



**POSITION // MÄRZ 2019**

# **Auswirkungen von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen und Siedlungen**

**Auswertung im Rahmen der UBA-Studie  
„Flächenanalyse Windenergie an Land“**



**POSITION // MÄRZ 2019**

## **Auswirkungen von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen und Siedlungen**

Auswertung im Rahmen der UBA-Studie  
„Flächenanalyse Windenergie an Land“

## Inhalt

1	Hintergrund und Ziel .....	5
2	Kernbotschaften .....	6
3	Aktueller Stand .....	7
3.1	Immissionsschutzrechtliche Anforderungen .....	7
3.2	Planungsrechtliche Steuerung .....	7
3.3	Sonderfall Bayern .....	9
4	Auswirkungen pauschaler Mindestabstände auf die Flächenkulisse .....	11
4.1	Datengrundlage .....	11
4.1.1	Daten der Regional- und kommunalen Bauleitplanung .....	11
4.1.2	Daten zu Siedlungsflächen .....	11
4.2	Methodik .....	12
4.3	Ergebnisse .....	13
4.3.1	Flächenkulisse .....	13
4.3.2	Leistungspotenzial .....	15
4.3.3	Repoweringpotential .....	18
5	Zusammenfassung und Ausblick .....	21

## 1 Hintergrund und Ziel

Dem Klimawandel wirkungsvoll entgegenzutreten, die globale Erderwärmung auf möglichst 1,5°C begrenzen und die Energieversorgung bezahlbar, umweltverträglich und sicher gestalten – diese großen Herausforderungen unserer Zeit sind die Motive für die deutsche Energiewende, die Transformation der konventionellen, auf fossilen und nuklearen Energieträgern basierenden Energiewirtschaft hin zu einem auf regenerativen Ressourcen basierendem System sowie deutlich verbesserter Energieeffizienz. Die Energiewende wird getragen von einem Mix erneuerbarer Energieträger, unter denen sich die Windenergie an Land in den vergangenen 20 Jahren zur wichtigsten Energiequelle entwickelt hat. Im Jahr 2018 erzeugten Windenergieanlagen an Land 41 Prozent des durch regenerative Energieträger erzeugten Stroms. Mit einer Stromerzeugung von 92,2 TWh ist die Windenergie an Land nach der Braunkohle die wichtigste Energiequelle im Stromsektor und liegt somit noch vor den konventionellen Energiequellen Kernenergie, Steinkohle und Gas. Aufgrund des im Koalitionsvertrag beschlossenen 65-Prozent-Ziels (65 Prozent Anteil erneuerbare Energien im Stromsektor bis 2030) nehmen die Bedeutung der Windenergie und gleichermaßen der Bedarf an geeigneten Flächen für die Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) weiter zu.

Aktuell wird jedoch auf unterschiedlichen politischen Ebenen die Einführung pauschaler, über die heutigen Anforderungen hinausgehender, Mindestabstände zwischen WEA und Siedlungsbereichen diskutiert. Begründet werden entsprechende Forderungen oft mit einer akzeptanzfördernden Wirkung, welche durch höhere Siedlungsabstände erreicht werde. Eine vergleichende Analyse umweltpsychologischer Studien hat jedoch gezeigt, dass sich kein bedeutsamer Zusammenhang zwischen Akzeptanz und Abstand nachweisen lässt (Hübner und Pohl 2015)<sup>1</sup>. Pauschale Siedlungsabstände sind daher eher ungeeignet zur Förderung der Akzeptanz. Vielmehr könnte eine pauschale Festlegung von Mindestabständen dazu führen, die bereits heute sehr knappen Flächenressourcen – im Sinne von für die Windenergie planerisch festgelegten Flächen – zusätzlich zu reduzieren und so den für die Erreichung der Ausbauziele erforderlichen Windenergieausbau zu verhindern.

Das vorliegende Papier zeigt – unter Bezugnahme auf Ergebnisse eines derzeit laufenden Forschungsvorhabens – die Auswirkungen pauschaler Siedlungsabstände auf die Flächenkulisse<sup>2</sup> für die Windenergienutzung auf. Gegenstand der Untersuchung sind tatsächlich vorhandene, planungsrechtlich festgesetzte Flächen für die Windenergienutzung, wodurch die Ergebnisse einen hohen Praxisbezug aufweisen. Zunächst werden die bereits heute vorhandenen Regelungen betrachtet, aus welchen sich bereits Mindestabstände zwischen WEA und Wohnbereichen ableiten. Daran schließen sich Ausführungen zu Datengrundlage und Methodik der vorgenommenen Berechnungen sowie die Darstellung der Ergebnisse an. Der letzte Abschnitt fasst die Ergebnisse und die sich daraus ableitenden Schlussfolgerungen zusammen.

---

<sup>1</sup> Hübner, G.; Pohl, J. (2015): Mehr Abstand – mehr Akzeptanz? Ein umweltpsychologischer Studienvergleich. Download unter: [https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Akzeptanz/FA-Wind\\_Abstand-Akzeptanz\\_Broschuere\\_2015.pdf](https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Akzeptanz/FA-Wind_Abstand-Akzeptanz_Broschuere_2015.pdf), Stand: 08.03.2019

<sup>2</sup> Der Begriff *Flächenkulisse* bezeichnet im vorliegenden Papier Flächen, welche auf Ebene der Regionalplanung oder Bauleitplanung für die Errichtung von Windenergieanlagen festgesetzt werden. Explizit nicht gemeint ist ein Flächenpotenzial, wie es beispielsweise in der UBA-Studie „Potenzial der Windenergie an Land“ (2013) ermittelt wurde.

## 2 Kernbotschaften

### Kernbotschaften

1. Flächen für die Errichtung von Windenergieanlagen an Land sind eine knappe Ressource<sup>3</sup>. Der Festlegung dieser Flächen geht ein umfangreicher planerischer Abwägungsprozess voraus, welcher die unterschiedlichen konkurrierenden Raumnutzungen berücksichtigt.
2. Pauschale und über die Anforderungen des Immissionsschutzes sowie aktueller planerischer Vorsorgeabstände hinausgehende Mindestabstände verringern erheblich den Spielraum für eine adäquate, die standortspezifischen Gegebenheiten berücksichtigende, Standortsteuerung.
3. Bereits ein Mindestabstand von 1.000 Metern reduziert die aktuelle Flächenkulisse um 20 bis 50 Prozent. Ein Zubau an Windenergiekapazität gegenüber dem Status quo wäre auf der verbleibenden Fläche faktisch nicht möglich. Um einen weiteren Ausbau der Windenergie zu gewährleisten, müssten stattdessen Flächen zur Verfügung gestellt werden, welche bisher aus anderen Gründen ausgeschlossen wurden. Die Nutzungskonkurrenzen und damit der Druck auf diese Flächen würden steigen.
4. Aktuell befindet sich etwa die Hälfte der Bestandsanlagen innerhalb ausgewiesener Flächen für die Windenergie und wäre somit aus planungsrechtlicher Sicht repoweringfähig. Bei einem pauschalen Abstand von 1.000 Metern würde sich der Anteil auf unter 35 Prozent verringern. Die Möglichkeit eines Repowering an bereits etablierten Standorten wäre damit erheblich eingeschränkt.
5. Windenergieanlagen sind eine Schlüsseltechnik für die Energiewende. Der weitere Ausbau der Windenergienutzung ist zur Erreichung der Klimaschutzziele unerlässlich. Pauschale Siedlungsabstände gefährden den Ausbau massiv und sind daher aus Sicht des Umweltbundesamts abzulehnen.

---

<sup>3</sup> Eine detaillierte Analyse zur bundesweiten Flächenverfügbarkeit wurde in der UBA-Studie „Flächenanalyse Windenergie an Land“ vorgenommen. Die Veröffentlichung des Abschlussberichtes ist für das 2. Quartal 2019 geplant.

### 3 Aktueller Stand

Bereits heute existieren Mindestanforderungen an die Abstände zwischen WEA und Wohnbebauung. Diese ergeben sich maßgeblich aus immissionsschutzrechtlichen und planungsrechtlichen Anforderungen, welche im Folgenden kursorisch betrachtet werden.

