

# Welcher Raum bleibt für den Ausbau der Windenergie?

Brigitte Zaspel-Heisters

## Analyse des bundesweiten Flächenpotenzials in Deutschland

*Die Energiewende ist auch zukünftig mit einem weiteren Flächenbedarf für die Windenergie verbunden. Doch wie viele Flächen stehen bundesweit zur Verfügung? Der Beitrag stellt einen Ansatz zur Analyse des Flächenpotenzials für die Windenergie in Deutschland vor, der zahlreiche Einflussfaktoren wie zum Beispiel regionalplanerische oder natur- und wasserschutzrechtliche Festlegungen berücksichtigt. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Datenverfügbarkeit. Zudem bewertet der Beitrag den Einfluss der einzelnen Faktoren auf das Gesamtflächenpotenzial.*

### 1 Einleitung

Die Umsetzung der von Bund und Ländern angestrebten Energiewende setzt auch zukünftig einen deutlichen Ausbau der Windenergie an Land voraus. Alleine 2014 wurden in Deutschland brutto – also ohne Berücksichtigung von Repowering-Maßnahmen – an Land 1.766 Windenergieanlagen (WEA) mit einer Leistung von rund 4.750 Megawatt (MW) errichtet (Deutsche WindGuard 2015: 2). Somit umfasste der bundesweite Bestand Ende 2014 24.867 Anlagen mit einer Leistung von rund 38 Gigawatt (GW).

Bis 2025 rechnet die Bundesnetzagentur mit einem weiteren Zuwachs der installierten Leistung auf bis zu 63,8 GW (Szenario B des Szenariorahmens 2025) (BNetzA 2014). Das Szenario orientiert sich dabei an dem im Erneuerbare-Energien-Gesetz definierten Ausbaupfad für die Windenergie, wonach jährlich ein Nettozuwachs der installierten Leistung der Windenergieanlagen an Land von bis zu 2.500 MW vorgesehen ist (§ 3 EEG 2014).

Verbunden mit dem Ausbau der Windenergie ist ein erheblicher Flächenbedarf für die Anlagen. Wird von einem durchschnittlichen Flächenbedarf von rund 5 ha je MW installierter Leistung ausgegangen (Einig/Heilmann/Zaspel 2011), so würde ein Zuwachs von 25,8 GW zwischen 2014 und 2025 einen zusätzlichen Flächenbedarf

von 1.290 km<sup>2</sup> bedingen. Dies entspricht einem bundesweiten Flächenanteil von 0,4 %. Zum Vergleich: Derzeit werden durch die Regionalplanung rund 0,45 % der Landesfläche für die Windenergie gesichert (Zaspel-Heisters 2015).

Unklar ist allerdings, in welchem Umfang Flächen für den Ausbau der Windenergienutzung überhaupt geeignet sind. Verschiedene GIS-gestützte Potenzialanalysen haben versucht, diese Frage zu beantworten. Neben unterschiedlichen, auf einzelne Bundesländer ausgerichteten Studien (u. a. LANUV 2012 für Nordrhein-Westfalen; Gerdes/Pahlke 1995 für Niedersachsen; AL-PRO 2011 für das Saarland) liegen nur wenige Untersuchungen für ganz Deutschland vor (BWE 2011; UBA 2013; BMVI 2015).

Die Eignung einer Fläche für den Bau von Windenergieanlagen hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Von zentraler Bedeutung ist zunächst die Privilegierung der Windenergienutzung im Baugesetzbuch (BauGB). Gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB ist die Nutzung der Windenergie im Außenbereich zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen. Eine Beeinträchtigung öffentlicher Belange liegt unter anderem dann vor, wenn der Bau einer Windenergieanlage Zielen der Raumordnung oder Darstellungen im Flächennutzungsplan widerspricht (§ 35 Abs. 3 BauGB).

---

**Dr. Brigitte Zaspel-Heisters** ist Projektleiterin im Referat Raumentwicklung im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Forschungsschwerpunkte: Instrumente der Raumordnung, Vergleichende empirische Plananalyse, Monitoring von Raumordnungsplänen, Steuerung der Windenergie  
brigitte.zaspel-heisters@bbr.bund.de

Das Baugesetzbuch ermächtigt Landes-, Regional- sowie Kommunalplanung, durch eine positive Darstellung von Gebieten für privilegierte Vorhaben im Außenbereich entsprechende Vorhaben im übrigen Planungsraum auszuschließen.

Zudem können fachgesetzliche Regelungen (insbesondere Naturschutzrecht, Wasserhaushaltsrecht, Immissionsschutzrecht) oder auch tatsächliche Gegebenheiten den Bau einer Anlage an einem bestimmten Standort im Außenbereich ausschließen. Auch natürliche Standortfaktoren wie Windhöffigkeit – das durchschnittliche Windaufkommen an einem Standort – und Hangneigung spielen eine wichtige Rolle. Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe von über 50 m bedürfen einer Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG).

Das Bundesverwaltungsgericht hat in den letzten Jahren durch verschiedene Urteile Vorgaben für die methodische Bestimmung von Potenzialflächen durch die Regional- und Kommunalplanung definiert (siehe Beitrag von Bovet in diesem Heft). So gilt es für die Planungsträger, zwischen harten Tabuzonen (Flächen, die für die Errichtung von Windenergieanlagen schlechthin und dauerhaft ungeeignet sind) und weichen Tabuzonen (Flächen, auf denen die Errichtung von Windenergieanlagen ausgeschlossen werden soll, obwohl keine rechtlichen oder tatsächlichen Gründe gegen eine Errichtung sprechen) zu unterscheiden. Die neuen Regeln haben dazu geführt, dass in zahlreichen Regionen neue Planungskonzepte für die Windenergie erarbeitet werden müssen.

Die vorliegenden Potenzialstudien ziehen unterschiedliche Indikatoren für die Bestimmung des Flächenpotenzials heran. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Verfügbarkeit von Geodaten, die sich insbesondere auf Bundesebene erheblich auf die betrachteten Einflussfaktoren auswirkt.

Die Studien vom Bundesverband Windenergie (BWE) sowie vom Umweltbundesamt (UBA) klammern den Einfluss regionalplanerischer Festlegungen auf das Flächenpotenzial für die Windenergie an Land aus. Obwohl die Regionalplanung mit ihren Instrumenten Anlagenstandorte erheblich

beeinflussen kann, berücksichtigt erstmalig die von Bosch und Partner im Auftrag von BMVI/BBSR durchgeführte bundesweite Potenzialflächenanalyse diese Festlegungen (BMVI 2015). Grundlage hierfür bildet der im BBSR geführte Raumordnungsplan-Monitor, durch den bundesweit Geodaten der zeichnerischen Festlegungen der Regionalpläne vorliegen.

Die in diesem Beitrag vorgestellte Potenzialflächenanalyse baut auf der im Rahmen der BMVI-Studie entwickelten Methode (n-Ansatz) auf. Neben der Nutzung aktuellerer Daten (u. a. zeichnerische Festlegungen der Regionalpläne zum Stand 31.12.2013 sowie regionalplanerische Festlegungen zur Windenergie zum Stand 15.9.2014) erfolgt dabei in einzelnen Punkten auch eine Modifikation des Ansatzes. So bezieht die Untersuchung ergänzend Daten zur Windhöffigkeit, zur Hangneigung, zu Feuchtgebieten nach Ramsar sowie Daten des Biopopverbunds mit ein und arbeitet zusätzlich mit einem Mindestabstand zu Gewerbeflächen.

Im folgenden Kapitel werden zunächst wichtige, in einer Potenzialanalyse für Windenergie zu berücksichtigende Einflussfaktoren vorgestellt. Dabei wird jeweils auch die Frage der Datenverfügbarkeit thematisiert. Das dritte Kapitel stellt die grundlegende Methodik der Potenzialanalyse vor, in deren Rahmen vier Eignungsklassen definiert werden. In Kapitel vier erfolgt die Zuordnung der betrachteten Einflussfaktoren zu den Eignungsklassen. Zudem wird der Einfluss der einzelnen Faktoren auf das Flächenpotenzial für die Windenergie analysiert. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse werden in Kapitel fünf vorgestellt. Den Abschluss bildet ein kurzes Fazit.

---

## 2 Einflussfaktoren auf die Standorteignung – Relevanz und Datenverfügbarkeit

---

Ob ein Standort für den Bau einer Windenergieanlage geeignet ist und dort auch eine Genehmigung erteilt werden kann, hängt von unterschiedlichen Aspekten ab. Das Kapitel stellt zentrale Einflussfaktoren vor, die den Bau einer Anlage limitieren oder befördern können.

## 2.1 Windhöffigkeit

Ob eine Windenergieanlage wirtschaftlich betrieben werden kann, ist von der Windhöffigkeit ihres Standortes abhängig. Der konkrete Ertrag hängt dabei vom jeweiligen Anlagentyp und der Turmhöhe ab. Eine gute Windhöffigkeit wird je nach Quelle bei einer mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe von 5,25 bis 5,5 m/s (Schwarzwald-Baar-Heuberg 2013), 5,3 bis 5,5 m/s (BW 2012) oder 5,8 bis 6,0 m/s (RP 2013) angenommen. Für diese Untersuchung wird mit 5,3 m/s in 100 m Höhe ein Schwellenwert am unteren Ende der Skala gewählt, um dem vermehrten Einsatz von Schwachwindanlagen Rechnung zu tragen.

Der Deutsche Wetterdienst stellt Informationen zur mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 100 m als Rasterdatensatz mit einer Rasterzellengröße von 200 m zur Verfügung.

## 2.2 Hangneigung

Flächen mit einer sehr starken Hangneigung (größer 30°) sind für den Bau einer Windenergieanlage aus technischen Gründen ungeeignet (UBA 2013: 29; AL-PRO 2011). Sie werden daher bei der Potenzialanalyse als für den Bau von Windenergieanlagen ungeeignete Standorte ausgeschlossen.

Informationen zur Geländeform können dem mit einer Standard-Gitterweite von 10 m hoch aufgelösten Digitalen Geländemodell (DGM10) entnommen werden. Die Genauigkeit der Höhenangaben dieses Datensatzes liegt zwischen  $\pm 0,5$  und 1,0 m (LVERMGEO 2015).

## 2.3 Regionalplanerische Festlegungen

Zusammenfassende, überörtliche und fachübergreifende Regionalpläne legen für bundesweit 114 Planungsregionen der Regionalplanung (inkl. Saarland und Teilregionen in NRW, Stand 15.9.2014) verbindliche Vorgaben fest, die bei Genehmigungsentscheidungen über Windenergieanlagen einzubeziehen sind. Abhängig von ihrer Festlegung als Ziel oder Grundsatz der Raumordnung, sind diese von den Adressaten der Regional-

planung, vor allem der Kommunalplanung, bei ihren Planungen zu beachten beziehungsweise zu berücksichtigen (§ 4 ROG).

Durch eine qualifizierte Raumordnungsklausel im Baugesetzbuch (§ 35 Abs. 3 BauGB) sind die Ziele der Raumordnung auch für die Genehmigung von Vorhaben Privater relevant. So ist der Bau einer Windenergieanlage im Außenbereich als privilegiertes Vorhaben gemäß § 35 Abs. 1 BauGB zunächst zulässig, sofern keine öffentlichen Belange entgegenstehen. Eine Beeinträchtigung öffentlicher Belange liegt unter anderem dann vor, wenn der Bau einer Windenergieanlage Zielen der Raumordnung oder Darstellungen im Flächennutzungsplan widerspricht (§ 35 Abs. 3 BauGB). Zudem stehen öffentliche Belange dem Bau einer Windenergieanlage entgegen, soweit für die Windenergie als Ziele der Raumordnung eine Ausweisung an anderer Stelle des Planungsraumes erfolgt ist. Das Baugesetzbuch ermächtigt die Landes- und Regionalplanung, durch eine positive Darstellung von Gebieten für privilegierte Vorhaben im Außenbereich entsprechende Vorhaben im übrigen Planungsraum auszuschließen. Voraussetzung ist, dass es sich um ein raumbedeutsames Vorhaben handelt. Obwohl für die konkrete Beurteilung einer Windenergieanlage hinsichtlich ihrer Raumbedeutsamkeit jeweils der Einzelfall betrachten werden muss (Spannowsky/Weick/Gouverneur 2004: 161), ist bei den modernen Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe von in der Regel über 100 m grundsätzlich von einer Raumbedeutsamkeit auszugehen (Zaspel 2014: 112).

Als zentrales Instrument für eine räumlich konkrete Standortzuweisung für raumbedeutsame Funktionen und Nutzungen stehen der Regionalplanung Raumordnungsgebiete gemäß § 8 ROG zur Verfügung. Die Festlegung von Raumordnungsgebieten erlaubt die Sicherung standortgebundener Nutzungen und Funktionen. Zu unterscheiden sind positiv- und negativplanerische Ausweisungen (Einig 2005: 51; Domhardt/Spannowsky 2002). Im Hinblick auf die Windenergie erfolgt eine positivplanerische Festlegung durch die Ausweisung von Raumordnungsgebieten, durch die Standorte aktiv für die Windenergie gesichert werden. Allerdings kann durch Ausschlusswirkungen mit der Flächensicherung für

Windenergie gleichzeitig deren Ausschluss im übrigen Planungsraum verbunden sein (siehe nachfolgender Absatz). Eine negativplanerische Steuerung erfolgt zudem über die Sicherung einer Fläche für eine andere Nutzung, die zu Restriktionen für eine Nutzung durch Windenergie führt. Beispiele hierfür sind Raumordnungsgebiete für Natur und Landschaft oder den vorbeugenden Hochwasserschutz.

Das Raumordnungsgesetz unterscheidet vier Typen von Raumordnungsgebieten: Vorranggebiete, Vorbehaltsgebiete, Eignungsgebiete und Vorranggebiete mit der Wirkung von Eignungsgebieten.

Die höchste Schutzwirkung für eine Nutzung geht von Vorranggebieten aus. Diese besitzen die Rechtsqualität von Raumordnungszielen (Hendler 1998: 105) und schließen alle Nutzungen aus, die der vorrangigen Flächennutzung widersprechen. Eine Abwägung der Vorrangfestlegungen ist nicht möglich (Schroeder 2000: 54), während Vorbehaltsgebiete als Grundsätze der Raumordnung hingegen eine Gewichtungsvorgabe für eine nachgeordnete Abwägung darstellen (Heemeyer 2006: 266). Ihre räumliche Steuerungswirkung ist gegenüber Vorranggebieten deutlich eingeschränkt. Für die räumliche Steuerung der Windenergie durch die Regionalplanung spielen Eignungsgebiete und Vorranggebiete mit der Wirkung von Eignungsgebieten für die Windenergie eine besondere Rolle. Beide Gebietstypen entfalten eine außergebietliche Ausschlusswirkung, durch die keine Genehmigung von Windenergieanlagen im übrigen Planungsraum erfolgen kann. Dabei handelt es sich bei Eignungsgebieten nach herrschender Meinung innergebietlich um Vorbehaltsgebiete (Bartlsperger 2000: 153). Neben diesen vier Raumordnungsgebietstypen kommen in einzelnen Ländern Ausschlussgebiete für Windenergie zum Einsatz, durch die Flächen definiert werden, auf denen eine Realisierung von Windenergieanlagen ausgeschlossen wird.

In der hier vorgestellten Analyse des theoretischen Flächenpotenzials für Windenergie werden sowohl die positiv- als auch die negativplanerischen Ausweisungen betrachtet. Das bestehende Potenzial wird dabei in erheblichem Maße durch die Ausschlusswirkung der Eignungsgebiete, der

Vorranggebieten mit der Wirkung von Eignungsgebieten sowie die Ausschlussgebiete beeinflusst. Unter Berücksichtigung der Ausschlusswirkung können in den betroffenen Regionen grundsätzlich nur die bereits in den Regionalplänen ausgewiesenen Flächen als Potenzialflächen angesehen werden, da raumbedeutsame WEA außerhalb dieser Flächen nicht genehmigt werden können. Um auch für diese Regionen dennoch ein theoretisches, für zukünftige Planungen zur Verfügung stehendes Potenzial bestimmen zu können, wird das Gesamtpotenzial sowohl mit als auch ohne Einbeziehung der Ausschlusswirkung analysiert.

