

KNE-Wortmeldung

Flächenverfügbarkeit für die Energiewende

Berlin, 17. März 2020. Windenergie braucht Fläche. Wieviel Quadratmeter stehen in Deutschland für den weiteren naturverträglichen Windenergieausbau an Land tatsächlich noch zur Verfügung bzw. könnten die windenergiepolitischen Ziele nicht schon rein flächenmäßig verfehlt werden? Fragen, die in der aktuellen Debatte zur Beschleunigung des Windenergieausbaus an Bedeutung gewinnen. – Das KNE nimmt eine erste Einordnung vor.

Für einen erfolgreichen Ausstieg aus der Atom- und Kohleverstromung ist der weitere Ausbau der Windenergie an Land unverzichtbar. Aktuell sind rund 30.000 Windenergieanlagen an Land installiert. Sie lieferten 2019 rund 106 Terrawattstunden an Strom. Damit können etwa 27 Millionen Einfamilienhaushalte ein Jahr lang mit Strom versorgt werden.

- Wie viele Windenergieanlagen brauchen wir zusätzlich, um die 2030- bzw. die 2050-Ziele der Energiewende¹ erreichen zu können?
- Stehen für diese zumindest theoretisch ausreichend Flächen zur Verfügung?

Hierzu werden immer wieder verschiedenste Spekulationen angestellt. Dabei werden Zahlen genannt, die von rund **zehnmal so viel Windstrom wie bisher** und letztlich insgesamt **rund 300.000 Windrädern bis 2050** ausgehen.²

Wie sieht die Faktenlage aus?

1. Wissenschaftliche Untersuchungen

Prognostizierter Strombedarf und benötigte Windenergieanlagen

- Wie viele Windenergieanlagen werden gebraucht, um die Energiewendeziele bis 2030 bzw. 2050 zu erreichen?

Bevor eine Einordnung vorgenommen werden kann, ist es wichtig in einem ersten Schritt zu schauen, wieviel Energie in den Zieljahren wahrscheinlich benötigt wird. Hierzu liegen uns verschiedene Szenarien vor, die auf Grund von unterschiedlichen Annahmen (Strombedarf, Einsparpotenzial, Strom-Import) zu teils stark voneinander abweichenden Einschätzungen kommen.

Grundsätzlich gilt: Der erneuerbare Strom der Zukunft wird neben den Haushalten auch für die Elektromobilität, für das Heizen von Häusern und Büros und für industrielle Prozesse (Sektorkoppelung) benötigt, und er wird zum überwiegenden Teil mit Windenergie und Photovoltaik erzeugt werden. Laut einigen Studien³ würden sich zudem die – bereits heute vor allem beim Windenergie-Ausbau bestehenden – Flächenkonkurrenzen verschärfen und die Konflikte rund um den Windenergieausbau deutlich zunehmen.⁴

Eine Studie im Rahmen der **Akademien der Wissenschaften**⁵ geht davon aus, dass bis 2050 mehr als die doppelte Strommenge von heute erzeugt werden muss, sofern eine Reduktion der energiebedingten Kohlenstoffdioxid-(CO₂-)Emissionen um 85 Prozent erreicht werden soll.⁶ Der aktuelle Stromverbrauch beträgt rund 513 Terrawattstunden, der Anteil der erneuerbaren Energien daran lag bei 37,8 Prozent. Die Windenergie an Land hat einen bei den erneuerbaren Energien einen Anteil von 40,7 Prozent und die Photovoltaik von 20,4 Prozent.⁷ Laut der Studie steigt der Stromverbrauch 2050 auf mehr als 1.000 Terawattstunden an, wofür eine installierte Leistung von bis zu

500 Gigawatt Windstrom und Photovoltaikstrom notwendig wäre – etwa das Fünf- bis Siebenfache dessen, was heute bereits vorhanden ist.⁸ Dabei basiert diese Studie auf Expertendiskussionen, einem Vergleich relevanter Energieszenarien und Modellrechnungen. Bei Berücksichtigung angenommener Leistungssteigerungen der Windenergieanlagen wäre eine gute Verdoppelung der **Anlagenzahl auf dann etwa 65.000** erforderlich.⁹