#### 3.1 Immissionsschutzrechtliche Anforderungen

Windenergieanlagen sind Anlagen im Sinne von § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). Damit unterliegen sie den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen. Sind Windenergieanlagen höher als 50 m, fallen sie unter Nr. 1.6 des Anhangs zur 4. BImSchV und bedürfen einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung gemäß § 4 BImSchG. Im Rahmen der Genehmigung wird auch geprüft, ob durch den Betrieb der WEA schädliche Umweltauswirkungen in Form von erheblichen Belästigungen durch Geräuschimmissionen zu befürchten sind. Dies erfolgt auf Grundlage der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm). Die TA Lärm legt u.a. Richtwerte für die Schallpegel an Immissionsorten in Abhängigkeit der Art der baulichen Nutzung sowie der Tageszeit fest. Diese Werte werden als Beurteilungspegel für den Tag und für die Nacht angegeben. Die Einhaltung der Immissionsrichtwerte wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für den jeweiligen Einzelfall geprüft. Sind die gewählten Abstände so gering, dass die Immissionsrichtwerte nicht eingehalten werden, erhält die WEA keine Genehmigung oder sie muss in einem lärmreduzierten Betriebsmodus betrieben und ggf. zu den Nachtzeiten abgeschaltet werden.

Des Weiteren wird im Genehmigungsverfahren für den jeweiligen Einzelfall geprüft, ob von der WEA eine optisch bedrängende Wirkung auf Anwohner\*innen ausgeht. Gemäß aktueller Rechtsprechung ist dies in der Regel nicht der Fall, wenn der Abstand zwischen WEA und Wohnbebauung mindestens dem Dreifachen der Gesamthöhe der WEA entspricht. Für moderne Anlagen mit einer Gesamthöhe von 200 m, bedeutet dies, dass in der Regel bei der Einhaltung eines Mindestabstandes von 600 m nicht von einer bedrängenden Wirkung auszugehen ist.

Neben Mindestabständen aufgrund immissionsschutzrechtlicher Anforderungen werden im Genehmigungsverfahren nach BImSchG unter anderem auch planungsrechtliche Belange geprüft, welche ebenfalls Siedlungsabstände beinhalten. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die Bandbreite dieser planerischen Abstandsvorgaben.

#### 3.2 Planungsrechtliche Steuerung

Die Errichtung von Windenergieanlagen ist im Außenbereich gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB privilegiert, d.h. sofern öffentliche Belange der Errichtung nicht entgegenstehen und die Erschließung gesichert ist, sind die Anlagen bauplanungsrechtlich zulässig. Öffentliche Belange stehen einem Vorhaben an einem konkreten Standort in der Regel dann entgegen, wenn an anderer Stelle bereits Flächen mit Ausschlusswirkung für das übrige Plangebiet ausgewiesen sind. Eine solche Ausweisung kann auf Ebene von Regional- oder kommunalen Flächennutzungsplänen erfolgen. Die planerisch ungesteuerte Errichtung von WEA im Rahmen der Privilegierung kann somit ausgeschlossen werden. Vor diesem Hintergrund erfolgt mittlerweile bundesweit nahezu flächendeckend eine planungsrechtliche Steuerung des Ausbaus der Windenergie durch Ausweisung entsprechender Flächen vor allem in überörtlichen Regional-, teilweise alternativ oder ergänzend auch in Flächennutzungs- oder Bebauungsplänen für das Gemeindegebiet. Der Planungshorizont dieser Festlegungen zur Steuerung des Windenergieausbaus beträgt in der Regel zehn Jahre und mehr.

Bei der Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung auf Ebene der Regional- oder Bauleitplanung werden seitens der Planungsträger planerisch begründete Mindestabstände zur Wohnbebauung festgelegt. Bei der Bemessung solcher Abstände wird i.d.R. differenziert zwischen Wohngebieten im Innenbereich auf der einen Seite und Einzelwohngebäuden sowie Splittersiedlungen im Außenbereich auf der anderen Seite. Üblicherweise betragen die Abstände zur Wohnbebauung im Innenbereich zwischen 800 und 1.000 m, im Außenbereich zu Einzelwohngebäuden und Splittersiedlungen zwischen 500 und 800 m.

Für das vorliegende Papier wurden insgesamt 82 Regionalpläne<sup>4</sup> dahingehend analysiert, ob Flächen für die Windenergienutzung darin ausgewiesen werden und wenn ja, welche Abstände zur Wohnbebauung zugrunde liegen. Für insgesamt 15 der untersuchten Pläne kann keine Auswertung erfolgen, da entweder keine Ausweisung von Flächen für die Windenergie vorgenommen wird oder, in wenigen Fällen, der Plan nicht über das Internet zugänglich ist. In 63 Plänen finden sich Angaben zu Mindestabständen zur Wohnbebauung, in 56 dieser Pläne wird bei der Abstandsbemessung zwischen Wohnbebauung im Innen- und Außenbereich unterschieden. Vier Pläne weisen Gebiete für die Windenergie aus, ohne die zugrunde gelegten Siedlungsabstände zu benennen. Das Spektrum der Abstandsvorgaben zur Wohnbebauung im Innenbereich reicht von 500 bis 1.250 m<sup>5</sup>. Zwischen Windenergieflächen und Wohnbebauung im Außenbereich werden Abstände von 300 bis 1.000 m genannt. Eine Auswertung der Häufigkeiten der genannten Abstände erfolgt in Abbildung 1. In den betrachteten Planungsregionen werden lediglich in zwei Plänen Abstände von mehr als 1.000 m genannt.

---

<sup>4</sup> Die Analyse der Regionalpläne erfolgte für alle Flächenstaaten mit Ausnahme von Bayern und Saarland. Für das Saarland sowie die drei Stadtstaaten erfolgt generell keine Regionalplanung. Bayern blieb unberücksichtigt, da hier bereits über die in der Landesbauordnung verankerte 10H-Regelung Siedlungsabstände definiert werden.

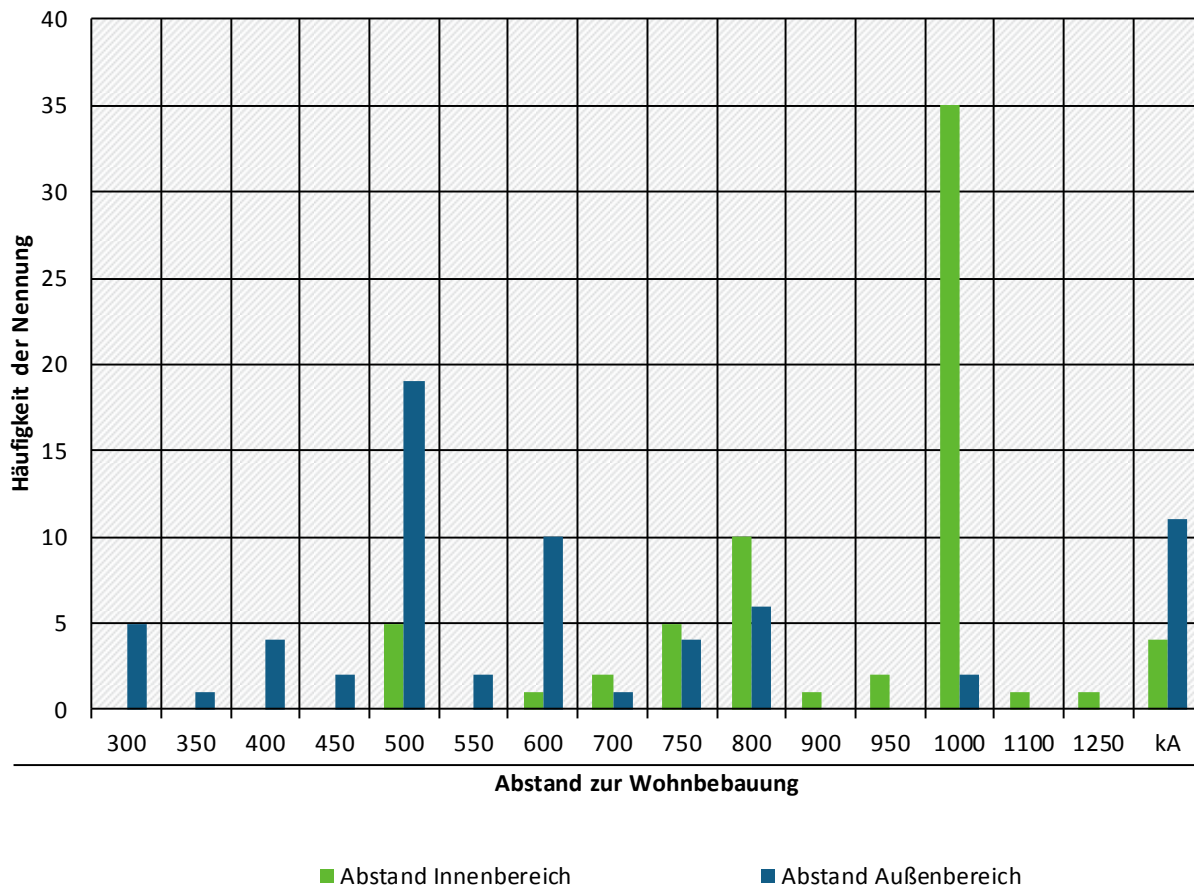
<sup>5</sup> Mitunter wird in den Regionalplänen nochmals differenziert nach reinen und allgemeinen Wohngebieten sowie zu Dorf- und Mischgebieten, wobei die größten Abstände zu reinen Wohngebieten einzuhalten sind. In diesen Fällen wurden die Abstände zu allgemeinen Wohngebieten als Mittelwert in der Auswertung berücksichtigt. In Fällen, in denen die Regionalpläne Spannweiten ohne eindeutige Zuordnung zu Gebietstypen enthalten (bspw.: 750-1.000 m) wurde der obere Grenzwert übernommen.



