Voraussetzungen geschaffen sind.

Durch die Kombination von Windenergieanlagen und PV-Großanlagen mit strom- oder gasförmigen Energiespeichern zu sogenannten Kombikraftwerken können diese auch kontinuierlich Regelenergie zur Frequenzregelung bereitstellen. Kombikraftwerke können entweder physisch an einem Ort realisiert werden (zum Beispiel Windpark und/oder PV-Großanlage mit Großbatterie und/oder mit Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher und Brennstoffzelle), oder es können die einzelnen Anlagen an verschiedenen Orten betrieben und zu einem virtuellen Kombikraftwerk zusammengeschaltet werden, das zentral gesteuert in Summe die Regelenergie bereitstellt.

Die Notwendigkeit von Änderungen im Regelenergiemarkt zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit muss getrennt geprüft werden für die Phase der Energiesystemtransformation (der Anteil der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung wächst von heute rund 45 Prozent auf zum Beispiel 90 Prozent) und den Betrieb der

nahezu vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromversorgung im Endausbau. In der ersten Phase steht die Regelenergiebereitstellung durch Windenergieanlagen und PV-Großanlagen im Wettbewerb mit den noch vorhandenen fossil-nuklearen Kraftwerken, und der Abbau von entsprechenden Marktzugangsbarrieren muss gewährleistet werden. Nach durchlaufener Transformation stehen nur klimaneutrale Stromquellen zur Bereitstellung von Regelenergie zur Verfügung, unter denen ein freier Wettbewerb gewährleistet werden muss.

Lösungsansatz: Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit bei weiterem Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen müssen diese künftig Systemdienstleistungen übernehmen. Um dies zu ermöglichen, können folgende Maßnahmen einen wichtigen Beitrag leisten:

- Entwicklung und Integration der erforderlichen Leistungselektronik und Algorithmen in den Regelungen der Windenergie- und PV-Großanlagen zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen.
- Definition und Aufbau der erforderlichen informations- und kommunikationstechnischen Infrastruktur (IKT) zur Vernetzung der Anlagen mit den Betriebsleitständen der Netzbetreiber.
- Integration der Windenergie- und PV-Großanlagen in die Abläufe zur Wiederherstellung des Leistungsgleichgewichts bei Auftreten von Frequenzabweichungen.
- Untersuchung und Entwicklung von Konzepten für lokale oder virtuelle Kombikraftwerke durch ganzheitliche Bewertung der Entwicklungspotenziale unterschiedlicher Lösungsansätze (zum Beispiel Strom- und Gasspeicher), ihrer Marktchancen und deren regulativen Umfelds. Implementierung von Pilotprojekten zur praktischen Erprobung der Konzepte und Entwicklung eines regulativen Rahmens für Kombikraftwerke.
- Prüfung, inwieweit regulative und ökonomische Marktzugangsbarrieren für Windenergie- und PV-Großanlagen zum Regelenergiemarkt vorhanden sind, und der Notwendigkeit für einen Transformationsfahrplans für die gezielte Übernahme von Regelenergiesystemdienstleistungen durch diese von fossil-nuklearen Kraftwerken.
- Prüfung, ob das Vergütungssystem für Regelenergiesystemdienstleistungen deren notwendige Bereitstellung durch Windenergie- und PV-Großanlagen angemessen und zielführend gewährleistet. Diese Prüfung durch die AG Strommarkt der Zukunft wird empfohlen.

Akteure: Anlagen- und Technologieentwickler entwickeln und implementieren technologische Lösungen, Investoren und Betreiber passen ihre Geschäftsmodelle an, Netzbetreiber und andere Unternehmen der Energiewirtschaft sorgen für die Aufnahme von Windenergie- und PV-Großanlagen in das System der Regelenergiebereitstellung, der Bundesgesetzgeber schafft die regulativen Rahmenbedingungen.

Intendierte Wirkung: Erhalt einer hohen Netzstabilität trotz Verdrängung von konventionellen Kraftwerken und deren rotierenden Massen. Dies trägt zum Erhalt der Akzeptanz für die Transformation des Stromsystems bei und reduziert die Kosten für die Netzbetreiber, die die Netzstabilität ansonsten durch andere Maßnahmen wie zum Beispiel die Bereitstellung einer Reserve an thermischer Kraftwerksleistung oder den Aufbau von rotierenden Phasenschiebern aufrechterhalten müssten. Für die Betreiber von Windenergie- und PV-Großanlagen werden neue, zusätzliche Geschäftsmodelle im Bereich der Systemdienstleistungen ermöglicht.

HO 4.2 – Gesetzesrahmen für den Strommarkt erneuern und vereinheitlichen

Herausforderung: Am 29.03.2000 trat das EEG als „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien“ in seiner Urfassung in Kraft. Sein damaliges Ziel war es, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung entsprechend den Zielen der EU und Deutschlands innerhalb von 10 Jahren ausgehend von 6,6 Prozent im Jahr 2000 mindestens zu verdoppeln. Mit dem EEG sollten die Benachteiligungen der erneuerbaren Energien im Strommarkt kompensiert werden. Diese bestanden einerseits in der marktbeherrschenden Stellung der etablierten Stromversorger und der erschwerten Vermarktbarkeit von Solar- und Windstrom aufgrund seiner Volatilität. Andererseits war die Wettbewerbsfähigkeit nicht gegeben, da die Stromgestehungskosten von Solar- und Windstrom noch keine Lernkurve durchlaufen hatten und gleichzeitig die Umweltkosten fossiler und nuklearer Stromerzeugung nicht internalisiert waren. Der Gesetzgeber wählte mit dem EEG den Weg, den Erzeugern von Strom aus erneuerbaren Energien einen priorisierten Zugang zum Strommarkt und eine kostendeckende Vergütung über die Nutzungsdauer der Anlagen zu garantieren. Die daraus resultierenden Mehrkosten für Strom aus erneuerbaren Energien wurden auf die Mehrzahl der Verbraucherinnen und Verbraucher umverteilt.

Das EEG baute Marktzugangsbarrieren ab, was zum Eintritt neuer Akteure und Investorengruppen in den Strommarkt führte. So konnten dezentrale Energieoptionen wie zum Beispiel PV-Dachanlagen und Biogas-KWK-Anlagen aktiviert und Pfadabhängigkeiten der herkömmlichen Energieversorgungsunternehmen umgangen werden, die durch die bereits vorhandenen Investitionsgüter, aber auch das in den Unternehmen vorhandene Wissen begründbar sind. Dies hat zu einer deutlich größeren Akteursvielfalt im Strommarkt geführt; so wurden neben Unternehmen, die auf die Stromerzeugung spezialisiert sind, auch Privatpersonen, Genossenschaften, Unternehmen mit anderem Hauptzweck als der Stromerzeugung und andere Akteure zu Stromerzeugern. Weiter hat dies zu einer deutlich größeren Anzahl und Leistungsbandbreite der Stromerzeugungsanlagen geführt, die nun von der PV-Anlage auf dem Einfamilienhaus im 1 Kilowatt-Maßstab über die Biogas-KWK-Anlage einer Energiegenossenschaft mit zum Beispiel 100 Kilowatt Leistung bis hin zu PV-Freiflächenanlagen in der Größe von beispielsweise 1 Megawatt und Windparks mit über 100 Megawatt Leistung reicht.

Mit der prioritären Netzeinspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien und der garantierten Vergütung über die Nutzungsdauer der Anlagen wurde den Investoren das marktbedingte, stromabsatzseitige unternehmerische Risiko abgenommen, sodass diese nur das Risiko aus dem Anlagenbetrieb zu tragen haben. In mehrfachen EEG-Novellen wurden die Bedingungen verändert, zum Beispiel in Bezug auf die Höhe der

Einspeisevergütung, die für große PV-Anlagen zunehmend über Ausschreibungen ermittelt statt im Gesetz festgelegt wird. Weiter wird das Prinzip der garantierten Vergütung durch die Einführung der Direktvermarktung aufgeweicht. Gleichwohl sind die Grundzüge des EEG auch im EEG 2021, in der Novelle, die zum 01.01.2021 in Kraft trat, weiterhin erhalten.

Das EEG war prinzipiell erfolgreich in Bezug auf den Ausbau der erneuerbaren Energien. So ist deren Anteil am Bruttostromverbrauch in Deutschland von 6,3 Prozent im Jahr 2000 auf 42,6 Prozent im Jahr 2021 gestiegen.²⁹⁴ Sie sind somit dabei, ihre Rolle als ergänzende Stromquelle in einem durch fossil-nukleare Erzeugung dominierten Strommarkt zu verlassen und in naher Zukunft zur Hauptenergiequelle der Stromerzeugung zu werden. Damit wird die Dualität des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) und des EEG, das die Benachteiligung der erneuerbaren Energien kompensiert hat, obsolet, und es ist erforderlich, **einen regulativen Rahmen zu schaffen, der einer durch erneuerbare Energien dominierten Stromerzeugung gerecht wird und gleichzeitig eine sichere und kostengünstige Stromversorgung ermöglicht.**

Durch die Erneuerung des Gesetzesrahmens sollte auch den Fehlentwicklungen entgegengewirkt werden, die heute schon sichtbar sind und bei einem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien ohne Änderungen des Gesetzesrahmens von immer größerer Bedeutung sein werden. Beispielsweise führen die Umlage der Systemkosten für den Netzbetrieb und die Regelenenergiebereitstellung auf den Arbeitspreis dazu, dass Verbraucherinnen und Verbraucher von selbst erzeugtem Strom geringere Beiträge zur Umlagefinanzierung der Systemkosten leisten, auch wenn sie zum Beispiel in Bezug auf die Gewährleistung der Versorgungssicherheit vom umlagefinanzierten Stromsystem profitieren. Weiter werden die Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund des Vergütungssystems vornehmlich ertragsoptimiert gebaut und betrieben, ohne Berücksichtigung der Netzdienlichkeit der Stromerzeugung. Beispielsweise werden PV-Anlagen bislang meist nach Süden ausgerichtet aufgestellt, da so der höchste Solarstromertrag erzielt wird. Bei Ausrichtung der PV-Module nach Osten und Westen wäre dagegen die erzeugte Solarstrommenge nur etwas geringer, dafür aber deutlich gleichmäßiger über den Tag verteilt und damit systemdienlicher. Hierfür fehlen allerdings die Anreize.

Die bestehenden Fehlanreize können nur durch einen einheitlichen regulativen Rahmen für den gesamten Strommarkt abgebaut werden, der sowohl den notwendigen Ausbau der Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien stimuliert als auch die Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit garantiert, zum Beispiel durch Vergütungsstrukturen und sonstige Preissignale, die die Systemdienlichkeit der Anlagen widerspiegeln.

