

# PRAXISINFO



## Natur- und Landschaftsschutz: GIS-gestützte Szenarien zur Windenergie

Die räumliche Verteilung des zukünftigen Ausbaus der Windenergie an Land zählt zu den großen, kontrovers diskutierten Planungsaufgaben. Das vom Bundesamt für Naturschutz geförderte neue Verfahren ermöglicht erstmalig die Übertragung aller windkraftrelevanten Aspekte des Natur- und Landschaftsschutzes in ein bundesweites GIS-Modell und eine Bewertung unterschiedlicher Ausbauszenarien der Windenergie im Hinblick auf ihre jeweiligen Konfliktrisiken mit dem Natur- und Landschaftsschutz. Die Auswertungen zeigen, dass es bei der für 2035 angestrebten Energiemenge von rund 270 TWh Strom aus Windenergieanlagen an Land einen erheblichen Spielraum für einen natur- und landschaftsverträglichen Ausbau gibt.

Regionalisierte Ausbauszenarien für erneuerbare Energien orientieren sich bisher vor allem an den Faktoren Wirtschaftlichkeit und Netzkompatibilität. Diese Faktoren sind in den Planungsverfahren der energiewirtschaftlichen Akteure gut erfassbar. Die biologische Vielfalt, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts und die daraus resultierenden Konflikte hingegen werden bisher unterschiedlich weitreichend in übergeordnete Planungsprozesse integriert. Insbesondere die im Bundesnaturschutzgesetz vorgegebenen Kriterien zum Schutz des Landschaftsbilds „Vielfalt, Eigenart, Schönheit sowie Erholungswert der Landschaft“ – werden als Faktoren in den Ausbauszenarien oft vernachlässigt. Das FuE-Projekt „Szenarien für den Ausbau erneuerbarer Energien“ füllt hier für die übergeordnete Planungsebene eine Leerstelle: es führt energiewirtschaftliche Aspekte und die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes bereits auf der strategischen Planungsebene in einem GIS-Modell zusammen, um natur- und landschaftsverträgliche Flächenpotenziale für den Ausbau der Windenergie zu ermitteln. Erstmals wurde dabei eine Methode entwickelt, welche die komplexen Bewertungsfragen im Zusam-

menhang mit der Beurteilung der Natur- und Landschaftsverträglichkeit von Standorten für die Windenergienutzung bereits vor der konkreten regionalen Raumplanung auf einer bundesweiten Ebene in räumlich differenzierten, GIS-gestützten Szenarien abbilden kann. Die für die Windenergie beispielhaft durchgeführte Untersuchung kann auch auf andere erneuerbare Energien angewendet werden.

### Konflikte mit Natur- und Artenschutz

Grundlegend neu an der Methode sind die auf die Windkraft bezogene Bewertung der möglichen Beeinträchtigungsintensität der Landschaftsqualität. Ebenso wird die Abschätzung der Konfliktrisiken mit dem Natur- und Artenschutz für das gesamte Bundesgebiet in einer bisher nicht möglichen flächen- bzw. standortgenauen Auflösung in einem GIS-Modell durchgeführt.

Ausgangspunkt der Raumbewertung ist ein neuer, umfassender Katalog von in GIS-Anwendungen verfügbarer Flächenkategorien, die als Indikatoren für die raumabhängige

#### FÜR

- Energiepolitiker
- Energiewissenschaftler
- Naturschutzbehörden
- Regionalplaner

#### NATURSCHUTZASPEKTE

Biotische und abiotische Belange sowie Landschaftsbild und Erholung

#### SCHLAGWÖRTER

- Szenarien
- strategische Planung
- Windenergie
- Öffentlichkeitsbefragung
- GIS-Modelle

Art und Intensität potenzieller Konfliktrisiken mit Belangen des Natur-, Arten- und Landschaftsschutz verwendet werden. Der Katalog bildet abiotische und biotische Schutzgüter sowie die Landschaftsästhetik und den Erholungswert ab. Diese Flächenkategorien wurden aus den für das Bundesgebiet einheitlich vorliegenden Daten zur Ausstattung des Raumes, zur Flächennutzung und zu Schutzgebieten abgeleitet. Im FuE-Vorhaben wurden sie zusammengestellt, homogenisiert und aufbereitet. In einem diskursiven Prozess mit Expertinnen und Experten wurden 27 Flächenkategorien ausgewählt und gemeinsam festgelegt, welche Schutzbelange, und damit verbundenen potenziellen Konflikte, abgebildet werden. Dabei wurde deutlich, dass einzelne Flächenkategorien durchaus mehrere Schutzbelange und damit verbundene mögliche Konflikte abbilden können.