**Abbildung 1: Häufigkeiten der Siedlungsabstände in der Regionalplanung, differenziert nach Innen- und Außenbereich (Datengrundlage: 67 Regionalpläne mit ausgewiesenen Windflächen)**

**Siedlungsabstände in der Regionalplanung**

Vergleich der Häufigkeiten der unterschiedlichen Abstandsvorgaben zur Wohnbebauung im Innen- und Außenbereich



Quelle: eigene Darstellung

**3.3 Sonderfall Bayern**

Als einziges Bundesland machte der Freistaat Bayern von der im BauGB verankerten und bis Ende 2015 befristeten Möglichkeit Gebrauch, pauschale Abstände zwischen WEA und Wohngebäuden im Landesrecht zu verankern (Länderöffnungsklausel). Der Mindestabstand zwischen WEA und Wohngebäuden im Innenbereich<sup>6</sup> muss seither grundsätzlich das Zehnfache der Gesamthöhe der WEA betragen (10H-Regel). Ausnahmen von dieser Regelung sieht die Bayerische Landesbauordnung für Darstellungen in Flächennutzungsplänen vor.<sup>7</sup>

Da moderne Windenergieanlagen insbesondere im windschwächeren Binnenland Gesamthöhen von 200 m und mehr erreichen, resultiert aus der 10H-Regel faktisch ein Siedlungsabstand von 2.000 m.

<sup>6</sup> Der Begriff *Innenbereich* steht an dieser Stelle stellvertretend für Gebiete mit Bebauungsplänen (§ 30 BauGB) sowie im Zusammenhang bebauter Ortsteile (§ 34 BauGB) auf welche sich die 10H-Regel gemäß bayrischen Bauordnung bezieht. Ferner ist 10H auf Wohngebäude im Geltungsbereich von Satzungen nach § 35 Abs. 6 BauGB anzuwenden.

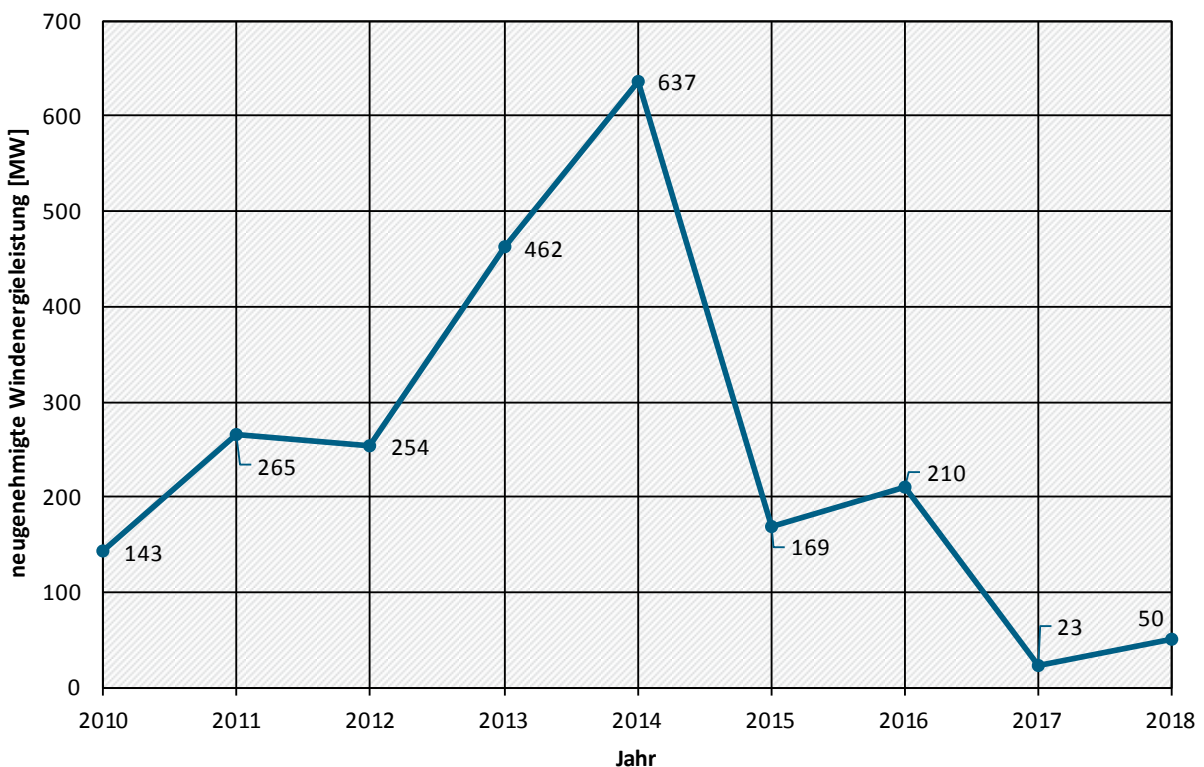
<sup>7</sup> Ausgenommen von der 10H-Regelungen sind gemäß Art. 82 Abs. 4 BayBO Darstellungen in Flächennutzungsplänen zum Stichtag 21. November 2014, sofern deren Fortgeltung nicht bis 21. Mai 2015 seitens der Gemeinde oder betroffenen Nachbargemeinden widersprochen wurde. Auch bei der Neuaufstellung von Bauleitplänen können einvernehmlich mit betroffenen Nachbargemeinden geringere Abstände festgesetzt werden.

Diese Festlegung wirkt sich folgenscher auf den Ausbau der Windenergie im flächengrößten Bundesland aus. Während die neu genehmigte Windenergieleistung im Zeitraum 2010 – 2014, getrieben durch die Entwicklung ertragsstarker Binnenlandanlagen, von 143 MW im Jahr 2010 auf 637 MW im Jahr 2014 zunahm, brach sie in den Folgejahren stark ein (Abbildung 2). Während im Jahr 2016 bundesweit Genehmigungen über insgesamt 9.400 MW ausgestellt wurden - ein Rekordwert, der maßgeblich auf Vorzieheffekte der EEG-Novelle 2017 zurückzuführen ist - wurden in Bayern lediglich 210 MW neu genehmigt. Für das Jahr 2018 sind nur noch Genehmigungen über insgesamt 50 MW in Bayern verzeichnet, dies entspricht lediglich 3 Prozent der im gleichen Zeitraum deutschlandweit ausgestellten Genehmigungen. Der Windenergieausbau in Bayern wird in den kommenden Jahren somit nahezu vollkommen zum Erliegen kommen.

