

Kurzanalyse

Wie viele Windräder braucht Deutschland für eine Vollversorgung mit 100% Erneuerbaren Energien?

Berlin, Februar 2022

Hans-Josef Fell
Dr. Thure Traber

Wie viele Windräder braucht Deutschland für eine Vollversorgung mit 100% Erneuerbaren Energien?

Obwohl die Gegner*innen der Erneuerbaren Energien stark in der Minderheit sind, wird die öffentliche Debatte sehr von ihren Argumenten dominiert. So befürworten 83% der Bundesbürger*innen den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien. 51% der Befragten halten Windkraft sogar in der Nachbarschaft für „sehr gut“ oder „eher gut“. Die öffentliche Akzeptanz für Erneuerbare Energien ist somit deutlich größer, als das öffentliche Bild es suggeriert: danach sei ein großer Teil der Bevölkerung gegen Windkraft in der eigenen Umgebung. Eines der Hauptargumente der Windkraftgegner*innen ist die Angst vor der angeblichen Verschandelung der Landschaft, die mit einem Ausbau der Windkraft mit sehr vielen neuen Windrädern erheblich zunehmen werde. Weit verbreitet ist der Glaube, eine Vollversorgung mit 100 % Erneuerbaren Energien würde eine mit Windkraftanlagen vollgestellte Landschaft mit sich bringen.

Um diesen diffusen Ängsten zu begegnen, hat die Energy Watch Group überschlägig abgeschätzt, wie viele Windkraftanlagen an Land notwendig wären, wenn die komplette Energieversorgung Deutschlands für Strom, Wärme, Verkehr und Industrie ganzjährig zu jeder Jahresstunde nur aus Erneuerbaren Energien bis 2030 bereitgestellt wird.

Aus dem von der Energy Watch Group bereits im letzten Jahr vorgestellten Deutschland Szenario ergibt sich eine zu installierende Windkraftleistung von etwa 110 GW bis 2030 zur Erzeugung von 300 TWh Strom (Traber, Hegner, and Fell 2021). Die in der Studie nicht erfassten, aber absehbar in 2030 noch zusätzlich für die 100% Vollversorgung verfügbaren Quellen sind insbesondere Biokraftstoffe für den Verkehrssektor und oberflächennahe Erdwärme. Dieser Beitrag wird gegenüber dem Szenario eine Einsparung von gut 100 TWh Strom aus Wind und Photovoltaik ersetzen können. Damit sinkt der tatsächliche Windstrombedarf in 2030 auf etwa 250 TWh. Dies erfordert Anlagen mit einer Kapazität von rund 92 GW im Jahr 2030 bestehend aus 28 GW heute vorhandener Anlagen sowie 64 GW Neuanlagen, die einerseits auf bereits genutzten Windenergieflächen (28 GW) und andererseits auf neuen Windenergieflächen (36 GW) zu errichten sind (Tabelle 1).

Heute drehen sich in Deutschland etwa 30.000 Windkraftanlagen an Land (Statista). Die Offshore Windkraftanlagen sind hier nicht eingerechnet.

Die Schlussfolgerung, damit würden 2030 mehr Windkraftanlagen in Deutschland stehen als zum heutigen Zeitpunkt, ist nicht korrekt. Im Gegenteil, die Anzahl der Windkraftanlagen kann sogar von heute rund 30.000 auf etwa 23.900 Anlagen sinken (Tabelle 1). Viele der heutigen Windkraftanlagen an Land sind schon vor Jahren gebaut worden, als es die modernen hochleistungsfähigen neuen Windkraftanlagen noch nicht gab. Viele der ältesten Windmühlen leisten weniger als 1 MW. Im Durchschnitt hat der in Deutschland im Jahre 2021 installierte Windpark eine mittlere Leistung von 1,8 MW pro Anlage. Heute haben aber Anlagen mit einer Leistung um 5 MW die günstigsten Stromkosten. Dies bedeutet, dass man für die gleiche installierte Windkraftleistung wesentlich weniger Windkraftanlagen benötigt als in früheren Jahren.

Bis 2030 wird ein erheblicher Teil der heute aufgebauten Windräder "repower" werden. Dies bedeutet, dass man wesentlich weniger Windkraftanlagen benötigen wird, um die gleiche heutige Leistung zu erreichen. Geht man davon aus, dass bis 2030 nur die älteren Windkraftanlagen ersetzt werden – diejenigen, bei denen es sich auch wirtschaftlich rentiert – dann werden etwa 15.000 statt der heutigen 30.000 Anlagen die heutige Leistung erbringen. Für den notwendigen Bedarf an neu gebauten und modernisierten Anlagen von 64 GW ergeben sich bei einer durchschnittlichen Leistung von fünf MW pro Anlage 11.140 neue und erneuerte Windkraftanlagen (Tabelle 1). In Summe müssten also bei einer vollen Versorgung von ganz Deutschland in allen Energiesektoren (Strom, Wärme, Verkehr, Industrie) mit 100% Erneuerbaren Energien bis 2030 etwa 23.903 Windkraftanlagen installiert sein – wesentlich weniger als die heute installierten 30.000. Die Sorge um eine Überlastung der Landschaft in Deutschland ist also unbegründet.

