

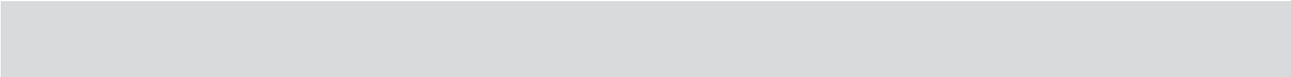


# Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW

## Teil 1 - Windenergie

### LANUV-Fachbericht 40





**Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW**

**Teil 1 - Windenergie**

**LANUV-Fachbericht 40**

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2012

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen  
Recklinghausen 2012

## IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
	Der Teil 1 des Fachberichtes 40 beruht auf dem Abschlussbericht einer Studie, die im Auftrag des LANUV erstellt wurde.
Bearbeitung	Kortemeier Brokmann Landschaftsarchitekten GmbH Oststraße 92, 32051 Herford  GEO-NET Umweltconsulting GmbH Große Pfahlstraße 5a, 30161 Hannover  Planungsgruppe Umwelt Stiftstraße 12, 30159 Hannover  Akustische Berechnungen/schalloptimierte Berechnung: DataKustik GmbH (Research & Development), Gewerbering 5, 86926 Greifenberg
Projektbetreuung/Redaktion	Ellen Grothues, Dr. Barbara Köllner (LANUV)
Topografische Karten/Luftbilder	Geobasisdaten des Landes NRW © Geobasis NRW
Fotos	Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, Geothermie, Wasserkraft von links: ©Panthermedia (T. Knauer, J. Schmalenberger, D. Grasse), L. Thien (EnergieAgentur.NRW), B. Mehlig (LANUV)
ISSN	1864-3930 LANUV-Fachberichte
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • <a href="http://www.lanuv.nrw.de">www.lanuv.nrw.de</a> Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst): Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

## Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Das Land Nordrhein-Westfalen steht in Zeiten der Energiewende als führendes Industrieland in Deutschland in besonderer Weise vor der Herausforderung, die Erneuerbaren Energien auszubauen. In Nordrhein-Westfalen stammt derzeit knapp 4 % des Stroms aus Windenergie. Die Landesregierung hat sich das Ziel gesetzt, diesen Anteil bis 2020 auf mindestens 15 % zu steigern.

Mit dem Ziel, die in NRW vorhandenen Windenergiepotenziale zu ermitteln und gleichzeitig auch Planungsbehörden und Standortsuchende beim Ausbau der Windenergie in NRW zu unterstützen, hat das LANUV im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz die Potenzialstudie Windenergie durchgeführt.

Die vorliegende Studie zeigt, dass in NRW sehr gute Windverhältnisse für einen Ausbau der Windenergie vorliegen. Sie zeigt auch, dass trotz der hohen Siedlungsdichte und vieler Schutzgebiete Ausbaupotenziale vorhanden sind.

Viele Kreise und Kommunen beschäftigen sich aktuell mit der Planung und Ausweisung von Flächen für die Windenergie. Mit der vorliegenden Studie und der Veröffentlichung zahlreicher Kartengrundlagen zu den Windverhältnissen und zur Raumnutzung in NRW im Fachinformationssystem „Energieatlas NRW“ unterstützt das LANUV diesen Prozess und leistet damit einen wichtigen fachlichen Beitrag zum Ausbau der Windenergie in unserem Bundesland.

Das LANUV wird in Kürze weitere Fachberichte zu den regionalen Potenzialen anderer Erneuerbarer Energien wie Solarenergie, Bioenergie, Geothermie und Wasserkraft veröffentlichen. Den Kommunen werden damit wichtige Grundlagen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien vor Ort geliefert.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre,



Dr. Heinrich Bottermann

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



## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Das Fachinformationssystem “Energieatlas NRW” als Planungsinstrument</b> .....	<b>17</b>
<b>3 Methodik und Rahmenbedingungen</b> .....	<b>19</b>
3.1 Methodik .....	19
3.1.1 Windfeld und Technisches Potenzial .....	21
3.1.2 Flächenanalyse .....	24
3.1.2.1 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche.....	24
3.1.2.2 Szenarien .....	25
3.1.2.3 Schalloptimierte Berechnung .....	26
3.1.3 Ermittlung machbarer Potenziale .....	28
3.1.4 Repowering bestehender WEA in FFH- und Vogelschutzgebieten .....	29
3.2 Rahmenbedingungen.....	29
3.2.1 Windenergie-Erlass 2011 .....	29
3.2.2 Leitfaden Windenergie im Wald .....	30
3.2.3 Projektbegleitende Arbeitsgruppe .....	30
3.2.4 Datengrundlagen .....	30
<b>4 Windfeld und Technisches Potenzial</b> .....	<b>31</b>
4.1 Windfeld .....	31
4.1.1 Windfeld 100 m über Grund .....	31
4.1.2 Windfeld 125 m über Grund .....	33
4.1.3 Windfeld 135 m über Grund .....	34
4.1.4 Windfeld 150 m über Grund .....	36
4.2 Windfeld 135 m über Grund bezogen auf die Großlandschaften .....	37
4.2.1 Niederrheinisches Tiefland.....	37
4.2.2 Niederrheinische Bucht .....	39
4.2.3 Westfälische Bucht und Westfälisches Tiefland.....	41
4.2.4 Weserbergland .....	42
4.2.5 Eifel.....	44
4.2.6 Süderbergland .....	45
4.2.7 Modellunsicherheit .....	47
4.2.8 Kurzzusammenfassung .....	47
4.3 Technisches Potenzial .....	48
<b>5 Flächenanalyse</b> .....	<b>51</b>
5.1 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche.....	51
5.1.1 Siedlung.....	52
5.1.2 Infrastruktur .....	55
5.1.3 Gewässer .....	56
5.1.4 Natur und Landschaft .....	59
5.1.4.1 Naturschutzrechtlich geschützte Bereiche .....	59

---

5.1.4.2	Artenschutz.....	63
5.1.5	Wald .....	66
5.1.6	Nicht berücksichtigte Kriterien.....	70
5.2	Szenarien.....	71
5.2.1	NRW <sub>alt</sub> - Szenario .....	71
5.2.2	NRW-Leitszenario .....	72
5.2.3	Szenario NRW <sub>plus</sub> .....	73
5.2.4	Zusammenfassung Überlagerungsergebnisse .....	74
5.3	Schalloptimierung der Raumanalyse .....	75
<b>6</b>	<b>Machbare Potenziale .....</b>	<b>77</b>
6.1	Flächenpotenziale NRW .....	77
6.2	Installierbare Anlagenanzahlen, Leistung und Erträge für NRW.....	80
6.2.1	Ergebnisse.....	81
6.2.2	Windenergiepotenziale unter Einbeziehung windenergiesensibler Vogelarten .....	83
6.2.3	Repowering bestehender WEA in FFH- und Vogelschutzgebieten .....	85
6.3	Regionalisierte Berechnungen.....	86
6.3.1	Planungsregionen .....	86
6.3.2	Kreise .....	92
6.3.3	Gemeinden .....	94
6.4	Zusammenfassung machbare Potenziale.....	96
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>101</b>
	<b>ANHANG 1: Kriterienkatalog zur Ermittlung von Potenzialflächen für die Windenergienutzung in NRW.....</b>	<b>105</b>
	<b>ANHANG 2: Ergebnisse der machbaren Potenziale für Kreise und kreisfreie Städte.....</b>	<b>117</b>
	<b>ANHANG 3: Ergebnisse der machbaren Potenziale für Städte und Gemeinden.....</b>	<b>119</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Aufbau der Potenzialanalyse .....	20
Abb. 2	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 100 m über Grund .....	32
Abb. 3	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 125 m über Grund .....	33
Abb. 4	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund .....	35
Abb. 5	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 150 m über Grund .....	36
Abb. 6	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund im Niederrheinischen Tiefland .....	38
Abb. 7	Statistisches Ergebnis der Windfeldsimulation in 135 m über Grund im Niederrheinischen Tiefland .....	39
Abb. 8	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund in der Niederrheinischen Bucht.....	40
Abb. 9	Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation in 135 m über Grund in der Niederrheinischen Bucht.....	40
Abb. 10	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund in der Westfälischen Bucht und dem Westfälischen Tiefland .....	41
Abb. 11	Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation in 135 m über Grund in der Westfälischen Bucht und dem Westfälischen Tiefland.....	42
Abb. 12	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund im Weserbergland.....	43
Abb. 13	Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation in 135 m über Grund im Weserbergland.....	43
Abb. 14	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund in der Eifel .....	44
Abb. 15	Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation 135 m über Grund in der Eifel.....	45
Abb. 16	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund im Süderbergland.....	46
Abb. 17	Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation 135 m über Grund im Süderbergland .....	46
Abb. 18	Spezifische Energieleistungsdichte in 100 m über Grund .....	49
Abb. 19	Spezifische Energieleistungsdichte in 125 m über Grund .....	49
Abb. 20	Spezifische Energieleistungsdichte in 135 m über Grund .....	50
Abb. 21	Spezifische Energieleistungsdichte in 150 m über Grund .....	50
Abb. 22	Ablaufschema der Flächenanalyse.....	52
Abb. 23	ASB und Wohnnutzung im Außenbereich mit 600 m bzw. 450 m-Puffer (rote Flächen) .....	54
Abb. 24	Ausschlussbereiche Infrastruktur.....	56
Abb. 25	Stehende und fließende Gewässer, WSG / HQSG Schutzzonen I+II, (vorläufig gesicherte) Überschwemmungsgebiete .....	57
Abb. 26	Bereiche für den Schutz der Landschaft und landschaftsorientierte Erholung (BSLE) .....	61
Abb. 27	Landschaftsschutzgebiete .....	62
Abb. 28	Ausschlussbereiche Natur und Landschaft .....	63
Abb. 29	Schwerpunktorkommen windenergiesensibler Vogelarten (gesamte Flächenkulisse der oben genannten neun Vogelarten).....	65
Abb. 30	Verteilung der Waldfläche.....	67
Abb. 31	Ausschlussbereiche (Naturwaldzellen, Saatgut- und Versuchsflächen, Wildnisgebiete) und Laubwald.....	69
Abb. 32	Flächenanteile der Szenarien vor der Schalloptimierung .....	74
Abb. 33	Flächenanteile der Szenarien nach der Schalloptimierung .....	75
Abb. 34	Ermittlung der Potenzialflächen .....	78
Abb. 35	Flächenanteile der Szenarien nach der Verschneidung mit dem wirtschaftlichen Windfeld und Herausfilterung der Flächen < 1ha (grau: Ausschluss- und Einzelfallprüfungsflächen, grün: Potenzialflächen) .....	79
Abb. 36	Potenzialflächen in den Szenarien (grün: Potenzialflächen NRW <sub>alt</sub> -Szenario, hellblau: zusätzliche Flächen NRW-Leitszenario, dunkelblau: zusätzliche Flächen NRW <sub>plus</sub> -Szenario).....	79
Abb. 37	Potenzielle Nettostromerzeugung durch Windenergie in den 3 Szenarien NRW <sub>alt</sub> , NRW-Leitszenario und NRW <sub>plus</sub> - Zielwert 2020: 20,7 TWh/a, Zielwert 2025: 28 TWh/a .....	82

---

Abb. 38	Differenzierung der potenziellen Nettostromerzeugung durch Windenergie in den 3 Szenarien NRW <sub>alt</sub> , NRW-Leitszenario und NRW <sub>plus</sub> nach Windparks (> = 3 WEA am Standort) einerseits und Einzelanlagen und Windparks <3 WEA andererseits. Die Modellunsicherheiten gelten jeweils für die beiden einzelnen Gruppen.....	83
Abb. 39	Einbeziehung der Schwerpunktvorkommen windenergiesensibler Vogelarten in die Potenzialanalyse .....	84
Abb. 40	FFH- (grün) und VS-Gebiete (gelb) mit Möglichkeit zum Repowering .....	85
Abb. 41	Beitrag der Planungsregionen an der Windenergieerzeugung Mitte 2011. Kriterium: Anteil der Planungsregionen an der installierten Leistung in NRW .....	86
Abb. 42	Anteile der Nettostrompotenziale in den Planungsregionen am Gesamtpotenzial von 71 TWh/a (in %) für das NRW-Leitszenario .....	87
Abb. 43	Potenzielle Nettostromproduktion der Planungsregionen in den 3 Ausbauszenarien. Die Balken geben die Spannweite der Modellunsicherheit an. ....	87
Abb. 44	Anteil der Potenzialflächen für Windenergieerzeugung an der Gesamtfläche der jeweiligen Planungsregion (in %) nach den drei Szenarien NRW <sub>alt</sub> , NRW-Leitszenario und NRW <sub>plus</sub> .....	91
Abb. 45	Verteilung der installierten Leistung in den Kreisen und kreisfreien Städten in NRW .....	92
Abb. 46	Verteilung der potenziell installierbaren Leistung in den Kreisen und kreisfreien Städten nach dem NRW-Leitszenario (3MW-Anlagen, schalloptimierte Betriebsweise). ....	93
Abb. 47	Verteilung der installierten Leistung in den Städten und Gemeinden in NRW .....	94
Abb. 48	Verteilung der potenziell installierbaren Leistung in den Städten und Gemeinden nach dem NRW-Leitszenario (3MW-Anlagen, schalloptimierte Betriebsweise) .....	95