**Abbildung 2: Entwicklung der Genehmigungen neuer Windenergieanlagen in Bayern im Zeitraum 2010-2018, Darstellung in MW**

**Genehmigungssituation in Bayern 2010-2018**

Entwicklung der neu genehmigten Windenergieleistung in Bayern im Zeitraum 2010-2018 in MW



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Zahlen des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie sowie der Bundesnetzagentur, recherchiert und bereitgestellt durch die Fachagentur Windenergie an Land

## 4 Auswirkungen pauschaler Mindestabstände auf die Flächenkulisse

Im Rahmen des UBA-Forschungsvorhabens *Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land* ergibt sich die Möglichkeit, die Auswirkungen pauschaler Mindestabstände zwischen Siedlungen und WEA auf die Flächenkulisse zu untersuchen. Im Lichte der Ausbauziele für Windenergieanlagen an Land gemäß Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) trägt das Forschungsvorhaben dazu bei, das Potenzial der aktuell sowie mittelfristig verfügbaren Flächenkulisse für die Errichtung weiterer WEA zu beurteilen.

### 4.1 Datengrundlage

#### 4.1.1 Daten der Regional- und kommunalen Bauleitplanung

Im Forschungsvorhaben wurde der Ansatz gewählt, durch eine deutschlandweite Abfrage der Träger der Regionalplanung die in den Regionalplänen<sup>8</sup> der jeweiligen Planungsregionen ausgewiesenen Windflächen<sup>9</sup> zu erfassen. In Fällen, in denen der Regionalplan aktuell fortgeschrieben oder neu aufgestellt wird, wurde die Flächenkulisse des aktuellen Planentwurfs abgefragt. Die zum Zeitpunkt der Erfassung ggf. noch rechtskräftig ausgewiesenen (aber künftig nicht mehr für die Errichtung von WEA zur Verfügung stehenden) Flächen wurden somit nicht berücksichtigt. Für die Länder Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und (teilweise) Nordrhein-Westfalen liegen zudem Daten auf Ebene der Bauleitplanung vor.

Insgesamt liegt damit ein weitgehend vollständiger digitaler Datensatz der auf Ebene der Regionalplanung aktuell bzw. künftig ausgewiesenen Flächen vor (Stand der Daten: 31.12.2017<sup>10</sup>). Für die Ebene der Bauleitplanung fehlen Daten insbesondere aus Niedersachsen, Bayern sowie teilweise aus Nordrhein-Westfalen. Die im Folgenden häufig genutzten Begriffe *Flächenkulisse* oder *ausgewiesene Flächen* beziehen sich auf diesen Datensatz.

#### 4.1.2 Daten zu Siedlungsflächen

Neben Daten der Windflächen sind für die Untersuchung digitale Daten zu Siedlungsflächen erforderlich. Eine Datengrundlage hierfür bietet das digitale Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie. Das Basis-DLM enthält Daten zu topografischen Objekten in der Landschaft, u.a. auch zu Siedlungsflächen. Für die Analyse wurden die Objekte der Objektartengruppen 41001 (Wohnbaufläche) und 41006 (Fläche gemischter Nutzung) der Basis-DLM-Ebene SIE02\_F genutzt.

Die gewählten Objektartengruppen werden im ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM<sup>11</sup> wie folgt definiert:

**'Wohnbaufläche'** ist eine baulich geprägte Fläche einschließlich der mit ihr im Zusammenhang stehenden Freiflächen (z.B. Vorgärten, Ziergärten, Zufahrten, Stellplätze und Hofraumflächen), die ausschließlich oder vorwiegend dem Wohnen dient.

---

<sup>8</sup> Im Saarland sowie in den Stadtstaaten erfolgt keine Regionalplanung. Hier wurden daher die auf Ebene der Bauleitplanung ausgewiesenen Flächen für die Windenergie erfasst.

<sup>9</sup> Unter dem Begriff „Windflächen“ werden in vorliegendem Papier Eignungs-, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Errichtung von Windenergieanlagen subsumiert.

<sup>10</sup> In Einzelfällen wurden aktuelle Daten aus dem Jahr 2018 erfasst, die betrifft insbesondere Schleswig-Holstein.

<sup>11</sup> Quelle: Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). Version 6.0

'**Fläche gemischter Nutzung**' ist eine bebaute Fläche einschließlich der mit ihr im Zusammenhang stehenden Freifläche (Hofraumfläche, Hausgarten), auf der keine Art der baulichen Nutzung vorherrscht. Solche Flächen sind insbesondere ländlich-dörflich geprägte Flächen mit land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, Wohngebäuden u.a. sowie städtisch geprägte Kerngebiete mit Handelsbetrieben und zentralen Einrichtungen für die Wirtschaft und die Verwaltung.

Die Objektartengruppe *Wohnbaufläche* enthält ausschließlich Daten zur Wohnbebauung, diese können allerdings nicht als vollständig betrachtet werden. Insbesondere kleinere Siedlungen und Einzelwohngebäude sind nicht vollständig enthalten. Insgesamt enthält diese Objektartengruppe überwiegend Flächendaten zur Wohnbebauung des Innenbereichs, bildet diesen jedoch bei weitem nicht vollständig ab.

Die Objektartengruppe *Fläche gemischter Nutzung* umfasst demgegenüber sowohl Wohngebäude im Innenbereich (ebenfalls unvollständig) als auch Einzelwohngebäude und Splittersiedlungen im Außenbereich.

Die genutzte Datengrundlage bildet daher näherungsweise die in der Regel von den Planungsträgern genutzte Trennung zwischen der Wohnbebauung in Innen- und Außenbereich ab.

## 4.2 Methodik

Die Analyse untersucht die Auswirkungen pauschaler Mindestabstände zwischen WEA und Siedlungsflächen auf die aktuelle Flächenkulisse. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass durch solche Mindestabstände i.d.R. ein größerer Abstand zwischen WEA und Siedlungen gewährleistet werden soll, als dies aktuell der Fall ist (vgl. Abschnitt 3). Entsprechend ist davon auszugehen, dass in Folge der Festlegung größerer Mindestabstände ein Teil der heute ausgewiesenen Windflächen nicht mehr nutzbar sein wird<sup>12</sup>, wenn Teile oder die Gesamtheit der jeweiligen Windfläche gegenwärtig einen geringeren Abstand zu den nächstgelegenen Siedlungsflächen aufweisen. Ziel der im Rahmen des Forschungsprojektes durchgeführten Untersuchung ist es somit, die jeweils verbleibende deutschlandweite Flächenkulisse in Abhängigkeit unterschiedlicher Mindestabstände von 1.000 bis 2.000 m zu bestimmen.

Für jeden ausgewerteten Mindestabstandswert wird ein zweistufiger Prozess durchlaufen. Zunächst werden die Siedlungsflächen mit einem Puffer versehen. Der Pufferradius entspricht dem jeweiligen zu untersuchenden Abstandswert. Anschließend wird die gepufferte Fläche (Siedlung + Abstand) mit dem Datensatz der Windflächen verschnitten. Werden dabei Teile der Windflächen durch die gepufferten Flächen überlagert, wird der überlagerte Teil der Windfläche entfernt. Es verbleibt somit jener Flächenanteil, welcher außerhalb des jeweiligen Siedlungsabstandes liegt und weiterhin der Windenergienutzung zur Verfügung steht<sup>13</sup>. Die Berechnung erfolgt auf Bundeslandebene.

Dieser Prozess wurde insgesamt zweimal durchlaufen, jeweils mit unterschiedlicher Datengrundlage hinsichtlich der Siedlungsflächen:

- Variante 1: Pufferung nur der Objektartengruppe *Wohnbaufläche*

---

<sup>12</sup> Ob und wann die betroffenen Flächen tatsächlich nicht mehr für die Errichtung von WEA nutzbar sein würden, wäre von der Ausgestaltung etwaiger Übergangsregelungen abhängig.