Für die Untersuchung stehen durch den Raumordnungsplan-Monitor des BBSR Geodaten der zeichnerischen Festlegungen der Regionalpläne zur Verfügung (Zaspel/Einig 2012). Durch dieses Planinformationssystem besitzt das BBSR als erste Institution einen bundesweiten und umfassenden Überblick über die rechtsverbindlichen zeichnerischen Festlegungen der Raumordnungspläne. In die Analyse werden alle verbindlichen flächenhaften Festlegungen der Regionalpläne einbezogen, die den Bau von Windenergieanlagen fördern oder restringieren. Die Daten geben den Stand der Raumordnungspläne zum 31.12.2013 wieder. Bei den Festlegungen für Windenergie werden zudem alle verbindlichen Veränderungen bis zum 15.9.2014 berücksichtigt.

## 2.4 Festlegungen der Bauleitplanung

Gemäß § 1 Abs. 4 BauGB sind die Bauleitpläne den Zielen der Raumordnung anzupassen. Dementsprechend dürfen die Kommunen keine von den Zielen der Raumordnung abweichenden Planungen vornehmen. Sofern auf regionaler Ebene eine abschließende Steuerung der Windenergie durch die Festlegung von Eignungsgebieten, Vorranggebieten mit der Wirkung von Eignungsgebieten oder Ausschlussgebieten erfolgt, ist diese von den Kommunen zu beachten. Kommen demgegenüber in den Regionalplänen Vorranggebiete oder Vorbehaltsgebiete zum Einsatz oder wird ganz auf eine regionalplanerische Steuerung der Windenergie verzichtet, verbleiben Spielräume für eine kommunale Steuerung außerhalb der Flächendarstellungen.

Nach § 5 i.V.m. § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB können die Gemeinden im Flächennutzungsplan „Konzentrationszonen für Windenergieanlagen“ darstellen und den Bau von Windenergieanlagen außerhalb dieser Zonen damit gleichzeitig ausschließen. Eine Verpflichtung zur Ausweisung von Konzentrationszonen besteht allerdings nicht.

Insbesondere in den Ländern und Regionen, in denen bislang keine beziehungsweise keine abschließende regionalplanerische Steuerung der Windenergie erfolgt, können Festlegungen in Flächennutzungsplänen zu einer Einschränkung des Flächenpotenzials für Windenergie führen. So erfolgt die Steuerung der Windenergie in Nordrhein-Westfalen – mit Ausnahme des Münsterlandes – beispielsweise derzeit ausschließlich auf kommunaler Ebene.

Aktuell verfügt nur ein Teil der Kommunen über Geodaten ihrer Flächennutzungspläne. Sofern Geodaten vorliegen, können diese in einzelnen Ländern den Raumordnungskatastern entnommen werden. Die sehr heterogenen, dezentral gehaltenen und lückenhaften Daten sind für eine bundesweite Potenzialanalyse allerdings nicht geeignet und werden daher in der Analyse nicht berücksichtigt.

## 2.5 Natur- und wasserschutzrechtliche Regelungen

Das Bundesnaturschutzgesetz bestimmt Gebiete mit einer besonderen Schutzbedürftigkeit, die abhängig von ihrem jeweiligen Schutzzweck, nicht oder nur in eingeschränktem Maße für den Bau von Windenergieanlagen geeignet sind. Gegenstand der Potenzialanalyse sind daher Naturschutzgebiete (§ 23 BNatSchG), Nationalparke (§ 24 BNatSchG), Biosphärengebiete (§ 25 BNatSchG) und Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG). Zudem werden auch Naturparke (§ 27 BNatSchG) berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um einheitlich zu entwickelnde und zu pflegende Gebiete, die überwiegend Landschafts- oder Naturschutzgebiete sind. Im Rahmen des gesetzlichen Biotopschutzes (§ 30 BNatSchG) sind Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung der Biotope

(z. B. natürliche oder naturnahe Bereiche fließender und stehender Binnengewässer, Moore, Sümpfe oder offene Felsbildungen) führen können, verboten. Vor diesem Hintergrund analysiert die Studie auch Daten zu gesetzlich geschützten Biotopen. Zudem gilt es, Naturdenkmale zu betrachten.

Darüber hinaus sind bei der Potenzialanalyse Natura-2000-Gebiete einzubeziehen. Ziel dieses Schutzgebietssystems ist die Bildung eines europaweit zusammenhängenden ökologischen Flächenverbunds zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Zu den Natura-2000-Gebieten gehören neben den FFH-Gebieten (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) auch Gebiete nach der Vogelschutzrichtlinie (Special Protection Areas (SPA)). Auf diesen Flächen können Windenergieanlagen nur dann zugelassen werden, wenn die Erhaltungsziele der Gebiete nicht in erheblichem Maße beeinträchtigt werden. Ebenfalls für die Analyse relevant sind die Ramsar-Gebiete (NLT/ML 2013), bei denen es sich gemäß der Ramsar-Konvention um Feuchtgebiete internationaler Bedeutung handelt.

Neben den im Bundesnaturschutzgesetz geregelten Schutzgebieten beeinflussen auch die im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelten Wasserschutzgebiete den Standort von Windenergieanlagen. Kritisch für die Wasserschutzgebiete ist insbesondere der Bau der Windenergieanlagen selbst: Während der Bauphase können die das Grundwasser überdeckenden Schichten tiefgründig verletzt werden (MULEWF 2013: 7). Aufgrund der Schutzbedürftigkeit der Zonen I und II kommt der Bau von Windenergieanlagen in diesen Gebieten nicht in Betracht (BW 2012: 22).

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) stellt Datensätze zu naturschutzrechtlichen Festlegungen bereit, deren Aktualität variiert. Im Einzelnen handelt es sich dabei um Daten über:

- Nationalparke (2014)
- Naturschutzgebiete (2012)
- Biosphärenreservate unter Angabe der Zonierung (2011)
- Landschaftsschutzgebiete (LSG) (2012)
- Feuchtgebiete nach Ramsar-Konvention (2013)

- Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) (2013)
- Vogelschutzgebiete (Special Protection Areas – SPA) (2013)
- Naturparke (2013)

Bundesweite Daten zu Naturdenkmalen sowie gesetzlich geschützten Biotopen liegen nicht vor. Aus diesem Grund bedient sich die Analyse für die Erfassung der Biotope bei dem ebenfalls vom BfN zur Verfügung gestellten Datensatz zum Biotopverbund. Bestandteile des Datensatzes sind national bedeutsame Flächen für den Biotopverbund sowie die national und international bedeutsamen Biotopverbundachsen (BfN o. J.). Gemäß § 21 BNatSchG1 dient der Biotopverbund der dauerhaften Sicherung der Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie der Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen. Zu ihm gehören neben den gesetzlich geschützten Biotopen unter anderem auch Naturschutzgebiete und Nationalparke, soweit sie zur Erreichung der Ziele des Biotopverbunds geeignet sind.

Der bundesweite Geodatensatz der Wasserschutzgebiete stammt von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG).

## 2.6 Artenschutz

Voraussetzung für eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung ist die Durchführung einer Artenschutzprüfung (§ 44 Abs. 1 BNatSchG). Diese kann auch schon im Zuge des kommunalen Flächennutzungsplanverfahrens durchgeführt werden. Der Grund: Die Anlagen wirken sich negativ auf die Lebensräume von Vögeln und Fledermäusen aus. Neben dem bestehenden Kollisionsrisiko ist auch ein mögliches Meideverhalten der Tiere relevant. Für Fledermäuse besteht zudem noch eine weitere Gefahr: Durch Luftdruckunterschiede in der Nähe der WEA platzen die Lungen der Tiere. Nach einer im Auftrag des Umweltministerium durchgeführten Studie sterben jedes Jahr circa zehn Fledermäuse pro Anlage (Brinkmann et al. 2011). Hochgerechnet wären das bei einem Bestand von rund 24.867 Anlagen im Jahr 2014 (Deutsche Windguard 2015) rund 250.000 Fledermäuse.

Sofern für einen Standort Hinweise auf ein Vorkommen empfindlicher Vögel oder Fledermäuse vorliegen, müssen Kartierungen oder artspezifische Betrachtungen durchgeführt werden (Trockel 2014). Erst auf dieser Grundlage kann entschieden werden, ob eine WEA an einem Standort genehmigungsfähig ist.

Ein bundesweiter Geo-Datensatz zur räumlichen Verteilung WEA-empfindlicher Vogel- und Fledermausarten liegt nicht vor. Die Artenschutzprüfung erfolgt in der Regel sehr kleinräumig und ausschnitthaft. Die hier durchgeführte Analyse auf Bundesebene klammert den Artenschutz daher aus. Ob die als geeignet identifizierten Potenzialflächen auch artenschutzrechtlich unbedenklich sind, muss in Einzelfallbetrachtungen bewertet werden.

## 2.7 Tatsächliche Flächennutzung

### *Siedlungsflächen*

Siedlungsflächen stehen für den Bau von Windenergieanlagen grundsätzlich nicht zur Verfügung. Zudem sollen Menschen durch Schutzabstände zwischen WEA und baulich genutzten Flächen vor schädlichen Einflüssen geschützt werden. Hierzu zählen insbesondere die Lärmbelästigung, aber auch der Aspekt der bedrängenden Wirkung.

Grundlage für die Beurteilung der Lärmeinwirkung auf den Menschen ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm). Sie legt abgestufte Immissionsrichtwerte für die in der Baunutzungsverordnung differenzierten Baugebiete fest. Ausgehend von diesen Richtwerten hat das Umweltbundesamt lärminduzierte Abstandswerte für Industrie- und Gewerbeflächen (250 m), Wohnbauflächen (inkl. Mischgebieten) (600 m) sowie Wochenend- und Ferienhausbebauung (900 m) identifiziert (UBA 2013: 18). Die landesplanerischen Abstandsempfehlungen weichen hiervon in vielen Fällen ab. Einzelne Länder fordern demnach Abstände zwischen 600 und 1.000 m zu allgemeinen und reinen Wohngebieten. Bei Gewerbe und Industriegebieten liegt die Spannweite zwischen 20 und 600 m, bei Einzelwohngebäuden und Splittersiedlungen zwischen 300 und 1.000 m (BLWE 2012).

In Bayern gilt seit dem 17.11.2014 die sogenannte 10 H-Regelung. Gemäß der bayerischen Landesbauordnung müssen Windkraftanlagen demnach „einen Mindestabstand vom 10-fachen ihrer Höhe zu Wohngebäuden in Gebieten mit Bebauungsplänen, innerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile und im Geltungsbereich von Satzungen nach § 35 Abs. 6 BauGB einhalten“ (Art. 82 Abs. 1 BauNVO). Allerdings können die Kommunen in ihrer Bauleitplanung Ausnahmen festlegen (siehe Beitrag Miosga).

Neben dem Lärm kann eine optisch bedrängende Wirkung durch WEA Mindestabstände notwendig machen. Gemäß eines Urteils des Oberverwaltungsgerichts NRW (OVG NRW, U.v. 09.08.2006 – 8 A 3726/05) ist von einer solchen Wirkung bei einem Abstand von mehr als dem Dreifachen der Gesamthöhe der Anlage in der Regel nicht mehr auszugehen. Dies entspräche bei einer Anlage von 200 m Gesamthöhe einem Abstand von 600 m. Da die landesplanerischen Abstandswerte diesen Wert in der Regel überschreiten, muss die optisch bedrängende Wirkung bei dieser Untersuchung nicht separat berücksichtigt werden.

Für Siedlungsfreiflächen (Sport- und Freizeitanlagen) werden bei dieser Analyse die gleichen Abstandswerte wie für Mischgebiete angenommen.

#### *Wald*

Der Bau von Windenergieanlagen im Wald wird derzeit in Deutschland intensiv diskutiert. Durch Anlagenhöhen von bis zu 200 m ist die Nutzung von Waldflächen aus technischer Sicht möglich. Durch die Verfolgung ambitionierter Ausbauziele von Bund und Ländern nimmt der Nutzungsdruck auf die Waldflächen deutlich zu. Sollen beim Ausbau große Abstandswerte zu Siedlungsflächen eingehalten werden, so nehmen Waldflächen bei den verbleibenden Flächen einen hohen Anteil ein, da sie in der Regel eine größere Entfernung zu Wohnsiedlungen aufweisen als Bereiche der offenen Landschaft. Eine Studie für Bayern zeigt, dass bei einem Abstandswert von 2.000 m zur nächsten Wohnbaufläche 69 % der verbleibenden Flächen Waldgebiete sind (Zaspel 2014).

Insbesondere Länder mit hohem Waldanteil haben die Waldbereiche für die Nutzung von Windenergie geöffnet. Die Teilfortschreibung des Landesentwicklungsprogramms IV von Rheinland-Pfalz sieht beispielsweise vor, dass landesweit mindestens 2 % der Fläche des Waldes für die Nutzung durch Windenergie zur Verfügung gestellt werden (MWKEL 2014: G 163 c) (siehe auch den Beitrag von Rojahn in diesem Heft).

#### *Moor, Sumpf, Gewässer*

Moor- und Sumpfflächen sind für den Bau von Windenergieanlagen ungeeignet. Dies gilt ebenso für Gewässerflächen sowie deren engere Randstreifen.

#### *Offenland*

Unter dem Begriff Offenland subsumieren sich Heideflächen, gehölz- sowie vegetationslose Flächen. Im Gegensatz zu Moor- und Sumpfflächen schließen sie den Bau von Windenergieanlagen nicht vollständig aus.

#### *Verkehrswege*

Auf Verkehrsflächen ist der Bau von Windenergieanlagen nicht möglich. Zudem gelten gesetzliche Mindestabstände zu Straßen und Schienen. So sind die in den Fachgesetzen (Bundesfernstraßengesetz, Straßengesetze der Länder) geregelten Anbauverbote und Anbaubeschränkungen zu beachten. Diese Zonen sind von Windenergieanlagen sowie deren Rotoren freizuhalten. Hierdurch ergeben sich Mindestabstände zum Fahrbahnrand einer Autobahn von 100 m. Bei Bundesstraßen ist von 40 m auszugehen. Für die übrigen Straßen gelten teilweise geringere Mindestabstände (BW 2012: 41). Die Abstandsempfehlungen der Länder gehen teilweise über die gesetzlichen Vorgaben hinaus. So wird in Sachsen-Anhalt bei Autobahnen und Bundesstraßen mit einem Mindestabstand von 300 m sowie bei Landes- und Kreisstraßen von 200 m gearbeitet (BLWE 2012: 1).

Für die bundesweite Potenzialanalyse wird ein einheitlicher pauschaler Mindestabstand zu allen Straßen von 100 m angenommen.

Auch an Schienenwegen ist die Sicherheit des Verkehrs sowie der Gleisanlage zu gewährleisten. Allerdings existieren dafür weder verbindliche Abstandsregelungen noch ein technisches Regelwerk (BLWE 2012: 4). Aus diesem Grund nutzt die vorliegende Analyse für Schienen und Bahnanlagen den gleichen Mindestabstand (100 m) wie für Straßen.

#### *Hochspannungsleitungen*

Gemäß einer Information der Bund-Länderinitiative Windenergie sollte in Betracht möglicher Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungen an Freileitungen für die Ausweisung von Windenergiegebieten ein Abstand von einem Rotordurchmesser zwischen äußerer Rotorblattspitze und Freileitung zugrunde gelegt werden (BLWE 2012: 4). Hier wird von einem Abstandswert von 100 m ausgegangen.

#### *Flughäfen*

Gemäß §§ 12 des Luftverkehrsgesetzes werden für Flughäfen Bauschutzbereiche festgelegt, in denen die Luftfahrtbehörde der Errichtung von Bauwerken und Anlagen zustimmen muss. Dies gilt auch für Windenergieanlagen. Gemäß § 17 LuftVG können auch für Landeplätze und Segelfluggelände entsprechende Schutzbereiche bestimmt werden.

Berechnet wird der dreidimensionale Bauschutzbereich über einen je nach Flugplatz unterschiedlich großen Radius um den sogenannten Flugplatzbezugspunkt und die An- und Abflugsektoren. Detaillierte Berechnungen des UBA (2013) zeigen, dass der Bauschutzbereich über einen Radius von 5 km um die Landebahn gut abgebildet werden kann. Für kleine Flugplätze wird ein Radius von rund 1,8 km bestimmt.

