

**Modell zur Erstellung anlagenscharfer  
Ausbauszenarien für Windkraftanlagen  
zur Unterstützung der Netzplanung**

---

**Beitrag zum 45. Kraftwerkstechnischen  
Kolloquium 2013**



# **Modell zur Erstellung anlagenscharfer Ausbauszenarien für Windkraftanlagen zur Unterstützung der Netzplanung**

---

**Beitrag zum 45. Kraftwerkstechnischen  
Kolloquium 2013**

**FfE-Auftragsnummer:**

**Bearbeiter/in:**

**Fertigstellung:**

**Tobias Schmid**

**Juni 2013**

**Impressum:**

Tagungsbeitrag der Forschungsstelle für  
Energiewirtschaft e.V. (FFE)

Modell zur Erstellung anlagenscharfer  
Ausbauszenarien für Windkraftanlagen zur  
Unterstützung der Netzplanung

Beitrag zum 45. Kraftwerkstechnischen  
Kolloquium 2013

**Kontakt:**

Am Blütenanger 71  
80995 München  
Tel.: +49 (0) 89 158121-0  
Fax: +49 (0) 89 158121-10  
E-Mail: [info@ffe.de](mailto:info@ffe.de)  
Internet: [www.ffe.de](http://www.ffe.de)

**Wissenschaftlicher Leiter:**

Prof. Dr.-Ing. U. Wagner

**Geschäftsführer:**

Prof. Dr.-Ing. W. Mauch

**Projekt-Manager:**

Dipl.-Phys. R. Corradini

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Motivation</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Windeignungsflächen</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Bewertung von Standorten</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Modellierung eines Ausbauszenarios</b> .....	<b>8</b>
4.1	Grundidee .....	8
4.2	Implementierung .....	8
4.3	Beispiel .....	9
<b>5</b>	<b>Visualisierung und Anwendungsmöglichkeiten</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>14</b>



---

# Modell zur Erstellung anlagenscharfer Ausbauszenarien für Windkraftanlagen zur Unterstützung der Netzplanung

## Schlagwortverzeichnis

- Erneuerbare Energien
- Windkraft
- Netz
- Netzentwicklungsplan
- OpenStreetMap

## Autorenverzeichnis

Dipl.-Phys. Tobias Schmid  
Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.  
Am Blütenanger 71  
80995 München  
089 158 121 30  
089 158 121 10  
[tschmid@ffe.de](mailto:tschmid@ffe.de)

Dipl.-Ing. Luis Carr  
Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.  
Am Blütenanger 71  
80995 München  
089 158 121 78  
089 158 121 10  
[lcarr@ffe.de](mailto:lcarr@ffe.de)

Dipl. Phys. Christoph Pellingner  
Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.  
Am Blütenanger 71  
80995 München  
089 158 121 70  
089 158 121 10  
[cpellingner@ffe.de](mailto:cpellingner@ffe.de)



# 1 Motivation

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien schreitet aufgrund der aktuellen Förderpolitik über das Erneuerbare-Energien-Gesetz schnell voran. Nach einem sehr umfangreichen Ausbau der Photovoltaik in den letzten drei Jahren ist in den nächsten Jahren mit einem starken Ausbau der Windkraftnutzung an Land zu rechnen. Dies spiegelt sich unter anderem an den Ausbauzielen der Bundesländer nach dem Szenario C des Netzentwicklungsplans /NEP-01 13/, wie auch in den vielen kleinräumigen Bestrebungen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien (/LKCHAM-02 13/, /FFE-17 11/, /FFEGMBH-01 10/, /FFEGMBH 01 12/) wider.

Aus der Sicht des Netztreibers ist es erforderlich, die zukünftige Entwicklung der Erneuerbaren Energien räumlich zu lokalisieren und zu quantifizieren. Dies ermöglicht eine frühzeitige und vorausschauende Planung des Netzausbaus. Ein rechtzeitiger Netzausbau ist wiederum eine der wichtigsten Grundlagen zum Gelingen der Energiewende.

Im Rahmen mehrere Projekte wurde an der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FFE) ein Tool zur Synthese von anlagenscharfen Ausbauszenarien für Windkraftanlagen erstellt („Wind-Szenario-Tool“ kurz WiSTl). Dieses Tool wird im Rahmen des Artikels vorgestellt. Der Betrachtungsraum von WiSTl reicht von kleinen Netzgebieten über einzelnen Bundesländer bis auf die Bundesebene. Die Ergebnisse reichen von einzelnen Standorten zukünftiger Windkraftanlagen über die Planung von Windparks in Vorrangflächen bis zur großräumigen Ermittlung zukünftiger Einspeiseschwerpunkte.

Als Eingangsdaten für das Modell werden überwiegend frei verfügbare Daten gewählt. Somit sind die Ergebnisse besser reproduzierbar und der Netzausbaubedarf kann nachvollziehbar ermittelt werden. Eine anschauliche Visualisierung der Ergebnisse erfolgt mit Geoinformationssystemen (GIS) und GoogleEarth.

Durch verschiedene Parameter können die Ausbauszenarien variiert werden. So können zum Beispiel Vorrangflächen priorisiert oder Waldgebiete ausgeschlossen werden. Dies ermöglicht die Auswirkungen von zum Beispiel politischen Entscheidungen auf den Netzausbaubedarf zu evaluieren.

In diesem Artikel werden WiSTl, die Eingangsdaten, Annahmen und der Ausbaualgorithmus vorgestellt sowie ausgewählte Ergebnisse präsentiert.