Lösungsansatz: Sinnvoll ist die Weiterentwicklung des EnWG zu einem modernen Gesetzesrahmen, der den Herausforderungen eines durch erneuerbare Energien dominierten Strommarkts gerecht wird. Das EEG wird dann künftig überflüssig, wenn die Elemente aus dem EEG, die bislang für die gewünschte Vielfalt an Anbietern und Technologien im von erneuerbaren Energien dominierten Markt sorgen, in das neue EnWG

²⁹⁴ Vgl. BMWK 2022a.

integriert werden. Das neue EnWG sollte deshalb folgende Bedingungen gewährleisten beziehungsweise ermöglichen:

- Diskriminierungsfreier Zugang zum Strommarkt für Akteurinnen und Akteure, die Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen (zum Beispiel auch für Privatpersonen mit PV-Anlagen kleiner Leistung).
- Stimulation von Systemdienstleistungen durch erneuerbare Energien (zum Beispiel durch Kombination von Windenergie- und Photovoltaikanlagen mit Stromspeichern).
- Verursachergerechte Kosten- und Vergütungsstrukturen, die sowohl die Umweltbelastungen der Energiequellen (zum Beispiel durch CO₂-Abgabe) als auch die Bereitstellung von Systemdienstleistungen und Aufwände zur Versorgungssicherheit durch die Stromerzeuger angemessen widerspiegeln (zum Beispiel durch Aufteilung in Leistungs- und Arbeitspreis, Einführung einer zeitlich abhängigen Vergütung).
- Stimulation eines ausreichend schnellen Ausbaus von Erneuerbare-Energien-Anlagen durch Begrenzung des Investitionsrisikos und ausreichende Planbarkeit für die Investoren (auch für Investoren von Anlagen mit kleinen Leistungen).
- Stimulation einer systemdienlichen regionalen Verteilung der Erneuerbare-Energien-Anlagen zur Begrenzung des erforderlichen Netzausbaus und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit.
- Einführung von Marktmechanismen, die den Zubau von erneuerbaren Erzeugungskapazitäten an den Bedarfen orientieren (in Bezug auf Menge, Ort und Anlagendesign; dies kann zum Beispiel durch Erleichterung des Zubaus bei Nichterreichung und Erschwerung bei einem Zubau über einen regionalen Ausbauplan erfolgen).

Die Entwicklung eines konkreten Vorschlags für das neue Strommarktdesign, ist eine sehr umfangreiche und komplexe Aufgabenstellung, die nicht Thema dieser Arbeitsgruppe war, da sie den Rahmen der vorliegenden Stellungnahme gesprengt hätte. Allerdings haben die Koalitionsfraktionen der Bundesregierung in ihrem Koalitionsvertrag angekündigt, eine „Plattform Klimaneutralers Stromsystem“ einzurichten, die noch im Jahr 2022 konkrete Vorschläge zum Strommarktdesign machen soll.

Akteure: Ein einheitlicher Gesetzesrahmen für den Strommarkt, der den Herausforderungen eines klimaneutralen Energiemarktdesigns gerecht wird, ist durch den Bundesgesetzgeber unter intensiver Beteiligung von Wissenschaft, Energiewirtschaft, Verbänden und sonstigen Betroffenen zu entwickeln. Die ESYS-Arbeitsgruppe „Strommarkt der Zukunft“ wird hierfür weitere wichtige Impulse erarbeiten.

Intendierte Wirkung: Schaffung eines integrierten Gesetzesrahmens für den Strommarkt, der die Versorgungssicherheit auch bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien gewährleistet, einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung ermöglicht und die bisherigen Fehlentwicklungen beendet. Bei der

Transformation des Stromsystems und des Strommarkts werden Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit auch bei fluktuierender Stromerzeugung erhalten bleiben.

HO 4.3 – Risiken durch die Importabhängigkeit bei PV-Anlagen evaluieren

Herausforderung: Eine wichtige Voraussetzung für den beschleunigten Ausbau von Wind- und Solarenergie ist eine ausreichende Verfügbarkeit und Lieferbarkeit von entsprechenden Komponenten und Anlagen zu angemessenen Preisen auch bei steigender Nachfrage. Die in Europa installierten Windenergieanlagen werden derzeit vornehmlich in Europa hergestellt, sodass eine Ausweitung der Produktion in den vorhandenen Unternehmen möglich erscheint. Die Produktionskapazität für Photovoltaikmodule in Europa reicht dagegen derzeit nur aus, um 4 Prozent der in Europa installierten PV-Leistung bereitzustellen; 92 Prozent der weltweiten Produktion von PV-Modulen findet heute in Asien statt, wobei davon allein etwa 75 Prozent auf China entfallen²⁹⁵. Solarzellen und Wafer werden aktuell praktisch nicht in Europa gefertigt. Zur Vorbereitung eines starken Anstiegs der deutschen und der globalen Nachfrage nach Photovoltaikanlagen, wie sie zum Beispiel von der IEA erwartet wird,²⁹⁶ muss daher geprüft werden, ob die Versorgung mit Photovoltaikmodulen zu angemessenen Preisen gesichert ist. Da die Solarenergie neben der Windenergie künftig eine der tragenden Säulen der deutschen und europäischen Energieversorgung sein wird, ist es insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Erfahrungen bezüglich der Abhängigkeit Europas von russischem Erdgas geboten, auch Gefahren aufgrund von Importabhängigkeiten von Solartechnologien zu untersuchen und bei Bedarf gezielt gegenzusteuern.

Deutschland hat aufgrund seiner begrenzten heimischen fossilen und nuklearen Energieressourcen umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit der Abhängigkeit von Energieimporten, die sich seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges zunehmend aufgebaut hat. 1955 wurde der Energiebedarf Deutschlands noch vollständig aus heimischen Energiequellen bereitgestellt.²⁹⁷ Bis zum Jahr 2001 ist der Nettoimport von Primärenergie kontinuierlich bis auf 73,8 Prozent angestiegen. Seither schwankt er zwischen 73,8 und 68,6 Prozent, im Jahr 2020 betrug er 69,5 Prozent.²⁹⁸ Seit dem Jahr 2001 konnte der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch von 3 Prozent auf 17 Prozent im Jahr 2019 gesteigert und dadurch eine weitere Steigerung des Importanteils an fossilen Energien vermieden werden.

Aufgrund der Risiken aus der hohen Importabhängigkeit wurden zur Absicherung der Energieversorgung in der Vergangenheit verschiedene Instrumente eingeführt, wie zum Beispiel das Energiesicherungsgesetz (EnSiG) und das Erdölbevorratungsgesetz (ErdölBevG). Weiter wurden politische Maßnahmen zur Sicherung der Gastransportwege ergriffen. Allerdings haben die Bundesregierung und die Europäische Union aufgrund des Krieges, den Russland am 24.02.2022 gegen die Ukraine begonnen hat, konstatiert, dass die Importabhängigkeit von Erdöl und Erdgas aus Russland möglichst schnell beendet werden muss.^{299,300} Hierzu hat die Bundesregierung festgestellt: „Es gilt, die deutsche Energieversorgung auf robustere Säulen zu stellen.

²⁹⁵ Vgl. Jäger-Waldau 2021.

²⁹⁶ Vgl. IEA 2021.

²⁹⁷ Vgl. AG Energiebilanzen 1998.

²⁹⁸ Vgl. BMWK 2022e.

²⁹⁹ Vgl. BMWK 2022b.

³⁰⁰ Vgl. Europäische Kommission 2022.

Dazu reduziert die Bundesregierung Schritt für Schritt die Abhängigkeit von Importen aus Russland und von fossilen Energien insgesamt. Wichtigster Schlüssel für Energiesouveränität ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien, er ist eine Frage der nationalen und europäischen Sicherheit³⁰¹. Laut Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP) ist Energiesouveränität folgendermaßen definiert:

„Strategische Souveränität bei der Energieversorgung ist dann gegeben, wenn hinreichende, verlässliche Energielieferungen zu wirtschaftlichen Preisen auf eine Art erfolgen, die nicht mit den eigenen Werten, Interessen und außenpolitischen Zielen konfliktiert oder diese gar gefährdet (Daniel Yergin). Souveränität in Energiefragen ist also nicht einfach mit Versorgungssicherheit gleichzusetzen. Vielmehr bildet ein technisch robustes Energiesystem, das in Krisen und gegen politische Einflussnahme resilient ist, erst die Basis für strategische Handlungsfreiheit“³⁰²

In einer fossil-nuklearen Energiewirtschaft wird die Energieimportabhängigkeit eines Landes durch die Einfuhr der Energieträger Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran bestimmt. Aufgrund deren global ungleichmäßiger Vorkommen weisen viele Länder zwangsläufig eine starke Importabhängigkeit von denjenigen Ländern auf, die über große Vorkommen an diesen Rohstoffen verfügen. In einer klimaneutralen Energiewirtschaft bilden dagegen Sonne und Wind die Grundlage der Energieversorgung, die in allen Ländern zur Verfügung stehen, wenn auch mit unterschiedlichen Potenzialen. Sie ermöglichen prinzipiell einen höheren Selbstversorgungsanteil sowie Importe aus vielen verschiedenen Ländern und können damit substantiell zur Erhöhung der Energiesouveränität beitragen. Da Sonne und Wind frei zur Verfügung stehen, stellen in einem klimaneutralen Energiesystem die Energiequellen und Primärenergieträger nicht mehr die kritischen Komponenten der Energieversorgung dar, gegebenenfalls abgesehen von stofflichen klimaneutralen Energieträgern wie Biomasse und grünem Wasserstoff.

Eine Importabhängigkeit kann allerdings in Bezug auf die Verfügbarkeit von Anlagen zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte, sowie in Bezug auf Gase und Treibstoffe aus erneuerbaren Energien entstehen. Dabei ist zu beachten, dass die Anlagen nach Inbetriebnahme über ihre Nutzungsdauer Energie bereitstellen. Eine mögliche Abhängigkeit ist somit vor allem während des Ausbaus von Kapazitäten in der Transformationsphase des Energiesystems hoch und nimmt danach ab, da dann nur noch die Ersatzbeschaffungen der Anlagen nach ihrer Nutzungsdauer notwendig sind. Zur Bewertung der Energieimportabhängigkeit eines Landes wäre es demnach sinnvoll, künftig zusätzlich zum Importanteil der Primärenergieträger auch die Importabhängigkeit in Bezug auf die Anlagen zur Erzeugung von Endenergie aus erneuerbaren Energien zu berücksichtigen. Beispielsweise hat die Solarenergie als „heimische“ Energiequelle im Jahr 2021 rund 9 Prozent des Strombedarfs in Deutschland und 5 Prozent in Europa³⁰³ gedeckt, die dafür eingesetzten PV-Module wurden jedoch überwiegend importiert.

Um die Risiken der Importabhängigkeit zu bewerten, ist sowohl der Grad der globalen Konzentration der Produktion auf wenige Länder als auch deren erwartete Lieferzuverlässigkeit zu berücksichtigen. Im Bereich der Photovoltaikanlagen hat China seit etwa einem Jahrzehnt global eine weitgehend marktbeherrschende Stellung

³⁰¹ Vgl. BMWK 2022d.

³⁰² Vgl. Westphal/ SWP 2020.

³⁰³ Vgl. Statista 2022.

in der Produktion von Wafern, Solarzellen und PV-Modulen aufgebaut.³⁰⁴ Unter dem Aspekt der Erreichbarkeit der angestrebten Energiesouveränität sollte deshalb geprüft werden, inwieweit diese den erforderlichen künftigen Ausbau der Photovoltaik in Deutschland und Europa gefährden kann.

Dabei ist erstens zu prüfen, mit welcher Wahrscheinlichkeit in China oder eventuell auch in anderen Ländern der Welt die Produktionskapazitäten so stark ausgebaut werden, dass der erwartete steigende Weltmarktbedarf zu angemessenen Preisen bedient werden wird. Weiterhin ist auch die Wahrscheinlichkeit der Diversifizierung der globalen Produktion zu prüfen, da diese die Risiken aus der Lieferabhängigkeit von China ebenfalls reduzieren würde. Zweitens ist zu untersuchen, inwieweit die marktbeherrschende Stellung von China oder möglicher weiterer Lieferländer im Bereich der Produktion von Wafern, Solarzellen und Photovoltaikmodulen dazu führen könnte, dass der angestrebte schnelle Ausbau in Deutschland behindert oder deutlich verteuert wird.