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Gesamtpotenzial in NRW nach NRW-Leitszenario .....	12
Tab. 2	Windparkpotenzial in NRW nach NRW-Leitszenario.....	12
Tab. 3	Unterscheidung Ausschluss- und Einzelfallprüfungsflächen .....	24
Tab. 4	Eigenschaften der gewählten Referenzanlage.....	27
Tab. 5	Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 100 m über Grund .....	32
Tab. 6	Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 125 m über Grund .....	34
Tab. 7	Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 135 m über Grund .....	35
Tab. 8	Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 150 m über Grund .....	37
Tab. 9	Modellunsicherheiten bei der Ermittlung des Windenergieertrags .....	47
Tab. 10	Allgemeine Bewertung der Energieleistungsdichte .....	48
Tab. 11	Gebäudetypen mit einer temporären oder dauerhaften Wohnnutzung (Datenbasis ALK, Quelle: Geobasis.NRW) .....	53
Tab. 12	Kriterien und Szenarien Raumnutzung Wald .....	70
Tab. 13	Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche im NRW <sub>alt</sub> -Szenario (Bereiche können sich überlagern) .....	71
Tab. 14	Flächenanteile des NRW <sub>alt</sub> -Szenario nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche.....	71
Tab. 15	Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche im NRW-Leitszenario (Bereiche können sich überlagern) .....	72
Tab. 16	Flächenanteile NRW-Leitszenario nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche.....	72
Tab. 17	Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche im Szenario NRW <sub>plus</sub> (Bereiche können sich überlagern) .....	73
Tab. 18	Flächenanteile Szenario NRW <sub>plus</sub> nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche.....	73
Tab. 19	Abschläge zur Berücksichtigung der Parkwirkung bei der Ermittlung des Windenergieertrags.....	81
Tab. 20	Machbares Potenzial für Nordrhein-Westfalen, landesweite Betrachtung (gerundet) .....	82
Tab. 21	NRW <sub>alt</sub> -Szenario, Machbares Potenzial in den Planungsregionen (gerundet) .....	88
Tab. 22	NRW-Leitszenario, Machbares Potenzial in den Planungsregionen (gerundet) .....	89
Tab. 23	NRW <sub>plus</sub> -Szenario, Machbares Potenzial in den Planungsregionen (gerundet) .....	90
Tab. 24	Ergebnisse der Potenzialberechnungen in den 3 Szenarien für NRW (gerundet) .....	96
Tab. 25	Ergebnisse der Potenzialberechnungen für das NRW-Leitszenario in den Planungsregionen (gerundet) .....	96
Tab. 26	Ergebnisse der Potenzialberechnungen für das NRW-Leitszenario in den Planungsregionen bei alleiniger Berücksichtigung von Windparks > 3 Windenergieanlagen (Windparkpotenzial), gerundet .....	97
Tab. 27	Ergebnisse der Potenzialberechnungen (NRW-Leitszenario) in den Planungsregionen für das Windparkpotenzial (> 3 Windenergieanlagen) bezogen auf das Ziel der Landesregierung, die Windstromversorgung auf 15% auszubauen (gerundet) .....	98
Tab. 28	Ergebnisse der Potenzialberechnungen (NRW-Leitszenario) in den Planungsregionen für das Windparkpotenzial (> 3 Windenergieanlagen) bezogen auf das Ziel der Landesregierung, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung auf 30% auszubauen (gerundet).....	98

## Abkürzungen

ASB	Allgemeiner Siedlungsbereich
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)
BSAB	Bereiche für die Sicherung und den Abbau von Bodenschätzen
BSLE	Bereiche für den Schutz der Landschaft und landschaftsorientierte Erholung
BSN	Bereich zum Schutz der Natur
DLM	ATKIS® - Basis-DLM, Digitales Landschaftsmodell, beschreibt die Landschaft in Form von topographischen Objekten
FFH-Gebiet	FFH-Gebiet im Sinne der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere u. Pflanzen
FIS	Fachinformationssystem
GIB	Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche
GIS	Geographisches Informationssystem
HQSG	Heilquellenschutzgebiet
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
LEP	Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen 1995
LG	Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz - LG)
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LWG	Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MW	Megawatt = 1 Mio. Watt
NSG	Naturschutzgebiet
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TWh	Terawattstunde, physikalische Maßeinheit für große Strommengen, 1 TWh = 1 Billion Wattstunden = 1 Milliarde Kilowattstunden
ÜSG	Überschwemmungsgebiete
VS-Gebiet	Vogelschutzgebiet im Sinne der Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten
WEA	Windenergieanlage
WEE	Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen 2011
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)
WSG	Wasserschutzgebiet

## Zusammenfassung

Die nordrhein-westfälische Landesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil der Erneuerbaren Energien deutlich auszubauen. Der Anteil des Windstroms an der nordrhein-westfälischen Stromversorgung soll von derzeit knapp 4 % auf mindestens 15 % bis zum Jahr 2020 gesteigert werden. Bezogen auf den Stromverbrauch im Jahr 2010 (MKULNV 2011) sind dies 20,7 TWh/a, die durch die Windenergie erzeugt werden sollen. Als weiteres Zwischenziel der Landesregierung soll der Anteil der Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2025 auf 30 Prozent der Stromversorgung gesteigert werden. Ausgehend von dem o.a. Stromverbrauch des Jahres 2010 müssen dann insgesamt über 41 TWh/a aus Erneuerbaren Energien in NRW produziert werden. Unter Berücksichtigung der derzeitigen Ausbauziele und Trends entspricht das einer Nettostromproduktion von 28 TWh/a aus Windenergie.

Als Unterstützung zum Erreichen dieser Ziele hat das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) mit der Durchführung der Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW beauftragt. Der erste Baustein ist die vorliegende Analyse zur Windenergie.

Die Studie liefert zwei wesentliche Grundlagen zum Ausbau der Windenergie in Nordrhein-Westfalen:

1. Das Zusammenfassen aller verfügbaren Daten zur Raumnutzung und zu Winderträgen in Nordrhein-Westfalen und deren Bereitstellung im „Energieatlas NRW“ sowie
2. die auf dieser Basis abgeleiteten Windpotenziale.

Zur Unterstützung der Planung und Ausweisung von Flächen für die Windenergie wurden alle landesweit verfügbaren Grundlagendaten gesammelt, die dabei von Bedeutung sind. Neu berechnet wurden im Rahmen der Studie Windfeldkarten in Höhen von 100 m, 125 m, 135 m und 150 m über Grund. Die berechneten Windfelder zeigen, dass bereits ab einer Höhe von 125 m über Grund die überwiegenden Flächenanteile in Nordrhein-Westfalen Windgeschwindigkeiten von größer als 6,0 m/s aufweisen und damit gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung mit modernen Windenergieanlagen der Multi-Megawatt-Klasse bieten. Lediglich kleine Niederungsbereiche, tiefe Einschnitte in den Mittelgebirgen oder Flächen direkt im Lee von Hindernissen zeigen niedrigere Windgeschwindigkeiten.

Diese zusammengestellten Informationen werden mit dem Fachinformationssystem „Energieatlas NRW“ (LANUV 2012) zunächst Behörden sowie zeitlich nachgeordnet der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Darauf aufbauend wurden die Grundlagendaten mit Hilfe einer GIS-gestützten Flächenanalyse zur Ermittlung von machbaren Potenzialen genutzt. In die Berechnung sind die ermittelten Windfelder und eine umfangreiche schalloptimierte Betrachtung eingeflossen. So konnten Flächen- und Ertragspotenziale für ganz NRW sowie auf den Ebenen der Planungsregionen, der Kreise und der Gemeinden ermittelt werden.

Die Ermittlung des machbaren Potenzials erfolgte über einen Szenarien-Ansatz. Die Szenarien unterscheiden sich im Hinblick auf die Inanspruchnahme des Waldes. Das „**NRW<sub>alt</sub> –Szenario**“ basiert auf alten Vorgaben, nach denen Waldflächen in Gänze ausgeschlossen waren. Dieses Szenario scheidet als Leitszenario aus, da die Waldinanspruchnahme mit dem Windenergieerlass und dem Leitfaden „Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen“ ermöglicht wurde. Das entwickelte „**NRW–Leitszenario**“ berücksichtigt hingegen die Potenziale, die auf Basis der landesweiten Betrachtung unter Berücksichtigung der aktuellen Regelungen im Windenergieerlass und weiteren Rahmenbedingungen, wie beispielsweise des Leitfadens „Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen“ möglich sind. Bei der Potenzialberechnung beinhaltet das NRW-Leitszenario die Nutzbarkeit der Nadelwald- und Kyrillflächen. Die Nutzbarkeit von anderen Waldarten wird gemäß aktuellem Windenergieerlass jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen: Da die lokal notwendigen Einzelfallprüfungen im Rahmen einer landesweiten Potenzialstudie nicht erfolgen können, werden diese Flächen im NRW-Leitszenario nicht berücksichtigt. Je nach Laubbaumbestand muss hier die Eignung des Standorts entsprechend der Kriterien des Windenergieerlasses und einschlägigen Leitfadens festgestellt werden. Für die Waldflächen enthält der Energieatlas eigene Layer, separiert nach Nadel-, Laub- und Mischwald.

Die zusätzlichen technischen Potenziale, die sich aus den Flächen von Laub- und Mischwäldern ergeben, wurden im „**NRW<sub>plus</sub> –Szenario**“ ermittelt.

Die NRW-Leitszenario-Berechnungen ergeben folgendes Resultat:

**Tab. 1 Gesamtpotenzial in NRW nach NRW-Leitszenario**

	Mögliche Nettostrom- produktion [TWh/a]	Fläche [ha]	Anteil Landesfläche in %
<b>NRW–Leitszenario</b>	<b>71</b>	<b>113.000</b>	<b>3,3</b>

Für die regionale oder kommunale Planung von besonderem Interesse sind wegen der Bündelung Windparkflächen mit mindestens drei Windenergieanlagen. Die Windparkpotenziale als Teil der oben genannten Potenziale betragen:

**Tab. 2 Windparkpotenzial in NRW nach NRW-Leitszenario**

	Mögliche Nettostrom- produktion [TWh/a]	Fläche [ha]	Anteil Landesfläche in %
<b>NRW–Leitszenario</b>	<b>39</b>	<b>74.600</b>	<b>2,2</b>

Aus den Ergebnissen folgt, dass auf Basis der im NRW-Leitszenario landesweit ermittelten Potenziale das Landesziel „15 % Windstrom am Stromverbrauch 2020“ erreichbar ist. Auch die Ausbauziele für 2025 sind realistisch und möglich.

Auf Ebene der Planungsregionen zeigt das NRW-Leitszenario die größten Potenziale in der Planungsregion Arnsberg, gefolgt von der Planungsregion Köln.

Aufbauend auf den aktuellen bestehenden Regelungen und Rahmenbedingungen liefert die Studie einen fundierten Überblick über die Größenordnung, Grenzen und Verteilung der Potenziale für die Windenergie in Nordrhein-Westfalen. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Grundlagendaten im Fachinformationssystem „Energieatlas NRW“ ist es im Weiteren Aufgabe der Planungsträger, durch den Einbezug weiterer lokaler Aspekte und Daten, die im Rahmen einer landesweiten Betrachtung keinen Eingang finden konnten, die Analyse weiterzuführen, um konkret Flächen für die Windenergie auszuweisen.



## 1 Einleitung

Im Auftrag des NRW-Klimaschutzministeriums erarbeitet das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) eine **Potenzialstudie Erneuerbare Energien**. Ziel ist es, den aktuellen Bestand an Erneuerbaren Energien sowie umweltverträgliche Potenziale in den Bereichen Wind, Sonne, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft auf regionaler Ebene zu ermitteln und damit einen Überblick der bestehenden Potenziale für Nordrhein-Westfalen zu schaffen.

Der Auftrag unterstützt das Ziel der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, die Erneuerbaren Energien in NRW ambitioniert auszubauen. Das von der Landesregierung vorgelegte Klimaschutzgesetz verfolgt das Ziel den Ausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen drastisch zu reduzieren. Bis zum Jahr 2020 sollen 25 % der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990, bis 2050 sogar über 80 % eingespart werden. Ein Eckpunkt des Klimaschutzgesetzes ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien im Sinne einer zukunftsfähigen Energieversorgung in NRW.

Die Ergebnisse des Potenzial-Bausteines Windenergie werden hiermit vorgelegt. Die Studien für die Bereiche Solarenergie, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft sollen sukzessive bis Ende 2013 folgen. Der Fokus der Potenzialstudien liegt insbesondere darauf, regionale Potenziale aufzuzeigen und für weitere Planungen und Zielsetzungen beim Ausbau der Erneuerbaren Energien in Nordrhein-Westfalen eine solide Grundlage zu schaffen.

Die Windenergie soll nach den Vorstellungen der Landesregierung zu den Klimaschutzzielen einen erheblichen Beitrag leisten und in einem ersten Schritt bis zum Jahr 2020 von derzeit knapp 4 % auf 15 % der Stromversorgung gesteigert werden (WEE 2011). Dies entspricht bei einem Stromverbrauch von 138 TWh in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2010 (MKULNV 2011) etwa 21 TWh/a, die durch Windenergie produziert werden müssen.

Als weiteres konkretisiertes Zwischenziel der Landesregierung soll der Anteil der Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2025 auf 30 Prozent der Stromversorgung gesteigert werden. Ausgehend von dem o.a. Stromverbrauch des Jahres 2010 müssen dann insgesamt über 41 TWh/a aus Erneuerbaren Energien in NRW produziert werden. Unter Berücksichtigung der derzeitigen Ausbauziele und Trends entspricht das einer Nettostromproduktion von 28 TWh/a aus Windenergie (MKULNV 2012a). Daraus folgt, dass auch nach 2020 ein weiteres erhebliches Wachstum im Bereich der Windenergie notwendig ist, um das Ziel der Landesregierung zu erreichen.

Dieser Ausbau soll einerseits durch den Bau zusätzlicher Windenergieanlagen geschehen, andererseits durch das Repowering von Altanlagen. Für beide Varianten wird es notwendig sein, gegebenenfalls neue Flächen auszuweisen.

Für die Ermittlung der Windpotenziale wurden alle landesweit verfügbaren Grundlagendaten zur Raumnutzung gesammelt, die bei der Planung und Ausweisung von Flächen für die Windenergie von Bedeutung sind. Im Rahmen einer GIS-gestützten Flächenanalyse wurden

diese Daten anhand eines auf den Windenergieerlass 2011 gestützten Kriterienkatalogs ausgewertet. Die dabei durch das Überlagern der unterschiedlichen Raumnutzungen ermittelten Potenzialflächen wurden anschließend umfassend schalltechnisch optimiert, d.h. es wurde eine unter Lärmschutz und Flächenausnutzung optimierte Verteilung von Windenergieanlagen berechnet.

Dieses Ergebnis wurde in einem weiteren Schritt mit den jeweiligen Windfeldern verschnitten. Dafür wurden im Rahmen der Studie erstmals für Nordrhein-Westfalen flächendeckende Informationen zum Windfeld in den Höhen 100 m, 125 m, 135 m und 150 m über Grund berechnet und mit den Erträgen bestehender Windenergieanlagen validiert.

So konnten Flächen- und Ertragspotenziale für ganz Nordrhein-Westfalen und heruntergebrochen auf Planungsregionen, Kreise, Städte und Gemeinden ermittelt werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Potenzialstudie werden, gebündelt mit den Ergebnissen der anderen Potenzialstudien, im Energieatlas NRW auf den Internetseiten des LANUV zur Verfügung gestellt. Durch ein dort installiertes Fachinformationssystem (FIS) sind die Grundlageninformationen, die zur Ermittlung der Potenziale herangezogen wurden, verfügbar.

## 2 Das Fachinformationssystem “Energieatlas NRW” als Planungsinstrument

Die für die Ermittlung der Potenziale verwendeten Grundlagenkarten werden in das neue Fachinformationssystem „Energieatlas NRW“ eingestellt. Dieses ist unter [www.energieatlas.nrw.de](http://www.energieatlas.nrw.de) zunächst nur für Behörden und dann zeitlich nachgeordnet für die gesamte Öffentlichkeit zugänglich. Ergänzend zu diesen Raumnutzungen werden die Standorte und alle relevanten Daten von vorhandenen Windenergieanlagen sowie die im Rahmen dieser Studie ermittelten Windfelder im Energieatlas zur Verfügung gestellt. So erhalten die Träger der Raumplanung Grundlagen und Informationen zur Unterstützung bei der Planung und Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung.