Informationen zur tatsächlichen Flächennutzung können über das Basis-DLM des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) abgebildet werden. Im ATKIS Basis-DLM (Digitales Landschaftsmodell) werden topographische Objekte mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 3$  m aufgenommen. Der Zuweisung zu einer Objektart liegt bei baulich geprägten Flächen eine Mindestgröße von 1 ha zugrunde. Der Datensatz besitzt einen Aktualisierungszyklus

von fünf Jahren. Die Aktualisierung erfolgt auf Ebene der Bundesländer. Der Datensatz erlaubt eine Analyse der zuvor genannten flächen- und linienhaften Elemente.

## **2.8 Beeinträchtigung technischer Anlagen**

Die Windenergieanlagen als solches sowie die Bewegung der Rotorblätter können durch Abschattungen und Reflexionen zu einer Störung von Funk- und Radaranlagen führen. Hiervon sind sowohl Wetterradarsysteme, Windprofiler und seismologische Stationen als auch Anlagen der zivilen und militärischen Flugsicherung betroffen.

#### *Wetterradarsysteme*

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreibt zur Beobachtung von Niederschlagsfeldern bundesweit 18 Radarstationen mit einer Reichweite von über 150 km (DWD 2015). Er fordert aufgrund einer möglichen Störung der Signale unter Bezug auf internationale Richtlinien der World Meteorological Organization (WMO) einen Anlagenschutzbereich von 15 km. Eine innere Kreiszone (bis 5 km) soll dabei vollständig von WEA freigehalten werden. In der äußeren Zone (5 bis 15 km) sollen Höhenbeschränkungen für WEA gelten. Eine gesetzliche Grundlage für die geforderten Schutzbereiche gibt es derzeit nicht. Der DWD prüft die konkrete Beeinträchtigung der Radaranlagen für jede im Radius von 15 km geplante WEA (DWD 2015: 7).

#### *Windprofiler*

WEA stören nicht nur das Wetterradar, sondern auch die vier bundesweit bestehenden Windprofiler-Radarstationen. Für diese Stationen kann der einzuhaltende Schutzabstand nur im Rahmen einer Einzelfallprüfung festgelegt werden (DWD 2013: 4).

#### *Wetterwarten und Wetterstationen des Bodenmessnetzes*

Über Wetterradaranlagen und Windprofiler hinaus fordert der DWD auch für Wetterwarten und Wetterstationen des Bodenmessnetzes einen Mindestabstand von 1 km. Für die konkrete Bewertung des notwendigen Schutzabstands ist auch hier eine



Einzelfallprüfung im Genehmigungsverfahren unumgänglich.

### *Seismologische Stationen*

Seismologische Stationen können ebenfalls von Windenergieanlagen gestört werden. Die Intensität dieser Störungen variiert je nach Standort, weshalb eine pauschale Festlegung von Mindestabständen abgelehnt wird (Stammler/Friedrich 2013). Stattdessen gilt eine einzelfallbezogene Festlegung von Mindestabständen als zielführend.

Bundesweit werden mehrere hundert Messstationen von verschiedenen Einrichtungen des Bundes und der Länder sowie von Universitäten und Forschungseinrichtungen betrieben. Für die deutsche Station des internationalen Messnetzes zur Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens im Bayerischen Wald (GERES-Array) hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) eine Schutzzone mit einem Radius von 15 km eingerichtet. In diesem Bereich dürfen keine Windenergieanlagen errichtet werden.

### *Flugsicherungsanlagen*

Der Bau von Windenergieanlagen ist gemäß § 18a LuftVG unzulässig, wenn dadurch Flugsicherungseinrichtungen (Radar- und Navigationsanlagen) gestört werden können. Ob durch zivile Anlagen im Einzelfall tatsächlich eine Störung zu erwarten ist, entscheidet das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung auf Grundlage eines Gutachtens der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (BW 2012: 44).

Standortinformationen zu den Wetterradarstationen, den Windprofilern und dem Bodenmessnetz stellt der DWD zur Verfügung. XY-Koordinaten der seismologischen Stationen des deutschen Regionalnetzes sowie des GERES-Array liegen der BGR vor. Informationen zu Anlagenschutzbereichen können beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung eingeholt werden.

Da es jeweils einer Einzelfallentscheidung unterliegt, ob die Errichtung einer Windenergieanlage eine der genannten technischen Anlagen stört, werden diese die Standorteignung grundsätzlich beeinflus-

**Tabelle 1**  
**Datenverfügbarkeit**

Themenfeld	Verfügbarkeit bundesweiter Geodatensätze	Berücksichtigung der Daten
Windhöflichkeit	vorhanden	ja
Hangneigung	vorhanden	ja
Regionalplanung	vorhanden	ja
Bauleitplanung	keine Geodaten	nein
Wasserschutz/Naturschutz	vorhanden	ja
Artenschutz	keine Geodaten	nein
Tatsächliche Flächennutzung	vorhanden	ja
Technische Anlagen	vorhanden	nein
Kulturdenkmäler	keine Geodaten	nein

Quelle: eigene Darstellung

senden Faktoren bei der Potenzialflächenanalyse ausgeklammert.

## **2.9 Kulturdenkmäler**

Da der Bau von Windenergieanlagen ein Kulturdenkmal grundsätzlich zerstören oder beseitigen sowie dessen Erscheinungsbild beeinträchtigen kann, sieht unter anderem das Denkmalschutzgesetz von Baden-Württemberg eine Zustimmung der Denkmalschutzbehörde im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens vor. Da kein bundesweiter Geodatensatz zu Kulturgütern in Deutschland existiert, werden sie in der Untersuchung ebenfalls nicht berücksichtigt.

---

## **3 Methodik**

---

In die Geodaten-Analyse fließen alle verfügbaren Datensätze (Tabelle 1) ein, die das Flächenpotenzial für Windenergieanlagen limitieren oder eine besondere Eignung der Flächen für die Windenergie festlegen.

### **3.1 Eignungsklassen**

Entsprechend der Methode der BMVI-Studie (2015) wird im ersten Schritt der Potenzialanalyse jeder Datensatz einer von vier Eignungsklassen zugeordnet:

#### *Tabuflächen (A):*

Tabuflächen repräsentieren die vom BVerwGE (BVerwG Urt. v. 13.12.2012 – 4 CN) als harte Tabuzonen bezeichneten Gebiete. Hierunter fallen alle Flächen, auf denen

Windenergieanlagen aus tatsächlichen oder rechtlichen Gründen unzulässig sind (siehe Kap. 2).

*Flächen mit starker Restriktion (B):*

Als Flächen mit starker Restriktion gelten Gebiete, in denen WEA-Anlagen nicht zwingend unzulässig sind, aber davon auszugehen ist, dass entsprechende Anlagen in der Regel ausgeschlossen sind. Daher kann nur ein sehr kleiner Anteil dieser Gebiete für die Windenergie erschlossen werden.

*Flächen mit schwacher Restriktion (C):*

Auf Flächen mit schwacher Restriktion ist davon auszugehen, dass nicht an jedem Standort eine Windenergieanlage genehmigungsfähig ist. Genehmigungen sind allerdings deutlich häufiger zu erwarten als auf Flächen mit starken Restriktionen.

*Flächen besonderer Eignung (D):*

In diese Kategorie fallen die von der Regionalplanung ausgewiesenen Raumordnungsgebiete für Windenergie.

Gebiete, auf denen keine Tabuflächen, Restriktionsflächen oder Flächen mit besonderer Eignung vorzufinden sind, werden als Flächen ohne Restriktion bezeichnet.

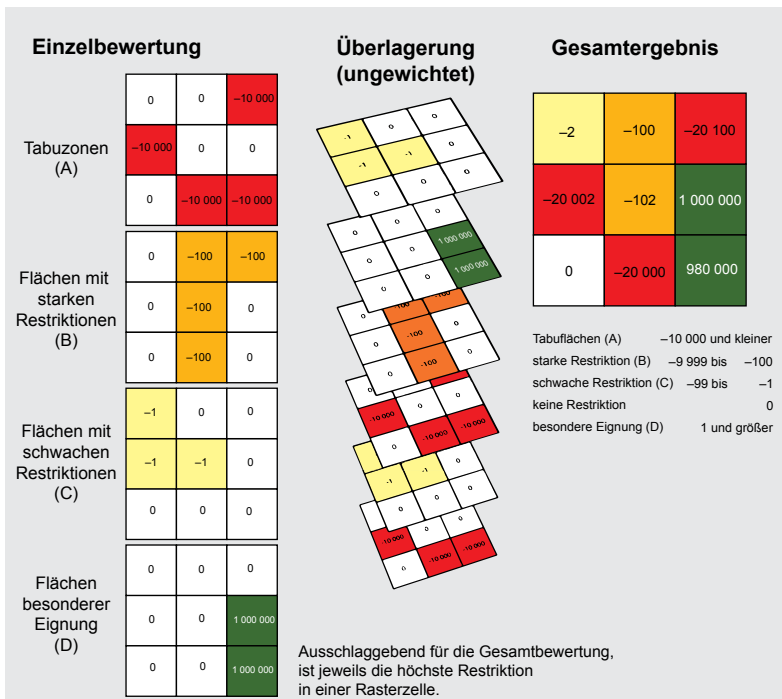
Die Zuordnung zu den Eignungsklassen erfolgt unter einer bundesweiten Perspektive. Unterschiede in der Bewertung der Datensätze auf Landesebene können hier nicht abgebildet werden.

**3.2 Überlagerung**

Nach der Zuordnung der Geodatensätze zu den Bewertungsklassen, erfolgt die Bestimmung der Potenzialflächen durch eine Überlagerung der Datensätze. Die Analyse wird mit Rasterdaten durchgeführt, da eine Analyse der sehr kleinteiligen Datensätze mittels Vektordaten enorm rechen- und zeitintensiv ist. Hierfür werden alle Vektordatensätze in ein 5 m Raster umgewandelt. Liegt der Originaldatensatz bereits als Rasterdatensatz vor, wird dieser in seiner entsprechenden Rasterauflösung genutzt (z. B. Hangneigung 10 m x 10 m).

Für die Überlagerung werden die Bewertungsklassen in numerische Werte überführt (siehe Abb. 1). Durch die Bildung der Summe aller Werte auf der Position einer Rasterzelle kann die Eignung für jede Rasterzelle bestimmt werden. Die Summenbildung erfolgt dabei ungewichtet, das heißt jeder Datensatz wird zu gleichen Teilen berücksichtigt.

**Abbildung 1**  
Bewertungsmethodik



Quelle: eigene Darstellung

Ausschlaggebend für die abschließende Einstufung einer Rasterzelle in eine konkrete Eignungsklasse ist die Zuordnung zur Klasse „Fläche mit besonderer Eignung“ beziehungsweise die jeweils in der Zelle vorzufindende höchste Restriktion. Sofern ein Datensatz einer Rasterzelle eine besondere Eignung zuweist, bleiben möglicherweise ebenfalls vorhandene Restriktionen unbeachtet. Liegt keine besondere Eignung vor, so ist die höchste Restriktion ausschlaggebend. Die Zelle wird als Tabufläche bewertet, wenn ein Datensatz eine entsprechende Zuweisung enthält. Liegen in einer Zelle maximal starke Restriktionen (B) vor, so erfolgt die Einstufung in die Kategorie B unabhängig davon, wie viele Datensätze in dieser Zelle eine solche Restriktion besitzen. Eine kumulative Wirkung, also zum Beispiel die Bildung einer Tabufläche durch die mehrfache Überlagerung von Zellen mit einer starken Restriktion, wird nicht angenommen.

Zellen, die in keinem Rasterdatensatz einer Eignungskategorie zugeordnet sind, sind Flächen ohne Restriktion. Die Kategorie „Flächen besonderer Eignung“ bezieht sich auf regionalplanerisch für die Windenergie gesicherte Flächen.

#### 4 Bewertung der betrachteten Einflussfaktoren und deren Einfluss auf das Flächenpotenzial

In diesem Kapitel wird zunächst der Einfluss verschiedener Themenfelder (Raumordnungsplanung, Naturschutzrecht, tatsächliche Flächennutzung, Windhöflichkeit, Hangneigung) auf das theoretische Flächenpotenzial für die Windenergie analysiert. Auf Basis der in Kapitel drei vorgestellten Eignungsklassen erfolgt eine Bewertung der einzelnen Datensätze. Die Überlagerung der Layer eines Themenfeldes erlaubt anschließend die themenspezifische Identifikation von Tabuflächen, Restriktionsflächen, Flächen ohne Restriktionen sowie Flächen besonderer Eignung.

##### 4.1 Regionalplanerische Festlegungen

Der Raumordnungsplan-Monitor des BBSR unterscheidet insgesamt rund 70 verschiedene Themenfelder, für die es in den Raumordnungsplänen zeichnerische Festlegungen gibt. Ein negativplanerischer Einfluss auf die Genehmigung von Windenergieanlagen kann bei zwölf Themenfeldern angenommen werden. Insbesondere Festlegungen im Bereich des Freiraumschutzes und der Siedlungsentwicklung können einer Genehmigung entgegenstehen.

Tabelle 2 listet die berücksichtigten Themenfelder auf. Die Einstufung der flächenhaften Festlegungen in Eignungsklassen erfolgt für jedes Thema differenziert nach dem rechtlichen Status (Ziel bzw. Grundsatz der Raumordnung). Die Tabelle gibt den von den jeweiligen Festlegungen betroffenen Anteil der Bundesfläche sowie die gewählte Bewertung wieder. So überlagern beispielsweise zeichnerische Festlegungen mit Zielcharakter zum Thema Natur und Landschaft 17,7 % der Gesamtfläche der Bundesrepublik. Diese Flächen werden als Tabuflächen (A) bewertet.

**Tabelle 2**  
**Regionalplanerische Festlegungen: Flächenanteile und Bewertung**

Thema	Rechtlicher Status	Flächenanteil in %	Bewertung
Natur und Landschaft	Ziel	17,7	A
	Grundsatz	18,4	B
Regionaler Grünzug	Ziel	7,6	B
	Grundsatz	0,0	C
Erholung – Grundsatz	Ziel	5,3	B
	Grundsatz	16,6	C
Forstwirtschaft	Ziel	6,0	B
	Grundsatz	4,4	C
Vorbeugender Hochwasserschutz	Ziel	2,7	A
	Grundsatz	1,2	A
Grund- und Oberflächenwasserschutz	Ziel	6,4	B
	Grundsatz	6,5	C
Sonstiger Freiraumschutz	Ziel	0,1	A
Oberflächennahe Rohstoffsicherung	Ziel	0,9	B
	Grundsatz	0,6	C
Verteidigung	Ziel	0,4	B
	Grundsatz	0,0	C
Windenergie	Ziel	0,2	D
	Grundsatz	0,3	D
	Ziel (Ausschluss)	48,8	A
Solarenergie	Ziel	0,0	B
	Grundsatz	0,0	C
Industrie und Gewerbe	Ziel	0,5	B
	Grundsatz	0,0	C
Siedlungsbereiche (Puffer 750 m)	Ziel und Grundsatz	7,7	A

A = Tabufläche  
B = Fläche mit starker Restriktion  
C = Fläche mit schwacher Restriktion  
D = raumordnerisch für Windenergie gesicherte Fläche

Quelle: eigene Darstellung

Unter den Festlegungen zum Freiraumschutz entfalten die Ausweisungen im Bereich Natur und Landschaft die größte Wirkung auf das Flächenpotenzial für Windenergie. Durch die bei diesem Thema als Tabuflächen eingestuften Ziele der Raumordnung werden rund 18 % der Gesamtfläche für eine Windenergienutzung ausgeschlossen. Durch Grundsatzfestlegungen weisen weitere 18 % eine starke Restriktion auf. Die Bereiche zum vorbeugenden Hochwasserschutz, die Ziele zum sonstigen Freiraumschutz sowie die in Regionalplänen ausgewiesenen Siedlungsbereiche gelten ebenfalls als Tabuflächen. Die Ausschlusswirkung betrifft bei den Siedlungsbereichen nicht nur die dargestellten Flächen. Vor dem Hintergrund der immissionsschutzrechtlichen Regelungen (siehe

Kapitel 2) wird hier zusätzlich mit einem 750 m Schutzbereich gearbeitet, in dem der Bau von Windenergieanlagen ebenfalls ausgeschlossen ist. Unter Berücksichtigung der Schutzbereiche sind insgesamt rund 8 % der Fläche der Bundesrepublik aufgrund ausgewiesener Siedlungsbereiche als Tabufläche einzustufen.