Eine weitere Studie stammt von **Agora Energiewende**, die das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES damit beauftragt hat, vier sektorübergreifende Zielszenarien für das Jahr 2050 hinsichtlich des resultierenden Strombedarfs zu vergleichen und die Gründe für die Abweichungen herauszuarbeiten.¹⁰ Grundlage der sektorübergreifenden Szenarien ist ein Treibhausgas-Emissionsreduktionsziel von minus 80 Prozent Kohlenstoffdioxid-(CO₂-)Äquivalenten gegenüber 1990 (Mindestziel für das Jahr 2050). Ohne auf die verschiedenen Szenarien im Detail einzugehen, hier eine kurze Darstellung der Ergebnisse: In den Szenarien kommt man zu stark voneinander abweichenden Zahlen für den sektorübergreifenden Stromverbrauch. Das Spektrum reicht für das Jahr 2050 von rund 450 bis zu 800 Terawattstunden Strombedarf, wobei die Autoren der Studie es für plausibel halten, für 2050 letztlich einen Stromverbrauch in der Größenordnung von 620 Terawattstunden zu veranschlagen. Dies würde eine installierte Windkraft- und Photovoltaikleistung von jeweils rund 130 Gigawatt bedeuten. Bei einer Leistung von jeweils 3,5 Megawatt pro Anlage würde dies insgesamt rund 37.000 installierten Windenergieanlagen in Deutschland entsprechen.

Beide Studien unterscheiden sich sowohl in Bezug auf den prognostizierten Anstieg des Strombedarfs von heute 513 auf 620 Terrawattstunden bzw. 1.000 Terawattstunden als auch in Bezug auf die benötigte installierte Leistung an Windenergie (130 GW vs. 225 GW) bzw. auf die Anzahl der noch zu errichtenden Anlagen von derzeit rund 30.000 auf 37.000 bzw. 65.000 Anlagen.¹¹

Tabelle 1. Übersicht Studien-Vergleich, Prognosen für 2050

	<i>Agora Energiewende</i>	<i>Akademie der Wissenschaften</i>
<i>Prognostizierter Strombedarf</i>	620 Terrawattstunden	1000 Terrawattstunden
<i>Benötigte installierte Windkraftleistung</i>	130 Gigawatt	225 Gigawatt ¹²
<i>Bis 2050 zusätzlich benötigte WEA á 3,5 MW zirka</i>	7.000	35.000
<i>Insgesamt benötigte Anzahl von Windenergieanlagen</i>	37.000	65.000

Flächenverfügbarkeit für die Windenergienutzung

- Stehen für einen prognostizierten zusätzlichen Bedarf an Windenergieanlagen genügend Flächen zur Verfügung?

Die aktuelle Studie¹³ des **Umweltbundesamtes** (UBA) kommt zu dem Ergebnis, dass derzeit deutschlandweit eine Fläche von rund 3.100 Quadratkilometern für die Windenergienutzung ausgewiesen ist. Dies entspricht etwa 0,9 Prozent der Fläche Deutschlands. 1.325 Quadratkilometer und damit zirka 42 Prozent der betrachteten Flächen sind – bei Berücksichtigung der Bestandsanlagen zum Stichtag 31.12.2017 – für die Errichtung von Windenergieanlagen frei. Knapp 42 Prozent der gesamten Flächenkulisse entfallen dabei auf Flächen im Entwurfsstadium von Regionalplänen und 17 Prozent auf Flächen der Bauleitplanung. Knapp 1.300 Quadratkilometer und damit 43 Prozent der deutschlandweit ausgewiesenen Fläche ist noch nicht bebaut. Diese ausgewiesenen, aber

noch nicht bebauten Flächen verfügen über ein Potenzial von 39,4 Gigawatt für Windenergieanlagen, die noch installiert werden könnten. Dies entspricht einem möglichen Zubau von gut 11.000 Windenergieanlagen mit jeweils etwa 3,5 Megawatt Leistung.¹⁴

Tabelle 2. Ausgewiesene und freie Flächen für die Windenergienutzung auf Bundesebene (Regionalplanung + Bauleitplanungsebene)

	Fläche (km ²)	Ausgewiesene Windfläche (km ²)	Anteil an der Landesfläche (%)	Ende 2017 freie Fläche (km ²)	Anteil freier Windflächen (%)
Deutschland	357.385	3.131	0,9 %	1.325	42,3 %