<sup>13</sup> Die folgenden Betrachtungen unterliegen der Annahme, dass die von den Puffern überdeckten Flächen nicht mehr für die Windenergienutzung verfügbar wären und keine sofortige Kompensation der somit wegfallenden Flächen durch neue Ausweisungen an anderer Stelle erfolgt.

### ► Variante 2: Pufferung der Objektartengruppen *Wohnbaufläche* und *Fläche gemischter Nutzung*

Aufgrund der oben beschriebenen Unzulänglichkeiten der Datengrundlage führt die ausschließliche Betrachtung der *Wohnbauflächen* dazu, dass tendenziell zu wenige Flächen gepuffert werden und somit ein Teil der Wohnbebauung im Innenbereich als auch kleinere Siedlungen oder Einzelwohngebäude im Außenbereich unberücksichtigt bleiben. Bei der sich anschließenden Verschneidung mit den Windflächen wird die Flächenkulisse somit in geringerem Maße reduziert. Bei gemeinsamer Betrachtung von *Wohnbaufläche* und *Fläche gemischter Nutzung* werden grundsätzlich auch Einzelwohnbebauungen und Splittersiedlungen berücksichtigt. Die Windflächen werden dadurch insgesamt stärker beschnitten.

Variante 1 stellt somit die Auswirkungen eines Mindestabstandes nur zu Wohngebäuden im Innenbereich dar. Aufgrund der Unvollständigkeit der Datengrundlage wird die tatsächlich verbleibende Flächenkulisse in der Realität jedoch **deutlich niedriger ausfallen**. Diese Variante zeigt somit auch auf, welcher Flächenanteil bei Anwendung des Mindestabstandes **mindestens** verloren geht.

Variante 2 hingegen stellt den worst case dar. Hier wird der jeweilige Mindestabstand sowohl zu Wohngebäuden im Innenbereich als auch Außenbereich angesetzt. Diese Variante zeigt somit, welcher Flächenanteil bei Anwendung des Mindestabstandes **maximal** verloren geht<sup>14</sup>.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Flächenkulisse

Zur Auswertung werden die Daten deutschlandweit aggregiert betrachtet. Abbildung 2 stellt die Veränderung der Flächenkulisse in Abhängigkeit des gewählten Abstandes zwischen Siedlung und WEA dar. Die verfügbare Flächenkulisse je Abstandswert wird dabei als prozentualer Anteil der ursprünglichen Flächenkulisse (100%) dargestellt. Die ursprüngliche Flächenkulisse umfasst die **Gesamtheit aller Windflächen, welche aktuell regionalplanerisch** (teilweise zusätzlich auf Ebene der Bauleitplanung) **rechtskräftig ausgewiesen sind bzw. sich in Aufstellung befinden** (siehe Abschnitt 3.1.1).

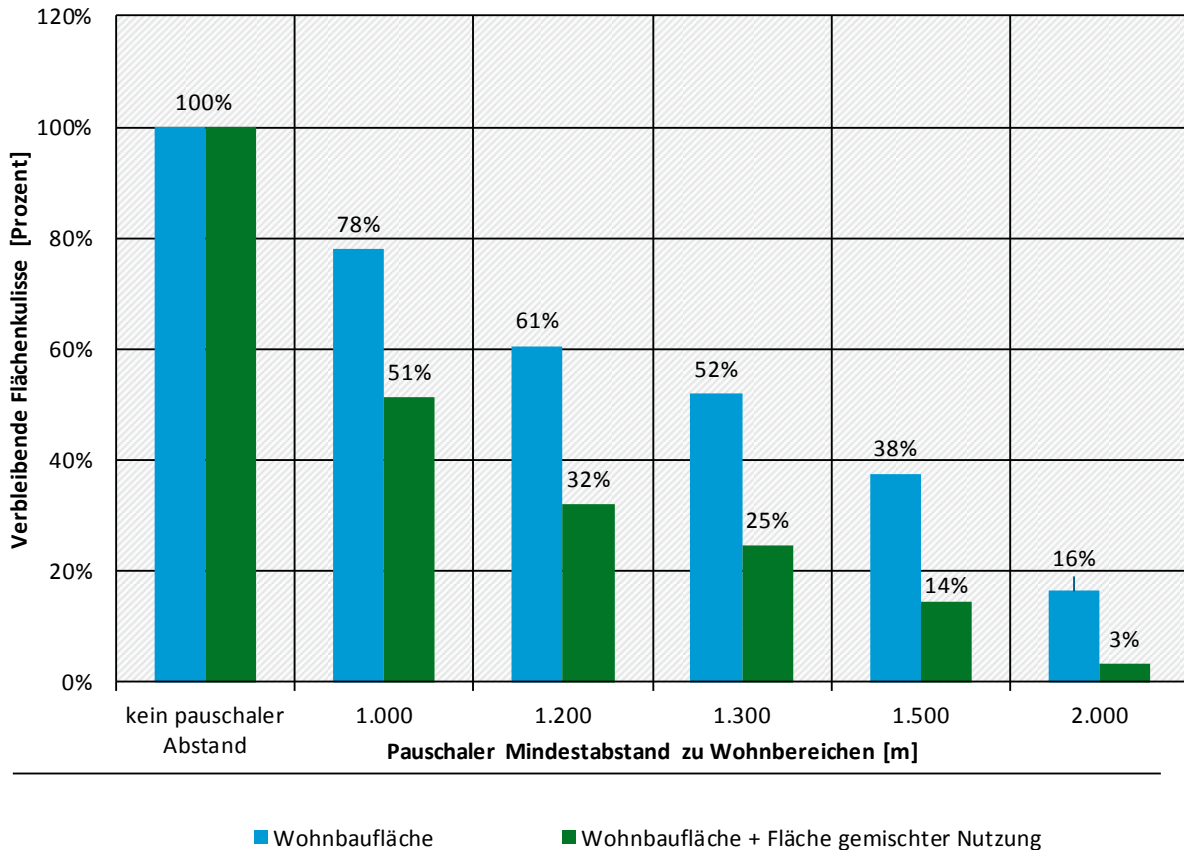
---

<sup>14</sup> In Einzelfällen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass aufgrund der Datenlücken sogar ein noch größerer Flächenanteil verloren gehen würde. Erste Untersuchungen legen nahe, dass zwischen den Bundesländern systematische Unterschiede hinsichtlich des Datenumfanges bestehen.

**Abbildung 3: Verringerung der Flächenkulisse in Abhängigkeit der Höhe des Mindestabstandes zwischen WEA und Siedlungsfläche**

### Einfluss pauschaler Mindestabstände auf die Flächenkulisse

Anteil der verbleibenden im Vergleich zur aktuell deutschlandweit ausgewiesenen Flächenkulisse in Abhängigkeit der Höhe des pauschalen Siedlungsabstandes, differenziert nach zugrundeliegender Datenbasis hinsichtlich der Wohnbereiche



Quelle: eigene Darstellung

Wie unter Abschnitt 3.1.2 dargelegt, bildet der Datensatz „Wohnbaufläche“ den bauplanungsrechtlichen Innenbereich nur unvollständig ab. Daher wird der Zusammenhang zwischen Siedlungsabstand und Flächenkulisse sowohl nur für die Siedlungskategorie „Wohnbaufläche“ als auch für beide Kategorien zusammen („Wohnbaufläche“ und „Fläche gemischter Nutzung“) untersucht. Erwartungsgemäß reduziert sich die Flächenkulisse im letztgenannten Fall deutlich stärker.