Falls festgestellt werden sollte, dass die Importabhängigkeit bei PV-Modulen als kritisch anzusehen ist, ist es wichtig, die politischen Handlungsmöglichkeiten bewerten zu können. Deshalb sollte drittens geprüft werden, unter welchen Bedingungen eine Produktion von Wafern, Solarzellen und Photovoltaikmodulen in Deutschland oder Europa international konkurrenzfähig wäre und welche Unterstützung notwendig wäre, um solche Produktionen zu stimulieren. Dabei ist auch zu untersuchen, inwieweit die Aufnahme der Photovoltaik und anderer erneuerbarer Energien in die europäische Initiative „Important Project of Common European Interest“ (IPCEI) zielführend ist, die den Aufbau von strategisch wichtigen Wertschöpfungsketten wie zum Beispiel Mikroelektronik, Batterietechnologie und Wasserstofftechnologie unterstützt.^{305,306} Eine solche Technologiepolitik könnte in Bezug auf die Absicherung der künftigen Energieversorgung durchaus mit den genannten gesetzlichen Maßnahmen zur Absicherung der Erdöl- und Erdgasversorgung verglichen werden.

Falls auf Basis der Untersuchungen Maßnahmen zur Unterstützung von PV-Produktionen in Deutschland oder Europa beschlossen werden, ist allerdings sicherzustellen, dass die Vorteile eines funktionierenden Weltmarkts in Bezug auf technische Innovationen und einen internationalen Kostenwettbewerb erhalten bleiben. Die Energiesouveränität, sollte von staatlicher Seite gezielt nur so weit verfolgt und unterstützt werden, dass Abhängigkeiten vermieden werden, die zu Versorgungsengpässen und hohen Preisen führen können und die Zielerreichung in Bezug auf die Transformation des Energiesystems gefährden. Ziel sollte deshalb explizit die aktive Teilnahme Deutschlands in einem weiterwachsenden Weltmarkt für erneuerbare Energien sein und jegliche technologische Abschottung vermieden werden.

Deutschland nimmt international einen Spitzenplatz in der Photovoltaikforschung ein und hat Firmen, die international führend in der Herstellung von Produktionstechnologie für Photovoltaikfabriken sind. Somit sind die grundlegenden Bedingungen für den Aufbau einer Photovoltaikproduktion gegeben. Zu prüfen wäre, inwieweit bisher in Deutschland und anderen europäischen Ländern Rahmenbedingungen

³⁰⁴ Vgl. Jäger-Waldau 2019.

³⁰⁵ Vgl. BMWi 2021.

³⁰⁶ Vgl. Deutscher Bundestag 2021a.

gegeben sind, die faire Bedingungen im globalen Wettbewerb um die Produktionsstandorte gewährleisten. Ziel wäre es zu untersuchen, was die Voraussetzungen für den Ausbau und die Skalierung einer europäischen PV-Produktion sind, die nach einer Anschubphase auch auf dem Weltmarkt ohne Subventionen wettbewerbsfähig ist. Studien zeigen, dass dies möglich ist, wenn die PV-Produktionen in Europa eine Kapazität von mindestens 10 Gigawatt aufweisen.³⁰⁷

Lösungsansatz: Es sollte geprüft werden, inwieweit eine Diversifizierung der Importquellen oder eine Reduzierung der sehr großen Importabhängigkeit bei Photovoltaikmodulen einen Beitrag zur Erhöhung der Energiesouveränität leistet. Zu untersuchen sind dabei einerseits die Risiken dieser Importabhängigkeit und andererseits die Möglichkeiten, diese durch eine temporäre Unterstützung des Aufbaus von Photovoltaikproduktionen entlang der Wertschöpfungskette in Deutschland und Europa wirksam zu reduzieren.

Der Prüfauftrag sollte folgende Fragestellungen umfassen:

- Welche Risiken bestehen in Bezug auf Versorgungsengpässe, Preissteigerungen und daraus resultierende Erpressbarkeit beim Import von Komponenten zum Aufbau von Photovoltaik- und Windkraftanlagen bezüglich des angestrebten beschleunigten Ausbaus aufgrund der starken Abhängigkeit vom chinesischen Markt? Wie groß ist die Möglichkeit, durch eine Diversifizierung der Lieferländer diese Risiken zu reduzieren?
- Welchen Beitrag kann der Aufbau einer Photovoltaikproduktion in Deutschland oder Europa zur Erhöhung der Energiesouveränität leisten?³⁰⁸

Für den Fall, dass der Aufbau einer Photovoltaikproduktion in Deutschland oder Europa aus Gründen der Energiesouveränität künftig als sinnvoll bewertet wird, sollte vorsorglich folgende Fragestellung untersucht werden:

- Welche industriepolitischen Rahmenbedingungen müssten geschaffen werden, um eine global wettbewerbsfähige Photovoltaikproduktion in Deutschland oder Europa zu etablieren? Geprüft werden sollten dabei beispielsweise die Unterstützung privatwirtschaftlicher Initiativen durch verbesserte Möglichkeiten der Risikofinanzierung, die Einführung von Regularien zur Berücksichtigung des CO₂-Fußabdrucks eines Produkts und Maßnahmen zur Stärkung der Innovationskraft der Unternehmen.
- Weiter sollte geprüft werden, ob für die Photovoltaik und gegebenenfalls die Windtechnologie das IPCEI-Instrument zielführend ist.

³⁰⁷ Vgl. Fraunhofer ISE 2020.

³⁰⁸ Hierbei können auch Lieferketten für die benötigten Rohstoffe zur Herstellung der Anlagen berücksichtigt werden, durch die sich ebenfalls Abhängigkeiten ergeben.

Akteure: Die Bundesregierung lässt die Studien erstellen und prüft auf nationaler und europäischer Ebene die Möglichkeiten von Rahmensetzungen. Die Wissenschaft untersucht mit den Unternehmen, welche Innovationen in der Solar- und Windenergie erwartbar sind und wie der Auf- und Ausbau einer wettbewerbsfähigen Produktion von Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Europa erfolgen kann.

Intendierte Wirkung: Minderung des Risikos, den beschleunigten Ausbau der Photovoltaik aufgrund der Importabhängigkeit bei Komponenten für Photovoltaikanlagen nicht zu erreichen. Damit erhöhen sich die Energiesouveränität Deutschlands und Europas sowie die Resilienz des künftigen Energiesystems.

6 Fazit

Windenergie und Photovoltaik sind die wichtigsten Säulen der künftigen klimaneutralen Energieversorgung. Um den zukünftigen Strombedarf decken zu können, der trotz Verbesserung der Energieeffizienz durch Elektromobilität, Wärmepumpen und andere Technologien der Sektorenkopplung erheblich ansteigen wird, muss in den kommenden Jahren der jährliche Zubau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen von 6,2 Gigawatt im Jahr 2020 auf bis zu 36 Gigawatt Photovoltaik und Windenergie³⁰⁹ erhöht werden.

Die Unterstützung der Bevölkerung für Klimaschutz, Energiewende und Ausbau der erneuerbaren Energien ist groß – sind bereits Anlagen im Wohnumfeld vorhanden, sogar noch größer. Durch die enormen Kostensenkungen, die insbesondere bei der Photovoltaik in den letzten Jahren erzielt werden konnten, sind die Kosten der Stromerzeugung aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen heute geringer als aus neuen konventionellen Kraftwerken. Das breite Spektrum an Anlagen – von der Solaranlage auf dem Dach bis hin zum großen Windpark auf See – bietet neben großen Energieversorgern auch Privatpersonen, Landwirtinnen und Landwirten sowie Bürgerenergiegemeinschaften die Möglichkeit, Anlagen zu betreiben und auf diese Weise aktiv zur Energiewende beizutragen. Auch die Artenvielfalt kann profitieren, wenn Solarparks Lebensraum für bedrohte Tier- und Pflanzenarten schaffen.

Trotz der großen Chancen, die in den erneuerbaren Energien liegen, gestaltete sich der Übergang vom alten, fossil-nuklearen Energiesystem ins neue, klimaneutrale System bisher holprig. Um den Ausbau zu beschleunigen und gesetzte Ziele zu erreichen, gilt es nun die Hürden und Hemmnisse weitgehend zu beseitigen.

Hürden für einen schnelleren Ausbau liegen oft darin, dass versucht wird, die Erneuerbaren in das bestehende, von Kohle-, Erdgas- und Kernkraftwerken dominierte System zu integrieren und an dessen Erfordernissen anzupassen. War dieser Ansatz in der ersten Phase der Markteinführung durchaus sinnvoll, so stößt er zunehmend an seine Grenzen. Erforderlich ist daher ein Paradigmenwechsel: Wir müssen von den Erneuerbaren aus denken und das Gesamtsystem der Stromversorgung – technisch, ökonomisch, rechtlich und sozial – so weiterentwickeln, dass es den Anforderungen einer von Solar- und Windenergie dominierten Stromerzeugung gerecht wird.

Eine integrierte Planungskultur bei Planungs- und Genehmigungsprozessen, mehr Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern und attraktivere Investitionsmöglichkeiten in Windenergie- und Photovoltaikanlagen können zur Beschleunigung des Ausbaus beitragen. Ebenso können gesetzlich festgelegte Flächenziele hilfreich sein, um sicherzustellen, dass ausreichend Flächen zur Verfügung stehen. Dabei ist wichtig, dass

³⁰⁹ Vgl. BMWK 2022a.

alle Bundesländer und Regionen einen angemessenen Beitrag leisten. Weiter sollten die erforderlichen Rahmenbedingungen für das künftige Energiesystem geschaffen werden, unter anderem durch ein neues Strommarktdesign. Im Hinblick auf die sich stetig verändernde geopolitische Lage können auch die Risiken durch die Importabhängigkeit bei PV-Modulen evaluiert und Möglichkeiten zur Erhöhung der Energiesouveränität Deutschlands und Europas im Bereich der erneuerbaren Energien geprüft werden.

In dieser Stellungnahme wurden zwölf Handlungsoptionen vorgestellt, die diese Erfordernisse adressieren. Als mögliche Bausteine einer Strategie für einen beschleunigten Ausbau von Windenergie und Photovoltaik können sie helfen, die diversen wirtschaftlichen, regulatorischen und gesellschaftlichen Hürden zu überwinden.

Zentral ist dabei der Ansatz einer proaktiveren und am gemeinsamen positiven Ziel der Energiewende ausgerichteten Planungskultur. Dabei liegt der Fokus darauf, die große gesellschaftliche Unterstützung für die Energiewende in den Planungsverfahren aufzugreifen und Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit zu geben, den Ausbau der erneuerbaren Energien mitzugestalten. Verschiedene partizipative Methoden, wie Bürgerräte, Decision Theatre oder Planungszellen, können genutzt werden, um die Bürgerbeteiligung zu stärken. So können Nutzen und Lasten auf eine Weise verteilt werden, die als transparent und fair empfunden wird.

Wenn wir den Ausbau klug gestalten, sind in 25 Jahren Wind- und Solarenergie nicht nur die tragenden Säulen unserer Stromversorgung, sondern auch ein selbstverständlicher und sinnstiftender Teil unseres Landschaftsbilds in allen Regionen Deutschlands. Dies wird gelingen, wenn die Anlagen gut in Architektur und Landschaft integriert werden und zur Wertschöpfung und Identität in Kommunen und Regionen beitragen. Diese Vision zu verwirklichen, müssen wir nun beherzt angehen.