Ziel ist es, ein Fachinformationssystem zur Verfügung zu stellen, mit dem regional - für jede Stadt und Gemeinde und für jeden Kreis - der Stand des Ausbaus der Erneuerbaren Energien ablesbar ist, aber auch, wo und in welchen Bereichen ungenutzte Potenziale vorhanden sind. Diese Informationen können dann von den am Ausbau der Erneuerbaren Energien beteiligten gesellschaftlichen Gruppen, Unternehmen, die mit Planung, Bau und Betrieb von Windenergieanlagen befasst sind, Bürgerinitiativen und Naturschutzverbänden, aber natürlich auch den Bürgerinnen und Bürgern abgerufen werden.

Mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Grundlagendaten ist es im Weiteren Aufgabe der Planungsträger durch den Einbezug ergänzender lokaler Aspekte und Daten, die im Rahmen einer landesweiten Betrachtung keinen Eingang finden konnten, die Analyse weiterzuführen, um konkret Flächen für die Windenergie auszuweisen. Das Ergebnis von Planungs- und Genehmigungsverfahren kann mit der Studie und dem Energieatlas nicht vorweggenommen werden. Die Planungs- und Genehmigungsbehörden können allerdings darauf als Datengrundlage zurückgreifen.

Die Potenzialstudie trifft somit keine Vorentscheidung darüber, ob die ermittelten Flächen auch tatsächlich für Windenergieanlagen zur Verfügung gestellt werden. In die Entscheidungsgewalt der Eigentümerinnen und Eigentümer wird damit ebenso wenig eingegriffen wie in die Planungshoheit der Kommunen. Auch kann die andere Prüfungstiefe im Genehmigungsverfahren nicht vorweggenommen werden.

Zu beachten ist, dass verschiedene Kriterien landesweit nicht erfasst werden konnten (vgl. Abschnitt 5.1.6), sondern nur vor Ort durch die zuständigen Planungsbehörden bewertbar sind. Kommunal und regional werden über die in der Studie ermittelten Potenziale hinaus auch noch zusätzliche Flächen, wie beispielsweise Liegenschaften der belgischen und britischen Streitkräfte, Konversionsflächen oder Flächen im Bereich des Braunkohletagebaus für Windenergieanlagen in Betracht kommen und das Potenzial vergrößern. Dies gilt auch für Einzelfallprüfungsflächen, wie z.B. in Bereichen zum Schutz der Natur oder Gewerbe- und Industriegebieten.



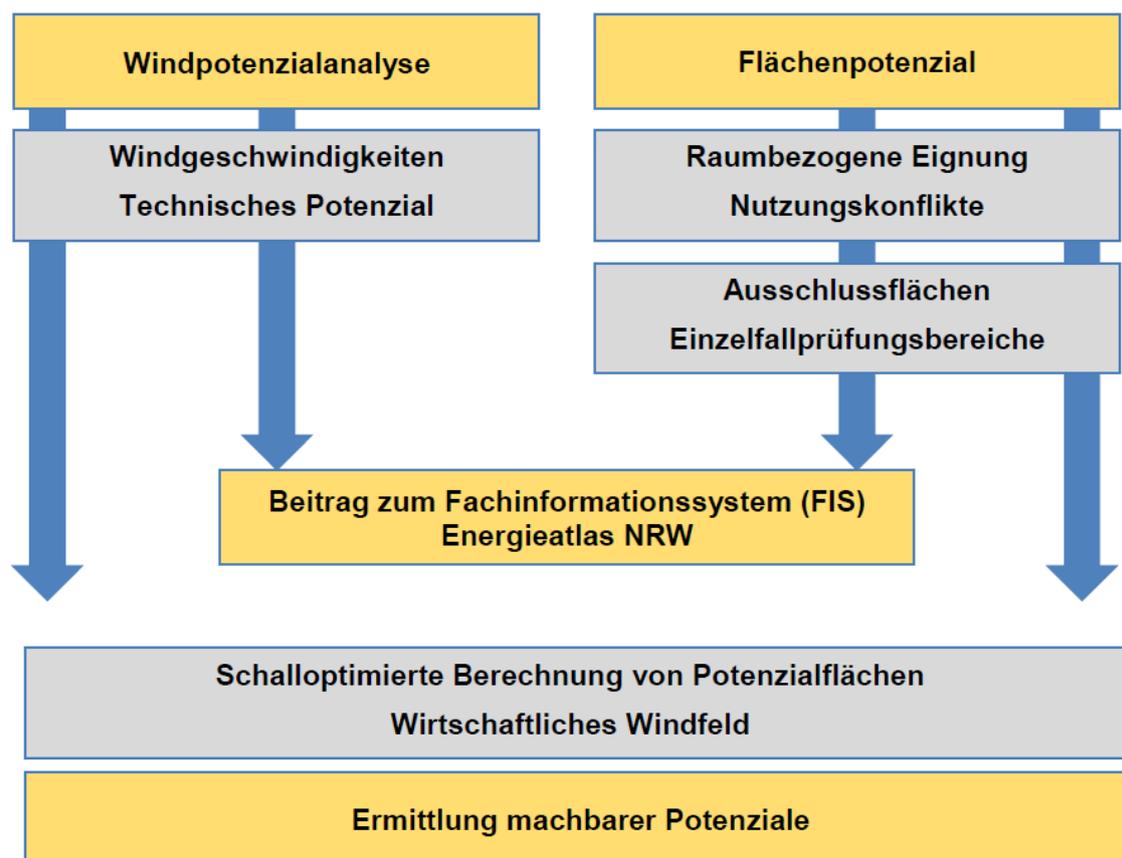
## **3 Methodik und Rahmenbedingungen**

### **3.1 Methodik**

Die Potenzialanalyse Windenergie Nordrhein-Westfalen wurde im Zeitraum Oktober 2011 bis September 2012 bearbeitet.

Grundlegendes Ziel der Potenzialanalyse war es, in einem ersten Schritt alle für die Windenergieplanung relevanten Datengrundlagen, die auf Landesebene zur Verfügung stehen, zu sammeln und bereitzustellen. Da bisher für NRW keine hochaufgelösten Daten zum Windfeld in Höhen, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, vorliegen, wurden flächendeckend Windkarten neu berechnet.

In einem zweiten Schritt erfolgte basierend auf der erstellten Datenbasis eine Analyse des machbaren Potenzials zum Ausbau der Windenergie in NRW. Zunächst wurden auf Grundlage eines Kriterienkataloges aufbauend auf den aktuellen Rahmenbedingungen in NRW für die einzelnen Landnutzungen Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche ermittelt. Im Anschluss wurden durch das Ausschlussverfahren Flächen abgeleitet, die in einem nächsten Schritt einer schalloptimierten Berechnung unterzogen wurden, um den Aspekt der Schallimmissionen mit flexiblen Abständen zu Wohngebäuden zu berücksichtigen. Für die aus Landessicht ermittelten Potenzialflächen wurden unter Hinzunahme der Windfelder Stromerträge errechnet. Die Ergebnisse wurden bis auf die kommunale Ebene heruntergebrochen. Abbildung 1 gibt einen Überblick über Inhalt und Aufbau der Potenzialanalyse.



**Abb. 1** Aufbau der Potenzialanalyse

Bei der Potenzialermittlung bleibt die bereits vorhandene installierte Leistung unberücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass - durch das EEG gefördert - zukünftig ein Repowering vieler alter Anlagen stattfinden wird. Damit einhergehend werden voraussichtlich viele alte Standorte durch größere einzuhaltende Abstände beim heutigen Bau moderner Anlagen der Multi-Megawattklasse und z.T. veränderten Rahmenbedingungen aufgegeben werden. Beim Bau vergleichbarer Windenergieanlagen wie in dieser Studie als Referenzanlagen angesetzt, würden diese in die vorliegenden ermittelten Potenziale fallen.

Bei der Studie handelt es sich um eine GIS-gestützte Analyse, welche sich ausschließlich auf landesweit digital verfügbare Daten stützt. Mit Bezug auf diese Daten liegt die Studie daher in einem Detaillierungsgrad von maximal 1:50.000 vor. Insofern ersetzt die Studie nicht die erforderliche einzelflächenbezogene Betrachtung bzw. Abwägungen zur Ausweisung von Windvorrangflächen auf den Ebenen der Regional- und Bauleitplanung. Ebenso kann die Studie keine lokalen Standortgutachten für Windenergieanlagen ersetzen.

Die Studie wendet die Vorgaben des Windenergieerlass NRW (WEE), des Leitfadens Windenergie im Wald sowie weiterer gesetzlicher Vorgaben (vgl. Anhang 1) an. Für die Berechnung landesweiter Potenziale wurden die aktuell geltenden Regelungen nach den Praxiserfahrungen der Mitglieder der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (vgl. Abschnitt 3.2.3) interpretiert und einheitlich für NRW festgelegt. Es werden keine neuen Kriterien für die Planung von Flächen für die Windenergie festgelegt und vorgegeben.

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie, die sich nur auf landesweite Daten stützen kann, ist es im Weiteren Aufgabe der Planungsträger vor Ort Flächen tiefgründiger anhand lokal vorliegender Daten zu prüfen und auszuweisen.

### 3.1.1 Windfeld und Technisches Potenzial

Als Grundlage für die Ermittlung der machbaren Potenziale wurde eine Windfeldsimulation für die Höhen 100 m, 125 m, 135 m und 150 m über Grund in einer Rechenauflösung von 100 m x 100 m für das Bundesland Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

Die Simulation der im Modellgebiet bestehenden Strömungsverhältnisse erfolgte mit dem dreidimensionalen nichthydrostatischen Mesoskalenmodell **FITNAH** (**F**low over **I**rregular **T**errain with **N**atural and **A**nthropogenic **H**eat-sources) (GROSS 1987, 1991, 1994, 2002, GROSS et al. 2002, TRUTE et al. 2002). FITNAH erfüllt und übertrifft die in der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 6 (1992) festgelegten Mindestanforderungen an mesoskalige Modelle.

Das Grundgerüst des Modells besteht aus den Gleichungen für die Impulserhaltung (Navier-Stokes-Bewegungsgleichung), der Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung) und der Energieerhaltung (1. Hauptsatz der Thermodynamik). Da in diesem Gleichungssystem auch die Corioliskraft Berücksichtigung findet, wird auch die in der atmosphärischen Grenzschicht zu beobachtende Winddrehung mit der Höhe berechnet. Die Berechnung der meteorologischen Variablen erfolgt über einen numerisch-iterativen Ansatz für jeden Gitterpunkt des Rechengitters.

Grundlage für die verschiedenen Rechnungen sind Informationen hinsichtlich der großräumigen, mittleren synoptischen Wetterbedingungen, für welche die lokalen Windverhältnisse in verschiedenen Höhen über Grund an einem Standort berechnet werden sollen. Als repräsentative meteorologische Situationen werden für die Windverhältnisse (Geostrophischer Wind, Höhenwind) in einer Höhe von 1.500 bis 2.000 m über Grund Daten der Wetter- und Ozeanografiebehörde der Vereinigten Staaten (NOAA 2011, National Oceanic and Atmospheric Administration) verwendet, da die Strömung in diesem Höhenniveau (850 hPA-Niveau) von den bodennahen Geländestrukturen unbeeinflusst ist. Die verwendeten amtlichen NOAA/NCEP-Daten (NCEP: National Center for Environment Prediction, zugehörig zum NOAA) liegen zudem weltweit in einem festen, relativ engmaschigen Gitternetz mit einer Maschenweite von 2,5 Grad vor.

Die Modifikation des Windfeldes in Bodennähe und in der gesamten atmosphärischen Grenzschicht wird durch das dreidimensionale nichthydrostatische Mesoskalenmodell FITNAH berechnet. Dabei findet die Richtung und die Windgeschwindigkeit der Strömung in der freien Atmosphäre (Geostrophischer Wind, Höhenwind) genauso Eingang in die Simulationen wie die charakteristischen Eigenschaften der Luftmasse. Für die im Rahmen dieses Verfahrens durchzuführenden Windfeldsimulationen wurde eine vertikale Temperaturschichtung entsprechend der Standardatmosphäre (leicht stabil) zugrunde gelegt.

In der Vertikalen werden bei den Modellsimulationen 50 horizontale, geländeangepasste Rechenflächen übereinander angeordnet. Der Abstand wird in Bodennähe mit 5 m bis 10 m sehr gering gewählt, darüber nimmt der Abstand sukzessive zu, bis der Oberrand des

Rechengitters in der Höhe von max. 2.000 m über Grund. erreicht wird. Diese Festlegung trägt der Tatsache Rechnung, dass die vertikalen Änderungen der meteorologischen Variablen in Bodennähe besonders groß sind, während in größeren Höhen üblicherweise nur noch geringe Variationen beobachtet werden.

Den Gitterpunkten in den untersten Rechenflächen wurden eine mittlere Höhe über Grund und verschiedene Parameter der Landnutzung zugeordnet. Als Eingangsdaten wurden ein digitales Geländemodell und das ATKIS-Basis-DLM der Landesvermessung NRW (GeoBasis.NRW) für die Landnutzung verwendet. Die verschiedenen Nutzungstypen wurden auf Basis von langjährigen Erfahrungswerten durch eine Hindernishöhe, einen Durchlässigkeitsbeiwert, eine Rauigkeitslänge und eine anthropogene Wärmefreisetzung gekennzeichnet. Die Genauigkeit dieser Eingangsdaten orientiert sich dabei am Rechengitter. Gerade die Effekte größerer, meist geschlossener Hindernisse, wie z.B. Gebäudekomplexe oder Waldbestände, auf die Verteilung der meteorologischen Variablen müssen auf eine realistische Art und Weise in der Windfeldsimulation Berücksichtigung finden. Die Einführung des Parameters einer erhöhten Bodenrauigkeit liefert in der Regel keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Daher wurden üblicherweise verwendete Baumhöhen und Bestandsdichten sowie Gebäudehöhen und Bebauungsdichten genutzt, um mit dem dreidimensionalen nichthydrostatischen Mesoskalenmodell FITNAH die typischen starken Verzögerungen der mittleren Strömung sowie die deutliche Verstärkung der Böigkeit im Einflussbereich von Wäldern und Siedlungen zu berechnen.

