



# Flächenanalyse Windenergie Nordrhein-Westfalen

Abschlussbericht

LANUV-Fachbericht 142



Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

der Klimawandel stellt unsere Gesellschaft vor große Herausforderungen. Der Umbau unserer Energieversorgungssysteme ist dabei ein bedeutender Baustein zur Einsparung von Treibhausgasemissionen und damit zur Erreichung der Klimaschutzziele. Auch um die Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren, ist es notwendig, die Nutzung heimischer, klimafreundlicher Energiequellen weiter auszubauen. Dies trägt zu einer sicheren und bezahlbaren Energieversorgung bei. Im Stromsektor liegen die mit Abstand größten Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien in Nordrhein-Westfalen wie auch bundesweit in der Solarenergie und der Windenergie.

Mit dem Windenergieflächenbedarfsgesetz bestehen für die Länder nun verbindliche Vorgaben, wie viel Fläche sie zukünftig für Windenergieanlagen bereitstellen müssen. Für NRW liegt dieser Wert bei 1,8 % der Landesfläche, das sind etwa 61.000 ha. Die nordrhein-westfälische Landesregierung hat es sich zum Ziel gesetzt, diese Vorgaben möglichst schnell umzusetzen und so die Energiewende weiter voran zu treiben. Mit der nun vorliegenden Flächenanalyse Windenergie NRW, die die Flächenpotenziale zur Windenergienutzung und ihre regionale Verteilung im Land untersucht, liefert das LANUV wichtige Informationen und Datengrundlagen für diesen Prozess.

Die Ergebnisse der Flächenanalyse zeigen, dass die Flächenpotenziale im Land regional sehr unterschiedlich verteilt sind. Sie zeigen auch, dass die Potenziale in Nordrhein-Westfalen ausreichend groß sind, um die Zielvorgaben des Windenergieflächenbedarfsgesetzes zu erreichen. Der ambitionierte Ausbau der Windenergie ist in einem dicht besiedelten Land wie Nordrhein-Westfalen allerdings an vielen Stellen auch mit Konflikten verbunden. Die Aufgabe besteht also darin, den notwendigen Ausbau der Windenergie möglichst verträglich zu gestalten und mit anderen Nutzungsansprüchen an den Raum, wie z. B. dem Natur- und Artenschutz oder dem Lärmschutz der Bevölkerung, in Einklang zu bringen.

Eine große Bedeutung kommt dabei der Regionalplanung zu. Zukünftig werden in allen sechs Regionalplänen in Nordrhein-Westfalen Windenergiebereiche festgelegt. Das LANUV stellt hierfür neben der vorliegenden Flächenanalyse Windenergie NRW auch zahlreiche weitere Datengrundlagen digital im Fachinformationssystem Energieatlas NRW bereit.

Ich bedanke mich bei allen, die an der vorliegenden Studie mitgewirkt haben, und wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

Ihre



Dr. Sibylle Pawlowski

Präsidentin des Landesamtes für Natur,  
Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Methodik der Flächenanalyse</b> .....	<b>9</b>
2.1 Auswahl und Bewertung von Ausschlusskriterien.....	9
2.2 GIS-technische Flächenanalyse.....	12
2.3 Anwendung rechnerischer Faktoren.....	15
<b>3 Ausschlusskriterien</b> .....	<b>16</b>
3.1 Siedlung.....	16
3.2 Verkehr.....	22
3.3 Infrastruktur.....	26
3.4 Militärische Belange.....	30
3.5 Artenschutz.....	32
3.6 Natur und Landschaft.....	35
3.7 Wald.....	38
3.8 Gewässer.....	41
3.9 Sonstiges.....	43
3.10 Fazit Ausschlusskriterien.....	47
<b>4 Ergebnisse der Flächenanalyse</b> .....	<b>48</b>
4.1 Flächenpotenzial.....	48
4.2 Zusätzliches Flächenpotenzial in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN.....	51
<b>5 Fazit</b> .....	<b>54</b>
<b>Literatur</b> .....	<b>56</b>
<b>Anhang A1</b> .....	<b>62</b>
<b>Anhang A2</b> .....	<b>64</b>

# Zusammenfassung

## Hintergrund

Mit dem Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG), das am 1. Februar 2023 in Kraft getreten ist, hat der Bund den Ländern verbindliche Flächenziele (sogenannte Flächenbeitragswerte) vorgegeben, die für den Ausbau der Windenergie ausgewiesen werden müssen. Dies soll dazu beitragen, die Klimaschutzziele im Bereich der Stromversorgung zu erreichen und die Energieversorgungssicherheit zu erhalten. Der vorgegebene Flächenbeitragswert für Nordrhein-Westfalen beträgt bis zum Ende des Jahres 2027 1,1 % der Landesfläche (entspricht 37.524 ha) und bis zum Ende des Jahres 2032 1,8 % der Landesfläche (entspricht 61.402 ha).

Die nordrhein-westfälische Landesregierung wird zur Umsetzung dieser Vorgaben den Landesentwicklungsplan ändern und verbindliche mengenmäßige Teilflächenziele für die sechs Planungsregionen in NRW festlegen. Die räumlich konkrete Festlegung von Windenergiebereichen im entsprechenden Umfang erfolgt anschließend in den Regionalplänen der Planungsregionen Arnsberg, Detmold, Düsseldorf, Köln, Münster und des Regionalverbands Ruhr (RVR). Die hierfür erforderlichen Planungsprozesse sollen möglichst schnell umgesetzt werden und ohne Formulierung von Zwischenzielen direkt die Ziele für das Jahr 2032 erreichen.

Vor diesem Hintergrund hat das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE) das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) beauftragt, eine aktuelle Analyse der Flächenpotenziale zur Nutzung der Windenergie in Nordrhein-Westfalen durchzuführen. Mit der Untersuchung soll das landesweite Flächenpotenzial auf der Grundlage aktueller planungs- und genehmigungsrechtlicher Rahmenbedingungen ermittelt werden. Hauptziel der Flächenanalyse Windenergie NRW ist es, die regionale Verteilung dieser Flächenpotenziale auf die sechs Planungsregionen im Land zu untersuchen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollen als fachliche Grundlage für die Änderung des Landesentwicklungsplans und eine möglichst gerechte Verteilung der regionalen Teilflächenziele dienen. Bei der Festlegung der Teilflächenziele im LEP werden neben der Analyse der Flächenpotenziale letztlich aber auch weitere planerische Erwägungen berücksichtigt.

## Methodik

Die Methodik der Flächenanalyse Windenergie NRW basiert auf zwei wesentlichen Arbeitsschritten (Kapitel 2). Zum einen ist eine möglichst sachgerechte, fachliche Bewertung erforderlich, auf welchen Flächen die Errichtung von Windenergieanlagen aus landesweiter Perspektive in der Regel nicht möglich sein wird. Die so definierten Ausschlusskriterien werden dann in einer GIS-technischen Flächenverschneidung sowie einer zusätzlichen rechnerischen Berücksichtigung weiterer Faktoren verarbeitet, um das landesweite Flächenpotenzial für den Ausbau der Windenergie in NRW zu ermitteln. Abschließend werden aus den landesweiten Ergebnissen die Flächenpotenziale der sechs Planungsregionen abgeleitet.

Grundlage für die Auswahl und Bewertung der Ausschlusskriterien (inklusive der teilweise erforderlichen Abstandsbereiche) sind die aktuellen Rahmenbedingungen für die Errichtung von Windenergieanlagen, also insbesondere planungs- und genehmigungsrechtliche Vorschriften

bzw. zu beachtende Fachgesetze, sowie technische Restriktionen (Kapitel 3). Die Ausschlusskriterien der Flächenanalyse Windenergie NRW sind in Tabelle 1 auf Seite 10 aufgeführt.

Es existieren jedoch nicht für alle diese Kriterien eindeutige, rechtlich normierte Bewertungsgrundlagen, z. B. hinsichtlich der Eignung bestimmter Gebietskategorien oder erforderlicher Abstände. Die entsprechenden Vorschriften enthalten zudem oft grundsätzliche Restriktionen, für die im Einzelfall aber auch Ausnahmemöglichkeiten bestehen. Für die Flächenanalyse mit landesweitem Betrachtungsmaßstab müssen daher bei der Ermittlung realistischer Flächenpotenziale häufig pauschalisierende, aber dennoch möglichst sachgerechte und plausible Bewertungen vorgenommen werden. Im konkreten Fall ist die Beurteilung vieler Kriterien zudem abhängig von Faktoren, die aus landesweiter Perspektive nicht immer im Detail berücksichtigt werden können. Dies betrifft beispielsweise technische Aspekte (wie z. B. Typ und Gesamthöhe potenzieller Anlagen und somit erforderliche Abstände) oder die konkret festgelegten Ziele und Schutzzwecke von Schutzgebieten. Die Flächenanalyse NRW basiert auf landesweit verfügbaren, einheitlichen Geodatenätzen. Die spezifischen Gegebenheiten vor Ort oder technische Details können daher letztlich erst in konkreten regionalen oder lokalen Planungs- und Genehmigungsverfahren abschließend bewertet werden.

## **Ergebnisse**

Die auf Grundlage der zuvor knapp beschriebenen Methodik sowie der definierten Ausschlusskriterien durchgeführte Analyse kommt im Ergebnis für ganz Nordrhein-Westfalen zu einem Flächenpotenzial von 106.802 ha, was etwa 3,1 % der Landesfläche entspricht (Kapitel 4). Dabei zeigen sich hinsichtlich der regionalen Verteilung der Flächenpotenziale relativ große Unterschiede zwischen den sechs Planungsregionen. Den größten Anteil am landesweiten Gesamtpotenzial weist die Planungsregion Arnsberg mit 29.266 ha auf (27,40 % des gesamten Flächenpotenzials), gefolgt von den Planungsregionen Köln mit 27.540 ha (25,79 %), Detmold mit 23.152 ha (21,68 %) und Münster mit 18.595 ha (17,41 %). Demgegenüber ist das Flächenpotenzial in der Planungsregion Düsseldorf (5.535 ha, 5,18 %) sowie im Verbandsgebiet des RVR (2.714 ha, 2,54 %) deutlich geringer. Die Flächenpotenziale konzentrieren sich insbesondere auf die Randbereiche Nordrhein-Westfalens. Während für viele Großstädte im Ruhrgebiet und an der Rheinschiene keine Flächenpotenziale identifiziert wurden, liegen die größten Potenziale vor allem im Hochstift Paderborn und dem östlichen Teil des Sauerlands, im Nordwesten des Münsterlandes sowie im westlichen Teil des Regierungsbezirks Köln.

Darüber hinaus können sich zusätzliche Flächenpotenziale in den naturschutzrechtlich nicht streng geschützten<sup>1</sup> Teilflächen der Bereiche zum Schutz der Natur (BSN) ergeben. Wenn die in den Regionalplänen festgelegten BSN in der Analyse nicht ausgeschlossen werden, erhöht sich das landesweite Flächenpotenzial um 19.447 ha auf insgesamt 126.249 ha. Das entspricht etwa 3,7 % der Landesfläche von Nordrhein-Westfalen. Neben einem größeren Gesamtpotenzial für NRW sowie für alle sechs Planungsregionen zeigen sich dabei auch Verschiebungen bei der regionalen Verteilung der Flächenpotenziale. Werden die BSN nicht ausgeschlossen, steigt der Anteil am landesweiten Potenzial insbesondere im Gebiet des RVR an

---

<sup>1</sup> BSN, die keiner der folgenden Schutzkategorien unterliegen: FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Gesetzlich geschützte Biotope, Wildnisentwicklungsgebiete und Nationalparke

(5.100 ha, 4,04 % des Gesamtpotenzials in NRW). Während in den Planungsregionen Köln (32.661 ha, 25,87 %), Detmold (27.412 ha, 21,71 %) und Münster (22.482 ha, 17,81 %) die Anteile am landesweiten Flächenpotenzial relativ konstant bleiben, sinken die Anteile der Planungsregionen Arnsberg (32.632 ha, 25,85 %) und Düsseldorf (5.961 ha, 4,72 %) jeweils leicht.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass das Flächenpotenzial für die Windenergienutzung in Nordrhein-Westfalen unter Annahme möglichst realistischer Rahmenbedingungen ausreichend groß ist, um die Vorgaben des Windenergieflächenbedarfsgesetzes zu erfüllen. Bei der Umsetzung des für NRW vorgegebenen Flächenbeitragswertes von 1,8 % der Landesfläche verbleibt ein Handlungs- und Gestaltungsspielraum für die Regionalplanung, um eigene regionsspezifische Konzepte zu entwickeln und weitere planerische Erwägungen zu berücksichtigen. Dabei wird aber auch deutlich, dass die Möglichkeiten zum Windenergieausbau im Land regional nicht gleich verteilt sind. In den vier Planungsregionen Arnsberg, Köln, Detmold und Münster liegt das Flächenpotenzial auf einem vergleichbaren hohen Niveau. In der Planungsregion Düsseldorf sowie im Verbandsgebiet des RVR steht hingegen deutlich weniger Fläche für den Ausbau der Windenergie zur Verfügung.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss die landesweite Perspektive der Flächenanalyse und der damit verbundene Abstraktionsgrad berücksichtigt werden. Die Untersuchungsergebnisse ermöglichen fachlich fundierte und belastbare Aussagen über das landesweite Flächenpotenzial und die regionale Verteilung der Potenziale in NRW. Durch die pauschale Bewertung von Ausschlusskriterien ohne Berücksichtigung von Einzelfällen und lokalen Besonderheiten gilt dies aber nur eingeschränkt für eine kleinräumige Betrachtung konkreter Flächen oder Projektplanungen. Die Flächenanalyse Windenergie NRW hat nicht den Charakter detaillierter Standortgutachten und kann Analysen auf lokaler Ebene oder projektbezogene Untersuchungen entsprechend nicht ersetzen. Sie hat zudem keine Auswirkungen auf konkrete Planungs- oder Genehmigungsverfahren vor Ort.

Die Ergebnisse der Flächenanalyse Windenergie NRW sowie die zu Grunde liegenden Datensätze und Flächenkategorien werden vom LANUV auch im Energieatlas NRW ([www.energieatlas.nrw.de](http://www.energieatlas.nrw.de)) digital und in Kartenform zur Verfügung gestellt.

# 1 Einleitung

Der Angriff Russlands auf die Ukraine und die damit verbundenen Folgen haben die Risiken der in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten verfolgten Energiepolitik und der daraus resultierenden Abhängigkeiten von fossilen Energieimporten deutlich sichtbar gemacht. Auch der voranschreitende globale Klimawandel und die international sowie auf Bundes- und Landesebene beschlossenen Klimaschutzziele erfordern den nachhaltigen Umbau der Energieversorgung in Deutschland. Die Fokussierung auf den beschleunigten Ausbau heimischer und klimaneutraler Formen der Energieerzeugung ist unerlässlich für das Aufrechterhalten der Versorgungssicherheit und die Reduktion von Treibhausgasemissionen. Im Bereich der Stromversorgung bestehen dabei in Deutschland wie auch in Nordrhein-Westfalen die mit Abstand größten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energieträger in der Solarenergie und der Windenergie.

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) soll die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben gewährleisten. Dabei bezieht es sich in § 1 auf das Pariser Klimaschutzabkommen und die völkerrechtlich verbindliche Vereinbarung, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 Grad Celsius und möglichst auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Die in § 3 KSG definierten Klimaschutzziele sehen vor, die Treibhausgasemissionen bundesweit bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 % und bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren. Das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) konkretisiert diese Vorgaben für den Energiesektor und formuliert das Ziel der „Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht“ (§ 1 EEG 2023). Um dies zu erreichen, soll bis zum Jahr 2030 der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms auf 80 % des Bruttostromverbrauchs gesteigert werden. In § 4 des EEG 2023 ist der Ausbaupfad für die Windenergienutzung an Land konkret festgelegt, gefordert ist demnach u. a. ein Ausbau der installierten Leistung auf 115 Gigawatt (GW) bis zum Jahr 2030 und auf 160 GW bis zum Jahr 2040. Vergleichbare Zielfestlegungen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie zum Ausbau der erneuerbaren Energien bestehen mit dem Klimaschutzgesetz NRW und der Fortschreibung der Energieversorgungsstrategie auch für Nordrhein-Westfalen.

Ende 2022 betrug die installierte Gesamtleistung der Windenergie an Land in Deutschland etwa 58 GW (Bundesverband WindEnergie 2022). Um die Ausbauziele des EEG bis 2030 und damit eine installierte Leistung von 115 GW Windenergie an Land zu erreichen, ist bundesweit ein jährlicher Zubau von etwa 9 GW brutto bzw. 7 GW netto erforderlich. Dies berücksichtigt auch zu erwartende Stilllegungen von Windenergieanlagen (UBA 2023). Die Realisierung dieses Ausbaupfades erfordert eine deutliche Ausweitung der bislang für die Windenergie zur Verfügung stehenden Fläche in Deutschland (vgl. u. a. UBA 2019). Ende 2020 waren bundesweit etwa 0,8 % der Fläche planerisch für die Windenergienutzung gesichert (BMWK 2022). Im Koalitionsvertrag 2021 - 2025 hat sich die aktuelle Bundesregierung das Ziel gesetzt, dass für die Windenergie an Land 2 % der Landesflächen ausgewiesen werden sollen.

Um dieses 2 %-Ziel zu erreichen, hat der Bundestag am 20. Juli 2022 das Gesetz zur Festlegung von Flächenbedarfen für Windenergieanlagen an Land (Windenergieflächenbedarfsgesetz – WindBG) beschlossen, das am 1. Februar 2023 in Kraft getreten ist. Das Gesetz gibt den Ländern verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte genannt) vor, die diese für den



Ausbau der Windenergie bis spätestens Ende 2032 ausweisen müssen. Zudem werden Zwischenziele für das Jahr 2027 festgelegt. Dies soll dazu beitragen, den Ausbaupfad des EEG für die Windenergie an Land zu erreichen. Der vom WindBG geforderte Flächenbeitragswert für Nordrhein-Westfalen beträgt bis zum Ende des Jahres 2027 1,1 % der Landesfläche (entspricht 37.524 ha) und bis zum Ende des Jahres 2032 1,8 % der Landesfläche (entspricht 61.402 ha).

Die nordrhein-westfälische Landesregierung wird hierfür den Landesentwicklungsplan (LEP) ändern und mengenmäßige Teilflächenziele für die sechs Planungsregionen in NRW als Ziele der Raumordnung verbindlich festlegen. Die Ausweisung von Windenergiebereichen im entsprechenden Umfang wird dann durch die regionalen Planungsträger erfolgen. Dabei ist vorgesehen, ohne Formulierung von Zwischenzielen direkt die Ziele für das Jahr 2032 zu erreichen und die hierfür erforderlichen Planungsprozesse möglichst schnell umzusetzen.

Derzeit sind in Nordrhein-Westfalen 10.365 ha Vorranggebiete für die Windenergie in den Regionalplänen Düsseldorf und Münsterland ausgewiesen. Hinzu kommen ca. 40.500 ha Windkonzentrationszonen (WKZ) aus den kommunalen Flächennutzungsplänen. Da sich die Windkonzentrationszonen und die Vorranggebiete der Regionalplanung teilweise überschneiden, ist in NRW insgesamt eine Fläche von etwa 43.000 ha planerisch für die Windenergie gesichert. Das entspricht etwa 1,3 % der Landesfläche. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Teil dieser Flächen nur eingeschränkt nutzbar ist für die Errichtung moderner Windenergieanlagen, z. B. weil manche Windkonzentrationszonen insbesondere in älteren Flächennutzungsplänen der Kommunen nur vergleichsweise geringe Abstände zu Wohngebäuden aufweisen.

Vor diesem Hintergrund wurde das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE) damit beauftragt, eine aktuelle Analyse der Flächenpotenziale zur Nutzung der Windenergie in Nordrhein-Westfalen durchzuführen. Ziel der Untersuchung ist die Analyse der landesweit und in den sechs Planungsregionen Nordrhein-Westfalens zur Verfügung stehenden Flächen, um auf dieser Grundlage eine gerechte Verteilung der Flächenziele für die einzelnen Planungsregionen ableiten zu können. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie dienen dabei als eine fachliche Grundlage für die Änderung des Landesentwicklungsplans. Bei der Festlegung der mengenmäßigen Teilflächenziele im LEP werden darüber hinaus aber auch weitere planerische Erwägungen im Sinne einer möglichst gerechten Verteilung der Flächenvorgaben berücksichtigt. Zeichnerisch und damit räumlich konkret festgelegt werden die Flächen im erforderlichen Umfang anschließend in den Regionalplänen der Planungsräume Arnsberg, Detmold, Düsseldorf, Köln, Münster und des Regionalverbands Ruhr (RVR).

Das LANUV hatte im April 2022 die Potenzialstudie Windenergie NRW veröffentlicht. Seitdem hat sich in relativ kurzer Zeit der regulatorische Rahmen für den Ausbau der Windenergie in Deutschland in vielen Aspekten geändert, u. a. durch die Novellierung zahlreicher Fachgesetze (neben dem WindBG sind hier z. B. das Baugesetzbuch (BauGB) oder das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) zu nennen), die Verankerung der besonderen Bedeutung der erneuerbaren Energien in § 2 EEG (überragendes öffentliches Interesse, vorrangiger Belang in der Schutzgüterabwägung) oder die Weiterentwicklung technischer Richtlinien oder Regelwerke (z. B. in Bezug auf Flugsicherungseinrichtungen, seismologische Stationen oder Wetterradare). Die Potenzialstudie aus dem Jahr 2022 ist daher bereits ein Jahr nach Veröffentli-

chung nicht mehr dazu geeignet, als belastbare fachliche Grundlage für die Festlegung regionaler Teilflächenziele im LEP zu fungieren. Die vorliegende Flächenanalyse Windenergie NRW berücksichtigt den aktuellen Stand der planungs- und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen sowie eine aktuelle Datengrundlage, z. B. hinsichtlich des Gebäudebestands oder der bestehenden Ziele der Raumordnung. Im Gegensatz zur Potenzialstudie aus dem Jahr 2022 fokussiert sich diese Untersuchung angesichts der oben skizzierten Aufgabenstellung und Zielsetzung auf die für den Windenergieausbau zur Verfügung stehende Fläche in NRW sowie den sechs Planungsregionen. Da die Vorgaben des WindBG die durch die Länder auszuweisende Fläche für die Windenergienutzung betreffen, stehen Aspekte wie die Leistung, Anlagenzahlen oder Stromerträge nicht im Mittelpunkt der Studie.

## 2 Methodik der Flächenanalyse

Die methodische Herangehensweise bei der Identifizierung der Flächen in Nordrhein-Westfalen, die sich aus landesweiter Perspektive für den Ausbau der Windenergie eignen, basiert im Wesentlichen auf zwei Arbeitsschritten. Zum einen muss eine möglichst sachgerechte, fachliche Bewertung erfolgen, welche Flächenkategorien und sonstigen Aspekte der Errichtung von Windenergieanlagen in der Regel im Wege stehen. Die so definierten Ausschlusskriterien (Kapitel 2.1 und 3) werden dann in einer GIS-technischen Flächenverschneidung (Kapitel 2.2) sowie einer zusätzlichen rechnerischen Berücksichtigung weiterer Faktoren (Kapitel 2.3) verarbeitet, um das landesweite Flächenpotenzial für den Ausbau der Windenergie in NRW zu ermitteln. Abschließend können aus diesen Ergebnissen die Flächenpotenziale für die sechs Planungsregionen im Land abgeleitet werden.

### 2.1 Auswahl und Bewertung von Ausschlusskriterien

Die zentrale Frage bei der Analyse der Flächenpotenziale ist, welche Bereiche aus landesweiter Perspektive als ungeeignet für die Errichtung von Windenergieanlagen eingeordnet und demnach in der Flächenanalyse ausgeschlossen werden. Die Bestimmung der Ausschlusskriterien bildet das Grundgerüst der Flächenanalyse und hat einen maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis. Grundlage für die Auswahl und Bewertung der Ausschlusskriterien sowie der teilweise erforderlichen Bestimmung von Abstandsbereichen ist der regulatorische Rahmen bei der Errichtung von Windenergieanlagen, also insbesondere planungs- und genehmigungsrechtliche Vorschriften und zu beachtende Fachgesetze. Zudem spielen auch technische Restriktionen eine Rolle.

Es liegen jedoch nicht für alle Kriterien eindeutige, rechtlich normierte Bewertungsgrundlagen vor, z. B. in Bezug auf die Eignung von bestimmten Gebietskategorien oder die Größe erforderlicher Abstände. Planungs- und genehmigungsrechtliche Vorschriften enthalten zudem oft grundsätzliche Restriktionen, für die im Einzelfall und unter bestimmten Voraussetzungen auch Ausnahmemöglichkeiten bestehen. Hier gilt es, pauschalisierende, aber dennoch möglichst sachgerechte und plausible Bewertungen vorzunehmen. Darüber hinaus ist die Beurteilung mancher Kriterien im konkreten Fall abhängig von Parametern, die im Maßstab der Flächenanalyse Windenergie NRW, die auf landesweit verfügbaren, einheitlichen Geodatenätzen beruht, nicht im Detail berücksichtigt werden können. Dies betrifft beispielsweise lokale Besonderheiten, Planungen vor Ort, technische Aspekte potenzieller Anlagentypen (z. B. die Gesamthöhe und somit erforderliche Abstände zu Wohngebäuden) oder die konkret festgelegten Ziele und Schutzzwecke von Schutzgebieten. Diese Aspekte können abschließend erst im Genehmigungsverfahren geprüft werden.

In § 2 EEG wird die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien betont, deren Ausbau im überragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient. Dadurch gilt u. a. die Errichtung von Windenergieanlagen bis zum Erreichen einer treibhausgasneutralen Stromversorgung als vorrangiger Belang in der Schutzgüterabwägung. Auch aus diesem Grund wird in der Flächenanalyse bei der Bewertung von Ausschlusskriterien bzw. der Berücksichtigung konkurrierender Belange und Nutzungsansprüche der Windenergie grundsätzlich relativ viel Raum geschaffen. Auf der anderen Seite werden im Sinne einer möglichst rea-

listischen und sachgerechten Untersuchung der Flächenpotenziale auch Bereiche in der Flächenanalyse ausgeschlossen, bei denen keine strengen rechtlichen Restriktionen bestehen, die aber dennoch in der Praxis für den Ausbau der Windenergie regelmäßig nicht zur Verfügung stehen dürften. Dies betrifft beispielsweise Gewerbe und Industriebereiche, staatlich anerkannte Kur- und Erholungsgebiete oder Flächen im Umkreis von Wetterradaren des DWD.

Die Bestimmung der Ausschlusskriterien der Flächenanalyse berücksichtigt den im WindBG angelegten Rotor-out-Ansatz. Nach § 4 Absatz 3 WindBG werden für die Erreichung der vorgegebenen Flächenbeitragswerte nur die Flächen vollständig angerechnet, bei denen der Turmfuß einer Windenergieanlage innerhalb der planerisch ausgewiesenen Fläche liegen muss, die Rotorflügel der Anlage sich aber auch außerhalb der Fläche befinden dürfen. Diese Flächen werden als Rotor-out- oder Rotor-außerhalb-Flächen bezeichnet. Muss sich hingegen nicht nur der Turmfuß innerhalb einer solchen Fläche befinden, sondern auch die Rotorflügel, spricht man von einer Rotor-in- bzw. Rotor-innerhalb-Fläche. Rotor-innerhalb-Flächen sind nach § 4 Absatz 3 WindBG nur anteilig anrechenbar für die Erreichung der Flächenbeitragswerte. Um dies zu berücksichtigen, wird in der Flächenanalyse um alle Ausschlussflächen, bei denen auch das Überstreichen dieser Fläche durch die Rotorblätter einer potenziellen Anlage als kritisch bewertet wird, zusätzlich ein Abstandsbereich von 75 m angesetzt, der ebenfalls ausgeschlossen wird. Der Abstand von 75 m wird nach § 4 Absatz 3 WindBG als Rotorradius einer Standardwindenergieanlage an Land abzüglich des Turmfußradius angesetzt. Somit können die ermittelten Flächenpotenziale dieser Analyse als Rotor-out-Flächen verstanden werden.

In Tabelle 1 werden die Ausschlusskriterien der Flächenanalyse Windenergie NRW übersichtlich dargestellt. Auf die rechtlichen Hintergründe und Bewertungsgrundlagen der einzelnen Ausschlusskriterien wird in Kapitel 3 näher eingegangen.