Die als Indikator verwendeten Flächenkategorien verorten u. a. auch potenzielle Konflikte mit windkraftsensiblen Arten und gehen dabei über die in bisherigen Studien zur Ermittlung der Flächenpotenziale für die Windenergienutzung verwendeten Flächenkategorien wie z. B. Naturschutzgebiete hinaus. Berücksichtigt wurden u. a. historische Waldstandorte, Dauergrünland, landwirtschaftlich genutzte Offenlandflä-

chen ebenso wie FFH-Gebiete, Important Bird Areas und deren jeweils angrenzenden Bereiche. Für jede dieser Flächenkategorien erfolgte dann eine schutzgutbezogene Bewertung der abgebildeten Konfliktrisiken, z. B. bau- und betriebsbedingte Störung von bestimmten Vogelarten, Tötung von schlagempfindlichen Vogelarten, Zerstörung bzw. Veränderung von Biotopen oder die baubedingte Verdichtung von empfindlichen Böden. Abschließend liegt für jede Flächenkategorie sowohl eine schutzgutbezogene als auch eine schutzgutübergreifende ordinale Einstufung der durch sie abgebildeten Konfliktrisiken vor, die fünf Klassen von sehr gering bis sehr hoch umfasst.

### Flächenkategorien zu Konflikten mit dem Landschaftsschutz

Schutzgutübergreifend heißt auch, dass im GIS-Modell 24 weitere Flächenkategorien die Belange des Landschaftsschutzes abbilden. Die Bewertung des Schutzguts Landschaft umfasst dabei die Aspekte Vielfalt, Eigenart, Schönheit, Erholungswert und Naturnähe – Attribute, die über standardisierte Kriterien und Indikatoren erfasst und in das GIS-gestützte Modell zur Landschaftsbildbewertung integriert werden. Grundlage für die Bewertung bildet eine Pilotstu-

ATTRIBUT	KRITERIUM	INDIKATOR
<b>Vielfalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzungsvielfalt</li> <li>■ Vielfalt des Geländereiefs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anzahl der verschiedenen Nutzungstypen pro Flächeneinheit (1x1 km)</li> <li>■ Terrain Ruggedness Index (TRI)</li> </ul>
<b>Eigenart</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eigenart der Nutzungsverteilung</li> <li>■ Historische Kontinuität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abweichung der Nutzungsverteilung einer Flächeneinheit (1x1 km) von der Nutzungsverteilung des zugehörigen Kulturlandschaftstyps</li> <li>■ Einstufung des Landschaftswandels seit 1996</li> </ul>
<b>Schönheit</b>		Vorhandensein von Schutzgebieten (Biosphärenreservat, Naturparks, Landschaftsschutzgebiet)
<b>Erholungswert</b>	Potenzielle Erholungseignung für a) Naherholung b) Fernerholung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe</li> <li>■ Distanz zu Siedlungsgebieten</li> <li>■ Vorhandensein von Schutzgebieten (Nationalpark, Naturpark, Biosphärenreservat, Grünes Band)</li> </ul>
<b>Naturnähe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahrgenommene Naturnähe                a) der Landnutzung                b) in Schutzgebieten</li> <li>■ Vorhandensein von Störungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wahrgenommene Naturnähe der Nutzungstypen</li> <li>■ Vorhandensein von Schutzgebieten (Fauna-Flora-Habitat, Europäische Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Nationalpark)</li> <li>■ Akustische und visuelle Beeinträchtigungen</li> </ul>

die zur Wahrnehmung und Bewertung von Windenergieanlagen in „Stellvertreter-Landschaften“ und das daraus abgeleitete „Antizipativ-iterative Geo-Indikatoren-Landschaftspräferenzmodells (AIGILaP)“. Das FuE-Projekt berücksichtigt dazu z. B. die Vielfalt des Geländereiefs und Flächen, die nicht, wenig oder besonders exponierte sind – z. B. Höhenrücken – und der erhöhten Sichtbarkeit der dort gegebenenfalls errichteten Windenergieanlagen.

### Bewertung von unterschiedlichen Ausbauszenarien

Die räumliche Unterscheidung der Konfliktrisiken liefert den Schlüssel zu einer detaillierteren räumlichen Analyse der Windenergie aus der Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes. Die Analyse erfolgt in einem Raster von 25x25 Metern. Für jeden Rasterpunkt hinterlegt das GIS-Modell, welche der als Indikatoren für die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes genutzten Flächenkategorien dort vorliegen und welche Konfliktrisikoklasse sich daraus ergibt. Ebenfalls hinterlegt sind die energiewirtschaftlichen Rahmendaten: die grundsätzliche Eignung als Standort für Windenergieanlagen, die Windhöflichkeit sowie dessen Nähe zu potenziellen Verbrauchern (Lastnähe).