Bei der Simulation des Lokalwindfeldes wird das standortbezogene Untersuchungsgebiet aus 12 Richtungssektoren mit verschiedenen Beträgen des großräumigen Windes angeströmt. Aufgrund der Vielfalt der möglichen Wetterlagen im Laufe eines Jahres muss eine Beschränkung der numerischen Rechenschritte auf typische, repräsentative meteorologische Situationen erfolgen. Dabei sind die Rechnungen mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s repräsentativ für den Bereich 0-7,5 m/s, Rechnungen mit 10 m/s für den Bereich 7,5-12,5 m/s und Rechnungen mit 15 m/s für den Bereich mit Geschwindigkeiten größer 12,5 m/s. Die 36 resultierenden Strömungsfelder werden bei der anschließenden Auswertung gemäß der Häufigkeit ihres Auftretens gewichtet. Die entsprechenden Gewichtungsfaktoren werden der zweiparametrischen Verteilung des Höhenwindes (Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit für die einzelnen Windrichtungssektoren) entnommen.

Nach Abschluss der Modellrechnung liegen als Ergebnis standort- und nabhöhenspezifische Windstatistiken für jeden beliebigen Rasterpunkt im 3D-Rechengitter vor. Die standort- und nabhöhenspezifischen Windstatistiken beinhalten alle wichtigen Simulationsergebnisse, die für eine Ertragsberechnung benötigt werden, wie z.B. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit, Windrichtungsverteilung, Windstärkeverteilung und Luftdichte. Die simulierte Luftdichte bezieht sich dabei auf die mittlere langjährige Lufttemperatur am betrachteten Standort, berechnet für die spezifische Nabenhöhe über Normalnull. Auf Grundlage dieser Auswertung wurden die flächendeckenden Windfelder für das Modellgebiet erzeugt und dargestellt.

Im vorliegenden Fall wurde die Simulation des Windfeldes für NRW aufgrund der stark unterschiedlichen Landschaftstypen in vier Rechenkacheln durchgeführt (1. Kachel:

Niederrheinisches Tiefland, Westfälische Bucht; 2. Kachel: Weserbergland, Westfälisches Tiefland, Westfälische Bucht; 3. Kachel: Eifel, Niederrheinische Bucht; 4. Kachel: Bergisches Land, Sauer- Siegerland) und erst am Ende der Modellierung zu einem Windfeld zusammengeführt.

Die Simulationsergebnisse zur mittleren Windgeschwindigkeit wurden zuletzt mit Hilfe von langzeitbezogenen Betriebsergebnissen bereits bestehender Windenergieanlagen oder Windmessdaten von synoptischen Beobachtungsstationen validiert. Hier wurden die langzeitbezogenen Realertragsdaten mit den Berechnungsergebnissen auf Basis der simulierten Windgeschwindigkeiten mit FITNAH verglichen und in Form einer prozentualen Reproduktion dargestellt. Hierfür lagen langjährige Realertragsdaten (Betriebsperioden zwischen 2-15 Jahren) von über 235 Windkraftanlagen mit Nabenhöhen zwischen 50 m und 138 m verteilt über alle Landschaftsräume Nordrhein-Westfalens vor. Da diese zum Teil in Windparks stehen, wurde aus diesen Parks jeweils nur die im Südwesten stehende Windenergieanlage für den Abgleich genutzt, da diese in der Regel die geringste Parkwirkung aufweist. Abgeglichen wurden daher rund 100 Windenergieanlagenstandorte. Dieser Aspekt geht entscheidend in die Modellunsicherheit ein.

Die durchgeführten numerischen Simulationen repräsentieren die Windverhältnisse unter den zugrunde gelegten Rahmenbedingungen, können diese aber nicht exakt wiedergeben. Numerischen Simulationen haften verschiedene Unsicherheiten an, die modellspezifischer Natur sein können (z. B. die gewählte räumliche Auflösung) oder aber durch Unsicherheiten in den Eingabedaten (z. B. Höhenwindstatistik, Topographie) hervorgerufen werden. Weitere Quellen von Unsicherheiten sind:

- die thermische Schichtung im Höhenbereich 60-80 m ü.G.,
- die Nichtberücksichtigung lokaler bodennäherer thermischer Windsysteme wie Kaltluftabflüsse sowie
- die Nichtberücksichtigung von Extremwetterlagen mit sehr hohen Windgeschwindigkeiten.

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten gibt Auskunft über die Bandbreite des zu erwartenden Fehlers der Modellergebnisse. Die maßgeblichen Unsicherheitskomponenten, die in Betracht gezogen werden müssen, sind:

- a) die meteorologischen Modelleingangsdaten (Höhenwindinformationen unter der Berücksichtigung einer Plausibilisierung über Vergleichs-WEA und Vergleichsmessungen; Streuung von langzeitbezogenen monatlichen Realertragsdaten/Winddaten),
- b) Topographie (Auflösung/Größe des Rechengitters an Vergleichsstandorten/geplanten Standorten bzw. Landschaftsräumen),
- c) Modellrechnungsverfahren (FITNAH 3D), Ertragsberechnungsverfahren und Leistungskennlinie.

Da diese Komponenten (a, b, c, ...) als voneinander unabhängig angesehen werden, wurde der mittlere Fehler ( $\rho$ ) nach der mittleren quadratische Abweichung (RMS-Fehler) gebildet:

$$\rho = \sqrt{(a^2) + (b^2) + (c^2) + \dots}$$

Aufbauend auf den Ergebnissen der Windfeldsimulation erfolgten die Berechnungen zu den machbaren Potenzialen (vgl. Abschnitt 6.2) in Form der möglichen mittleren Stromproduktion. Um automatisiert für verschiedene WEA-Typen bearbeiten zu können, wurde die Windfeldsimulation so durchgeführt, dass als Ergebnis für jede Rasterzelle die mittlere Windgeschwindigkeit in Form einer Rayleigh-Verteilung (k-Parameter=2) dargestellt wird. Dieses Vorgehen verfälscht nicht die Berechnung der Stromproduktion im Rahmen der Berechnung der machbaren Potenziale, da die Verifizierung des räumlichen Windfeldes mit Hilfe von Vergleichsanlagen auf der gleichen Basis getätigt wurde, sondern stellt höchstens den Betrag der mittleren Windgeschwindigkeit gegenüber anderen Analysen, z.B. im Rahmen von Standort-Wind- und Ertragsgutachten, aufgrund einer lokal abweichenden Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit von der Rayleigh-Verteilung anders dar.

Des Weiteren wurde basierend auf den simulierten Windfeldern das technische Potenzial in Form der Energieleistungsdichte ( $p$ ) in  $W/m^2$  für das Bundesland Nordrhein-Westfalen dargestellt. Diese wurde mit Hilfe der Formel:  $p = 1/2 * \text{Luftdichte} * v^3$  berechnet. Die Luftdichte für jeden Berechnungspunkt wurde im Rahmen der Modellrechnung generiert. Die Windgeschwindigkeit  $v$  wurde entsprechend der dargestellten Windfelder berücksichtigt.

### 3.1.2 Flächenanalyse

Parallel zur Ermittlung der technischen Potenziale wurde eine Flächenanalyse durchgeführt, denn oftmals schließen vorhandene Nutzungen und Restriktionen eine Windenergienutzung aus. Die Flächenanalyse betrachtet alle Kriterien, die in Form von landesweit verfügbaren Daten vorliegen und einer Windenergienutzung entgegenstehen können, und teilt diese in Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche ein. Zur Differenzierung der Potenziale hinsichtlich einer Inanspruchnahme des Waldes wurden drei Szenarien erarbeitet. Die in diesen Szenarien ermittelten Flächen wurden in einem weiteren Schritt einer schalloptimierten Berechnung unterzogen.

#### 3.1.2.1 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche

Zur Ermittlung des Flächenpotenzials wurden in einem Kriterienkatalog absolute Ausschlussbereiche (Tabuflächen) und Einzelfallprüfungsbereiche (Bereiche, für die eine Einzelfallprüfung durchzuführen ist) zusammengestellt (Tab. 3). Die Definition beruht auf bestehenden Rahmenbedingungen und Regelungen, insbesondere auf dem WEE 2011 (vgl. Abschnitt 3.2). Die angewendeten Kriterien der Raumanalyse wurden anhand der Raumnutzungen „Siedlung“, „Infrastruktur“, „Gewässer“, „Natur und Landschaft“ und „Wald“ gegliedert.

Tab. 3 Unterscheidung Ausschluss- und Einzelfallprüfungsf lächen

	Errichtung von WEA ist
<b>Ausschluss</b>	→ laut Windenergie-Erlass (WEE 2011) ausgeschlossen
<b>Einzelfallprüfungsf läche</b>	→ laut Windenergie-Erlass (WEE 2011) im Einzelfall möglich

Es wird davon ausgegangen, dass die Errichtung von WEA in Ausschlussbereichen in der Regel ausgeschlossen ist. Da die Analyse einen konservativen Ansatz verfolgt, werden Ausschlussflächen grundsätzlich nicht weiter betrachtet. In den Einzelfallprüfungsbereichen wird davon ausgegangen, dass die Errichtung von WEA im Einzelfall unter Berücksichtigung von Restriktionen möglich ist. Da eine Einzelfallbetrachtung im Rahmen der landesweiten Analyse nicht leistbar ist, bleibt diese Prüfung den regionalen und kommunalen Planungsträgern vorbehalten.

### 3.1.2.2 Szenarien

Anschließend wurden im Rahmen einer GIS-Analyse nach dem Ausschlussverfahren diejenigen Flächen ermittelt, die nach den Kriterien verschiedener Szenarien für die Windenergie geeignet scheinen. Die Ermittlung der Flächen erfolgte entsprechend der nachfolgend skizzierten Szenarien.

#### **NRW-Leitszenario**

Das **NRW-Leitszenario** enthält die Potenziale, die auf Basis der landesweiten Betrachtung unter Berücksichtigung der aktuellen Regelungen im Windenergieerlass und weiteren Rahmenbedingungen, wie beispielsweise des Leitfadens „Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen“ möglich sind. Es beinhaltet zum einen alle Flächen des NRW<sub>alt</sub> – Szenarios und zusätzlich auch die Nadelwald- und Kyrillflächen. Zum anderen schließt es die Nutzbarkeit von anderen Waldarten nicht aus. Bei diesen Flächen ist eine Einzelfallprüfung vorzunehmen, die im Rahmen einer landesweiten Potenzialstudie nicht erfolgen kann. Je nach Laubbaumbestand muss hier die Eignung des Standorts entsprechend der Kriterien des Windenergieerlasses und einschlägigen Leitfadens festgestellt werden. Für die Waldflächen enthält der Energieatlas eigene Layer, separiert nach Nadel-, Laub- und Mischwald. Ähnlich verhält es sich mit weiteren Flächen, bei denen eine Einzelfallprüfung vorzunehmen ist, wie z.B. auch Konversionsflächen.

#### **NRW<sub>alt</sub> - Szenario**

Dieses Teil-Szenario basiert für die Nutzung der Wälder auf alten Vorgaben, nach denen eine Inanspruchnahme von Waldflächen nicht erfolgt, obwohl dies nach dem noch geltenden Landesentwicklungsplan 1995 durchaus möglich ist.

In diesem Szenario wurden alle Ausschlussbereiche als Potenzialflächen für die Windenergie ausgeschlossen. Die Einzelfallprüfungsbereiche wurden hingegen nicht alle ausgeschlossen. Dies beruht darauf, dass bei einigen Einzelfallprüfungsflächen angenommen wird, dass auf diesen Flächen trotz der Restriktion durchaus ein signifikantes Potenzial besteht, wie z.B. in Landschaftsschutzgebieten oder Trinkwasserschutzgebieten Zone III. Diese Flächen wurden daher im weiteren Verlauf in die Berechnung der Potenziale einbezogen. Auf lokaler Ebene müssen jedoch auch diese Flächen einer Einzelfallprüfung unterzogen werden.

Bei einigen Einzelfallprüfungsflächen, wie z.B. in Bereichen zum Schutz der Natur oder Gewerbe- und Industriegebieten, wird jedoch tatsächlich nur selten im Einzelfall eine Möglichkeit zur Windenergienutzung gesehen. Das Potenzial dieser Flächen wird eher als

gering eingeschätzt. Diese Flächen wurden bei der Ermittlung der Potenzialflächen ausgeschlossen. Die Vorgehensweise mit einzelnen Flächen wird anhand der Raumnutzungen in Kapitel 5 detailliert erläutert.

### **NRW<sub>plus</sub> – Szenario**

Bei diesem Szenario wurden ergänzend zu den Flächen des NRW-Leitszenarios auch die Flächen von Laub- und Mischwäldern in der Potenzialflächenermittlung betrachtet, vorausgesetzt, dass keine anderen Ausschluss- oder Einzelfallprüfungskriterien, wie z.B. Schutzgebiete, in diesen Bereichen vorliegen. Es stellt damit überwiegend ein mögliches technisches Potenzial dar.

#### **3.1.2.3 Schalloptimierte Berechnung**

Die ermittelten Flächen der drei Szenarien wurden im nächsten Schritt bezüglich der Schallimmissionen überprüft.

Der zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm notwendige Schutzabstand zwischen den Windenergieanlagen und der Wohnnachbarschaft hängt u.a. von den Schalleistungspegeln der Windenergieanlagen und der Anzahl der auf die Immissionsorte einwirkenden Windenergieanlagen ab. Der Ansatz eines einheitlichen Mindestabstandes würde im Rahmen der Windpotenzialstudie diesem Sachverhalt nicht gerecht. Die notwendigen Mindestabstände zwischen den potenziellen Standorten der Windenergieanlagen und der Wohnnachbarschaft wurden im Rahmen der Studie daher nach einem von PIORR (2011) vorgeschlagenen Verfahren - unter Berücksichtigung der konkreten Lage der Wohngebiete und der Splittersiedlungen - ermittelt.

Dazu wurde zunächst jedem Wohngebäude in NRW (rund 4,2 Mio.) ein Schutzstatus nach den Vorgaben der TA-Lärm zugeordnet. Die Lage der Häuser wurde automatisiert dem ALK-Datensatz (vgl. Ziffer 5.1.1) entnommen. Der nächtliche Schutzanspruch dieser Immissionsorte wurde auf Basis von Datengrundlagen der Bezirksregierungen ermittelt. Diese Daten ermöglichten eine automatisierte Zuordnung von 45 dB(A) und 40 dB(A) als Nachtrichtwerte zu den Immissionsorten. Aufgrund der Datengrundlage war eine automatisierte Differenzierung von Wohngebieten in „allgemeine Wohngebiete“, deren Nacht-Richtwert 40 dB(A) beträgt, und in „reine Wohngebiete“, deren Nacht-Richtwert 35 dB(A) beträgt, nicht möglich. Beide Gebiete wurden aus diesem Grund entsprechend einem Nacht-Richtwert von 40 dB(A) berücksichtigt. Da „reine Wohngebiete“ meist nicht am Rand zum Außenbereich liegen und erfahrungsgemäß die „reinen Wohngebiete“ nur selten als maßgebliche Immissionsorte die Aufstellungsmöglichkeiten von Windenergieanlage begrenzen, wird die nicht-differenzierte Behandlung der Wohngebiete in der vorliegenden Studie für akzeptabel gehalten.