## 2 Windeignungsflächen

Als Windeignungsflächen werden alle Flächen bezeichnet die grundsätzlich als Standort für eine Windkraftanlage geeignet sind. Ausgeschlossen werden somit nur Standorte in besonderen Schutzgebieten oder in der Nähe von Siedlungsgebieten. Nachfolgend werden die im Modell gewählten Kriterien für einen Ausschluss aufgelistet.

- Siedlungsgebiete inklusive eines Puffers von 1.000 m
- Gewerbliche- und industrielle Gebiete inklusive eines Puffers von 500 m
- Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete inklusive eines Puffers von 500 m
- SPA (Special Protected Areas) und Vogelschutzgebiete (VS) inklusive eines Puffers von 500 m
- Naturschutzgebiete (NSG) inklusive eines Puffers von 500 m
- Nationalparks (NTP) inklusive eines Puffers von 500 m
- Große Hauptverkehrsstraßen inklusive eines Puffers von 100 m
- Kleinere Hauptverkehrsstraßen inklusive eines Puffers von 50 m
- Stromleitungen inklusive eines Puffers von 50 m
- Eisenbahnstrecken inklusive eines Puffers von 100 m
- Biotope gem. §§ 30 BNatSchG /BRD-02 09/
- Gewässer inklusive eines Puffers von 100 m

Die Wahl der Abstände zur Bildung einer Pufferzone um die einzelnen Ausschlussgebiete ist nicht immer verbindlich, teilweise könnte auch auf eine Pufferzone verzichtet werden. Da das Ziel dieser Untersuchung nicht das maximale Potenzial sondern ein wahrscheinlicher Ausbau ist, werden teilweise zusätzliche oder größere Pufferzonen um Schutzgebiete gebildet. Die Wahl der Pufferabstände orientiert sich an /BSR-01 11/, /DLR-01 04/ und /FFE-03 11/.

Datenbasis für die Siedlungsgebiete ist ein kombinierter Datensatz basierend auf Openstreetmap /OSM-01 12/ und CORINE Land Cover /CLC-01 09/. Die Daten zu Schutzgebieten können von den jeweiligen Landesämtern bzw. den Bundesamt für Naturschutz bezogen werden.

In **Abbildung 2-1** und **Abbildung 2-2** sind Karten mit Beispielen für Ausschlussflächen dargestellt.