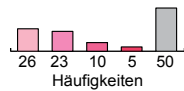
Durch positivplanerische Festlegungen zur Windenergie werden bundesweit rund 0,5 % der Gesamtfläche für die Windenergie gesichert. Hiervon entfallen 0,2 % auf Ziele der Raumordnung sowie 0,3 % auf Grundsätze der Raumordnung. Einen Überblick über den Anteil der Flächenausweisungen in den einzelnen Regionen gibt Karte 1. Hier können auch die Regionen identifiziert werden, in denen Ausschlussgebiete für die Windenergie vorzufinden sind.

Die Ausweisung von Ausschlussgebieten kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Ein Ausschluss der Windenergienutzung im übrigen Planungsraum ist mit der Festlegung von Eignungsgebieten und Vorranggebieten verbunden. Insofern sind die außerhalb der Eignungs- und Vorranggebiete gelegenen Flächen als Ausschlussgebiet zu behandeln. Darüber hinaus gibt es Regionen, in denen Vorranggebiete beziehungsweise Vorbehaltsgebiete ausgewiesen werden und der gesamte übrige Planungsraum oder Teile des Planungsraumes zeichnerisch oder textlich als Ausschlussgebiet bestimmt werden. In der Analyse wird die aus den verschiedenen Ansätzen resultierende Gesamtfläche der Ausschlussgebiete berücksichtigt. Bundesweit werden durch diese Ausschlussgebiete 48,8 % der Gesamtflä-

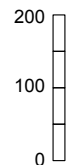
**Karte 1**  
**Windenergie 2014**

**Anteil verbindlicher Flächenausweisungen Windenergie an der Regionsfläche am 15.9.2014 in %**

- bis unter 0,5
- 0,5 bis unter 1,0
- 1,0 bis unter 2,0
- 2,0 und mehr
- keine Raumordnungsgebiete ausgewiesen
- Ausschlussgebiet, zeichnerisch
- Ausschlussgebiet, textlich

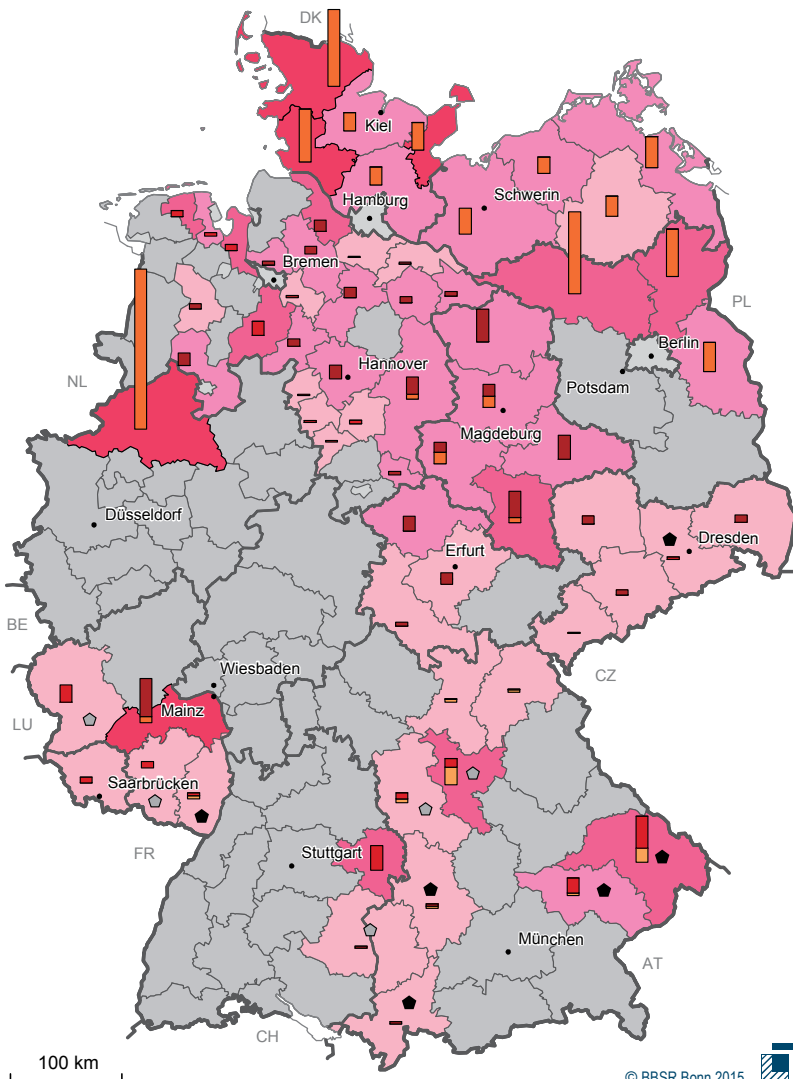


**Gesamtgröße der Raumordnungsgebiete in km<sup>2</sup>**



- Vorrang-/Eignungsgebiet
- Vorranggebiet
- Eignungsgebiet
- Vorbehaltsgebiet

Datenbasis: Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) des BBSR, Stand, 15.9.2014  
 Geometrische Grundlage: BKG/BBSR, Planungsregionen, 31.12.2012  
 Bearbeitung: B. Zaspel-Heisters





chen für eine Nutzung durch Windenergieanlagen ausgeschlossen.

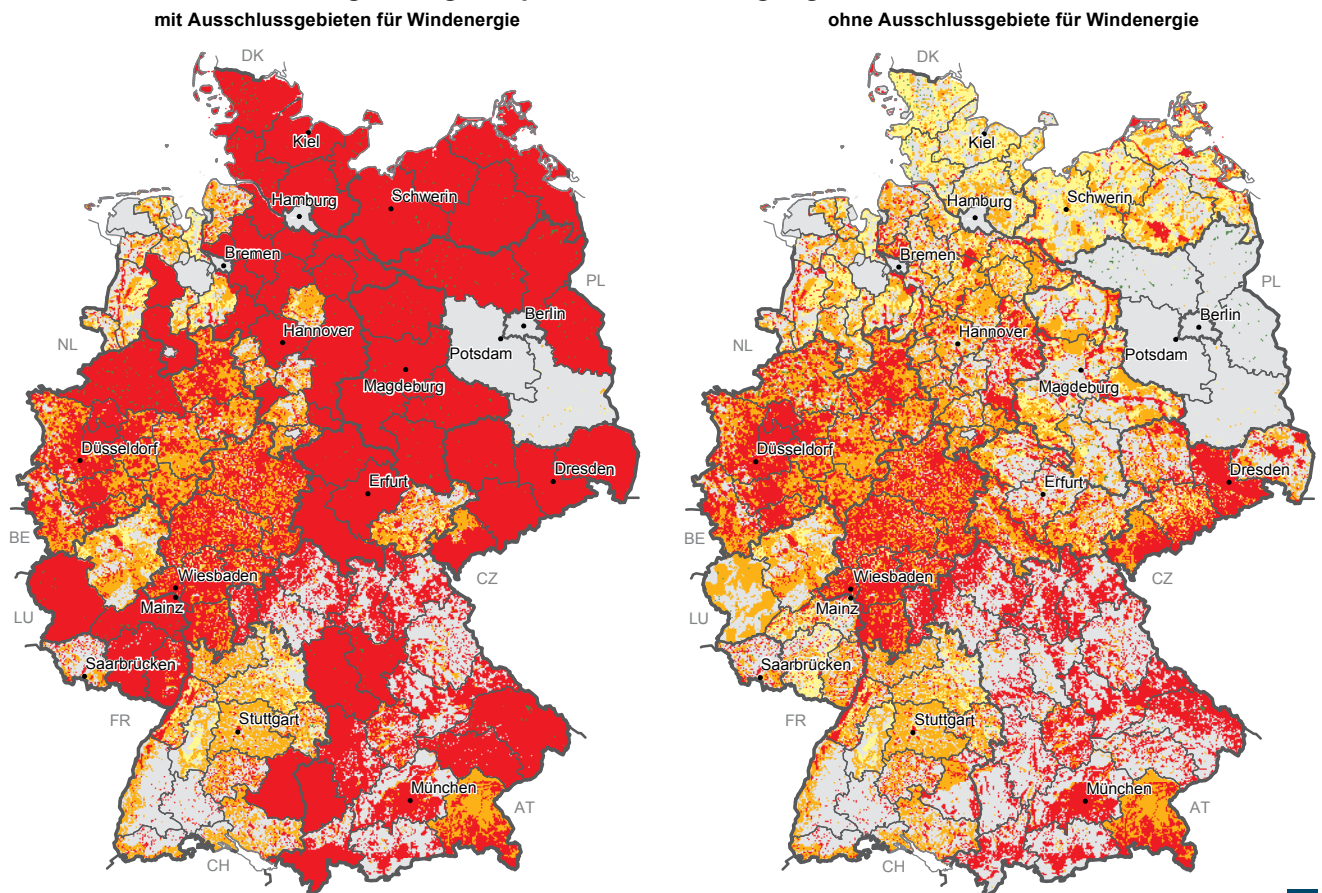
In den Raumnutzungskarten der Regionalpläne gelten vielfach mehrere flächenhafte Festlegungen für ein Gebiet. Die Überlagerungen zwischen Zielen und Grundsätzen eines Themas sowie zwischen Zielen unterschiedlicher Themen sind dabei nur dann möglich, wenn sich die Festlegungen inhaltlich nicht widersprechen.

Karte 2 zeigt das Ergebnis der Potenzialanalyse unter Berücksichtigung der in Tabelle 2 aufgelisteten regionalplanerischen Festlegungen. Es werden zwei Ansätze gerechnet. Im ersten Fall werden die Ausschlussgebiete, die eine erhebliche Flächenwirkung besitzen, in die Berechnung einbezogen. Im zweiten Fall erfolgt die Analyse

des Flächenpotenzials unabhängig von den bestehenden Ausschlussgebieten. Durch die Nichtberücksichtigung der Ausschlussgebiete kann für alle Planungsregionen das unter Einbeziehung der negativplanerischen Festlegungen theoretisch vorhandene Flächenpotenzial bestimmt werden.

Bis auf einzelne Ausnahmen existieren in allen 114 Planungsregionen der Regionalplanung (Stand 31.12.2013) – inklusive dem Saarland und den Teilabschnitten in NRW – verbindliche regionalplanerische Festlegungen. Sonderfälle stellen die brandenburgische Region Havelland-Fläming sowie die niedersächsischen Regionen Aurich und Oldenburg dar, für die derzeit keine verbindlichen Planwerke existieren. In den Stadtstaaten ersetzen Flächennutzungspläne die regionalplanerischen Festlegungen.

**Karte 2**  
**Potenzialflächen Windenergie – regionalplanerische Festlegungen**



100 km

**Restriktionsklassen**

<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red; border:1px solid black;"></span> Tabufläche	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span> Fläche mit schwacher Restriktion	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkgreen; border:1px solid black;"></span> Raumordnerisch für Windenergie gesicherte Fläche
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange; border:1px solid black;"></span> Fläche mit starker Restriktion	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey; border:1px solid black;"></span> Fläche ohne Restriktionen	

Datenbasis: Raumordnungsplan-Monitor des BBSR, Stand 31.12.2013 bzw. 15.09.2014 (Festlegungen Windenergie)  
Geometrische Grundlage: BKG, Kreise, 31.12.2013

Bearbeitung: B. Zaspel-Heisters

Diese werden hier nicht ausgewertet. Dennoch können bei dieser Untersuchung regionalplanerische Festlegungen auch in den Stadtstaaten – bedingt durch die Abstandflächen um Siedlungsbereiche – zur Identifikation von Tabuflächen führen.

Bundesweit werden durch regionalplanerische Ausschlussgebiete 49 % des Bundesgebietes von einer Nutzung durch Windenergie ausgeschlossen. Weitere 16 % sind unabhängig von diesen Gebieten als Tabufläche einzustufen. Der Anteil der Flächen mit einer starken Restriktion liegt bei 13 %. Lediglich 2 % der Flächen besitzen eine schwache Restriktion. Neben den bereits für die Windenergie gesicherten Flächen (bundesweit 0,5 % der Gesamtfläche) bleiben somit bundesweit 19 % der Gesamtfläche, für die aus regionalplanerischer Sicht keine Einschränkungen für Windenergie vorliegen.

In den Bundesländern sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Auffällig sind zunächst die Länder Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt, in denen flächendeckend von allen Planungsregionen Ausschlussgebiete bestimmt werden. Auch in Sachsen wird bis auf einen Teilraum in der Region Südwestsachsen flächendeckend eine Ausschlusswirkung der Raumordnungsgebiete für Windenergie festgelegt. In den Ländern, in denen nur ein Teil der Regionalplanungsträger verbindliche Ausschlussgebiete festlegt, fällt die Tabufläche entsprechend geringer aus.

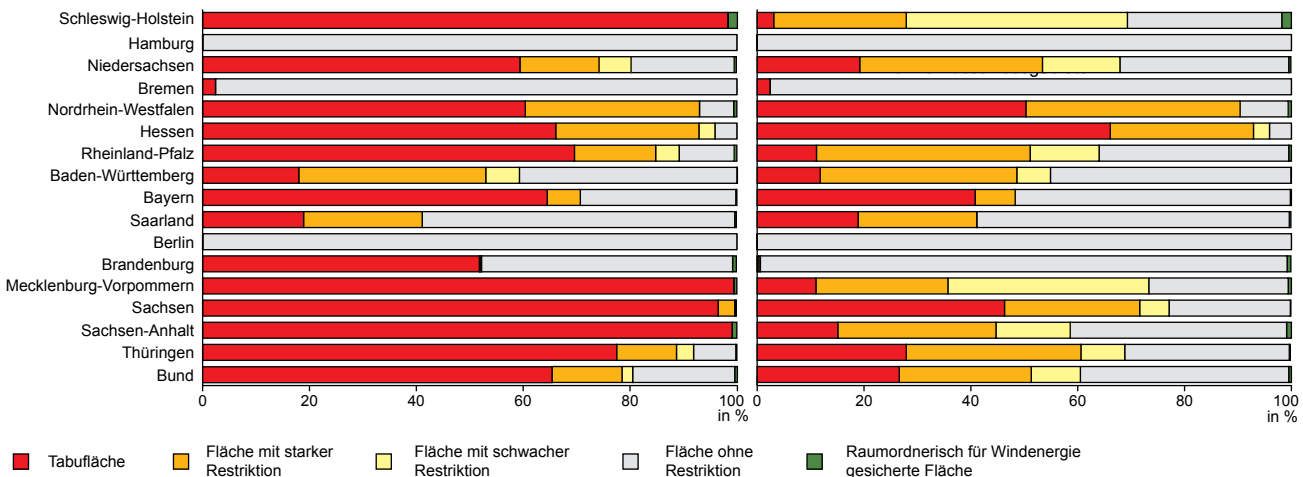
Unter Berücksichtigung der bundesweit existierenden Ausschlussgebiete finden sich die größten Flächenanteile ohne Restriktion im Saarland (59 %), in Brandenburg (47 %) sowie in Baden-Württemberg (41 %). Der Anteil der Raumordnungsgebiete für Windenergie liegt zwischen 1,7 % in Schleswig-Holstein und 0,1 % in Baden-Württemberg. Hessen besitzt derzeit keine verbindlichen Festlegungen zur Windenergie.

Werden die Ausschlussgebiete nicht in die Untersuchung einbezogen, so fällt das Flächenpotenzial für Windenergie deutlich höher aus. Für rund 39 % des Bundesgebietes schränken regionalplanerische Festlegungen die Nutzbarkeit demnach nicht ein. Der Anteil der Tabufläche beträgt 27 %. Fast ebenso groß ist der Anteil von Flächen mit starker Restriktion (25 %), während Flächen mit einer schwachen Restriktion insgesamt 9 % ausmachen.

In Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz können umfangreiche Tabuflächen (jeweils über 50 %) identifiziert werden. In Sachsen und Bayern liegt ihr Anteil immerhin noch über 40 %.

In Brandenburg spielen negativplanerische Festlegungen (mit Ausnahme der Ausschlussgebiete) kaum eine Rolle für die räumliche Steuerung der Windenergie. Ohne Berücksichtigung der Ausschlussgebiete gibt es hier aufgrund der nicht existierenden regionalplanerischen Festlegungen keine Beschränkungen. Im Saarland

**Abbildung 2**  
**Restriktionsflächen unter Berücksichtigung regionalplanerischer Festlegungen**



Quelle: eigene Darstellung

weisen immerhin noch 59 % der Flächen keine raumordnerischen Restriktionen auf. Auch in Baden-Württemberg und in Bayern werden Werte von über 45 % erreicht. Demgegenüber reduzieren umfangreiche negativplanerische Festlegungen den Anteil der restriktionsfreien Flächen in NRW und Hessen auf 8 beziehungsweise 4 %.

#### 4.2 Natur- und wasserschutzrechtliche Festlegungen sowie ökologische Restriktionen

Zur Bestimmung der ökologischen Restriktionen werden die in Tabelle 3 aufgelisteten Schutzgebiete nach BNatschG und WHG herangezogen.

Als Tabuflächen gelten Naturschutzgebiete, Nationalparke, Biosphärenreservate (Zone I und II) sowie Wasserschutzgebiete (Zone I und II). Bis auf den Biotopverbund sowie die Naturparke, die als schwache Restriktion gegenüber einer Nutzung durch Windenergie bewertet werden, fallen die übrigen Schutzgebiete in die zweite Klasse (starke Restriktion).

Ob ein Schutzgebiet die Errichtung von Windenergieanlagen ausschließt oder beschränkt, ist von dessen Schutzzweck und Schutzziel abhängig. Bei den als Tabuflächen bewerteten Gebieten ist regelmäßig von einer Beeinträchtigung auszugehen. Demgegenüber klassifizieren die Länder FFH-Gebiete beispielsweise unterschiedlich. Während der Windenergieerlass NRW den Neubau von WEA in FFH-Gebieten kategorisch ausschließt (MKULNV/MWEB-WV/Staatskanzlei NRW 2011), werden FFH-Gebiete im Windenergieerlass von Baden-Württemberg den Restriktionsflächen (BW 2012) zugeordnet. Auch in Hessen werden Natura-2000-Gebiete (FFH- und SPA-Gebiete) nicht als Ausschlussgebiete definiert. Da grundsätzlich nur einzelne, unter Beachtung der Erhaltungsziele als geeignet einzustufende Flächen genutzt werden sollten, wird hier von einer starken Restriktion ausgegangen.

Die Einstufung der Schutzgebiete wurde unter Berücksichtigung der bundesweiten Ausrichtung der Potenzialanalyse vorgenommen. Länderspezifische Bewertungen beziehungsweise Schutzzwecke – beispiels-

**Tabelle 3**  
**Natur- und wasserschutzrechtliche Festlegungen: Flächenanteile und Bewertung**

Thema	Flächenanteil in %	Bewertung
Biosphärenreservat Zone I+II	0,9	A
Biosphärenreservat Zone III	2,3	B
FFH-Gebiet	9,3	B
Landschaftsschutzgebiet	28,3	B
Nationalpark	0,6	A
Naturpark	27,3	C
Naturschutzgebiet	3,7	A
Wasserschutzgebiet Zone I+II	2,0	A
Feuchtgebiete nach Ramsar	0,6	B
SPA-Gebiet	11,2	B
Biotopverbund	11,5	C

A = Tabufläche  
B = Fläche mit starker Restriktion  
C = Fläche mit schwacher Restriktion  
D = raumordnerisch für Windenergie gesicherte Fläche

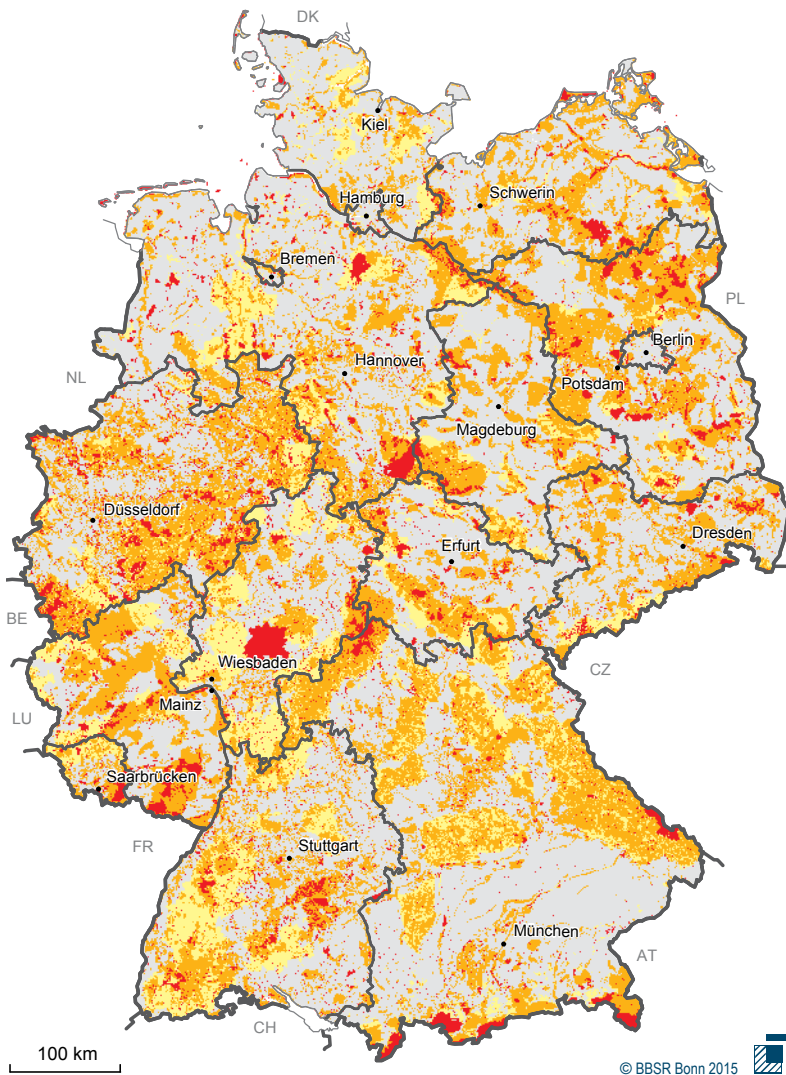
Quelle: eigene Darstellung

weise der Landschaftsschutzgebiete – werden daher nicht berücksichtigt. Die Bewertung folgt dem Ansatz der BMVI-Studie (BMVI 2015). Dabei berücksichtigt die vorliegende Analyse ergänzend Ramsar-Feuchtgebiete sowie den Biotopverbund. Zudem weicht die Bewertung der Naturparke vom Ansatz der genannten Studie ab. Statt einer starken Restriktion wird hier eine schwache Restriktion angenommen.

Unter den Schutzgebieten besitzen die Landschaftsschutzgebiete sowie die Naturparke die größte Ausdehnung mit jeweils rund 28 % der Bundesfläche. Demgegenüber bedecken Naturschutzgebiete rund 4 %. Eine ebenfalls relativ große Flächenwirkung geht von FFH-Gebieten (9 %) sowie SPA-Gebieten (11 %) und dem Biotopverbund (11 %) aus. Nur geringe Flächenanteile entfallen auf Nationalparke sowie die Ramsar-Gebiete (0,6 %).

Karte 3 zeigt die räumliche Verteilung der unter Berücksichtigung natur- und wasserschutzfachlicher Regelungen verbleibenden Potenzialflächen. Bundesweit sind demnach knapp über 50 % der Flächen als Schutzgebiete nicht oder nur unter Berücksichtigung bestehender Restriktionen für

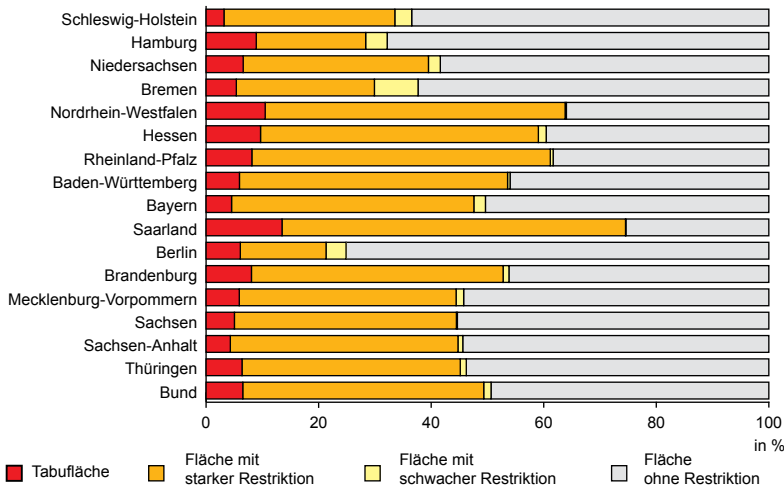
**Karte 3**  
**Potenzialflächen Windenergie**  
 natur-/wasserschutzrechtliche Festlegungen



- Tabufläche
- Fläche mit starker Restriktion
- Fläche mit schwacher Restriktion
- Fläche ohne Restriktionen

Datenbasis: Bundesamt für Naturschutz (BfN)  
 Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012  
 Bearbeitung: B. Zaspel-Heisters

**Abbildung 3**  
**Restriktionsflächen unter Berücksichtigung natur- und wasserschutzrechtlicher Festlegungen**



Quelle: eigene Darstellung

eine Nutzung durch Windenergie geeignet. Davon zählen 6,5 % zu Flächen mit Tabu-charakter und 32 % zu Flächen mit starker Restriktion. Durch die Flächen des Biotopverbunds sowie Naturparke stehen weitere 12 % des Bundes nur eingeschränkt zur Verfügung.

In den einzelnen Bundesländern variiert der Anteil der Schutzgebiete. So sind im Saarland bereits 13 % der Landesfläche aufgrund dieser Ausweisungen als Tabufläche anzusehen. In Schleswig-Holstein, Bayern und Sachsen-Anhalt liegt der Anteil der Tabuflächen demgegenüber unter 5 %.

Die im Ländervergleich geringsten Flächenanteile ohne Restriktionen gibt es im



Saarland (25 %). Zudem sind auch in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Rheinland-Pfalz nur weniger als 40 % der Landesfläche restriktionsfrei. Hohe naturschutzrechtlich restriktionsfreie Flächenanteile finden sich in den Stadtstaaten sowie in Schleswig-Holstein (63 %).

#### 4.3 Tatsächliche Flächennutzung ohne Siedlungsflächen

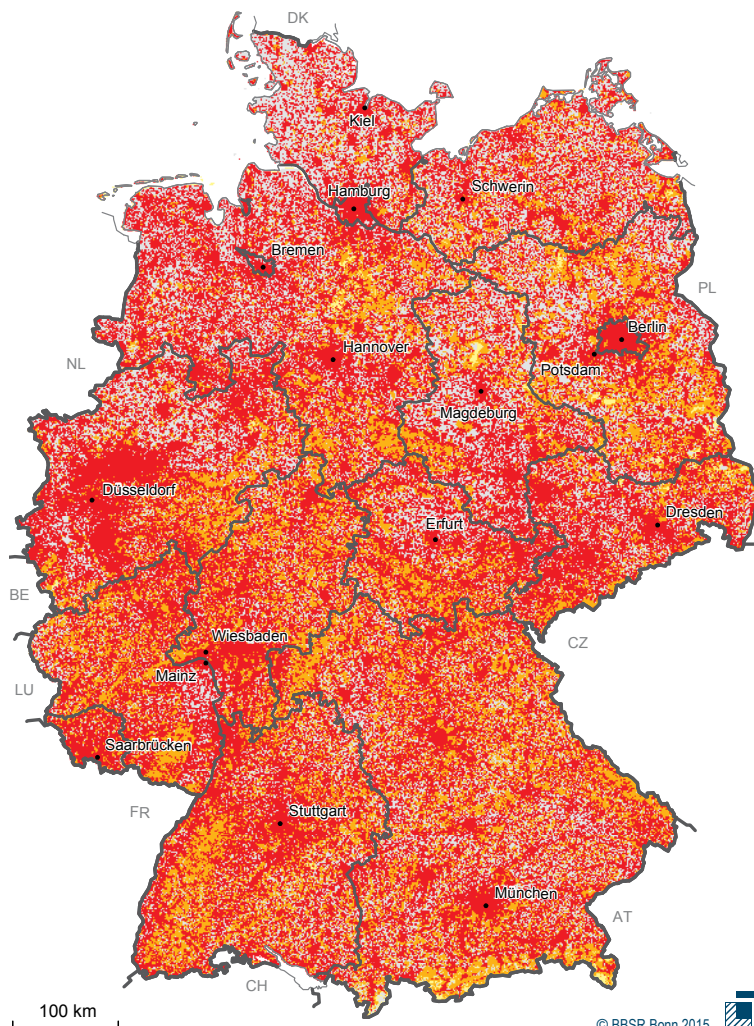
Für die Abbildung der tatsächlichen Flächennutzung werden die in Tabelle 4 aufgeführten ATKIS-Daten berücksichtigt.

Für einzelne Nutzungen werden dabei von Windenergieanlagen einzuhaltende Mindestabstände definiert. Dies gilt zunächst für einen 20 m breiten Randstreifen zu Gewässern sowie einen 100 m breiten Puffer zu Straßen- und Schienenwegen sowie Hochspannungsleitungen. Zudem wird für

**Tabelle 4**  
**Tatsächliche Flächennutzung: Flächenanteile und Bewertung**

Thema	Puffer in m	Flächenanteil in %	Bewertung
Forst- und Waldflächen	0	31,0	B
stehende Gewässer mit Randstreifen	20	1,6	A
fließende Gewässer mit Randstreifen	20	0,7	A
Offenland	0	2,3	C
Moor, Sumpf...	0	0,5	A
Siedlungsfreiflächen	750	42,3	A
Bahnstrecke	100	2,3	A
Fläche Bahnverkehr	100	0,7	A
Straßen	100	26,7	A
Plätze	100	0,8	A
Hochspannungsleitungen	100	3,0	A
Flughafen	0	0,0	A
Flughafen	5.000	1,4	B
Flugplätze	1.800	3,4	B

A = Tabufläche  
 B = Fläche mit starker Restriktion  
 C = Fläche mit schwacher Restriktion  
 D = raumordnerisch für Windenergie gesicherte Fläche  
 Quelle: eigene Darstellung



**Karte 4**  
**Potenzialflächen Windenergie**

tatsächliche Flächennutzung – ohne Siedlungsflächen

- Tabuzone
- Fläche mit starker Restriktion
- Fläche mit schwacher Restriktion
- Fläche ohne Restriktionen

Datenbasis: ATKIS  
 Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012  
 Bearbeitung: B. Zaspel-Heisters

Siedlungsfreiflächen ein Mindestabstand von 750 m angenommen. Für Flughäfen und Flugplätze gelten Mindestabstände von 5.000 beziehungsweise 1.800 m.

Während Flächen des Offenlandes eine schwache Restriktion zugeordnet wird, werden Waldgebiete sowie die Pufferzonen der Flugplätze in die Kategorie B (starke Restriktion) eingruppiert. Die übrigen Daten gelten als Tabufläche.

Insbesondere die Bewertung der Waldflächen variiert bundesweit stark. Während unter anderem in Rheinland-Pfalz eine Nutzung des Waldes durch die Windenergie explizit vorgesehen ist (siehe Beitrag Rojahn in diesem Heft), bewertet Niedersachsen den Wald zum Beispiel als Tabufläche (NLT/ML 2013). Unter einer bundesweiten Perspektive wird Wald hier mit einer starken Restriktion (B) belegt. Bundesweit sind 31 % des Landes Forst- und Waldflächen.