Anhang

	Neu installierte Anlagen = Brutto-Ausbau	Stillgelegte Anlagen	Netto- Ausbau	Gesamt installiert
	GW/a	GW/a	GW/a	GW
2011	7,9	0,0	7,9	25,9
2012	8,2	0,0	8,2	34,1
2013	2,6	0,0	2,6	36,7
2014	1,2	0,0	1,2	37,9
2015	1,3	0,0	1,3	39,2
2016	1,5	0,0	1,5	40,7
2017	1,6	0,0	1,6	42,3
2018	2,9	0,0	2,9	45,2
2019	3,9	0,0	3,9	49,0
2020	4,8	0,0	4,8	53,7
2021	5,3	0,0	5,3	58,7
2022	6,5	0,0	6,5	65,6
2023	8,0	0,0	8,0	73,6
2024	13,0	0,0	13,0	86,6
2025	16,0	0,0	16,0	102,6
2026	18,0	0,1	17,9	120,5
2027	19,0	0,1	18,9	139,3
2028	20,0	0,1	19,9	159,2
2029	20,0	0,7	19,3	178,5
2030	20,0	0,9	19,1	197,6

Tabelle 6: Installierte Leistung in Deutschland - Photovoltaik. (Quellen: 2011-2021: AGEE-Stat,³¹⁰ 2022-2030: BMWK Eröffnungsbilanz Klimaschutz³¹¹ (Brutto-Ausbau) Netto-Ausbau: eigene Berechnung mit Annahme von 25 Jahren Laufzeit PV-Anlagen)

³¹⁰ Vgl. AGEE Stat 2022.

³¹¹ Vgl. BMWK 2022a.

	Neu installierte Anlagen = Brutto-Ausbau	Stillgelegte Anlagen	Netto- Ausbau	Gesamt installiert
	GW/a	GW/a	GW/a	GW
2011	2,1	0,2	1,9	29,1
2012	2,4	0,5	1,9	31,0
2013	3,0	0,3	2,7	33,7
2014	4,8	0,4	4,4	38,1
2015	3,7	0,2	3,5	41,7
2016	4,6	0,4	4,3	45,9
2017	5,3	0,5	4,9	50,8
2018	2,4	0,2	2,2	52,9
2019	1,1	0,1	1,0	53,9
2020	1,4	0,4	1,0	54,9
2021	1,6	0,4	1,2	56,1
2022	3,5	3,2	0,3	56,4
2023	5,0	2,6	2,4	58,7
2024	6,0	2,0	4,0	62,7
2025	7,0	1,8	5,2	67,9
2026	9,0	2,2	6,8	74,7
2027	10,0	1,7	8,3	83,0
2028	10,0	1,7	8,3	91,3
2029	10,0	1,9	8,1	99,4
2030	9,0	1,6	7,4	106,9

Tabelle 7: Installierte Leistung in Deutschland - Wind an Land. (Quellen: 2011-2021: BWE,³¹² 2022-2030: BMWK Eröffnungsbilanz Klimaschutz³¹³ (Brutto-Ausbau), Netto-Ausbau: eigene Berechnung mit Annahme von 20 Jahren Laufzeit einer Windenergieanlage)

³¹² Vgl. BWE 2022.

³¹³ Vgl. BMWK 2022a.

	Neu installierte Anlagen = Brutto-ausbau	Stillgelegte Anlagen	Netto- ausbau	Gesamt installiert
	GW/a	GW/a	GW/a	GW
2011	0,1	0,0	0,1	0,1
2012	0,1	0,0	0,1	0,2
2013	0,2	0,0	0,2	0,4
2014	0,5	0,0	0,5	0,9
2015	2,3	0,0	2,3	3,2
2016	0,9	0,0	0,9	4,1
2017	1,3	0,0	1,3	5,4
2018	1,0	0,0	1,0	6,4
2019	0,9	0,0	0,9	7,3
2020	0,2	0,0	0,2	7,5
2021	0,0	0,0	0,0	7,5
2022	0,3	0,0	0,3	7,8
2023	0,3	0,0	0,3	8,1
2024	0,3	0,0	0,3	8,4
2025	1,5	0,0	1,5	9,9
2026	1,0	0,0	1,0	10,9
2027	1,0	0,0	1,0	11,9
2028	4,0	0,0	4,0	15,9
2029	6,0	0,0	6,0	21,9
2030	7,0	0,0	7,0	28,9

Tabelle 8: Installierte Leistung in Deutschland - Wind an See. (Quellen: 2011-2021: BWE,³¹⁴ 2022-2030: BMWK Eröffnungsbilanz Klimaschutz³¹⁵(Brutto-Ausbau) Netto-Ausbau: eigene Berechnung mit Annahme von 25 Jahren Laufzeit Windenergieanlagen offshore)

³¹⁴ Vgl. BWE 2022.

³¹⁵ Vgl. BMWK 2022a.

Literatur

acatech/Leopoldina/Akademienunion 2017

acatech/Leopoldina/Akademienunion: *Sektorkopplung - Optionen für die nächste Phase der Energiewende*, München, 2017.

AEE 2021

Agentur für Erneuerbare Energien: *Zustimmung für den Ausbau der Erneuerbaren Energien bleibt hoch*, 2021. URL: <https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/akzeptanz-erneuerbarer/akzeptanz-umfrage/zustimmung-fuer-den-ausbau-der-erneuerbaren-energien-bleibt-hoch> [Stand: 30.09.2021].

AGEE-Stat 2022

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik: *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*, Dessau-Roßlau, 2022.

AG Energiebilanzen 1998

AG Energiebilanzen: *Primärenergiegewinnung alte Bundesländer 1950 – 1994*, 1998. URL: <https://ag-energiebilanzen.de/12-0-Zeitreihen-bis-1989.html> [Stand: 18.11.2021].

Agora Energiewende 2018

Agora Energiewende: *Wie weiter mit dem Ausbau der Windenergie? Zwei Strategievorschläge zur Sicherung der Standortakzeptanz von Onshore Windenergie*, 2018. URL: <https://www.agora-energie-wende.de/veroeffentlichungen/wie-weiter-mit-dem-ausbau-der-windenergie/> [Stand: 30.09.2021].

Agora Energiewende 2021

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut: *Klimaneutrales Deutschland 2045*, Berlin, 2021.

Aitken 2010

Aitken, M.: „Wind power and community benefits: Challenges and opportunities“. In: *Energy Policy*, 38, 10, 2010, S. 6066–6075.

Albrecht/ Zschiegner 2019

Albrecht, E./Zschiegner, A.: „Die Unterscheidung harter und weicher Tabukriterien als fortwährendes Problem der Windkonzentrationsflächenplanung“. In: *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht*, 2019, S. 444–449.

Arnstein 1969

Arnstein, S. R.: „A Ladder Of Citizen Participation“. In: *Journal of the American Institute of Planners*, 35, 4, 1969, S. 216–224.

Arnstein 1975

Arnstein, S. R.: „A Working Model for Public Participation“. In: *Public Administration Review*, 35, 1, 1975, S. 70.

Baasch et al. 2012

Baasch, S./Bauriedl, S./Hafner, S./Weidlich, S.: „Klimaanpassung auf regionaler Ebene: Herausforderungen einer regionalen Klimawandel-Governance“. In: *Raumforschung und Raumordnung*, 70, 3, 2012, S. 191–201.

Baasch/ Blöbaum 2017

Baasch, S./Blöbaum, A.: „Umweltbezogene Partizipation als gesellschaftliche und methodische Herausforderung“. In: *Umweltpsychologie*, 21, 2, 2017, S. 11–33.

Barth et al. 2018

Barth, R./Ewen, C./Schütte, S./Ziekow, J.: „Konfliktdialog bei der Zulassung von Vorhaben der Energiewende“. In: Holstenkamp, L./Radtke, J. (Hrsg.): *Handbuch Energiewende und Partizipation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2018, S. 583–595.

Baumgart et al. 2021

Baumgart, J./Fritzsche, C./Marburg, S.: „Infrasound of a wind turbine reanalyzed as power spectrum and power spectral density“. In: *Journal of Sound and Vibration*, 2021.

BBSR 2015

Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung: *Ausbaukontroverse Windenergie*, Stuttgart, 2015.

BBSR 2020

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: *Wie aktuell sind die Raumordnungspläne in Deutschland?* (BBSR-Analysen KOMPAKT 3), Bonn, 2020.

Beckers et al. 2017

Beckers, T./Ott, R./Hoffrichter, A.: *Gestaltungsfragen bei der Umsetzung der politisch gefällten Bereitstellungsentscheidung bezüglich der Windenergieerzeugung im Onshore-Bereich*, 2017. URL: https://wip.tu-berlin.de/fileadmin/fg280/forschung/publikationen/2017/beckers_ott_hoffrichter_2017-arbeitspapier_umsetzung_politisch_gefaellter_bereitstellungsentscheidungen_bei_onshore-windenergie-v39tb-d.pdf [Stand: 19.11.2021].

Bell et al. 2005

Bell, D./Gray, T./Haggett, C.: „The ‘Social Gap’ in Wind Farm Siting Decisions: Explanations and Policy Responses“. In: *Environmental Politics*, 14, 4, 2005, S. 460–477.

Berger/ Luckmann 1970

Berger, P. L./Luckmann, T.: *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit*, Frankfurt am Main: S. Fischer 1970.

Bertelsmann Stiftung 2014

Lenk, T./Rottmann, O./Grüttner, A./Albrecht, R.: *Finanzielle Bürgerbeteiligung*, 2014.

BfN 2020

Hübner, G./Pohl, J./Warode, J./Gotchev, B./Ohlhorst, D./Krug, M./Salecki, S./Peters, W.: *Akzeptanzfördernde Faktoren erneuerbarer Energien.*, 2020. URL: https://filer.itz.uni-halle.de/dl/1135/pub/AEE_BfN-Skript551_2020.pdf [Stand: 30.09.2021].

BfN 2021

Bundesamt für Naturschutz: *„Mehr Flächen für Windenergie“ – natur- und landschaftsverträglich verteilt*, 2021. URL: https://www.natur-und-erneuerbare.de/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/ZUR_DEBATTE_Naturschutz_Flaechen_Windenergie_Juni_2021_01.pdf [Stand: 19.11.2021].

BMU 2020

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: *Naturbewusstsein 2019*. (Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt, 2020. URL: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/naturbewusstsein_2019_bf.pdf [Stand: 30.09.2021].

BMWi 2020

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: *Häufig gestellte Fragen zum „Important Project of Common European Interest (IPCEI)“*, Berlin, 2020d.

BMWi 2021a

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: *Zahlen und Fakten: Energiedaten - Nationale und internationale Entwicklung*, Berlin, 2021.

BMWi 2021b

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*, Berlin, 2021.

BMWi 2021c

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)*, 2021. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Ministerium/Geschaeftsbereich/bundesanstalt-fuer-geowissenschaften-und-rohstoffe-bgr.html> [Stand: 30.09.2021].

BMWK 2022a

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: *Eröffnungsbilanz Klimaschutz*, 2022. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=10 [Stand: 13.01.2022].

BMWK 2022b

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: „Habeck bei Sonder-Energieministerrat in Brüssel“ (Pressemittteilung vom 28.02.2022). URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemittteilungen/2022/02/20220228-habeck-bei-sonder-energieministerrat-in-bruessel.html> [Stand: 31.03.2022].

BMWK 2022c

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: *Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor*, Berlin, 2022.