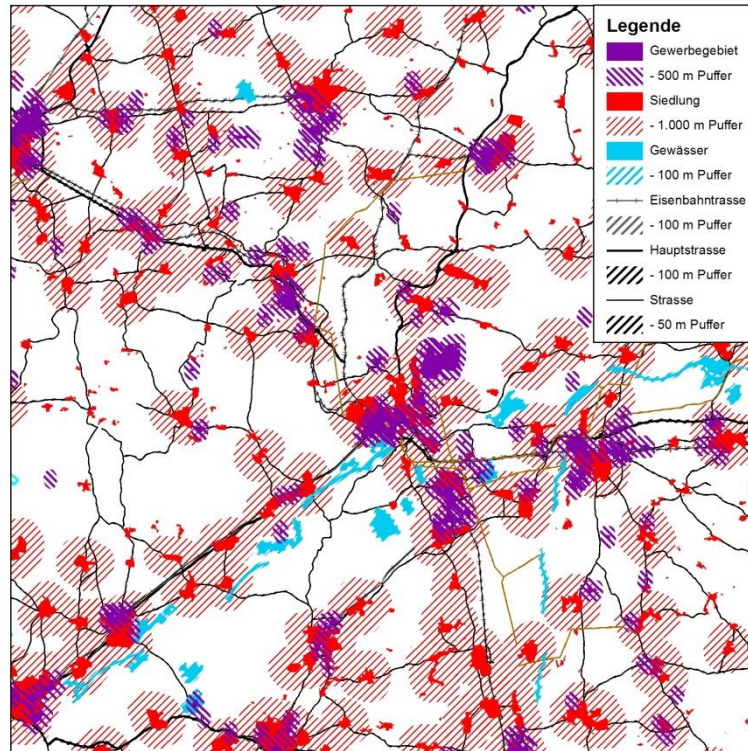


Abbildung 2-1: Siedlungs- und Verkehrsflächen

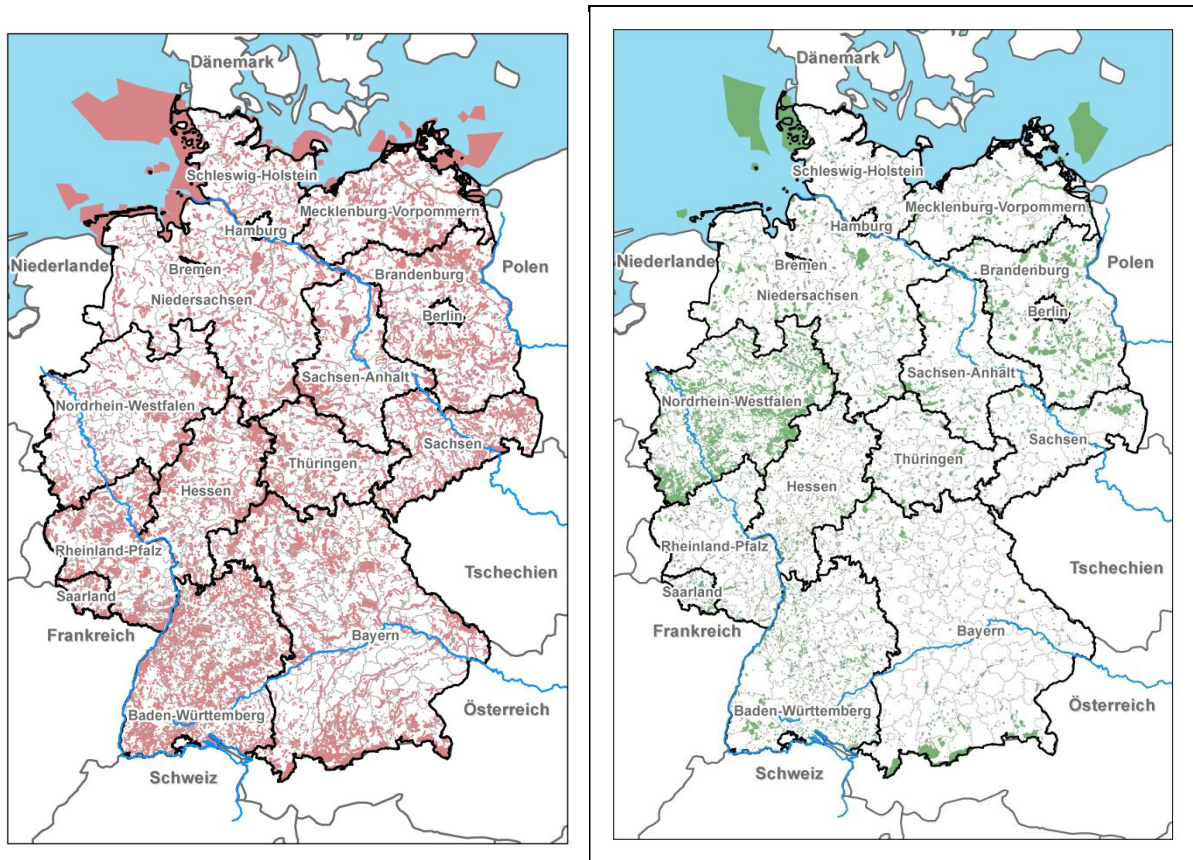


Abbildung 2-2: FFH-Schutzgebiete (rot) und Naturschutzgebiete (grün)

### 3 Bewertung von Standorten

Die vorangegangene Analyse weist alle möglichen Standorte für Windkraftanlagen aus. Für die Modellierung von Windausbauszenarien müssen alle Standorte hinsichtlich ihrer Eignung und Erschließungswahrscheinlichkeit bewertet werden. Hierfür werden zwei Kriterien geprüft. Die Erschließungswahrscheinlichkeit (nachfolgend als Abwertung eines Standortes bezeichnet) ist abhängig von weiteren, bisher nicht berücksichtigten Schutzgebietstypen (zum Beispiel Landschaftsschutzgebieten). Die Eignung wird über die potenziellen Volllaststunden des Standorts abgebildet.

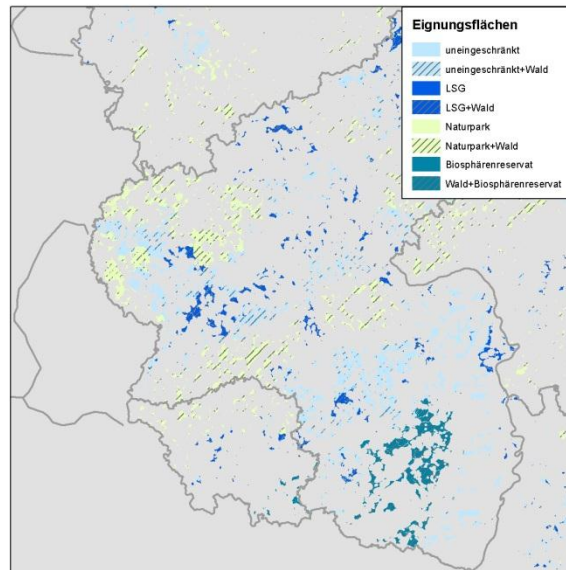
#### Abwertung

Zusätzlich zu Gebieten die nicht als Standort für Windkraftanlagen geeignet sind, werden auch Standorte mit eingeschränkter Nutzbarkeit erfasst. Im Modell hinterlegte Flächen mit eingeschränkter Nutzbarkeit sind:

- Landschaftsschutzgebiete
- Naturparks
- Biosphärenreservate
- Waldgebiete

Standorte in diesen Gebieten sind für Windkraftanlagen weniger geeignet und werden im Rahmen des hier vorgestellten Modells mit geringeren Erschließungswahrscheinlichkeiten belegt.

Die Eignungsfläche für Windkraftanlagen ergibt sich aus der Gesamtfläche abzüglich der Ausschlussflächen. In **Abbildung 3-1** sind die Eignungsflächen für verschiedene Abwertungskriterien am Beispiel eines Bundeslandes dargestellt. Weniger als die Hälfte der gesamten Eignungsflächen ist ohne Einschränkung geeignet. Große Gebiete liegen in Naturparks oder Biosphärenreservate. Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob diese Gebiete für den Bau von Windkraftanlagen vollständig auszuschließen sind oder eine geringe Erschließungswahrscheinlichkeit zu wählen ist. Als Beispiel für einen Windpark in einem Naturpark sei auf den Naturpark Altmühltal verwiesen. Hier wurde ein Zonierungskonzept zur Windkraftnutzung erarbeitet /HSWT-01 13/.