**Tabelle 1:** Übersicht Ausschlusskriterien

Kategorie	Kriterium / Ausschlussfläche	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Siedlung	Wohngebäude sowie Kur- und Klinikgebäude inkl. Abstand	Innenbereich, Kur- und Klinikgebäude: 700 m; Außenbereich: 500 m
Siedlung	Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) inkl. Abstand	700 m
Siedlung	Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB)	
Siedlung	Industrie- und Gewerbeflächen	
Siedlung	staatlich anerkannte Kur- und Erholungsgebiete inkl. Abstand	500 m
Siedlung	Kur- und Klinikflächen	
Siedlung	Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplätze inkl. Abstand	500 m
Verkehr	Bundesautobahnen inkl. Abstand (Anbauverbotszone + Rotor)	115 m (40 m + 75 m)
Verkehr	Bundesstraßen inkl. Abstand (Anbauverbotszone + Rotor)	95 m (20 m + 75 m)
Verkehr	Landes- und Kreisstraßen inkl. Abstand (Anbaubeschränkungszone + Rotor)	95 m (20 m + 75 m)
Verkehr	Bahnstrecken inkl. Abstand (Schutzstreifen + Rotor)	95 m (20 m + 75 m)
Verkehr	elektrifizierte Bahnstrecken inkl. Abstand (Schutzstreifen + Rotor)	175 m (100 m + 75 m)
Verkehr	Flughäfen und Flugplätze	

Kategorie	Kriterium / Ausschlussfläche	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Verkehr	Bauschutzbereiche um Flughäfen und Flugplätze	Verkehrsflughäfen: 4.000 m Verkehrslandeplätze, Sonderlandeplätze, UL-Sonderlandeplätze, Segelflugplätze: 1.500 m
Verkehr	Anlagenschutzbereiche Flugsicherung	7.000 m
Infrastruktur	Abgrabungsbereiche (BSAB)	
Infrastruktur	Flächen des Braunkohletagebaus im Rheinischen Revier	
Infrastruktur	Freileitungen inkl. Abstand (Schutzstreifen + Rotor)	175 m (100 m + 75 m)
Infrastruktur	Seismologische Stationen inkl. Abstand	1.000 m / 2.000 m / 3.000 m / 5.000 m differenziert nach Station / Untergrund
Infrastruktur	Wetterradare des DWD inkl. Abstand	5.000 m
Militärische Belange	Liegenschaftsflächen der Truppenübungsplätze der Gaststreitkräfte inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Militärische Belange	Bauschutzbereiche militärischer Flugplätze	
Militärische Belange	Schutzbereiche um Radaranlagen der Landesverteidigung	5.000 m
Militärische Belange	Hubschraubertiefflugstrecken inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Artenschutz	Vogelschutzgebiete (VSG) inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Natur und Landschaft	Bereiche für den Schutz der Natur (BSN) inkl. Abstand (Rotor) (kein Ausschlusskriterium in erweiterter Potenzialbeurteilung, vgl. Kapitel 4.2)	75 m
Natur und Landschaft	Naturschutzgebiete (NSG) inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Natur und Landschaft	FFH-Gebiete inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Natur und Landschaft	Gesetzlich geschützte Biotope	
Natur und Landschaft	Nationalparke inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Natur und Landschaft	Nationale Naturmonumente inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Wald	Laubwald, Mischwald	
Wald	Naturwaldzellen, Wildnisentwicklungsgebiete, Versuchsflächen, Saatgutbestände, Bestattungswald,	
Gewässer	stehende Gewässer + Hafenbecken inkl. Abstand	stehende Gewässer > 5 ha: 50 m
Gewässer	fließende Gewässer > 3 m Breite inkl. Abstand	fließenden Gewässer I. Ordnung: 50 m
Gewässer	Wasserschutzzonen (WSZ) und Heilquellenschutzgebiete (HQSG) der Schutzzonen I und II	
Sonstiges	Windverhältnisse: Spezifische Energieleistungsdichte < 250 W/m <sup>2</sup> in 150 m Höhe	
Sonstiges	Windverhältnisse: Turbulenzen und Schräganströmungen	
Sonstiges	Hangneigung > 35 %	
Sonstiges	kleine Potenzialflächen (< 2 ha)	
Sonstiges	Obergrenze Flächenpotenzial je Gemeinde: max. 15 % der Gemeindefläche	

Einige Kriterien, die in der Praxis einen Einfluss auf die Errichtung von Windenergieanlagen haben können, werden in der Flächenanalyse nicht berücksichtigt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn hierzu keine landesweiten Geodatenätze vorliegen, der pauschale Ausschluss dieser Flächen nicht sachgerecht wäre oder bestimmte Aspekte auf Grund ihrer Kleinräumigkeit im Maßstab einer landesweiten Untersuchung nicht berücksichtigt werden können. In Landschaftsschutzgebieten sind nach der vierten Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes die Errichtung und der Betrieb von Windenergieanlagen nicht verboten, wenn sich die Windenergieanlagen in einem Windenergiegebiet nach § 2 Nummer 1 WindBG befinden (§ 26 Absatz 3 BNatSchG).

Zu den in dieser Analyse nicht berücksichtigten Aspekten gehören (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) folgende Kriterien und Flächenkategorien:

- Naturdenkmale
- Geschützte Landschaftsbestandteile
- Landschaftsschutzgebiete
- Reservegebiete für den oberirdischen Abbau nichtenergetischer Bodenschätze
- Prozessschutzflächen
- Baudenkmale
- Bodendenkmale
- Rohrfernleitungen
- Richtfunkstrecken
- Forschungsinfrastrukturen
- Zuwegungen
- Netzanbindungen
- Laufende Flurbereinigungsverfahren

Der „Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung“ (Windenergie-Erlass) vom 08.05.2018 behandelt die verschiedenen fachrechtlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in NRW, um die planerischen Möglichkeiten zur Gestaltung des Windenergieausbaus aufzuzeigen (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018). Auf Grund der dynamischen Entwicklung in den letzten Jahren ist der Windenergie-Erlass in vielen Bereichen jedoch nicht mehr aktuell. Daher kommt es teilweise zu Abweichungen bei der Bewertung von Kriterien in dieser Flächenanalyse. Der Windenergie-Erlass wird derzeit von der Landesregierung überarbeitet.

## **2.2 GIS-technische Flächenanalyse**

Die Ermittlung des Flächenpotentials erfolgt in einem ersten Schritt als Negativkartierung in einem Geoinformationssystem (GIS). Dabei werden alle Ausschlussflächen, die in Form von Geodatenätzen vorliegen, überlagert und miteinander verschnitten. Alle verbleibenden Bereiche der Landesfläche Nordrhein-Westfalens, die keine Ausschlussflächen darstellen, sind nach Ansatz dieser Untersuchung potenziell geeignet für die Windenergienutzung. In einem weiteren Schritt werden Splitterflächen, die kleiner als 2 ha sind, in der GIS-technischen Flächenanalyse ausgeschlossen.

Für die Flächenanalyse werden nur landesweit einheitliche und möglichst aktuelle Geodaten verwendet. Viele dieser Daten stammen aus dem Digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM), das im Rahmen des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) von den Landesvermessungsämtern und dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) digital bereitgestellt wird.

Das Basis-DLM beschreibt die Landschaft in Form von topographischen Objekten, die Objektarten wie z. B. Wald-, Acker- oder Siedlungsflächen zugeordnet werden. Die Objekte werden durch ihre räumliche Lage, ihren geometrischen Typ sowie weitere beschreibende Attribute bestimmt. Zentrale Quelle für die Erfassung des Basis-DLM in Nordrhein-Westfalen sind die Geobasisdaten der Katasterbehörden in Verbindung mit Digitalen Orthophotos (DOP), den Ergebnissen der örtlichen Felderkundung sowie den Informationen des Topographischen Informationsmanagements (TIM). Dadurch kann eine Lagegenauigkeit von +/- 3 m und eine hohe Aktualität gewährleistet werden (Bezirksregierung Köln 2022).

Die Daten der aktuell rechtskräftigen Regionalpläne stammen aus dem Geoportal des Landes NRW. Für die Planungsregionen Arnsberg (Räumlicher Teilplan Märkischer Kreis, Kreis Olpe, Kreis Siegen-Wittgenstein), Detmold, Köln und den RVR existieren Neuaufstellungen der Pläne, die noch nicht rechtskräftig sind, aber zum Stand Ende 2022 bereits im Beteiligungsverfahren sind oder waren. In diesen Fällen wurden die Festlegungen der Planentwürfe als Geodaten direkt bei den Planungsbehörden angefragt und anschließend in der Flächenanalyse verwendet. Die Umweltdaten werden größtenteils vom LANUV selbst bereitgestellt und stehen ebenfalls online zur Verfügung. Alle in der Flächenanalyse verwendeten Daten, die Datenquellen sowie der Stand der Daten sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2:** Datenquellen und Datenstand der GIS-basierten Flächenanalyse

Kategorie	Kriterium / Ausschlussfläche	Datenquelle	Stand der Daten
Siedlung	Wohngebäude, Kur- und Klinikgebäude	Geobasis NRW	31.07.2022
Siedlung	Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB)	Bezirksregierungen, RVR; Geoportal.NRW	Bezirksregierungen, RVR: Oktober 2022 Geoportal: 22.09.2021
Siedlung	Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB)	Bezirksregierungen, RVR; Geoportal.NRW	Bezirksregierungen, RVR: Oktober 2022 Geoportal: 22.09.2021
Siedlung	Industrie- und Gewerbeflächen	Basis-DLM	31.07.2022
Siedlung	staatlich anerkannte Kur- und Erholungsgebiete	Bezirksregierungen, RVR	Bezirksregierungen, RVR: Oktober 2022
Siedlung	Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplätze	Basis-DLM	31.07.2022
Siedlung	Kur- und Klinikflächen	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	Bundesautobahnen	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	Bundesstraßen	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	Landes- und Kreisstraßen	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	Bahnstrecken	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	elektrifizierte Bahnstrecken	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	Flughäfen und Flugplätze	Basis-DLM	31.07.2022
Verkehr	Bauschutzbereiche um Flughäfen und Flugplätze	Basis-DLM BR Düsseldorf	31.07.2022

Kategorie	Kriterium / Ausschlussfläche	Datenquelle	Stand der Daten
Verkehr	Anlagenschutzbereiche Flugsicherung	Bezirksregierung Düsseldorf	26.06.2019
Infrastruktur	Abgrabungsbereiche (BSAB)	Bezirksregierungen, RVR; GEOportal.NRW	Bezirksregierungen, RVR: Oktober 2022 Geoportal: 22.09.2021
Infrastruktur	Flächen des Braunkohlebergbaus im Rheinischen Revier	RWE Power AG	November 2022
Infrastruktur	Freileitungen	Basis-DLM	Basis-DLM
Infrastruktur	Seismologische Stationen	GD NRW, Universitäten	September 2022
Infrastruktur	Wetterradare des DWD	LANUV	Oktober 2022
Militärische Belange	Liegenschaftsflächen der Truppenübungsplätze der Gaststreitkräfte	BAIUSBw	November 2019
Militärische Belange	Bauschutzbereiche militärischer Flugplätze	BAIUSBw	November 2019
Militärische Belange	Schutzbereiche um Radaranlagen der Landesverteidigung	BAIUSBw	November 2019
Militärische Belange	Hubschraubertiefflugstrecken	BAIUSBw	November 2019
Artenschutz	Vogelschutzgebiete (VSG)	LANUV	Oktober 2022
Natur und Landschaft	Bereiche für den Schutz der Natur (BSN)	Bezirksregierungen, RVR; GEOportal.NRW	Bezirksregierungen, RVR: Oktober 2022 Geoportal: 22.09.2021
Natur und Landschaft	Naturschutzgebiete (NSG)	LANUV	Oktober 2022
Natur und Landschaft	FFH-Gebiete	LANUV	Oktober 2022
Natur und Landschaft	Gesetzlich geschützte Biotope	LANUV	Oktober 2022
Natur und Landschaft	Nationalparke	LANUV	Oktober 2022
Natur und Landschaft	Nationale Naturmonumente	LANUV	Oktober 2022
Wald	Laubwald, Mischwald	Basis-DLM; Bezirksregierungen, RVR; GEOportal.NRW	Basis-DLM: 31.07.2022 Bezirksregierungen, RVR: Oktober 2022 Geoportal: 22.09.2021
Wald	Naturwaldzellen, Saatgutbestände, Versuchsflächen, Bestattungswald, Wildnisentwicklungsgebiete	Wald und Holz NRW, Basis-DLM, Bezirksregierungen, RVR	Basis-DLM: 31.07.2022 Wald und Holz NRW: Oktober 2022
Gewässer	stehende Gewässer + Hafenbecken	Basis-DLM	31.07.2022
Gewässer	fließende Gewässer > 3 m Breite	Basis-DLM	31.07.2022
Gewässer	Wasserschutzzonen (WSZ) und Heilquellenschutzgebiete (HQSG) der Schutzzonen I und II	LANUV	Oktober 2022
Sonstiges	Windverhältnisse: Spezifische Energieleistungsdichte < 250 W/m <sup>2</sup> in 150 m Höhe	LANUV	2013
Sonstiges	Windverhältnisse: Turbulenzen und Schräganströmungen	Gutachten AL-PRO	März 2023
Sonstiges	Hangneigung > 35 %	Wald und Holz NRW	Juli 2021



## 2.3 Anwendung rechnerischer Faktoren

Nicht alle Ausschlusskriterien der Flächenanalyse können mittels landesweit einheitlicher Geodatenätze im Geoinformationssystem flächenscharf verarbeitet werden. Bei den Potenzialflächen, die sich als Ergebnis der GIS-technischen Verschneidung von Ausschlussflächen ergeben, handelt es sich daher nur um ein Teilergebnis der Flächenanalyse. Im Anschluss daran werden zwei weitere Ausschlusskriterien berücksichtigt, für die keine flächenscharfen Geodaten vorliegen.

Zur Berücksichtigung technischer Restriktionen aufgrund von Turbulenzen und Schräganströmungen im komplexen Gelände wird im Nachgang an die GIS-technische Flächenverschneidung das Potenzial rechnerisch reduziert. Dabei wird das Flächenpotenzial jeder Gemeinde mit einem gemeindespezifischen Abzugsfaktor multipliziert, um anzunehmende Flächenverluste zu berücksichtigen. Dieser Faktor beträgt für die meisten Gemeinden 1 (keine Reduktion des Flächenpotenzials). Für Gemeinden, bei denen das Flächenpotenzial auf Grund geländebedingt auftretender Turbulenzen reduziert wird, sinkt dieser Faktor auf bis zu 0,5 (nur 50 % der Flächenpotenziale einer Gemeinde fließen in das Ergebnis mit ein). Dies betrifft insbesondere Kommunen in den Mittelgebirgsregionen. Zur Bestimmung der Abzugsfaktoren wurde die Erstellung eines Fachgutachtens durch ein externes Ingenieurbüro in Auftrag gegeben (Kapitel 3.9).

Abschließend wird ein weiterer Rechenschritt durchgeführt, mit dem das Flächenpotenzial je Gemeinde auf eine Obergrenze von maximal 15 Prozent der Gemeindefläche begrenzt wird. Dies soll eine übermäßige Belastung einzelner Kommunen und die Umzingelungen von Ortslagen durch Windenergieanlagen verhindern und somit zu einer gerechten Verteilung der Flächenbeitragswerte auf die Planungsregionen beitragen.

Diese beiden Aspekte werden also nicht auf Grundlage flächenscharfer Geodaten berücksichtigt, sondern an Hand gemeindespezifischer Korrekturwerte. Diese führen in Summe zu einer Reduktion der landesweiten Potenziale aus der GIS-technischen Flächenverschneidungen um etwa 16 %. Die rechnerische Berücksichtigung dieser beiden Ausschlusskriterien hat außerdem zur Folge, dass keine flächenscharfen Geodaten der finalen Flächenpotenziale vorliegen, die als Ergebnis der Flächenanalyse in Kapitel 4 dargestellt werden.

### 3 Ausschlusskriterien

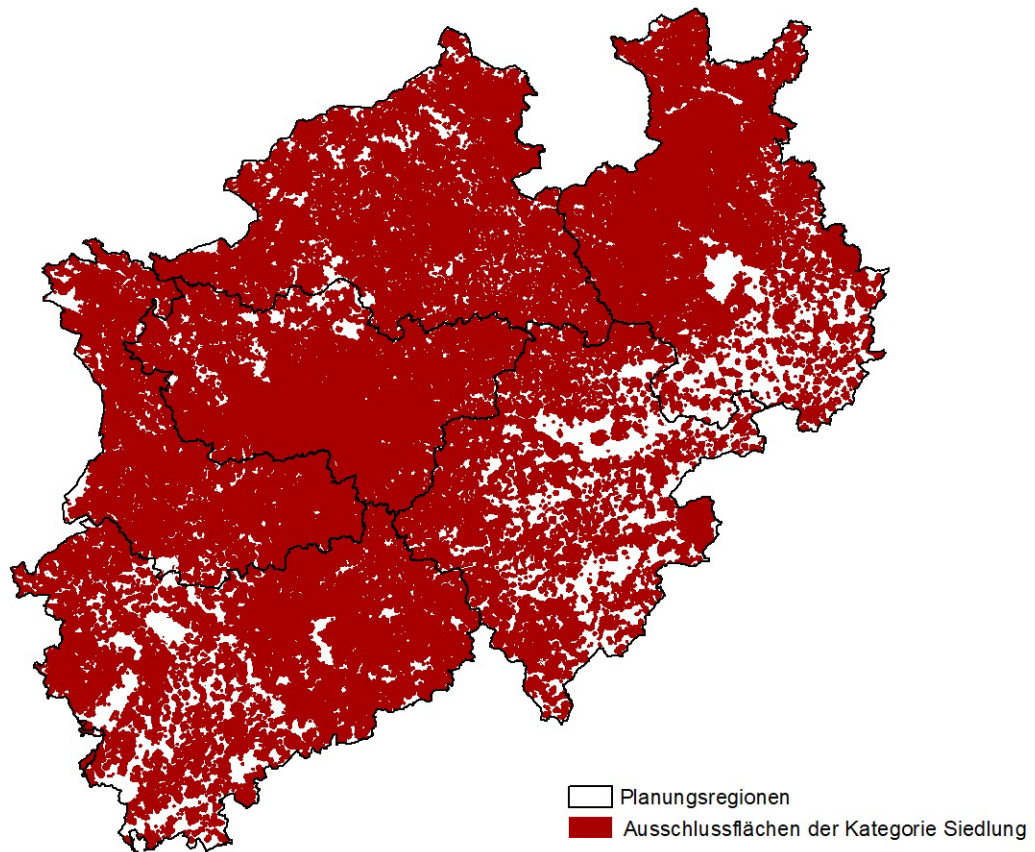
Im folgenden Kapitel wird näher auf die einzelnen Ausschlusskriterien der Flächenanalyse eingegangen. Zudem werden die wesentlichen rechtlichen Vorschriften dargestellt, die der Auswahl und Bewertung der Kriterien zu Grunde liegen. Die Ausschlusskriterien sind in neun Kategorien eingeordnet: Siedlung (Kapitel 3.1), Verkehr (3.2), Infrastruktur (3.3), Militärische Belange (3.4)3.5, Artenschutz (3.5), Natur und Landschaft (3.6), Wald (3.7), Gewässer (3.8) und Sonstiges (3.9). Soweit Kriterien aus den Regionalplänen herangezogen werden, werden auch Ziele in Aufstellung bzw. Planentwürfe berücksichtigt, wenn diese zum Stand Ende 2022 bereits im Beteiligungsverfahren sind oder waren.

#### 3.1 Siedlung

Aufgrund der Siedlungsstruktur und der hohen Bevölkerungsdichte in Nordrhein-Westfalen haben die Ausschlusskriterien der Kategorie Siedlung (TTabelle 3) einen besonders großen Einfluss auf das Flächenpotenzial zur Windenergienutzung. Insgesamt werden durch die Ausschlusskriterien der Kategorie Siedlung 85 % der Gesamtfläche Nordrhein-Westfalens in der Flächenanalyse ausgeschlossen (Abbildung 1).

**Tabelle 3:** Ausschlusskriterien Kategorie Siedlung

<b>Ausschlusskriterien</b>	<b>Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis</b>
Wohngebäude sowie Kur- und Klinikgebäude inkl. Abstand	Innenbereich, Kur- und Klinikgebäude: 700 m Außenbereich: 500 m
Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) inkl. Abstand	700 m
Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB)	
Industrie- und Gewerbeflächen	
Staatlich anerkannte Kur- und Erholungsgebiete inkl. Abstand	500 m
Kur- und Klinikflächen	
Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplätze inkl. Abstand	500 m



**Abbildung 1:** Ausschlussflächen Kategorie Siedlung

### **Wohngebäude sowie Kur- und Klinikgebäude**

Alle Wohngebäude sowie Kur- und Klinikgebäude werden in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Zusätzlich werden auch Pufferbereiche um diese Gebäude ausgeschlossen, um erforderliche Abstände von Windenergieanlagen zu Wohngebäuden sowie zu Kur- und Klinikgebäuden zu berücksichtigen.

Der in der Flächenanalyse verwendete Datensatz der Wohngebäude sowie der Kur- und Klinikgebäude in Nordrhein-Westfalen basiert auf dem flächendeckenden 3D-Gebäudemodell-Datensatz der Landesvermessung NRW in der Detaillierungsstufe LoD1 (Stand: 31.07.2022). In diesem Datensatz werden alle Gebäude und Bauwerke in NRW georeferenziert dargestellt (insgesamt knapp zehn Millionen Objekte) und auch hinsichtlich ihrer Nutzungsfunktionen klassifiziert. Im Rahmen der Flächenanalyse werden 29 dieser insgesamt 281 Nutzungsfunktionen der Wohnnutzung sowie den Kur- und Klinikgebäuden zugeordnet (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Nutzungsfunktion des 3D-Gebäudemodells – Klassifizierung von Wohngebäuden sowie Kur- und Klinikgebäuden

<b>Funktionsnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>
31001 1000	Wohngebäude
31001 1010	Wohnhaus
31001 1020	Wohnheim
31001 1021	Kinderheim
31001 1022	Seniorenheim
31001 1023	Schwesternwohnheim
31001 1024	Studenten-, Schülerwohnheim
31001 1100	Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnen
31001 1110	Wohngebäude mit Gemeinbedarf
31001 1120	Wohngebäude mit Handel und Dienstleistungen
31001 1121	Wohn- und Verwaltungsgebäude
31001 1122	Wohn- und Bürogebäude
31001 1123	Wohn- und Geschäftsgebäude
31001 1130	Wohngebäude mit Gewerbe und Industrie
31001 1131	Wohn- und Betriebsgebäude
31001 1210	Land- und forstwirtschaftliches Wohngebäude
31001 1220	Land- und forstwirtschaftliches Wohn- und Betriebsgebäude
31001 1221	Bauernhaus
31001 1222	Wohn- und Wirtschaftsgebäude
31001 2310	Gebäude für Handel und Dienstleistung mit Wohnen
31001 3050	Gebäude für Gesundheitswesen
31001 3051	Krankenhaus
31001 3052	Heilanstalt, Pflegeanstalt, Pflegestation
31001 3053	Ärztelhaus, Poliklinik
31001 3064	Obdachlosenheim
31001 3066	Asylbewerberheim
31001 3100	Gebäude für öffentliche Zwecke mit Wohnen
31001 3241	Badegebäude für medizinische Zwecke
31001 3242	Sanatorium

Bei der Bestimmung der anzusetzenden Abstandsbereiche müssen in der Flächenanalyse insbesondere zwei Aspekte berücksichtigt werden: Zum einen das planungsrechtliche Gebot der Rücksichtnahme (optisch bedrängende Wirkung), zum anderen immissionsschutzrechtliche Vorgaben auf Grund der Geräuschimmissionen von Windenergieanlagen (Immissionsrichtwerte nach TA Lärm). Diese Aspekte können letztlich erst im Genehmigungsverfahren und einzelfallbezogen abschließend geprüft werden. Hierbei spielen u. a. die Festlegungen der kommunalen Bauleitplanung, bestehende immissionsschutzrechtliche Vorbelastungen, die genauen Standorte von Anlagen sowie Anlagentypen und ggf. auch Betriebsweisen eine Rolle. In der landesweiten Flächenanalyse müssen hier möglichst sachgerechte, pauschale Abstandswerte angenommen werden.

Das Gebot der Rücksichtnahme ergibt sich in beplanten Gebieten aus § 15 BauNVO, im unbeplanten Innenbereich aus dem Erfordernis des Einfügens nach § 34 BauGB und im Außenbereich aus § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 3 BauGB. Demnach können einem Vorhaben im Außenbereich öffentliche Belange entgegenstehen, wenn es schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen kann. In Bezug auf Windenergieanlagen betrifft dies die optisch bedrängende Wirkung, die eine Anlage u. a. auf Grund ihrer Größe verursachen kann, wenn sie zu nah an der Wohnbebauung errichtet wird. Hierzu hat der Bundesgesetzgeber in § 249 Absatz 10 BauGB klar gestellt, dass eine optisch bedrängende Wirkung der Errichtung von Windenergieanlagen nicht im Wege steht, wenn der Abstand zu Wohngebäuden mindestens der zweifachen Gesamthöhe der Windenergieanlage (Nabenhöhe zuzüglich Rotorradius) entspricht. Im Jahr 2022 wurden in NRW insgesamt 103 Windenergieanlagen in Betrieb genommen. Die durchschnittliche Gesamthöhe dieser Anlagen beträgt 205 m, der Höchstwert liegt bei einer Gesamthöhe von 241 m. Es ist damit zu rechnen, dass Windenergieanlagen in NRW zukünftig noch größere Gesamthöhen erreichen werden.

Aus dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und der konkretisierenden Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) ergeben sich für Windenergieanlagen Schutzanforderungen bezüglich der Geräuscheinwirkungen auf schutzbedürftige Wohnbebauung, die der Aufstellung von WEA in deren Nähe entgegenstehen oder den Betrieb einschränken können. Die Immissionsrichtwerte sind differenziert für verschiedene Baugebietstypen und gestaffelt für die Tag- und die Nachtzeit festgelegt (Tabelle 5). Den höchsten Schutzstatus weisen hierbei Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten auf. Daher werden in der Flächenanalyse neben Wohngebäuden auch Kur- und Klinikgebäude berücksichtigt.

**Tabelle 5:** Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden nach TA Lärm

Baugebietstyp	Immissionsrichtwerte tags	Immissionsrichtwerte nachts
Industriegebiete	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiete	65 dB(A)	50 dB(A)
Urbane Gebiete	63 dB(A)	45 dB(A)
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	60 dB(A)	45 dB(A)
Allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55 dB(A)	40 dB(A)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Zu den Baugebietstypen der kommunalen Bauleitplanung liegen keine landesweit einheitlichen Geodatenätze vor. Daher wird in der Flächenanalyse der Geodatenatz „AX\_Ortslage“ des Basis DLM für eine differenzierte Berücksichtigung von Mindestabständen zu Wohngebäuden genutzt. Dies soll u. a. den gestaffelten Immissionsrichtwerte nach TA Lärm Rechnung tragen. Die Grundlage für die Abgrenzung der Objektart „AX\_Ortslage“ im Basis DLM sind insbesondere Luftbilder, aber auch verschiedene weitere Informationsquellen und Kartierungen durch Vermessungstechniker vor Ort. Flächen ab einer Größe von 10 ha werden zu den Ortslagen gezählt, des Weiteren auch mindestens zehn „miteinander zusammenhängende

Anwesen“. Insgesamt bildet dieser Datensatz relativ gut eine Abgrenzung zwischen Innenbereich und Außenbereich ab. Wohngebäude innerhalb der Flächen des Datensatzes „AX\_Ortslage“ werden in der Analyse daher dem Innenbereich zugeordnet, alle anderen Wohngebäude dem Außenbereich.

Auf Grund der gestaffelten Immissionsrichtwerte der TA Lärm und eines anzunehmenden strengeren Schutzstatus werden in der Flächenanalyse zu Wohngebäuden im Innenbereich sowie zur Kur- und Klinikgebäuden Mindestabstände von 700 m angesetzt. Zu Wohngebäuden im Außenbereich wird ein Mindestabstand von 500 m angesetzt. Dieser Ansatz stellt zudem sicher, dass der Aspekt der optisch bedrängenden Wirkung innerhalb der identifizierten Potenzialflächen auch den größten bislang in NRW errichteten Anlagentypen in der Regel nicht entgegensteht.

Ein pauschaler Mindestabstand nach dem Gesetz zur Ausführung des Baugesetzbuches in Nordrhein-Westfalen (BauGB-AG NRW) wird in der Flächenanalyse nicht berücksichtigt. Zum einen hat die Landesregierung in ihrem Koalitionsvertrag 2022 – 2027 vereinbart, den bisher geltenden 1.000-Meter-Abstand im Zuge der Umsetzung der Vorgaben des WindBG schrittweise abzuschaffen. Zum anderen ist in § 249 Absatz 9 BauGB festgelegt, dass pauschale Mindestabstände nicht auf Flächen in Windenergiegebieten gemäß § 2 Nummer 1 WindBG anzuwenden sind. Die Regionalplanung wird also bei der Ausweisung von Windenergiebereichen, die der Umsetzung des Flächenbeitragswerts für NRW nach WindBG sowie den im LEP bestimmten Teilflächenzielen dienen, die Einhaltung eines pauschalen Mindestabstandes von 1.000 m nicht beachten müssen.

### **Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB)**

Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) sind Ziele der Raumordnung, die in den Regionalplänen als Vorranggebiete festgelegt werden. ASB werden (ebenso wie ASB-Flex) in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Zudem wird analog zum gewählten Ansatz für Wohngebäude im Innenbereich ein Abstandsbereich von 700 m zu den ASB und ASB-Flex ebenfalls ausgeschlossen.

Sofern in den Planungsregionen Regionalplanentwürfe in Neuaufstellung vorliegen, die zum Stand Ende 2022 im Beteiligungsverfahren sind oder waren, werden als Datengrundlage die Entwurfsflächen für alle ASB herangezogen.

### **Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB)**

Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB) sind von der Regionalplanung als Vorranggebiete festgelegte Ziele der Raumordnung. Sie dienen insbesondere zur Flächenvorsorge für Gewerbe- und Industriebetriebe, die Emissionen erzeugen.

Die Errichtung von Windenergieanlagen ist in GIB im Einzelfall möglich. Zudem sind die zuständige Planungsträger nach § 249 Absatz 5 BauGB bei der Ausweisung von Windenergiegebieten an entgegenstehende Ziele der Raumordnung nicht gebunden, soweit dies erforderlich ist, um die Flächenbeitragswerte des WindBG oder daraus abgeleitete Teilflächenziele zu erreichen. Die nordrhein-westfälische Landesregierung beabsichtigt zudem, die Errichtung von Windenergieanlagen auch in Gewerbe- und Industriegebieten zu erleichtern.

Auf Grund der tatsächlich bestehenden oder vorgesehenen gewerblichen bzw. industriellen Nutzungen in den GIB werden große Teile dieser Flächen allerdings regelmäßig nicht für die Errichtung von Windenergieanlagen zur Verfügung stehen. Die GIB in der Flächenanalyse nicht als Ausschlusskriterium zu werten, würde demnach zu größeren Verzerrungen bei der Ermittlung möglichst realistischer Flächenpotenziale führen. Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (einschließlich GIB-Flex) werden in der Flächenanalyse daher ausgeschlossen.

Sofern in den Planungsregionen Regionalplanentwürfe in Neuaufstellung vorliegen, die zum Stand Ende 2022 im Beteiligungsverfahren sind oder waren, werden als Datengrundlage die Entwurfsflächen für alle GIB herangezogen.

### **Industrie- und Gewerbeflächen**

Die regionalplanerisch festgelegten GIB umfassen nicht alle Industrie- und Gewerbeflächen in NRW. Insbesondere kleinere Industrie- und Gewerbegebiete oder Einzelstandorte liegen zum Teil unterhalb der Darstellungsschwelle der Regionalplanung. Zur Ermittlung möglichst realistischer Flächenpotenziale werden daher zusätzlich zu den GIB auch Industrie- und Gewerbeflächen des Datensatzes „AX\_TatsaechlicheNutzung“ aus dem Basis-DLM in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Hierbei handelt es sich um Flächen, auf denen sich Industrie-, Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen sowie deren Betriebsflächen befinden (AdV 2021).

### **Staatlich anerkannte Kur- und Erholungsgebiete**

Gemeinden oder Teile von Gemeinden können nach Kurortegesetz NRW (KOG) als Kur- oder Erholungsgebiete staatlich anerkannt werden. Die Voraussetzungen für die Erlangung der verschiedenen Artbezeichnungen sind in den §§ 3 – 12 KOG geregelt.

