



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Wie kann der Ausbau von Photovoltaik und Windenergie beschleunigt werden?

Prof. Dr. Ellen Matthies, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Prof. Dr. Andreas W. Bett, Fraunhofer ISE / Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

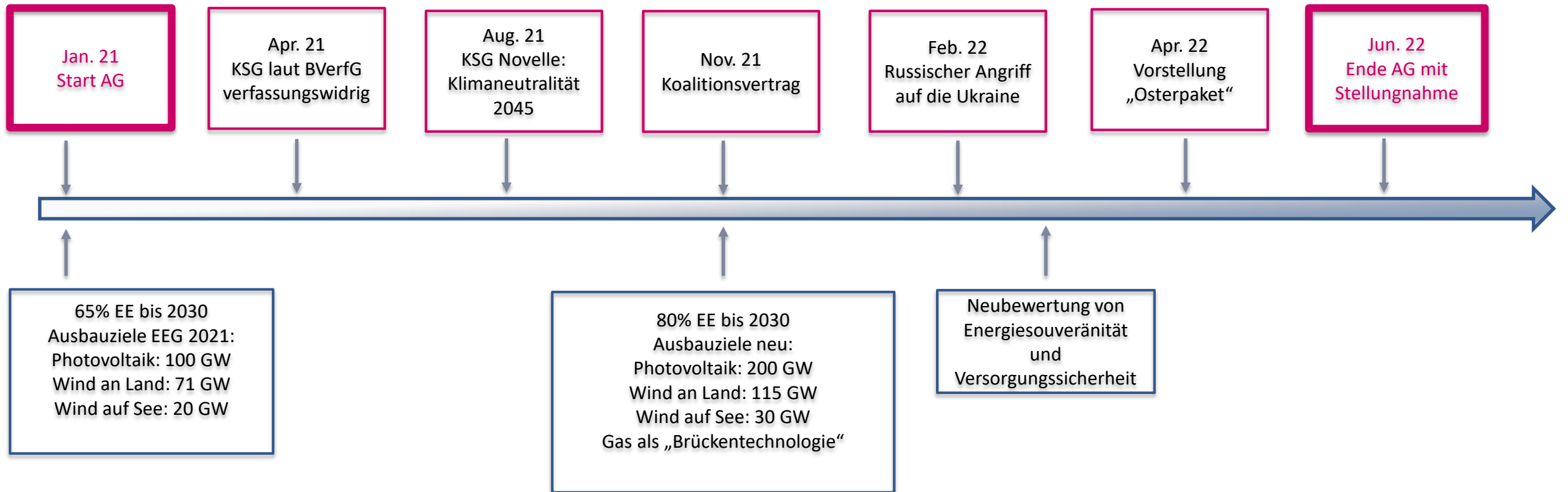
27. Juni 2022

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

Dynamisierung der Klima - & Energiepolitik



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Wie kann der Ausbau von Photovoltaik und Windenergie beschleunigt werden?



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

Stellungnahme

- **Windenergie- und Photovoltaikanlagen** als künftige Säulen einer klimaneutralen Energieversorgung.
- Starker Anstieg der **Ausbaugeschwindigkeit bis 2030** nötig.
- **Hemmnisse** für Ausbau u.a. in Planungs- und Genehmigungsprozessen, unklare Vorgaben, fehlende Beteiligung und hohe Klagebereitschaft
- **12 Handlungsoptionen** in **4 Handlungsfeldern** entwickelt



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

4 Handlungsfelder



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Übersicht der identifizierten Handlungsfelder zur Beschleunigung des Ausbaus

1 Planungs- und Genehmigungsverfahren transformieren

- 1.1 Ausbauziele in der formellen Planung verankern
- 1.2 Einheitliche Kriterien für Natur – und Artenschutz
- 1.3 Mehr personelle Ressourcen

2 Mit Beteiligung eine neue, proaktive Planungskultur stärken

- 2.1 Interaktive Informationsangebote wie das Decision Theatre, Planungszellen oder Bürgerräte
- 2.2 Stärkere Bürgerbeteiligung
- 2.3 Finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten
- 2.4 Erneuerbaren-Energien-Gemeinschaften

3 Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen

- 3.1 Ausreichend Flächen gewährleisten
- 3.2 Mehrfachnutzung ermöglichen (Agri-PV, Floating PV, Fassaden-PV)
- 3.3 Umfassende Erschließung geeigneter Gebäudedächer

4 Das Energiesystem vollständig auf Erneuerbare ausrichten

- 4.1 Geeignete informations- und kommunikationstechnische Infrastruktur und Leistungselektronik
- 4.2 Neuer ganzheitlicher regulativer Rahmen für den Strommarkt
- 4.3 Prüfung der Importabhängigkeit bei Photovoltaikmodulen