Alleine die bestehende Flächennutzung reduziert die Potenzialfläche für Windenergie auf 23 % der Gesamtfläche. Demnach sind rund 55 % der Fläche aufgrund der Flächennutzung Tabuflächen, weitere 21 % weisen eine starke Restriktion (B) auf.

Einen im Ländervergleich relativ geringen Einfluss auf das Flächenpotenzial hat die tatsächliche Flächennutzung – ohne Sied-

lungsflächen – in den wenig bewaldeten und dünner besiedelten Ländern Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Niedersachsen.

#### 4.4 Siedlungsflächen

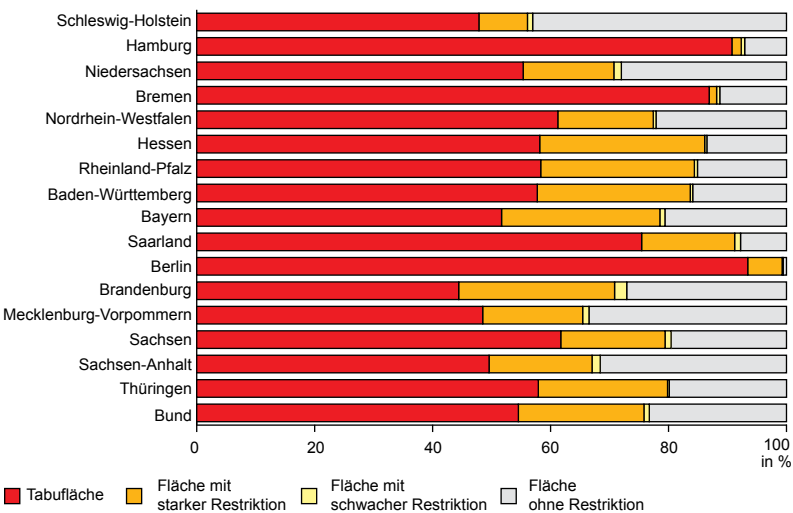
Die verschiedenen Typen baulich geprägter Flächen aus ATKIS bilden die Grundlage für die Analyse der Siedlungsflächen. Mit Ausnahme der Gewerbe- und Industrieflächen werden alle Siedlungsflächen als Tabufläche bewertet. Da Windenergieanlagen auf Industrie- und Gewerbeflächen nur in Ausnahmefällen genehmigungsfähig sind, wird diesen Flächen eine starke Restriktion zugewiesen.

Siedlungsflächen als solche haben zunächst nur einen relativ geringen Einfluss auf das Flächenpotenzial für die Windenergie. Bundesweit schließen die Bestandsflächen – ohne Berücksichtigung von Abstandsflächen – rund 7 % des Gebietes für Windenergie aus und versehen 2,1 % mit einer starken Restriktion.

Die hohe Bedeutung der Siedlungsflächen für das Flächenpotenzial ergibt sich erst durch die zu berücksichtigenden Mindestabstände. So bedingt ein Mindestabstand von 750 m zwischen Windenergieanlagen und reinen Wohngebieten in Ortslagen bereits, dass 28 % des Bundesgebietes als Tabuflächen anzusehen sind. Da in den Ländern unterschiedliche Mindestabstände gelten, wird hier zunächst der Effekt verschiedener Abstandswerte auf Bundesebene betrachtet (siehe Tab. 5). In der Potenzialanalyse wird anschließend mit einem bundesweit einheitlichen Abstandswert gerechnet. Eine Erhöhung des Mindestabstands von 750 auf 800 m führt bereits zu einer deutlichen Reduktion der Potenzialflächen. So steigt der Anteil der Tabuflächen von 28 auf 44 %. Bei einem Mindestabstand von 2.000 m erhöht sich der Anteil der Tabuflächen auf 83 %.

Bei Mischgebieten und Flächen besonderer Prägung sinkt der Anteil der Potenzialflächen bedingt durch die besonders disperse Verteilung der Flächen mit zunehmendem Mindestabstand deutlich schneller. So reduziert ein Mindestabstand von 750 m die Potenzialfläche bereits um 74,3 % und ein Abstand von 2.000 m sogar um 98,7 %.

**Abbildung 4**  
**Restriktionsflächen unter Berücksichtigung tatsächlicher Flächennutzungen (ohne Siedlungsflächen)**



Quelle: eigene Darstellung

Splittersiedlungen werden bei diesem Datensatz durch Flächen mit Wohngebäuden außerhalb von Ortslagen erfasst. Ihr Flächenanteil beträgt bundesweit 0,3 %. Bei einem Mindestabstand von 750 m schließen alleine diese Siedlungen 26 % des Bundesgebietes für eine Windenergienutzung aus.

Für Gewerbe- und Industrieflächen gelten deutlich niedrigere Mindestabstände. Ein Abstand von 300 m erhöht in diesem Fall die Tabufläche von 2,1 % auf 19,6 %.

Um den Einfluss der Siedlungsflächen insgesamt, unter Berücksichtigung abweichender Mindestabstände, auf das Flächenpotenzial für die Windenergie erfassen zu können, werden verschiedene Modelle angewandt.

Das erste Modell (Modell 0 m) verzichtet dabei vollständig auf Abstandsflächen. Die übrigen Modelle variieren den Mindestabstand zu reinen Wohngebieten in Ortslagen sowie Mischgebieten beziehungsweise Flächen besonderer Prägung (750 bis 2000 m), während für Splittersiedlungen (750 m) und Gewerbeflächen (300 m) ein konstanter Abstand angenommen wird (siehe Abb. 5).

Demnach werden bei einem Mindestabstand von 750 m bereits 76 % der Bundesfläche als Tabufläche definiert. Der Wert liegt nur geringfügig über dem bereits durch Abstandsflächen zu Mischgebieten und Gebieten besonderer funktionaler Prägung (rund 74 %) erzielten Wert. Abstände zu Wohngebieten bedingen, dass weitere 2 % der Fläche der Bundesrepublik ausgeschlossen werden. Mindestabstände zu gewerblichen Flächen spielen in allen Modellen eine untergeordnete Rolle. Im Modell 750 m besitzen hierdurch 1,5 % der Fläche eine starke Restriktion. Dieser Wert sinkt bei dem Modell 2.000 m auf 0,06 %. Insgesamt reduziert sich die Potenzialfläche von 22 % im Modell 750 m bis auf 1,3 % im Modell 2.000 m. Bei einem Mindestabstand von 1.000 Metern liegt der Anteil bei 13 %.

In diesen bundesweiten Analysen kann die große Vielfalt unterschiedlicher Abstandsregime der Länder nicht abgebildet werden. Aus diesem Grund werden Mindestabstände genutzt, die möglichst häufig in den Ländern zum Einsatz kommen. Vor diesem Hintergrund wird für die umfassende Potenzialflächenanalyse der Mindestab-

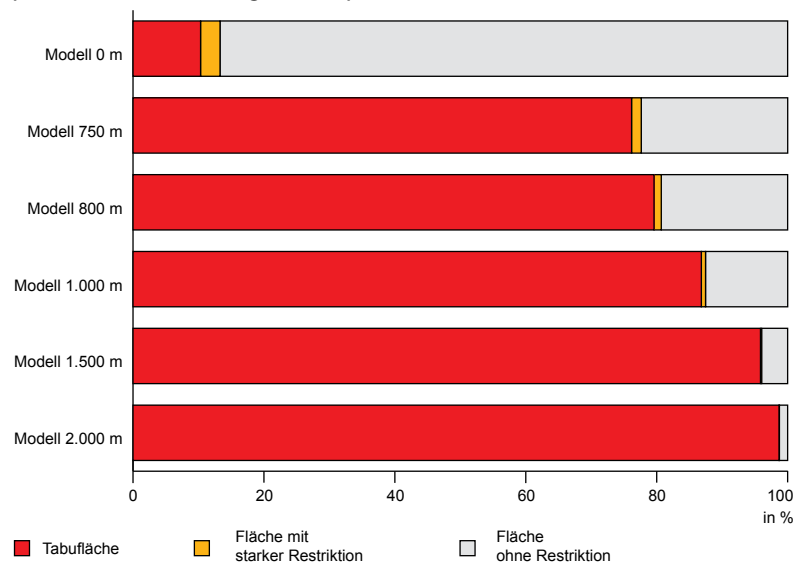
**Tabelle 5**  
**Siedlungsflächen: Flächenanteile und Bewertung**

Thema	Puffer in m	Flächenanteil in %	Bewertung
Wohngebiete außerhalb von Ortslagen	0	0,3	A
	750	26,1	A
Reine Wohngebiete in Ortslagen	0	3,6	A
	750	28,0	A
	800	44,0	A
	1.000	53,4	A
	1.500	71,9	A
	2.000	83,1	A
Mischgebiet, Fläche besonderer Prägung	0	3,4	A
	750	74,3	A
	800	76,9	A
	1.000	85,1	A
	1.500	95,7	A
	2.000	98,7	A
Gewerbe und Industrie inkl. Halden, Bergbau	0	2,1	B
	300	19,6	B

A = Tabufläche  
B = Fläche mit starker Restriktion  
C = Fläche mit schwacher Restriktion  
D = raumordnerisch für Windenergie gesicherte Fläche

Quelle: eigene Darstellung

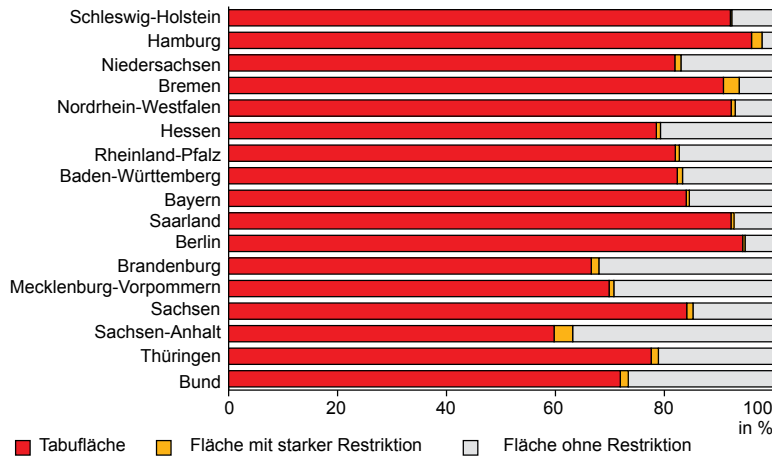
**Abbildung 5**  
**Restriktionsflächen unter Berücksichtigung tatsächlicher Flächennutzungen (ausschließlich Siedlungsflächen) – Modelle**



Zwischen den Modellen variiert der Puffer zu reinen Wohngebieten in Ortslagen sowie Mischgebieten entsprechend der Angaben auf der Y-Achse. In den Modellen 750 bis 2.000 m gelten folgende konstante Abstandswerte: Wohngebiete außerhalb von Ortslagen 750 m, Gewerbe und Industrie inkl. Halden, Bergbau 300 m. Im Modell 0 m werden keine Pufferzonen genutzt.

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 6**  
**Restriktionsflächen unter Berücksichtigung tatsächlicher Flächennutzungen**  
**(ausschließlich Siedlungsflächen) – Länder**



Modell mit folgenden Pufferzonen: Wohngebiete außerhalb von Ortslagen 750m, reine Wohngebiete in Ortslagen 1.000 m, Mischgebiet 750 m, Gewerbe und Industrie inkl. Halden, Bergbau 300 m.

Quelle: eigene Darstellung

stand zu Wohngebieten in Ortslagen auf 1.000 m und bei Mischgebieten auf 750 m festgelegt. Die Abstände zu Wohngebieten außerhalb von Ortslagen sowie zu Gewerbegebieten werden mit 750 beziehungsweise 300 m gewählt. Das Modell greift insofern auf die in der BMVI-Studie (2015) gewählten Mindestabstände zurück und berücksichtigt zusätzlich einen Abstand zu Gewerbegebieten.

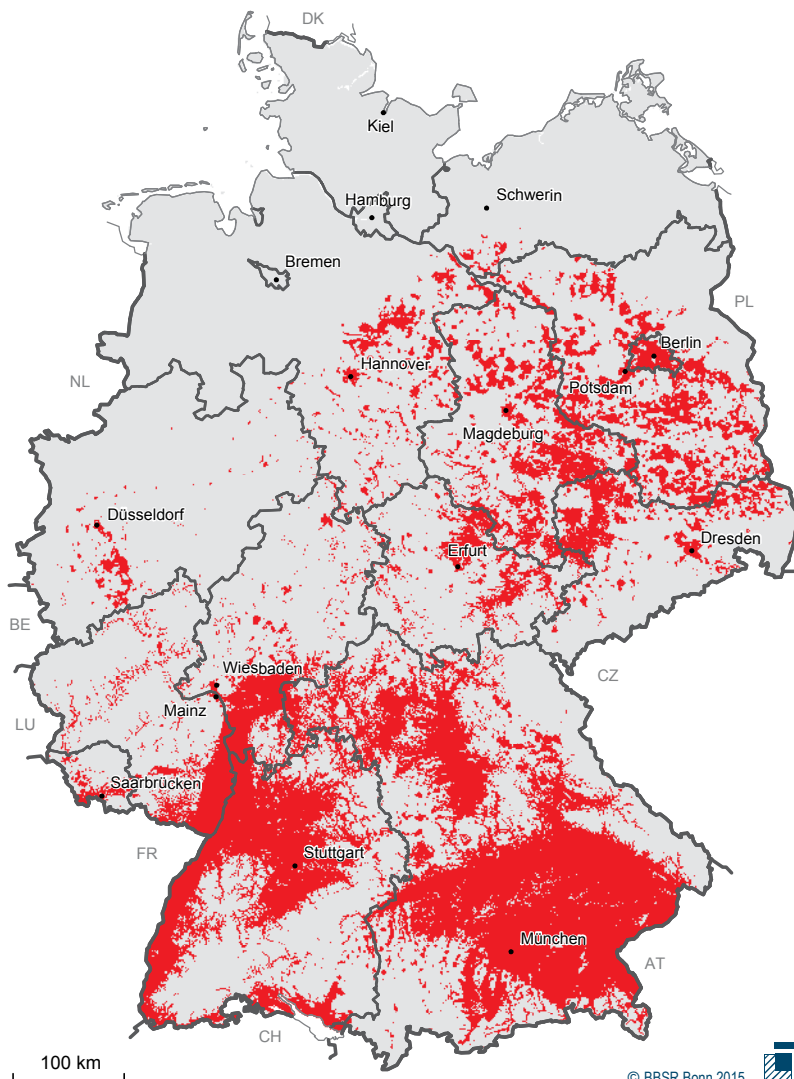
Bundesweit werden bei diesem Abstandsmodell 72 % der Fläche als Tabufläche sowie 1,5 % als Restriktionsfläche eingestuft.

Das Flächenpotenzial der Länder spiegelt deren Siedlungsstruktur wider. So verbleiben relativ große Potenzialflächen in den dünner besiedelten Ländern Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vor-

**Karte 5**  
**Potenzialflächen Windenergie**

**Windhöffigkeit**

- Tabuzone (mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe unter 5,3 m/s)
- Fläche ohne Restriktionen



Datenbasis: DWD  
Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012  
Bearbeitung: B. Zaspel-Heisters

pommern. Demgegenüber ist das Potenzial im dicht besiedelten NRW sowie im durch Splittersiedlungen geprägten Schleswig-Holstein deutlich geringer.

#### 4.5 Hangneigung, Windhöflichkeit

Abweichend zur BMVI-Studie (2015) werden in dieser Untersuchung auch Daten zur Hangneigung und zum Winddargebot in 100 m Höhe betrachtet.

Unter Berücksichtigung des bei dieser Untersuchung gewählten Schwellenwertes von 5,3 m/s sind 24 % der Flächen der Bundesrepublik nicht für den Bau einer Windenergieanlage geeignet. Insbesondere in Bayern und Baden-Württemberg werden hierdurch zahlreiche Flächen als Tabuflächen bewertet (siehe Karte 5).

Die Hangneigung hat kaum Einfluss auf das bundesweite Flächenpotenzial. Nur 0,2 % der Bundesfläche weisen eine Hangneigung größer 30 Grad auf.