Die staatliche Anerkennung kann gemäß § 20 KOG widerrufen werden, wenn Voraussetzungen für die Verleihung der Artbezeichnung entfallen oder wenn Zweifel bestehen, ob die Anerkennungsvoraussetzungen noch vorliegen. Darüber hinaus bestehen aber keine verbindlichen rechtlichen Vorgaben, die die Windenergienutzung in staatlich anerkannten Kur- und Erholungsgebieten ausschließen. Es ist jedoch insbesondere aus planerischen Erwägungen nicht davon auszugehen, dass Windenergieanlagen regelmäßig und in größerem Umfang in staatlich anerkannten Kur- und Erholungsgebieten errichtet werden. Im Sinne der Ermittlung eines möglichst realistischen Flächenpotenzials werden diese Bereiche daher in der landesweiten Flächenanalyse ausgeschlossen. Zudem wird analog zum Ansatz für Wohngebäude im Außenbereich ein Vorsorgeabstand von 500 m zu diesen Bereichen angesetzt und ebenfalls in der Analyse ausgeschlossen.

### **Kur- und Klinikflächen**

Zu diesem Ausschlusskriterium zählen Flächen, auf denen vorwiegend Gebäude des Gesundheitswesens stehen, z.B. Krankenhäuser oder Heil- und Pflegeanstalten (AdV 2021). Die Daten stammen aus der Objektart „AX\_FlaecheBesondererFunktionalerPraegung“ des Basis-

DLM. In Ergänzung zu den Kur- und Klinikgebäuden werden diese Flächen in der Analyse ebenfalls ausgeschlossen.

### Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplätze

Sondergebiete im Außenbereich wie z. B. Wochenendhausgebiete oder Campingplätze sind nach den LAI-Hinweisen zur Auslegung der TA Lärm (LAI 2017) im Einzelfall entsprechend ihrer Schutzbedürftigkeit zu beurteilen. Der Schutzanspruch kann hier nicht schematisch abgeleitet werden, in der TA Lärm finden sich daher auch keine entsprechenden Immissionsrichtwerte. Schalltechnische Orientierungswerte können aber Beiblatt 1 der DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau“ entnommen werden. Diese Norm gibt Hinweise zur Berücksichtigung des Schallschutzes bei der städtebaulichen Planung und richtet sich an Gemeinden, Städteplaner, Architekten und Bauaufsichtsbehörden. Sie gilt jedoch nicht als verbindliche Vorgabe im Rahmen von Genehmigungsverfahren (Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg 2018). Für Wochenendhausgebiete und Ferienhausgebiete liegen die schalltechnischen Orientierungswerte bei 50 dB tags und 40 dB bzw. 35 dB nachts. Für Campingplatzgebiete wird ein Orientierungswert von 55 dB am Tag 45 dB bzw. 40 dB in der Nacht angegeben.

Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete und Campingplätze werden in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Zudem wird zu diesen Gebieten analog zum Ansatz für Wohngebäude im Außenbereich ein Abstandsbereich von 500 m angesetzt, der ebenfalls ausgeschlossen wird. Die hierzu verwendeten Datensätze „Wochenend- und Ferienhausfläche“ und „Campingplätze“ stammen aus der Objektart „AX\_SportFreizeitUndErholungsflaeche“ des Basis DLM.

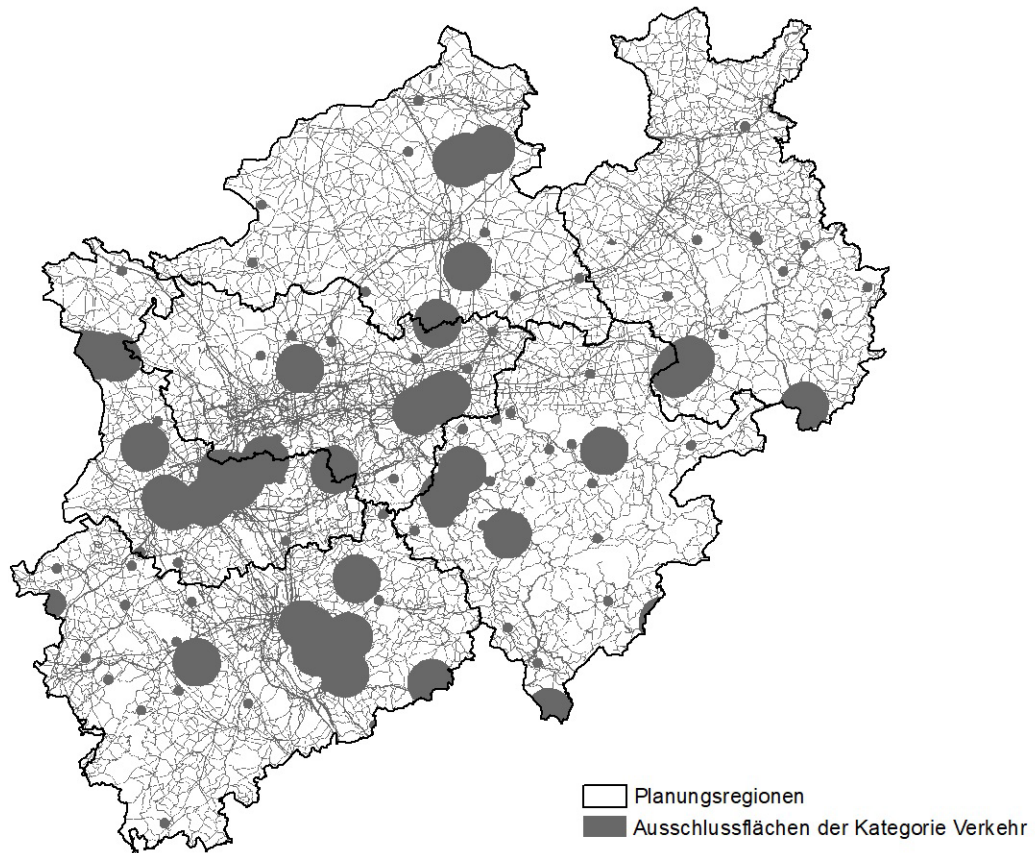
## 3.2 Verkehr

In der Kategorie Verkehr werden verschiedene Kriterien der Flächenanalyse zusammengefasst, neben Straßen- und Schienenwegen betrifft dies auch die Belange der zivilen Luftfahrt (Tabelle 6). Durch die Ausschlusskriterien der Kategorie Verkehr werden in Summe 31 % der Fläche Nordrhein-Westfalens in der Analyse ausgeschlossen (Abbildung 2).

**Tabelle 6:** Ausschlusskriterien Kategorie Verkehr

Ausschlusskriterien	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Bundesautobahnen inkl. Abstand (Anbauverbotszone + Rotor)	115 m (40 m + 75 m)
Bundesstraßen inkl. Abstand (Anbauverbotszone + Rotor)	95 m (20 m + 75 m)
Landes- und Kreisstraßen inkl. Abstand (Anbaubeschränkungszone + Rotor)	95 m (20 m + 75 m)
Bahnstrecken inkl. Abstand (Schutzstreifen + Rotor)	95 m (20 m + 75 m)
elektrifizierte Bahnstrecken inkl. Abstand (Schutzstreifen + Rotor)	175 m (100 m + 75 m)
Flughäfen und Flugplätze	
Bauschutzbereiche um Flughäfen und Flugplätze	Verkehrsflughäfen: 4.000 m Verkehrslandeplätze, Sonderlandeplätze, UL-Sonderlandeplätze, Segelflugplätze: 1.500 m
Anlagenschutzbereiche Flugsicherung	7.000 m





**Abbildung 2:** Ausschlussflächen Kategorie Verkehr

### **Bundesautobahnen, Bundesstraßen**

Nach § 9 Absatz 1 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) dürfen WEA längs von Bundesfernstraßen in einer Entfernung bis zu 40 m bei Bundesautobahnen und bis zu 20 m bei Bundesstraßen nicht errichtet werden (Anbauverbotszone). Darüber hinaus ist für die Errichtung von Windenergieanlagen längs von Bundesautobahnen in einer Entfernung bis zu 100 m und längs der Bundesstraßen in einer Entfernung von bis zu 40 m gemäß § 9 Absatz 2 FStrG die Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde bzw. des Fernstraßen-Bundesamtes erforderlich (Anbaubeschränkungszone). Die Zustimmung darf dabei nur versagt werden, wenn dies aus Gründen der Sicherheit oder Leichtigkeit des Verkehrs, der Ausbauabsichten oder der Straßenbaugestaltung notwendig ist (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018).

In der Flächenanalyse werden die Anbauverbotszonen an Bundesautobahnen und Bundesstraßen ausgeschlossen. Zusätzlich wird eine Rotorlänge (75 m) als Abstandsbereich ebenfalls ausgeschlossen, damit auch die Rotoren potenzieller WEA innerhalb der identifizierten Potenzialflächen nicht in die Anbauverbotszonen hineinragen. Somit wird insgesamt um Bundesautobahnen zum äußeren Rand der Fahrbahn auf beiden Seiten ein Bereich von 115 m ausgeschlossen, bei Bundesstraßen ein Bereich von 95 m zu beiden Seiten.

Aufgrund der in § 2 EEG festgeschriebenen besonderen Bedeutung der erneuerbaren Energien, die als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen einzubringen sind, werden die Anbaubeschränkungszonen in der landesweiten Flächenanalyse nicht ausgeschlossen. Hier sind die Möglichkeiten zur Errichtung von Windenergieanlagen im Einzelfall zu prüfen.

### **Landes- und Kreisstraßen**

Gemäß § 25 Absatz 1 Straßen- und Wegegesetz des Landes Nordrhein-Westfalen (StrWG NRW) bedarf es bei der Errichtung von WEA im Genehmigungsverfahren der Zustimmung der Straßenbaubehörde, wenn sie längs von Landes- und Kreisstraßen in einer Entfernung bis zu 40 m errichtet werden. Die Zustimmung darf dabei nur versagt werden, wenn eine konkrete Beeinträchtigung der Sicherheit oder Leichtigkeit des Verkehrs zu erwarten ist oder Ausbaupläne sowie Straßenbaugestaltung dies erfordern. Es handelt sich hierbei also nicht um einen kategorischen Ausschluss für die Errichtung von Windenergieanlagen. Vor dem Hintergrund der besonderen Bedeutung der erneuerbaren Energien (§ 2 EEG) wird in der Flächenanalyse daher davon abgesehen, Bereiche in einer Entfernung von 40 m zu Landes- und Kreisstraßen auszuschließen.

Um auf der anderen Seite aber auch die Anforderungen zu berücksichtigen, die sich aus den Zielen der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs ergeben, werden Landes- und Kreisstraßen in der Flächenanalyse wie Bundesstraßen behandelt und ein Ausschlussbereich von jeweils 20 m zum Fahrbahnrand angesetzt. Zudem wird auch hier ein zusätzlicher Abstandsbereich von 75 m (entspricht in etwa einer Rotorlänge) ausgeschlossen. Somit wird in der Flächenanalyse insgesamt ein Bereich von 95 m zu beiden Fahrbahnrändern von Landes- und Kreisstraßen ausgeschlossen.

### **Bahnstrecken**

Bahnstrecken werden in der Flächenanalyse differenziert bewertet. Zu elektrifizierten Bahnstrecken wird ein Abstandsbereich von insgesamt 175 m zu beiden Seiten ausgeschlossen. Dieser Abstand setzt sich zusammen aus einem Schutzstreifen von 100 m (analog zum Vorgehen bei Freileitungen, siehe Kapitel 3.3) und der Länge eines typischen Rotorblattes (75 m), damit auch bei ungünstiger Stellung die Blattspitze des Rotors potenzieller Anlagen nicht in den Schutzstreifen der Oberleitungen ragt. Sonstige Bahnstrecken (ohne Oberleitungen) werden in Ermangelung verbindlicher rechtlicher Vorgaben wie Bundesstraßen bzw. Landes- und Kreisstraßen behandelt und ein Abstandsbereich von 95 m zu beiden Seiten der Bahnstrecke ausgeschlossen.

### **Flughäfen und Flugplätze**

Die baulichen Anlagen von Flughäfen und Flugplätzen werden auf Grund der tatsächlichen Nutzung, die mit der Errichtung von Windenergieanlagen in der Regel nicht vereinbar ist, in der Flächenanalyse ausgeschlossen.

## **Bauschutzbereiche um Flughäfen und Flugplätze**

Bauschutzbereiche dienen der Hindernisüberwachung für Flughäfen und Flugplätze. Dies betrifft die Frage, ob Bauwerke, wie z. B. Windenergieanlagen, als physische Luftfahrthindernisse ein Kollisionsrisiko und somit eine Gefahr für den Flugbetrieb darstellen. In Bauschutzbereichen steht die Errichtung von Bauwerken unter einem luftrechtlichen Genehmigungs- bzw. Zustimmungsvorbehalt, es handelt sich jedoch nicht um ein generelles Bauverbot. Die Vorschriften zu Bauschutzbereichen sind in den §§ 12 – 18 Luftverkehrsgesetz (LuftVG) geregelt.

Grundsätzlich benötigen alle Bauwerke, die eine Höhe von 100 m über Grund überschreiten, auch außerhalb von Bauschutzbereichen im Genehmigungsverfahren die Zustimmung der Luftfahrtbehörde. Bei den aktuell üblichen Anlagenhöhen ist also in der Regel von einer potenziellen Betroffenheit des Luftverkehrs auszugehen. Außerhalb der Flugplatzbereiche ist aber meist eine Vereinbarkeit mit den Vorschriften der §§ 12 – 18 Luftverkehrsgesetz zu erreichen (u. a. durch Kennzeichnung der WEA als Luftfahrthindernisse) (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018).

Bei der Genehmigung von Windenergieanlagen im Umfeld von Flughäfen und Landeplätzen sind verschiedene Faktoren individuell und im Einzelfall zu prüfen, beispielsweise die Lage potenzieller WEA in Bezug auf die jeweiligen An- und Abflugsektoren oder weitere lokale Besonderheiten. Da zu diesen Aspekten jedoch keine landesweit einheitlichen Geodaten vorliegen, müssen die Bauschutzbereiche in der Flächenanalyse mittels möglichst sachgerechter Abstandsbereiche im Umkreis von Flughäfen und Landeplätzen pauschal berücksichtigt werden. Die angesetzten Abstandsbereiche sollen einerseits die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien nach § 2 EEG berücksichtigen, andererseits aber auch die besonderen Anforderungen und die Bedeutung der Luftverkehrssicherheit. Nach Rücksprache mit der Bezirksregierung Düsseldorf, Dezernat Luftsicherheit, werden in der Flächenanalyse Bereiche im Umkreis von 4 km um die Verkehrsflughäfen und den Verkehrslandeplatz Mönchengladbach ausgeschlossen. Bereiche im Umkreis von 1,5 km um sonstige Verkehrslandeplätze, Sonderlandeplätze, UL-Sonderlandeplätze und Segelflugplätze werden ebenfalls ausgeschlossen. Die angesetzten Radien basieren auf den gesetzlichen Vorschriften des LuftVG sowie internationalen und nationalen technischen Regelwerken.

## **Anlagenschutzbereiche Flugsicherung**

Nach § 18a Luftverkehrsgesetz dürfen WEA nicht errichtet werden, wenn davon mögliche Störwirkungen auf Navigations- und Radaranlagen der Flugsicherungsorganisationen ausgehen. Diese Flugsicherungseinrichtungen wie z. B. UKW-Drehfunkfeuer sind ein Bestandteil der Luftfahrt-Navigationsinfrastruktur und dienen dem sicheren und effizienten Betrieb von Luftfahrzeugen. Bauwerke und insbesondere Windenergieanlagen können einen Einfluss auf die Ausbreitung der elektromagnetischen Funkwellen der Anlagen und die Genauigkeit der Positionsbestimmung der Luftraumnutzer haben. Ob durch Windenergieanlagen eine unzulässige Störung vorliegt, entscheidet das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) im Einzelfall aufgrund einer gutachterlichen Stellungnahme der Deutschen Flugsicherung (DFS), die im Auftrag des Bundes Flugsicherungsaufgaben wahrnimmt.

In Deutschland galt in der Vergangenheit grundsätzlich ein Schutzbereich von 15 km, in dem im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine Überprüfung des Störpotenzials durch die

DFS im Auftrag des BAF erfolgte. Bei diesen Anlagenschutzbereichen handelt es sich um Prüfbereiche, die Errichtung von Windenergieanlagen ist jedoch nicht kategorisch ausgeschlossen und abhängig vom Einzelfall. Im Jahr 2018 wurde von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) das Projekt „WERAN plus“ gestartet mit dem Ziel, eine verbesserte Prognosemethode zur Einschätzung der Störwirkung von WEA zu entwickeln. Die Ergebnisse dieses Projektes liegen seit November 2019 vor und führten zu Anpassungen der Prognosemethode, deren neue Fassung seit dem 1. Juni 2020 Anwendung findet.

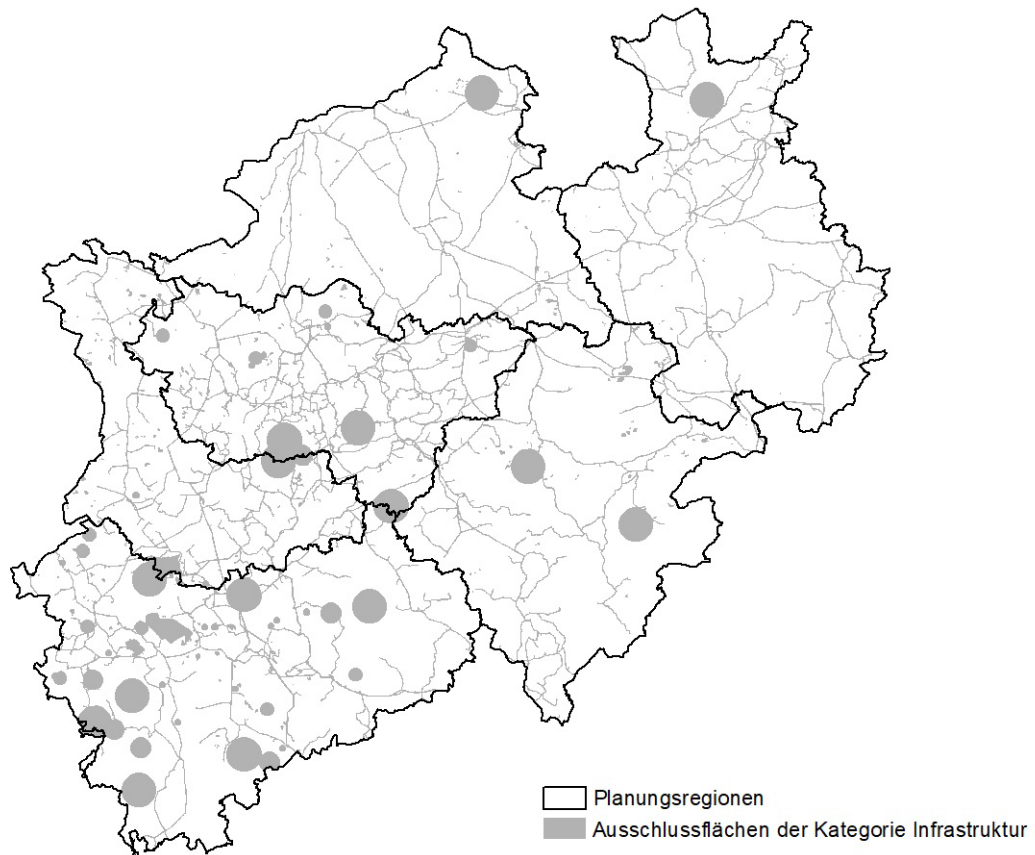
Im Ergebnis schlug die PTB vor, die Anlagenschutzbereiche der DVOR (VOR = Very High Frequency Omnidirectional Radio Range, DVOR = Doppler-VOR) von 15 auf 7 km zu reduzieren. Die DFS prüfte im Anschluss individuell für alle DVOR in Deutschland, ob betriebliche Gründe einer Reduzierung entgegenstehen, die Überprüfung wurde durch das BAF begleitet. Für alle DVOR in NRW konnte letztlich der Anlagenschutzbereich auf 7 km reduziert werden (BAF 2023). Die Reduzierung gilt nicht für konventionelle VOR (CVOR), diese sollen jedoch bis zum Jahr 2030 zu DVOR umgerüstet oder abgebaut werden (FA Wind 2023 A). Zudem gibt es auch für CVOR eine neue Berechnungsformel, durch die eine höhere Zustimmungsquote absehbar ist. In der Flächenanalyse werden daher Bereiche im Umkreis von 7 km um Flugsicherungseinrichtungen ausgeschlossen.

### 3.3 Infrastruktur

Neben dem Verkehr gibt es noch weitere Bereiche und Anlagen der Infrastruktur, die die Flächenverfügbarkeit für den Windenergieausbau einschränken können (Tabelle 7). Die in der Flächenanalyse ausgeschlossenen Bereiche und Kriterien der Kategorie Infrastruktur machen insgesamt 12 % der Landesfläche Nordrhein-Westfalen aus (Abbildung 3).

**Tabelle 7:** Ausschlusskriterien Kategorie Infrastruktur

Ausschlusskriterien	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Abgrabungsbereiche (BSAB)	
Flächen des Braunkohletagebaus im Rheinischen Revier	
Freileitungen inkl. Abstand (Schutzstreifen + Rotor)	175 m (100 m + 75 m)
Seismologische Stationen inkl. Abstand	1.000 m / 2.000 m / 3.000 m / 5.000 m (differenziert nach Stationen)
Wetterradare des DWD inkl. Abstand	5.000 m



**Abbildung 3:** Ausschlussflächen Kategorie Infrastruktur

### Abgrabungsbereiche (BSAB)

Bereiche für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze (BSAB, Abgrabungsbereiche) werden als Ziele der Raumordnung in der Regionalplänen festgelegt, um Flächen für den oberirdischen Abbau von Rohstoffvorkommen zu sichern. Im Einzelfall ist für die Windenergienutzung eine vorübergehende Inanspruchnahme von langfristig gesicherten Flächen oder eine Nachfolgenutzung von nicht mehr genutzten Abgrabungsbereichen möglich, zudem sind die zuständigen Planungsträger nach § 249 Absatz 5 BauGB bei der Ausweisung von Windenergiegebieten an entgegenstehende Ziele der Raumordnung nicht gebunden, soweit dies erforderlich ist, um die Flächenbeitragswerte gemäß WindBG zu erreichen.

Auf Grund der tatsächlichen Nutzung (z. B. Sand- und Kiesabbau) kommt die Errichtung von Windenergieanlagen in Abgrabungsbereichen allerdings regelmäßig nicht in Betracht. Im Sinne einer möglichst realistischen Ermittlung der Flächenpotenziale werden die BSAB daher in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Sofern in den Planungsregionen Regionalpläne in Neuaufstellung vorliegen, die zum Stand Ende 2022 im Beteiligungsverfahren sind oder waren, werden als Datengrundlage die Entwurfsflächen herangezogen. Reservegebiete für den Abbau nichtenergetischer Bodenschätze, die als Grundsätze der Raumordnung (Vorbehaltsgebiete) in den Regionalplänen festgelegt werden können, werden nicht ausgeschlossen. Entsprechend der Maßgaben des LEP zur Rohstoffsicherung soll durch die Festlegung

von BSAB landesweit bereits ausreichend Vorsorge für die Belange der Rohstoffsicherung gewährleistet werden.

### **Flächen des Braunkohletagebaus im Rheinischen Revier**

Der Abbau der Braunkohle im Rheinischen Revier soll im Jahr 2030 beendet werden (Bundesregierung 2023). Bis dahin und zum Teil auch über diesen Zeitpunkt hinaus stehen viele Flächen des Braunkohletagebaus nicht für die Windenergienutzung zur Verfügung. In der Analyse werden alle Flächen ausgeschlossen, die mindestens bis zum Jahr 2032 voraussichtlich nicht für eine Folgenutzung und die Errichtung von Windenergieanlagen zur Verfügung stehen werden. Dies betrifft neben den Flächen, auf denen in den kommenden Jahren noch Braunkohle abgebaut wird, den geplanten Tagebaurestseen und weiteren Rekultivierungsflächen auch Bereiche, bei denen erforderliche Liege- und Setzungszeiten berücksichtigt werden müssen (z. B. sogenanntes „östliches Restloch“, Sophienhöhe).

### **Freileitungen**

Bei der Planfeststellung von Stromleitungen mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr nach §§ 43 ff. Energiewirtschaftsgesetz wird anhand technischer Regelwerke und auf der Grundlage der Antragsunterlagen ein Schutzstreifen festgelegt. Dieser ist grundsätzlich von anderer Bebauung freizuhalten. Die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen ist innerhalb dieses Schutzstreifens in der Regel nicht möglich (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018). Zudem ist sicherzustellen, dass die Blattspitze des Rotors nicht in den Schutzstreifen von Freileitungen hineinragt. In der Flächenanalyse dieser Studie wird pauschal ein Schutzstreifen auf beiden Seiten von Freileitungen vom 100 m angenommen und ausgeschlossen. Zudem wird ein Abstandsbereich von 75 m (eine Rotorlänge) zu diesen Schutzstreifen ebenfalls ausgeschlossen.

### **Seismologische Stationen**

Seismologische Stationen messen Erdbewegungen für die Erdbebenforschung und können sowohl vom Bau als auch vom Betrieb von Windenergieanlagen gestört werden. Zuständig für die Erdbebenüberwachung und die Bewertung der Erdbebengefährdung in NRW ist der Geologische Dienst des Landes Nordrhein-Westfalen (GD NRW). Zudem besteht auch eine wissenschaftliche Erdbebenerfassung durch Stationen von Hochschulen, insbesondere der Universitäten Köln und Bochum, und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

Der Geologische Dienst und die Hochschulen sind als Stationsbetreiber in Planungs- und Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen in einem Umkreis um ihre Messstationen, in dem Beeinträchtigungen möglich sind, zu beteiligen. Diese Beteiligungsradien sind für die jeweiligen seismologischen Stationen differenziert zu betrachten, da sich die Stationen z. B. in ihrer Funktionsfähigkeit, ihrer Lage auf Fest- oder Lockergestein sowie ihrer genauen Aufgabe unterscheiden. Die Stellungnahmen der Stationsbetreiber sind im Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen zu berücksichtigen. Dabei ist im Einzelfall zu prüfen, ob eine Störung der Funktionsfähigkeit einer seismologischen Station durch den Betrieb einer Windenergieanlage

zu erwarten ist, und ob diese gegebenenfalls ein Gewicht erreicht, dass sie der Genehmigung einer Windenergieanlage entgegensteht.

In Absprache mit dem Geologischen Dienst NRW werden die individuellen Anforderungen der Stationen sowie der bestehende Untergrund bei der Bewertung von Ausschlussflächen berücksichtigt. Die angesetzten Werte wurden gemeinsam von der Erdbebenstation Bensberg, der Ruhr-Universität Bochum, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), der BGR und dem GD NRW erarbeitet. Als Grundlage hierfür dient Tabelle 4 aus dem KIT-Prognosetool (Ritter 2021), welches für den GD NRW in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen maßgeblich ist. In dem Bericht werden die Rauschverhältnisse an den seismologischen Messstationen in NRW in den Jahren 2018 und 2019 beschrieben und als Ergebnis der Berechnungen mit dem Prognosetool Schutzradien für seismologische Messstationen vorgeschlagen. Diese Radien variieren je nach Bedeutung der Stationen (Kategorie 1 - 3) und dem geologischen Untergrund (b-Wert) zwischen 1,5 km und 3,5 km. Die Schutzradien beziehen sich dabei auf einzelne WEA mit einer Leistung von 5 MW.

Im Zuge des Ausbaus der Windenergie ist jedoch davon auszugehen, dass moderne Anlagen mit einer Nennleistung von häufig mehr als 5 MW sowie in der Regel Windparks anstelle von Einzelanlagen errichtet werden. Dies wird bei der Festlegung von Ausschlussflächen in der Flächenanalyse Windenergie NRW berücksichtigt. Die angesetzten Radien, die dabei um seismologische Stationen ausgeschlossen werden, sind in Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8:** Bewertung von Ausschlussradien um seismologische Stationen in NRW

Kategorie	Untergrund / b-Wert	Ausschlussradius
1	1 (festgesteinsartiger Untergrund)	5 km
1	2 (nichtverfestigte Gesteine)	2 km
2	1 (festgesteinsartiger Untergrund)	3 km
2	2 (nichtverfestigte Gesteine)	2 km
3	-	1 km

In der Flächenanalyse werden somit stationsspezifische Abstandsbereiche im Umkreis der seismologischen Stationen von 1 km, 2 km, 3 km oder 5 km ausgeschlossen. Die konkret angesetzten Ausschlussradien der jeweiligen seismologischen Stationen in NRW sind in Anhang A 1 tabellarisch aufgeführt.

### **Weterradare des DWD inkl. Abstand**

Die Weterradare des Deutschen Wetterdienstes (DWD) dienen der Wetterüberwachung und damit auch Unwetterwarnungen. Wenn Windenergieanlagen wegen ihrer Höhe in die von den Wetterradersystemen beobachtete Atmosphäre hineinragen, können Abschattungen und Reflexionen die Messwerte beeinflussen. Unter Bezugnahme auf internationale Richtlinien der World Meteorological Organization (WMO) hat der DWD bislang einen Anlagenschutzbereich von 15 Kilometern gefordert (FA Wind 2023 B). In diesen Bereichen wird der DWD im Rahmen von Genehmigungsverfahren beteiligt. Zur Zulässigkeit von Windenergieanlagen im Umkreis von Wetterradares bestehen allerdings keine verbindlichen rechtlichen Restriktionen. Im März 2023 gab der DWD bekannt, dass zukünftig Windenergieanlagen ab einer Entfernung von 5

km zu Wetterradaren akzeptiert werden, um den Zielen des Windenergie-an-Land-Gesetzes Rechnung zu tragen (DWD 2023). In der Flächenanalyse wird entsprechend ein Abstandsbereich im Umkreis von 5 km um den Standort des Wetterradars in Essen ausgeschlossen.