Im Rahmen der Studie wurde als Referenzanlage eine Anlage der 3 MW-Klasse ausgewählt. Die Eigenschaften dieser Anlage sind Tabelle 4 zu entnehmen.

**Tab. 4 Eigenschaften der gewählten Referenzanlage**

Kriterium	Leistung
Nennleistung	3,0 MW
Schallpegel *	106,0 dB(A)
Nabenhöhe	135,0 m
Rotordurchmesser	101,0 m
Gesamthöhe	185,5 m
Nennleistung schalloptimierte Betriebsweise (nachts)	2,0 MW
Schallpegel schalloptimierte Betriebsweise *	104,0 dB(A)
* Erläuterung: Die angegebenen Schalleistungspegel kennzeichnen die Geräusche, die im lautesten Betriebspunkt von der Anlage abgestrahlt werden.	

Den akustischen Berechnungen sowie den Ertragsberechnungen wurde für die Nacht die angegebene schallreduzierte Betriebsweise zugrunde gelegt. Nächtliche Schallreduzierungen sind bei Neuplanungen in NRW üblich und werden allgemein von den Betreibern akzeptiert. Wie PIORR (2011) gezeigt hat, sind die durch den nächtlichen schallreduzierten Betrieb auftretenden Ertragsverluste gering. Bei einer nächtlichen schallreduzierten Betriebsweise lassen sich bei Einhaltung der Nachtrichtwerte der TA Lärm auf einer potenziell zur Aufstellung von Windenergieanlage geeigneten Fläche mehr Anlagen betreiben als bei nächtlicher ertragsoptimierter Betriebsweise. Diese Zunahme der Anlagenzahl führt trotz der nächtlichen Schallreduzierung insgesamt zu einer Steigerung der Erträge, welche auf den potenziellen - noch nicht unter akustischen Gesichtspunkten optimierten - Flächen gewonnen werden können.

Damit sich Windenergieanlagen nicht gegenseitig „den Wind wegnehmen“ und die Anlagen insgesamt einen guten Feld(Park-)wirkungsgrad aufweisen, müssen sie bestimmte Mindestabstände zueinander einhalten. In der Praxis haben sich in NRW unter Ertragsgesichtspunkten Mindestabstände von 5 Rotordurchmessern in Hauptwindrichtung und 3 Rotordurchmessern quer zur Hauptwindrichtung herausgebildet. Entsprechend dieser Faustformel und der Daten der Referenzanlage wurde den akustischen Berechnungen ein Aufstellungsraster der Windenergieanlagen von 500 x 300 m zugrunde gelegt. Das Aufstellungsraster wurde über die potenziellen Aufstellungsflächen unter Berücksichtigung einer Hauptwindrichtung von 240° relativ Nord (rechtsweisend) automatisiert aufgespannt. Sofern ein Rasterpunkt in eine Ausschlussfläche fiel, die für die Aufstellung von Windenergieanlagen grundsätzlich ungeeignet ist, wurde dieser Rasterpunkt gelöscht. Die auf diese Weise ermittelten potenziellen Anlagenstandorte wurden zusammen mit den ca. 4,2 Millionen zu berücksichtigenden Immissionsorten automatisiert in ein Schallausbreitungsrechenprogramm übertragen. In diesem war auch die Geländestruktur des Landes NRW mit einer zulässigen Abweichung von 2 m modelliert worden. Die akustischen Ausbreitungsrechnungen erfolgten nach dem Alternativen Verfahren der DIN ISO 9613-2. Dieses ist dasjenige Verfahren, welches auch bei Geräuschprognosen von Windenergieanlagen im Rahmen von Genehmigungsverfahren angewandt wird. Die Unsicherheit der Emissionsdaten und der Ausbreitungsrechnung wurde entsprechend dem in NRW gültigen Windenergie-Erlass berücksichtigt. Hierzu wurde ein „Sicherheitszuschlag“ von 2,5 dB(A) auf den in Tabelle 4 ausgewiesenen Schalleistungspegel addiert und die Ausbreitungsrechnungen somit ausgehend von einem Emissionswert von 106,5 dB(A) durchgeführt.

Es wurden automatisiert für jeden Immissionsort die von jeder potenziellen Windenergieanlage verursachten Teil-Geräuschimmissionen sowie die von allen Anlagen zusammen verursachten Gesamt-Immissionen berechnet.

Im nächsten Schritt wurde ermittelt, an welchem Immissionsort die höchste Richtwertüberschreitung durch die Gesamtimmissionen auftritt und welche Anlage an diesem Punkt den höchsten Immissionsanteil verursacht. Der Standort dieser Anlage wurde als potenzieller Anlagenstandort aufgegeben und eine Neuberechnung der Gesamtimmissionen ohne die Teilimmission der aufgegebenen Anlage durchgeführt. Diese Schritte wurden solange wiederholt, bis an allen Immissionsorten eine nach der TA Lärm genehmigungsfähige Situation vorlag. Dabei wurde berücksichtigt, dass nach Abschnitt 3.2.1, Absatz 3 der TA Lärm beim Vorhandensein einer Vorbelastung eine Genehmigung trotz Überschreitung der Richtwerte dann nicht versagt werden kann, wenn sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB(A) beträgt. Für die verbliebenen Windenergieanlagenstandorte wäre der Gesamtbetrieb - sofern keine Vorbelastungen durch andere TA Lärm-Anlagen zu berücksichtigen sind - nach den Maßstäben der TA Lärm genehmigungsfähig.

Bei einer realen Windparkplanung werden die im Rahmen dieser schalloptimierten Berechnung festgelegten Rasterpunkte nicht direkt als Standorte für Windenergieanlagen umgesetzt werden. Geringe Verschiebungen für weitere Optimierungen sind aus akustischer Sicht und unter Ertrags Gesichtspunkten unkritisch. Punktgenaue Standortfestlegungen sind im Rahmen dieser Studie auch für die „Verschneidung“ der potenziellen Windenergieanlagenstandorte mit den zu berücksichtigenden Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereichen unzweckmäßig. Daher wurde jedem der unter akustischen Gesichtspunkten ermittelten potenziellen Windenergieanlagenstandorte die entsprechend dem Aufstellungsraster - unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtung - zugehörige Fläche von 300 m x 500 m zugewiesen und diese Flächen den weiteren Auswertungen zugrunde gelegt.

Die Festlegung von genauen Windenergieanlagenstandorten bleibt der Erstellung von Bebauungsplänen bzw. den Genehmigungsverfahren vorbehalten.

### **3.1.3 Ermittlung machbarer Potenziale**

Durch Verschneidung der Ergebnisse aus der Flächenanalyse und der schalloptimierten Berechnung wurden Flächen ermittelt, die nach den hier angelegten Kriterien restriktionslos zur Nutzung der Windenergie geeignet sind. Diese Flächen wurden anschließend mit dem definierten wirtschaftlichen Windfeld (> 6m/s) verschnitten und zuletzt diejenigen Flächen unter einer Mindestgröße von >1ha herausgefiltert. Die verbliebenen Flächen bilden die Potenzialflächen.

Für die ermittelten Potenzialflächen wurden anhand der Anlagenstandorte der schalloptimierten Berechnung potenzielle Anlagenzahlen ermittelt. Durch Hinzunahme der technischen Windfelder und unter Verwendung der in Tabelle 4 beschriebenen 3 MW-Referenzanlage wurden für diese Anlagen mittlere Stromerträge unter Berücksichtigung einer schalloptimierten Betriebsweise berechnet.

### **3.1.4 Repowering bestehender WEA in FFH- und Vogelschutzgebieten**

Grundsätzlich wird das Repowering im Rahmen dieser Studie dadurch betrachtet, indem davon ausgegangen wird, dass die durch das Repowering neu zu errichtenden Windenergieanlagen nach den Vorgaben des WEE in die in dieser Studie ermittelten Potenzialflächen fallen. Nach den Vorgaben des WEE und weiterer Regelungen gelten demnach die FFH- und VS-Gebiete als Tabu.

Eine Ausnahme macht der WEE jedoch beim Repowering von Windenergieanlagen, die bereits heute in FFH- und VS-Gebieten stehen. Hier erlaubt der WEE nach erfolgreicher Einzelfallprüfung ein Repowering innerhalb der sonst als Tabubereiche geltenden FFH- und VS-Gebiete, einschließlich von Funktionsräumen, wenn die Errichtung und der Betrieb nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen des Gebietes in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen führen (vgl. WEE Ziffer 8.2.1.2).

In der landesweiten Studie ist eine genaue Untersuchung dieses Repowering-Potenzials nicht möglich. Dies bleibt der Prüfung des Einzelvorhabens vor Ort überlassen. Daher wird ein maximal mögliches Potenzial angegeben, das zusätzlich zu den berechneten Potenzialen in dieser Studie möglich wäre. Ob dieses Potenzial tatsächlich umsetzbar ist, bleibt der Prüfung vor Ort überlassen. Das Potenzial kann darüber hinaus nicht konkreten Städten und Gemeinden zugeordnet werden, sondern kann lediglich als zusätzliches Potenzial für NRW angegeben werden.

## **3.2 Rahmenbedingungen**

### **3.2.1 Windenergie-Erlass 2011**

Mit Einführung des „Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)“ vom 11.07.2011 (WEE 2011) hat die Landesregierung die planerischen Möglichkeiten aufgezeigt, den Ausbau der Windenergienutzung zu ermöglichen und Hilfestellung zur rechtmäßigen Einzelfallprüfung zu leisten. Der Erlass besitzt für alle nachgeordneten Behörden verwaltungsinterne Verbindlichkeit. Für die Gemeinden als Trägerinnen der Planungshoheit ist der Windenergie-Erlass (WEE) Empfehlung und Hilfe zur Abwägung.

Der Windenergieerlass erhält an den entsprechenden Stellen Hinweise auf die zu berücksichtigenden Planungsschritte und stellt Bezüge zu den Fachgesetzen, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien her. Beispielhaft sind hier Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Lärm, Baugesetzbuch, Bundesnaturschutzgesetz, VV-Artenschutz, Wasserhaushaltsgesetz, Bundeswaldgesetz, Straßen- und Wegegesetz und Luftverkehrsgesetz genannt.

Damit stellt der WEE 2011 auch für die Potenzialanalyse Windenergie NRW die planerischen Leitplanken dar. So definiert der WEE Bereiche für die Windenergienutzung, die als a) geeignet, b) Tabu eingestuft werden oder c) Bereiche, für die eine Einzelfallprüfung durchzuführen ist. Im Rahmen der Studie wurden diese Rahmenbedingungen für die Potenzialermittlung interpretiert und in einem Kriterienkatalog zusammengestellt (Anhang 1).

Der WEE 2011 bildet den Rahmen für den Kriterienkatalog, der zur Ermittlung von potenziell geeigneten Flächen erstellt wurde. Gleichwohl können im Rahmen der landesweiten Potenzialstudie nicht alle Tabu- und Einzelfallprüfungskriterien vollends berücksichtigt werden. Teilweise liegen keine landesweit verfügbaren digitalen Daten vor (z. B. Bauschutzbereiche, Bau- und Naturdenkmale), teilweise musste mit pauschalen Verallgemeinerungen (z. B. Gewässerbreiten, Abständen zu Schutzgebieten) gearbeitet werden (vgl. Kapitel 5). Für die Planung auf regionaler und kommunaler Ebene sind hier weitere Konkretisierungen erforderlich (vgl. Abschnitt 5.1.6).

### **3.2.2 Leitfaden Windenergie im Wald**

Im Verlauf der Bearbeitung der Potenzialstudie wurde im März 2012 der „Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen“ veröffentlicht (MKULNV 2012). Er konkretisiert den WEE im Bereich der Wälder und stellt die technischen, forstfachlichen und planerischen Rahmenbedingungen vor, die zur Ausweisung neuer Konzentrationszonen für Windenergieanlagen in Wäldern führen können. Die Inhalte wurden in den Kriterienkatalog (Anhang 1) mit aufgenommen.

### **3.2.3 Projektbegleitende Arbeitsgruppe**

Die Potenzialanalyse wurde von einer projektbegleitenden Arbeitsgruppe begleitet. Die Arbeitsgruppe war mit Vertretern der Landesregierung, der Landes- und Regionalplanung, der kommunalen Spitzenverbände, einer Genehmigungsbehörde, des LANUV und des Umweltbundesamtes, der Energieagentur.NRW, des Landesbetriebs Wald und Holz NRW und Interessensverbänden (Landesverband Erneuerbare Energien NRW e.V., Bundesverband Windenergie, Landesbüro der Naturschutzverbände) besetzt.

Die projektbegleitende Arbeitsgruppe diente den Vertretern als Diskussionsforum und bot insbesondere die Möglichkeit zur Mitgestaltung des Kriterienkatalogs zur Festsetzung der Flächen für die Potenzialbetrachtung. So wurden gemeinsam die „Leitplanken“ zur Interpretation des Windenergieerlass NRW entwickelt. Außerdem wurden die geplante Vorgehensweise sowie Zwischen- und Endergebnisse zur Diskussion gestellt.

Zusätzlich wurden mit einzelnen Vertretern spezielle Fragen in Unterarbeitsgruppen erörtert. So gab es z.B. Abstimmungen mit dem Landesverband Erneuerbare Energien e.V. NRW und Bundesverband Windenergie, dem Landesbetrieb Wald und Holz sowie den Fachabteilungen des LANUV.

### **3.2.4 Datengrundlagen**

Im Rahmen der Potenzialstudie wurden die landesweit digital verfügbaren Daten zur Ermittlung der Ausschluss-, der Einzelfallprüfungsbereiche und weitere Kriterien zur fachlichen Qualifizierung zusammengetragen. Die genutzten Datengrundlagen sind im Kriterienkatalog benannt (Anhang 1).

## 4 Windfeld und Technisches Potenzial

### 4.1 Windfeld

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Windfeldsimulation für das Bundesland Nordrhein-Westfalen für die Höhen 100 m, 125 m, 135 m und 150 m über Grund dargestellt.

Anschließend werden die Ergebnisse der Windfeldsimulation für das 135 m über Grund Niveau, entsprechend der Nabenhöhe der gewählten Referenzanlage (vgl. Tab. 4), für die einzelnen naturräumlichen Großlandschaften dargestellt und erläutert.

#### 4.1.1 Windfeld 100 m über Grund

Abbildung 2 zeigt das modellierte Windfeld anhand mittlerer Windgeschwindigkeiten in NRW in 100 m über Grund. Tabelle 5 zeigt die flächenmäßigen Anteile einzelner Windgeschwindigkeitsklassen für das Bundesland Nordrhein-Westfalen.

