

KNE-Wortmeldung

Zum Flächenbedarf der Windenergie

Was bedeutet „zwei Prozent der Landesfläche für die Windenergie“? Wie viele Anlagen sind darauf realisierbar? Welchen tatsächlichen Raumbedarf haben die Anlagen, und wie verteilen sie sich? Wie viel Fläche wird tatsächlich versiegelt und wie viel kann unverändert weiter genutzt werden?

Berlin, 10. Februar 2022

Die neue Bundesregierung hat sich vorgenommen, zwei Prozent der Fläche Deutschlands für die Windenergienutzung planerisch zu „reservieren“ und dies gesetzlich zu verankern, ausgewiesen sind bisher 0,8 Prozent. Mit den avisierten zwei Prozent soll erreicht werden, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von jetzt 40 auf 80 Prozent im Jahr 2030 zu verdoppeln. So steht es auch im Koalitionsvertrag und in der [Eröffnungsbilanz Klimaschutz](#) von Wirtschaftsminister Robert Habeck. Dazu müssen Windenergieanlagen mit einer Leistung von insgesamt mehr als 100 Gigawatt in Betrieb sein, folglich in den kommenden neun Jahren also Anlagen mit rund 70 Gigawatt Gesamtleistung an Land neu errichtet werden.

Mitunter bestehen Unklarheiten darüber, welche Faktoren die Platzierung von Windenergieanlagen auf der Fläche und die Ausnutzung dieser beeinflussen, welchen Raumbedarf die einzelne Anlage hat, und ob zwei Prozent der Fläche Deutschlands für die geplanten Ausbauziele der Windenergie ausreichen werden. Dies veranlasst uns zu einer Prüfung auf Grundlage aktueller Zahlen.

**Was bedeutet „zwei Prozent der Landesfläche für die Windenergie“?
Wie viele Anlagen mit welcher Leistung sind dort realisierbar?**

Zwei Prozent der Landesfläche Deutschlands entsprechen einem Flächenumfang von rund 715.000 Hektar. Im Vergleich mit den deutschen Siedlungs- und Verkehrsflächen, die nach der offiziellen amtlichen [Flächenstatistik für das Jahr 2020](#) 14 Prozent bzw. über fünf Millionen Hektar ausmachen, ist dies deutlich weniger. Die zwei Prozent umfassen zunächst auch nur die Flächenkulisse, in der die Windenergieanlagen (WEA) stehen sollen, nicht die durch die WEA tatsächlich in Anspruch genommene Fläche.

Wie viele WEA mit welcher Gesamtleistung auf gut 700.000 Hektar realisiert werden können, hängt grundsätzlich davon ab, wie „dicht“ die Anlagen gestellt werden können. Einerseits müssen sie einen gewissen Abstand zueinander einhalten, um Turbulenzen zu minimieren, welche eine erhöhte Materialbeanspruchung und einen höheren Verschleiß von „im Lee“ stehenden Anlagen mit sich bringen würden. Auch hersteller- und anlagentypspezifische Vorgaben zur Standsicherheit sind zu berücksichtigen. Andererseits sind die Abstände auch so zu wählen, dass Verschattungseffekte und gegenseitiger „Windklau“ minimiert werden, die zu geringeren Wirkungsgraden und damit zu Ertragseinbußen führen.

Wenngleich es Windparks mit sowohl geringeren als auch größeren Anlagenabständen gibt – in der Praxis gilt die Faustformel vom Fünffachen des Rotordurchmessers zwischen den Türmen in Hauptwindrichtung und dem Dreifachen des Rotordurchmessers in Nebenwindrichtung. Bezogen auf eine durchschnittliche 2021 in Betrieb genommene WEA mit 133 Metern Rotordurchmesser und vier Megawatt Leistung (gemäß [Statusbericht Windenergie 2021](#) der Deutschen Windguard) ließen sich – auf einer Fläche von gut 83 Hektar – bei einer idealisierten Modellanordnung von einer WEA im Zentrum und weiteren vier WEA im rechten Winkel mit den entsprechenden

Faustformelabständen zueinander (vgl. [FA Wind 2019](#) S. 4 f.) etwa 20 Megawatt Nennleistung realisieren – pro Anlage wäre dies ein Raumbedarf von rund 16,5 Hektar.¹

Bezogen auf die noch etwa 1,2 Prozent der Landesfläche, also rund 430.000 Hektar, die noch ausgewiesen werden sollen, ließen sich demnach darauf theoretisch zirka 100 Gigawatt Leistung installieren. Das wären 40 Prozent mehr als die 70 Gigawatt, die bis 2030 realisiert werden sollen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die reale Flächenkulisse für die Windenergie nicht aus einer einzigen zusammenhängenden Fläche besteht, sondern aus einer Vielzahl unterschiedlich großer Einzelflächen. Auch ist Landschaft nie idealtypisch, weshalb immer weitere einschränkende Faktoren hinzutreten, die einen Einfluss auf die Anlagenzahl und die real installierbare Leistung haben.