Vorschlag einer neuen, integrativen Planungskultur



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



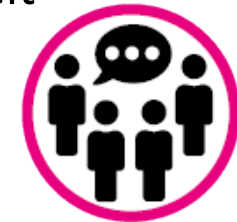
Neue Planungskultur berührt drei der fokussierten Handlungsfelder

Handlungsfeld 1

- Klare und bundesweit **einheitliche Kriterien für Naturschutz** erhöhen die Rechtssicherheit (*Handlungsoption 1.1*)

Handlungsfeld 2

- **Interaktive Informationsangebote** wie das Decision Theatre, Planungszellen oder Bürgerräte etablieren (*Handlungsoption 2.1*)
- **Stärkere Bürgerbeteiligung** in frühen Planungsschritten (*Handlungsoption 2.2*)
- **Finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten** der Standortkommunen (*Handlungsoption 2.3*)
- Einführung von **Erneuerbaren-Energien-Gemeinschaften** (*Handlungsoption 2.4*)



Handlungsfeld 3

- Ausreichend Flächen durch **gesetzlich festgelegtes Flächenziel** gewährleisten (*Handlungsoption 3.1*)

Lokale Akzeptanz als Hemmnis?



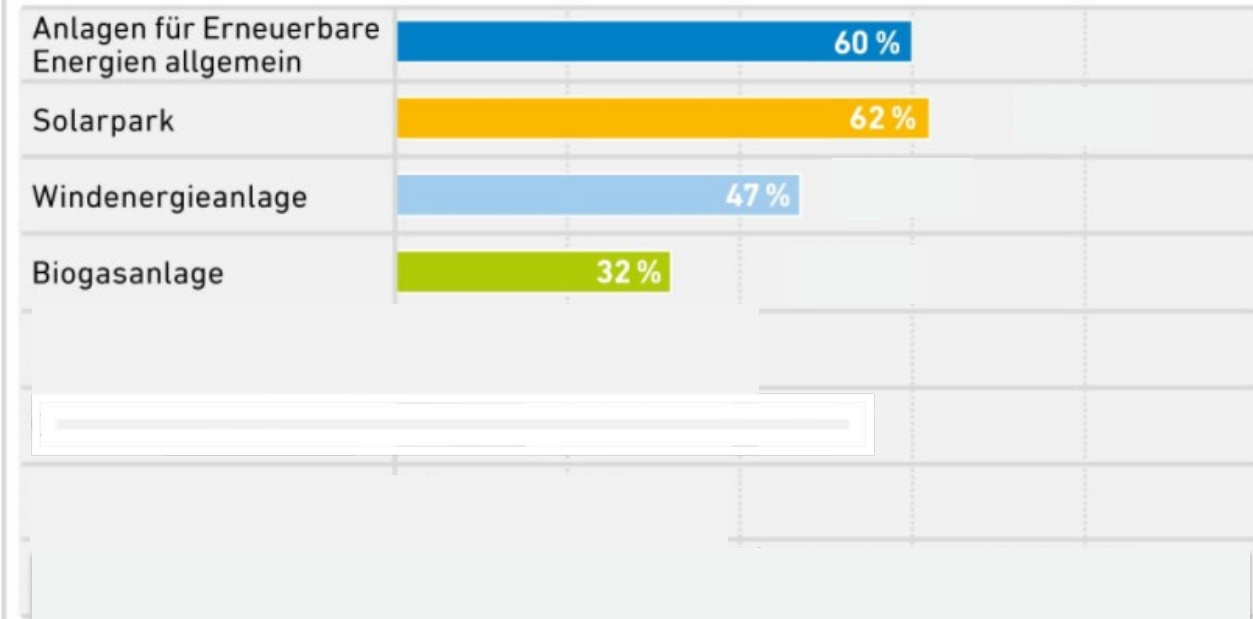
Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



- Klimaschutz halten 90% für (sehr) wichtig
- Die Energiewende befürworten 70% (UBA, 2021; IASS, 2021)
- Hohe Akzeptanz auch für **Anlagen in der Nachbarschaft**

Zustimmung zu Erneuerbare-Energien-Anlagen in der Umgebung des eigenen Wohnorts

Zur Stromerzeugung in der Nachbarschaft finden eher gut bzw. sehr gut ...



Quelle: Umfrage von YouGov im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, n=1.051; Stand: 12/2020

© 2020 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



Lokale Akzeptanz als Hemmnis?