### 3.4 Militärische Belange

Militärische Interessen können der Errichtung von Windenergieanlagen entgegenstehen, beispielsweise wegen der Auswirkungen auf militärische funk- und radartechnische Einrichtungen oder die Flugsicherheit. Der in § 2 EEG bestimmte Vorrang von erneuerbaren Energien in den jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen gilt ausdrücklich nicht gegenüber den Belangen der Landes- und Bündnisverteidigung. In der Flächenanalyse werden insgesamt 5 % der Landesfläche auf Grund der in Tabelle 9 aufgeführten Kriterien ausgeschlossen. Da Informationen über militärische Nutzungen sensible Daten enthalten können, wird auf eine kartografische Darstellung der Ausschlussflächen aus dieser Kategorie verzichtet.

**Tabelle 9:** Ausschlusskriterien Kategorie militärische Belange

Ausschlusskriterien	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Liegenschaftsflächen der Truppenübungsplätze der Gaststreitkräfte inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Bauschutzbereiche militärischer Flugplätze	
Radaranlagen der Luftverteidigung inkl. Abstand	5.000 m
Hubschraubertiefflugstrecken inkl. Abstand (Rotor)	75 m

#### Liegenschaftsflächen der Truppenübungsplätze der Gaststreitkräfte

Der Truppenübungsplatz Senne liegt nördlich von Paderborn und wird aktiv von den britischen Streitkräften genutzt. Dieser Bereich wird daher inklusive eines Abstandsbereichs von 75 m in der Flächenanalyse ausgeschlossen.

#### Bauschutzbereiche militärischer Flugplätze

Bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen sind neben den Bauschutzbereichen ziviler Flughäfen und Landeplätze auch die Bauschutzbereiche militärischer Flugplätze zu beachten. Die Verwaltungszuständigkeiten innerhalb dieser Bauschutzbereiche werden nach § 30 Absatz 2 LuftVG durch Dienststellen der Bundeswehr wahrgenommen. Die Bauschutzbereiche der militärisch genutzten Flugplätze in Nörvenich, Geilenkirchen und Rheine wurden durch das Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr als Geodatensatz zur Verfügung gestellt und in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Zudem liegen auch Teile vom Bauschutzbereich des Heeresflugplatzes Bückeburg (Niedersachsen) in Nordrhein-Westfalen, diese Flächen werden ebenfalls ausgeschlossen.



## **Radaranlagen der Luftverteidigung**

Die Radaranlagen der Luftverteidigung werden im Rahmen der Bündnisverpflichtungen betrieben und sind von besonderer Bedeutung. Windenergieanlagen können die Radaranlagen der Luftverteidigung beeinträchtigen, wenn sie in den Erfassungsbereich der Radaranlagen hineinragen (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018). In NRW existieren entsprechende Anlagen in den Gemeinden Brakel, Erndtebrück und Uedem.

Das Bundesministerium der Verteidigung hat Schutzbereiche um die Radaranlagen der Luftverteidigung in NRW angeordnet und ortsüblich bekannt gemacht. Innerhalb dieser Schutzbereiche, die sich auf einen Umkreis von 5 km um die Radaranlagen erstrecken, untersteht nach § 3 Schutzbereichsgesetz (SchBerG) die Errichtung aller baulichen Anlagen dem Genehmigungsvorbehalt der Schutzbereichsbehörde (BAIUDBw, untere Behörden der Bundeswehrverwaltung). Das sich anschließende Interessengebiet erstreckt sich im Umkreis von 5 km bis 50 km zu den Radaranlagen, auch in diesem Gebiet werden Bauvorhaben im Einzelfall durch Fachdienststellen der Bundeswehr geprüft (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018). In der Flächenanalyse wird ein Bereich im Umkreis von 5 km um die Radaranlagen der Luftverteidigung ausgeschlossen. Auch über diesen Abstandsbereich hinaus können Beeinträchtigungen durch die Errichtung von WEA entstehen. Dies ist im Einzelfall zu prüfen.

## **Hubschraubertiefflugstrecken**

Hubschraubertiefflugstrecken sind Bereiche, die mit hohen Geschwindigkeiten bis herab zu einer Höhe von 10 m über Grund befliegen werden, teilweise auch im Schwarm und mit Außenlasten. Die Durchführung von Tiefflügen dient dem Verteidigungsauftrag der Bundeswehr und kann einen ungeschriebenen öffentlichen Belang darstellen, der der Errichtung von Windenergieanlagen als privilegierte Vorhaben im Außenbereich im Sinne von § 35 Absatz 3 Satz 1 BauGB entgegenstehen kann (MWIDE, MULNV, MHKBG 2018).

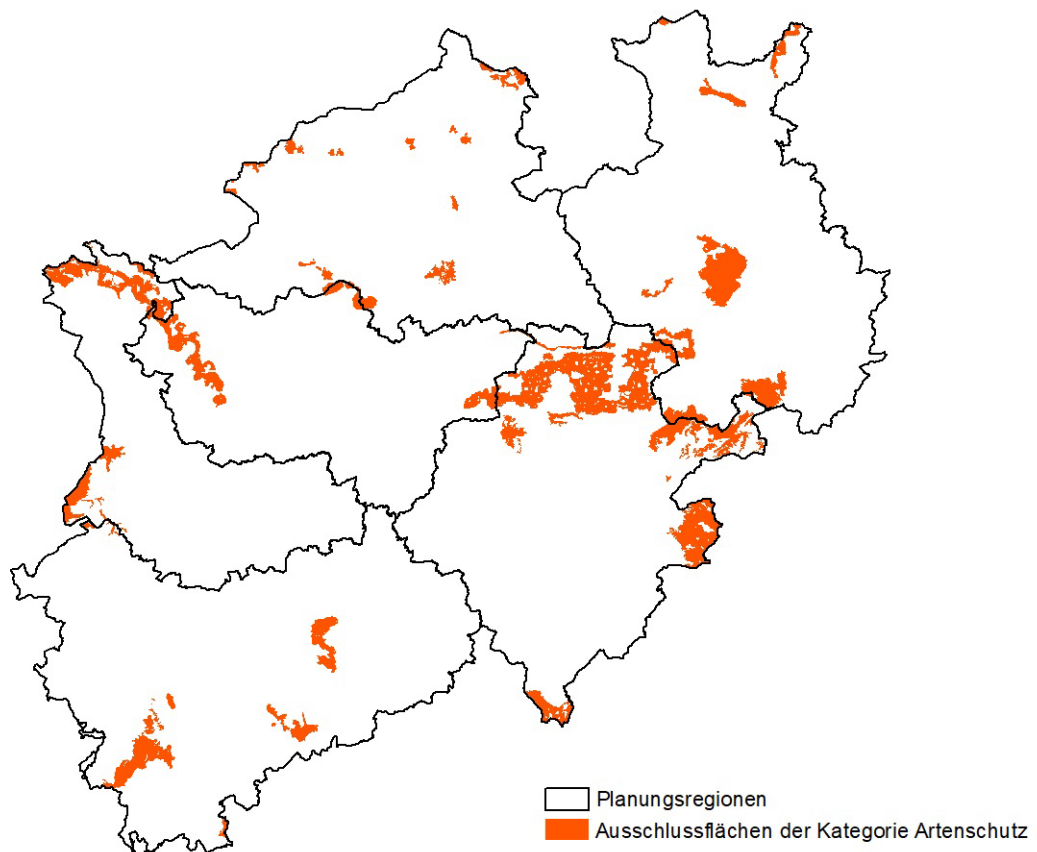
Hierbei handelt es sich in der Praxis nicht um einen kategorischen Ausschluss, so existieren derzeit in NRW auch Windenergieanlagen innerhalb der Hubschraubertiefflugstrecken. Es wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass die Errichtung von WEA in diesen Bereichen regelmäßig möglich ist. Im Sinne einer möglichst realistischen Potenzialermittlung werden die Hubschraubertiefflugstrecken daher in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Zusätzlich wird auch ein Abstandsbereich von 75 m (eine Rotorlänge) ausgeschlossen.

### 3.5 Artenschutz

Die Nutzung der Windenergie kann zu Konflikten mit dem Artenschutz führen, insbesondere, weil es durch die Rotorbewegung zu Tötungen von Vögeln und Fledermäusen kommen kann. Um diesem Umstand besonders Rechnung zu tragen, wurde bei der Flächenanalyse Windenergie NRW der Fachbereich 24 des LANUV (Artenschutz, Vogelschutzwarte, LANUV-Artenschutzzentrum) in die Bewertung von sachgerechten Ausschlusskriterien für die landesweite Flächenanalyse einbezogen. Im Ergebnis werden in dieser Untersuchung die Vogelschutzgebiete des NATURA 2000-Netzes sowie drei derzeit diskutierte neue Vogelschutzgebiete, die den Status von faktischen Vogelschutzgebieten aufweisen, als Ausschlusskriterium für die Windenergienutzung betrachtet (Tabelle 10). Zusätzlich wird zu diesen Gebieten ein Abstandsbereich von 75 m (entspricht einer Rotorlänge) ausgeschlossen. Dies betrifft insgesamt ca. 6 % der Landesfläche Nordrhein-Westfalens (Abbildung 4).

**Tabelle 10:** Ausschlusskriterium Kategorie Artenschutz

Ausschlusskriterium	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Vogelschutzgebiete (VSG) inkl. Abstand (Rotor)	75 m



**Abbildung 4:** Ausschlussflächen Kategorie Artenschutz

## Vogelschutzgebiete

Für die Identifikation der artenschutzrechtlich relevanten Restriktionsräume als Grundlage für die Landes- und Regionalplanung ist der Ausgangspunkt die Liste der WEA-empfindlichen Arten im Leitfaden "Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen" (MULNV, LANUV 2017). Insgesamt wurden über den Leitfaden NRW 46 Brut- und Rastvogelarten sowie acht Fledermaus-Arten als WEA-empfindlich festgelegt. 29 Vogelarten sind im Anhang 1 der EU-Vogelschutzrichtlinie gelistet, zehn Arten sind als wandernde Vogelarten nach Artikel 4 (2) EU-Vogelschutzrichtlinie ebenfalls eine Begründung für die Ausweisung von EU-Vogelschutzgebieten. Mit sieben Arten (neben Grauammer und Waldschnepfe fünf Möwenarten) sind auch Vogelarten als WEA-empfindlich eingestuft, die nicht zu diesen beiden Kategorien gehören.

Zwei Drittel der WEA-empfindlichen Vogelarten in NRW (67 %) besitzen einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt in den EU-Vogelschutzgebieten in Nordrhein-Westfalen. Sie kommen dort mit mehr als 50 Prozent des gesamten Rast- oder Brutbestandes vor. Mehr als die Hälfte der WEA-empfindlichen Vogelarten in NRW (52 %) kommt sogar fast ausschließlich (mit mehr als 75 % des Gesamtbestandes in NRW) in den EU-Vogelschutzgebieten vor. Ein knappes Viertel der Arten (24 %) sind in NRW weiterverbreitet (Kaiser, Jöbges 2022).

Im Rahmen der Regionalplanung sollen landesweit und regional bedeutsame Vorkommen von FFH-Anhang IV-Arten oder europäischen Vogelarten bei raumwirksamen Planungen auch außerhalb von Schutzgebieten besonders berücksichtigt und nach Möglichkeit erhalten werden. Im Rahmen der Regionalplanung sind Interessenkonflikte mit „verfahrenskritischen Vorkommen“ dieser Arten möglichst durch die Wahl von Alternativen zu vermeiden. „Verfahrenskritisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass in den späteren Planungs- und Zulassungsverfahren möglicherweise keine artenschutzrechtliche Ausnahme nach § 45 Absatz 7 BNatSchG erteilt werden darf. Hierbei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass in den späteren Planungs- und Zulassungsverfahren eine Ausnahme aufgrund geeigneter Vermeidungsmaßnahmen ggf. nicht erforderlich sein wird (z. B. durch Optimierung der Flächenzuschnitte im Plangebiet oder Umsetzung von Vermeidungs- und vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen). Diese Prüfschritte werden in den nachgelagerten Planungs- und Zulassungsverfahren im Rahmen einer Artenschutzprüfung für sämtliche durch das Vorhaben betroffenen WEA-empfindlichen Arten durchgeführt (MULNV, LANUV 2017).

Im Leitfaden "Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen" werden zwanzig Vogelarten benannt, die aufgrund der damaligen Einschätzung als verfahrenskritisch (entweder auf der ganzen Landesfläche oder aber in einer der beiden biogeographischen Regionen in NRW) eingestuft wurden. Mit den Regelungen im § 2 EEG, wonach erneuerbare Energien im überragenden öffentlichen Interesse sind und der öffentlichen Sicherheit dienen, ist die Ausnahmemöglichkeit für Vogelarten deutlich ausgeweitet worden. Auch bietet die aktuelle Fassung des Methodenhandbuchs Artenschutzprüfung NRW mehr wirksame, geeignete Vermeidungsmaßnahmen inklusive vorgezogener Ausgleichsmaßnahmen als bislang. Nicht zuletzt werden durch die Änderungen im § 45b Absatz 6 BNatSchG weitere fachlich anerkannte Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung von Vogelkollisionen benannt. Vor diesem Hintergrund ist die Liste der verfahrenskritischen Vogelarten kritisch zu hinterfragen. Nach Prüfung durch das LANUV verbleiben aktuell noch folgende zehn Arten mit möglicherweise verfahrenskritischen Vorkommen:

- Bekassine (Brutvorkommen zu 100% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Fischadler (bislang kein Brutvorkommen in NRW)
- Haselhuhn (Brutvorkommen kontinentale Region zu 100% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Kornweihe (unregelmäßige Brutvorkommen atlantische Region)
- Rohrdommel (Brutvorkommen atlantische Region zu 100% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Rotschenkel (Brutvorkommen atlantische Region zu 100% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Schwarzkopfmöwe (Brutvorkommen atlantische Region zu 100% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Singschwan (Rastvorkommen atlantische Region zu > 80% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Uferschnepfe (Brutvorkommen atlantische Region zu > 80% in den EU-Vogelschutzgebieten)
- Zwergdommel (Brutvorkommen atlantische Region zu 100% in den EU-Vogelschutzgebieten)

Für alle diese Vogelarten mit möglicherweise verfahrenskritischen Vorkommen gilt, dass sie über die EU-Vogelschutzgebiete vollständig abgedeckt sind oder in NRW keine bzw. nur unregelmäßige Vorkommen besitzen. Letztere können planerisch sinnvollerweise keine Berücksichtigung finden.

Aufgrund der großflächigen Betrachtungsräume sind für die Raumordnung in NRW keine abschließenden Aussagen zu den betriebsbedingten Auswirkungen auf WEA-empfindliche Fledermäuse möglich. Des Weiteren können artenschutzrechtliche Konflikte mit Fledermäusen im Regelfall durch geeignete Abschalt Szenarien gelöst werden. Aus diesen Gründen ist eine Befassung mit Fledermäusen in diesem Kontext nicht weiter erforderlich. Die Bewältigung der artenschutzrechtlichen Sachverhalte bezüglich der Fledermäuse ist auf nachgelagerter Ebene spätestens im Genehmigungsverfahren abschließend zu klären. Unter den Fledermäusen gibt es aus diesem Grunde auch keine verfahrenskritischen Vorkommen, die auf der Ebene der Landes- oder Regionalplanung Berücksichtigung finden müssten.

Aus den Ausführungen ergibt sich für die Flächenanalyse Windenergie NRW ein artenschutzrechtlicher Restriktionsbereich, der sich auf die EU-Vogelschutzgebiete (inklusive der derzeit diskutierten und sich im Status von faktischen Vogelschutzgebieten befindlichen drei neuen Vogelschutzgebiete im "Nationalpark Eifel", "Erweiterung EU-VSG Schwalm-Nette" sowie "Diemel- und Hoppecketal") beschränken kann. Außerhalb dieser Kulisse werden zukünftige WEA-Planungen und Genehmigungen im Regelfall eine Artenschutzprüfung durchführen und die Artenschutzaspekte auf diese Art und Weise abarbeiten können. Pufferzonen um die Schutzgebiete sind aus Sicht des LANUV für die artenschutzrechtlichen Betrachtungen nicht erforderlich.

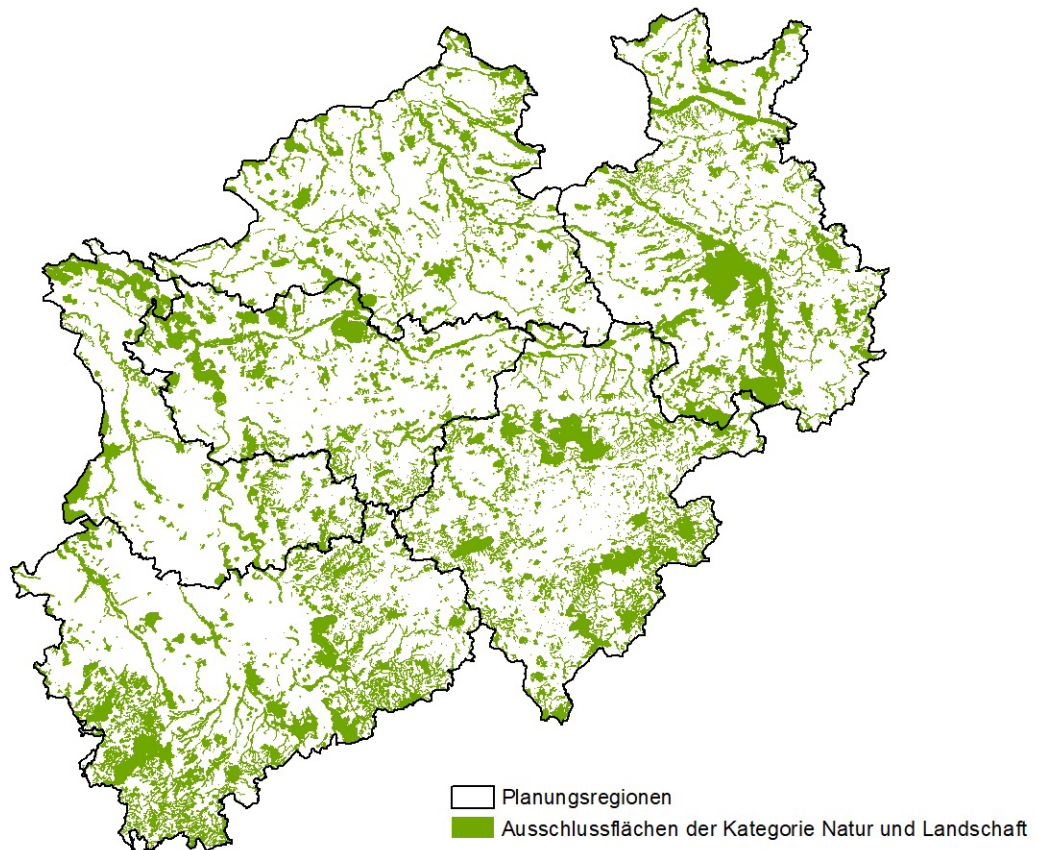
Außerhalb der Kulisse der EU-Vogelschutzgebiete ergeben sich durch die Betrachtung der verfahrenskritischen Vorkommen keine weiteren Flächen, die sinnvollerweise mit betrachtet werden müssten. Auch eine Beschäftigung mit weiteren Flächenkategorien (z. B. Ramsar, IBA) kann in NRW entfallen. Die WEA-empfindlichen Arten sind über die EU-Vogelschutzgebiete abgedeckt und in diesen weiteren Flächenkategorien werden z. B. Vorkommen vieler Arten betrachtet, die nicht zu den WEA-empfindlichen Arten in NRW gehören und folglich bei WEA-Planungen und Genehmigungen nicht berücksichtigt werden müssen.

### 3.6 Natur und Landschaft

Die Belange von Natur und Landschaft werden durch verschiedene gesetzliche Regelungen geschützt und bei der Planung von Windenergieanlagen regelmäßig auch im Rahmen von Umweltprüfungen berücksichtigt. Bei den im Folgenden beschriebenen Kriterien ergibt sich u. a. aus den allgemeinen gesetzlichen Zerstörungs-, Beschädigungs-, Beeinträchtigungs-, Veränderungs- oder Verschlechterungsverboten der Ausschluss in der Flächenanalyse (Tabelle 11). Durch die Ausschlusskriterien der Kategorie Natur und Landschaft werden insgesamt 50 % der Landesfläche in der Flächenanalyse ausgeschlossen (Abbildung 5).

**Tabelle 11:** Ausschlusskriterien Kategorie Natur und Landschaft

Ausschlusskriterien	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
Bereiche für den Schutz der Natur (BSN) inkl. Abstand (Rotor) (kein Ausschlusskriterium in erweiterter Potenzialbetrachtung, vgl. Kapitel 4.2)	75 m
Naturschutzgebiete (NSG) inkl. Abstand (Rotor)	75 m
FFH-Gebiete inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG	
Nationalparke inkl. Abstand (Rotor)	75 m
Nationale Naturmonumente inkl. Abstand (Rotor)	75 m



**Abbildung 5:** Ausschlussflächen Kategorie Natur und Landschaft

## **Bereiche für den Schutz der Natur (BSN)**

Bereiche für den Schutz der Natur (BSN) sind Ziele der Raumordnung, die in den Regionalplänen als Vorranggebiete festgelegt werden. Sie dienen dem Schutz der besonderen Funktionen für Natur und Landschaft. Nach Landesentwicklungsplan sind die BSN durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu erhalten und zu entwickeln (Ziel 7.2-2). Raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen, die diese Funktionen beeinträchtigen, sind in BSN in der Regel unzulässig. Bereiche zum Schutz der Natur überschneiden sich großräumig mit naturschutzrechtlichen Schutzgebietskategorien wie Naturschutzgebieten oder FFH-Gebieten, sind aber mit diesen nicht deckungsgleich.

Die BSN werden u. a. zur Sicherung von Flächen des Biotopverbundes mit herausragender Bedeutung („Verbundstufe I“) im Regionalplan ausgewiesen, der in NRW gleichzeitig die Funktion als Landschaftsrahmenplan erfüllt. Die Entwicklung eines Biotopverbundsystems ist nach den § 20 und § 21 BNatSchG ein grundlegendes Ziel des Naturschutzes. Der Biotopverbund dient der dauerhaften Sicherung von Populationen wildlebender Tiere und Pflanzen sowie der Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen. Besonders vor dem Hintergrund des Klimawandels ist die Biotopvernetzung eine wichtige Anpassungsstrategie im Naturschutz. Biotopverbundflächen der Stufe I stellen die fachliche Mindestkulisse des Netzes verbundener Biotope dar.

Die BSN werden in der Flächenanalyse daher in einem ersten Schritt als Ausschlusskriterium bewertet. Zudem wird ein Abstandsbereich von 75 m um die BSN ebenfalls ausgeschlossen, um dem Rotor-out-Ansatz der Flächenanalyse Rechnung zu tragen. Sofern in den Planungsregionen Regionalplanentwürfe in Neuaufstellung vorliegen, die zum Stand Ende 2022 im Beteiligungsverfahren sind oder waren, werden als Datengrundlage die Entwurfsflächen herangezogen.

Es besteht grundsätzlich (auch abseits von Planänderungen oder Zielabweichungsverfahren) die Möglichkeit, dass durch die Regionalplanungsbehörde Vorranggebiete für die Windenergie innerhalb von BSN ausgewiesen werden. Aus diesem Grund und wegen der besonderen Bedeutung der erneuerbaren Energien (§ 2 EEG) wird in einer zusätzlichen Variante der Flächenanalyse untersucht, wie hoch die Flächenpotenziale ausfallen, wenn die BSN nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse, die sich aus diesem Ansatz ergeben, sind in Kapitel 4.2 dargestellt.

## **Naturschutzgebiete**

Naturschutzgebiete (NSG) sind nach § 23 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft erforderlich ist. Verboten sind in Naturschutzgebieten alle Handlungen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebiets bzw. seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können (§ 23 Absatz 2 BNatSchG). Sie zählen damit zu den besonders streng geschützten Flächen und kommen als Standorte für Windenergieanlagen nicht in Betracht. Festgesetzte, ausgewiesene oder einstweilig sichergestellte Naturschutzgebiete werden in der Flächenanalyse daher ausgeschlossen. Zudem wird ein Abstandsbereich von 75 m um NSG ebenfalls ausgeschlossen.

## **FFH-Gebiete**

Fauna-Flora-Habitat Gebiete (FFH-Gebiete) sind ebenso wie die Vogelschutzgebiete Teil des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000. Dieses bildet europaweit ein zusammenhängendes ökologisches Netz von Gebieten, in denen erforderliche Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt getroffen werden sollen (BFN 2023 a). Es dient dem Schutz von Lebensraumtypen und Arten der Anhänge I und II der FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/42/EWG) sowie für Vogelarten des Anhang I und nach Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie V-RL, die in den §§ 31 – 36 BNatSchG in nationales Recht umgesetzt wurde.

FFH-Gebiete haben einen hohen naturschutzrechtlichen Schutzstatus und kommen daher in der Regel nicht als Standorte für Windenergieanlagen in Betracht. Das Repowering von bereits bestehenden Windenergieanlagen innerhalb der Natura 2000-Gebiete ist allerdings möglich, wenn das Gebiet in seinen maßgeblichen Bestandteilen nicht erheblich beeinträchtigt wird. In der Flächenanalyse werden FFH-Gebiete inklusive eines Abstandsbereiches von 75 m (entspricht einer Rotorlänge) ausgeschlossen.

## **Gesetzlich geschützte Biotope**

Gesetzlich geschützte Biotope sind Teile von Natur und Landschaft, die eine besondere Bedeutung als Biotope haben, z. B. Moore oder Bruch-, Sumpf- und Auenwälder. Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer erheblichen Beeinträchtigung dieser Biotope führen können, sind nach § 30 Absatz 2 BNatSchG verboten. Die gesetzlich geschützten Biotope werden nach § 42 Landesnaturschutzgesetz NRW (LNatSchG NRW) vom LANUV erfasst und in Karten eindeutig abgegrenzt. Sie kommen nicht als Standorte für Windenergieanlagen in Betracht und werden daher in der Flächenanalyse als Ausschlussflächen gewertet.

## **Nationalparke**

Nationalparke sind großflächige Schutzgebiete, die nach § 24 Absatz 3 BNatSchG wie Naturschutzgebiete zu schützen sind. Deutschlandweit bestehen derzeit 16 Nationalparke, die das nationale Naturerbe repräsentieren (BFN 2023 b). In Nordrhein-Westfalen betrifft dies den Nationalpark Eifel im Südwesten des Landes, der daher in der Flächenanalyse ausgeschlossen wird. Zudem wird ein Abstandsbereich von 75 m um den Nationalpark Eifel ebenfalls ausgeschlossen, um den Rotor-out-Ansatz der Flächenanalyse zu berücksichtigen.

## **Nationale Naturmonumente**

Nationale Naturmonumente sind nach § 24 Absatz 4 BNatSchG wie Naturschutzgebiete zu schützen. Hierbei handelt es sich um rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, die aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen, kulturhistorischen oder landeskundlichen Gründen und wegen ihrer Seltenheit, Eigenart oder Schönheit von herausragender Bedeutung sind. In Nordrhein-Westfalen wurden die Bruchhauser Steine (Olsberg) und das Kluterthöhlensystem (Ennepetal) als Nationale Naturmonumente ausgewiesen. Diese Bereiche werden inklusive eines Abstandsbereichs von 75 m (eine Rotorblattlänge) in der Flächenanalyse als Ausschlussflächen bewertet.

### 3.7 Wald

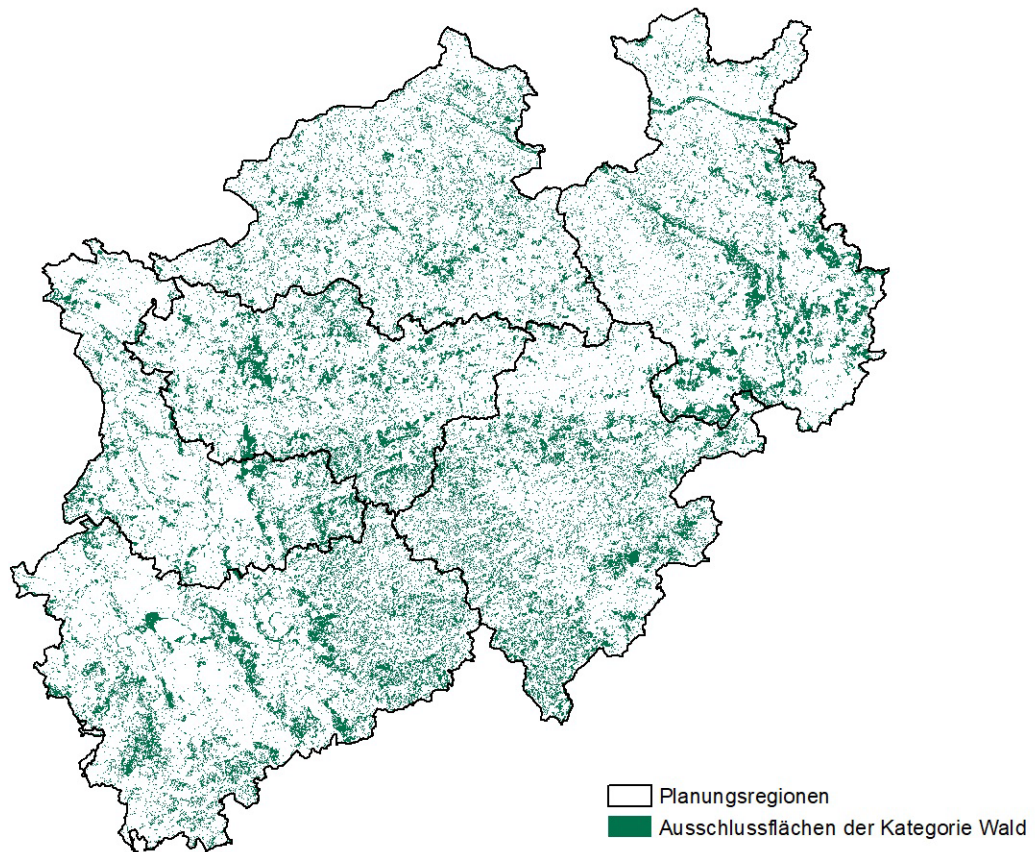
Wälder erfüllen zahlreiche wichtige ökologische, soziale und wirtschaftliche Funktionen. So leisten Wälder u. a. als CO<sub>2</sub>-Speicher einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, schützen den Boden vor Erosion und sind Lieferant für sauberes Trinkwasser. Sie dienen als Lebensraum für zahlreiche Lebewesen, als Erholungsraum für die Bevölkerung sowie zur Produktion von Holz (Wald und Holz NRW 2019). Eine große Herausforderung für den Wald und die Forstwirtschaft stellt der Klimawandel dar, dessen negativen Auswirkungen auf den Zustand vieler Waldflächen in NRW in den letzten Jahren sichtbar wurde. Eine wichtige Aufgabe besteht daher darin, den derzeitigen Waldbestand durch waldbauliche Unterstützung hin zu diversen, resilienten und anpassungsfähigen Wäldern zu entwickeln (Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik 2021).