Bereits ein **pauschaler Siedlungsabstand von 1.000 m** reduziert die deutschlandweite Flächenkulisse um 20 bis 50 Prozent<sup>15</sup>. Ein pauschaler **Abstand von 1.300 m** würde bereits mindestens die Hälfte der deutschlandweiten Flächenkulisse aufheben, so dass lediglich zwischen rund 25 und 50 Prozent der ursprünglichen Windflächen verbleiben. Bei einem **Abstand von 1.500 m** verbleiben nur noch 15 bis 40 Prozent der Fläche. Ein **Abstand von 2.000 m**, wie er sich beispielsweise aus der bayrischen 10H-Regelung für moderne

<sup>15</sup> Wie in Absatz 2.2 dargestellt, werden insbesondere zu Einzelgebäuden und Splittersiedlungen im Außenbereich bei der Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung i.d.R. geringere Abstände zu WEA gefordert, als zur Wohnbebauung im Innenbereich. Abstände von 800 m und weniger sind durchaus üblich und erklären daher den verhältnismäßig großen Flächenanteil der bereits bei einem pauschalen Siedlungsabstand von 1.000 m entfällt.

Binnenlandanlagen mit Gesamthöhen von 200 m ergibt, reduziert die deutschlandweite Flächenkulisse um 85 bis 97 Prozent.

Das Ergebnis dieser Auswertung zeigt sehr deutlich, dass **bereits vermeintlich geringe Mindestabstände von 1.000 oder 1.200 m** eine **erheblich reduzierende Wirkung auf die Flächenkulisse** entfalten.

Weiterhin wird der Einfluss der Datengrundlage hinsichtlich der Wohnbebauung sichtbar. Im Vergleich zur Betrachtung ausschließlich der Wohnbauflächen fällt die jeweils verbleibende Fläche um 30 bis 80 Prozent niedriger aus, wenn beide Flächenkategorien in die Berechnung einfließen.

### 4.3.2 Leistungspotenzial

Die unter Abschnitt 3.3.1 vorgenommene Darstellung der Reduzierung der Flächenkulisse in Abhängigkeit des jeweiligen Mindestabstandes ist geeignet, die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Abstandsvorgaben und vorhandenen Flächen zu veranschaulichen. Um die tatsächlichen Auswirkungen pauschaler Siedlungsabstände auf das Potenzial für die Windenergienutzung in Deutschland bewerten zu können, ist jedoch eine Übersetzung der Flächenkulisse in ein Leistungspotenzial erforderlich. Im Rahmen des UBA-Forschungsprojektes wurden dazu zwei verschiedene Ansätze verfolgt:

- ▶ Variante A: Ermittlung des Leistungspotenzials auf den ausgewiesenen Flächen<sup>16</sup> unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Windenergieanlagen, d.h. ermittelt wird das Zubaupotenzial auf den noch nicht mit WEA bebauten Flächen
- ▶ Variante B: Ermittlung des Leistungspotenzials auf den ausgewiesenen Flächen für die hypothetische Annahme vollständig unbebauter Flächen („Grüne Wiese-Ansatz“) und optimaler Belegung dieser Flächen mit modernen WEA<sup>17</sup>

Variante A dient der Bewertung des kurz- bis mittelfristig theoretisch möglichen WEA-Zubaus (Bruttobetrachtung, d.h. ohne Berücksichtigung des gleichzeitig stattfindenden Rückbaus von Altanlagen). Variante B beschreibt hingegen die obere Grenze der auf den ausgewiesenen Flächen insgesamt erreichbaren Leistung. Das über alle Flächen aggregierte Leistungspotenzial ist im Fall von Variante B am größten, da eine optimale Flächenausnutzung durch moderne, leistungsstarke Anlagen unterstellt wird. Diese Variante wird im Folgenden genutzt, da sie hinsichtlich des verbleibenden Leistungspotenzials in Abhängigkeit der Siedlungsabstände den best case liefert und somit eine absolute Obergrenze der auf der verbleibenden Fläche installierbaren Windenergieleistung bildet. In der Realität wird das verbleibende Leistungspotenzial je Siedlungsabstand somit deutlich geringer ausfallen (bedingt durch die in der Praxis auftretende suboptimale Flächenauslastung).

Das **gesamte Leistungspotenzial der ausgewiesenen Flächenkulisse** beträgt **ca. 80 GW**<sup>18</sup>. Unter Beachtung pauschaler Siedlungsabstände **reduziert** sich dieses Potenzial signifikant (Abbildung 3).

---

<sup>16</sup> Die Bezeichnung *ausgewiesene Flächen* subsumiert Flächendarstellungen in rechtskräftigen Regionalplänen sowie Darstellungen in aktuellen Planfortschreibungen (d.h. Entwürfen), Vergleich 3.1.1

<sup>17</sup> Bei der Besetzung der Flächen durch WEA wird ein Abstand zwischen den einzelnen WEA in Höhe des Fünffachen des Rotordurchmessers in Hauptwindrichtung und des Dreifachen des Rotordurchmessers in Nebenwindrichtung unterstellt. Die Windrichtungen wurden durch Auswertung von Wetterdaten des COSMO-DE-Modells des DWD bestimmt.

<sup>18</sup> Flächen, welche bedingt durch die 10H-Regelung in Bayern nicht nutzbar sind, wurde bei der Berechnung des Leistungspotenzials nicht berücksichtigt.

Je nach zugrundeliegendem Datensatz zu den Siedlungsflächen (nur „Wohnbaufläche“ bzw. „Wohnbaufläche“ und „Fläche gemischter Nutzung“) verringert sich das gesamte Leistungspotenzial („Grüne Wiese“) der ausgewiesenen Flächenkulisse bereits bei einem **pauschalen Abstand von 1.000 m** auf **43 bis 63 GW**. Gegenüber den heute bereits installierten Windenergiekapazitäten wäre somit allenfalls ein geringer Zuwachs möglich, sehr wahrscheinlich würde sogar eine Stagnation bzw. Reduzierung der Kapazität erfolgen. Bei einem **pauschalen Abstand von 1.200 m** verbleibt ein Leistungspotenzial zwischen **30 und 50 GW**, was bereits eine deutliche Reduzierung der installierten Kapazitäten gegenüber dem heutigen Ausbaustand bedeutet. Ein **pauschaler Siedlungsabstand von 1.500 m** - ein solcher soll im Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen festgesetzt werden<sup>19</sup> - reduziert das bundesweite Leistungspotenzial auf **13 bis 33 GW**. Bei **2.000 m Siedlungsabstand** verbliebe ein Leistungspotenzial von **weniger als 15 GW** deutschlandweit.

Bereits **vergleichsweise geringe Mindestabstände von 1.000 m zu Wohnbereichen** würden das Leistungspotenzial der deutschlandweit ausgewiesenen Flächen somit derart beschneiden, dass perspektivisch ein **Zubau an Windenergiekapazität gegenüber dem Status quo faktisch nicht möglich** wäre.

---

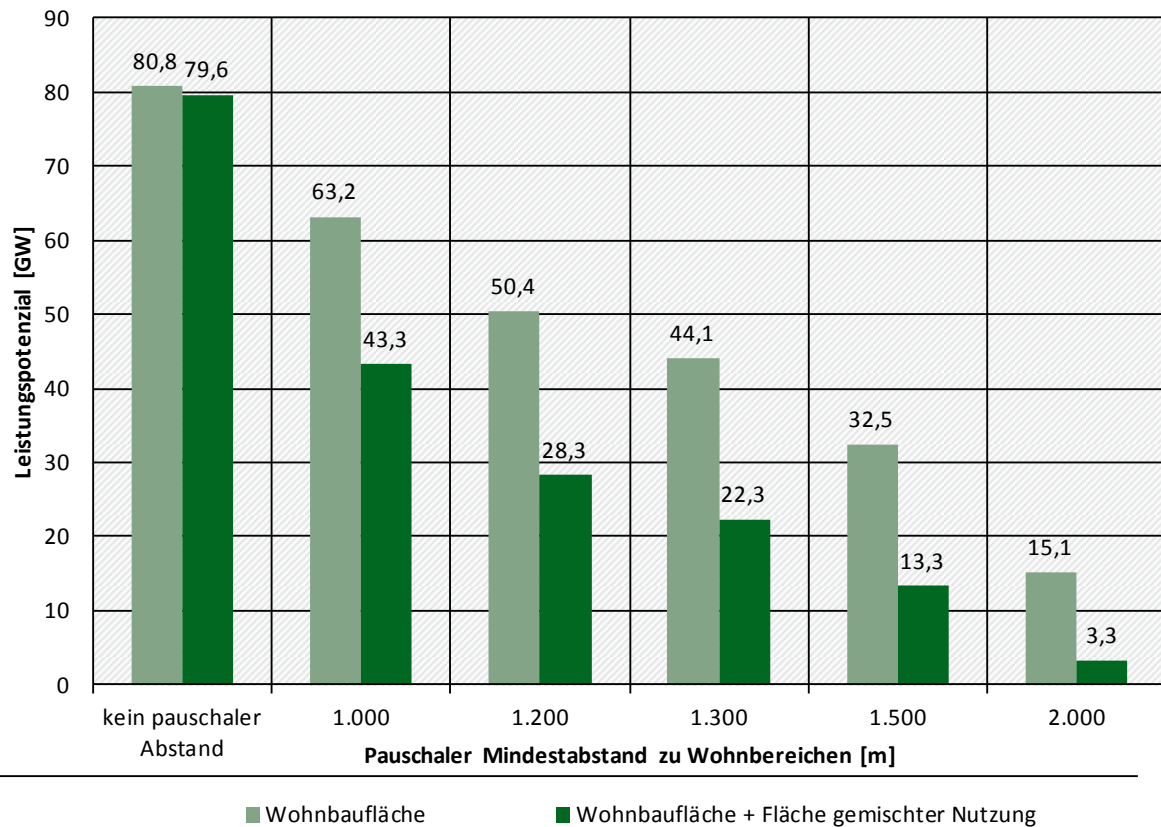
<sup>19</sup> Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 8. Mai 2018 (MBl. NRW. Ausgabe 2018 Nr. 12)