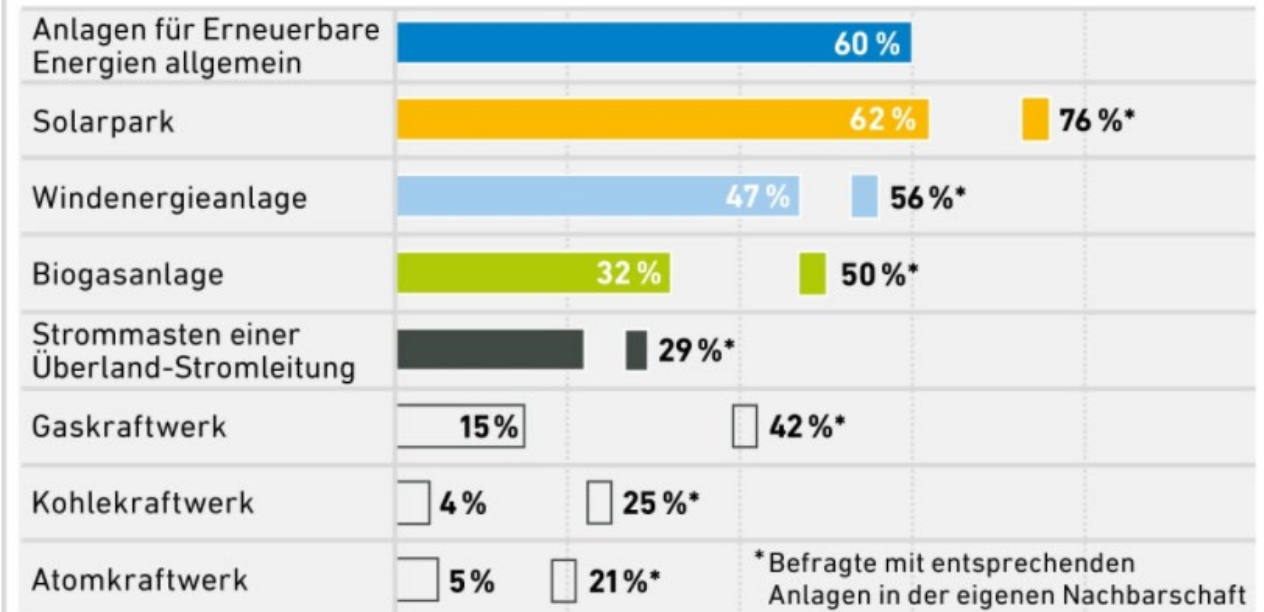
Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



- Klimaschutz halten 90% für (sehr) wichtig
- Die Energiewende befürworten 70% (UBA, 2021; IASS, 2021)
- Hohe Akzeptanz auch für **Anlagen in der Nachbarschaft**
- Noch **höhere Akzeptanz** bei den Anwohner*innen
- Hohe Akzeptanz im **Vergleich zu konventionellen Energieanlagen**

Zustimmung zu Erneuerbare-Energien-Anlagen in der Umgebung des eigenen Wohnorts

Zur Stromerzeugung in der Nachbarschaft finden eher gut bzw. sehr gut ...



Quelle: Umfrage von YouGov im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, n=1.051; Stand: 12/2020

© 2020 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



Lokale Akzeptanz als Hemmnis?



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

Dennoch:

20 % der Windenergieanlagen werden im Genehmigungsprozess beklagt (FA Wind, 2019)

Gründe:

- Natur- und Artenschutz (61%)
- untergeordnet: Lärm, optische Bedrängung

→ Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen dauern **ca. 4-5 Jahre**

Vergleichende Studien mit Anwohnenden zu den relevanten Faktoren für Stresserleben und mangelnder Akzeptanz verweisen auf **allgemein hohe Akzeptanz** und die **Bedeutung von Vertrauen und Fairness** im Prozess:

- Mangelnde Akzeptanz im Nachhinein lässt sich vor allem durch mangelndes Vertrauen und erlebte (Un)fairness erklären (Hoen et al. 2019)
- Lärm- und Stresserleben im Nachhinein sind ebenfalls mit Vertrauen und erlebter Fairness verknüpft – **und nicht mit objektiven Faktoren wie Entfernung und Lärmpegel** (Hübner et al. 2020)

Vorschlag einer neuen, integrativen Planungskultur



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

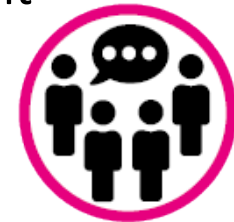
Neue Planungskultur berührt drei der fokussierten Handlungsfelder

Handlungsfeld 1

- Klare und bundesweit **einheitliche Kriterien für Naturschutz** erhöhen die Rechtssicherheit (*Handlungsoption 1.1*)

Handlungsfeld 2

- **Interaktive Informationsangebote** wie das Decision Theatre, Planungszellen oder Bürgerräte etablieren (*Handlungsoption 2.1*)
- **Stärkere Bürgerbeteiligung** in frühen Planungsschritten (*Handlungsoption 2.2*)
- **Finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten** der Standortkommunen (*Handlungsoption 2.3*)
- Einführung von **Erneuerbaren-Energien-Gemeinschaften** (*Handlungsoption 2.4*)