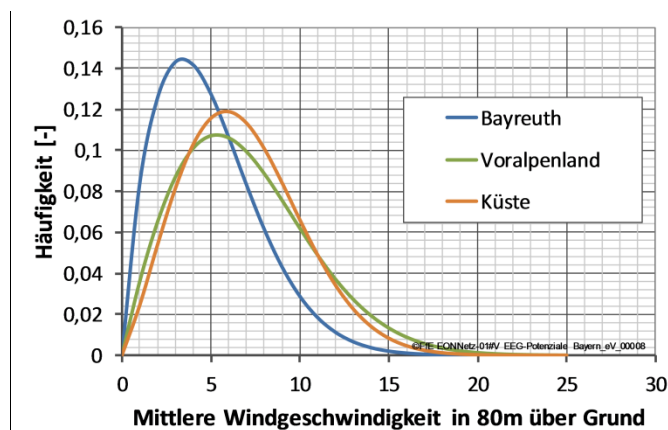


**Abbildung 3-1:** *Eignungsflächen mit Abwertung am Beispiel eines Bundeslandes*

### Potenzielle Volllaststunden

In vielen Studien wird die mittlere Windgeschwindigkeit als Maß für den Ertrag verwendet. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist nur bedingt geeignet um Rückschlüsse auf den potenziellen Ertrag einer Windkraftanlage zu ziehen. Der zeitliche Mittelwert berücksichtigt nicht die Verteilung der Windgeschwindigkeiten. Um den potenziellen Ertrag bzw. die Volllaststunden berechnen zu können, werden im Rahmen des Modells die digitalen Weibulldaten zu den Windhäufigkeiten im 200-m-Raster für Windgeschwindigkeiten in 80 m über Grund herangezogen /DWD-02 12/. Somit kann für jede Zelle des 200-m-Rasters eine Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten generiert werden. Zur Veranschaulichung wird in **Abbildung 3-2** die resultierende Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten für verschiedene Standorte dargestellt.

Zum Zeitpunkt der Studie lagen keine Daten in größeren Höhen vor. Da die abgeleiteten Volllaststunden nur zum Vergleich unterschiedlicher Standorte und nicht als Ertragsprognose genutzt werden, sollten nur geringe Ungenauigkeiten entstehen.



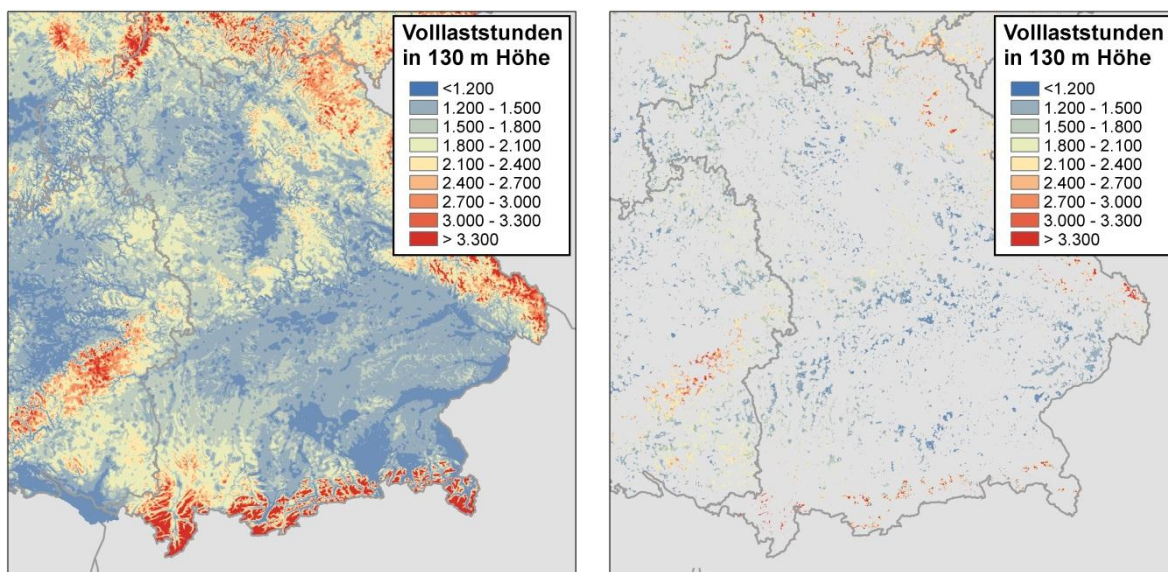
**Abbildung 3-2:** *Beispiele für Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeiten in 80 m über Grund, /DWD-02 12/*

Um den potenziellen Jahresertrag von Windkraftanlagen und damit die Volllaststunden für jede Raster-Zelle zu bestimmen, muss eine entsprechende Referenz-Windkraftanlage zugrunde gelegt werden. Mit dieser kann der potenziell erzielbare Jahresertrag wie folgt berechnet werden:

$$E = \int P(v) \cdot h(v) \cdot 8760 \, dv$$

$E \left[ \frac{\text{MWh}}{\text{a}} \right]$	Potenzieller Jahresertrag der betrachteten Windkraftanlage
$P(v) \text{ [MW]}$	Elektrische Leistung der betrachteten Windkraftanlage in Abhängigkeit von $v$
$h(v) \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$	Dichtefunktion der Weibull-Verteilung

Hieraus lassen sich nun für jede Zelle die jährlichen Volllaststunden bestimmen. Die resultierenden potenziellen jährlichen Volllaststunden im 200 m-Raster in Bayern sind in **Abbildung 3-3** dargestellt.