Wälder sind aber auch Teil des planerischen Außenbereichs, in dem die Nutzung der Windenergie privilegiert ist (§ 35 Absatz 1 Nr. 5 BauGB). Daher werden in der Flächenanalyse auch Waldflächen differenziert in den Blick genommen (Tabelle 12). Insgesamt werden dabei durch die Kriterien der Kategorie Wald 18 % der Landesfläche in der Analyse ausgeschlossen (Abbildung 6).

**Tabelle 12:** Ausschlusskriterien Kategorie Wald

Ausschlusskriterien
Laubwald, Mischwald
Naturwaldzellen, Wildnisentwicklungsgebiete, Versuchsflächen, Saatgutbestände, Bestattungswald,





**Abbildung 6:** Ausschlussflächen Kategorie Wald

### Laub- und Mischwald

Der Grundsatz der Walderhaltung wird durch das Forstrecht, aber auch durch Raumordnungs- und Baurecht gewährleistet. Der Bau von Windenergieanlagen auf Waldflächen erfordert daher in der Regel neben den übrigen Zulassungsvoraussetzungen eine forstbehördliche Genehmigung nach § 9 Absatz 1 Bundeswaldgesetz (BWaldG) in Verbindung mit § 39 Landesforstgesetz (LFoG NRW). In § 39 Absatz 2 LFoG ist festgelegt, dass bei der Entscheidung über einen Umwandlungsantrag die Forstbehörde unter Beachtung der Ziele und Erfordernisse der Landesplanung die Rechte, Pflichten und wirtschaftlichen Interessen des Waldbesitzers sowie die Belange der Allgemeinheit gegeneinander und untereinander abzuwägen hat. Hier spielt es insbesondere eine Rolle, welche Nutzungsart auf Dauer für das Gemeinwohl von größerer Bedeutung ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach § 2 EEG die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Nutzung der erneuerbaren Energien im überragenden öffentlichen Interesse liegen und der öffentlichen Sicherheit dienen. Die Errichtung von Windenergieanlagen muss in der durchzuführenden Schutzgüterabwägung als vorrangiger Belang eingebracht werden.

Laub- und Mischwälder stellen die potenzielle natürliche Vegetation in Nordrhein-Westfalen dar (Bohn, Weiß 2003). Sie zeichnen sich durch eine besonders hohe biologische Vielfalt aus und erfüllen zahlreiche weitere wichtige Waldfunktionen. Laub- und Mischwälder werden daher in der Flächenanalyse ausgeschlossen.

Die in NRW in den letzten Jahrhunderten insbesondere aus forstwirtschaftlichen Gründen eingebrachten Nadelwälder verfügen in der Regel über eine geringere biologische Vielfalt. Häufig steht hier vor allem die wirtschaftliche Ertragsfunktion im Vordergrund. Die Nadelwälder in Nordrhein-Westfalen sind zudem bereits heute stark vom Klimawandel betroffen. In den letzten Jahren sind hier große Schäden durch Dürre, Sturm oder Schädlingsbefall entstanden. Diese sogenannten Kalamitätsflächen sind Waldflächen, die bisher insbesondere mit Nadelbäumen bestockt waren, die derzeit aber stark von Ausfällen betroffen oder vorübergehend ohne Bestockung sind. Klimaprojektionen zeigen, dass sich die Bedingungen z. B. für die Fichtenbestände in NRW weiter verschlechtern werden (Schulte-Kellinghaus, Weller, Wolff 2020). Angesichts des Klimawandels und hinsichtlich der biologischen Vielfalt ist der derzeit hohe Anteil reiner Nadelwälder daher kritisch zu sehen (BfN 2023).

Im Gegensatz zu Laub- und Mischwäldern werden Nadelwälder (einschließlich der darin vorhandenen Kalamitätsflächen) daher in der Flächenanalyse nicht ausgeschlossen. Dieser Ansatz berücksichtigt auch die Festlegungen des Ziels 10.2-6 (Windenergienutzung in Waldbereichen) des Entwurfs des neuen Landesentwicklungsplans NRW. Demnach können regionalplanerisch festgelegte Waldbereiche für die Windenergienutzung in Anspruch genommen werden, sofern es sich um Nadelwald handelt.

Grundlage für die Abgrenzung von Waldflächen im Rahmen der Flächenanalyse sind sowohl die regionalplanerisch festgelegten Waldbereiche, als auch das Basis-DLM. Die Objektart „AX\_Wald“ des Basis-DLM differenziert die Waldflächen nach ihrem Bewuchs mit „Laubholz“ (Laubwald), „Nadelholz“ (Nadelwald) sowie „Laub- und Nadelholz“ (Mischwald). Zudem wird in der Flächenanalyse die Objektart „AX\_Vegetationsmerkmal“ zu den Waldflächen gezählt. Dieser Datensatz beschreibt den zusätzlichen Bewuchs oder besonderen Zustand einer Grundfläche, auch hier wird nach „Laubholz“ (Laubwald), „Nadelholz“ (Nadelwald) und „Laub- und Nadelholz“ (Mischwald) differenziert. Darüber hinaus wird die Objektart „AX\_Gehoeolz“ als Mischwald bewertet. Dieser Datensatz umfasst Flächen, die mit einzelnen Bäumen, Baumgruppen, Büschen, Hecken und Sträuchern bestockt sind. Für regionalplanerische Waldbereiche, die sich nicht mit Waldflächen des Basis-DLM überschneiden (und denen daher entsprechende Attribute fehlen), wird zur Unterscheidung zwischen Nadel-, Laub- und Mischwald auf Luftbildauswertungen zurückgegriffen.

### **Naturwaldzellen, Wildnisentwicklungsgebiete, Versuchsflächen, Saatgutbestände, Bestattungswald,**

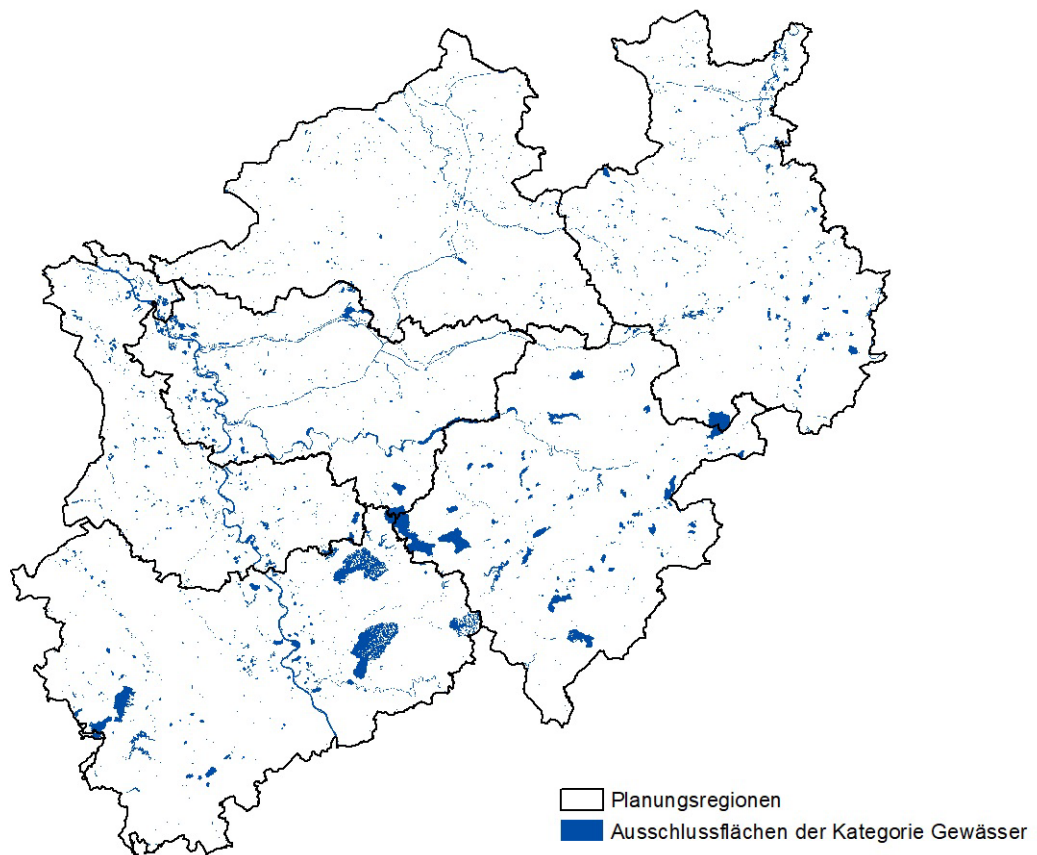
Zusätzlich werden weitere Waldflächen in der Analyse ausgeschlossen, unabhängig davon, ob es sich um Laub-, Misch- oder Nadelwald handelt. Hierzu zählen die Naturwaldzellen, in denen nach § 49 LFoG NRW der Waldbestand sich selbst überlassen wird und alle Handlungen verboten sind, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung führen. Wildnisentwicklungsgebiete dienen nach § 40 LNatSchG NRW der dauerhaften Erhaltung und Entwicklung naturnaher alt- und totholzreicher Waldflächen. Sie sind als Naturschutzgebiete im Sinne des § 23 BNatSchG gesetzlich geschützt und werden daher in der Flächenanalyse für die Windenergienutzung ausgeschlossen. Gleiches gilt für die Versuchsflächen, wo u. a. zukunftsfähige, an den Klimawandel angepasste Waldstrukturen entwickelt werden sollen. Waldflächen, in denen Saatgut geerntet wird, werden ebenfalls ausgeschlossen, genauso wie Bestattungswälder als Sonderform des Friedhofs.

### 3.8 Gewässer

Gewässer haben als Landschaftsbestandteil vielfältige Funktionen, beispielsweise als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, für die Trinkwasserversorgung oder als Verkehrsweg. Die Ausschlusskriterien der Kategorie Gewässer (Tabelle 13) machen in der Flächenanalyse Windenergie NRW zusammen 4 % der Landesfläche aus (Abbildung 7).

**Tabelle 13:** Ausschlusskriterien Kategorie Gewässer

Ausschlusskriterien	Abstandsbereich / Ausschluss im Umkreis
stehende Gewässer + Hafenbecken inkl. Abstand	stehende Gewässer > 5 ha: 50 m
fließende Gewässer > 3 m Breite inkl. Abstand	fließenden Gewässer I. Ordnung: 50 m
Wasserschutzzonen (WSZ) und Heilquellenschutzgebiete (HQSG) der Schutzzonen I und II	



**Abbildung 7:** Ausschlussflächen Kategorie Gewässer

### **Stehende Gewässer und Hafengebeken**

Stehende Gewässer und Hafengebeken werden in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Nach § 61 Absatz 1 BNatSchG dürfen an stehenden Gewässern mit einer Größe von mehr als 1 ha im Abstand bis 50 m von der Uferlinie keine baulichen Anlagen errichtet werden, es sind jedoch Ausnahmegenehmigungen von diesem Bauverbot möglich, u. a. aus Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses. Da dies unter Berücksichtigung von § 2 EEG für die Errichtung von Windenergieanlagen regelmäßig angenommen werden kann, wird ein Abstandsbereich von 50 m zu stehenden Gewässern in der Flächenanalyse erst ab einer Gewässergröße von 50 ha ausgeschlossen.

### **Fließende Gewässer mit mehr als 3 m Breite**

Fließende Gewässer mit einer Breite von mehr als 3 m werden in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Bei Fließgewässern der I. Ordnung wird nach § 61 BNatSchG zusätzlich ein Abstandsbereich von 50 m um diese Gewässer ausgeschlossen. Fließende Gewässer mit einer Breite von weniger als 3 m werden in der Flächenanalyse nicht betrachtet. Hier wird angenommen, dass diese in der Regel durch eine optimierte Standortplatzierung von Anlagen in Windparks berücksichtigt werden können.

### **Wasserschutzzonen und Heilquellenschutzgebiete der Schutzzonen I und II**

Rechtliche Vorgaben für Wasserschutzgebiete (WSG) sind in § 51 und § 52 Wasserhaushaltsgesetz, dem § 35 Landeswassergesetz (LWG) in Verbindung mit der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnung oder Anordnungen nach § 52 Absatz 2 Wasserhaushaltsgesetz festgelegt. Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete sind in den Arbeitsblättern W 101 (A) (Grundwasser) und W 102 (A) (Talsperren) des Deutschen Vereines des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) beschrieben, die zuletzt im März 2021 aktualisiert wurden.

Bei Windenergieanlagen stellt vor allem das Fundament einen Eingriff in die Schutzfunktion der Deckschichten dar, der die Grundwasserneubildung dauerhaft beeinflussen kann. Auch die Errichtung, der Betrieb und der Rückbau haben Auswirkungen, z. B. durch direkte Einträge von wassergefährdenden Stoffen oder durch die Schädigung oder Verdichtung des Bodens.

Wasserschutzgebiete werden allgemein unterschieden in Talsperrenschutzgebiete und Grundwasserschutzgebiete. In der die WSG begründenden gebietsspezifischen Verordnung werden sie in der Regel in drei Wasserschutzzonen (WSZ) eingeteilt. Sofern bei Heilquellenschutzgebieten (HQSG) qualitative Schutzzonen festgesetzt worden sind, sind diese mit den Schutzzonen in Wasserschutzgebieten vergleichbar.

Die WSZ I eines Grundwasser- oder Talsperrenschutzgebietes hat den Schutz der Wassergewinnungsanlage bzw. des Speicherbeckens mit Stausee und der unmittelbaren Umgebung vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen zu gewährleisten. Dort sind jegliche Baumaßnahmen sowie das Betreten verboten.

Die WSZ II hat den Schutz vor Verunreinigungen durch den Eintrag von Krankheitserregern und vor nachteiligen Beeinträchtigungen sicherzustellen. Schon das Errichten und Erweitern von baulichen Anlagen stellt in WSZ II für Grundwasser- und Talsperrenschutzgebiete nach

den aktuell geltenden rechtlichen Vorgaben in der Regel ein nicht tolerierbares Gefährdungspotenzial für das Trinkwasser dar.

Für bestehende Ausnahmeregelungen zur Befreiung von Verboten in den Wasserschutz-zonen I und II ist im Regelfall davon auszugehen, dass diese für das Errichten und Betreiben von WEA nicht erteilt werden können. Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete der Wasserschutz-zonen I und II werden in der Flächenanalyse dieser Studie daher generell aus-geschlossen.

Die Wasserschutzzone III bietet Schutz vor nicht oder nur schwer abbaubaren Verunreinigungen im großräumigen Umfeld der Wassergewinnungsanlage bzw. Talsperre und soll in etwa das unterirdische bzw. oberirdische Einzugsgebiet erfassen. Bei der Genehmigung baulicher Anlagen in WSZ III sind mögliche Gefährdungen der Wassergewinnung während Errichtung, Betrieb oder Rückbau durch geeignete Nebenbestimmungen zu minimieren. Für die Schutz-zonen III der Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete wird in der Flächenanalyse davon ausgegangen, dass hier grundsätzlich ein Potenzial für die Errichtung von Windener-gieanlagen besteht. Die Flächen werden daher in der Flächenanalyse nicht ausgeschlossen. Diese pauschale Bewertung ist im Einzelfall bei der konkreten Standortplanung vor Ort zu überprüfen. Wasserversorgungsanlagen, für die keine Schutzgebiete ausgewiesen sind, wer-den in der landesweiten Flächenanalyse ebenfalls nicht berücksichtigt. Auch hier sind ggf. notwendige Abstände im Einzelfall zu prüfen.

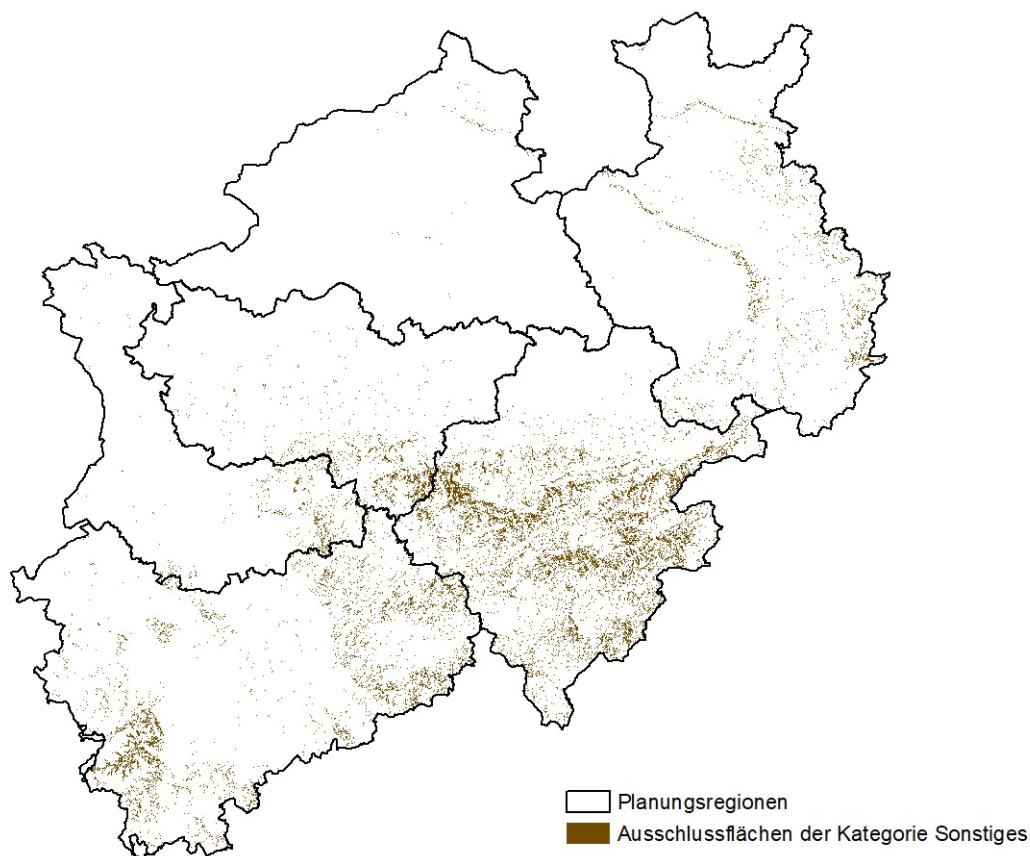
Mittelfristig ist in Nordrhein-Westfalen die Erarbeitung einer landesweiten Wasserschutzge-bietsverordnung (neben der bereits erlassenen landesweiten Wasserschutzgebietsverord-nung oberirdische Bodenschatzgewinnung (LwWSGVO-OB)) geplant, welche an die Stelle der gebietsspezifischen WSG-Verordnungen treten soll. Hierdurch würde sich auch der oben skiz-zierte regulatorische Rahmen für die Windenergienutzung im Zusammenhang mit Wasser-schutzgebieten verändern.

### 3.9 Sonstiges

In dieser Kategorie werden weitere Ausschlusskriterien zusammengefasst, die thematisch kei-ner der zuvor behandelten Kategorien zuzuordnen sind (Tabelle 14). Hierzu zählt auch die Berücksichtigung der Windverhältnisse (Turbulenzen und Schräganströmungen) sowie eine Obergrenze von maximal 15 % der jeweiligen Gemeindefläche, für die keine flächenscharfen Geodaten vorliegen. In Abbildung 8 werden daher nur die Flächen dargestellt, die auf Grund einer Hangneigung von mehr als 35 % oder einer spezifischen Energieleistungsdichte von weniger als 250 W/m<sup>2</sup> in der Analyse ausgeschlossen werden.

**Tabelle 14:** Ausschlusskriterien Kategorie Sonstiges

<b>Ausschlusskriterien</b>
Windverhältnisse: Spezifische Energieleistungsdichte < 250 W/m <sup>2</sup> in 150 m Höhe
Hangneigung > 35 %
kleine Potenzialflächen (< 2 ha)
Windverhältnisse: Turbulenzen und Schräganströmungen
Obergrenze Flächenpotenzial je Gemeinde: max. 15 % der Gemeindefläche



**Abbildung 8:** Ausschlussflächen Kategorie Sonstiges

### Windverhältnisse: Spezifische Energieleistungsdichte

Die spezifische Energieleistungsdichte ist ein Maß für die Leistung des Windes, der eine Fläche durchströmt. Sie gibt an, wie viel Leistung (in Watt) pro Quadratmeter Rotorfläche umgesetzt wird. Die in der Flächenanalyse verwendeten Daten zur Energieleistungsdichte sind im Energieatlas NRW dargestellt. Sie wurden vom LANUV 2013 landesweit in einer Auflösung von 100 x 100 m modelliert und mit den Erträgen bestehender Windenergieanlagen in NRW validiert.

Als Mindestvoraussetzung wird in der Flächenanalyse eine spezifische Energieleistungsdichte von 250 W/m<sup>2</sup> in 150 m Höhe angesetzt. Dieser Wert wurde in einem Gutachten, welches das Planungsbüro AL-PRO GmbH & Co. KG im Auftrag des MWIKE erstellt hat, unter Berücksichtigung des im EEG definierten Referenzstandortes sowie einer Standortgüte von 60 % als plausibel erachtet (Anhang A 2). Flächen, die eine geringere Energieleistungsdichte aufweisen, werden ausgeschlossen.

Dies berücksichtigt zum einen, dass die Flächenpotenziale aus Sicht von Anlagenbetreibern auch wirtschaftlich genutzt werden können. Zum anderen ist es auch aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive sinnvoll, die für die Windenergie zur Verfügung stehende Fläche möglichst effizient zu nutzen. Die Windverhältnisse haben hierbei einen maßgeblichen Einfluss auf die möglichen Stromerträge an einem Standort.

## **Hangneigung**

Die Errichtung von Windenergieanlagen ist aus technischen Gründen in besonders steilem Gelände nicht möglich. In der Flächenanalyse wird als Grenzwert eine maximale Hangneigung von 35 % festgesetzt. Flächen mit einer Hangneigung von mehr als 35 % werden daher ausgeschlossen.

## **Kleine Potenzialflächen < 2 ha**

Flächen, die im Ergebnis der GIS-technischen Analyse als grundsätzlich geeignet für die Windenergienutzung identifiziert wurden, aber kleiner als 2 ha sind, fließen nicht in das ermittelte Flächenpotenzial ein.

## **Windverhältnisse: Turbulenzen und Schräganströmungen**

Im Zuge der Genehmigung von Windenergieanlagen ist der Nachweis der Standsicherheit zu erbringen. In Bezug auf die Windverhältnisse sind hierbei die standortabhängigen Turbulenzintensitäten und Schräganströmung des Windes zu berücksichtigen. Besonders ungünstige lokale Windverhältnisse können dabei die anlagenspezifischen Grenzwerte überschreiten und somit der Errichtung von Windenergieanlagen entgegenstehen.

Die auf eine Windenergieanlage einwirkende Turbulenz ist üblicherweise eine Kombination aus der sogenannten meteorologischen Umgebungsturbulenz und der Nachlaufturbulenz benachbarter WEA. Erstere ist das Ergebnis der Windverhältnisse am Standort und insbesondere durch die Geländebeschaffenheit beeinflusst. Letztere ist von der individuellen Position jeder Anlage innerhalb eines Windparks abhängig.

Die Ermittlung dieser Parameter erfolgt üblicherweise im Rahmen von regionalen Windpotenzialstudien. Hierdurch kann sich das Flächenpotenzial zur Windenergienutzung vornehmlich in orographisch komplexem Gelände reduzieren. Für Nordrhein-Westfalen liegen jedoch keine entsprechenden landesweiten Untersuchungen vor. Auch konnte ein solch komplexer, landesweiter Modellierungsprozess im Rahmen der Flächenanalyse Windenergie nicht geleistet werden. Die Auswirkungen von Turbulenzen und Schräganströmungen sollten im Sinne einer möglichst sachgerechten Ermittlung der Flächenpotenziale in NRW dennoch berücksichtigt werden.

Das MWIKE hat daher ein Gutachten bei der Firma AL-PRO in Auftrag gegeben, in dem die Auswirkungen dieser Faktoren landesweit abgeschätzt werden. AL-PRO hatte im Auftrag des Landesverbandes Erneuerbare Energien (LEE) im Jahr 2021 eine Untersuchung für große Teile des Regierungsbezirks Arnsberg durchgeführt, in der die Parameter Turbulenzintensität und Schräganströmung detailliert modelliert wurden (AL-PRO 2021).

Die in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse werden in dem landesweiten Gutachten auf Landschaftsräume mit vergleichbarer Charakteristik übertragen. Hierzu wird auf das Konzept der naturräumlichen Haupteinheiten zurückgegriffen. Dabei wird davon ausgegangen, dass es in topographisch vergleichbaren Haupteinheiten auch zu vergleichbaren Flächenverlusten kommt. Um dies zu überprüfen und die Ergebnisse auf alle naturräumlichen Haupteinheiten Nordrhein-Westfalens zu übertragen, wurde ein gestuftes Verfahren gewählt.

Zuerst wurden die anteiligen Flächenverluste für die naturräumlichen Haupteinheiten ermittelt, die sich innerhalb des Untersuchungsraums der Studie für den Regierungsbezirk Arnsberg (AL-PRO 2021) befinden. Anschließend wurde ein Geländeindikator zur topographischen Komplexität mit möglichst guter Korrelation zu den zuvor bestimmten Verlusten bestimmt. Dieser Geländeindikator wurde dann auf die übrigen Haupteinheiten in NRW übertragen. Der identifizierte Zusammenhang zwischen Geländeindikator und sich ergebenden Flächenverlusten konnte daraufhin auf alle naturräumlichen Haupteinheiten im Land angewandt werden.

Abschließend wurden alle Gemeinden in Nordrhein-Westfalen einer naturräumlichen Haupteinheit zugeordnet. Gemeinden, die in mehrere Haupteinheiten liegen, wurden derjenigen naturräumlichen Haupteinheit zugeordnet, die flächenmäßig die größten Anteile am Gemeindegebiet aufweist. Auf diese Weise kann allen Gemeinden ein prozentualer Wert beigemessen werden, der den Flächenanteil beschreibt, welcher auf Grund ungünstiger Windverhältnisse (Turbulenzen und Schräganströmungen) ungeeignet für die Errichtung von Windenergieanlagen ist. Dieser Wert basiert letztlich auf der Geländestruktur der jeweiligen naturräumlichen Haupteinheit.

Im Ergebnis wurden in einem Stufenmodell fünf Klassen mit Abzugsfaktoren von 0 %, 5 %, 15 %, 30 % und 50 % gebildet. Diese Abzugsfaktoren wurden für jede Gemeinde auf das in der GIS-technischen Flächenberechnung ermittelte Flächenpotenzial angewandt. Eine ausführliche Beschreibung dieses Vorgehens sowie die Darstellung gemeindespezifischen Abzugsfaktoren kann Anhang A2 entnommen werden.

### **Obergrenze Flächenpotenzial je Gemeinde**

Als letzter Schritt in der Flächenanalyse wird das Flächenpotenzial für jede Gemeinde auf eine Obergrenze von maximal 15 Prozent der jeweiligen Gemeindefläche begrenzt. Damit soll sichergestellt werden, dass die Flächenpotenziale im Ergebnis die Belastungsgrenzen einzelner Kommunen berücksichtigen. Hierbei spielt auch der Aspekt der Umzingelungen von Ortslagen durch Windenergieanlagen eine Rolle.

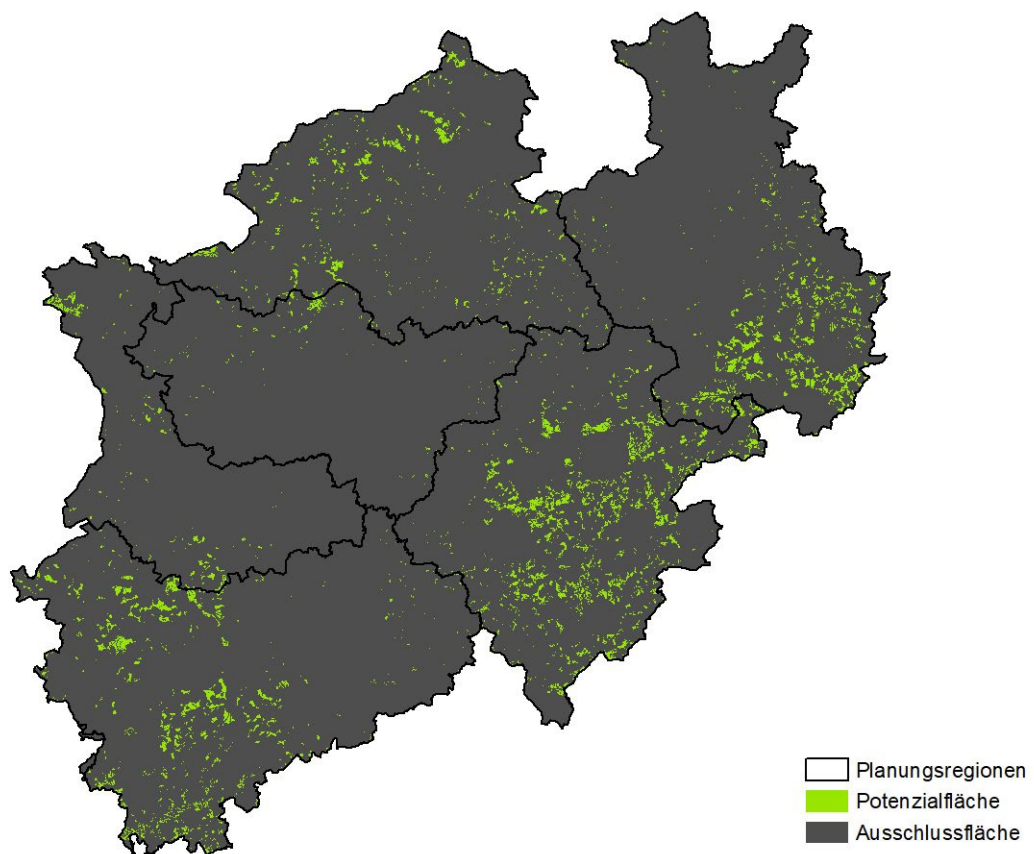
Als plausible Obergrenze wird in dieser Untersuchung ein Wert von 15 % der jeweiligen Gemeindefläche festgesetzt, da die Bereitstellung entsprechender Flächenanteile für viele Kommunen eine große Herausforderung darstellen dürfte, und größere Flächenanteile verbleibende Planungsspielräume übermäßig einschränken könnten. Zudem soll damit auch der Aspekt der Umzingelung von Ortslagen bei Gemeinden mit besonders großen Flächenpotenzialen berücksichtigt werden. Die Obergrenze wird auf einen Wert von 15 % der jeweiligen Gemeindefläche festgelegt, da dies in etwa den größten Flächenanteilen entspricht, die Gemeinden in NRW bislang tatsächlich planerisch für die Windenergienutzung gesichert haben.