Was beeinflusst die reale Ausnutzung planerisch gesicherter Flächen für die Windenergie?

Je nach Region und vorherrschenden Windgeschwindigkeiten, nach Topografie und von Vegetationsstrukturen abhängiger „Rauigkeit“ der Landschaft kommen unterschiedliche Anlagentypen mit unterschiedlichen Generatorleistungen, Rotordurchmessern und Turmhöhen zum Einsatz. Die technologische Entwicklung geht dabei hin zu größeren Rotoren und höheren Leistungen. Neben dem Rotordurchmesser und den daraus resultierenden Abständen der Anlagen zueinander (s. o.) hat die jeweilige Flächengröße, der genaue Flächenzuschnitt sowie die Lage der Flächen im Raum – und damit zur Hauptwindrichtung – einen Einfluss auf Anzahl und Leistung der in den Flächen zu errichtenden Anlagen. Forscher und Forscherinnen, die im Auftrag des Umweltbundesamtes für die Windenergie die noch freien Zubaupotenziale auf bereits ausgewiesenen Flächen ermittelten, kamen zu dem Ergebnis, dass ein höherer Flächenbedarf pro Megawatt installierbarer Leistung auf überdurchschnittlich große Flächen zurückzuführen ist ([Bons et al. 2019, S. 64](#)). Dies würde im Umkehrschluss bedeuten, dass auf kleineren Flächenzuschnitten letztlich mehr Leistung pro Fläche installiert werden könnte.

Der konkrete Vorhabenstandort muss auch mit Wege- und Leitungsinfrastruktur erschlossen werden. Der damit verbundene „Flächenzugriff“ muss über Verträge mit Flächeneigentümern gewährleistet sein. Auch Abstandsregelungen zur Wohnbebauung (Stichwort: „10-H-Regelung“), Bauhöhenbeschränkungen oder Anforderungen des Immissions- oder Denkmalschutzes können dazu führen, dass ausgewiesene Flächen nur teilweise nutzbar sind. Auf bestimmten Flächen kann die Errichtung von WEA auch aufgrund von Artenschutzkonflikten nicht realisiert werden.

Wie die Flächen konkret ausgenutzt werden können, ist also stark einzelfallabhängig und wird durch eine Vielzahl von Variablen beeinflusst, die zum Teil erst auf der Zulassungsebene relevant werden. Das reale Ausbaupotenzial ist somit geringer als oben berechnet. Das deckt sich auch mit Ergebnissen der Forschung (vgl. [Bons et al. 2019](#)) und der aktuellen Situation, dass laut Eröffnungsbilanz, statt der für die Windenergie ausgewiesenen 0,8 Prozent der Landesfläche, tatsächlich nur 0,5 Prozent, also zwei Drittel davon, genutzt werden können.

Die Ausnutzbarkeit planerisch gesicherter Flächen durch die Windenergie kann sowohl auf Planungs- als auch Zulassungsebene erhöht werden. Beispielsweise durch reduzierte bundeseinheitliche Mindestabstände zur Wohnbebauung und durch reduzierte Abstände zu Einrichtungen der militärischen und zivilen Flugsicherheit. Weitere Potenziale könnten erschlossen werden, wenn die Rotoren stets über die Grenzen der ausgewiesenen Flächen hinausragen dürften und lediglich die Fundamente bzw. Türme innerhalb der Flächen liegen müssten. Auch beim Artenschutz sind Regelungen möglich, die sich positiv auf die Ausnutzbarkeit von planerisch gesicherten Flächen auswirken könnten (vgl. [KNE 2021](#)).

Wie viel Fläche wird tatsächlich durch Windenergieanlagen versiegelt?

Die Windenergienutzung auf einer Fläche ist keinesfalls mit einem vollständigen Flächenverbrauch oder gar Flächenverlust gleichzusetzen. Anders als bei der Ausweisung neuer Siedlungs- und Verkehrsflächen, die nach der Realisierung der Projekte größtenteils versiegelt sind oder bei Tagebauen, die ebenfalls eine langfristige, komplette Flächeninanspruchnahme mit sich bringen, ist die Inanspruchnahme durch Windenergieanlagen anderer Natur.