Anhand dieser „Stellschrauben“ modellierte das Projektteam in dem GIS-Modell mehrere unterschiedliche Szenarien der räumlichen Verteilung des Ausbaus der Windenergie an Land. Dabei floss der aktuelle Bestand der Windkraftanlagen nicht in das Modell ein. Einziger Fixpunkt der Szenarien ist jeweils ein sinnvoll angenommener Anteil der Windenergie an Land am Bruttostromverbrauch im Jahr 2035. Die Szenarien variieren in den gewählten Standorten der Anlagen: Szenario A konzentriert die Anlagen an besonders effizienten Standorten mit hohem Windaufkommen (Windhöflichkeit), Szenario B ist demgegenüber dezentraler angelegt und berücksichtigt bei der Standortwahl auch die Nähe zu den Verbrauchern (Lastnähe).

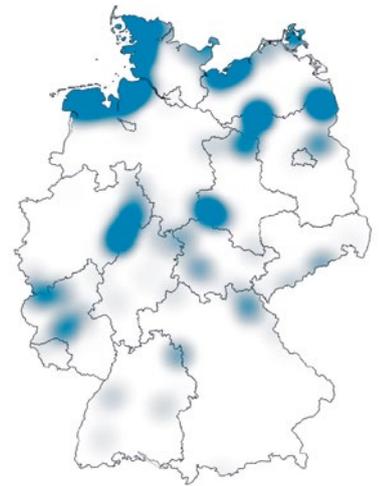
Das GIS-Modell zeigt dabei detailliert auf, welche und wie viele Standorte mit welchen naturschutzbezogenen Konfliktrisiken belegt sind. Darüber hinaus lassen sich die Szenarien in dem GIS-Modell auch auf eine möglichst naturverträgliche Verteilung ausrichten, indem die naturschutzbezogenen Konfliktrisiken bei der Wahl der Standorte einbezogen werden. Aus der Analyse der Szenarien können schließlich Empfehlungen in Bezug auf die nationale Verteilung des Ausbaus der Windenergie abgeleitet werden, die in politische, strategische und planerische Entscheidungen, die auf Bundesebene zu treffen sind, einfließen können. Konkret geeignete Standorte können und sollen auf dieser Ebene noch nicht identifiziert werden.

### Wahrnehmungspsychologische Studie zur Landschaftsqualität

Da „die Schönheit auch im Auge des Betrachters“ und nicht nur in Geländedaten liegt, wurden die vom GIS-Modell AIGILaP erstellten Analysen durch eine wahrnehmungspsychologische Studie zur Wahrnehmung und Bewertung von Windenergieanlagen begleitet und überprüft. Die Pilotstudie umfasste eine Online-Befragung der Öffentlichkeit sowie eine Eye-Tracking-Untersuchung einschließlich qualitativer Befragung zur individuellen Wahrnehmung von ausgewählten, im Windkraftkontext relevanten Stellvertreter-Landschaften. Die Ergebnisse, z. B. dass die Wahrnehmbarkeit von Windenergieanlagen in monotonen Landschaften hinsichtlich der Empfindlichkeit einer Landschaft von Bedeutung ist, wurden zur Optimierung GIS-Modells genutzt.

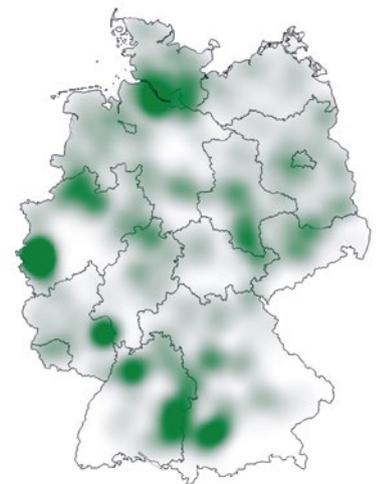
### Schritt in die Planungspraxis

Den Schritt in die nachgeordnete Planungspraxis unternimmt das Folgeprojekt „Planspiel zur räumlichen Verteilung der Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Beispielregionen: Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf Natur und Landschaft.“ Das 2020 bis 2021 laufende Projekt evaluiert die bundesweiten Bewer-