### 3.10 Fazit Ausschlusskriterien

Die Ausschlussflächen der Kategorien Siedlung sowie Natur und Landschaft haben den größten Einfluss auf das verbleibende Flächenpotenzial zur Windenergienutzung in NRW. Durch die Kriterien dieser beiden Kategorien werden 85 % (Siedlung) bzw. 50 % (Natur und Landschaft) der Landesfläche Nordrhein-Westfalens in der Flächenanalyse ausgeschlossen. Nach den GIS-technischen Flächenberechnungen und der Verschneidung aller Ausschlusskriterien verbleibt eine Flächenkulisse von 127.461 ha, was 3,7 % der Landesfläche entspricht. Dieses Zwischenergebnis ist in Abbildung 9 dargestellt. Wenn die Bereiche zum Schutz der Natur nicht ausgeschlossen werden, verbleibt nach den GIS-technischen Flächenberechnungen eine Flächenkulisse von 153.008 ha, was 4,5 % der Fläche Nordrhein-Westfalens entspricht.

Durch die rechnerische Berücksichtigung der beiden Ausschlusskriterien, für die keine flächenscharfen Geodaten genutzt werden können (Umgebungsturbulenzen, Obergrenze je Gemeinde, Kapitel 2.3), wird das landesweite Flächenpotenzial im Ergebnis weiter reduziert (Kapitel 4).



**Abbildung 9:** Ausschlussflächen aller Kategorien

## 4 Ergebnisse der Flächenanalyse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Flächenanalyse für Nordrhein-Westfalen, für die sechs Planungsregionen sowie die Landkreise und kreisfreien Städte dargestellt. In Abschnitt 4.2 werden zusätzlich Flächenpotenziale beschrieben, die sich in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten<sup>2</sup> Teilflächen der Bereiche zum Schutz der Natur (BSN) ergeben.

Die Ergebnisse der Flächenanalyse NRW ermöglichen fachlich fundierte und hinreichend belastbare Aussagen über das landesweite Flächenpotenzial und die regionale Verteilung dieser Potenziale in NRW. Die Bewertung konkreter Flächen auf lokaler Ebene erfordert jedoch in der Regel eine vertiefte Eignungsprüfung, bei der ggf. auch weitere Aspekte betrachtet werden müssen. Dies kann im Rahmen einer landesweiten Untersuchung nicht im hierfür erforderlichen Maße erfolgen. Aus diesem Grund, und weil der Fokus der Analyse insbesondere auf den Flächenpotenzialen in den Planungsräumen der Regionalplanung liegt, werden die Ergebnisse in Kapitel 4 für ganz NRW, für die sechs Planungsregionen sowie für die Kreisebene dargestellt. Die Ausweisung von Flächenpotenzialen auf Ebene der Gemeinden oder eine flächenscharfe Darstellung der identifizierten Potenziale erfolgt nicht.

### 4.1 Flächenpotenzial

Die Berechnungen auf Grundlage der zuvor beschriebenen Methodik sowie der in Tabelle 1 aufgeführten Ausschlusskriterien kommen (bei Ausschluss der Bereiche zum Schutz der Natur) im Ergebnis zu einem landesweiten Flächenpotenzial von 106.802 ha. Das entspricht etwa 3,1 % der Landesfläche.

Die Verteilung der Flächenpotenziale im Land zeigt vergleichsweise große Unterschiede zwischen den sechs Planungsregionen (Tabelle 15). Den größten Anteil am landesweiten Gesamtpotenzial weist die Planungsregion Arnsberg mit 29.266 ha auf (27,40 % des gesamten Flächenpotenzials), gefolgt von den Planungsregionen Köln mit 27.540 ha (25,79 %), Detmold mit 23.152 ha (21,68 %) und Münster mit 18.595 ha (17,41 %). Demgegenüber ist das Flächenpotenzial in der Planungsregion Düsseldorf (5.535 ha, 5,18 %) sowie im Verbandsgebiet des RVR (2.714 ha, 2,54 %) deutlich geringer.

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich, wenn man den Anteil der identifizierten Flächenpotenziale an der Gesamtfläche der Planungsregionen betrachtet. So liegt der Anteil des Flächenpotenzials an der gesamten Fläche des Planungsraums in Arnsberg bei 4,73 %, in Köln bei 3,74 %, in Detmold bei 3,55 % und in Münster bei 3,13 %. Auch hier fallen die Werte für Düsseldorf (1,52 % der Gesamtfläche) und den RVR (0,61 %) deutlich geringer aus.

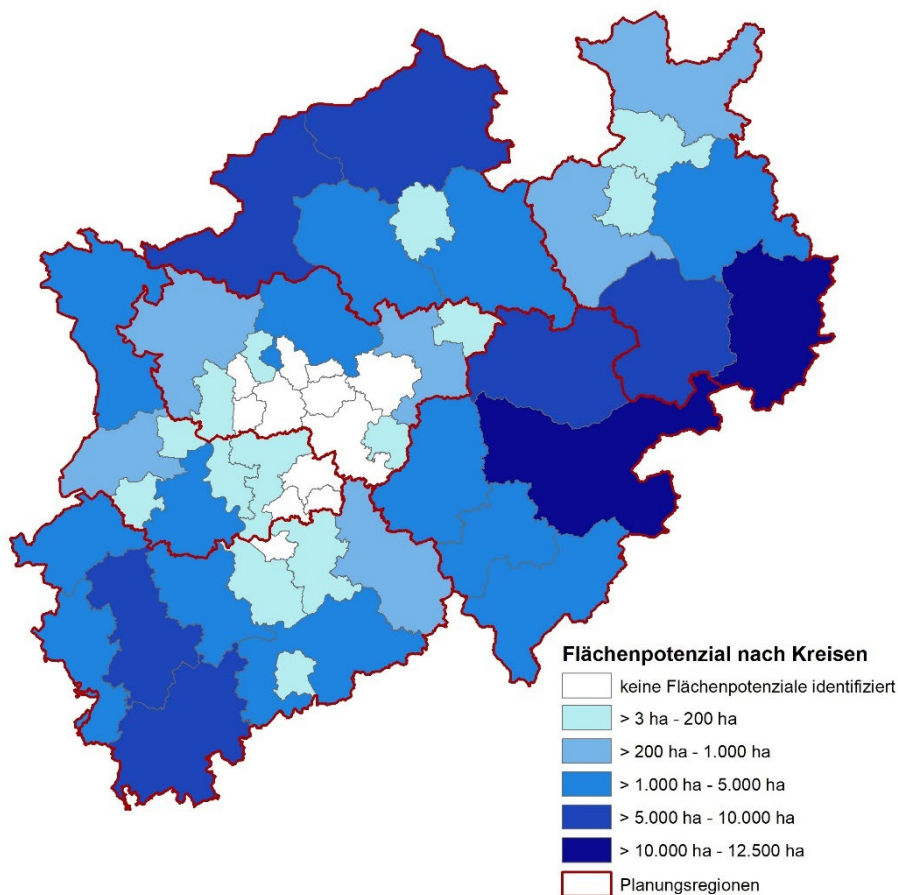
---

<sup>2</sup> BSN, die keiner der folgenden Schutzkategorien unterliegen: FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Gesetzlich geschützte Biotope, Wildnisentwicklungsgebiete und Nationalparke

**Tabelle 15:** Flächenpotenzial in den Planungsregionen

Planungsregion	Gesamtfläche Planungsregion	Flächenpotenzial Windenergie	Anteil am landesweiten Gesamtpotenzial	Anteil an Gesamtfläche Planungsregion
Arnsberg	619.056 ha	29.266 ha	27,40 %	4,73 %
Detmold	652.004 ha	23.152 ha	21,68 %	3,55 %
Düsseldorf	363.782 ha	5.535 ha	5,18 %	1,52 %
Köln	736.253 ha	27.540 ha	25,79 %	3,74 %
Münster	594.841 ha	18.595 ha	17,41 %	3,13 %
RVR	443.710 ha	2.714 ha	2,54 %	0,61 %

Die Verteilung der Flächenpotenziale auf Ebene der Kreise und kreisfreien Städte in Abbildung 10 zeigt, dass sich die Potenziale vor allem auf die Bereiche an den Rändern des Landes konzentrieren. Während für viele Großstädte im Ruhrgebiet und an der Rheinschiene bei der landesweiten Analyse keine Flächenpotenziale identifiziert wurden, liegen die größten Potenziale insbesondere im Hochstift Paderborn und dem östlichen Teil des Sauerlands, im Nordwesten des Münsterlandes sowie im westlichen Teil des Regierungsbezirks Köln.



**Abbildung 10:** Verteilung der Flächenpotenziale in NRW

Der Hochsauerlandkreis ist der Kreis mit dem größten Flächenpotenzial in Nordrhein-Westfalen (12.426 ha). Auch in den Kreisen Höxter (11.591 ha), Euskirchen (8.665 ha), Paderborn (8.348 ha) und Steinfurt (7.211 ha) zeigen die Ergebnisse der Analyse vergleichsweise große Flächenpotenziale (Tabelle 16). Keine Flächenpotenziale konnten auf Grundlage des Kriterienkatalogs in den kreisfreien Städten Bochum, Dortmund, Essen, Gelsenkirchen, Herne, Leverkusen, Mülheim a.d. Ruhr, Oberhausen, Remscheid, Solingen und Wuppertal sowie im Ennepe-Ruhr-Kreis identifiziert werden. Im konkreten Einzelfall und bei Abweichung von den in dieser Analyse verwendeten Ausschlusskriterien können aber auch hier Möglichkeiten zur Windenergienutzung bestehen.

**Tabelle 16:** Flächenpotenzial in den Kreisen und kreisfreien Städten

Kreis	Planungsregion	Flächenpotenzial (ha)
Bielefeld	Detmold	30
Bochum	Regionalverband Ruhr	0
Bonn	Köln	47
Borken	Münster	5.206
Bottrop	Regionalverband Ruhr	20
Coesfeld	Münster	2.536
Dortmund	Regionalverband Ruhr	0
Duisburg	Regionalverband Ruhr	3
Düren	Köln	6.433
Düsseldorf	Düsseldorf	115
Ennepe-Ruhr-Kreis	Regionalverband Ruhr	0
Essen	Regionalverband Ruhr	0
Euskirchen	Köln	8.665
Gelsenkirchen	Regionalverband Ruhr	0
Gütersloh	Detmold	466
Hagen	Regionalverband Ruhr	91
Hamm	Regionalverband Ruhr	147
Heinsberg	Köln	2.478
Herford	Detmold	13
Herne	Regionalverband Ruhr	0
Hochsauerlandkreis	Arnsberg	12.426
Höxter	Detmold	11.591
Kleve	Düsseldorf	3.154
Köln	Köln	146
Krefeld	Düsseldorf	5
Leverkusen	Köln	0
Lippe	Detmold	2.113
Märkischer Kreis	Arnsberg	2.031
Mettmann	Düsseldorf	54
Minden-Lübbecke	Detmold	592
Mönchengladbach	Düsseldorf	84
Mülheim a.d. Ruhr	Regionalverband Ruhr	0
Münster	Münster	48
Oberbergischer Kreis	Köln	772
Oberhausen	Regionalverband Ruhr	0
Olpe	Arnsberg	3.901
Paderborn	Detmold	8.348
Recklinghausen	Regionalverband Ruhr	1.650

Kreis	Planungsregion	Flächenpotenzial (ha)
Remscheid	Düsseldorf	0
Rhein-Erft-Kreis	Köln	4.430
Rhein-Kreis Neuss	Düsseldorf	1.796
Rhein-Sieg-Kreis	Köln	2.574
Rheinisch-Bergischer Kreis	Köln	17
Siegen-Wittgenstein	Arnsberg	4.930
Soest	Arnsberg	5.979
Solingen	Düsseldorf	0
Städteregion Aachen	Köln	1.978
Steinfurt	Münster	7.211
Unna	Regionalverband Ruhr	245
Viersen	Düsseldorf	328
Warendorf	Münster	3.593
Wesel	Regionalverband Ruhr	558
Wuppertal	Düsseldorf	0

## 4.2 Zusätzliches Flächenpotenzial in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN

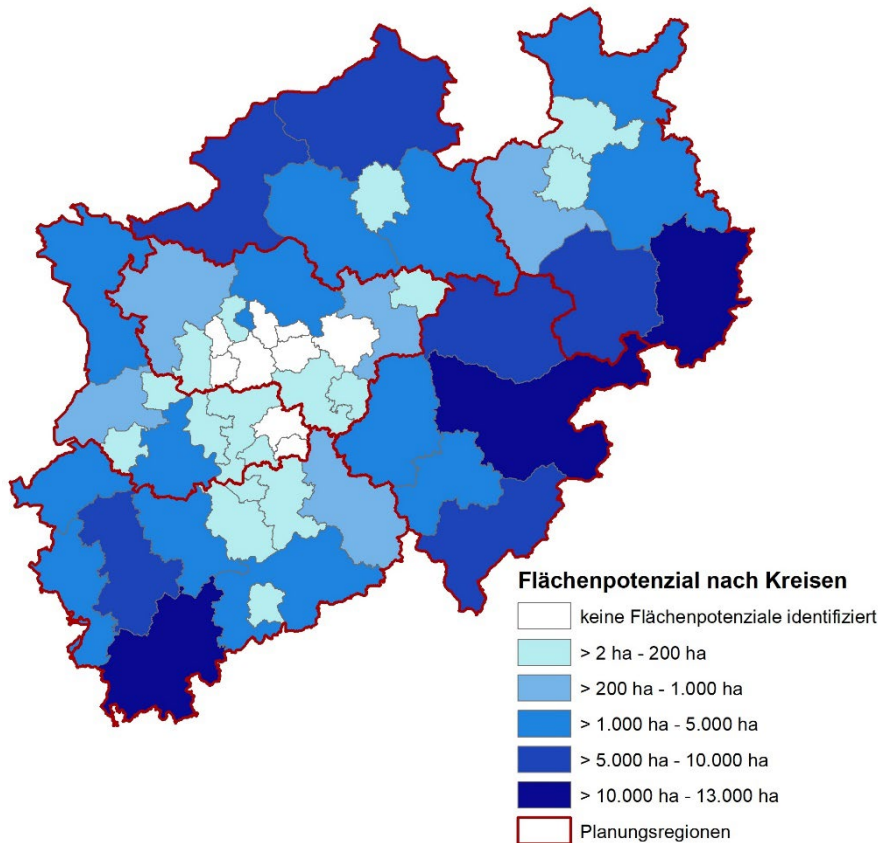
Im Rahmen dieser Untersuchung wird auch das Flächenpotenzial ermittelt, das sich ergibt, wenn die in den Regionalplänen festgelegten Bereiche zum Schutz der Natur nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus werden keine Änderungen an der in den Kapiteln 2 und 3 beschriebenen Methodik der Flächenanalyse vorgenommen. Auf diese Weise können zusätzliche Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN identifiziert werden. Dadurch erhöht sich das landesweite Flächenpotenzial um 19.447 ha auf 126.249 ha. Das entspricht etwa 3,7 % der Landesfläche Nordrhein-Westfalens.

Dabei ergeben sich neben einem größeren Gesamtpotenzial für NRW sowie für alle sechs Planungsregionen auch Verschiebungen hinsichtlich der regionalen Verteilung der Flächenpotenziale (Tabelle 17). Der Anteil am landesweiten Potenzial steigt insbesondere im Gebiet des RVR deutlich an (5.100 ha, 4,04 % des Gesamtpotenzials). Während in den Planungsregionen Köln (32.661 ha, 25,87 %), Detmold (27.412 ha, 21,71 %) und Münster (22.482 ha, 17,81 %) der Anteil im Vergleich zu den Ergebnissen in Kapitel 4.1 relativ konstant bleibt, sinkt der Anteil am landesweiten Flächenpotenzial in den Planungsregionen Arnsberg (32.632 ha, 25,85 %) und Düsseldorf (5.961 ha, 4,72 %) jeweils leicht.

**Tabelle 17:** Flächenpotenzial in den Planungsregionen inkl. zusätzlicher Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN

Planungsregion	Gesamtfläche Planungsregion	Flächenpotenzial Windenergie	Anteil am landesweiten Gesamtpotenzial	Anteil an Gesamtfläche Planungsregion
Arnsberg	619.056 ha	32.632 ha	25,85 %	5,27 %
Detmold	652.004 ha	27.412 ha	21,71 %	4,20 %
Düsseldorf	363.782 ha	5.961 ha	4,72 %	1,64 %
Köln	736.253 ha	32.661 ha	25,87 %	4,44 %
Münster	594.841 ha	22.482 ha	17,81 %	3,78 %
RVR	443.710 ha	5.100 ha	4,04 %	1,15 %

Für die regionale Verteilung der Flächenpotenziale im Land ergeben sich bei Betrachtung der Kreise und kreisfreien Städte keine grundsätzlichen Änderungen (Abbildung 11). Wenn die Bereiche für den Schutz der Natur in der Flächenanalyse nicht ausgeschlossen werden, zeigen sich die größten Flächenpotenziale im Hochsauerlandkreis (12.849 ha), gefolgt von den Kreisen Höxter (12.389 ha), Euskirchen (11.197 ha), Paderborn (9.292 ha) und Steinfurt (8.692 ha) (Tabelle 18).



**Abbildung 11:** Verteilung der Flächenpotenziale in NRW inkl. zusätzlicher Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN

**Tabelle 18:** Flächenpotenzial in den Kreisen und kreisfreien Städten inkl. zusätzlicher Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN

Kreis	Planungsregion	Flächenpotenzial (ha)
Bielefeld	Detmold	41
Bochum	Regionalverband Ruhr	0
Bonn	Köln	79
Borken	Münster	6.631
Bottrop	Regionalverband Ruhr	30
Coesfeld	Münster	3.066
Dortmund	Regionalverband Ruhr	0
Duisburg	Regionalverband Ruhr	57
Düren	Köln	6.907
Düsseldorf	Düsseldorf	137
Ennepe-Ruhr-Kreis	Regionalverband Ruhr	2
Essen	Regionalverband Ruhr	0
Euskirchen	Köln	11.197

Kreis	Planungsregion	Flächenpotenzial (ha)
Gelsenkirchen	Regionalverband Ruhr	0
Gütersloh	Detmold	616
Hagen	Regionalverband Ruhr	106
Hamm	Regionalverband Ruhr	194
Heinsberg	Köln	2.844
Herford	Detmold	28
Herne	Regionalverband Ruhr	0
Hochsauerlandkreis	Arnsberg	12.849
Höxter	Detmold	12.389
Kleve	Düsseldorf	3.271
Köln	Köln	148
Krefeld	Düsseldorf	5
Leverkusen	Köln	3
Lippe	Detmold	3.024
Märkischer Kreis	Arnsberg	2.610
Mettmann	Düsseldorf	149
Minden-Lübbecke	Detmold	2.022
Mönchengladbach	Düsseldorf	84
Mülheim a.d. Ruhr	Regionalverband Ruhr	0
Münster	Münster	116
Oberbergischer Kreis	Köln	966
Oberhausen	Regionalverband Ruhr	0
Olpe	Arnsberg	4.650
Paderborn	Detmold	9.292
Recklinghausen	Regionalverband Ruhr	3.433
Remscheid	Düsseldorf	0
Rhein-Erft-Kreis	Köln	4.525
Rhein-Kreis Neuss	Düsseldorf	1.831
Rhein-Sieg-Kreis	Köln	3.710
Rheinisch-Bergischer Kreis	Köln	23
Siegen-Wittgenstein	Arnsberg	5.772
Soest	Arnsberg	6.750
Solingen	Düsseldorf	10
Städteregion Aachen	Köln	2.259
Steinfurt	Münster	8.692
Unna	Regionalverband Ruhr	281
Viersen	Düsseldorf	474
Warendorf	Münster	3.977
Wesel	Regionalverband Ruhr	997
Wuppertal	Düsseldorf	0

## 5 Fazit

Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass das Flächenpotenzial für die Windenergienutzung in Nordrhein-Westfalen unter Annahme realistischer Rahmenbedingungen ausreichend groß ist, um die Vorgaben des WindBG zu erfüllen. Somit verbleibt auch bei Umsetzung des für NRW (u. a. angesichts der Siedlungsstruktur) durchaus ambitionierten Flächenbeitragswertes von 1,8 % der Landesfläche ein Handlungs- und Gestaltungsspielraum auf Ebene der Regionalplanung, um eigene Konzepte zu entwickeln und entsprechende planerische Erwägungen zu berücksichtigen.

Die in Tabelle 1 dargestellten Ausschlusskriterien dieser landesweiten Flächenanalyse stellen keine verbindliche Vorgabe für regionale Planungskonzepte dar. Die Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten und regionaler bzw. lokaler Besonderheiten in den sechs Planungsregionen erfordert eine Konkretisierung, Anpassung und Ergänzung des in dieser Studie verwendeten Ansatzes. Dieser kann als eine Grundlage für Überlegungen auf Ebene der Regionalplanung dienen, muss jedoch nicht für alle Aspekte in der Form übernommen werden.

Die Flächenanalyse verdeutlicht, dass die Windenergiepotenziale im Land regional nicht gleich verteilt sind. In den vier Planungsregionen des Landes mit relativ geringer Siedlungsdichte (Arnsberg, Köln, Detmold und Münster) liegt das Flächenpotenzial auf einem vergleichbaren hohen Niveau (jeweils zwischen 17,4 % und 27,4 % des landesweiten Gesamtpotenzials). Im Planungsraum Düsseldorf sowie im Verbandsgebiet des RVR, die beide eine besonders hohe Siedlungsdichte aufweisen, steht hingegen deutlich weniger Fläche für den Ausbau der Windenergie zur Verfügung (zwischen 2,5 % und 5,2 % der landesweiten Potentialfläche).

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist die landesweite Perspektive der Flächenanalyse und der damit verbundene Abstraktionsgrad zu berücksichtigen. Die Untersuchungsergebnisse ermöglichen fachlich fundierte und belastbare Aussagen über das landesweite Flächenpotenzial und die regionale Verteilung der Potenziale in NRW. Durch die pauschale Bewertung von Ausschlusskriterien ohne Berücksichtigung von Einzelfällen und lokalen Besonderheiten gilt dies aber nur eingeschränkt für die kleinräumige Betrachtung konkreter Flächen oder Projektplanungen. Die Flächenanalyse Windenergie NRW hat nicht den Charakter detaillierter Standortgutachten und kann Analysen auf lokaler Ebene oder projektbezogene Untersuchungen entsprechend nicht ersetzen.

Diese Studie legt angesichts der Aufgabenstellung und vor dem Hintergrund der Vorgaben des WindBG den Fokus auf die Untersuchung potenziell geeigneter Flächen für den Ausbau der Windenergie in NRW. Sie ist damit eine wesentliche Grundlage in Bezug auf die regionale Verteilung der Flächenpotenziale im Land. Die Frage der Flächenverfügbarkeit ist für den Ausbau der erneuerbaren Energien von elementarer Bedeutung und zudem der Aspekt, der durch raumordnerische Planungsprozesse maßgeblich beeinflusst werden kann. Dennoch ist dies nur eine notwendige Bedingung, die mittelbar zum Gelingen der Energiewende und damit zum Erreichen der Klimaschutzziele sowie zur Aufrechterhaltung der Energieversorgungssicherheit beiträgt. Maßgeblich ist hierfür letztlich der Stromertrag, also die Menge der klimafreundlich erzeugten Energie. Dabei ist neben der Größe der zur Verfügung stehenden Fläche auch entscheidend, wie effizient diese genutzt wird, also wie viele moderne, leistungsstarke Anlagen an möglichst ertragreichen Standorten realisiert werden können. Dies gilt es bei der konkreten Ausweisung von Flächen für die Windenergie in den Regionalplänen zu berücksichtigen.



Die der Flächenanalyse zu Grunde liegenden Ergebnisse, Datensätze und Flächenkategorien werden vom LANUV auch im Energieatlas NRW ([www.energieatlas.nrw.de](http://www.energieatlas.nrw.de)) digital und in Kartenform veröffentlicht und damit Kommunen, Planern, Investoren sowie der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

## Literatur

- AL-PRO (2021): Windkartierung Regierungsbezirk Arnsberg (komplexer Teil). Im Auftrag des Landesverbandes Erneuerbare Energien Nordrhein-Westfalen (LEE NRW). Unveröffentlicht.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND [ADV] 2021: ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM. basierend auf dem AFIS-ALKIS-ATKIS®-Anwendungsschema 7.1.0. Stand: 12.11.2021
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND [ADV] (2011): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens. ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM. NRW – Erfassung. Version 6.0.1. Stand: 31.05.2011. Online verfügbar unter: [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/geobasis/landschaftsmodelle/aktuelle\\_landschaftsmodelle/basis\\_dlm/objektartenkatalog.pdf](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/landschaftsmodelle/aktuelle_landschaftsmodelle/basis_dlm/objektartenkatalog.pdf) (zuletzt abgerufen am 21.04.2023)
- BEZIRKSREGIERUNG KÖLN (2022): Digitales Basis-Landschaftsmodell. Online Verfügbar unter: [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/geobasis/landschaftsmodelle/aktuelle\\_landschaftsmodelle/basis\\_dlm/index.html](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/landschaftsmodelle/aktuelle_landschaftsmodelle/basis_dlm/index.html) (zuletzt abgerufen am 21.04.2023).
- BOHN, UDO; WELß, WALTER (2003): Die potenzielle natürliche Vegetation. Online verfügbar unter: [http://archiv.nationalatlas.de/wp-content/art\\_pdf/Band3\\_84-87\\_archiv.pdf](http://archiv.nationalatlas.de/wp-content/art_pdf/Band3_84-87_archiv.pdf) (zuletzt abgerufen am 17.04.2023).
- BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ [LAI] (2017): LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm) in der Fassung des Beschlusses zu TOP 9.4 der 133. LAI-Sitzung am 22. und 23. März 2017
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [BFN] (2023 A): Natura 2000-Gebiete. Online verfügbar unter: <https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete-0> (zuletzt abgerufen am 13.04.2023).
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [BFN] (2023 B): Nationalparke. Online verfügbar unter: <https://www.bfn.de/nationalparke> (zuletzt abgerufen am 13.04.2023).
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [BFN] (2023 C): Waldformen in Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.bfn.de/daten-und-fakten/waldformen-deutschland> (zuletzt abgerufen am 17.04.2023).
- BUNDESAUFSICHTSAMT FÜR FLUGSICHERUNG [BAF] (2023): DFS reduziert die Anlagenschutzbereiche. Online verfügbar unter: [https://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungstechnik/Anlagenschutz/anlagenschutz\\_aktuelleThemen.html](https://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungstechnik/Anlagenschutz/anlagenschutz_aktuelleThemen.html) (zuletzt abgerufen am 20.04.2022)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (2022): Eröffnungsbilanz Klimaschutz. Online verfügbar unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111\\_eroeffnungsbilanz\\_klimaschutz.html](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.html) (zuletzt abgerufen am 05.04.2023).
- BUNDESREGIERUNG (2023): Von der Kohle zur Zukunft. Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/kohleausstieg-1664496> (zuletzt abgerufen am 19.04.2023).

- BUNDESVERBAND WINDENERGIE (2022): Windenergie in Deutschland - Zahlen und Fakten. Online verfügbar unter: <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/> (zuletzt abgerufen am 06.04.2023).
- DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E.V. (2021) Arbeitsblatt W 101 (A) (Grundwasser) und W 102 (A) (Talsperren)
- DEUTSCHER WETTERDIENST [DWD] (2023): DWD unterstützt Ausbau der Windkraft in Deutschland. Online verfügbar unter: [https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2023/20230310\\_pm\\_wetterradar\\_news.html;jsessionid=5EC3ABB5ADB83E759221691FAB41F206.live11053](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2023/20230310_pm_wetterradar_news.html;jsessionid=5EC3ABB5ADB83E759221691FAB41F206.live11053) (zuletzt abgerufen am 19.04.2023).
- FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND [FA WIND] (2023 A): Genehmigungssituation im Umkreis von Drehfunkfeuern. Online verfügbar unter: <https://www.fachagentur-windenergie.de/veroeffentlichungen/drehfunkfeuer/> (zuletzt abgerufen am 20.04.2023)
- FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND [FA WIND] (2023 B): Wetterradar. Online verfügbar unter: <https://www.fachagentur-windenergie.de/themen/radar-und-funkanlagen/wetterradar/> (zuletzt abgerufen am 19.04.2023)
- KAISER, M; JÖBGES, M. (2022): Windenergienutzung und EU-Vogelschutzgebiete in NRW. Windenergieausbau und Artenschutz schließen sich nicht aus. Artikel aus: Natur in NRW. Jg.47, Nr. 2, 2022. S.9-14. Recklinghausen.
- MINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND WOHNEN BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Städtebauliche Lärmfibel. Online verfügbar unter: <https://www.staedtebauliche-laermfibel.de/?p=97&p2=3.1.2.1> (zuletzt abgerufen am 21.04.2022)
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN [MULNV]; LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN [LANUV] (2017): Leitfaden „Umsetzung des Arten und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in NRW“
- MWIDE, MULNV, MHKBG (2018): Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass). Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie, des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen vom 8. Mai 2018
- RITTER, J. (2021): Bericht zur Erarbeitung eines Prognosetools für seismische Immissionen an Erdbeben-Messstationen in Nordrhein-Westfalen (NRW) für das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW. Düsseldorf.
- SCHULTE-KELLINGHAUS, S., WELLER, A., WOLFF, I. (2020): Erweiterung der Forstlichen Standortkarte von Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage von Klimaprojektionen und zur Entwicklung von Karten zur Eignung von Baumarten und Waldentwicklungstypen – Projektbericht.

UMWELTBUNDESAMT [UBA] (2023): Windenergie an Land. Online verfügbar unter:  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/wind-energie-an-land#flaeche/> (zuletzt abgerufen am 06.04.2023).

UMWELTBUNDESAMT [UBA] (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Dessau-Roßlau.

WALD UND HOLZ NRW (2019): Waldfunktionen Nordrhein-Westfalen. Grundsätze und Verfahren zur Ermittlung der Waldfunktionen

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR WALDPOLITIK BEIM BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2021): Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel. Berlin.