**Abbildung 3-3:** *Potenzielle jährliche Volllaststunden nach /DWD-02 12/, skaliert auf 130 m Höhe und Darstellung der Eignungsflächen*

Die deutlich erkennbare räumliche Struktur, die die Verteilung der Volllaststunden folgt, zeigt deutlich, dass höher gelegene Regionen (z.B. in Süd-Schwaben) tendenziell auch höhere potenzielle Volllaststunden für Windkraftanlagen aufweisen. Nach Berücksichtigung der Eignungsflächen steht nur ein kleiner Teil der gesamten Fläche zur Verfügung.

In der Detailansicht **Abbildung 3-4** ist ein Ausschnitt von etwa 150 km<sup>2</sup> dargestellt. Große Teile des ertragreichen Gebietes im Süd-Osten sind keine Eignungsflächen.

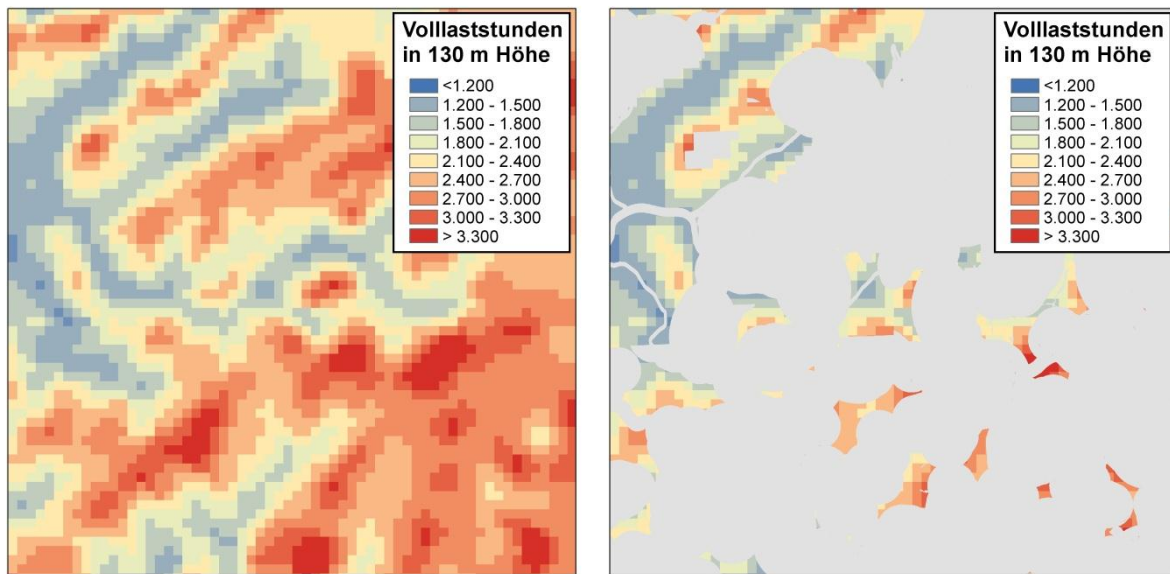


Abbildung 3-4: *Potenzielle jährliche Volllaststunden, Detailansicht*

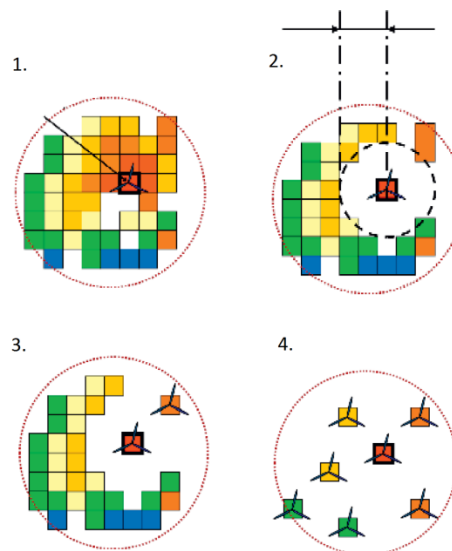
## 4 Modellierung eines Ausbauszenarios

In den vorangegangenen Kapiteln wurde eine Datenbasis für die Modellierung von Windausbauszenarien vorgestellt. Auszuschließende Gebiete und Standorte mit unterschiedlicher Eignung wurden bestimmt und mit den potenziellen Volllaststunden verknüpft. In diesem Kapitel wird ein Algorithmus zur Modellierung eines räumlich aufgelösten Ausbaus von Windkraftanlagen vorgestellt.

### 4.1 Grundidee

In dem Wind-Szenario-Tool (WiSTI) wird der Bau von Windkraftanlagen in einer Auflösung von 200x200m in Anlehnung an /IWES-02 11/ simuliert. **Abbildung 4-1** veranschaulicht schematisch das entsprechende Vorgehen in 4 Schritten:

1. Die Zelle mit der höchsten Volllaststundenzahl im Raster wird identifiziert. Dies ist der Standort für die erste Windkraftanlage.
2. Alle Zellen, die innerhalb eines fest vorgegeben Abstands zur Windkraftanlage liegen, werden ausgeschlossen. Dieser Abstand beträgt 5 Rotordurchmesser, der Rotordurchmesser einer Windkraftanlage beträgt 82 m.
3. Der Algorithmus endet, sobald ein bestimmtes Ausbauziel erreicht ist, oder sobald keine Zellen mehr verfügbar sind - in diesem Fall stellt die resultierende installierte Leistung das gesamte Potenzial für Windkraft dar.