---

#### 5 Bundesweites Flächenpotenzial für Windenergie

---

Die Berechnung des bundesweiten Flächenpotenzials erfolgt durch die Überlagerung aller in Kapitel vier vorgestellten Indikatoren unter Berücksichtigung der dort vorgenommenen Bewertung. Insgesamt werden circa 50 Rasterdatensätze gemäß der in Kapitel drei erläuterten Methodik analysiert. Im Ergebnis wird jede 5 x 5 m große Rasterzelle einer Eignungskategorie (Tabufläche, starke Restriktion, schwache Restriktion, besondere Eignung, ohne Restriktion) zugeordnet.

Die Berechnung des bundesweiten Flächenpotenzials wird zunächst unter Einbeziehung der raumordnerischen Ausschlussgebiete für Windenergie durchgeführt. Im zweiten Schritt werden die Ausschlussgebiete ausgeklammert. Auf diese Weise können die Flächen identifiziert werden, die bei einer Fortschreibung der Regionalpläne und einer hiermit verbundenen Änderung der Ausschlussgebiete theoretisch für eine Windenergienutzung zur Verfügung stehen.

Das Ergebnis der Analyse verdeutlicht die große Ausdehnung der für die Windenergie nicht nutzbaren Flächen. Unter Berücksichtigung der raumordnerisch festgelegten Ausschlussgebiete sind 96,4 % der Bundesfläche als Tabufläche zu bewerten. Weitere 2,6 % beziehungsweise 0,2 % weisen eine starke beziehungsweise schwache Restriktion auf. Nur 0,4 % des Bundesgebietes fallen in die Kategorie „ohne Restriktion“. Hinzu kommen 0,5 % der Bundesfläche, die bereits durch die Regionalplanung für die Windenergienutzung gesichert werden.

Klammert man die Ausschlussgebiete für Windenergie aus, so reduziert sich der Anteil der Tabufläche bundesweit auf 91,4 %. Gleichzeitig nimmt der Anteil des Bundesgebietes ohne Restriktionen auf 1,5 % der Flächen zu. Die Flächen mit besonderer Eignung für Windenergie bleiben unverändert bei 0,5 %. Darüber hinaus enthalten 6 % der Flächen starke sowie 0,6 % schwache Restriktionen. Hier ist der Bau einer Windenergieanlage im Einzelfall zu prüfen.

Im Vergleich zu den Studien von UBA (2013) und BWE (2011) kommt die Untersuchung auf einen geringeren Anteil potenziell nutzbarer Flächen (hierzu gehören regionalplanerisch gesicherte Flächen, Flächen ohne Restriktion sowie Flächen starker und schwacher Restriktion). Während deren Anteil in dieser Analyse 3,6 % (mit Ausschlussgebieten) beziehungsweise 8,6 % (ohne Ausschlussgebiete) beträgt, geht das UBA von einem Flächenanteil von 13,8 % aus. In der BWE-Studie liegt der Wert mit 22,4 % sogar noch höher. Wesentlicher Unterschied der Studien von UBA und BWE gegenüber der hier vorgenommenen Berechnung ist die Berücksichtigung der regionalplanerischen Festlegungen. Der im Ergebnis deutlich reduzierte Anteil der Eignungsflächen zeigt, dass erst hiermit ein noch realistischeres Bild der potenziell für die Windenergie nutzbaren Flächen gezeichnet werden kann.

Im Gegensatz zu den beiden genannten Studien (UBA, BWE) bezieht die BMVI-Studie (2015) die regionalplanerischen Festlegungen bereits mit ein. Allerdings bleiben die Ausschlussgebiete unberücksichtigt. Durch die Nutzung aktueller Daten sowie die Modifikation des Ansatzes (ergänzende Berücksichtigung von Windhöflichkeit,



Hangneigung, Biotopverbund, Ramsar-Gebieten, Mindestabständen zu Gewerbeflächen) kommt die hier vorgestellte Analyse zu leicht veränderten Ergebnissen. So fällt der Anteil der restriktionsfreien Fläche sowie der bereits durch die Regionalplanung gesicherten Flächen in der Summe mit 2 % (ohne Ausschlussgebiete) etwas höher aus als in der BMVI-Studie (1,7 %). Die Abweichung ist unter anderem auf den gestiegenen Anteil der raumordnerisch gesicherten Flächen zurückzuführen (von 0,37 % 2010 auf 0,5 % 2014). Die potenziell nutzbare Fläche liegt demgegenüber mit 8,6 % unter dem Anteil der BMVI-Studie von 10,9 %.

In den einzelnen Bundesländern fällt das Potenzial für Windenergie unterschiedlich aus (siehe Abb. 7). Neben den bereits durch die Regionalplanung gesicherten Flächen, deren Anteil zwischen 0 % (Hessen) und 1,7 % (Schleswig-Holstein) beträgt, sind insbesondere die restriktionsfreien Gebiete für einen zukünftigen Ausbau der Windenergie relevant.

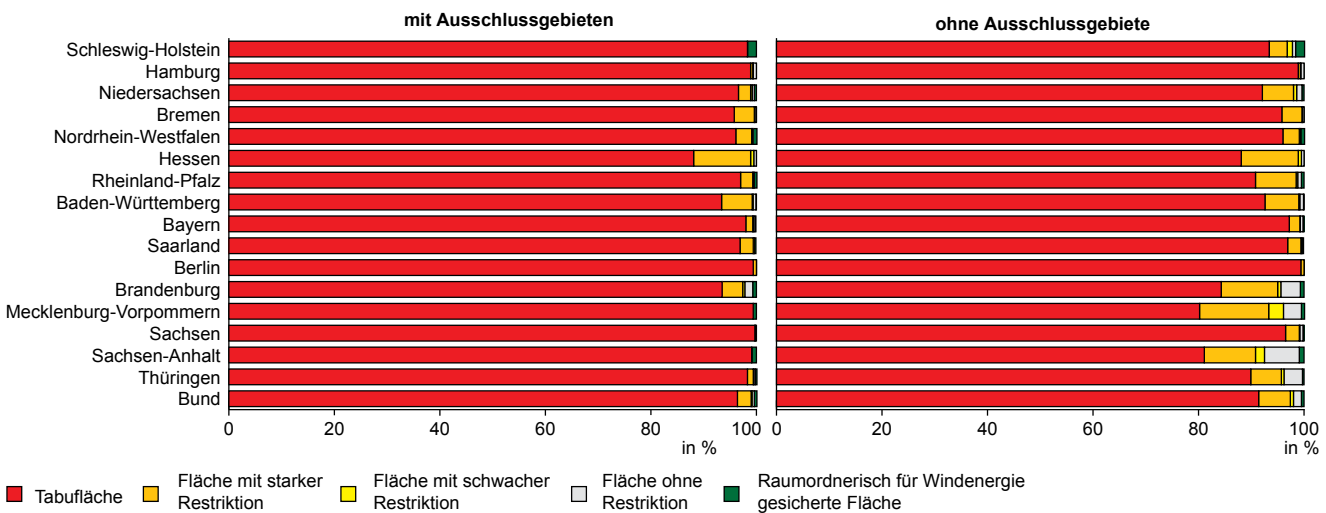
Unter Einbeziehung der Ausschlussgebiete stehen in fünf Flächenländern (Schleswig-Holstein, Saarland, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt) neben den bereits raumordnerisch für die Windenergie gesicherten Flächen keine restriktionsfreien Gebiete zur Verfügung. Lediglich in Brandenburg übersteigt der Anteil rest-

riktionsfreier Flächen an der Landesfläche die 1-Prozent-Schwelle (1,5 %). In den übrigen Flächenländern liegt der Anteil zwischen 0,2 % (Rheinland-Pfalz) und 0,5 % (Hessen, Baden-Württemberg). Bis auf Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt verfügen alle Länder zudem über Restriktionsflächen, deren Nutzbarkeit für die Windenergie im Einzelfall geprüft werden muss. Der Anteil der Restriktionsflächen (starke und schwache Restriktion) an der Landesfläche liegt zwischen 0,1 % (Sachsen) und 11,4 % (Hessen).

bleiben die Ausschlussgebiete unberücksichtigt, so steigt der Anteil der restriktionsfreien Flächen an der Landesfläche in einzelnen Ländern auf mehr als 3 % (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen). In Sachsen-Anhalt liegt der Wert sogar bei 6,6 %. Zudem entfallen in Niedersachsen 1 % der Landesfläche auf diese Kategorie. Größere Landesanteile (mind. 1 % der Landesfläche) mit schwachen Restriktionen finden sich zudem in Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. In Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und Thüringen liegt deren Anteil bei 0,5 beziehungsweise 0,6 %.

Durch die auf Rasterdaten basierende Geodaten-Analyse erfolgt die Bewertung der Flächeneignung jeweils für Bereiche mit ei-

**Abbildung 7**  
**Flächenpotenzial für Windenergie je Bundesland**



Quelle: eigene Darstellung

ner Größe von 5 x 5 m. Da die Errichtung einer Windenergieanlage allerdings größere zusammenhängende Flächen voraussetzt, wurden alle Flächen ohne Restriktionen, die eine Mindestflächengröße von 5 ha unterschreiten, identifiziert. Die Auswertung zeigt, dass nur rund 0,6 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise 0,3 % (ohne Ausschlussgebiete) der restriktionsfreien Flächen diese Mindestgröße unterschreiten.

Interessant ist, welche Standorteigenschaften oder rechtlichen Vorgaben zu einem Tabu beziehungsweise einer Restriktion gegenüber Windenergie führen. Dabei sind zwischen den Analysen mit und ohne Ausschlussgebieten nur geringe Abweichungen festzustellen.

Abbildung 8 zeigt zunächst die Häufigkeit von Überlagerungen zwischen den sechs Themenfeldern Regionalplanung, Naturschutzrecht, Siedlungsflächen, tatsächliche Flächennutzung (ohne Siedlungsflächen), Hangneigung und Windhöffigkeit. Demnach führt bei nur rund 4 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise 6 % (ohne Ausschlussgebiete) der als Tabufläche identifizierten Gebiete ausschließlich ein Themenfeld zum Ausschluss der Fläche. Dies entspricht einem Anteil an der Gesamtfläche Deutschlands von 3,8 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise 5,2 % (ohne Ausschlussgebiete). Bei rund 40 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise

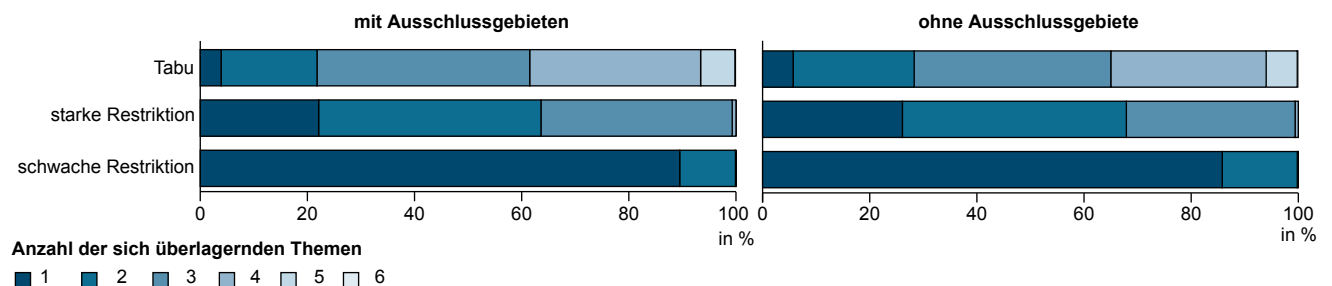
37 % (ohne Ausschlussgebiete) der Tabuflächen limitieren gleichzeitig drei Themenfelder als Tabu oder Restriktion eine Windenergienutzung. Bei 6 % der Tabufläche überlagern sich fünf Themenfelder, in wenigen Fällen (0,1 %) sogar alle sechs betrachteten Themenfelder.

Wichtig ist dabei, dass die Anzahl der Überlagerungen für die konkrete Einstufung als Tabufläche irrelevant ist, da bereits das Vorliegen eines Tabus zum Ausschluss der Fläche für eine Windenergienutzung führt.

Auf Flächen, die eine starke Restriktion aufweisen, besitzen vielfach zwei Themenfelder parallel eine entsprechende Einstufung. Bei Flächen mit schwacher Restriktion basiert die Zuordnung überwiegend jeweils auf den Flächen eines einzelnen Themenfeldes.

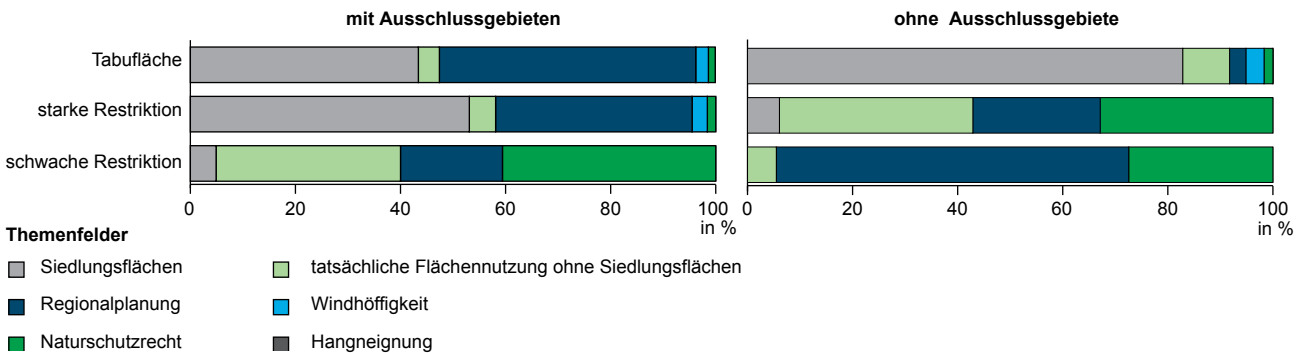
Welche Themenfelder auch alleine einen hohen Einfluss auf das theoretische Flächenpotenzial für die Windenergie besitzen, verdeutlicht eine genauere Betrachtung der Bereiche, in denen die Einstufung als Tabu- oder Restriktionsfläche auf ein einzelnes Themenfeld zurückzuführen ist (siehe Abb. 9). Bundesweit ist auf 5 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise bei 7 % (ohne Ausschlussgebiete) des Bundesgebietes die Einstufung einer Fläche in eine Eignungsklasse ausschließlich auf die Daten eines Themenfeldes zurückzuführen.

**Abbildung 8**  
**Überlagerung von Themenfeldern**



Themen: regionalplanerische Festlegungen, naturschutzrechtliche Festlegungen, Siedlungsflächen, tatsächliche Flächennutzung (ohne Siedlungsflächen), Windhöffigkeit, Hangneigung  
Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 9**  
**Thematische Untergliederung der Flächen ohne Überlagerung**



Quelle: eigene Darstellung

ren. 3,8 % beziehungsweise 5,2 % der Gesamtfläche werden dabei von Tabuflächen bedeckt, bei denen keine Überlagerung mehrerer Themen zu beobachten ist. Unter Berücksichtigung der Ausschlussgebiete sind bei fast 50 % dieser Tabuflächen regionalplanerische Festlegungen für die Einstufung ausschlaggebend. Demnach führen ausschließlich solche Festlegungen bei 1,8 % der Bundesfläche zu einer Einstufung als Tabufläche. Ebenfalls eine hohe Bedeutung kommt den Siedlungsflächen inklusive Abstandsflächen zu. Die tatsächliche Flächennutzung sowie die Windhöflichkeit spielen hingegen eine untergeordnete Rolle.

Werden die Ausschlussgebiete nicht in die Analyse einbezogen, so nimmt die Bedeutung der regionalplanerischen Festlegungen für die Einstufung als Tabufläche ab. Über 80 % der nur durch ein Thema bestimmten Tabuflächen gehen auf Siedlungsflächen sowie deren Abstandsflächen zurück.

In der Kategorie „starke Restriktion“ ist die Einstufung bei 0,6 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise 1,6 % (ohne Ausschlussgebiete) der bundesweiten Flächen ausschließlich auf ein Themenfeld zurückzuführen. Bei schwachen Restriktionen sind es 0,1 % beziehungsweise 0,5 % des Bundesgebietes. Die betroffenen Themenfelder zeigt Abbildung 9.