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Siedlung.....	17
<b>Abbildung 2:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Verkehr .....	23
<b>Abbildung 3:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Infrastruktur .....	27
<b>Abbildung 4:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Artenschutz.....	32
<b>Abbildung 5:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Natur und Landschaft.....	35
<b>Abbildung 6:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Wald .....	39
<b>Abbildung 7:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Gewässer .....	41
<b>Abbildung 8:</b>	Ausschlussflächen Kategorie Sonstiges.....	44
<b>Abbildung 9:</b>	Ausschlussflächen aller Kategorien.....	47
<b>Abbildung 10:</b>	Verteilung der Flächenpotenziale in NRW .....	49
<b>Abbildung 11:</b>	Verteilung der Flächenpotenziale in NRW inkl. zusätzlicher Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN .....	52

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Übersicht Ausschlusskriterien .....	10
<b>Tabelle 2:</b>	Datenquellen und Datenstand der GIS-basierten Flächenanalyse .....	13
<b>Tabelle 3:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Siedlung .....	16
<b>Tabelle 4:</b>	Nutzungsfunktion des 3D-Gebäudemodells – Klassifizierung von Wohngebäuden sowie Kur- und Klinikgebäuden .....	18
<b>Tabelle 5:</b>	Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden nach TA Lärm .....	19
<b>Tabelle 6:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Verkehr.....	22
<b>Tabelle 7:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Infrastruktur .....	26
<b>Tabelle 8:</b>	Bewertung von Ausschlussradien um seismologische Stationen in NRW .....	29
<b>Tabelle 9:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie militärische Belange.....	30
<b>Tabelle 10:</b>	Ausschlusskriterium Artenschutz.....	32
<b>Tabelle 11:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Natur und Landschaft .....	35
<b>Tabelle 12:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Wald .....	38
<b>Tabelle 13:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Gewässer .....	41
<b>Tabelle 14:</b>	Ausschlusskriterien Kategorie Sonstiges.....	43
<b>Tabelle 15:</b>	Flächenpotenzial in den Planungsregionen .....	49
<b>Tabelle 16:</b>	Flächenpotenzial in den Kreisen und kreisfreien Städten .....	50
<b>Tabelle 17:</b>	Flächenpotenzial in den Planungsregionen inkl. zusätzlicher Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN .....	51
<b>Tabelle 18:</b>	Flächenpotenzial in den Kreisen und kreisfreien Städten inkl. zusätzlicher Flächenpotenziale in naturschutzrechtlich nicht streng geschützten Teilflächen der BSN .....	52

## Abkürzungsverzeichnis

ASB	Allgemeiner Siedlungsbereich
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BSN	Bereich zum Schutz der Natur
BSAB	Bereich für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze
bzw.	beziehungsweise
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DVOR	Doppler-UKW-Drehfunkfeuer
FFH	Fauna-Flora-Habitat
ha	Hektar
GIB	Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen
GIS	Geoinformationssystem
HQSG	Heilquellenschutzgebiet
km	Kilometer
km <sup>2</sup>	Quadratkilometer
LEP	Landesentwicklungsplan
LoD 1	Level of Detail 1
LSG	Landschaftsschutzgebiet
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
NSG	Naturschutzgebiet
RVR	Regionalverband Ruhr
THG	Treibhausgasemissionen
u. a.	unter anderem
VOR	UKW-Drehfunkfeuer
VSG	Vogelschutzgebiet
WEA	Windenergieanlage
WKZ	Windkonzentrationszone
WSG	Wasserschutzgebiet
WSZ	Wasserschutzzone
z. B.	zum Beispiel

## Anhang A1

Tabelle A1 zeigt die Ausschluss-Radien, die im Umkreis um seismologische Stationen in der Flächenanalyse ausgeschlossen wurden.

**Tabelle A1 a:** Angesetzte Ausschluss-Radien um seismologische Stationen

Kennung	Lage	Ausschluss-Radius
LUEB	Luebbecke	5.000 m
AHRW	Ahrweiler	5.000 m
BUG	Bochum	5.000 m
IBBN	Ibbenbüren	5.000 m
KAST	Kahler Asten	5.000 m
JCK	Jackerath	5.000 m
RWB	Rathaus Wassenberg	2.000 m
XAN	Xanten Dombauhütte	2.000 m
ENTS	Ennepetalsperre	5.000 m
GSH	Großhau	5.000 m
OLFT	Oleftalsperre Hellenthal	5.000 m
SORT	Sorpetalsperre	5.000 m
PLH	Pulheim	5.000 m
WBS	Wahnbachtalsperre	2.000 m
LAUG	Laupendahl	5.000 m
STB	Steinbachtalsperre	5.000 m
HOBG	Hohbusch	5.000 m
DREG	Dreilägerbach	5.000 m
ACN	Aachen Dom	2.000 m
URT	Urfttalsperre	3.000 m
HES	Velbert Hespertal	3.000 m
TDN	Todenfeld	3.000 m
BAVN	Haltern am See	2.000 m
HMES	Hamm	2.000 m
ZER3	Hünxe	2.000 m
RODG	Dahlheim-Rödgen	2.000 m
BA02	Stolberg	3.000 m
BA12	Baesweiler	2.000 m
BA15	Heimerzheim	2.000 m
JUE	Jülich	2.000 m
BNS	Bensberg	3.000 m
KLL	Kalltalsperre	3.000 m
BAVS	Marl	1.000 m
BKLB	Bochum	1.000 m
BPFI	Bochum	1.000 m
BTEZ	Bochum	1.000 m
BULI	Bochum	1.000 m



<b>Kennung</b>	<b>Lage</b>	<b>Ausschluss-Radius</b>
IBBE	Ibbenbüren	1.000 m
IBBS	Ibbenbüren	1.000 m
ZER1	Hünxe	1.000 m
ZERL	Hünxe	1.000 m
BA01	Aachen	1.000 m
BA30	Dürwiss	1.000 m
BA04	Friesheim	1.000 m
BA05	Sindorf	1.000 m
BA06	Horrem	1.000 m
BA08	Dellbrück	1.000 m
BA10	Klein Altendorf	1.000 m
BA11	Düren	1.000 m
BA13	Heinsberg	1.000 m
BA14	Wollersheim	1.000 m
BA16	Vanikum	1.000 m
BA17	Viersen	1.000 m
BA19	Köln (Domgrabung)	1.000 m
BA20	Köln Dom (Hochdach)	1.000 m
BA21	Köln Dom (Nordturm)	1.000 m
BA22	Köln Dom (Nordturm)	1.000 m
BA23	Köln Dom (Nordturm)	1.000 m
BA26	Köln (Universität)	1.000 m

## Anhang A2

Die folgenden Ausführungen basieren auf einem Gutachten, welches das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2023 bei der Firma AL-PRO GmbH & Co. KG in Auftrag gegeben hat.

### **A2 1            Aufgabenstellung**

Zu den Ausschlusskriterien, die der Eignung von Flächen zur Windenergienutzung entgegenstehen, gehören ungeeignete Windverhältnisse aufgrund zu hoher Turbulenzintensitäten und Schräganströmung des Windes. Diese Parameter sind im Hinblick auf die Standsicherheit für Windenergieprojekte gemäß den Vorgaben in [4] bis [11] zur Erlangung der Genehmigungsfähigkeit nachzuweisen.

Die Ermittlung und Darstellung dieser Parameter erfolgt mittlerweile oftmals im Rahmen von regionalen Windpotenzialstudien (z.B. [2], [3]). Es ist bekannt, dass es hierdurch, vornehmlich in orographisch komplexem Gelände, zu einer spürbaren Reduktion der ansonsten aufgrund des Windangebots geeigneten Flächen kommen kann. Für das Bundesland Nordrhein-Westfalen liegen landesweite Untersuchungen hierzu jedoch nicht vor.

Die Firma AL-PRO hat im Auftrag des Landesverbandes Erneuerbare Energien (LEE) des Landes NRW im Jahr 2021 eine Potenzialstudie für große Teile des Regierungsbezirks Arnsberg durchgeführt [3], in der die beiden Parameter Turbulenzintensität und Schräganströmung in die Ermittlung von Eignungsflächen eingeflossen sind. Die Erkenntnisse dieser Studie sollen mit der vorliegenden Ausarbeitung auf das gesamte Bundesland Nordrhein-Westfalen erweitert werden.

### **A2 2            Beschreibung der Vorgehensweise**

#### **A2 2.1        Ausschlussparameter in der Studie Arnsberg**

Die Führung eines Standsicherheitsnachweises für ein konkretes Windenergieprojekt gemäß den Vorgaben in [4] bis [11] erfordert eine detaillierte, standortbezogene Ermittlung diverser Windparameter, die so im Rahmen einer landesweiten Flächenanalyse naturgemäß nicht möglich ist. So ist die auf eine Windenergieanlage (WEA) einwirkende Turbulenz üblicherweise eine Kombination aus der sogenannten meteorologischen Umgebungsturbulenz und der Nachlaufsturbulenz benachbarter WEA. Erstere ist das Ergebnis der am Standort herrschenden, durch die Geländebeschaffenheit beeinflussten Windverhältnisse, letztere ist von der individuellen Position jeder Anlage innerhalb eines Windparks abhängig – im Extremfall eines Einzelstandorts tritt sie gar nicht auf. Im Rahmen einer landesweiten Flächenanalyse ist nur die Betrachtung der meteorologischen Umgebungsturbulenzintensität sinnvoll möglich.

Eine Überschreitung der für den jeweiligen WEA-Typ geltenden Turbulenzgrenzwerte führt nicht immer zwangsläufig dazu, dass die Standsicherheit nicht mehr nachgewiesen werden kann und der Standort somit nicht nutzbar ist. Sollten andere Windlastparameter, die auf die betroffene Anlage einwirken, sich deutlich unterhalb der zulässigen Grenzwerte bewegen, können die Betriebslasten in der Kombination dennoch innerhalb des zulässigen Bereichs liegen.

Um dies abzubilden, wurden in der Studie [3] nur Standorte mit einer effektiven Umgebungsturbulenz von 22 % bei 15 m/s Windgeschwindigkeit und Wöhler 1 als nicht mehr geeignet eingestuft. Dieser Wert liegt weit oberhalb des in den einschlägigen Richtlinien genannten Werts von 18 % bei Wöhler 10 und enthält zudem noch nicht eventuelle Nachlaufturbulenzen.

Hinsichtlich der Schräganströmung wird ein richtlinienkonformer Maximalwert von 8° angenommen. Wie sich im Zuge der Auswertung in [3] zeigte, kommt es in erster Linie zu Reduktionen der Eignungsflächen durch zu hohe Turbulenzwerte, der Einfluss der Schräganströmung tritt dagegen deutlich zurück.

## **A2 2.2 Übertragungskonzept auf die übrigen Landesteile**

Die Ermittlung der Turbulenz und der Schräganströmung ist Bestandteil eines komplexen Modellierungsprozesses, der im Rahmen der Flächenanalyse Windenergie für das gesamte Bundesland nicht geleistet werden kann. Es ist allerdings bekannt, dass beide Parameter einen klaren Zusammenhang mit der topographischen Komplexität einer Region aufweisen. So ist beispielsweise gemäß [5] und [7] eine Komplexitätsprüfung Bestandteil eines jeden Standsicherheitsnachweises.

Dem folgend sollen die innerhalb der LEE-Studie [3] gewonnenen Erkenntnisse auf Landschaftsräume mit vergleichbarer Charakteristik übertragen werden. Hierzu wurde auf das Konzept der naturräumlichen Haupteinheiten zurückgegriffen, die auf eine seit den 1950er Jahren vorgenommenen Gliederung der Landschaften in Deutschland zurückgeht. Es wird davon ausgegangen, dass es hinsichtlich der Topographie in vergleichbaren Haupteinheiten auch zu vergleichbaren Eignungsflächenverlusten kommt. Um dies zu überprüfen und auf sämtliche Haupteinheiten innerhalb von NRW zu übertragen, wurde folgendes Verfahren gewählt:

1. Ermittlung der anteiligen Flächenverluste für die innerhalb der LEE-Studie befindlichen naturräumlichen Haupteinheiten
2. Ermittlung eines Geländeindikators zur topographischen Komplexität mit möglichst guter Korrelation zu den zuvor bestimmten Verlusten
3. Ermittlung des gefundenen Geländeindikators auf die übrigen Haupteinheiten in NRW
4. Übertragung des gefundenen Zusammenhangs zwischen Geländeindikator und Flächenverlust auf alle Haupteinheiten in NRW

Der Ansatz beruht maßgeblich auf der Annahme, dass ein zu ermittelnder Geländeindikator zur topographischen Komplexität, ggf. auch eine Kombination von mehreren Grundindikatoren, gefunden werden kann, der einen hinreichend guten Zusammenhang mit den bekannten Flächenverlusten innerhalb des Gebiets der LEE-Studie aufweist.

### A2 2.2.1 Windhöffigkeit und Eignungsgrenzwert

Es liegt auf der Hand, dass der anteilige Flächenverlust einen starken Zusammenhang mit dem Flächenanteil aufweist, der zuvor zunächst hinsichtlich des Windpotenzials als geeignet eingestuft wird. Für die LEE-Studie wurde hierzu ein Grenzwert von 60 % Standortgüte gewählt, dies entspricht dem unteren Differenzierungsbereich nach EEG 2021 [16]. Der seit dem EEG 2017 hinsichtlich der Vergütung von Windenergie an Land verfolgte Ansatz besteht darin, Standorte innerhalb des Differenzierungsbereichs wirtschaftlich und damit insbesondere hinsichtlich des Ausschreibungssystems gleichzustellen. Für potenzielle Betreiber sind seitdem Standorte mit nahe 60% Standortgüte wirtschaftlich genauso attraktiv wie ein hinsichtlich des Windangebots wesentlich besserer Standort. Dies führt allerdings zu höheren Vergütungen pro produzierte kWh für die Betreiber und damit in letzter Konsequenz zu höheren Strompreisen.

Da die Standortgüte die im Anlagenbetrieb entstehenden Verluste beinhaltet, mussten für die Potenzialstudie [3] hierzu Pauschalannahmen getroffen werden, die angesichts der tatsächlich auftretenden Verluste sehr zurückhaltend gewählt wurden. Für die Bewertung des landesweiten Windpotenzials steht in der Potenzialstudie des Bundeslandes NRW [1] allerdings keine direkte Kartierung der Standortgüte zur Verfügung, wohl aber eine Kartierung der mittlere Windleistungsdichte in 150 m Höhe über Grund. Die beiden Werte wurden wie folgt ineinander umgerechnet:

1. Ermittlung der Windverhältnisse, die unter Berücksichtigung der in [3] angesetzten Pauschalverluste zu einer Standortgüte von 60 % führen. Hierbei wurde, der Definition des Referenzstandorts in [16] folgend, von einer rayleigh-verteilten Windgeschwindigkeitsverteilung sowie von Standardluftdichte  $1,225 \text{ kg/m}^3$  ausgegangen. Es ergibt sich eine mittlere Windgeschwindigkeit von  $5,95 \text{ m/s}$  bzw. ein A-Parameter der Verteilung von  $6,71 \text{ m/s}$ .
2. Diese Windgeschwindigkeit wird im zweiten Schritt, ebenfalls unter Annahme einer Rayleigh-Verteilung und Standardluftdichte, wie folgt in die mittlere Windleistungsdichte umgerechnet:

$$0,5 \times 1,225 \text{ kg/m}^3 \times \Gamma(1+32) \times (6,71 \text{ m/s})^3 = 246 \text{ W/m}^2$$

Dies entspricht relativ genau dem in der Flächenanalyse NRW verwendeten Grenzwert von  $250 \text{ W/m}^2$ , der für die weiteren Betrachtungen zugrunde gelegt wird.

Es macht methodisch keinen Sinn, die entstehenden Flächenverluste im Modellierungsgebiet der LEE-Studie auf Basis deren Windhöffigkeit zu ermitteln und diese dann landesweit auf die Windhöffigkeit auf Basis der NRW-Studie zu übertragen. Stattdessen wurde hinsichtlich der Bewertung der Windhöffigkeit durchgängig die NRW-Studie verwendet.

### A2 2.2.2 Weitere Voraussetzungen

Zur Ermittlung des letztlich regional verfügbaren Flächenpotenzials werden in der Flächenanalyse Windenergie NRW eine Vielzahl von Ausschlusskriterien berücksichtigt (Wohn- und Abstandsflächen, Naturschutz etc.). Das ist für die hier zu ermittelnden Ergebnisse so lange unerheblich, wie kein methodischer Zusammenhang zwischen diesen Ausschlusskriterien und den Ausschlussparametern Turbulenz und Schräganströmung besteht. Dies darf überwiegend als gesichert angenommen werden.

Anders verhält es sich aber bei dem in NRW angesetzten Ausschlusskriterium von maximal 35 % Hangneigung. Da der Wind im Wesentlichen dem Gelände folgt, ist davon auszugehen, dass in diesem Fall ein direkter Zusammenhang mit der Schräganströmung des Windes besteht. Um diese Flächenverluste nicht doppelt zu zählen, werden Flächen mit mehr als 35% Hangneigung daher von den Flächen, die aufgrund von Schräganströmung oder Turbulenz verloren gehen, abgezogen.

### **A2 2.3            Untersuchte Komplexitätsindikatoren**

Für die Charakterisierung des Geländes hinsichtlich der Topographie existiert eine Vielzahl von Parametern. Für den hier verfolgten Zweck erscheinen die Parameter Standardabweichung und der sogenannte Value Range Indikator geeignet. Beide werden auf Basis des digitalen Geländemodells des Landes NRW in einer Rasterauflösung von 50 m (DGM50) ermittelt. Die Standardabweichung ist allgemein ein statistisches Maß für die Streubreite eines Werts um dessen Mittelwert. Hier wird sie für jede Rasterzelle in einem bestimmten Radius ermittelt. Der Value Range Indikator bezeichnet den maximalen Geländehöhenunterschied innerhalb eines bestimmten Radius. Dieser Parameter ähnelt dem auch in [5] und teilweise in [7] verwendeten Komplexitätsmaß. Beide Indikatoren wurden mit verschiedenen Radien zwischen 0,5 km und 10 km untersucht. Es ergibt sich jeweils ein Wert für jede Rasterzelle des DGM50.

### A2 2.3.1 Übertragung auf die Haupteinheiten

Für jede naturräumliche Haupteinheit werden Kennzahlen auf Basis der zuvor beschriebenen Indikatoren ermittelt, indem jeweils der Mittelwert für alle Rasterzellen innerhalb der Haupteinheit gebildet wird. Die folgenden Abbildungen zeigen die naturräumlichen Haupteinheiten in Nordrhein-Westfalen.

Abbildung A2 a Naturräumliche Haupteinheiten in NRW



Abbildung A2 b Bezeichnungen der naturräumlichen Haupteinheiten in NRW

**Naturraum mit Bezeichnung**

NR-272-Ahreifel	NR-378-Kalenberger Bergland
NR-274-Münsterreifer Wald und NE Eifeluß	NR-530-Bielefelder Osning
NR-275-Mechernicher Voreifel	NR-531-Ravensberger Hügelland
NR-276-Kalkeifel	NR-532-Östliches Wiehengebirge
NR-281-Westliche Hocheifel	NR-533-Lübbecker Lössland
NR-282-Rureifel	NR-534-Osnabrücker Osning
NR-283-Hohes Venn	NR-535-Osnabrücker Hügelland
NR-292-Unteres Mittelrheingebiet	NR-540-Ostmünsterland
NR-320-Gladenbacher Bergland	NR-541-Kernmünsterland
NR-321-Dilltal	NR-542-Hellwegbörden
NR-322-Hoher Westerwald	NR-543-Emscherland
NR-323-Oberwesterwald	NR-545-Westenhellweg
NR-324-Niederwesterwald	NR-550-E1-Bergische Heideterasse
NR-330-Mittelsiegbergland	NR-550-E2-Bergische Heideterasse
NR-331-Siegerland	NR-551-Köln-Bönnener Rheinebene
NR-332-Ostsauerländer Gebirgsrand	NR-552-Ville
NR-333-Rothaargebirge	NR-553-Zülpicher Börde
NR-334-Nordsauerländer Oberland	NR-554-Jülicher Börde
NR-335-Innersauerländer Senken	NR-560-Vennfußfläche
NR-336-E1-Märkisches Oberland	NR-561-Aachener Hügelland
NR-336-E2-Südsauerländer Bergland	NR-570-Selkant
NR-337-E1-Bergisch-Sauerländisches Unterland	NR-571-Schwalm-Nette-Platte
NR-337-E2-Niedersauerland	NR-572-Niersniederung
NR-338-Bergische Hochflächen	NR-573-Kempen-Aldekerker-Platten
NR-339-Oberagger- und Wiehlbergland	NR-574-Niederrheinische Höhen
NR-340-Waldecker Gefilde	NR-575-Mittlere Niederrheinebene
NR-341-Ostwaldecker Randsenken	NR-576-Isselebene
NR-343-Westthessischen Senken	NR-577-Untere Rheinniederung
NR-360-Warburger Börde	NR-578-Niederrheinische Sandplatten
NR-361-Oberwälder Land	NR-579-Eltener Höhen
NR-362-Paderborner Hochfläche	NR-580-Bentheimer Sandgebiet
NR-363-Egge	NR-581-Plantlünner Sandebene
NR-364-Lipper Bergland	NR-582-Rhaden-Diepenauer Geest
NR-365-Pyrmonter Bergland	NR-583-Mittelweser
NR-366-Rinteln-Hamelner Weserland	NR-584-Diepholzer Moorniederung
NR-367-Holzmindener Wesertal	NR-628-Locumer Geest
NR-370-Solling, Bramwald und Reinhardswald	

Die naturräumlichen Haupteinheiten bestehen deutschlandweit und folgen nicht den Grenzen der Bundesländer. Folglich ergeben sich im Grenzbereich von NRW teilweise sehr kleine Fragmente von Haupteinheiten, die größtenteils in einem angrenzenden Bundesland liegen. Da ein digitales Geländemodell nur für NRW zur Verfügung stand, ist die Ermittlung der oben beschriebenen topographischen Kennzahlen für diese Haupteinheiten nicht möglich. Eine Ermittlung nur für die in NRW liegenden Fragmente ist nicht sinnvoll, da die Charakteristik des Fragments erheblich von der mittleren Charakteristik der naturräumlichen Haupteinheit, auf deren Vergleich das gesamte Verfahren beruht, abweichen kann. Solche Fragmente wurden daher benachbarten naturräumlichen Haupteinheiten zugeschlagen. Hierbei wurde darauf geachtet, dass diese möglichst derselben übergeordneten Haupteinheitengruppe zugehören und landschaftlich vergleichbar sind.

Auf die beschriebene Weise ergibt sich für die naturräumlichen Haupteinheiten für jeden der beschriebenen Komplexitätsindikatoren ein Satz von Kennzahlen. Hieraus können durch Kombination weitere Kennzahlen abgeleitet werden.

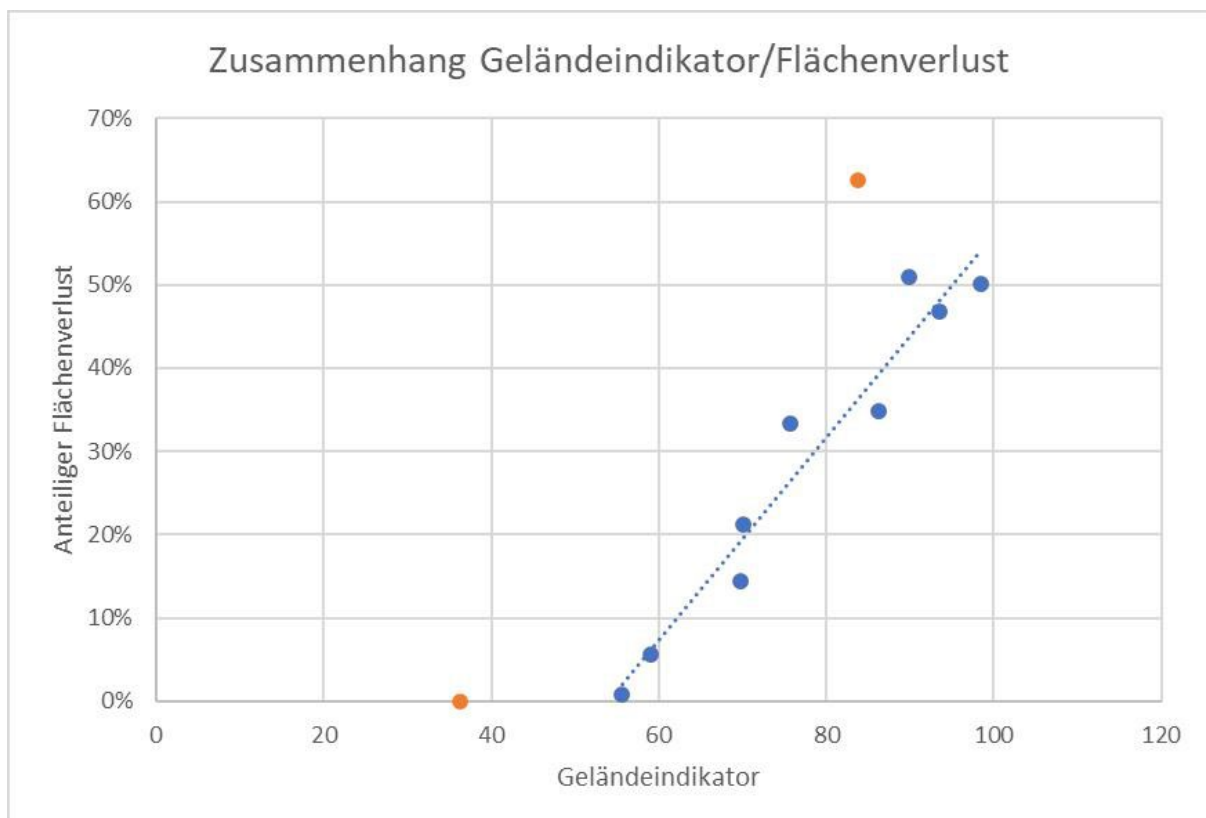
## A2 2.4 Ergebnisse

### A2 2.4.1 Haupteinheiten innerhalb der LEE-Studie

Bei der Ermittlung der anteiligen Flächenverluste für die innerhalb der LEE-Studie [3] befindlichen naturräumlichen Haupteinheiten wurden aufgrund der im vorigen Abschnitt beschriebenen Überlegungen nur die Haupteinheiten herangezogen, die sich wenigstens überwiegend im Modellierungsbereich der Studie befinden und für die folglich Ergebnisse zu Turbulenz und Schräganströmung vorliegen. Dieser Modellierungsbereich ist, wie in Potenzialstudien üblich, größer als der in den Kartierungen letztlich dargestellte Ausschnitt.

Es erwies sich, dass ein Geländeindikator bestehend aus einer Kombination der Value Range Indikatoren mit 10 km und 0,5 km Radius in einer Gewichtung 2/3 zu 1/3 am besten mit den tatsächlichen Flächenverlusten korreliert:

Abbildung A2 c Value Range (Radius 0,5 km) in Meter



Dabei zeigt sich, dass erwartungsgemäß unterhalb einer bestimmten Geländekomplexität kein Flächenverlust durch Turbulenz oder Schräganströmung mehr auftritt. Ohne solche Werte und ohne einen Ausreißerwert (im Diagramm beide orange markiert) ergibt sich ein klarer, linearer Zusammenhang mit einem Bestimmtheitsmaß  $R^2$  von 0,94. Die beiden Basisindikatoren Value



Range mit 0,5 und 10 km Radius sind in den folgenden Abbildungen kartographisch dargestellt.

Abbildung A2 d Value Range (Radius 0,5 km) in Meter

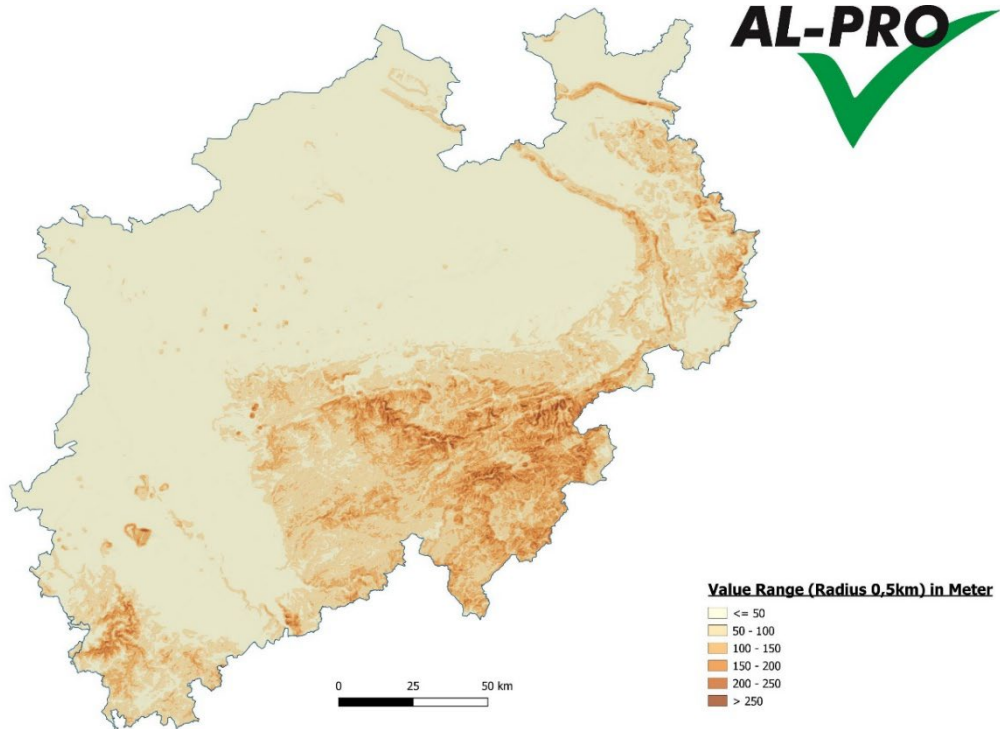
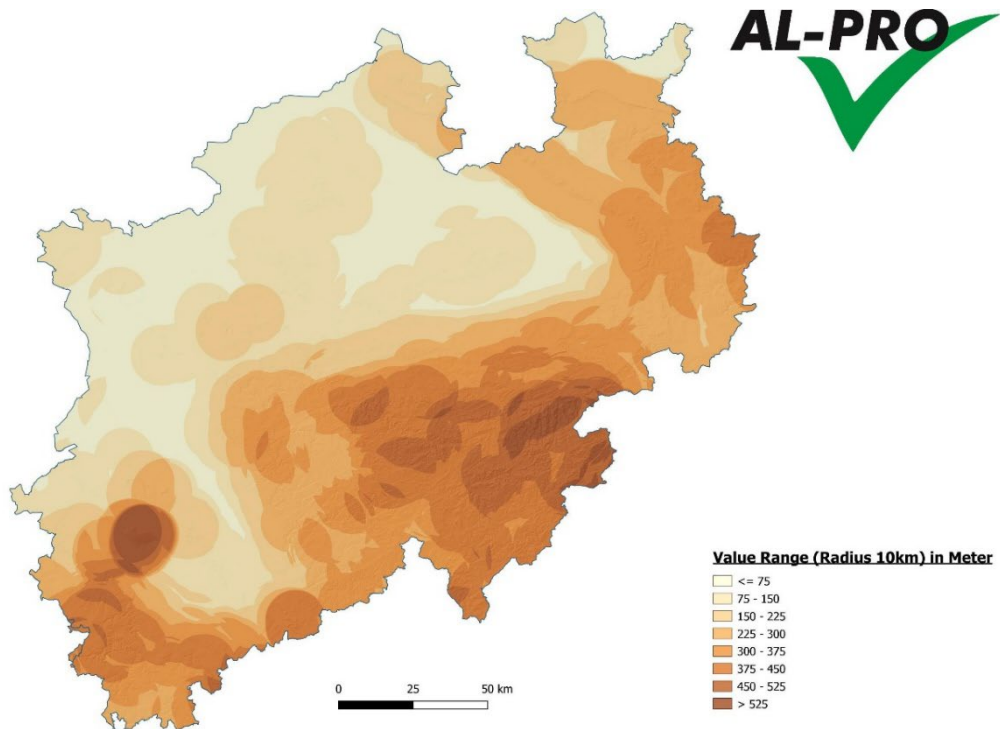


Abbildung A2 e Value Range (Radius 10 km) in Meter



Damit ist eine Zuordnung des gefundenen Geländeindikators zu den Flächenverlusten sowohl über eine lineare Funktion als auch über ein Stufenmodell möglich. Für Berücksichtigung in der Flächenanalyse NRW wurde ein Stufenmodell mit den in der folgenden Tabelle dargestellten Parametern gewählt.