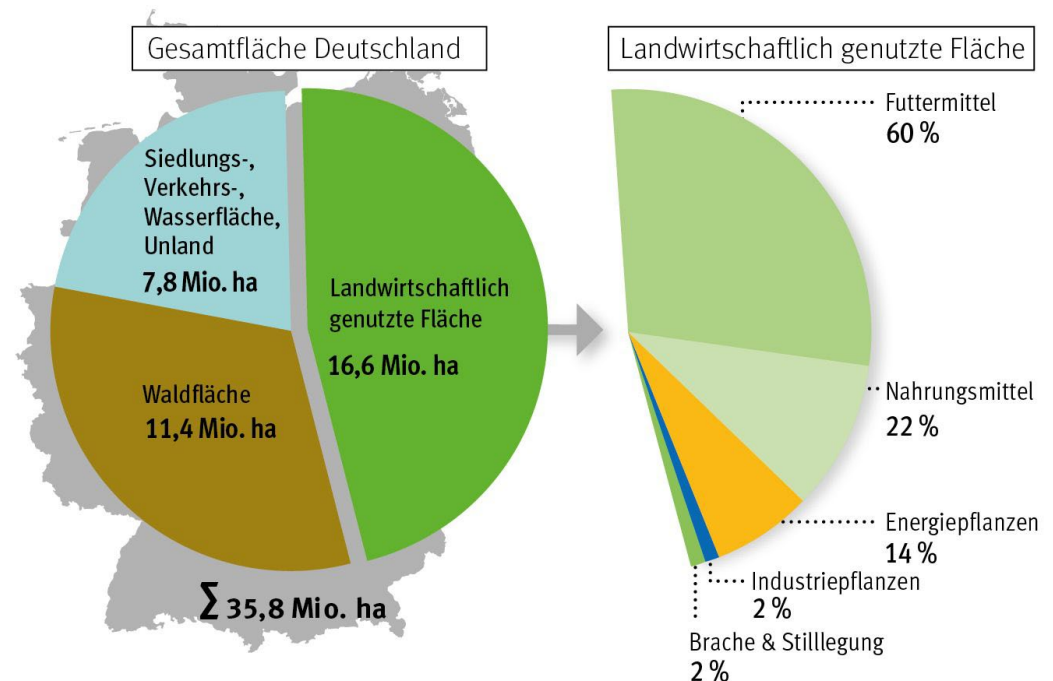
Handlungsfeld 3

- Ausreichend Flächen durch **gesetzlich festgelegtes Flächenziel** gewährleisten (*Handlungsoption 3.1*)

Fläche als begrenzte Ressource?

- Grundsätzlich sind **ausreichend Flächen vorhanden**, um den Energiebedarf durch Wind und PV in Deutschland zu decken!