BMWK 2022d

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: *Versorgungssicherheit stärken - Abhängigkeiten reduzieren*, Berlin, 2022.

BMWK 2022e

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: *Energiedaten: Gesamtausgabe*, 2022. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html> [Stand: 31.03.2022].

Bobeth/ Kastner 2020

Bobeth, S./Kastner, I.: „Buying an electric car: A rational choice or a norm-directed behavior?“. In: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 73, 2020, S. 236–258.

Borner 2019

Borner, J.: „Akzeptanz und Narrative – Kommunikationswissenschaftliche Perspektive Reflexion der Erfahrungen in Reallaboransätzen in Mecklenburg-Vorpommern“. In: Fraune, C./Knodt, M./Gözl, S./Langer, K. (Hrsg.): *Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2019 (Energietransformation), S. 353–376.

BVerfG 2021

Bundesverfassungsgericht: *Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich*. (Pressemitteilung Nr. 31/2021 vom 29. April 2021 Beschluss vom 24. März 2021, 2021. URL: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html> [Stand: 15.07.2021].

BVerwG, Urteil vom 12.03.2008 - 9 A 3.06 -

Bundesverwaltungsgericht - 9 A 3.06 12. 03. 2008.

BVerwG, Urteil vom 13.03.2003 - 4 C 4.02 -

Bundesverwaltungsgericht - 4 C 4.02 13.03.2003.

BVerwG, Urteil vom 13.12.2012 - 4 CN 2.11 -

Bundesverwaltungsgericht - 4 CN 2.11 13.12.2012.

BVerwG, Urteil vom 18.08.2015 - 4 CN 7.14 -

Bundesverwaltungsgericht - 4 CN 7.14 18.08.2015.

BWE 2022

Bundesverband Windenergie: *Windenergie in Deutschland – Zahlen Fakten*, 2021. URL: <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/> [Stand: 12.06.2022]

Cain/ Nelson 2013

Cain, N. L./Nelson, H. T.: „What drives opposition to high-voltage transmission lines?“. In: *Land Use Policy*, 33, 2013, S. 204–213.

Chemie.de 2021

Chemie.de: *Lexikon Kraftstoff*, 2021. URL: <https://www.chemie.de/lexikon/Kraftstoff.html> [Stand: 14.09.2021].

DBB Beamtenbund und Tarifunion 2021

DBB Beamtenbund und Tarifunion: „Personalmangel im öffentlichen Dienst“ (Pressemitteilung vom 2021). URL: https://www.dbb.de/fileadmin/user_upload/globale_elemente/pdfs/2021/210329_dbb_Personalbedarfe_oED.pdf [Stand: 15.07.2021].

DESTATIS 2021

Statistisches Bundesamt: *Gebäude und Wohnungen*, 2021.

Deutsche WindGuard 2017

Deutsche WindGuard: *Ausgestaltung von Höchstwertregionen in der technologieübergreifenden Ausschreibung*, Varel, 2017.

Deutsche WindGuard 2020

Deutsche WindGuard: *Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland*, Varel, 2020.

Deutsche WindGuard 2021

Deutsche WindGuard: *Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland*, Varel, 2021.

Deutscher Bundestag 2019

Deutscher Bundestag, *Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513)* [Stand:12.12.2019].

Deutscher Bundestag 2021a

Deutscher Bundestag: *Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Michael Theurer, Grigorios Aggelidis, Renata Alt, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP - Drucksache 19/30364 - Knappheit bei Computerchips, Plastik und Baumaterial*, Berlin, 2021.

Deutscher Bundestag 2021b

Deutscher Bundestag: *Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 18. August 2021*, Bonn, 2021.

Devine-Wright et al. 2017

Devine-Wright, P./Batel, S./Aas, O./Sovacool, B./Labelle, M. C./Ruud, A.: „A conceptual framework for understanding the social acceptance of energy infrastructure: Insights from energy storage“. In: *Energy Policy*, 107, 2017, S. 27–31.

Devine-Wright/ Howes 2010

Devine-Wright, P./Howes, Y.: „Disruption to place attachment and the protection of restorative environments: A wind energy case study“. In: *Journal of Environmental Psychology*, 30, 3, 2010, S. 271–280.

Die Bundesregierung 2020

Die Bundesregierung: *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie*, 2020. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bcd8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf?download=1> [Stand: 19.11.2021].

Dienel 2002

Dienel, P. C.: *Die Planungszelle*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2002.

Dienel et al. 2014

Dienel, H.-L./Franzl, K./Fuhrmann, R. D./Lietzmann, H. J./Vergne, A. (Hrsg.): *Die Qualität von Bürgerbeteiligungsverfahren*. (Evaluation und Sicherung von Standards am Beispiel von Planungszellen und Bürgergutachten, Stuttgart: Steiner 2014.

Dimitropoulos/ Kontoleon 2009

Dimitropoulos, A./Kontoleon, A.: „Assessing the determinants of local acceptability of wind-farm investment: A choice experiment in the Greek Aegean Islands“. In: *Energy Policy*, 37, 5, 2009, S. 1842–1854.

Dütschke et al. 2019

Dütschke, E./Bögel, P./Choi, S.-M./Globisch, J./Burghard, U.: „Soziale Akzeptanz als erweitertes Verständnis des Akzeptanzbegriffs – eine Bestimmung der Akteure für den Prozess der Energiewende“. In: Fraune, C./Knodt, M./Gölz, S./Langer, K. (Hrsg.): *Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2019 (Energietransformation), S. 211–230.

Ecker et al. 2017

Ecker, F./Hahnel, U. J. J./Spada, H.: „Promoting Decentralized Sustainable Energy Systems in Different Supply Scenarios: The Role of Autarky Aspiration“. In: *Frontiers in Energy Research*, 5, 2017.

Ellis/ Ferraro 2016

Ellis, G./Ferraro, G.: *The social acceptance of wind energy*. Where we stand and the path ahead, 2016. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC103743> [Stand: 30.09.2021].

Europäische Kommission 2021

Europäische Kommission: *Europäischer Grüner Deal: Kommission schlägt Neuausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft in der EU vor, um Klimaziele zu erreichen*. (Pressemitteilung, 2021. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_3541 [Stand: 20.07.2021].

Europäische Kommission 2022

Europäische Kommission: „REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy“ (Pressemitteilung vom 08.03.2022). URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511 [Stand: 31.03.2022].

European Council 2019

European Council: *European Council meeting (12 December 2019) – Conclusions*, Brussels, 2019.

European Council 2020

European Council: *European Council meeting (10 and 11 December 2020) – Conclusions*, Brussels, 2020.

FA Wind 2015

Fachagentur Wind: *Dauer und Kosten des Planungs- und Genehmigungsprozesses von Windenergieanlagen an Land*, 2015. URL: https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/FA-Wind_Analyse_Dauer_und_Kosten_Windenergieprojektierung_01-2015.pdf [Stand: 18.11.2021].

FA Wind 2016

Fachagentur Wind: *Entwicklung der Rechtsprechung zur raumordnerischen Steuerung der Windenergienutzung; Stiftung Umweltenergie (2016): Fehlerquellen von Windkonzentrationszonenplanungen – Analyse aktueller Gerichtsentscheidungen*, Berlin, 2016.

FA Wind 2017

Fachagentur Wind: *Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung im Kontext der Windenergie. Von der Theorie in die Praxis*, 2017. URL: <https://www.fachagentur-windenergie.de/aktuelles/detail/von-der-theorie-in-die-praxis/> [Stand: 30.09.2021].

FA Wind 2019a

Fachagentur Wind: *Fachaustausch „Dialog und Beteiligung in der abschließenden Regionalplanung“*, 2019. URL: https://www.fachagentur-windenergie.de/services/veranstaltungen/archiv-workshop-regionalplanung-05-06-2019/_05-06-2019/FA_Wind_Fachaustausch_Regionalplanung_Beteiligung_Ergebnisdokumentation_20190605.pdf [Stand: 18.11.2021].

FA Wind 2019b

Fachagentur Wind: *Hemmnisse beim Ausbau der Windenergie in Deutschland*, Berlin, 2019.

FA Wind 2020a

Fachagentur Wind: *Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land – Herbst 2020*, 2020. URL: https://fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Akzeptanz/FA_Wind_Umfrageergebnisse_Herbst_2020.pdf [Stand: 30.09.2021].

FA Wind 2020b

Fachagentur Wind: *Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2020*, 2020. URL: https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA_Wind_Zubauanalyse_Windan-Land_Gesamtjahr_2020.pdf [Stand: 18.11.2021].

Fahrenkrug et al. 2016

Fahrenkrug, K./Melzer, M./Scheepmaker, T.: *Praxisbericht Energiekonflikte. Wie viel Konflikt muss die Energiewende ertragen? Ein Praxisbericht aus den Fallstudienregionen des FONA-Vorhabens*, 2016. URL: <https://www.raum-energie.de/veroeffentlichungen/details/news/praxisbericht-energiekonflikte/> [Stand: 30.09.2021].

Fiorina 1999

Fiorina, M.: „Extreme Voices: A Dark Side of Civic Engagement“. In: *American Democracy*, 1999, S. 395–425.

Fraunhofer IEE 2019

Fraunhofer IEE: *Windenergie Report Deutschland 2018*, Stuttgart, 2019.

Fraunhofer ISE 2020

Bett, A.: *Sustainable PV Manufacturing in Europe - An Initiative for a 10GW GreenFab*, Freiburg, 2020.

Fraunhofer ISE 2021a

Peper, D./Längle, S./Kost, C.: *Photovoltaikzubau in Deutschland in Zahlen*, Freiburg, 2021.

Fraunhofer ISE 2021b

Brandes, J./Haun, M./Senkpiel, C./Kost, C./Bett, A./Henning, H.-M.: *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem*, Freiburg, 2021.

Fraunhofer ISE 2021c

Kost, C./Shammugam, S./Fluri, V./Peper, D./Memar, A. D./Schlegl, T.: *Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*, 2021.

Fraunhofer ISE 2021d

Fraunhofer ISE: *Innovative Energietechnologien – Analyse ausgewählter innovativer Technologien zur Energieerzeugung, -umwandlung und -speicherung. Kurzgutachten zur dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität*, Berlin, 2021.

Fung 2006

Fung, A.: „Varieties of Participation in Complex Governance“. In: *Public Administration Review*, 66, s1, 2006, S. 66–75.

García et al. 2016

García, J. H./Cherry, T. L./Kallbekken, S./Torvanger, A.: „Willingness to accept local wind energy development: Does the compensation mechanism matter?“. In: *Energy Policy*, 99, 2016, S. 165–173.

Gawel/ Purkus 2016

Gawel, E./Purkus, A.: „Akteursvielfalt bei der Stromversorgung: Dimensionen, Zielkonflikte und staatlicher Handlungsbedarf“. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 66, 7, 2016, S. 22–28.

Geels et al. 2017

Geels, F. W./Sovacool, B. K./Schwanen, T./Sorrell, S.: „The Socio-Technical Dynamics of Low-Carbon Transitions“. In: *Joule*, 1, 3, 2017, S. 463–479.

Gözl/ Wedderhoff 2018

Gözl, S./Wedderhoff, O.: „Explaining regional acceptance of the German energy transition by including trust in stakeholders and perception of fairness as socio-institutional factors“. In: *Energy Research & Social Science*, 43, 2018, S. 96–108.

Grebe 2018

Grebe, C.: *Auswirkungen Erneuerbarer Energien auf den Erholungswert von Mittelgebirgslandschaften am Beispiel von Nordhessen*, Kassel: Kassel University Press 2018.