**Abbildung 4-1:** *Methodik zur Standortwahl für Windkraftanlagen in Anlehnung an /IWES-02 11/*

### 4.2 Implementierung

Das Vorgehen nach /IWES-02 11/ ist geeignet um das gesamte Potenzial für Windkraftanlagen zu erheben. Ziel des vorgestellten Algorithmus ist eine wahrscheinliche räumliche Verteilung unter Vorgabe exogener Ausbauszenarien zu bestimmen. Der angepasste Algorithmus wird nachfolgend vorgestellt.

1. Suche nach der Zelle mit den höchsten potenziellen Volllaststunden
2. Prüfe die Eignung der Zelle und bestimme die Zubauwahrscheinlichkeit
3. Ein Zufallsgenerator legt fest, ob eine Anlage gebaut wird oder der Standort nicht genutzt wird.
4. Um neu gebaute Anlagen wird eine Pufferzone aus fünf (Nebenwindrichtung) bis sieben (Hauptwindrichtung) Rotordurchmessern für die weitere Betrachtung ausgeschlossen (siehe auch /MKUNRW-01 11/).

Die Schritte 1 bis 4 können iterativ ausgeführt werden, bis in einer festgelegten Region das exogene Ausbauziel erreicht ist. Alternativ können auch andere Abbruchkriterien definiert werden.

Durch den Einsatz eines Zufallsgenerators werden in weniger geeigneten Gebieten (zum Beispiel Landschaftsschutzgebieten) nur wenige Standorte erschlossen. Durch iteratives Ausführen des Algorithmus wird ein Satz von Ausbauszenarien entworfen der für statistische Auswertungen verwendet werden kann.

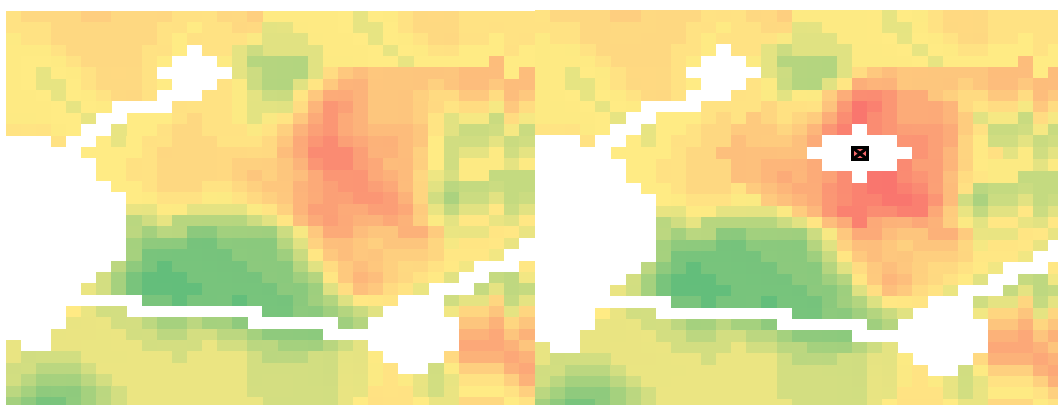
Die Volllaststunden dienen nur zum Vergleich verschiedener Standorte. Um die Bildung von Windparks zu begünstigen, wurde folgender Schritt in den Algorithmus implementiert:

5. Aufwertung der Volllaststunden im Umfeld einer Windkraftanlage (zum Beispiel 2.000 m) um einen zu definierenden Faktor. Eine mehrfache Aufwertung von einzelnen Standorten ist auszuschließen.

Mit den vorgestellten Anpassungen ist der Algorithmus geeignet, räumlich hoch aufgelöste Ausbauszenarien für Windkraftanlagen zu erstellen.

### 4.3 Beispiel

In den folgenden Abbildungen wird die Modellierung des Ausbaus für Windkraftanlagen an einigen Beispielschritten veranschaulicht:



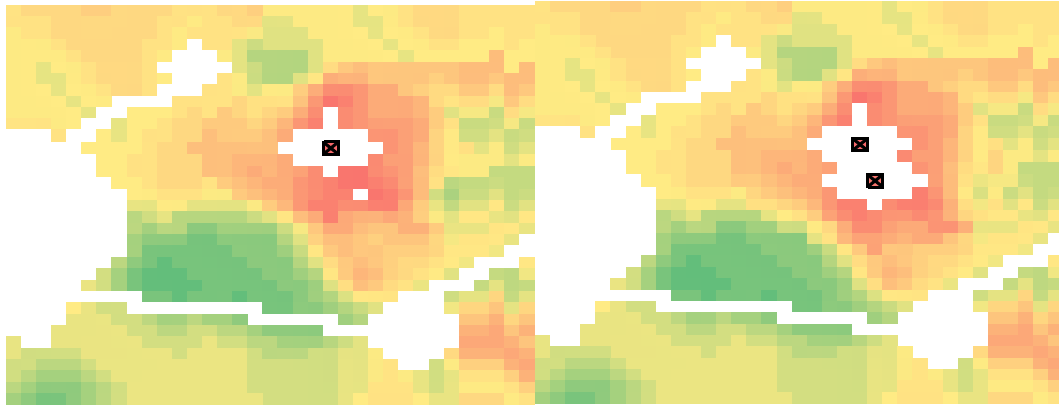
#### Schritt 1:

*Eignungsflächen  
Volllaststunden*

*und potenzielle*

#### Schritt 2:

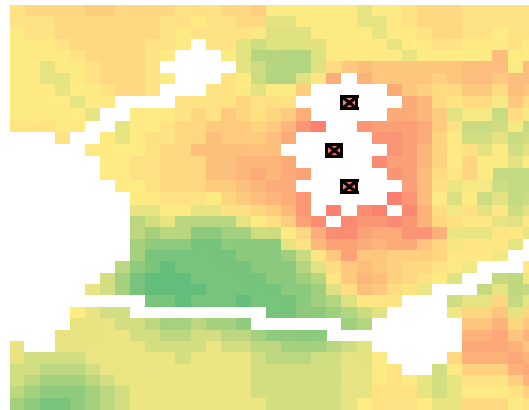
*Bau einer Anlage, Ausschluss einer  
Pufferzone und Aufwertung von  
nahegelegenen Standorten*

**Schritt 3:**

*Prüfen weiterer Standorte,  
Windkraftanlagen werden gebaut*

**Schritt 4:**

*Bau einer weiteren Windkraftanlage,  
Bildung einer Pufferzone und Aufwertung  
nahegelegener Standorte*

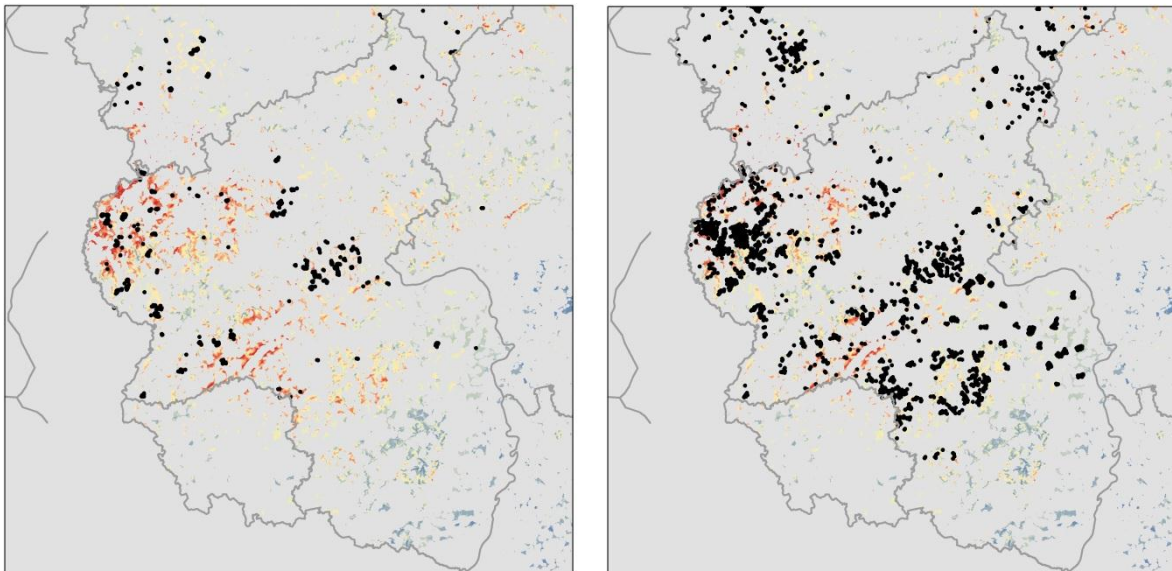
**Schritt 5:**

*Abbruch des Algorithmus nach drei  
gebauten Windkraftanlagen*

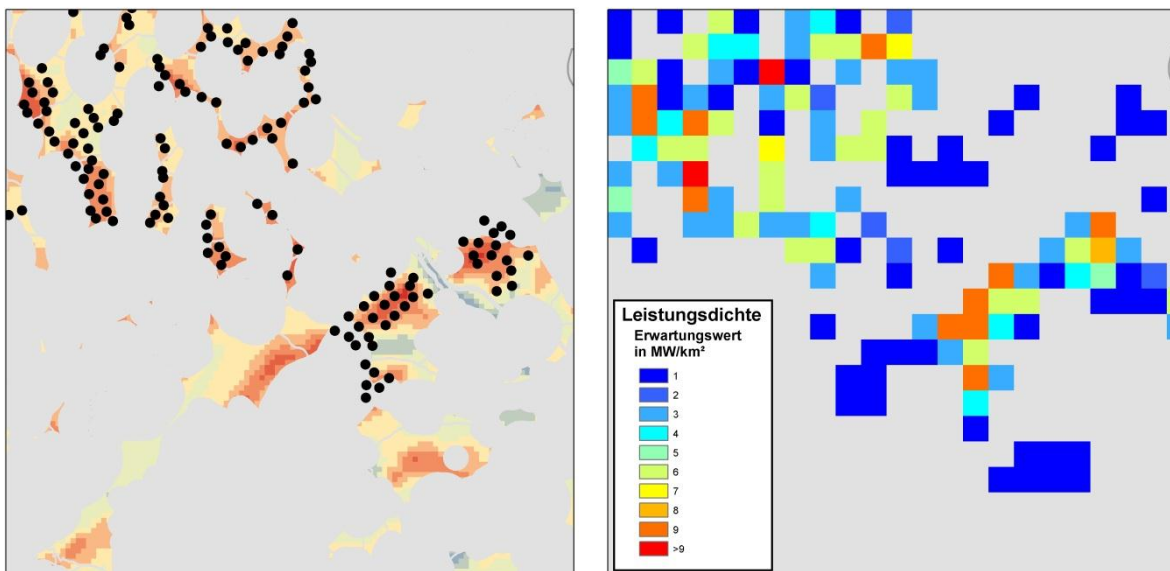
## 5 Visualisierung und Anwendungsmöglichkeiten

Es kann entweder das Ergebnis eines WiSTI-Durchlaufs in Form von einzelnen Anlagen oder das Ergebnis einer Vielzahl von WiSTI-Durchläufen in Form von Erwartungswerten (Einheit MW/km<sup>2</sup>) je Rasterzelle dargestellt werden.