## 6 Fazit

Die hier vorgestellte Methodik erlaubt eine bundesweite Abschätzung des Flächenpotenzials für Windenergie unter Berücksichtigung zentraler Einflussfaktoren. Eine

Besonderheit stellt dabei die Einbeziehung regionalplanerischer Festlegungen mittels des Raumordnungsplan-Monitors des BBSR dar, die in anderen bundesweiten Potenzialanalysen bislang nicht berücksichtigt werden konnten.

Die vorgeschalteten Analysen haben die Abhängigkeit des ermittelten Flächenpotenzials insbesondere von den gewählten Abstandswerten zu Siedlungsflächen verdeutlicht. Die vorliegende, bundesweit ausgerichtete Untersuchung konnte die jeweils geltenden länderspezifischen Regelungen (z. B. Abstandswerte, Schutzzwecke) nicht einbeziehen. Bei dem genutzten Abstandsmodell ist tendenziell mit einer Überschätzung des Flächenpotenzials zu rechnen.

Die Analyse zeigt, dass neben den bereits heute durch die Regionalplanung für Windenergie gesicherten Flächen (0,5 % des Bundesgebietes) auf weiteren 0,4 % (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise 1,5 % (ohne Ausschlussgebiete) des Bundesgebietes keine Restriktionen gegenüber dem Bau von Windenergieanlagen bestehen. Das Flächenpotenzial liegt somit insgesamt bei rund 2.950 km<sup>2</sup> (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise rund 6.950 km<sup>2</sup> (ohne Ausschlussgebiete).

Unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Flächenbedarfs von rund 5 ha je MW installierter Leistung können auf diesem theoretischen Flächenpotenzial insgesamt rund 60 GW (inkl. Ausschlussgebiete) beziehungsweise rund 140 GW (ohne Ausschlussgebiete) Leistung durch Windenergieanlagen installiert werden.



Demnach sind in Deutschland ausreichend Flächen vorhanden, um den von der Bundesnetzagentur prognostizierten Ausbau der Windenergie auf 63,8 GW installierte Leistung bis 2025 zu realisieren. Allerdings wird auch deutlich, dass hierfür langfristig eine Anpassung der regionalplanerischen Ausschlussgebiete notwendig ist.

Die Untersuchung verdeutlicht, dass auf den meisten Flächen mehrere Voraussetzungen vorliegen, die eine Einstufung eines Gebietes als Tabu- oder Restriktionsfläche rechtfertigen. Bei insgesamt 92 % der Tabu- und Restriktionsflächen überlagern sich Indikatoren von mindestens zwei Themenfeldern. Nur bei rund 8 % der Flächen ist die Einstufung auf die Elemente ausschließlich eines Themenfeldes zurückzuführen.

Die Daten des ROPLAMO zeigen, dass ausschließlich aufgrund regionalplanerischer Festlegungen etwa 1,8 % (inkl. Ausschlussgebieten) beziehungsweise 0,9 % (ohne Ausschlussgebiete) der Bundesfläche nicht sowie weitere 0,2 % beziehungsweise 0,7 % der Bundesfläche nur im Einzelfall für die Windenergie genutzt werden können. Zudem werden derzeit 0,5 % der Flächen bereits durch die Regionalplanung für die Windenergie gesichert.

Im Vergleich zu den bisher vorliegenden bundesweiten Abschätzungen (BWE 2011; UBA 2013, BMVI 2015) wird das mit dem hier vorgestellten Ansatz ermittelte theoretische Flächenpotenzial für die Windenergie

genutzung genauer bestimmt. Die deutlich zu hohen Potenzialangaben der Studien von UBA und BWE können somit auf eine realistischere Größe korrigiert werden. Der Ansatz erreicht allerdings nicht die Detail-schärfe und Genauigkeit einer regionalplanerischen oder kommunalen Potenzialanalyse. Der Regionalplanung stehen für ihre Potenzialanalysen im Vorfeld der Festlegung von Raumordnungsgebieten für die Windenergie in der Regel zusätzliche Daten (z. B. zum Artenschutz oder zu Bodendenkmalen) sowie höher aufgelöste Daten zur Verfügung.

Ob das mit der Untersuchung ermittelte Flächenpotenzial für die Windenergie tatsächlich für den Bau von Windenergieanlagen zur Verfügung steht, hängt von unterschiedlichen Aspekten ab. So kann der Einfluss verschiedener Kriterien erst in Einzelfallbetrachtungen bewertet werden. Hierzu gehören zum Beispiel das Thema Artenschutz sowie die Beeinflussung von Flugradarsystemen, Wetterradar oder seismologischen Stationen. Ebenso können landschaftsästhetische Aspekte oder Bevölkerungsproteste die Realisierung von WEA beeinflussen.

Für zukünftige Potenzialanalysen ist es wichtig, neben den regionalplanerischen Festlegungen auch kommunale Planungen für die Windenergie einzubeziehen. Dies ermöglicht eine noch differenziertere Darstellung des Flächenpotenzials für die Windenergie.

## Literatur

- AL-PRO, 2011: Kurzfassung des überarbeiteten Endberichtes zur Windpotenzialstudie Saarland. Zugriff: [http://geoportal.saarland.de/webfreigabe/windpotenzial/Kurzfassung\\_Windpotenzial-analyse.pdf](http://geoportal.saarland.de/webfreigabe/windpotenzial/Kurzfassung_Windpotenzial-analyse.pdf) [abgerufen am 27.7.2015].
- Bartlsperger, Richard, 2000: Raumordnungsgebiete mit besonderen Eigenschaften (Vorrang-, Vorbehalts- und Eignungsgebiete). In: ARL (Akademie für Landesplanung und Raumforschung) (Hrsg.): Zur Novellierung des Landesplanungsrechts aus Anlass des Raumordnungsgesetzes 1998. Arbeitsmaterial der ARL, 266, Hannover, S. 119–158.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) o.J.: Biotopverbund. Zugriff: [https://www.bfn.de/0311\\_biotopverbund.html](https://www.bfn.de/0311_biotopverbund.html) [11.11.2015].
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (Hrsg.), 2015: Räumlich differenzierte Flächenpotentiale für erneuerbare Energien in Deutschland, BMVI-Online-Publikation, 08/2015, Berlin.
- BW (Baden-Württemberg), 2012: Windenergieerlass Baden-Württemberg. Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur und des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft. Vom 09. Mai 2012 – Az.: 64-4583/404.
- BNetzA (Bundesnetzagentur), 2014: Szenariorahmen 2025: Genehmigung. Zugriff: [http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Delta/Szenariorahmen/Szenariorahmen\\_2025\\_Genehmigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Delta/Szenariorahmen/Szenariorahmen_2025_Genehmigung.pdf?__blob=publicationFile) [abgerufen am 27.7.2015].
- Brinkmann, Robert; Behr, Oliver; Niermann, Ivo; Reich, Michael (Hrsg.), 2011: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum, Bd. 4. Cuvillier-Verlag Göttingen.
- Bundesumweltportal, 2015: Backhaus: Keine Windkraftanlagen im Wald! Darstellungen der Ostsee-Zeitung vom 02. März 2015 werden entschieden zurückgewiesen. Bundesumweltportal, 2. März. Zugriff: <http://www.bundesumweltportal.de/mecklenburg-vorpommern/item/1915-backhaus-keine-windkraftanlagen-im-wald-darstellungen-der-ostsee-zeitung-vom-02-m%C3%A4rz-2015-werden-entschieden-zur%C3%BCckgewiesen.html> [abgerufen am 11.6.2015].
- BWE (Bundesverband WindEnergie), 2011: Potenzial der Windenergienutzung an Land – Kurzfassung. Zugriff: [https://www.windenergie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe\\_potenzialstudie\\_kurzfassung\\_2012-03.pdf](https://www.windenergie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf) [abgerufen am 27.7.2015].
- DWD (Deutscher Wetterdienst), 2013: Informationen zur Errichtung von Windenergieanlagen im Nahbereich der Messsysteme des Deutschen Wetterdienstes – Abstandsanforderungen und Höhenbeschränkungen. Revision 1.4, 25.01.2013. Zugriff: [http://www.energieatlas.bayern.de/file/pdf/944/2012\\_05\\_10\\_Anforderungen%20\\_DWD\\_WEA\\_Radar\\_V1.3.pdf](http://www.energieatlas.bayern.de/file/pdf/944/2012_05_10_Anforderungen%20_DWD_WEA_Radar_V1.3.pdf) [abgerufen am 25.5.2015].
- DeWD, 2015: Windenergieanlagen verfälschen Messungen des Wetterradars. Unwetterwarnungen oder Strom aus Windenergie? 1. Auflage, 02/2015, Zugriff: [http://passthrough.fw-no-tify.net/download/688440/http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Presse/Broschueren/WindkontraWetterradar\\_\\_PDF,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/WindkontraWetterradar\\_PDF.pdf](http://passthrough.fw-no-tify.net/download/688440/http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Presse/Broschueren/WindkontraWetterradar__PDF,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/WindkontraWetterradar_PDF.pdf) [abgerufen am 22.5.2014]
- Deutsche Windguard, 2015: Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland 2014. Zugriff: [http://www.windguard.de/\\_Resources/Persistent/128c6bdb960acd94b87a41525dd9878ad051630c/Factsheet-Status-des-Windenergieausbaus-an-Land-in-Deutschland-2014.pdf](http://www.windguard.de/_Resources/Persistent/128c6bdb960acd94b87a41525dd9878ad051630c/Factsheet-Status-des-Windenergieausbaus-an-Land-in-Deutschland-2014.pdf) [abgerufen am 22.5.2015].
- Domhardt, Hans-Jörg; Spannowsky, Willy, 2002: Aufgaben und Möglichkeiten der Steuerung der regionalen Siedlungsentwicklung – Anforderungen an die Instrumente der Landes- und Regionalplanung. In: Spannowsky, Willy; Stephan Mitschang (Hrsg.): Fach- und Rechtsprobleme der Nachverdichtung und Baulandmobilisierung. Köln, Berlin, Bonn, München, S. 107–124.
- Einig, Klaus, 2005: Regulierung des Siedlungsflächenwachstums als Herausforderung des Raumordnungsrechts. In: DISP, 160 (1), S. 48–57.
- Einig, Klaus; Heilmann, Jörg; Zaspel, Brigitte, 2011: Wie viel Platz die Windkraft braucht. In: Neue Energie, 8, S. 34–37.
- Gerdes, Gerhard J.; Pahlke, Thomas, 1995: Wind- und Flächenpotentialstudie für das nördliche Niedersachsen und den Harz. In: DEWI Magazin, Nr. 7, S. 4–16. Zugriff: [http://www.dewi.de/dewi\\_res/fileadmin/pdf/publications/Magazin\\_07/02.pdf](http://www.dewi.de/dewi_res/fileadmin/pdf/publications/Magazin_07/02.pdf) [abgerufen am 24.11.2015]
- Heemeyer, Carsten, 2006: Flexibilisierung der Erfordernisse der Raumordnung. Aktuelle Rechtslage und Ausblick auf alternative Steuerungsmodelle. Beiträge zur Raumplanung, 229, Berlin.
- Hendler, Reinhard, 1998: Systematische Aspekte der Raumordnungsgebiete und die Bindungswirkung von Raumordnungsgebieten. In: Jarass, Hans Dieter (Hrsg.): Raumordnungsgebiete (Vorbehalts-, Vorrang- und Eignungsgebiete) nach dem neuen Raumordnungsgesetz. Symposium des Zentralinstituts für Raumplanung am 28. September 1998 in Münster. Beiträge zur Raumplanung und zum Siedlungs- und Wohnungswesen, 183, Münster, S. 88–116.
- LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen), 2012: Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW. Teil 1 – Windenergie. LANUV-Fachbericht 40, Recklinghausen.
- LVERMGEO (Landesamt für Vermessung und Geo-information Sachsen-Anhalt), 2015: Digitales Geländemodell und Digitales Oberflächenmodell. Zugriff: <https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/leistungen/landesaufnahme/dgm/atkis-dgm.htm> [abgerufen am 11.11.2015].
- MKULNV (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein – Westfalen); MWEBWV (Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen); Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen, 2011: Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 11.07.2011. Zugriff: <http://www.energie-dialog.nrw.de.k1755.ims-firmen.de/wp-content/uploads/2011/07/WindenergieErlass11-07-2011-FINAL.pdf> [abgerufen am 24.8.2015].

- MULEWF (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz), 2013: Leitfaden zum Bau und Betrieb von Windenergieanlagen in Wasserschutzgebieten. Zugriff: [http://mulewf.rlp.de/fileadmin/mufv/publikationen/Leitfaden\\_Bau\\_und\\_Betrieb\\_von\\_Windenergieanlagen\\_in\\_Wasserschutzgebieten.pdf](http://mulewf.rlp.de/fileadmin/mufv/publikationen/Leitfaden_Bau_und_Betrieb_von_Windenergieanlagen_in_Wasserschutzgebieten.pdf) [abgerufen am 24.8.2015].
- MWKEL (Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung), 2014: Teilfortschreibung LEP IV – Erneuerbare Energien. Zugriff: <http://www.mwkel.rlp.de/File/Landesplanung,-Teilfortschreibung-LEP-IV-Erneuerbare-Energien-pdf> [abgerufen am 24.8.2015].
- NLT (Niedersächsischer Landkreistag) / ML (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 2013: Regionalplanung und Windenergie. Arbeitshilfe zur Steuerung der Windenergienutzung mit Ausschlusswirkung in Regionalen Raumordnungsprogrammen (Kategorisierung harte und weiche Tabuzonen), Stand: 15. November 2013.
- Rheinland-Pfalz, 2013: Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie), 28.5.2013.
- RP Uckermark-Barnim (Regionale Planungsgemeinschaft), 2014: Regionalplan Uckermark-Barnim. Sachlicher Teilplan „Windnutzung, Rohstoff-sicherung und -gewinnung“. Beteiligungsverfahren Entwurf 2013, Stand März 2014.
- Schwarzwald-Baar-Heuberg, 2013: Regionalplan Schwarzwald-Baar-Heuberg. Fortschreibungen 2013 „Vorranggebiete für Standorte regionalbedeutsamer Windkraftanlagen“, Umweltprüfung gemäß Richtlinie 2001/42/EG Stand: 15.03.2013. Zugriff: <http://www.regionalverband-sbh.de/fileadmin/templates/main/images/pdf/regionalplanung/UmweltBericht.pdf> [abgerufen am 24.8.2015].
- Schroeder, Werner, 2000: Die Wirkung von Raumordnungszielen. In: UPR, (2), S. 52–58.
- Spannowsky, Willy; Weick, Theophil; Gouverneur, Herbert, 2004: Raumordnerische Steuerung der Windenergienutzung im Lichte aktueller Rechtsprechung. In: Umwelt- und Planungsrecht 24 (5), S. 161–168.
- Stammler, Klaus; Friedrich, Wolfgang, 2013: Stellungnahme der Arbeitsgruppe Seismologie des „Forschungskollegiums Physik des Erdkörpers (FKPE)“ zur Errichtung von Windkraftanlagen in Deutschland, 1.10.2013. Zugriff: [http://www.liag-hanno-ver.de/fileadmin/user\\_upload/dokumente/fkpe/EinflussWindkraftAufSeismologie\\_050913\\_hjk\\_ks.pdf](http://www.liag-hanno-ver.de/fileadmin/user_upload/dokumente/fkpe/EinflussWindkraftAufSeismologie_050913_hjk_ks.pdf) [abgerufen am 24.8.2015].
- Trockel, Simon, 2014: Artenschutz bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen. Zugriff: <http://www.energedialog.nrw.de/artenschutz-bei-der-planung-und-genehmigung-von-windenergieanlagen/> [abgerufen am 22.5.2015].
- Zaspel, Brigitte, 2014: Energiewende in Deutschland – Herausforderungen für die Landesplanung. In: Tagungsband der Jahrestagung des Jungen Forums der ARL 2012, Arbeitsberichte der ARL, S. 106–122.
- Zaspel, Brigitte; Einig, Klaus, 2012: Raumordnungsplan-Monitor (ROPLAMO) – ein Planinformationssystem für Deutschland. In: Angewandte Geoinformatik 2012 – Tagungsband AGIT 2012, 4-6. Juli 2012, Salzburg, S. 745–754.