Flächennutzung in Deutschland

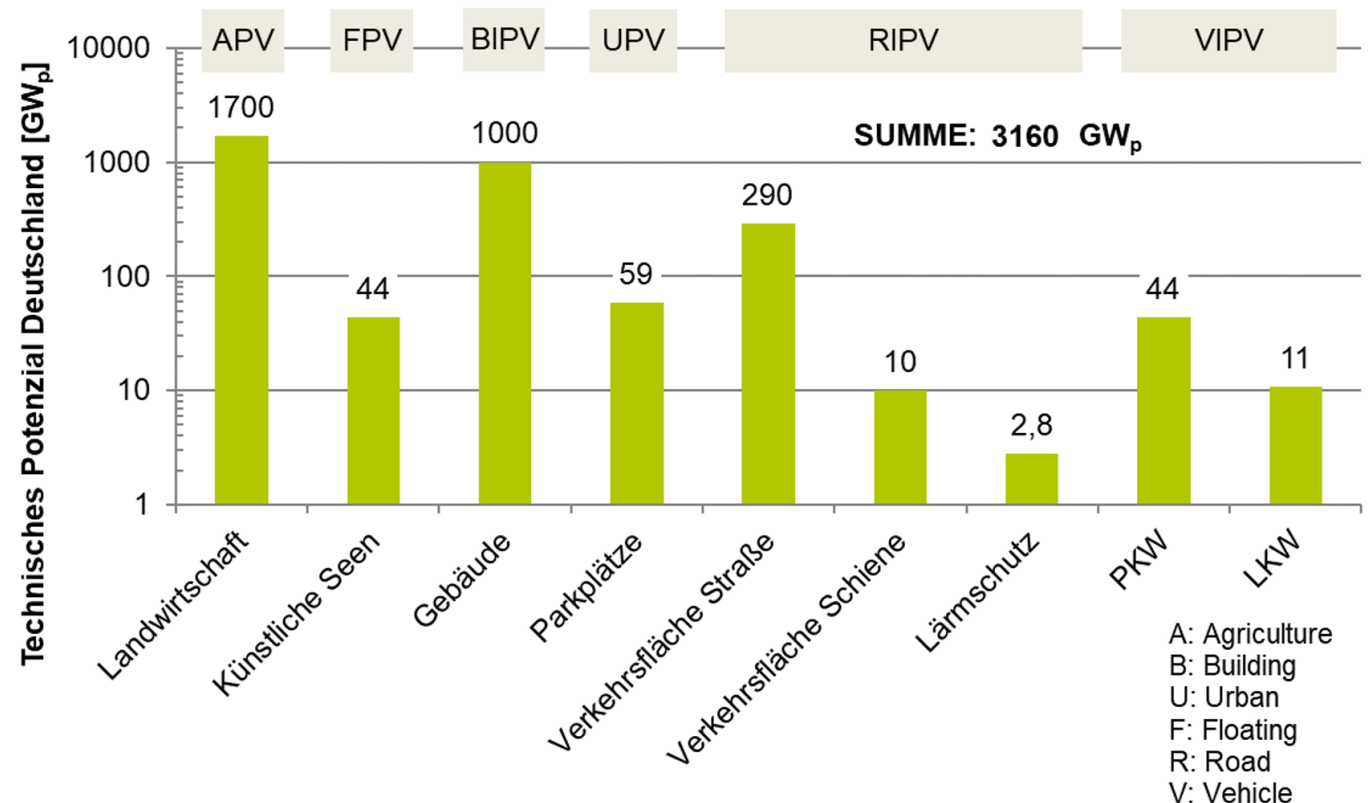


Quelle: FNR nach Statistischem Bundesamt, BMEL (Stand: 2020)
© FNR 2021

Fläche als begrenzte Ressource?



- Grundsätzlich sind **ausreichend Flächen vorhanden**, um den Energiebedarf durch Wind und PV in Deutschland zu decken!
- Insbesondere für die PV ergeben sich Optionen, Flächen, die bereits genutzt sind, zu verwenden: **Mehrfachnutzung** von Flächen



Quelle: Studie Fraunhofer ISE

Fläche als begrenzte Ressource?



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



- Fehlende einheitliche Mengenvorgaben für **Flächenausweisung** in der Regionalplanung
- **Konfliktpotenzial** zur Flächennutzung mit Landwirtschaft und Naturschutz
- Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie: Flächeninanspruchnahme in 2030 auf 30 Hektar/Tag reduzieren
(Nachhaltigkeitsrat 2021)

Handlungsfeld 3



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Voraussetzungen für eine höhere Flächenverfügbarkeit schaffen

- Ausreichend Flächen durch **gesetzlich festgelegtes Flächenziel** gewährleisten
- **Mehrfachnutzung** von Flächen ermöglichen (Agri-PV, Floating PV, Fassaden-PV)
- Umfassende Erschließung **geeigneter Gebäudedächer**



Handlungsfeld 4



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

Das Energiesystem vollständig auf erneuerbare Energien ausrichten



- **Systemdienliche Integration volatiler Stromerzeugung** erfordert eine geeignete informations- und kommunikationstechnische Infrastruktur und Leistungselektronik
- **Neuer ganzheitlicher regulativer Rahmen** für den Strommarkt
- Prüfung der **Importabhängigkeit bei Photovoltaikmodulen** im Hinblick zu mehr Energiesouveränität

Energiesicherheit weiter denken!



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

Zitat aus dem Jahr 2019:

*»Früher reichte es, die Transportlinien der Rohstoffe zu sichern. Nun sind Technologien entscheidend«, sagte die russische Politikwissenschaftlerin **Tatiana Mitrova**.*

Quelle: [Tagesspiegel Background: „Energiewende schafft sicherheitspolitische Unruhe“](#), Matthias Jauch, 13.09.2019

