



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Juni 2022

Kurzfassung der Stellungnahme

Wie kann der Ausbau von Photovoltaik und Windenergie beschleunigt werden?

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Union der deutschen Akademien der Wissenschaften

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 Flächennutzungsinkonflikte 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.

Das Akademienprojekt „Energiesysteme der Zukunft“

Die Stellungnahme „Netzengpässe als Herausforderung für das Stromversorgungssystem. Optionen zur Weiterentwicklung des Marktdesigns“ ist im Rahmen des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“ entstanden. In interdisziplinären Arbeitsgruppen erarbeiten rund 100 Expertinnen und Experten Handlungsoptionen für den Weg zu einer umweltverträglichen, sicheren und bezahlbaren Energieversorgung.

Mitglieder der Arbeitsgruppe „Klimagerechter Ausbau der Photovoltaik und Windenergie“

Mitglieder: Prof. Dr. Andreas W. Bett (AG-Leiter, Fraunhofer ISE), Prof. Dr. Ellen Matthies (AG-Leiterin, Otto-von-Guericke-Universität), Kathrin Ammermann (Bundesamt für Naturschutz), Prof. Dr. Anja Hentschel (Hochschule Darmstadt), Prof. Dr. Bernd Hirschl (Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg; IÖW), Prof. Dr. Gundula Hübner (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; MSH Medical School Hamburg), Dr. Volker Kienzlen (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg), Prof. Dr. Wolfram Münch (EnBW), Marlene O’Sullivan (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt), Prof. Dr. Aaron Praktiknjo (RWTH Aachen), Prof. Dr. Bernd Rech (Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie), Dr. Fritz Reusswig (Potsdam Institut für Klimafolgenforschung), Prof. Dr. Andreas Reuter (Fraunhofer IWES), Prof. Dr. Thomas Schomerus (Leuphana Universität Lüneburg), Prof. Dr. Sören Schöbel-Rutschmann (Technische Universität München).

Wissenschaftliche Referentinnen und Referenten: Dr. Berit Erlach (acatech), Dr. Sebastian Gölz (Fraunhofer ISE), Magdalena Gutnik (acatech), Florian Y. Müller (MSH Medical School Hamburg), Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE), Simona Rens (acatech).

Kontakt:

Dr. Cyril Stephanos

Leiter der Koordinierungsstelle „Energiesysteme der Zukunft“

Pariser Platz 4a, 10117 Berlin

Tel.: +49 30 206 30 96 - 0 | E-Mail: stephanos@acatech.de

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.

Deutsche Akademie der Naturforscher
Leopoldina e. V.

Nationale Akademie der
Wissenschaften

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

Berliner Büro:
Reinhardtstraße 14
10117 Berlin

acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften e. V.

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

Hauptstadtbüro:
Pariser Platz 4a
10117 Berlin

Union der deutschen Akademien
der Wissenschaften e. V.

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

Berliner Büro:
Jägerstraße 22/23
10117 Berlin