Die Forscher gehen davon aus, dass das Leistungspotenzial auf den oben genannten, derzeit in Deutschland ausgewiesenen Flächen langfristig maximal bei rund 81 Gigawatt installierter Leistung Windstrom liegt.¹⁵ Bestandsanlagen wurden hierbei nicht berücksichtigt. Dies entspräche einer Anzahl von **zirka 23.000 Windenergieanlagen** mit einer Leistung von jeweils 3,5 Megawatt. Allerdings unterliegen die Berechnungen erheblichen Unsicherheiten und zwischen den einzelnen Bundesländern bestehen zum Teil erhebliche Unterschiede: Länder wie Brandenburg, Hessen, das Saarland oder Schleswig-Holstein stellen mit jeweils rund zwei Prozent ihrer Landesfläche den größten Flächenanteil für die Windenergienutzung bereit. In anderen Ländern wie Bayern liegt der Anteil (derzeit) bei weit unter einem Prozent.

Insgesamt gesehen ist laut einer weiteren UBA-Studie¹⁶ aus dem Jahr 2013 ausreichend Flächenpotenzial für die Windenergie an Land vorhanden, um den weiteren ambitionierten Ausbau zu ermöglichen. In dieser Studie wurde das grundsätzlich *verfügbare* technisch-ökologische Flächenpotenzial (ohne Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und ohne Berücksichtigung der Erfordernisse des besonderen Artenschutzes und von Radaranlagen!) mit rund 49.400 Quadratkilometer (13,8 Prozent der Bundesfläche) deutlich höher bewertet als in der UBA-Studie von 2019, in der der Umfang der *ausgewiesenen* Flächenkulisse betrachtet wurde.¹⁷ Diese Kulisse von rund 50.000 Quadratkilometern entspricht einem Potenzial von rund 1.190 Gigawatt installierbarer Leistung mit einem Ertrag von insgesamt 2.900 Terrawattstunden pro Jahr, was bedeuten würde, dass auf diesen Flächen rund **340.000 Windenergieanlagen** mit jeweils 3,5 Megawatt installierter Leistung errichtet werden *könnten*.¹⁸

2. Fazit des KNE

Aktuell vorliegende Studienergebnisse kommen zu dem Ergebnis, dass der **Strombedarf im Jahr 2050** zwischen **etwas mehr als dem Heutigen** (rund 620 Terrawattstunden) **bis zum Doppelten des Heutigen** (1.000 Terrawattstunden) beträgt. Dies würde bedeuten, dass zwischen 37.000 und etwa 65.000 Windenergieanlagen benötigt werden. Spekulationen und Angstsznarien von 300.000 Windenergieanlagen bis 2050 kann somit schon jetzt klar entgegengetreten werden. Selbst bei der maximal prognostizierten Anzahl von in Deutschland errichteten Windenergieanlagen würde dies **bis 2050 knapp eine Verdoppelung auf dann 65.000 Windenergieanlagen** bedeuten. Diese Prognose wird empirisch stark gestützt. Für einen solchen Ausbau sind laut den Berechnungen des Umweltbundesamtes zwar aktuell noch nicht ausreichend Flächen *ausgewiesen*, es sind aber ausreichend Flächen *identifiziert* worden, die den Ausbau der Windenergie an Land im geplanten Umfang ermöglichen sollten.

Die uns derzeit vorliegenden Studien und Szenarien stellen nach unserer Durchsicht noch keine konsolidierte Grundlage dar, von der aus der zusätzliche Flächenbedarf für den Windenergieausbau *konkret* abgeleitet werden könnte. Die vereinbarte Abstimmung der Bundes- und Länderziele

beim Ausbau der Windenergie an Land muss daher auch die Flächenverfügbarkeit thematisieren und zu tragfähige Vereinbarungen mit den einzelnen Ländern kommen.

Quellenverzeichnis

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (Hrsg.) (2017): »Sektorkopplung« – Optionen für die nächste Phase der Energiewende, [Link zum Dokument](#) 92 S. (letzter Zugriff: 27.02.2020).

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (Hrsg.) (2019): Wege zu einem integrierten Energiesystem – was jetzt geschehen muss, [Link zum Dokument](#) (letzter Zugriff: 16.02.2020).