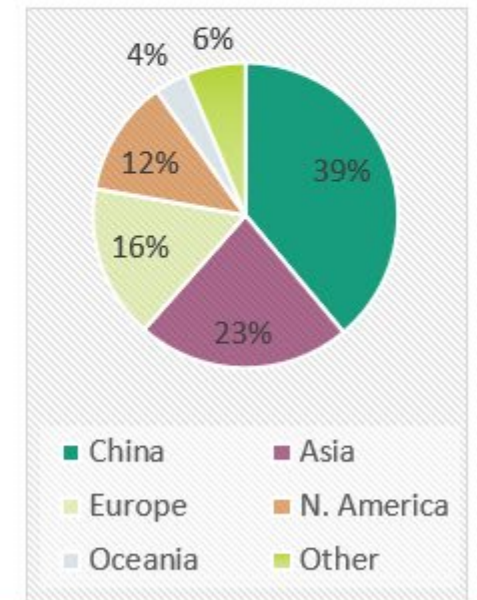
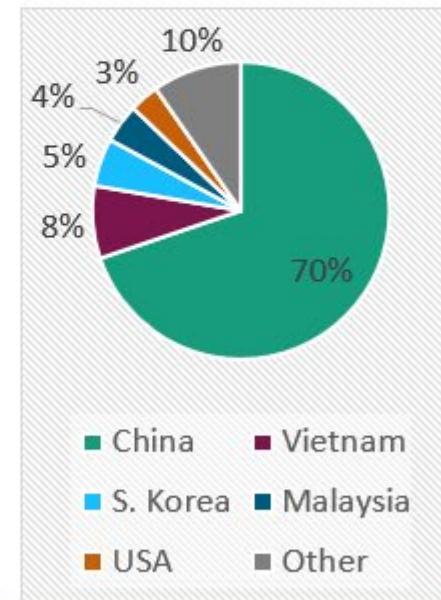
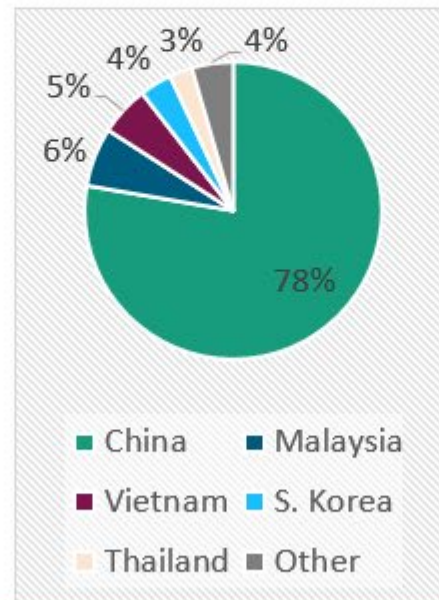
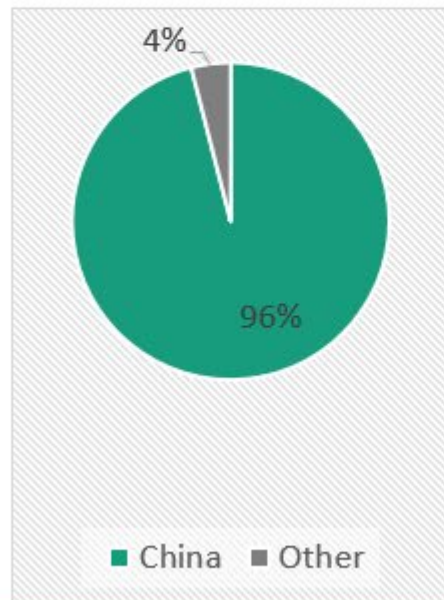
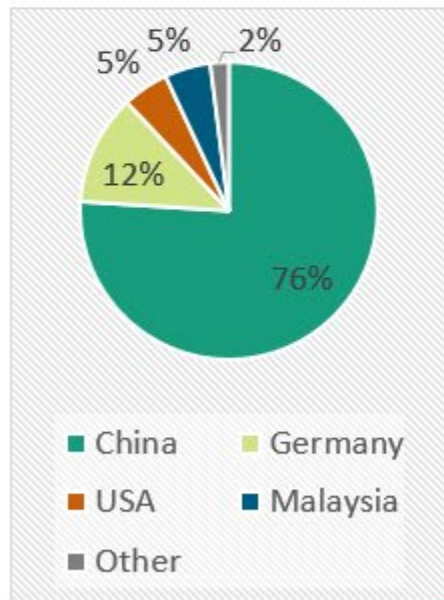
Energiesicherheit weiter denken!



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN



Fazit



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

- Hohe Dringlichkeit: Von **2020 6,2 GW installierter Leistung** auf bis zu **36 GW PV und Wind** Ausbau
- Auf eine hohe **gesamtgesellschaftliche Akzeptanz** aufbauen und frühe, lokale **Beteiligung ermöglichen** (Vorschlag einer neuen, integrativen Planungskultur)
- Paradigmenwechsel notwendig: **von den Erneuerbaren her denken**
- Handlungsoptionen als Bausteine für eine beschleunigte Energiewende

Vielen Dank an die AG!