In **Abbildung 5-1** und **Abbildung 5-2** sind der Bestand und ein mögliches Ausbauszenario für ein Bundesland und einen kleinen Kartenausschnitt dargestellt.



**Abbildung 5-1:** Bestand und Szenario am Beispiel eines Bundeslandes



**Abbildung 5-2:** Bestand und Szenario am Beispiel einer kleinen Region

Die Darstellung einzelner Anlagen vermittelt einen guten Eindruck wie zukünftige Windparks in der Region aussehen könnten. Es kann abgelesen werden, ob vermehrt einzelne Anlagen, kleine Windparks oder kompakte größere Windparks entstehen. Es sind Rückschlüsse auf die mögliche Einspeisespannungsebene möglich.

Die statistische Auswertung einer Vielzahl von Durchläufen führt zu der Darstellung des Erwartungswerts wie in **Abbildung 5-2**. Jede Rasterzelle ist basierend auf ihrem Erwartungswert eingefärbt. Der Erwartungswert ergibt sich aus der Mittelung der installierten Leistung über alle Durchläufe.

Diese Darstellung ist geeignet überregionale Einspeiseschwerpunkte zu identifizieren. Die Kenntnis dieser Einspeiseschwerpunkte kann direkt in die Netzplanung einfließen.

Die Ergebnisse können wie in **Abbildung 5-3** in GoogleEarth visualisiert werden. So lassen sich die Ausbauszenarien einfach überprüfen und notwendige Anpassungen feststellen.



**Abbildung 5-3:** *Visualisierung eines Ausbauszenarios mit GoogleEarth Image © 2013 GeoBasis-DE/BKG & Google earth*

## 6 Ausblick

WiSTI liefert bereits in der vorgestellten Version eine Vielzahl an relevanten Informationen für die Netzplanung. Eine Reihe von Erweiterungen sind bereits in der Umsetzung oder geplant. Die Berücksichtigung von Vorrangflächen – zum Beispiel durch eine höhere Zubauwahrscheinlichkeit – ist bereits implementiert. Zusätzlich ist es geplant das Repowering von bestehenden Windparks zu modellieren sowie die Eignungsflächen hinsichtlich ihrer Neigung zu bewerten.

## 7 Literaturverzeichnis

- BRD-02 09** Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) - Zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 6.10.2011 I 1986. Berlin: Bundesrepublik Deutschland, 2009
- BSR-01 11** Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) - Windenergie-Erlass Bayern - Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Finanzen, für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München: Bayerische Staatsregierung, 2011
- CLC-01 09** CORINE Land Cover (CLC2006) - Legende. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA), 2009
- DWD-02 12** Digitale Weibulldaten der Windgeschwindigkeit für gesamt Deutschland im 200-m-Raster. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2012
- FFE-03 11** Pfeifroth, Philipp; Schmid, Tobias: EEG-Potentialstudie Bayern - Ausbauplanung im 110-kV-Netz. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FFE), 2011
- FFE-17 11** Christian, Fieger; Tobias, Schmid; Corinna, Steinert; Roman, Burhenne: Energienutzungsplan der Stadt Nürnberg. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2011
- FFEGMBH-01 10** Schwentzek, Marco; Fieger, Christian: Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept der Gemeinde Oberschleißheim. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2010
- HSWT-01 13** Reinke, Markus: Modellprojekt „Standortfindung für Windkraftanlagen im Naturpark Altmühltal" (Zonierungskonzept) in: <http://www.naturpark-almuehltal.de/windenergie/>. Bearbeitet durch: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf; Herausgeber: Informationszentrum Naturpark Altmühltal, 2013
- IWES-02 11** Bofinger, Stefan; Callies, Doron; Scheibe, Michael; Saint-Drenan, Yves-Marie; Rohrig, Kurt: Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land. Berlin: Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE), 2011
- LKCHAM-02 13** Steinert, Corinna; Fieger, Christian: Energienutzungsplan für den Landkreis Cham. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2013
- MKUNRW-01 11** Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 11.07.2011 - Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein - Westfalen (Az. VIII2 - Winderlass) und des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. X A 1 – 901.3/202) und der Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen (Az. III B 4 – 30.55.03.01). Düsseldorf: Ministeriums für

- Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein, 2011
- NEP-01 13** Feix, Olivier; Obermann, Ruth; Strecker, Marius; Brötel, Angela: Netzentwicklungsplan Strom 2013 - Erster Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Berlin: CB.e Clausecker Bingel AG, 2013
- OSM-01 12** OpenStreetMap und Mitwirkende: OpenStreetMap (OSM) - Deutschland. Daten veröffentlicht unter ODbL. <http://www.openstreetmap.de/>, 2012