Gross 2007

Gross, C.: „Community perspectives of wind energy in Australia: The application of a justice and community fairness framework to increase social acceptance“. In: *Energy Policy*, 35, 5, 2007, S. 2727–2736.

Grotefels 2021

Grotefels, S.: „Integrative Steuerung in der Energie- und Verkehrswende durch Raumordnung, insbesondere Regionalplanung: Stand und Fortentwicklung“. In: *Zeitschrift für Umweltrecht*, 32, 1, 2021, S. 25–32.

Grunau et al. 2020

Grunau, P./Janser, M./Laible, M.-C./Lehmer, F./Britta Matthes: *Covid-19-Pandemie und Klimawandel als Beschleuniger des Strukturwandels: Fachkräftesicherung in Zeiten von Digitalisierung und Defossilisierung*, 2020. URL: <http://doku.iab.de/stellungnahme/2020/sn1120.pdf> [Stand: 18.11.2021].

Grunwald 2019

Grunwald, A.: „Das Akzeptanzproblem als Folge nicht adäquater Systemgrenzen in der technischen Entwicklung und Planung“. In: Fraune, C./Knodt, M./Gözl, S./Langer, K. (Hrsg.): *Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2019 (Energietransformation), S. 29–43.

Hafner et al. 2019

Hafner, R. J./Elmes, D./Read, D.: „Promoting behavioural change to reduce thermal energy demand in households: A review“. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102, 2019, S. 205–214.

Hall et al. 2013

Hall, N./Ashworth, P./Devine-Wright, P.: „Societal acceptance of wind farms: Analysis of four common themes across Australian case studies“. In: *Energy Policy*, 58, 2013, S. 200–208.

Haller et al. 2020

Haller, B./Langniß, O./Reuter, A./Spengler, N. (Hrsg.): *1,5° Celsius*. (Energiewende zellulär - partizipativ - vielfältig umgesetzt, Stuttgart: C/sells Verlag 2020.

Hansen/ Hansen 2020

Hansen, C./Hansen, K.: „Recent Advances in Wind Turbine Noise Research“. In: *Acoustics*, 2, 1, 2020, S. 171–206.

Heimerl et al. 2017

Heimerl, S./Kohler, B.: *Aktueller Stand der Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland*, 2017.

Hentschel 2019

Hentschel, A.: *Naturschutzrecht und räumliche Gesamtplanung von Windenergieanlagen*, Kassel, 2019.

Hentschel 2021

Hentschel, U.: „Verfahrensvereinfachungen für Repowering – kein Grund zum Aufatmen“. In: *KommunalPraxis spezial*, 3, 2021.

Herzog/ Miller 1998

Herzog, T. R./Miller, E. J.: „The Role of Mystery in Perceived Danger and Environmental Preference“. In: *Environment and Behavior*, 30, 4, 1998, S. 429–449.

Hoefl et al. 2017

Hoefl, C./Messinger-Zimmer, S./Zilles, J. (Hrsg.): *Bürgerproteste in Zeiten der Energiewende*. (Lokale Konflikte um Windkraft, Stromtrassen und Fracking, Bielefeld: transcript 2017.

Hoen et al. 2019

Hoen, B./Firestone, J./Rand, J./Elliot, D./Hübner, G./Pohl, J./Wiser, R./Lantz, E./Haac, T. R./Kaliski, K.: „Attitudes of U.S. Wind Turbine Neighbors: Analysis of a Nationwide Survey“. In: *Energy Policy*, 134, 2019.

Horelli 2002

Horelli, L.: „A methodology of participatory planning“. In: Bechtel, R. B./Churchman, A. (Hrsg.): *Handbook of environmental psychology*, New York, NY: Wiley 2002, S. 607–628.

Hübner et al. 2018

Hübner, G./Pohl, J./Schöbel-Rutschmann, S./Kern, S./Gawlikowska, A./Marini, M.: *Akzeptanz Erneuerbarer Energien: Beteiligung, Visualisierung und Evaluation am Beispiel küstennaher Offshore-Windparks in Mecklenburg-Vorpommern*, 2018. URL: https://filer.itz.uni-halle.de/dl/1135/pub/OWP_Projektbericht_2018_PDF_101218.pdf [Stand: 30.09.2021].

Hübner et al. 2019

Hübner, G./Pohl, J./Hoen, B./Firestone, J./Rand, J./Elliot, D./Haac, R.: „Monitoring annoyance and stress effects of wind turbines on nearby residents: A comparison of U.S. and European samples“. In: *Environment international*, 132, 2019.

Hübner et al. 2020

Hübner, G./Pohl, J./Warode, J./Gotchev, B./Ohlhorst, D./Krug, M./Salecki, S./Peters, W.: *Akzeptanzfördernde Faktoren erneuerbarer Energien*, 2020.

Hübner/ Pohl 2014

Hübner, G./Pohl, J.: *Akzeptanz der Offshore-Windenergienutzung*. (Abschlussbericht, 2014. URL: https://filer.itz.uni-halle.de/dl/698/pub/Huebner_Pohl_2014.pdf [Stand: 30.09.2021].

Hübner/ Pohl 2015

Hübner, G./Pohl, J.: *Mehr Abstand – mehr Akzeptanz?*, 2015. URL: https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Akzeptanz/FA-Wind_Abstand-Akzeptanz_Broschuere_2015.pdf [Stand: 18.11.2021].

Huge/ Roßnagel 2018

Huge, A./Roßnagel, A.: „Möglichkeiten der Öffentlichkeitsbeteiligung in Planungs- und Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen“. In: Holstenkamp, L./Radtke, J. (Hrsg.): *Handbuch Energiewende und Partizipation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2018, S. 613–625.

Huijts et al. 2012

Huijts, N./Molin, E./Steg, L.: „Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework“. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 1, 2012, S. 525–531.

IASS 2020

Wolf, I.: *Soziales Nachhaltigkeitsbarometer der Energiewende 2019. Kernaussagen und Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse*, Potsdam, 2020.

IASS 2021

Wolf, I./Fischer, A.-K./Huttarsch, J.-H.: *Soziales Nachhaltigkeitsbarometer der Energie- und Verkehrswende 2021*, Potsdam, 2021.

IEA 2021

International Energy Agency: *Net Zero by 2050*, Paris, 2021.

ifeu 2019

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg: *Klimabilanz von Elektroautos*, Berlin, 2019.

ifo 2018

König, L. S./Rhode, C./Stitteneder, T.: *Punktesysteme zur qualifizierten Zuwanderung im internationalen Vergleich* (ifo-Schnelldienst 22), 2018.

IPCC 2021

Intergovernmental Panel on Climate Change: *Sechster IPCC-Sachstandsbericht (AR6), Beitrag von Arbeitsgruppe I: Naturwissenschaftliche Grundlagen*, 2021.

IRENA 2021

International Renewable Energy Agency: *Renewable Power Generation Costs in 2020*, Abu Dhabi, 2021.

Itten/ Mono 2014

Itten, A./Mono, R.: „Wie Bürger die Energiewende mitgestalten“. In: *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift*, 29, 1, 2014, S. 20.

IWU 2022

Institut Wohnen und Umwelt: *Datenbank schließt Wissenslücke über Nichtwohngebäude*, 2022. URL: <https://www.energiewendebauen.de/forschung-im-dialog/neuigkeiten-aus-der-forschung/detailansicht/datenbank-schliesst-wissensluecke-ueber-nichtwohngebäude> [Stand: 31.03.2022].

IZES 2021

Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme: *Stand der Umsetzung der RED II-Richtlinie in Deutschland mit Blick auf die Bürgerenergie*, 2021. URL: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/bilder/energiewende/Energiewende_IZES_Kurzstudie_Umsetzung_red2_richtlinie_Buergerenergie.pdf [Stand: 18.11.2021].

Jäger-Waldau 2019

Jäger-Waldau, A.: *Pv status report 2019*, Luxembourg: Publications Office of the European Union 2019.

Jäger-Waldau 2021

Jäger-Waldau, A.: „Snapshot of photovoltaics – March 2021“. In: *EPJ Photovoltaics*, 12, 2021, S. 2.

Jobert et al. 2007

Jobert, A./Laborgne, P./Mimler, S.: „Local acceptance of wind energy: Factors of success identified in French and German case studies“. In: *Energy Policy*, 35, 5, 2007, S. 2751–2760.

Jones et al. 2011

Jones, C. R./Orr, B. J./Eiser, J. R.: „When is enough, enough? Identifying predictors of capacity estimates for onshore wind-power development in a region of the UK“. In: *Energy Policy*, 39, 8, 2011, S. 4563–4577.

Kahneman/ Tversky 1979

Kahneman, D./Tversky, A.: „Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk“. In: *Econometrica*, 47, 2, 1979, S. 263.

Kastner/ Matthies 2016

Kastner, I./Matthies, E.: „Investments in renewable energies by German households: A matter of economics, social influences and ecological concern?“. In: *Energy Research & Social Science*, 17, 2016, S. 1–9.

Kastner/ Stern 2015

Kastner, I./Stern, P. C.: „Examining the decision-making processes behind household energy investments: A review“. In: *Energy Research & Social Science*, 10, 2015, S. 72–89.

Keizer/ Schultz 2018

Keizer, K./Schultz, P. W.: „Social Norms and Pro-Environmental Behaviour“. In: Steg, L./Groot, J. I. M. de (Hrsg.): *Environmental Psychology*, Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd 2018, S. 179–188.

Keller et al. 2012

Keller, R./Knoblauch, H./Reichert, J. (Hrsg.): *Kommunikativer Konstruktivismus: Theoretische und Empirische Arbeiten zu einem neuen Wissenssoziologischen Ansatz*: Springer 2012.

Kelm et al. 2019

Kelm, T./Metzger, J./Jachmann, H./Günnewig, D./Püschel, M./Schicketanz, S./Kinast, P./Thylmann, M./Nazerian, V.: *Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz*, 2019.

Kment 2020

Kment, M.: *Sachdienliche Änderungen des Baugesetzbuchs zur Förderung von Flächenausweisungen für Windenergieanlagen*, 2020.

KNE 2017

Hentschel, A.: *Gerichtliche Auseinandersetzungen im Konfliktfeld Naturschutz und Energiewende*, 2017. URL: https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/2018/01/Gerichtliche_Auseinandersetzungen_Konfliktfeld_Naturschutz_Energiewende_2017_KNE-1.pdf. [Stand: 30.09.2021].

KNE 2020

Hübner, G.: *Was Sie schon immer über Emotionen wissen wollten*. (Über positive und negative Emotionen in der Energiewende, 2020. URL: https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/K20_Artikel_Was-Sie-schon-immer-ueber-Emotionen-wissen-wollten_Huebner.pdf [Stand: 30.09.2021].

Korcaj et al. 2015

Korcaj, L./Hahnel, U. J./Spada, H.: „Intentions to adopt photovoltaic systems depend on homeowners' expected personal gains and behavior of peers“. In: *Renewable Energy*, 75, 2015, S. 407–415.

Kühne 2018

Kühne, O.: „Der doppelte Landschaftswandel“. In: *Schmidt 2018 – Flächensparen- aber wie?*, 2018, S. 14–17.

Kühne/ Jenal 2021

Kühne, O./Jenal, C.: „Was man von hier aus sehen kann Der dreifache Landschaftswandel und die Erzeugung regenerativer Energien“. In: *Jahrbuch für naturverträgliche Energiewende 2021*, 2021, S. 102–111.