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



- Kathrin Ammermann (Bundesamt für Naturschutz)
- Anja Hentschel (Hochschule Darmstadt)
- Bernd Hirsch (IÖW/ (BTU Cottbus-Senftenberg))
- Gundula Hübner (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)
- Volker Kienzlen (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg)
- Wolfram Münch (EnBW)
- Marlene O'Sullivan (DLR)
- Aaron Praktiknjo (RWTH Aachen)
- Fritz Reuswig (PIK)
- Bernd Rech (Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie)
- Andreas Reuter (Fraunhofer Institut für Windenergie)
- Sören Schöbel-Rutschmann (Technische Universität München)
- Thomas Schomerus (Leuphana Universität Lüneburg)

Und externe Referenten:

- Florian Müller (Medical School Hamburg)
- Sebastian Gölz (Fraunhofer ISE)
- Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE)



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Koordinierungsstelle Energiesysteme der Zukunft

Magdalena Gutnik

gutnik@acatech.de

Pariser Platz 4a

10117 Berlin

www.energiesysteme-zukunft.de

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



Anhang

Photovoltaik und Flächen

Bedarf ~ 500 GW PV (~550 TWh*)

Bei Freiflächen:

1 GW ~ 1000 Hektar = 10 km²

→ ~ 5000 km² freie Fläche

Bei Agri-PV und Biotope:

1 GW ~ 1700 Hektar = 17 km²

→ ~ 8500 km² Fläche

Deutschland: 357.581 km²

50,7 % Landwirtschaft

29,8 % Wald

14,4 % Siedlung und Verkehr



1 kW installierte Leistung liefert ca. 1100 kWh/a; bei idealer Aufstellung

Photovoltaik und Freiflächen

Beispiel: Umnutzung von industriellen Agrarflächen für Energiepflanzen durch PV-Freiflächen mit verbessertem Artenschutz

Silomais wird über Biomasse verstromt

Silomais wird auf einer Fläche von ca. **1 Million Hektar** angebaut

- Stromertrag von 18,7 Megawattstunden pro Hektar

Ein Solar-Biotop würde ca. 600 Megawattstunden pro Hektar liefern (Faktor 32).

- Eine Renaturierung von 1 Mio. Hektar durch die Einrichtung von Solar-Biotopen entspricht einem technischen Leistungspotenzial von ca. **600 GW**
→ **ausreichend** für die PV-Versorgung in Deutschland

NABU und BSW-Solar definieren Standards für naturverträgliche Solarparks

Solarparks können Flächen ökologisch aufwerten, sind der Naturschutzbund und der Bundesverband Solarwirtschaft überzeugt. Ein gemeinsames Papier legt jetzt Kriterien fest, anhand derer sich bemessen lässt, ob eine Photovoltaik-Freiflächenanlage dem Natur- und Artenschutz dient.

5. MAI 2021 RALPH DIERMANN

<https://www.pv-magazine.de/2021/05/05/nabu-und-bsw-solar-definieren-standards-fuer-naturvertraegliche-solarparks/>

Bauwerkintegrierte PV (BIPV)

Potenzialanalyse

Deutschlandweiter Gebäudedatensatz im Detailgrad
LOD1

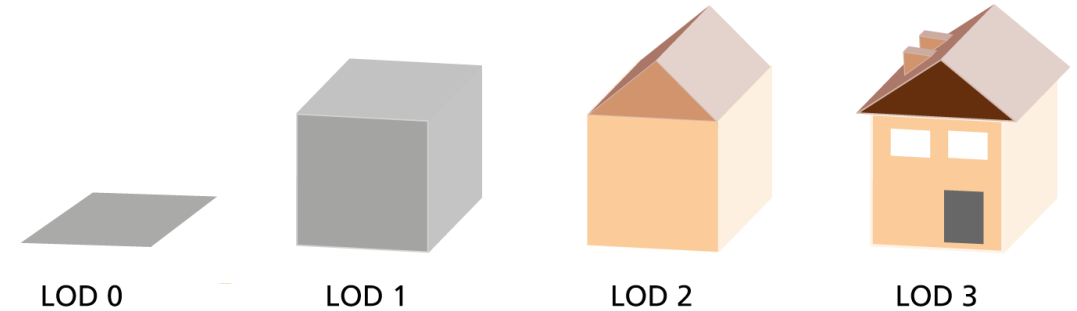
Bruttofläche Dach 6.101 km², Fassade 12.416 km²

Ausschlüsse und Abschläge (73%) für

- geringe Einstrahlung < ca. 500 kWh/(m²a)
- kleine Flächenabschnitte (< 7m²)
- Fassadenausschnitte (30%),
Verschattung, Dachaufbauten
- ungünstige Modulformate

technisches Potenzial: ca. **1000 GW_p**¹

→ **ausreichend** für die PV-Versorgung in
Deutschland



	Fläche [km ²]	PV-Leistung [GW _p]	Jahresertrag [TWh/a]
Dächer	2.800	560	460
Fassaden	2.200	440	210
Summe	5.000	1.000	670

Technische Potenziale BIPV

¹ EGGERS, J.-B., M. BEHNISCH, J. EISENLOHR, H. POGLITSCH, W.F. PHUNG, M. MÜNZINGER, C. FERRARA und T.E. KUHN, 2020. PV-Ausbauerfordernisse versus Gebäudepotenzial: Ergebnis einer gebäudescharfen Analyse für ganz Deutschland, 35. PV-Symposium, 2020, ISBN 978-3-948176-09-9.