**Tabelle A2 a** Stufenmodell: Zuordnung von Geländeindikatoren und Flächenverlusten

Grenze Indikator	Flächenverlust
85 und mehr	50%
75 bis 85	30%
65 bis 75	15%
55 bis 65	5%
weniger als 55	0%

Damit ergeben sich für die innerhalb der LEE-Studie liegenden naturräumlichen Haupteinheiten die folgenden Ergebnisse:

**Tabelle A2 b** Analyse Flächenverlust durch Turbulenzen und Schräganströmungen in der Region Arnsberg

Haupteinheit	Bezeichnung	Tatsächlicher Flächenverlust	Geländeindikator	Prognostizierter Flächenverlust Stufenmodell
NR-331	Siegerland	63%	83,8	30%
NR-333	Rothaargebrige	50%	98,4	50%
NR-336-E2	Südsauerländer Bergland	51%	89,9	50%
NR-335	Innersauerländer Senken	47%	93,5	50%
NR-336-E1	Märkisches Oberland	35%	86,3	50%
NR-334	Nordsauerländer Oberland	33%	75,7	30%
NR-339	Oberagger- und Wiehlbergland	21%	70,0	15%
NR-337-E2	Niedersauerland	14%	69,8	15%
NR-338	Bergische Hochflächen	6%	59,0	5%
NR-362	Paderborner Hochfläche	1%	55,6	5%
NR-542	Hellwegböden	0%	36,3	0%

Offensichtlich werden die tatsächlich auf Basis der LEE-Studie ermittelten Flächenverluste – mit Ausnahme der Haupteinheit NR-331 – sehr gut durch das Stufenmodell wiedergegeben. Die Übertragbarkeit auf die übrigen Haupteinheiten in Nordrhein-Westfalen ist damit, mit den bei derartigen Vereinfachungen unvermeidlichen Unschärfen, gesichert.

#### **A2 2.4.2 Übertragung auf alle Haupteinheiten und die Gemeinden in NRW**

Der wie zuvor beschrieben entwickelte Geländeindikator und das darauf basierende Stufenmodell wird im Folgenden für alle naturräumlichen Haupteinheiten in NRW gebildet und angewendet. Fragmente von Haupteinheiten im Grenzbereich des Bundeslandes werden, wie in Abschnitt 2.3.1 beschrieben, der jeweils passenden benachbarten Haupteinheit zugeordnet. In solchen Fällen findet sich in der folgenden Tabelle anstelle der entsprechenden Werte in den Spalten „Geländeindikator“ und „Flächenverlust“ die Angabe, zu welcher Haupteinheit die Zuordnung erfolgt:

**Tabelle A2 c** Abgeleitete Flächenverluste in den naturräumlichen Haupteinheiten in NRW

Haupteinheit	Bezeichnung	Geländeindikator	Flächenverlust
NR-272	Ahreifel	zu 274	
NR-274	Münsterreifefer Wald und NE Eifelfuß	72,6	15%
NR-275	Mechernicher Voreifel	66,6	15%
NR-276	Kalkeifel	59,0	5%
NR-281	Westliche Hocheifel	zu 282	
NR-282	Rureifel	77,7	30%
NR-283	Hohes Venn	75,2	30%
NR-292	Unteres Mittelrheingebiet	zu 330	
NR-320	Gladenbacher Bergland	zu 333	
NR-321	Dilltal	zu 331	
NR-322	Hoher Westerwald	zu 331	
NR-323	Oberwesterwald	zu 331	
NR-324	Niederwesterwald	zu 330	
NR-330	Mittelsiegbergland	66,5	15%
NR-331	Siegerland	82,8	30%
NR-332	Ostsauerländer Gebirgsrand	zu 333	
NR-333	Rothaargebirge	97,4	50%
NR-334	Nordsauerländer Oberland	74,7	15%
NR-335	Innersauerländer Senken	92,4	50%
NR-336-E1	Märkisches Oberland	85,4	50%
NR-336-E2	Südsauerländer Bergland	88,9	50%
NR-337-E1	Bergisch-Sauerländisches Unterland	54,4	0%
NR-337-E2	Niedersauerland	68,9	15%
NR-338	Bergische Hochflächen	58,1	5%
NR-339	Oberagger- und Wiehlbergland	69,2	15%
NR-340	Waldecker Gefilde	zu 361	
NR-341	Ostwaldecker Randsenken	zu 360	
NR-343	Westhessischen Senken	zu 361	
NR-360	Warburger Börde	48,8	0%
NR-361	Oberwälder Land	55,9	5%
NR-362	Paderborner Hochfläche	55,0	0%
NR-363	Egge	59,4	5%
NR-364	Lipper Bergland	59,5	5%
NR-365	Pyrmonter Bergland	zu 364	
NR-366	Rinteln-Hamelner Weserland	zu 364	
NR-367	Holzmindener Wesertal	zu 361	
NR-370	Solling, Bramwald und Reinhardswald	zu 361	
NR-378	Kalenberger Bergland	zu 364	
NR-530	Bielefelder Osning	60,1	5%
NR-531	Ravensberger Hügelland	40,2	0%
NR-532	Östliches Wiehengebirge	65,0	5%
NR-533	Lübbecker Lössland	38,8	0%
NR-534	Osnabrücker Osning	40,7	0%
NR-535	Osnabrücker Hügelland	28,0	0%
NR-540	Ostmünsterland	18,4	0%
NR-541	Kernmünsterland	15,4	0%
NR-542	Hellwegbörden	35,8	0%
NR-543	Emscherland	23,1	0%
NR-545	Westenhellweg	31,0	0%
NR-550-E1	Bergische Heideterasse	37,8	0%
NR-550-E2	Bergische Heideterasse	31,4	0%
NR-551	Köln-Bönnener Rheinebene	24,2	0%
NR-552	Ville	35,8	0%
NR-553	Zülpicher Börde	41,9	0%
NR-554	Jülicher Börde	48,3	0%
NR-560	Vennfußfläche	68,9	15%
NR-561	Aachener Hügelland	49,3	0%
NR-570	Selfkant	20,4	0%
NR-571	Schwalm-Nette-Platte	15,0	0%
NR-572	Niersniederung	9,4	0%
NR-573	Kempen-Aldekerker-Platten	10,5	0%
NR-574	Niederrheinische Höhen	15,8	0%

Haupteinheit	Bezeichnung	Geländeindikator	Flächenverlust
NR-575	Mittlere Niederrheinebene	15,0	0%
NR-576	Isselebene	7,5	0%
NR-577	Untere Rheinniederung	11,7	0%
NR-578	Niederrheinische Sandplatten	14,4	0%
NR-579	Eltener Höhen	zu 557	
NR-580	Bentheimer Sandgebiet	zu 581	
NR-581	Plantlünner Sandebene	18,5	0%
NR-582	Rhaden-Diepenauer Geest	20,0	0%
NR-583	Mittelweser	zu 582	
NR-584	Diepholzer Moorniederung	zu 582	
NR-628	Locumer Geest	zu 582	

Abschließend wurden alle Gemeinden in Nordrhein-Westfalen einer naturräumlichen Haupteinheit zugeordnet. Gemeinden die in mehrere Haupteinheiten liegen, wurden derjenigen naturräumlichen Haupteinheit zugeordnet, die flächenmäßig die größten Anteile am Gemeindegebiet aufweist. So kann für alle Gemeinden in ein prozentualer Wert abgeschätzt werden, der den Flächenanteil beschreibt, welcher auf Grund ungünstiger Windverhältnisse (Turbulenzen und Schräganströmungen) ungeeignet für die Errichtung von Windenergieanlagen ist. Die angenommenen Flächenverluste für die 396 Gemeinden in NRW sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle A2 d** Abgeleitete Flächenverluste für die Gemeinden in NRW

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Aachen	NR-561	0%
Ahaus	NR-544	0%
Ahlen	NR-541	0%
Aldenhoven	NR-554	0%
Alfter	NR-552	0%
Alpen	NR-575	0%
Alsdorf	NR-554	0%
Altena	NR-336-E1	50%
Altenbeken	NR-363	5%
Altenberge	NR-541	0%
Anröchte	NR-542	0%
Arnsberg	NR-337-E2	15%
Ascheberg	NR-541	0%
Attendorn	NR-336-E2	50%
Augustdorf	NR-540	0%
Bad Berleburg	NR-333	50%
Bad Driburg	NR-363	5%
Bad Honnef	NR-324	15%
Bad Laasphe	NR-333	50%
Bad Lippspringe	NR-540	0%
Bad Münstereifel	NR-274	15%
Bad Oeynhausen	NR-531	0%
Bad Salzuflen	NR-364	5%
Bad Sassendorf	NR-542	0%
Bad Wünnenberg	NR-362	0%
Baesweiler	NR-554	0%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Balve	NR-337-E2	15%
Barntrup	NR-364	5%
Beckum	NR-541	0%
Bedburg	NR-554	0%
Bedburg-Hau	NR-574	0%
Beelen	NR-541	0%
Bergheim	NR-552	0%
Bergisch Gladbach	NR-338	5%
Bergkamen	NR-542	0%
Bergneustadt	NR-339	15%
Bestwig	NR-335	50%
Beverungen	NR-361	5%
Bielefeld	NR-531	0%
Billerbeck	NR-541	0%
Blankenheim	NR-276	5%
Blomberg	NR-364	5%
Bocholt	NR-576	0%
Bochum	NR-545	0%
Bönen	NR-542	0%
Bonn	NR-551	0%
Borchen	NR-362	0%
Borgentreich	NR-361	5%
Borgholzhausen	NR-540	0%
Borken	NR-544	0%
Bornheim	NR-551	0%
Bottrop	NR-543	0%
Brakel	NR-361	5%
Breckerfeld	NR-336-E1	50%
Brilon	NR-334	15%
Brüggen	NR-571	0%
Brühl	NR-552	0%
Bünde	NR-531	0%
Burbach	NR-331	30%
Büren	NR-362	0%
Burscheid	NR-338	5%
Castrop-Rauxel	NR-543	0%
Coesfeld	NR-544	0%
Dahlem	NR-276	5%
Datteln	NR-543	0%
Delbrück	NR-540	0%
Detmold	NR-364	5%
Dinslaken	NR-578	0%
Dörentrup	NR-364	5%
Dormagen	NR-551	0%
Dorsten	NR-544	0%
Dortmund	NR-542	0%
Drensteinfurt	NR-541	0%
Drolshagen	NR-336-E2	50%
Duisburg	NR-575	0%
Dülmen	NR-541	0%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Düren	NR-553	0%
Düsseldorf	NR-575	0%
Eitorf	NR-330	15%
Elsdorf	NR-554	0%
Emmerich am Rhein	NR-577	0%
Emsdetten	NR-540	0%
Engelskirchen	NR-339	15%
Enger	NR-531	0%
Ennepetal	NR-336-E1	50%
Ennigerloh	NR-541	0%
Ense	NR-542	0%
Erfstadt	NR-553	0%
Erkelenz	NR-554	0%
Erkrath	NR-337-E1	0%
Erndtebrück	NR-333	50%
Erwitte	NR-542	0%
Eschweiler	NR-554	0%
Eslohe (Sauerland)	NR-335	50%
Espelkamp	NR-582	0%
Essen	NR-337-E1	0%
Euskirchen	NR-553	0%
Everswinkel	NR-541	0%
Extertal	NR-364	5%
Finnentrop	NR-336-E2	50%
Frechen	NR-552	0%
Freudenberg	NR-331	30%
Fröndenberg/Ruhr	NR-542	0%
Gangelt	NR-570	0%
Geilenkirchen	NR-570	0%
Geldern	NR-572	0%
Gelsenkirchen	NR-543	0%
Gescher	NR-544	0%
Geseke	NR-542	0%
Gevelsberg	NR-337-E1	0%
Gladbeck	NR-543	0%
Goch	NR-572	0%
Grefrath	NR-573	0%
Greven	NR-540	0%
Grevenbroich	NR-554	0%
Gronau (Westf.)	NR-544	0%
Gummersbach	NR-339	15%
Gütersloh	NR-540	0%
Haan	NR-337-E1	0%
Hagen	NR-337-E2	15%
Halle (Westf.)	NR-540	0%
Hallenberg	NR-332	50%
Haltern am See	NR-544	0%
Halver	NR-336-E1	50%
Hamm	NR-541	0%
Hamminkeln	NR-576	0%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Harsewinkel	NR-540	0%
Hattingen	NR-337-E1	0%
Havixbeck	NR-541	0%
Heek	NR-544	0%
Heiden	NR-544	0%
Heiligenhaus	NR-337-E1	0%
Heimbach	NR-282	30%
Heinsberg	NR-570	0%
Hellenthal	NR-282	30%
Hemer	NR-336-E1	50%
Hennef (Sieg)	NR-292	15%
Herdecke	NR-337-E1	0%
Herford	NR-531	0%
Herne	NR-543	0%
Herscheid	NR-336-E2	50%
Herten	NR-543	0%
Herzebrock-Clarholz	NR-540	0%
Herzogenrath	NR-554	0%
Hiddenhausen	NR-531	0%
Hilchenbach	NR-331	30%
Hilden	NR-551	0%
Hille	NR-533	0%
Holzwickede	NR-542	0%
Hopsten	NR-581	0%
Horn-Bad Meinberg	NR-363	5%
Hörstel	NR-581	0%
Horstmar	NR-541	0%
Hövelhof	NR-540	0%
Höxter	NR-361	5%
Hückelhoven	NR-570	0%
Hückeswagen	NR-338	5%
Hüllhorst	NR-531	0%
Hünxe	NR-578	0%
Hürtgenwald	NR-282	30%
Hürth	NR-552	0%
Ibbenbüren	NR-535	0%
Inden	NR-553	0%
Iserlohn	NR-337-E2	15%
Isselburg	NR-576	0%
Issum	NR-572	0%
Jüchen	NR-554	0%
Jülich	NR-554	0%
Kaarst	NR-573	0%
Kalkar	NR-577	0%
Kall	NR-276	5%
Kalletal	NR-364	5%
Kamen	NR-542	0%
Kamp-Lintfort	NR-575	0%
Kempfen	NR-573	0%
Kerken	NR-573	0%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Kerpen	NR-553	0%
Kevelaer	NR-572	0%
Kierspe	NR-336-E1	50%
Kirchhundem	NR-333	50%
Kirchlengern	NR-531	0%
Kleve	NR-577	0%
Köln	NR-551	0%
Königswinter	NR-292	15%
Korschenbroich	NR-573	0%
Kranenburg	NR-577	0%
Krefeld	NR-575	0%
Kreuzau	NR-275	15%
Kreuztal	NR-331	30%
Kürten	NR-338	5%
Ladbergen	NR-540	0%
Laer	NR-541	0%
Lage	NR-364	5%
Langenberg	NR-541	0%
Langenfeld (Rhld.)	NR-551	0%
Langerwehe	NR-553	0%
Legden	NR-544	0%
Leichlingen (Rhld.)	NR-338	5%
Lemgo	NR-364	5%
Lengerich	NR-540	0%
Lennestadt	NR-336-E2	50%
Leopoldshöhe	NR-531	0%
Leverkusen	NR-551	0%
Lichtenau	NR-363	5%
Lienen	NR-540	0%
Lindlar	NR-338	5%
Linnich	NR-554	0%
Lippetal	NR-541	0%
Lippstadt	NR-540	0%
Lohmar	NR-338	5%
Löhne	NR-531	0%
Lotte	NR-535	0%
Lübbecke	NR-533	0%
Lüdenscheid	NR-336-E1	50%
Lüdinghausen	NR-541	0%
Lügde	NR-364	5%
Lünen	NR-541	0%
Marienheide	NR-338	5%
Marienmünster	NR-364	5%
Marl	NR-544	0%
Marsberg	NR-340	5%
Mechernich	NR-275	15%
Meckenheim	NR-553	0%
Medebach	NR-332	50%
Meerbusch	NR-575	0%
Meinerzhagen	NR-336-E2	50%



Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Menden (Sauerland)	NR-337-E2	15%
Merzenich	NR-553	0%
Meschede	NR-335	50%
Metelen	NR-544	0%
Mettingen	NR-535	0%
Mettmann	NR-337-E1	0%
Minden	NR-533	0%
Moers	NR-575	0%
Möhnesee	NR-334	15%
Mönchengladbach	NR-571	0%
Monheim am Rhein	NR-551	0%
Monschau	NR-282	30%
Morsbach	NR-330	15%
Much	NR-338	5%
Mülheim an der Ruhr	NR-545	0%
Münster	NR-541	0%
Nachrodt-Wiblingwerde	NR-336-E1	50%
Netphen	NR-331	30%
Nettersheim	NR-276	5%
Nettetal	NR-571	0%
Neuenkirchen	NR-544	0%
Neuenrade	NR-336-E1	50%
Neukirchen-Vluyn	NR-575	0%
Neunkirchen	NR-331	30%
Neunkirchen-Seelscheid	NR-338	5%
Neuss	NR-551	0%
Nideggen	NR-282	30%
Niederkassel	NR-551	0%
Niederkrüchten	NR-571	0%
Niederzier	NR-554	0%
Nieheim	NR-364	5%
Nordkirchen	NR-541	0%
Nordwalde	NR-541	0%
Nörvenich	NR-553	0%
Nottuln	NR-541	0%
Nümbrecht	NR-339	15%
Oberhausen	NR-578	0%
Ochtrup	NR-544	0%
Odenthal	NR-338	5%
Oelde	NR-541	0%
Oer-Erkenschwick	NR-543	0%
Oerlinghausen	NR-530	5%
Olfen	NR-541	0%
Olpe	NR-336-E2	50%
Olsberg	NR-333	50%
Ostbevern	NR-540	0%
Overath	NR-338	5%
Paderborn	NR-362	0%
Petershagen	NR-583	0%
Plettenberg	NR-336-E2	50%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Porta Westfalica	NR-366	5%
Preußisch Oldendorf	NR-533	0%
Pulheim	NR-551	0%
Radevormwald	NR-338	5%
Raesfeld	NR-578	0%
Rahden	NR-582	0%
Ratingen	NR-337-E1	0%
Recke	NR-581	0%
Recklinghausen	NR-543	0%
Rees	NR-577	0%
Reichshof	NR-339	15%
Reken	NR-544	0%
Remscheid	NR-338	5%
Rheda-Wiedenbrück	NR-540	0%
Rhede	NR-578	0%
Rheinbach	NR-553	0%
Rheinberg	NR-575	0%
Rheine	NR-544	0%
Rheurdt	NR-573	0%
Rietberg	NR-540	0%
Rödinghausen	NR-531	0%
Roetgen	NR-283	30%
Rommerskirchen	NR-551	0%
Rosendahl	NR-541	0%
Rösrath	NR-550-E1	0%
Ruppichteroth	NR-338	5%
Rüthen	NR-542	0%
Saerbeck	NR-540	0%
Salzkotten	NR-542	0%
Sankt Augustin	NR-551	0%
Sassenberg	NR-540	0%
Schalksmühle	NR-336-E1	50%
Schermbek	NR-578	0%
Schieder-Schwalenberg	NR-364	5%
Schlangen	NR-540	0%
Schleiden	NR-282	30%
Schloß Holte-Stukenbrock	NR-540	0%
Schmallenberg	NR-333	50%
Schöppingen	NR-541	0%
Schwalmtal	NR-571	0%
Schwelm	NR-338	5%
Schwerte	NR-337-E2	15%
Selfkant	NR-570	0%
Selm	NR-541	0%
Senden	NR-541	0%
Sendenhorst	NR-541	0%
Siegburg	NR-550-E1	0%
Siegen	NR-331	30%
Simmerath	NR-282	30%
Soest	NR-542	0%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Solingen	NR-338	5%
Sonsbeck	NR-574	0%
Spenge	NR-531	0%
Sprockhövel	NR-337-E1	0%
Stadtlohn	NR-544	0%
Steinfurt	NR-541	0%
Steinhagen	NR-540	0%
Steinheim	NR-364	5%
Stemwede	NR-582	0%
Stolberg (Rhld.)	NR-283	30%
Straelen	NR-573	0%
Südlohn	NR-544	0%
Sundern (Sauerland)	NR-334	15%
Swistal	NR-553	0%
Tecklenburg	NR-535	0%
Telgte	NR-540	0%
Titz	NR-554	0%
Tönisvorst	NR-573	0%
Troisdorf	NR-551	0%
Übach-Palenberg	NR-554	0%
Uedem	NR-574	0%
Unna	NR-542	0%
Velbert	NR-337-E1	0%
Velen	NR-544	0%
Verl	NR-540	0%
Versmold	NR-540	0%
Vettweiß	NR-553	0%
Viersen	NR-571	0%
Vlotho	NR-364	5%
Voerde (Niederrhein)	NR-575	0%
Vreden	NR-544	0%
Wachtberg	NR-292	15%
Wachtendonk	NR-573	0%
Wadersloh	NR-541	0%
Waldbröl	NR-330	15%
Waldfeucht	NR-570	0%
Waltrop	NR-543	0%
Warburg	NR-360	0%
Warendorf	NR-541	0%
Warstein	NR-334	15%
Wassenberg	NR-570	0%
Weeze	NR-572	0%
Wegberg	NR-571	0%
Weilerswist	NR-553	0%
Welper	NR-542	0%
Wenden	NR-336-E2	50%
Werdohl	NR-336-E1	50%
Werl	NR-542	0%
Wermelskirchen	NR-338	5%
Werne	NR-541	0%

Gemeinde	Zuordnung zu naturräumlicher Haupteinheit	Angenommener Flächenverlust
Werther (Westf.)	NR-531	0%
Wesel	NR-576	0%
Wesseling	NR-551	0%
Westerkappeln	NR-535	0%
Wetter (Ruhr)	NR-337-E1	0%
Wettringen	NR-544	0%
Wickede (Ruhr)	NR-337-E2	15%
Wiehl	NR-339	15%
Willebadessen	NR-361	5%
Willich	NR-573	0%
Wilnsdorf	NR-331	30%
Windeck	NR-330	15%
Winterberg	NR-333	50%
Wipperfürth	NR-338	5%
Witten	NR-337-E1	0%
Wülfrath	NR-337-E1	0%
Wuppertal	NR-338	5%
Würselen	NR-554	0%
Xanten	NR-577	0%

### A2 2.5 Zusammenfassung, Bewertung

Mit der gewählten und in Abschnitt 2 beschriebenen Vorgehensweise konnte ein Geländeindikator für die topographische Komplexität von naturräumlichen Haupteinheiten gebildet werden, der einen sehr guten Zusammenhang mit den auf Basis der LEE-Studie [3] ermittelten Flächenverlusten aufgrund von meteorologischer Umgebungsturbulenz und Schräganströmung des Windes aufweist. Auf dieser Basis konnte ein Stufenmodell entwickelt werden, das die Flächenverluste aller Haupteinheiten in NRW anhand dieses Geländeindikators bestimmt.

Wie die im vorigen Abschnitt dargestellte Ergebnistabelle zeigt – und wie aufgrund des Geländes zu erwarten war – repräsentiert der Bereich der LEE-Studie zudem das Spektrum der innerhalb von NRW auftretenden Geländekomplexitäten sehr gut. Die naturräumlichen Haupteinheiten mit der höchsten topographischen Komplexität im Bundesland finden sich ebenso hier wie Haupteinheiten mit so geringer Komplexität, dass keine Flächenverluste aus den genannten Gründen mehr auftreten. Dass die auf dieser Basis abgeleiteten Ergebnisse demnach die ganze Bandbreite der in NRW auftretenden topographischen Komplexität repräsentieren, sichert die Übertragbarkeit auf die gesamte Landesfläche zusätzlich ab.

## **A2 3 Quellen- und Softwareverzeichnis**

### **A2 3.1 Quellen**

- [1] Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie, LANUV-Fachbericht 40, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen Aktualisierte Fassung Jan. 2013
- [2] Windatlas Baden-Württemberg 2019, AL-PRO GmbH & Co. KG im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, April 2019
- [3] Windkartierung Regierungsbezirk Arnsberg (komplexer Teil), AL-PRO GmbH & Co. KG im Auftrag des Landesverbandes Erneuerbare Energien Nordrhein-Westfalen (LEE NRW).
- [4] IEC 61400-1, Second edition 1999, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- [5] IEC 61400-1, Third edition 2005, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- [6] IEC 61400-1, Third edition, Amendment 1, 2010, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- [7] IEC 61400-1, Fourth edition, Amendment 1, 2019, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- [8] European Wind Turbine Standards II (1999), J.T.G. Pierik, J.W.M. Dekker, H. Braam, B.H. Bulder, D. Winkelaar, G.C. Larsen, E. Morfiadakis, P. Chaviaropoulos, A. Derrick, J.P. Molly. Nizza 1999.
- [9] Richtlinie für Windkraftanlagen. Fassung Juni 1993, 2. überarbeitete Auflage 1995. Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt -, Berlin
- [10] Richtlinie für Windenergieanlagen. Fassung März 2004. Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt -, Berlin.
- [11] Richtlinie für Windenergieanlagen. Fassung Oktober 2012. Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt -, Berlin.
- [12] Deutsches Institut für Normung; DIN EN 61400-1:2019 Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2019); Deutsche Fassung EN 61400-1:2019.
- [13] Deutsches Institut für Normung; DIN EN 61400-1:2011-08 Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2012); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010.
- [14] Deutsches Institut für Normung; DIN EN 61400-1:2004 Windenergieanlagen – Teil 1: Sicherheitsanforderungen (IEC 61400-1:1999); Deutsche Fassung EN 61400-1:2004.
- [15] Deutsches Institut für Normung; DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 mit DIN EN 1991-1-4:2010-12; Nationaler Anhang – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen: Windlasten.
- [16] EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz – 2021.

- [17] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 6: Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen, Revision 11, 21.09.2020; Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien e.V.
- [18] GWS®, Global Windmapping Service; AL-PRO, 2007, s. a. <http://www.gws-alpro.com>
- [19] Digitales Basis Landschaftsmodell des Landes Nordrhein-Westfalen, [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/geobasis/landschaftsmodelle/basis\\_dlm/index.html](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/landschaftsmodelle/basis_dlm/index.html).
- [20] Digitales Höhenmodell des Landes NRW, Auflösung 50 m (DGM 50).
- [21] VAL-130121, Validierung des Vorgehens zur Turbulenzberechnung bei AL-PRO, Dr. Raimund Pauen, Dipl. Inf. Carsten Albrecht 2020, AL-PRO GmbH & Co. KG.
- [22] Mindeststandards zur Dokumentation von Gutachten zur Ermittlung der Umgebungsturbulenzintensität; Windgutachterbeirat des Bundesverband WindEnergie e.V., 11.02.2015 (s. <http://www.wind-energie.de/de/verband/beiräte-und-aks/windgutachterbeirat/>)
- [23] Hinweise zum Umgang mit Messdaten und zur Extrapolation der Turbulenzintensität; Windgutachterbeirat des Bundesverband WindEnergie e.V., 29.09.2015 (s. <http://www.wind-energie.de/de/verband/beiräte-und-aks/windgutachterbeirat/>)
- [24] Abschlussdokumente des Turbulenzarbeitskreises des StUA Schleswig November 2008 (in Auszügen veröffentlicht in „Wind-Kraft Journal & Natürliche Energien“, Ausgabe 4/2009, S. 28-30).
- [25] Turbulence and turbulence generated loading in wind turbine clusters, S. Frandsen, Risø-R-1188 Report, 2007.

### **3.2 Verwendete Software**

- [26] QGIS Version 3.16.5-Hannover, Tim Sutton
- [27] SAGA System for Automated Geoscientific Analyses Version 6.4.0, Copyrights (c) 2005-2018 by Olaf Conrad and Portions (c) 2008-2018 by Volker Wichmann.

# IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@lanuv.nrw.de">poststelle@lanuv.nrw.de</a>
Bearbeitung	Andrea Bahrs, Dr. Christina Haubaum, Dr. Matthias Kaiser, Niklas Raffalski (alle LANUV)
Veröffentlichung	Mai 2023
Titelbild	AdobeStock Anselm (Titel)
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachbericht
Informationsdienste schutz unter	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucher-  • <a href="http://www.lanuv.nrw.de">www.lanuv.nrw.de</a> Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

---

Landesamt für Natur, Umwelt und  
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10  
45659 Recklinghausen  
Telefon 02361 305-0  
poststelle@lanuv.nrw.de

[www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de)