**Abbildung 4: Gesamtes Leistungspotenzial auf ausgewiesener Flächenkulisse in Abhängigkeit des Abstandes zu Wohnbereichen**

**Einfluss pauschaler Mindestabstände auf das Leistungspotenzial**

Gesamtes Leistungspotenzial der deutschlandweit ausgewiesenen Flächen ("Grüne Wiese", d.h. keine Bestandsanlagen), differenziert nach zugrundeliegender Datenbasis hinsichtlich der Wohnbereiche



Quelle: eigene Darstellung

Die dargestellten Leistungspotenziale sind grundsätzlich als zunächst theoretische Potenziale zu bewerten. Denn selbst auf rechtskräftig ausgewiesenen Flächen können häufig keine Windenergievorhaben realisiert werden. Für den Zeitraum 2000 bis 2014 zeigen die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsvorhabens, dass ein Anteil von über 20 Prozent der rechtskräftig ausgewiesenen Flächen ungenutzt verbleibt. Ursächlich dafür sind in der Praxis oftmals einer oder mehrere der folgenden Gründe:

Genehmigungsrechtliche Gründe:

- ▶ Natur- und Artenschutz, Belange der Luftfahrt und des Militärs (z.B. Schutzbereiche um Drehfunkfeuer), Denkmalschutz, Schutzbereiche um Radaranlagen des Wetterdienstes u.v.a.m.

Privatrechtliche Gründe:

- ▶ Flächeneigentümer stellen ihre Grundstücke mitunter nicht für die Errichtung von WEA oder der erforderlichen Infrastruktur zur Verfügung

Wirtschaftliche Aspekte:

- ▶ Mangelnde Windhöffigkeit, Bauhöhenbeschränkungen

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass etwa 35 GW des ermittelten Gesamtpotenzials aus Flächen resultieren, welche aktuell noch nicht rechtskräftig sind, sondern aus Plänen im Entwurfsstadium entnommen wurden (siehe Abschnitt 3.1.1). Dieser Teil der Flächenkulisse ist somit einer gewissen Unsicherheit unterworfen und kann sich im Laufe des Planaufstellungsprozesses noch verringern. Insofern sind die genannten Leistungspotenziale stets vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Einschränkungen einzuordnen.

### 4.3.3 Repoweringpotential

Zum 1. Januar 2021 werden erstmals Windenergieanlagen das Ende des 20-jährigen Förderzeitraums nach EEG erreichen. Ob sich ein Weiterbetrieb der einzelnen Windenergieanlage über den Förderzeitraum hinaus lohnt, hängt maßgeblich von der wirtschaftlichen Situation des jeweiligen Projektes ab (Erlöse aus dem Stromverkauf gegenüber Betriebskosten, Reparaturkosten, Pachtzahlungen etc.). Sollte ein Weiterbetrieb ausscheiden, stellt sich die Frage, ob am Windparkstandort nach Stilllegung der Altanlagen neue WEA errichtet werden können (Repowering). Aus planungsrechtlicher Sicht ist dies nur dann möglich, wenn der Standort weiterhin als Fläche für die Windenergienutzung ausgewiesen ist. Aktuell befinden sich ca. 47 Prozent der bestehenden WEA außerhalb von Flächen für die Windenergienutzung. Nach endgültiger Stilllegung der Anlagen können an diesen Standorten also keine neuen WEA errichtet werden, wenn von einer bundesweit flächendeckenden planerischen Steuerung der WEA-Standorte ausgegangen wird. Somit wären etwa 53 Prozent der bestehenden WEA aus planungsrechtlicher Sicht repoweringfähig. Wie in Abbildung 4 dargestellt, wirken sich pauschale Siedlungsabstände stark auf das Repoweringpotential dieser Bestandsanlagen aus. In Abhängigkeit der Datengrundlage der Siedlungsflächen wären bei einem **pauschalen Abstand von 1.000 m** noch **etwa 20 bis 35 Prozent** der bestehenden WEA repoweringfähig. Ein **Abstand von 1.200 m** würde dazu führen, dass an **maximal einem Viertel** der heutigen Anlagenstandorte nach Stilllegung der Altanlagen neue WEA errichtet werden könnten. Bei **Abständen von 1.500 bis 2.000 m** reduziert sich das Repoweringpotential auf **16 bis 1 Prozent** der heutigen Anlagenstandorte.

Aus Sicht des Umweltbundesamtes ist ein Repowering bestehender WEA-Standorte grundsätzlich erstrebenswert, sofern die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben weiterhin gewährleistet ist (z.B. Schallimmissionsrichtwerte gemäß TA Lärm). Durch Repowering lässt sich auf der gleichen Fläche die Anzahl der Windenergieanlagen reduzieren und gleichzeitig der Energieertrag deutlich steigern. Bereits vorhandene Infrastruktur wie Zuwegungen, Stellflächen und Kabeltrassen kann mitunter weiter genutzt sowie Synergien bei Aufbau der neuen und Abbau der alten WEA erschlossen werden. Auch auf die Akzeptanz gegenüber der Windenergienutzung kann sich ein Repowering positiv auswirken. So zeigen empirische Studien, dass die Zustimmung zur Windenergienutzung im eigenen räumlichen Umfeld steigt, wenn Anwohner\*innen bereits Erfahrung mit Windenergieanlagen gemacht haben<sup>20</sup>. Es kann somit angenommen werden, dass Anwohner\*innen der Errichtung neuer Anlagen an einem etablierten Standort tendenziell offener gegenüberstehen als der Erschließung eines bisher von Windenergieanlagen unberührten Gebietes. Aus den vorgenannten Gründen sollten über immissions- und naturschutzrechtliche Anforderungen hinausgehende Maßnahmen, welche das Repoweringpotential bestehender Windparks pauschal ohne Berücksichtigung des Einzelfalls reduzieren, aus Sicht des Umweltbundesamts vermieden werden.