Es zeigt sich, dass in 100 m Höhe auf etwa einem Prozent der Landesfläche NRWs mittlere Windgeschwindigkeiten unter 5 m/s erreicht werden. Diese Flächen erstrecken sich insbesondere auf die Täler und Leelagen der Mittelgebirge. An diesen Standorten kann keine freie Anströmung des Windes stattfinden. 90 % der Landesfläche weisen mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 6 m/s auf. Die Hochlagen der Eifel, des Haarstrangs und der Baumberge ragen mit mittleren Windgeschwindigkeiten über 6 m/s deutlich heraus. Insgesamt beträgt der Anteil dieser Flächen ca. 9 %.

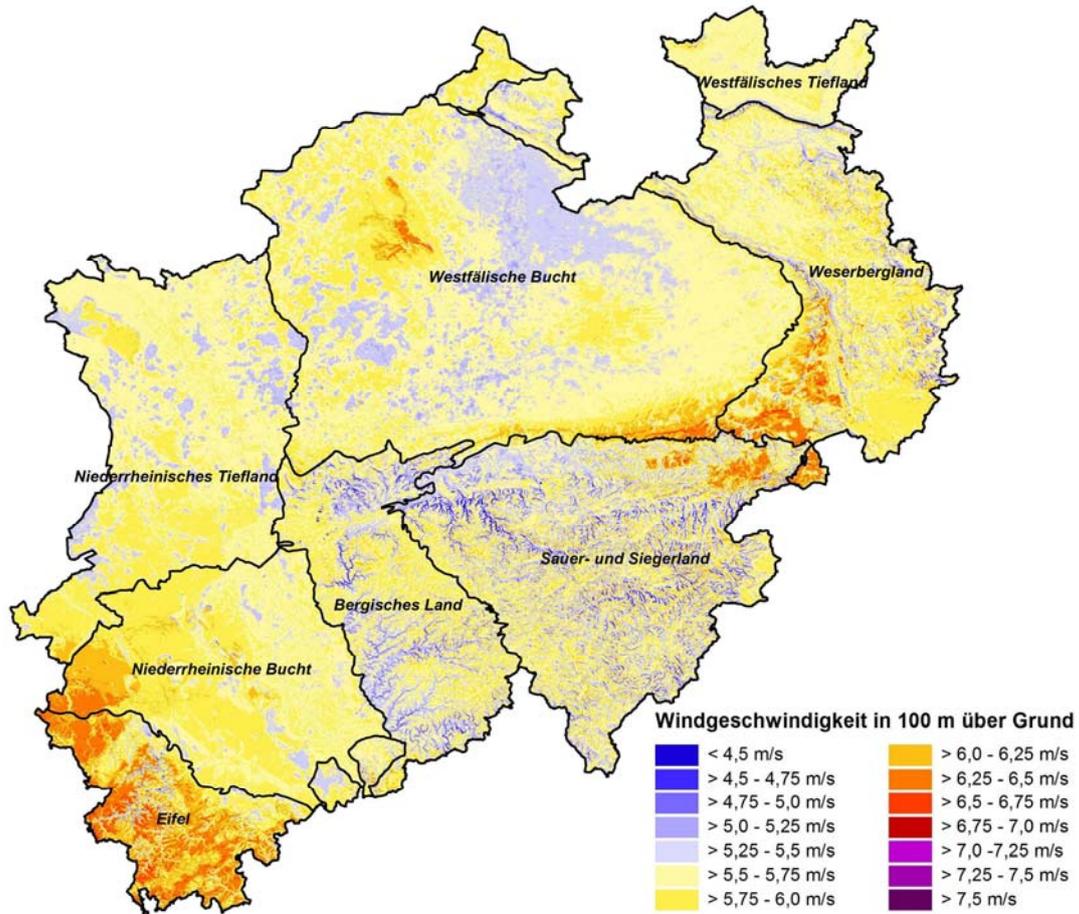


Abb. 2 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 100 m über Grund

Tab. 5 Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 100 m über Grund

Windgeschwindigkeitsklasse	Prozentualer Flächenanteil NRW in %
≤ 4.50 m/s	< 0,1
> 4.50 - 4.75 m/s	0,2
> 4.75 - 5.00 m/s	0,9
> 5.00 - 5.25 m/s	3,1
> 5.25 - 5.50 m/s	14,5
> 5.50 - 5.75 m/s	43,8
> 5.75 - 6.00 m/s	28,6
> 6.00 - 6.25 m/s	5,6
> 6.25 - 6.50 m/s	2,8
> 6.50 - 6.75 m/s	0,4
> 6.75 - 7.00 m/s	< 0,1
> 7.00 - 7.25 m/s	0,0
> 7.25 - 7.50 m/s	0,0
> 7.50 m/s	0,0

### 4.1.2 Windfeld 125 m über Grund

Abbildung 3 und Tabelle 6 zeigen das simulierte Windfeld in 125 m über Grund sowie den flächenmäßigen Anteil der modellierten Windgeschwindigkeitsklassen für das Bundesland Nordrhein-Westfalen.

Im Mittel liegt die mittlere Windgeschwindigkeit in 125 m über Grund um 0,5 m/s höher als die Werte in 100 m Höhe. Es gibt nur noch sehr kleine Flächenbereiche, die mittlere Windgeschwindigkeiten unter 5 m/s aufweisen. Etwa 20 % der Flächen weisen mittlere Windgeschwindigkeiten von 5 – 6 m/s auf. Dies sind insbesondere Tal- und Leelagen in den Mittelgebirgen und Teile der Westfälischen Bucht, wie z.B. im Lee der Baumberge. Der übrige Teil NRWs, also fast 80 % der Flächen, weisen in 125 m bereits über 6 m/s bis 7,5 m/s auf. Die höheren Werte davon werden ebenso wie in 100 m Höhe in der Eifel, dem Haarstrang und den Baumbergen erreicht.

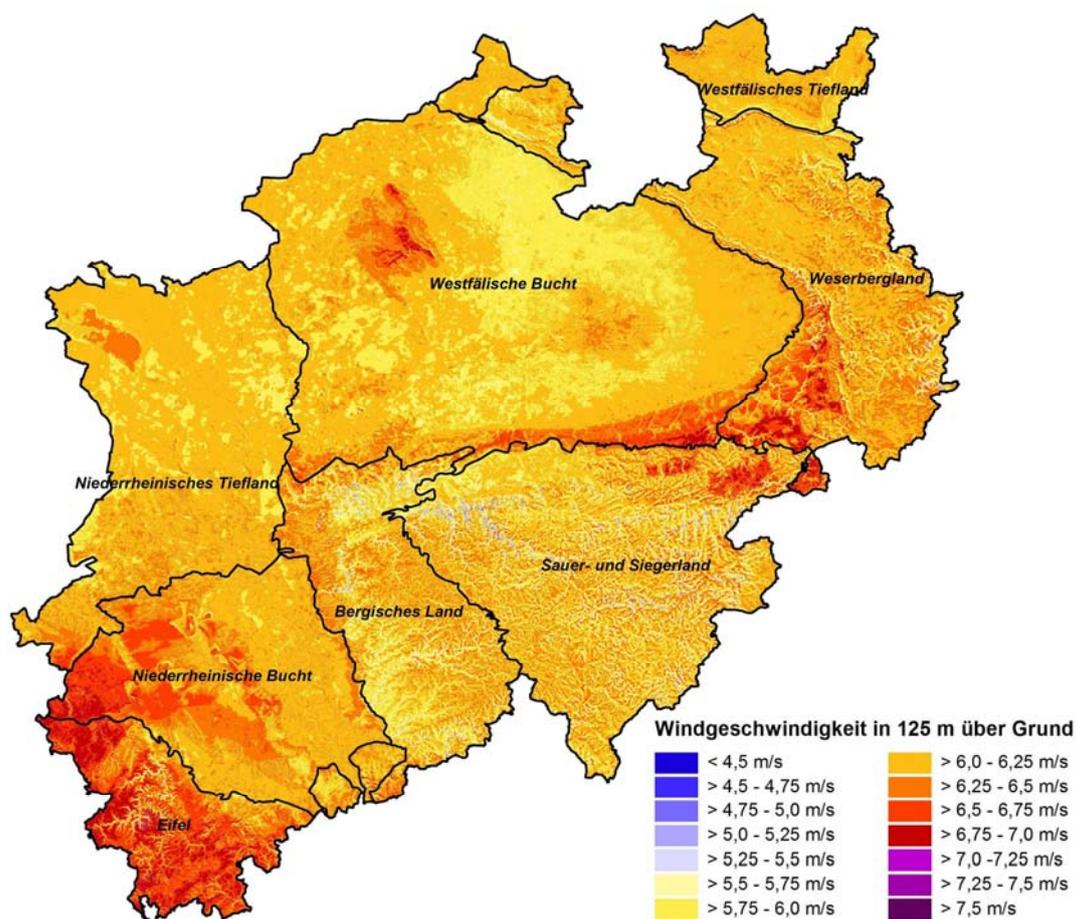


Abb. 3 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 125 m über Grund

Tab. 6 Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 125 m über Grund

Windgeschwindigkeitsklasse	Prozentualer Flächenanteil NRW in %
≤ 4.50 m/s	< 0,1
> 4.50 - 4.75 m/s	< 0,1
> 4.75 - 5.00 m/s	< 0,1
> 5.00 - 5.25 m/s	0,1
> 5.25 - 5.50 m/s	0,6
> 5.50 - 5.75 m/s	2,6
> 5.75 - 6.00 m/s	17,7
> 6.00 - 6.25 m/s	50,6
> 6.25 - 6.50 m/s	20,3
> 6.50 - 6.75 m/s	5,8
> 6.75 - 7.00 m/s	2,3
> 7.00 - 7.25 m/s	< 0,1
> 7.25 - 7.50 m/s	< 0,1
> 7.50 m/s	0,0

#### 4.1.3 Windfeld 135 m über Grund

Abbildung 4 und Tabelle 7 zeigen das simulierte Windfeld in 135 m über Grund sowie den flächenmäßigen Anteil der modellierten Windgeschwindigkeitsklasse für das Bundesland Nordrhein-Westfalen. Die Höhe entspricht der Nabenhöhe der ausgewählten Referenzanlage für die Berechnung von energetischen Potenzialen.

Im Mittel liegt die mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund um 0,7 m/s höher als die Werte in 100 m Höhe. Es gibt kaum noch Flächen, die mittlere Windgeschwindigkeiten unter 6 m/s aufweisen (ca. 4 %). 95 % der Flächen weisen in 135 m bereits über 6 m/s bis 7 m/s auf. Standorte in der Eifel und dem südlichen Weserbergland erreichen mittlere Windgeschwindigkeiten von über 7 m/s (1,2 %).

Mit zunehmender Höhe stellt der Faktor Wind immer weniger den begrenzenden Faktor für die Windenergie dar.

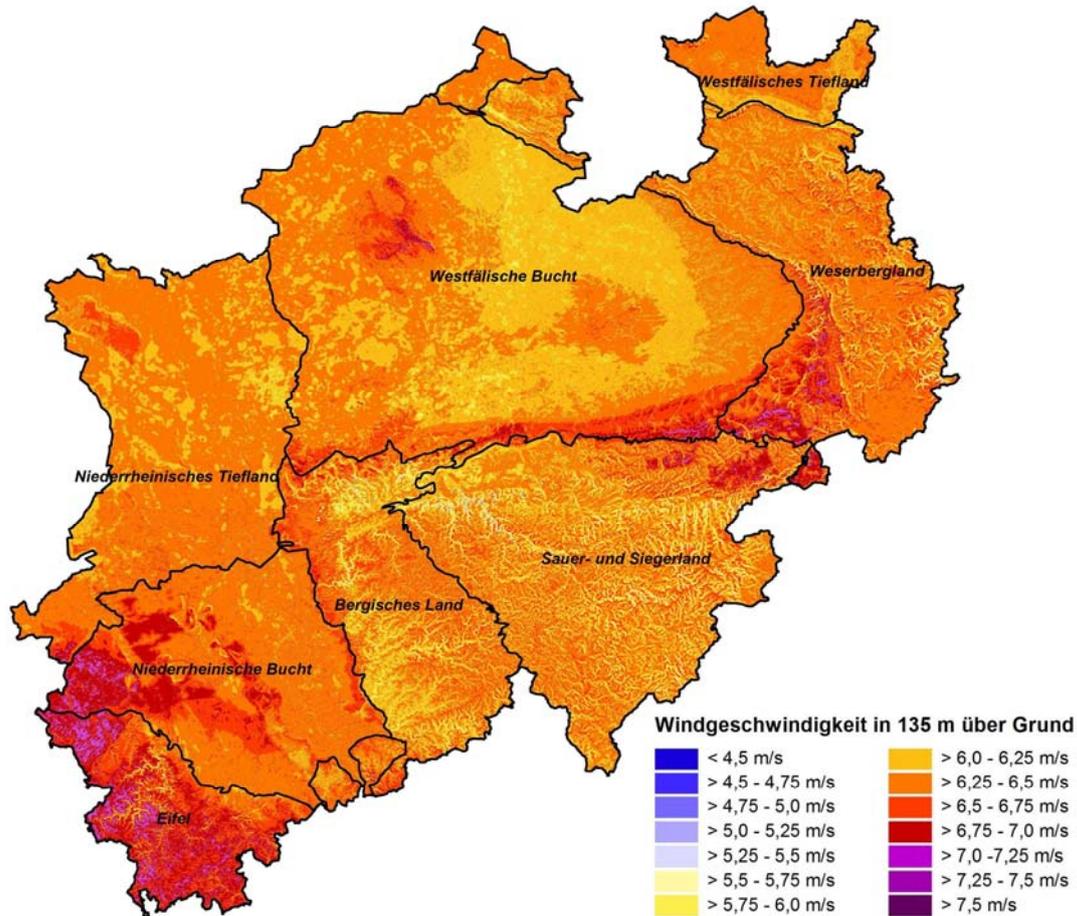


Abb. 4 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund

Tab. 7 Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 135 m über Grund

Windgeschwindigkeitsklasse	Prozentualer Flächenanteil NRW in %
≤ 4.50 m/s	< 0,1
> 4.50 - 4.75 m/s	< 0,1
> 4.75 - 5.00 m/s	< 0,1
> 5.00 - 5.25 m/s	< 0,1
> 5.25 - 5.50 m/s	< 0,1
> 5.50 - 5.75 m/s	0,5
> 5.75 - 6.00 m/s	3,3
> 6.00 - 6.25 m/s	24,5
> 6.25 - 6.50 m/s	51,2
> 6.50 - 6.75 m/s	13,5
> 6.75 - 7.00 m/s	5,7
> 7.00 - 7.25 m/s	1,2
> 7.25 - 7.50 m/s	< 0,1
> 7.50 m/s	< 0,1

#### 4.1.4 Windfeld 150 m über Grund

Abbildung 5 und Tabelle 8 zeigen das simulierte Windfeld 150 m über Grund sowie die flächenmäßigen Anteile der modellierten Windgeschwindigkeitsklassen für das Bundesland Nordrhein-Westfalen.