Auch der Flächenbedarf für die Windkraft hält sich in einem vertretbaren Rahmen. Zwar braucht jedes Windrad der 5-MW-Klasse in einem Windpark deutlich mehr Raum, als die früher üblichen kleineren Windkraftanlagen, damit sich die Windkraftanlagen nicht gegenseitig zu viel Wind wegnehmen. Jedoch ist auch der Ertrag dieser modernen Anlagen weitaus höher, sodass jedes MW einer größeren Anlage mit einer kleineren Rotorfläche auskommt. Im Ergebnis ändert sich der durchschnittliche Flächenbedarf nicht eindeutig in die eine oder andere Richtung (Bogdanov and Breyer 2016; McKenna et al. 2022).

Gegenwärtig sind auf jedem für Windenergie genutzten Quadratkilometer in Deutschland durchschnittlich 17,3 MW Windenergieleistung errichtet. Anlagen der hier betrachteten 5 MW-Größenklasse leisten dagegen wegen erheblicher gegenseitiger Abschattung nur 11,3 MW je Quadratkilometer (Jacobson and Archer 2012).

Benötigte Anlagen 2030 [Anzahl]	23903
davon Altanlagen [Anzahl]	12763
davon Neue + erneuerte Anlagen [Anzahl]	11140
Benötigte Fläche [km²]	6984
Anteil an der Landesfläche Deutschlands	2,0%
Benötigte installierte Leistung 2030 [GW]	92
davon Altanlagen in 2030 [GW]	28
davon Neue + erneuerte Anlagen [GW]	64
Leistungsdichte 2030 [MW/km²]	13
Leistungsdichte Altanlagen [MW/km²]	17
Leistungsdichte Neuanlagen [MW/km²]	11
Benötigter Windertrag 2030 [TWh]	250

Tabelle 1: Benötigte Anlagen, benötigte Flächen und benötigte Leistung von Windenergie an Land in 2030 für eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien.

Legt man diesen Flächenbedarf zu Grunde, so würden 2,0% der Landesfläche in Deutschland ausreichen, um die erwähnten 23.903 Windkraftanlagen zu ermöglichen. Dieses 2%-Ziel der Bundesregierung reicht also nicht nur für das Regierungsziel von 80% Ökostrom bis 2030 aus, sondern sogar für eine 100 prozentige Vollversorgung der gesamten Energieversorgung in Deutschland.

Referenzen

Akzeptanzumfrage 2021: Klimapolitik – Bürger*innen wollen mehr Erneuerbare Energien. (2021). Agentur für Erneuerbare Energien. <https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/akzeptanz-erneuerbarer/akzeptanz-umfrage/akzeptanzumfrage-2021-klimapolitik-%e2%80%93-buergerinnen-wollen-mehr-erneuerbare-energien>

Bogdanov, D. & Breyer, C. (2016). North-East Asian Super Grid for 100% renewable energy supply: Optimal mix of energy technologies for electricity, gas and heat supply options. *Energy Conversion and Management*, 112, 176–190. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.019>

Jacobson, M. Z. & Archer, C. L. (2012). Saturation wind power potential and its implications for wind energy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(39), 15679–15684. <https://doi.org/10.1073/pnas.1208993109>

McKenna, R., Pfenninger, S., Heinrichs, H., et al. (2022). High-resolution large-scale onshore wind energy assessments: A review of potential definitions, methodologies and future research needs. *Renewable Energy*, 182, 659–684. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.027>

Statista. (2022, 19. Januar). Windenergie - Anzahl der Anlagen in Deutschland bis 2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/20116/umfrage/anzahl-der-windkraftanlagen-in-deutschland-seit-1993/>

Traber, T., Hegner, F. S. & Fell, H. J. (2021). An Economically Viable 100% Renewable Energy System for All Energy Sectors of Germany in 2030. *Energies*, 14(17), 5230. <https://doi.org/10.3390/en14175230>

Traber, T., Fell, H.-J. & Hegner, F. S. (2021). 100% Erneuerbare Energien für Deutschland bis 2030. Energy Watch Group. https://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG_Studie_2021_100EE-fuer-Deutschland-bis-2030.pdf

Energy Watch Group

Die Energy Watch Group ist ein unabhängiger, gemeinnütziger Think-and-Do-Tank in Berlin. Mit unserem globalen Netzwerk aus Wissenschaftler*innen und Parlamentarier*innen setzen uns dafür ein, politisches Handeln für Erneuerbare Energien und Klimaschutz weltweit zu beschleunigen – durch wissenschaftliche Analysen, Politikberatung und Dialog.

www.energywatchgroup.org
office@energywatchgroup.org
Albrechtstraße 22 | 10117 Berlin