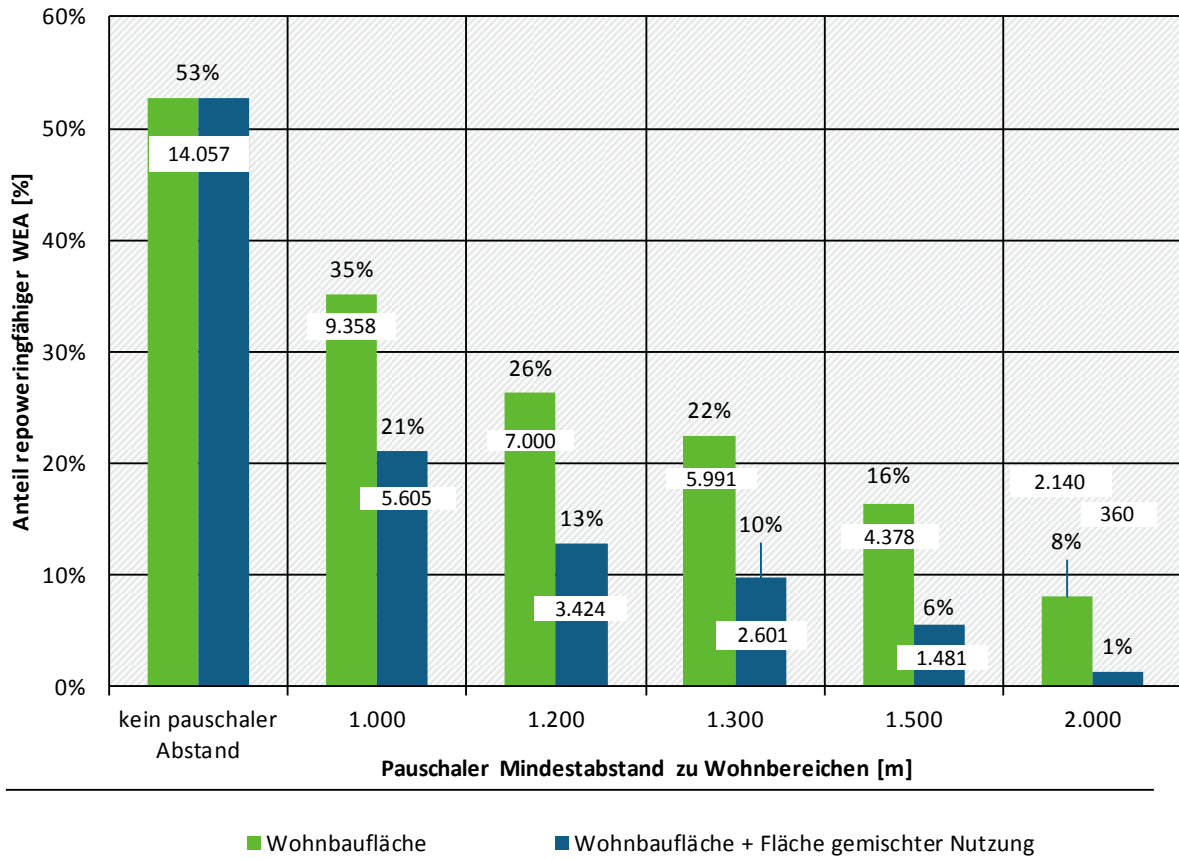
---

<sup>20</sup> Gemäß einer Umfrage von Kantar Emnid im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien (Stand: September 2018) befürworten 55 Prozent der Befragten die Stromerzeugung durch Windenergieanlagen in der eigenen Nachbarschaft. Bei Befragten, in deren Nachbarschaft bereits entsprechende Anlagen vorhanden sind, lag die Zustimmung bei 69 Prozent.

**Abbildung 5: Einfluss pauschaler Siedlungsabstände auf das Repoweringpotenzial bestehender WEA**

**Einfluss pauschaler Mindestabstände auf das Repoweringpotenzial bestehender WEA**

Anteil der (planungsrechtlich) repoweringfähigen WEA in Abhängigkeit der Höhe des pauschalen Siedlungsabstandes, differenziert nach zugrundeliegender Datenbasis hinsichtlich der Wohnbereiche



Quelle: eigene Darstellung

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse der Analyse sind ausschließlich im Kontext der hier genutzten Datengrundlage, der getroffenen Annahmen und der genannten Einschränkungen hinsichtlich der Realisierbarkeit des Leistungspotenzials zu betrachten. Zur Ermittlung der Flächenkulisse wurden Daten der Regional- sowie der Bauleitplanung ausgewertet. Die verbleibende Flächenkulisse, in Abhängigkeit der jeweiligen Siedlungsabstände, wurde in zwei Varianten durch Pufferung der Basis-DLM Objektarten „Wohnbaufläche“ und „Fläche gemischter Nutzung“ bestimmt, wobei in Variante 1 ausschließlich „Wohnbaufläche“ in Variante 2 beide Objektarten einbezogen wurden. Das insgesamt ermittelte Leistungspotenzial basiert auf einem „Grüne Wiese-Ansatz“, das heißt es wurde zunächst von vollständig freien Flächen und einer anschließend optimalen Verteilung von WEA ausgegangen. Sowohl das gesamte (ohne zusätzlichen Abstand) als auch das je Siedlungsabstand verbleibende Leistungspotenzial sind theoretische Werte. In der Praxis wird das tatsächlich realisierbare Potenzial vor allem aufgrund genehmigungsrechtlicher Hürden (Naturschutz, Flugsicherheit, Militär usw.) deutlich geringer ausfallen.

Trotz der oben genannten Einschränkungen zeigt die Analyse sehr deutlich, dass **pauschale Siedlungsabstände** bereits ab einer Entfernung von **1.000 m** die aktuell ausgewiesene Flächenkulisse für die Windenergienutzung **stark reduzieren**. Das **gesamte Leistungspotenzial** der bei **1.000 m Abstand** verbleibenden Fläche beträgt **zwischen 40 und 60 GW**, womit langfristig gegenüber der heute installierten Leistung bestenfalls ein **geringfügiger**, sehr wahrscheinlich jedoch **kein Zubau** ermöglicht wird. Ab **1.200 m Siedlungsabstand** liegt das Leistungspotenzial der vorhandenen Flächenkulisse mit **30 bis maximal 50 GW deutlich unterhalb** der heute installierten Windenergiekapazität.

Das **Repoweringpotential bestehender Windparks** wird mit zunehmendem Siedlungsabstand **stark reduziert**. Während aktuell etwa die Hälfte aller erfassten WEA-Standorte aus planungsrechtlicher Sicht repoweringfähig wäre, reduziert sich dieser Anteil bereits bei einem pauschalen Abstand von 1.000 m auf unter 35 Prozent, bei 1.200 m auf unter 25 Prozent.

Um der Windenergie dennoch weiterhin substanziell Raum zu verschaffen – was sowohl aus klima- als auch energiewirtschaftlicher und industriepolitischer Sicht unabdingbar ist – wären zusätzliche Flächenausweisungen in siedlungsfernen Gebieten erforderlich. Dadurch würde sich bspw. der Nutzungsdruck auf Waldflächen oder auch bisher unzerschnittene Landschaftsräume erhöhen. In jedem Fall verkleinert sich der Spielraum für eine adäquate, die standortspezifischen Gegebenheiten berücksichtigende Standortsteuerung erheblich.

Die Nutzung der Windenergie ist eine kostengünstige und emissionsarme Form der Energiebereitstellung und daher eine der Schlüsseltechniken für Energiewende und Klimaschutz. Geeignete und konfliktarme Flächen für neue Windenergieanlagen sind bereits heute eine knappe Ressource. Pauschale Mindestabstände zwischen Windenergieanlagen und Wohnbebauung die weit über die Erfordernisse der TA Lärm hinausgehen, verringern diese knappe Ressource massiv. Die negativen Auswirkungen pauschaler Siedlungsabstände auf den Windenergiezubau sind am Beispiel Bayerns (10H-Regelung) dokumentiert. Ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen Siedlungsabständen und Akzeptanz lässt sich nicht nachweisen (vgl. Hübner und Pohl 2015). Aus Sicht des Umweltbundesamts stellen pauschale Siedlungsabstände daher nicht nur ein **ungeeignetes Instrument zur Steigerung der Akzeptanz** gegenüber der Windenergienutzung dar, sondern sie gefährden eine erfolgreiche, die Belange von Mensch und Umwelt gleichermaßen berücksichtigende Umsetzung der Energiewende in substantieller Weise.



► **Unsere Broschüren als Download**  
Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)  
 [www.youtube.com/user/umweltbundesamt](https://www.youtube.com/user/umweltbundesamt)  
 [www.instagram.com/umweltbundesamt/](https://www.instagram.com/umweltbundesamt/)