Sichtbar versiegelt ist bei derzeit üblichen Anlagentypen eine Sockelfläche von zirka 100 Quadratmetern als Teil des Fundamentes, auf dem der Turm steht bzw. montiert wird. Der gesamte Fundamentbereich mit dauerhafter Beeinträchtigung der Bodenfunktionen umfasst je nach Anlagentyp und Hersteller 350 bis 600 Quadratmeter. Der Bereich des Fundamentes, der über den Sockel hinausgeht, ist in der Betriebsphase größtenteils wieder mit Oberboden bzw. Schotter überdeckt. Dauerhaft teilversiegelt bleibt die ebenfalls zumeist geschotterte Kranstellfläche für die Errichtung der Anlage und für etwaige Reparaturen. Auf diese entfallen durchschnittlich zirka 0,15 Hektar pro Anlage und auf die Zuwegung durchschnittlich weitere 0,25 Hektar.² Wo immer möglich, wird auf bestehende Straßen und Wege zurückgegriffen, die dann nur etwas verbreitert werden müssen.

Pro WEA kann demnach von insgesamt weniger als einem halben Hektar an voll- und teilversiegelter Fläche ausgegangen werden. Bezogen auf den oben berechneten Raumbedarf von 16,5 Hektar pro Anlage macht die dauerhafte Flächeninanspruchnahme nur drei Prozent aus. Die übrigen 97 Prozent, einschließlich der nur in der Bauphase benötigten Montage- und Lagerflächen (weitere zirka 0,4 Hektar pro WEA), sind in der Betriebsphase unversiegelt.

Legt man die bis 2030 zu realisierende zusätzliche Windenergieleistung von 70 Gigawatt zugrunde und die aktuelle durchschnittliche Anlagenleistung, so ergeben sich 17.500 neue WEA mit einer (teil-)versiegelten Fläche von rund 8.000 Hektar.³ Bezogen auf die zur Erreichung des Zwei-Prozent-Ziels fehlenden 1,2 Prozent der deutschen Landesfläche (knapp 430.000 Hektar) wären dies sogar nur zwei Prozent an (teil-)versiegelter Fläche – demnach stünden 98 Prozent der für die Errichtung von WEA nötigen Flächenkulisse weiterhin ohne Einschränkungen für die größtenteils land- und forstwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung.

Fazit

Von den zwei Prozent der Landesfläche, die der Windenergie zur Verfügung stehen sollen, werden wiederum nur zwei Prozent real mit Anlagen überstellt. Das ist im Hinblick auf andere Nutzungen vergleichsweise wenig, und angesichts des großen Nutzens für den Klimaschutz gut vertretbar. Nur ein sehr geringer Teil der bereitgestellten Flächen wird tatsächlich versiegelt.

¹ Die Flächenform entspricht bei dieser Flächenberechnung einer Ellipse, wobei die Türme der außenstehenden Anlagen innerhalb der Fläche liegen, die Rotorblätter außen jedoch über die Fläche hinausragen.

² Die Fachagentur Windenergie an Land ermittelte derartige Größenordnungen für WEA-Vorhaben auf Forststandorten und kam auf eine Fläche von durchschnittlich 0,46 Hektar an dauerhaft in Anspruch genommener (Wald-)Fläche (FA Wind 2021, S. 15 f.). Aktuelle Vorhabeninformationen von Projektierern zufolge sind die Größen für Fundament- und Kranstellflächen auf Offenlandstandorten analog, selbst bei mittlerweile größeren Anlagen. Die Flächeninanspruchnahme für die Zuwegung hängt auch hier vom Vorhandensein bestehender Straßen und Wege ab, von der Landschaftsstruktur, der Schlaggröße und der Flächenverfügbarkeit – es gibt aber bislang aber keine statistisch ermittelten Durchschnittswerte. Es ist zu vermuten, dass die Werte nicht wesentlich von den Vorhaben auf Forststandorten abweichen.

³ Jährlich wären dies rund 890 Hektar. Zum Vergleich: Aktuell werden nach Angaben des [Umweltbundesamtes](#) jährlich (Stand 2020) noch über 500 Hektar an Flächen allein durch den Braunkohletagebau abgebaggert und damit für immer zerstört.