**Szenario A „Effizienz“**

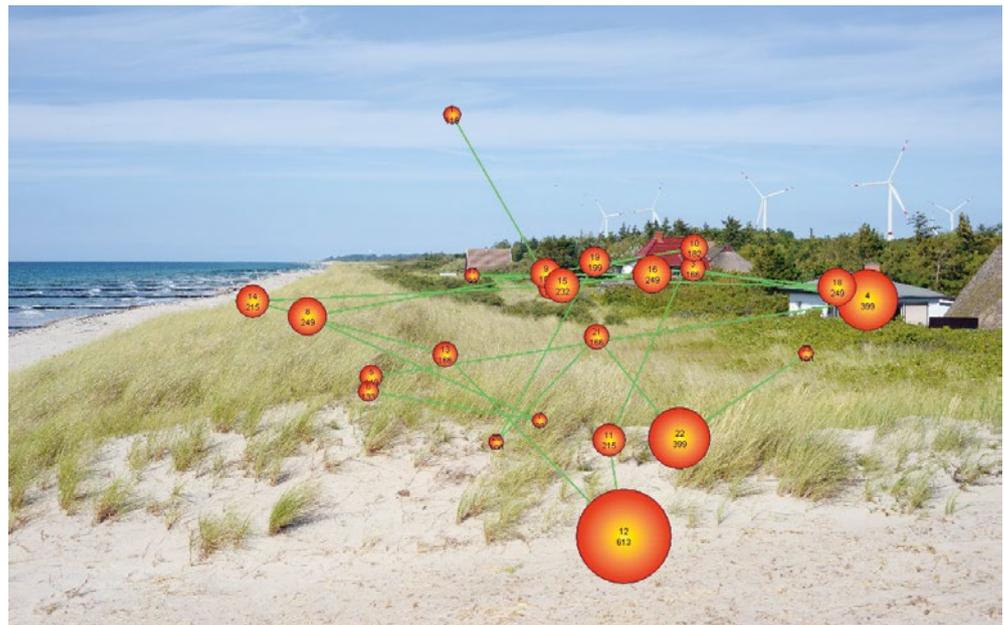
Anlagenanzahl: 18.040  
Zielenergiemenge: 269 TWh  
Ø Konfliktrisiko je Anlage: 4,43  
Gesamt-Konfliktrisiko: 79.995



**Szenario B\* „Naturschutz / Effizienz / Lastnähe“**

Anlagenanzahl: 23.788  
Zielenergiemenge: 269 TWh  
Ø Konfliktrisiko je Anlage: 3,04  
Gesamt-Konfliktrisiko: 72.326

Aussagen zur Wahrnehmung der Landschaft können Planungsprozesse bereits in frühen Phasen unterstützen. Das Eyetracking zeigt die Wahrnehmungsschwerpunkte: die obere Zahl gibt die Reihenfolge, die untere die Fixationsdauer in Millisekunden an.



tungsergebnisse durch einen Abgleich mit den Ergebnissen ausgewählter Regionalpläne und untersucht, welche Anpassungen erforderlich sind, um das GIS-Modell so zu optimieren, dass die Ergebnisse auch auf der regionalen Ebene plausibler werden. Das Folgevorhaben kann damit sowohl ei-

nen Beitrag zur Verbesserung der Berücksichtigung von Naturschutzbelangen auf der strategischen Ebene leisten, als auch auf der regionalen Ebene der räumlichen Steuerung eine effizientere Berücksichtigung der Naturschutzbelange bewirken.



Hochschule Ostwestfalen-Lippe  
 Fachbereich 9: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung  
 An der Wilhelmshöhe 44 · 37671 Höxter  
 Prof. Dr. Boris Stemmer  
 Telefon +49 527 16877504  
 boris.stemmer@hs-owl.de

Fraunhofer-Institut für Energie-wirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) Kassel  
 Abteilung Energiewirtschaft und Systemdesign – Gruppe Szenarien und Systemmodellierung  
 Königstor 59 · 34119 Kassel  
 Dr. Carsten Pape  
 Telefon +49 561 7294265  
 Carsten.Pape@iee.fraunhofer.de



Förderung:  
 Bundesamt für Naturschutz  
 FKZ 3515 82 2900  
 UFOPLAN 2015  
 Laufzeit: 06/2016 – 02/2020

#### VERWEISE

- [www.th-owl.de/landschaft](http://www.th-owl.de/landschaft)
- [www.lenne3d.com](http://www.lenne3d.com)

#### LITERATUR

- Ulrich Riedl, Boris Stemmer, Sven Philipper, Wolfgang Peters, Sven Schicketanz, Miron Thylmann, Carsten Pape, Philip Gauglitz, Jochen Mülder, Christian Westarp, Nicola Moczek: Szenarien für den Ausbau der erneuerbaren Energien aus Naturschutzsicht. BfN Skripten 570, 2020

#### PRAXISINFO 2

Stand 09/2020  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Außenstelle Leipzig FG II 4.3 Naturschutz und erneuerbare Energien  
 Alte Messe 6  
 04103 Leipzig

[www.natur-und-erneuerbare.de](http://www.natur-und-erneuerbare.de)

Download: [www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/ee-szenarien-aus-naturschutzsicht/](http://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/ee-szenarien-aus-naturschutzsicht/)

Bezugsquelle für gedruckte Exemplare:  
[info@natur-und-erneuerbare.de](mailto:info@natur-und-erneuerbare.de)

#### BILDNACHWEIS

S. 2: Fraunhofer IEE; S. 4: Christian Westarp

Bonn-Bad Godesberg,  
 September 2020, 1. Auflage