In 150 m über Grund liegen die Werte im Mittel um 0,9 m/s höher als in 100 m Höhe. In dieser Höhe weisen so gut wie alle Flächen in NRW Windgeschwindigkeiten von über 6 m/s auf und bieten damit gute Voraussetzungen für die Nutzung von modernen Windenergieanlagen der Multi-Megawatt-Klasse. Auf 8 % der Flächen werden sogar mittlere Windgeschwindigkeiten von über 7 m/s erreicht. Diese Standorte sind vor allem in der Eifel, dem Haarstrang und den Baumbergen zu finden. Aber auch Teile im Westen der Niederrheinischen Bucht weisen solche hohen Windgeschwindigkeiten auf.

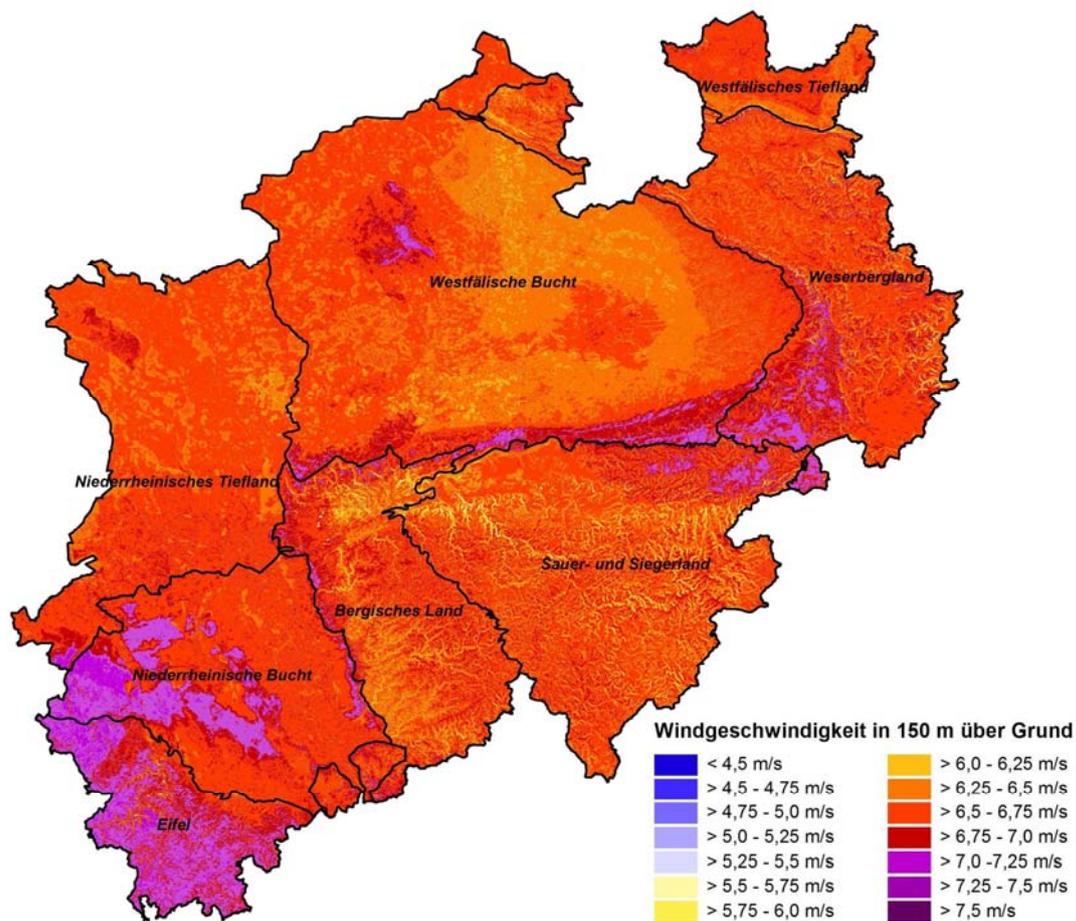


Abb. 5 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 150 m über Grund

**Tab. 8 Flächenanteile der Windgeschwindigkeitsklassen in NRW in 150 m über Grund**

Windgeschwindigkeitsklasse	Prozentualer Flächenanteil NRW in %
≤ 4.50 m/s	0,0
> 4.50 - 4.75 m/s	< 0,1
> 4.75 - 5.00 m/s	< 0,1
> 5.00 - 5.25 m/s	< 0,1
> 5.25 - 5.50 m/s	< 0,1
> 5.50 - 5.75 m/s	< 0,1
> 5.75 - 6.00 m/s	0,3
> 6.00 - 6.25 m/s	2,6
> 6.25 - 6.50 m/s	24,4
> 6.50 - 6.75 m/s	51,0
> 6.75 - 7.00 m/s	14,0
> 7.00 - 7.25 m/s	6,4
> 7.25 - 7.50 m/s	1,3
> 7.50 m/s	< 0,1

## 4.2 Windfeld 135 m über Grund bezogen auf die Großlandschaften

Das Bundesland Nordrhein-Westfalen lässt sich in 8 Großlandschaften mit möglichst einheitlicher Naturraumausstattung gliedern. Diese sind das Niederrheinische Tiefland, die Niederrheinische Bucht, die Westfälische Bucht mit dem Westfälischen Tiefland als Teilraum, das Weserbergland, die Eifel mit dem Siebengebirge sowie das Süderbergland mit den Teilräumen Bergisches Land und Sieger- und Sauerland.

### 4.2.1 Niederrheinisches Tiefland

Das Niederrheinische Tiefland erstreckt sich als klar gegliederte Flussterrassenlandschaft beiderseits des Niederrheins unterhalb von Düsseldorf. Die Höhenlage in diesem Landschaftsraum beträgt fast durchweg weniger als 100 m ü. NN und sinkt nach Nordwesten, zur niederländischen Grenze, auf etwa 15 m ü. NN ab. Die Landnutzung ist dominiert durch Grünlandnutzung in den Niederungen und Ackernutzung auf den Terrassen und der Niederrheinischen Höhe. Größere Waldkomplexe sind nur lokal vorhanden.

Die simulierten mittleren Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund variieren im Bereich von 5,8 m/s bis 7,2 m/s und zeigen ein Mittel von 6,3 m/s. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen, dass die Variation der mittleren Windgeschwindigkeit im Landschaftsraum relativ gering ist und sich großräumig nah um das Flächenmittel bewegt.

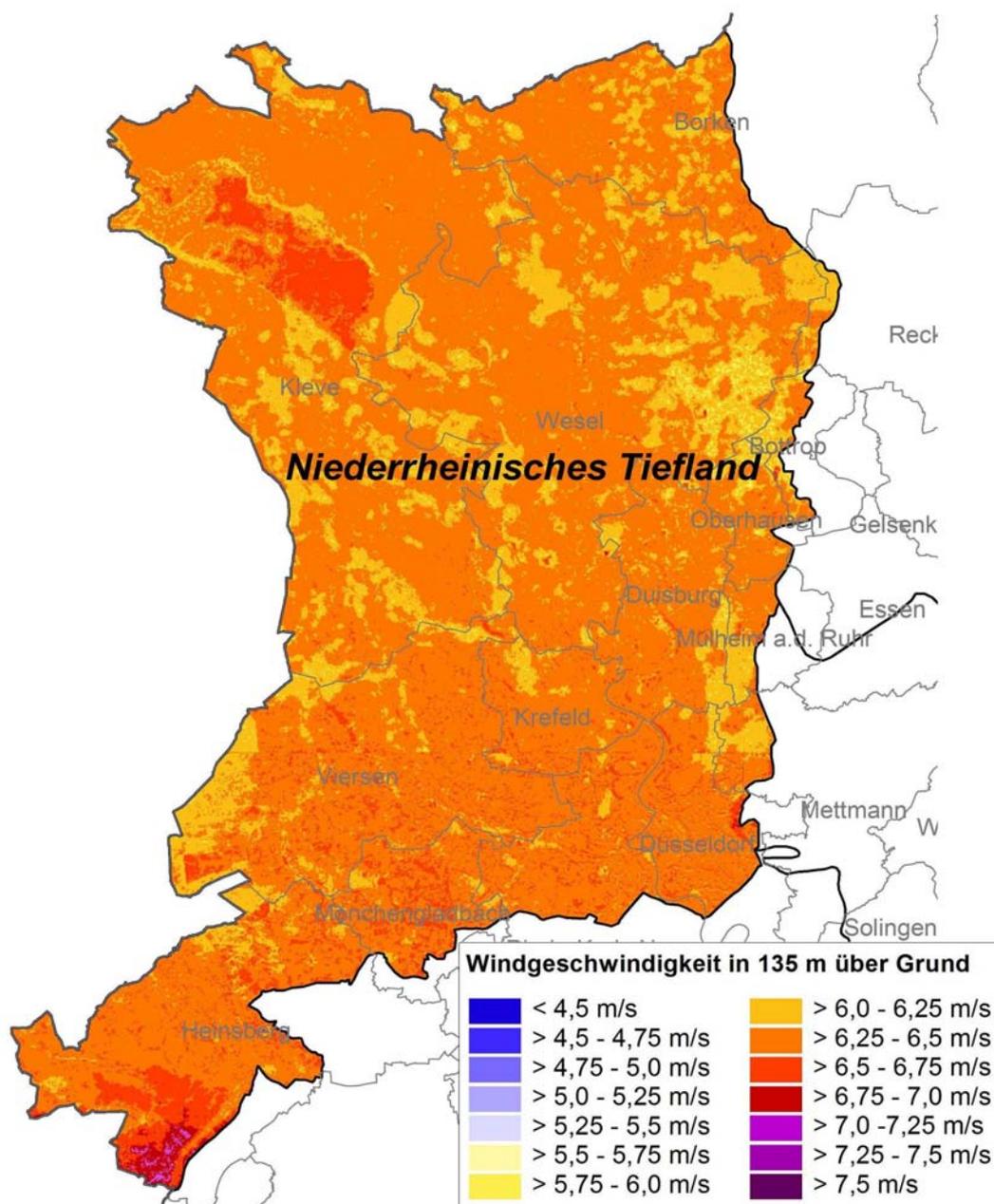


Abb. 6 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund im Niederrheinischen Tiefland

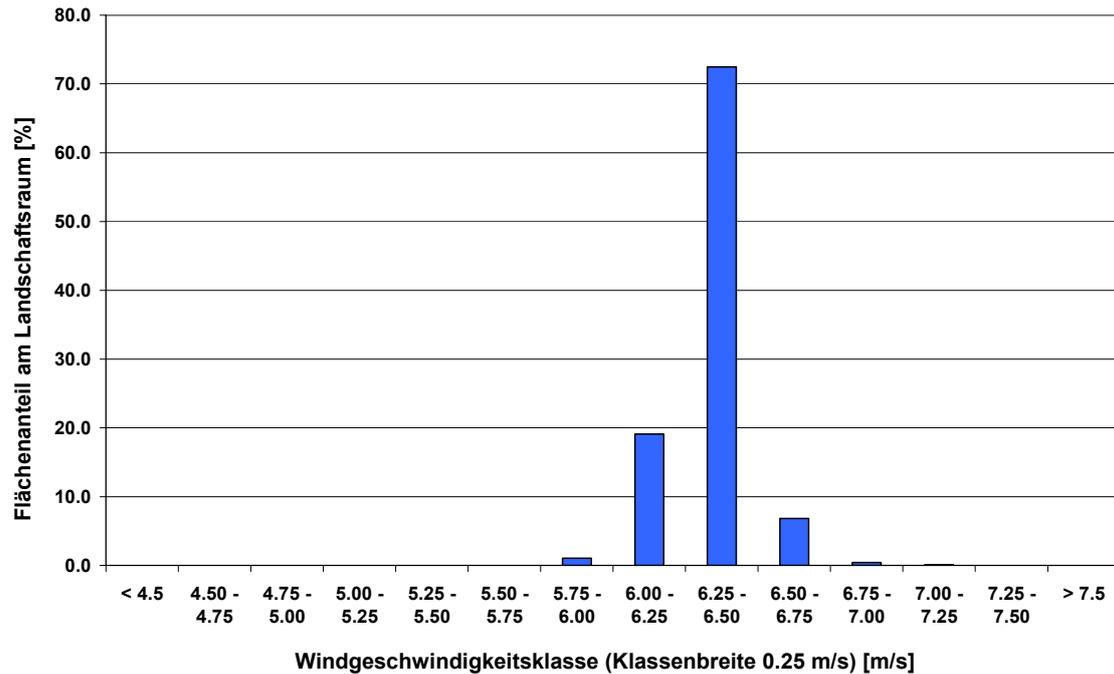


Abb. 7 Statistisches Ergebnis der Windfeldsimulation in 135 m über Grund im Niederrheinischen Tiefland

#### 4.2.2 Niederrheinische Bucht

Die Niederrheinische Bucht unterscheidet sich von dem nördlich angrenzenden Niederrheinischen Tiefland vor allem durch die nach Südwesten, zum Mittelgebirgsrand der Eifel hin, auf ca. 200 m Meereshöhe ansteigende Ebene, die durch mehrere Terrassenstufen und -horste sowie die Auen von Rhein, Erft und Rur gegliedert wird. Die Landnutzung ist durch Ackerbau geprägt. Waldflächen in nennenswerter Ausdehnung finden sich nur vereinzelt auf den Terrassen und Horsten. Im Bereich der Horste und westlich anschließend wird großflächig Braunkohlenabbau betrieben.

Die simulierten mittleren Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund variieren im Landschaftsraum von 5,4 m/s bis 7,6 m/s und zeigen ein Mittel von 6,5 m/s. Die Abbildung 8 zeigt, dass die Variation der mittleren Windgeschwindigkeit im Landschaftsraum einen deutlichen Zusammenhang mit der topografischen Gliederung aufweist. So zeigen die tiefliegenden Auenbereiche, die z.T. tief eingeschnittenen Gruben des Braunkohleabbaus sowie bewaldete Terrassenbereiche Windgeschwindigkeiten im Bereich von 6,0 m/s bis 6,5 m/s. Der Anteil der Windgeschwindigkeiten größer als 6,5 m/s lässt sich dagegen überwiegend im Bereich der höher gelegenen Ebenen und Horste im Westen der niederrheinischen Bucht finden.