Langer et al. 2016

Langer, K./Decker, T./Roosen, J./Menrad, K.: „A qualitative analysis to understand the acceptance of wind energy in Bavaria“. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 2016, S. 248–259.

Langer et al. 2018

Langer, K./Decker, T./Roosen, J./Menrad, K.: „Factors influencing citizens' acceptance and non-acceptance of wind energy in Germany“. In: *Journal of Cleaner Production*, 175, 2018, S. 133–144.

Lazarus/ Folkman 2013

Lazarus, R./Folkman, S.: „Stress: Appraisal and Coping“. In: Gellman, M. D./Turner, J. R. (Hrsg.): *Encyclopedia of Behavioral Medicine*, New York, NY: Springer New York 2013, S. 1913–1915.

Lehmann et al. 2021

Lehmann, P./Ammermann, K./Gawel, E./Geiger, C./Hauck, J./Heilmann, J./Meier, J.-N./Ponitka, J./Schicketanz, S./Stemmer, B./Tafarte, P./Thran, D./Wolfram, E.: „Managing spatial sustainability trade-offs: The case of wind power“. In: *Ecological Economics*, 185, 2021.

Leibenath 2019

Leibenath, M.: „Berufliche Identitäten von Regionalplanern im Kontext der Windenergienutzung: eine poststrukturalistische Perspektive“. In: *Raumforschung und Raumordnung Spatial Research and Planning*, 77, 2, 2019, S. 165–180.

Lienhoop 2018

Lienhoop, N.: „Acceptance of wind energy and the role of financial and procedural participation: An investigation with focus groups and choice experiments“. In: *Energy Policy*, 118, 2018, S. 97–105.

Longo/ Stryi-Hipp 2021

Longo, F./Stryi-Hipp, G.: *Fach- und Rechtsgutachten zur Photovoltaikpflicht in Baden-Württemberg*, Wetzberg/Freiburg, 2021.

Lutz et al. 2018

Lutz, C./Becker, L./Lehr, U.: *Mögliche Engpässe für die Energiewende*, 2018. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/moegliche-engpaesse-fuer-die-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=8 [Stand: 18.11.2021].

Matthies/ Blöbaum 2008

Matthies, E./Blöbaum, A.: „Partizipative Verfahren und Mediation“. In: Lantermann, E.-D./Linneweber, V. (Hrsg.): *Grundlagen, Paradigmen und Methoden der Umweltpsychologie*, Göttingen: Hogrefe Verl. für Psychologie 2008 (Enzyklopädie der Psychologie / in Verbindung mit der Deutschen Gesellschaft für Psychologie hrsg. von Niels Birbaumer Themenbereich C, Theorie und Forschung Ser. 9, Umweltpsychologie Bd. 1), S. 443–470.

Münkler 2014

Münkler, L.: „Flexible Steuerung durch Konzentrationsflächenplanung“. In: *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht*, 2014, S. 1482–1488.

NASA 2021

Goddard Institute for Space Studies: *2020 Tied for Warmest Year on Record, NASA Analysis Shows*. (NASA News & Feature Releases, 2021. URL: <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20210114/> [Stand: 15.07.2021].

O’Sullivan/ Edler 2020

O’Sullivan, M./Edler, D.: „Gross Employment Effects in the Renewable Energy Industry in Germany—An Input–Output Analysis from 2000 to 2018“. In: *Sustainability*, 12, 15, 2020.

Othengrafen/ Reimer 2018

Othengrafen, F./Reimer, M.: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*, Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2018.

Palacios et al. 2020

Palacios, S./Bauknecht, D./Ritter, D./Kahles, M./Wegner, N./Gneisenau, C. von: *Photovoltaik-Pflicht mit Verpachtungskataster: Optionen zur Gestaltung einer bundesweiten Pflicht zur Installation und zum Betrieb neuer Photovoltaikanlagen* (Climate Change 34), Dessau-Roßlau, 2020.

PIK et al. 2021

Luderer, G./Kost, C./Sörgel, D.: *Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich*: Potsdam Institute for Climate Impact Research 2021.

Pohl et al. 2000

Pohl, J./Faul, F./Mausfeld, R.: *Belästigung durch periodischen Schattenschwurf von Windenergieanlagen*, Kiel, 2000.

Pohl et al. 2018

Pohl, J./Gabriel, J./Hübner, G.: „Understanding stress effects of wind turbine noise – The integrated approach“. In: *Energy Policy*, 112, 2018, S. 119–128.

PwC 2018

PwC: *Fachkräftemangel im öffentlichen Dienst Prognose und Handlungsstrategien bis 2030*, 2018. URL: <https://www.pwc.de/de/offentliche-unternehmen/pwc-fachkraeftemangel-im-oeffentlichen-dienst.pdf> [Stand: 18.11.2021].

Renn 2015

Renn, O.: *Aspekte der Energiewende aus sozialwissenschaftlicher Perspektive*. (Analyse des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“, 2015. URL: <https://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/analyse/aspekte-der-energiewende-aus-sozialwissenschaftlicher-perspektive> [Stand: 01.10.2021].

Renn et al. 2017

Renn, O./Köck, W./Schweizer, P.-J./Bovet, J./Benighaus, C./Scheel, O./Schröter, R.: „Öffentlichkeitsbeteiligung bei Planungsvorhaben der Energiewende“. In: Grunwald, A./Renn, O./Schippl, J. (Hrsg.): *Die Energiewende verstehen - orientieren - gestalten*: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG 2017, S. 547–568.

Reusswig et al. 2016a

Reusswig, F./Braun, F./Heger, I./Ludewig, T./Eichenauer, E./Lass, W.: „Against the wind: Local opposition to the German Energiewende“. In: *Utilities Policy*, 41, 2016, S. 214–227.

Reusswig et al. 2016b

Reusswig, F./Braun, F./Eichenauer, E./Fahrenkrug, K./Franzke, J./Heger, I./Ludewig, T./Melzer, M./Ott, K./Scheepmaker, T.: *Energiekonflikte. Akzeptanzkriterien und Gerechtigkeitsvorstellungen in der Energiewende. Kernergebnisse und Handlungsempfehlungen eines interdisziplinären Forschungsprojektes*, 2016.

Reusswig et al. 2020

Reusswig, F./Lass, W./Bock, S.: „Abschied vom NIMBY“. In: *Forschungsjournal Soziale Bewegungen*, 33, 1, 2020, S. 140–160.

Rinneberg 2020

Rinneberg, T.: *Flächenbedarf der Energiewende in Deutschland- Ein Vergleich*, 2020. URL: <https://energie-wende.eu/flaechenbedarf-der-energiewende-in-deutschland/> [Stand: 19.11.2021].

Ritter/ Bauknecht 2021

Ritter, D./Bauknecht, D.: *Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Dachanlagen* (Climate Change), Dessau-Roßlau, 2021.

RLI 2021

Reiner Lemoine Institut: *Regionaler Energiebalancekreis Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg Szenarien unter dem Aspekt einer abgestimmten Flächennutzung*, 2021. URL: https://wam.rl-institut.de/stemp_abw/ [Stand: 18.11.2021].

Roßnagel et al. 2014

Roßnagel, A./Ewen, C./Götz, K./Heftner, T./Hentschel, A./Huge, A./Schönfelder, C.: „Mit Interessengegensätzen fair umgehen - zum Einbezug der Öffentlichkeit in Entscheidungsprozesse zu dezentralen Energieanlagen“. In: *ZNER Zeitschrift für Neues Energierecht*, 4, 2014, S. 329–337.

Roßnagel et al. 2016

Roßnagel, A./Birzle-Harder, B./Ewen, C./Götz, K./Hentschel, A./Horelt, M.-A./Huge, A./Stieß, I.: *Entscheidungen über dezentrale Energieanlagen in der Zivilgesellschaft: Vorschläge zur Verbesserung der Planungs- und Genehmigungsverfahren*, Kassel: Kassel University Press 2016.

Ruddat/ Sonnberger 2019

Ruddat, M./Sonnberger, M.: „Von Protest bis Unterstützung – eine empirische Analyse lokaler Akzeptanz von Energietechnologien im Rahmen der Energiewende in Deutschland“. In: *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 71, 3, 2019, S. 437–455.

Salecki/ Hirschl 2021

Salecki, S./Hirschl, B.: „Ökonomische Beteiligung lokaler Akteure als Schlüssel für Akzeptanz und stärkeren Ausbau erneuerbarer Energien“. In: *Zeitschrift für Neues Energierecht*, 25, 4, 2021, S. 329–335.

Schöbel 2012

Schöbel, S.: *Windenergie und Landschaftsästhetik. (Zur landschaftsgerechten Anordnung von Windfarmen)*, Berlin: Jovis Verl. 2012.

Schuler et al. 2017

Schuler, J./Krämer, C./Hildebrandt, S./Steinhäuser, R./Starick, A./Reutter, M.: *Kumulative Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft* (BfN-Skripten 463), Bonn, 2017.

Schweizer-Ries 2008

Schweizer-Ries, P.: „Energy sustainable communities: Environmental psychological investigations“. In: *Energy Policy*, 36, 11, 2008, S. 4126–4135.

Schweizer-Ries et al. 2010

Schweizer-Ries, P./Rau, I./Zöllner, J./Molting, K./Rupp, J./Keppler, D.: *Aktivität und Teilhabe – Akzeptanz Erneuerbarer Energien durch Beteiligung steigern*, Magdeburg, 2010.

Seht 2020

Seht, H. von.: „Photovoltaik-Freiflächenanlagen: Ein Hoffnungsträger für die Energiewende - Auswirkungen, gesetzlicher Änderungsbedarf und planerische Handlungserfordernisse“. In: *UPR Umwelt- und Planungsrecht*, 40, 7, 2020, S. 257–262.

Selle 2013

Selle, K.: *Über Bürgerbeteiligung hinaus: Stadtentwicklung als Gemeinschaftsaufgabe?* (Analysen und Konzepte), Detmold: Rohn 2013.

Smith/ Wales 2000

Smith, G./Wales, C.: „Citizens' Juries and Deliberative Democracy“. In: *Political Studies*, 48, 1, 2000, S. 51–65.

SRU 2022

Sachverständigenrat für Umweltfragen: *Klimaschutz braucht Rückenwind*. (Für einen konsequenten Ausbau der Windenergie an Land, Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2022.

Stadelmann-Steffen/ Dermont 2021

Stadelmann-Steffen, I./Dermont, C.: „Acceptance through inclusion? Political and economic participation and the acceptance of local renewable energy projects in Switzerland“. In: *Energy Research & Social Science*, 71, 2021.

Statista 2022

Statista: *Anteil der Energieträger an der Nettostromerzeugung in der EU im Jahr 2021, 2022*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182159/umfrage/struktur-der-bruttostromerzeugung-in-der-eu-27/#professional> [Stand: 20.04.2022].

Statistisches Bundesamt 2021

Statistisches Bundesamt: „Energie- und Wasserversorgung: 2,4 % mehr Beschäftigte Ende 2020 als im Vorjahr“ (Pressemitteilung vom 1.04.2021). URL: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/04/PD21_164_431.html;jsessionid=94F0986CDDA92C9B08362E8E7869F530.live741 [Stand: 18.11.2021].

Stryi-Hipp et al. 2019

Stryi-Hipp, G./Gölz, S./Bär, C./Wieland, S./Xu-Sigurdsson, B./Freudenmacher, T./Taani, R.: *Expertenempfehlung zum Masterplan Solarcity Berlin*, Berlin, 2019.