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (Hrsg.) (2020): Zentrale und dezentrale Elemente im Energiesystem. Der richtige Mix für eine stabile und nachhaltige Versorgung, [Link zum Dokument](#) 115 S. (letzter Zugriff: 16.02.2020).

Agora Energiewende (2015): Wie hoch ist der Stromverbrauch in der Energiewende? Energiepolitische Zielszenarien 2050 – Rückwirkungen auf den Ausbaubedarf von Windenergie und Photovoltaik, [Link zum Dokument](#) 52 S. (letzter Zugriff: 28.02.2020).

Agora Energiewende (2018): Stromnetze für 65 Prozent Erneuerbare bis 2030 – Zwölf Maßnahmen für den synchronen Ausbau von Netzen und Erneuerbaren Energien, [Link zum Dokument 64 S.](#) (letzter Zugriff: 24.02.2020).

Hans-Martin Henning, Andreas Palzer, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2012): 100 % ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR STROM UND WÄRME IN DEUTSCHLAND, [Link zum Dokument](#) (letzter Zugriff: 16.02.2020).

Johanna Romberg (2019): Wie viele Windkraftanlagen benötigt Deutschland? GEO 08/2019 [Link zum Dokument.](#)

Umweltbundesamt (2013): Potenzial der Windenergie an Land. Studie zur Ermittlung der bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land. 51 S. [Link zum Dokument](#) (letzter Zugriff: 19.02.2020).

Umweltbundesamt (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Abschlussbericht. 167 S. [Link zum Dokument](#) (letzter Zugriff: 12.02.2020).

Umweltbundesamt (2019): Position - Auswirkungen von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen und Siedlungen. Auswertung im Rahmen der UBA-Studie „Flächenanalyse Windenergie an Land“. 22 S. [Link zum Dokument.](#) (letzter Zugriff: 16.02.2020).

Kontakt

Ihr Ansprechpartner im KNE:

Dr. Martin Köppel

martin.koeppel@naturschutz-energiewende.de

030-7673738-31

www.naturschutz-energiewende.de

¹ Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis 2030 auf 65 Prozent auszubauen. Klimaneutralität will Deutschland bis 2050 erreichen. Was dies genau in Bezug auf die Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien bedeutet, ist bislang unklar. Genaue Ausbau-Ziele schwanken noch zwischen 80 bis 100 Prozent.

² Vgl.: Stefan Aust in der Welt vom 25.1.2020, siehe: https://www.welt.de/print/die_welt/wirtschaft/article205334673/Im-Luftreich-der-Traeume.html.

³ Siehe z.B. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (Hrsg.) (2020).

⁴ Bzgl. der Diskussion um Abstände von Windenergieanlagen zur Wohnbebauung verweisen wir auf die KNE-Wortmeldung zum Mindestabstand von Windenergieanlagen: Fairness wichtiger als 1.000 Meter Mindestabstand. Wer mehr dazu wissen möchte, kann gerne hier weiterlesen: <https://www.naturschutz-energie-wende.de/aktuelles/fairness-wichtiger-als-1-000-meter-mindestabstand/>.

⁵ acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (Hrsg.) (2017).

⁶ Eine Reduzierung der CO₂-Emissionen bei gleichzeitiger Erhöhung der Strommenge soll durch Reduktion der fossilen Energieträger gelingen. Laut der Studie werden heute rund 85 Prozent der Treibhausgasemissionen durch die Nutzung fossiler Energieträger zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen verursacht. Langfristig gibt es vor allem zwei Hebel, um eine Reduktion zu erreichen: Den Einsatz von Energieerzeugungsmethoden, die keine oder deutlich weniger CO₂-Emissionen als die fossilen verursachen sowie die Reduzierung des Energieverbrauches. Zentrale Maßnahmen hierbei sind Energieeinsparung, Steigerung von Umwandlungseffizienzen sowie verstärkte Nutzung der Sektorkopplung.

⁷ Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2018. Quellen: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/2_abb_entw-stromverbrauch_2020-02-25.png und <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/stromerzeugung-erneuerbar-konventionell#stromerzeugung-nach-energetragern->. Letzgenannte Zahlen beziehen sich auf die Bruttostromerzeugung in Deutschland.