Photovoltaik und Mehrfachnutzung von Flächen



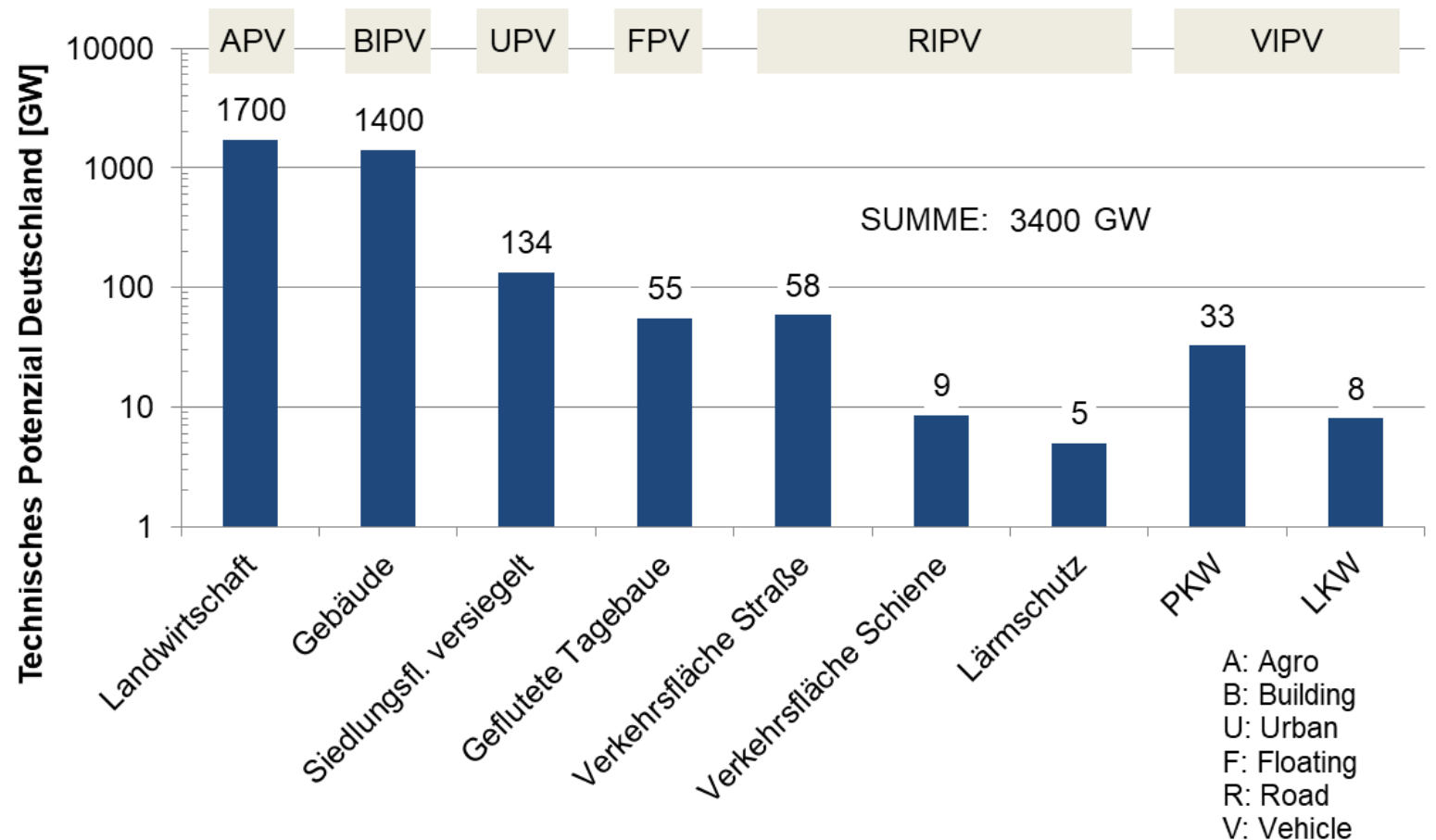
- Flächeneffizienz, Akzeptanz
- Materialeffizienz (Hülle, Unterkonstruktion)
- Klimaresilienz
- Lokale Wertschöpfung PV

Photovoltaik und Mehrfachnutzung von Flächen

Theoretisches Potenzial:
physikalische
Gesetzmäßigkeiten

Technisches Potenzial:
+ grundlegende technische
Restriktionen

Wirtschaftlich-praktisches,
erschließbares Potenzial:
+ Rechtsrahmen, Kosten,
Infrastruktur, Akzeptanz,
Ökologie, Konkurrenz, ...



Photovoltaik und Mehrfachnutzung von Flächen

Wirtschaftliche Betrachtung