Teune et al. 2021

Teune, S./Rump, M./Küpper, B./Schatzschneider, J./Reusswig, F./Lass, W.: *Energiewende? - ja! Aber... : Kritik und Konflikte um die Energiewende im Spiegel einer Bevölkerungsbefragung*, Potsdam & Mönchengladbach, 2021.

Tröndle 2020

Tröndle, T.: „Supply-side options to reduce land requirements of fully renewable electricity in Europe“. In: *PLoS ONE*, 15, 8, 2020.

UBA 2019

Umweltbundesamt: *Umweltbewusstsein in Deutschland 2018 Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*, Dessau-Roßlau, 2019.

UBA 2020

Umweltbundesamt: *Lärmwirkungen von Infraschallmissionen*, Dessau-Roßlau, 2020.

UBA 2021a

Umweltbundesamt: *Erneuerbare Energien in Zahlen, Daten zur Entwicklung im Jahr 2020*, Dessau, 2021.

UBA 2021b

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik: *Erneuerbare Energien in Deutschland Daten zur Entwicklung im Jahr 2020*, Dessau-Roßlau, 2021.

UNFCCC 2021

United Nations Framework Convention on Climate Change: *The Paris Agreement*, 2021. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [Stand: 15.07.2021].

van Kamp/ van den Berg 2018

van Kamp, I./van den Berg, F.: „Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound“. In: *Acoustics Australia*, 46, 1, 2018, S. 31–57.

Vesikko 2013

Vesikko, A.: „Decision Theatre in Decision Making and Urban Planning“. Case: Decision Theatre for Niemi Campus (Master's thesis) Lahti University of Applied Sciences, Lahti 2013.

Vogel 2005

Vogel, M.: *Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutenden Gemeinden der deutschen Nordseeküstenregion*, Bremerhaven, 2005.

Wagner 2021

Wagner, S.: „Raumordnerische Mengenvorgaben für den Ausbau erneuerbarer Energien“. In: *ZfBR Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht*, 44, 4, 2021, S. 385–393.

Walk et al. 2015

Walk, H./Müller, M./Rucht, D.: *Prometheus. Menschen in sozialen Transformationen am Beispiel der Energiewende. Eine Literaturstudie im Auftrag der 100 Prozent erneuerbar stiftung. unter*, 2015.

Walker et al. 2010

Walker, G./Devine-Wright, P./Hunter, S./High, H./Evans, B.: „Trust and community: Exploring the meanings, contexts and dynamics of community renewable energy“. In: *Energy Policy*, 38, 6, 2010, S. 2655–2663.

Walter/ Gutscher 2013

Walter, G./Gutscher, H.: „Generelle Befürwortung von Windkraftanlagen vor Ort vs. Befürwortung spezifischer Windkraftprojekte: Der Einfluss von Projekt- und Verfahrensparametern“. In: *Umweltpsychologie*, 2, 2013, S. 124–144.

Wegner 2016

Wegner, N.: „Fehlerquellen von Windkonzentrationszonenplanungen - Analyse aktueller Gerichtsentscheidungen“. In: *Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht*, 39, 6, 2016, S. 548–555.

Wegner 2018

Wegner, N.: *Fehlerquellen von Windkonzentrationszonenplanungen – ein Update*, 2018.

Westphal/ SWP 2020

Westphal, K./Stiftung Wissenschaft und Politik: *Strategische Souveränität in Energiefragen*, 2020.

Wolsink 2007a

Wolsink, M.: „Wind power implementation: The nature of public attitudes: Equity and fairness instead of 'backyard motives'“. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 6, 2007, S. 1188–1207.

Wolsink 2007b

Wolsink, M.: „Planning of renewables schemes: Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations of non-cooperation“. In: *Energy Policy*, 35, 5, 2007, S. 2692–2704.

Wolsink 2013

Wolsink, M.: „Wind Power: Basic Challenge Concerning Social Acceptance wind power social acceptance“. In: Kaltschmitt, M./Themelis, N. J./Bronicki, L. Y./Söder, L./Vega, L. A. (Hrsg.): *Renewable Energy Systems*, New York, NY: Springer New York 2013, S. 1785–1821.

Wüstenhagen et al. 2007

Wüstenhagen, R./Wolsink, M./Bürer, M. J.: „Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept“. In: *Energy Policy*, 35, 5, 2007, S. 2683–2691.

Yang/ Brown 1992

Yang, B.-E./Brown, T. J.: „A Cross-Cultural Comparison of Preferences for Landscape Styles and Landscape Elements“. In: *Environment and Behavior*, 24, 4, 1992, S. 471–507.

Das Akademienprojekt

Mit der Initiative „Energiesysteme der Zukunft“ geben acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina und die Union der deutschen Akademien der Wissenschaften Impulse für eine faktenbasierte Debatte über Herausforderungen und Chancen der Energiewende in Deutschland. In interdisziplinären Arbeitsgruppen erarbeiten rund 100 Expertinnen und Experten Handlungsoptionen für den Weg zu einer umweltverträglichen, sicheren und bezahlbaren und Energieversorgung.

Die Arbeitsgruppe „Klimagerechter Ausbau von Photovoltaik und Windenergie“

Aktuelle Studien belegen, dass der Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigt werden muss, damit Deutschland die gewünschten und vorgegebenen nationalen und europäischen Klimaziele erreichen kann. Insbesondere angesichts des trotz Energieeffizienz wachsenden Bedarfs an elektrischer Energie aufgrund der Sektorenkopplung und der angestrebten Erhöhung der europäischen Klimaziele für 2030 ist national ein beschleunigter Ausbau von erneuerbaren Energien erforderlich. Die Technologien mit dem größten Ausbaupotenzial sind Windenergie und Photovoltaik.

Die interdisziplinäre Arbeitsgruppe analysierte die Gründe für den derzeit zu langsam voranschreitenden Ausbau und entwickelte Handlungsoptionen dazu, wie bestehende Ausbauehemmnisse überwunden werden können. Schwerpunktmäßig wurde diskutiert, wie Planungs- und Genehmigungsverfahren beschleunigt werden können, wie eine integrative Planungskultur mit mehr Raum für Beteiligung aussehen könnte, welche Möglichkeiten zur Flächeneinsparung für Anlagen zur Verfügung stehen und welche regulativen Rahmenbedingungen im Energiemarkt es braucht.

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Prof. Dr. Andreas Bett (Leitung)	Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE)
Prof. Dr. Ellen Matthies (Leitung)	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Kathrin Ammermann	Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Prof. Dr. Anja Hentschel	Hochschule Darmstadt
Prof. Dr. Bernd Hirschl	Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg; Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
Prof. Dr. Gundula Hübner	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; MSH Medical School Hamburg
Dr.-Ing. Volker Kienzlen	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
Prof. Dr. Wolfram Münch	EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Marlene O'Sullivan	Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt
Prof. Dr. Aaron Praktijn	RWTH Aachen
Prof. Dr. Bernd Rech	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
Dr. Fritz Reusswig	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)
Prof. Dr. Andreas Reuter	Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)
Prof. Dr. Thomas Schomerus	Leuphana Universität Lüneburg / Nds. Oberverwaltungsgericht, Lüneburg
Prof. Dr. Sören Schöbel-Rutschmann	Technische Universität München

Wissenschaftliche Referentinnen und Referenten

Dr. Berit Erlach	Koordinierungsstelle ESYS acatech
Dr. Sebastian Gölz	Fraunhofer ISE
Dr. Magdalena Gutnik	Koordinierungsstelle ESYS acatech
Florian Y. Müller	MSH Medical School Hamburg
Gerhard Stryi-Hipp	Fraunhofer ISE
Simona Rens	Koordinierungsstelle ESYS acatech

Gutachterinnen und Gutachter

Dr. Hansjörg Gabler	ehem. Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
Prof. Dr. Erik Gawel	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Prof. Dr. Andrea Kiesel	Universität Freiburg
Prof. Dr. Wolfgang Köck	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Prof. Dr. Bernhard Müller	Technische Universität Dresden

Institutionen und Gremien

Beteiligte Institutionen

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Federführung)

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina

Union der deutschen Akademien der Wissenschaften

Direktorium

Das Direktorium leitet die Projektarbeit und vertritt das Projekt nach außen.

Prof. Dr. Dirk Uwe Sauer (Vorsitzender)	RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. Manfred Fishedick	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Prof. Dr. Hans-Martin Henning	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Prof. Dr. Ellen Matthies	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Prof. Dr. Karen Pittel	ifo Institut
Prof. Dr. Jürgen Renn	Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte
Prof. Dr. Indra Spiecker genannt Döhmann	Goethe-Universität Frankfurt am Main

Kuratorium

Das Kuratorium verantwortet die strategische Ausrichtung der Projektarbeit.

Prof. Dr.-Ing. Jan Wörner	acatech Präsident
Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug	Präsident Leopoldina
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Christoph Marksches	Präsident Union der deutschen Akademien der Wissenschaften
Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl	Präsident Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz
Prof. Dr. Bärbel Friedrich	Altpräsidialmitglied Leopoldina
Prof. Dr. Andreas Löschel	Ruhr-Universität Bochum, Vorsitzender der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“
Prof. Dr. Robert Schlögl	Direktor Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft und Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion
Prof. Dr. Christoph M. Schmidt	Präsident RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
Oda Keppler (Gast)	Ministerialdirigentin BMBF
Dr. Rodoula Tryfonidou (Gast)	Referatsleiterin Energieforschung BMWi

Projektkoordination

Dr. Cyril Stephanos	Leiter der Koordinierungsstelle „Energiesysteme der Zukunft“, acatech
---------------------	---

Rahmendaten

Projektlaufzeit

03/2016 bis 12/2023

Finanzierung

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen 03EDZ2016) gefördert.

Die Stellungnahme wurde am 18.05.2022 vom Kuratorium des Akademienprojekts verabschiedet.

Die Akademien danken allen Autorinnen und Autoren sowie den Gutachtern für ihre Beiträge. Die Inhalte der Stellungnahme liegen in alleiniger Verantwortung der Akademien.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Deutsche Akademie der Naturforscher
Leopoldina e.V.
Nationale Akademie der Wissenschaften

acatech–Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften e.V.

Union der deutschen Akademien
der Wissenschaften e.V.

Jägerberg 1
06108 Halle (Saale)
Tel.: 0345 47239-867
Fax: 0345 47239-839
E-Mail: leopoldina@leopoldina.org

Karolinenplatz 4
80333 München
Tel.: 089 520309-0
Fax: 089 520309-9
E-Mail: info@acatech.de

Geschwister-Scholl-Straße 2
55131 Mainz
Tel.: 06131 218528-10
Fax: 06131 218528-11
E-Mail: info@akademienunion.de

Berliner Büro:
Reinhardtstraße 14
10117 Berlin

Hauptstadtbüro:
Pariser Platz 4a
10117 Berlin

Berliner Büro:
Jägerstraße 22/23
10117 Berlin

Die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und die Union der deutschen Akademien der Wissenschaften unterstützen Politik und Gesellschaft unabhängig und wissenschaftsbasiert bei der Beantwortung von Zukunftsfragen zu aktuellen Themen. Die Akademiemitglieder und weitere Experten sind hervorragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem In- und Ausland. In interdisziplinären Arbeitsgruppen erarbeiten sie Stellungnahmen, die nach externer Begutachtung vom Ständigen Ausschuss der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina verabschiedet und anschließend in der *Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung* veröffentlicht werden.

Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung

ISBN: 978-3-8047-4252-9