⁸ Eine genauere Aufschlüsselung, wie groß nun der Anteil der Windenergie und wie groß der Anteil der Photovoltaik sein sollte, erfolgt hierbei jedoch nicht explizit.

⁹ Laut der Studie sind heute 48 Gigawatt an Wind Onshore installiert. Eine Fünf- bis Siebenfache Menge würde einen Bereich von 240 – 336 MW installierter Leistung für Wind Onshore bis 2050 in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Anlagen (Photovoltaik, Wind Onshore und Wind Offshore) bedeuten.

¹⁰ Agora Energiewende (2015): Wie hoch ist der Stromverbrauch in der Energiewende? Energiepolitische Zielszenarien 2050 – Rückwirkungen auf den Ausbaubedarf von Windenergie und Photovoltaik.

¹¹ Die Bundesregierung geht in einer aktuellen Stellungnahme von einem Bruttostromverbrauch von rund 580 TWh aus, bestimmt u. a. durch eine zunehmende Stromnachfrage der Bereiche Wärme und Verkehr auf der einen Seite (Sektorenkopplung) und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf der anderen Seite. Quelle: Deutscher Bundestag, Drucksache 19/17632: Antwort der Bundesregierung auf eine kleine Anfrage vom 24.02.2020; <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/173/1917362.pdf>.

¹² Zahl auf Grund der benötigten Anzahl an Windenergieanlagen abgeleitet.

¹³ Umweltbundesamt (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Abschlussbericht.

¹⁴ Trotz Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung ist jedoch nicht in jedem Fall gewährleistet, dass hierauf auch wirklich die Errichtung einer Windenergieanlage möglich ist. Zum Beispiel können detaillierte naturschutzfachliche Untersuchungen oder Höhenbeschränkungen die Flächen und damit auch die Anzahl möglicher zu errichtender Windenergieanlagen verringern.

¹⁵ Zum Vergleich: Eine Studie von Agora Energiewende (2018) beschreibt einen Ausbaupfad von 78 GW installierte Leistung Windenergie an Land für das Jahr 2025 und 86 GW im Jahr 2030 zur Erreichung des 65 Prozent erneuerbare Energien-Ziels. Abweichungen zwischen dieser und der UBA-Studie ergeben sich durch unterschiedliche Annahmen zur Entwicklung des Bruttostromverbrauchs durch Sektorenkopplung und Effizienzmaßnahmen.

¹⁶ Umweltbundesamt (2013): Potenzial der Windenergie an Land. Studie zur Ermittlung der bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land.

¹⁷ Das technisch-ökologische Potenzial wird dabei als der Teil des technischen Potenzials verstanden, der unter Berücksichtigung ökologischer Restriktionen (Flächen, die dazu dienen, erhebliche Beeinträchtigungen

von Tieren und Pflanzen sowie ihrer Lebensräume sowie schadhafte Einflüsse auf den Menschen (z. B. durch Lärm) zu vermeiden) nutzbar ist. Konkret wurden verschiedene Schutzgebietstypen bei der Berechnung für Flächen für die Windenergie ausgeschlossen sowie teilweise ein Schutzabstand einberechnet. Hierzu gehören z.B. Nationalparke, Naturschutz-, Vogelschutz- Flora-Fauna-Habitat-Gebiete usw.

¹⁸ Das Umweltbundesamt (2013: 4) stellt in Bezug auf den Rahmen der Studie fest, dass bei der „Potenzialermittlung [...] keine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt, sondern nur technische und ökologische Restriktionen berücksichtigt [wurden]. Allerdings konnten Belange, die Einzelfallbetrachtungen bedürfen (vor allem der besondere Artenschutz, aber auch z. B. Radaranlagen) im Rahmen der Studie nicht sinnvoll abgebildet werden. Das technisch-ökologische Potenzial, bei dem u. a. auch der besondere Artenschutz zu berücksichtigen ist, fällt somit erheblich kleiner aus.“ Das davon dann realisierbare Potenzial für die Nutzung der Windenergie fällt dann durch weitere Einflussfaktoren wie zum Beispiel wirtschaftliche Bedingungen im konkreten Einzelfall sowie durch Einwände und Vorbehalte der Flächeneigentümer/Anwohner vor Ort aufgrund fehlender Akzeptanz nochmals deutlich geringer aus.