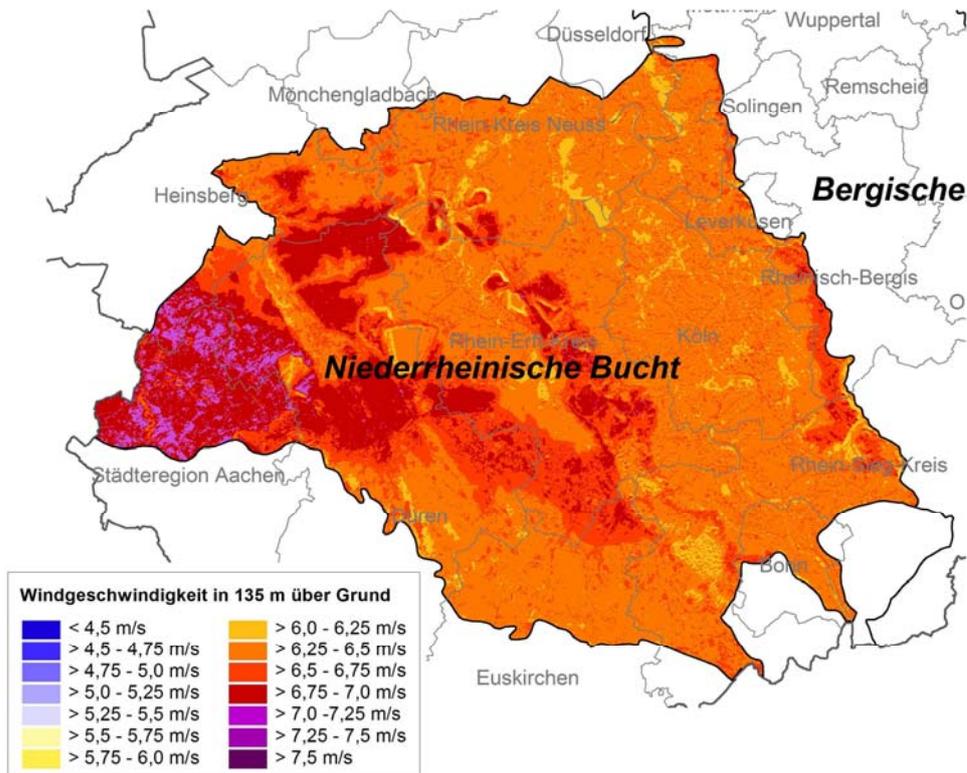


Abb. 8 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund in der Niederrheinischen Bucht

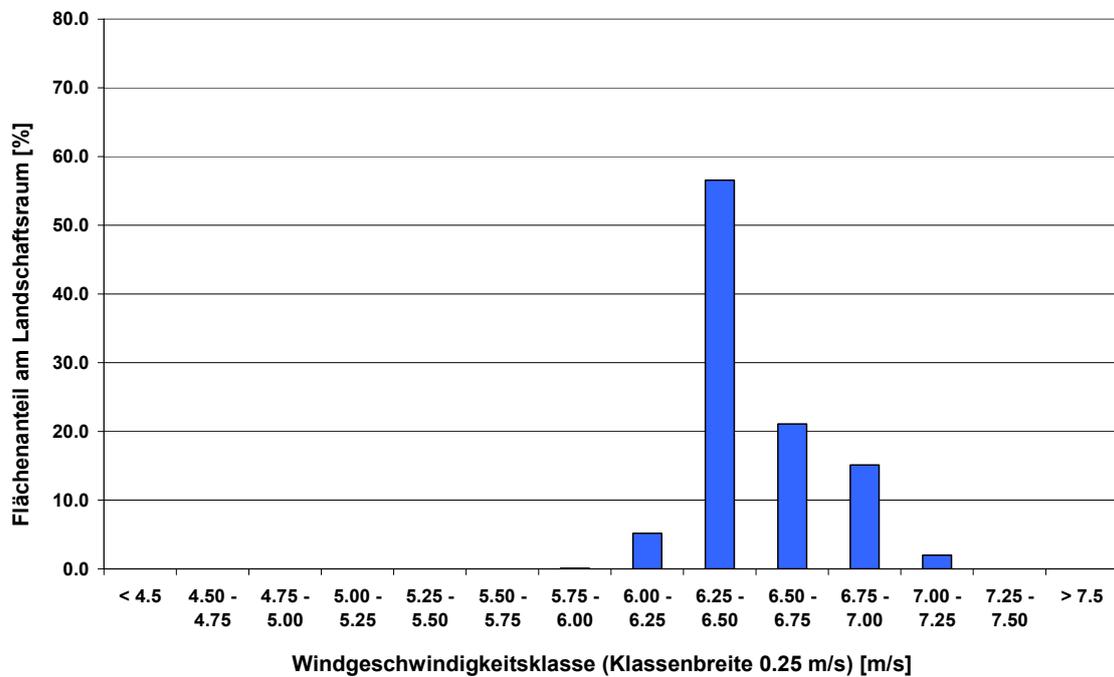


Abb. 9 Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation in 135 m über Grund in der Niederrheinischen Bucht

### 4.2.3 Westfälische Bucht und Westfälisches Tiefland

Die nach Westen und Nordwesten geöffnete Westfälische Bucht ist auf drei Seiten von Mittelgebirgen umschlossen. Sie bildet mit dem sich in die norddeutsche Tiefebene öffnenden Westfälischen Tiefland zwei Teilräume einer Großlandschaft. Beide Teilräume weisen eine überwiegend ebene bis flachwellige Landschaft mit Höhen zwischen ca. 40 m und 100 m ü. NN auf. Die Landnutzung wird großflächig durch Ackerbau geprägt. Der Waldanteil ist allgemein gering. In der Westfälischen Bucht wird das Kulturland mehr oder weniger dicht von Feldgehölzen und Wallhecken durchsetzt. Am Südwestrand der Westfälischen Bucht liegt der große zusammenhängende Siedlungskomplex des Ruhrgebietes.

Die simulierten mittleren Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund variieren im Landschaftsraum von 5,5 m/s bis 7,3 m/s und zeigen ein Mittel von 6,3 m/s. Abbildung 10 zeigt, dass die Variation der mittleren Windgeschwindigkeit im Landschaftsraum entsprechend der Reliefgliederung gering ist. Allgemein nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit im nördlichen und westlichen Bereich der Teilräume leicht zu. Ausnahmen bilden die vereinzelt Höhen, wie z.B. die Baumberge, die z. T. 150 m über NN übersteigen. Hier treten in 135 m über Grund Windgeschwindigkeiten um die 7,0 m/s auf.

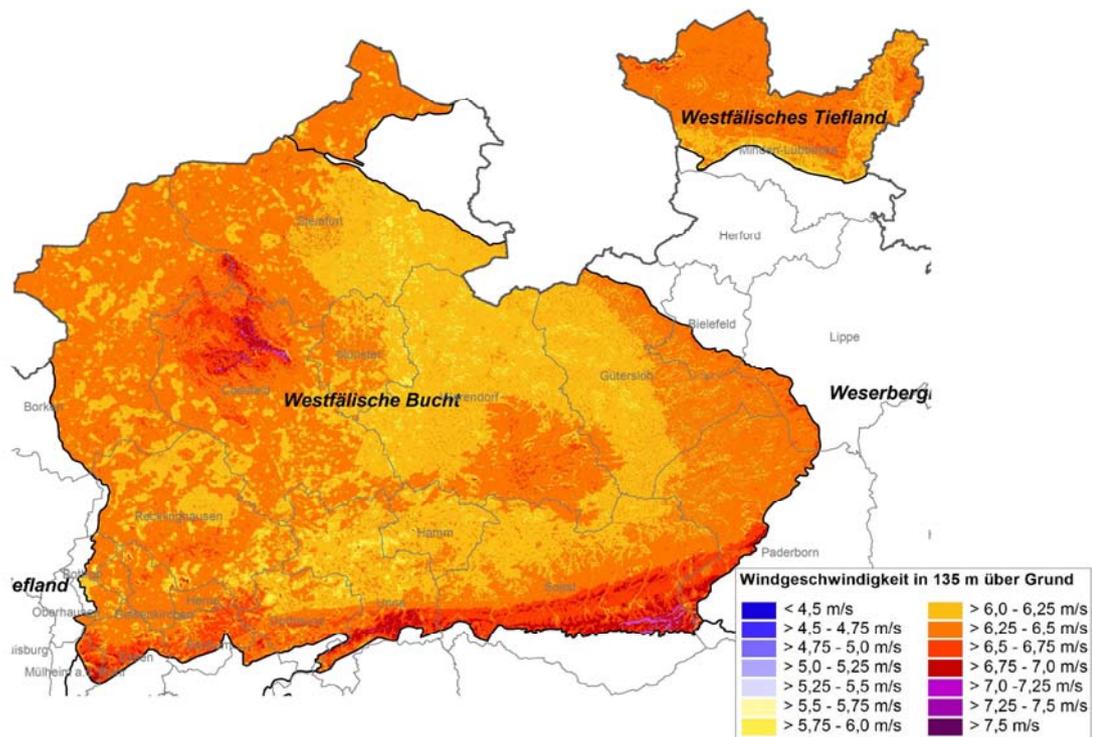


Abb. 10 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund in der Westfälischen Bucht und dem Westfälischen Tiefland

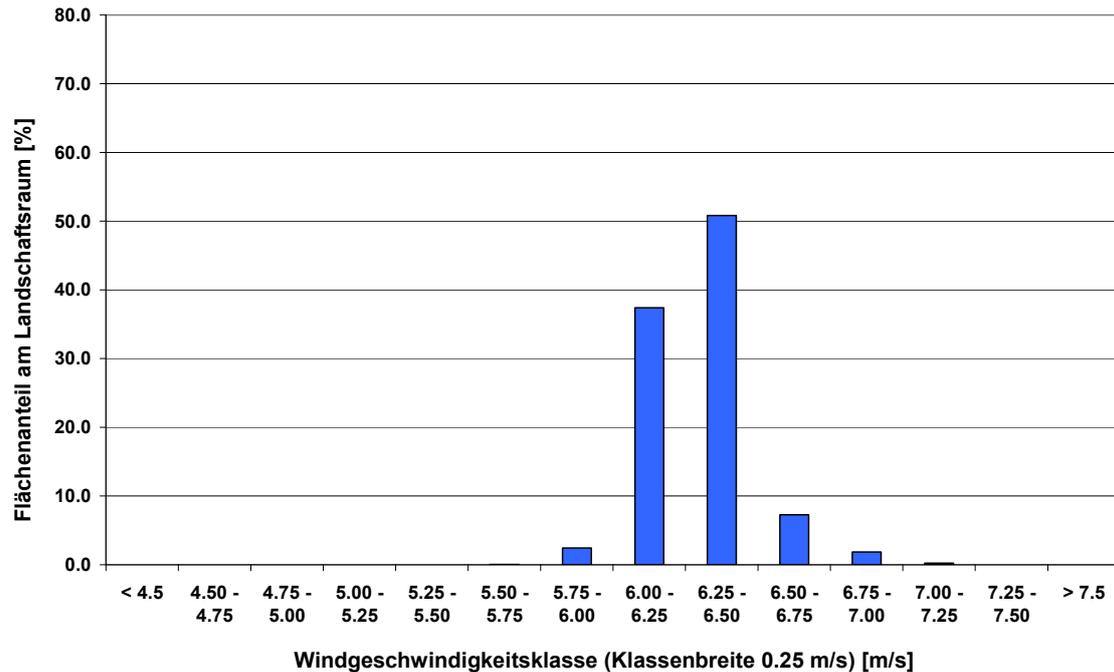


Abb. 11 Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation in 135 m über Grund in der Westfälischen Bucht und dem Westfälischen Tiefland

#### 4.2.4 Weserbergland

Das Weserbergland ragt keilförmig in das nordwestdeutsche Tiefland hinein. Es bleibt mit etwa 60 m bis 300 m über NN allgemein recht niedrig, nur stellenweise werden im südwestlichen Bereich Höhen über 400 m erreicht. Die langgestreckten Ketten des Teutoburger Waldes und des Wiehen- und Wesergebirges schließen eine Vielzahl unregelmäßig angeordneter Bergrücken, Platten, Becken und Täler ein. Große Bereiche werden intensiv landwirtschaftlich genutzt, der Anteil des Waldes bleibt bis auf die randlichen Bergketten verhältnismäßig gering. Kleinere Waldbereiche sind jedoch überall vorhanden.

Die simulierten mittleren Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund variieren im Landschaftsraum von 5.0 m/s bis 7.5 m/s und zeigen ein Mittel von 6.4 m/s. Abbildung 12 zeigt, dass die Variation der mittleren Windgeschwindigkeit im Landschaftsraum entsprechend der Reliefgliederung hoch ist. Allgemein nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit im südwestlichen Bereich mit Anstieg der Höhe über NN deutlich zu.

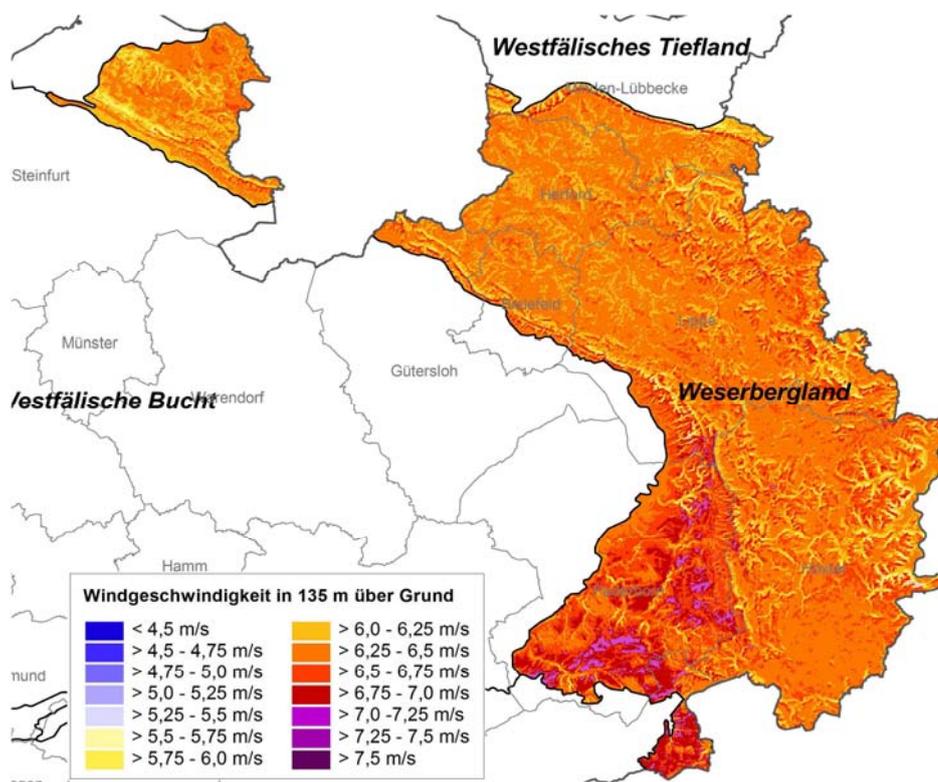


Abb. 12 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund im Weserbergland

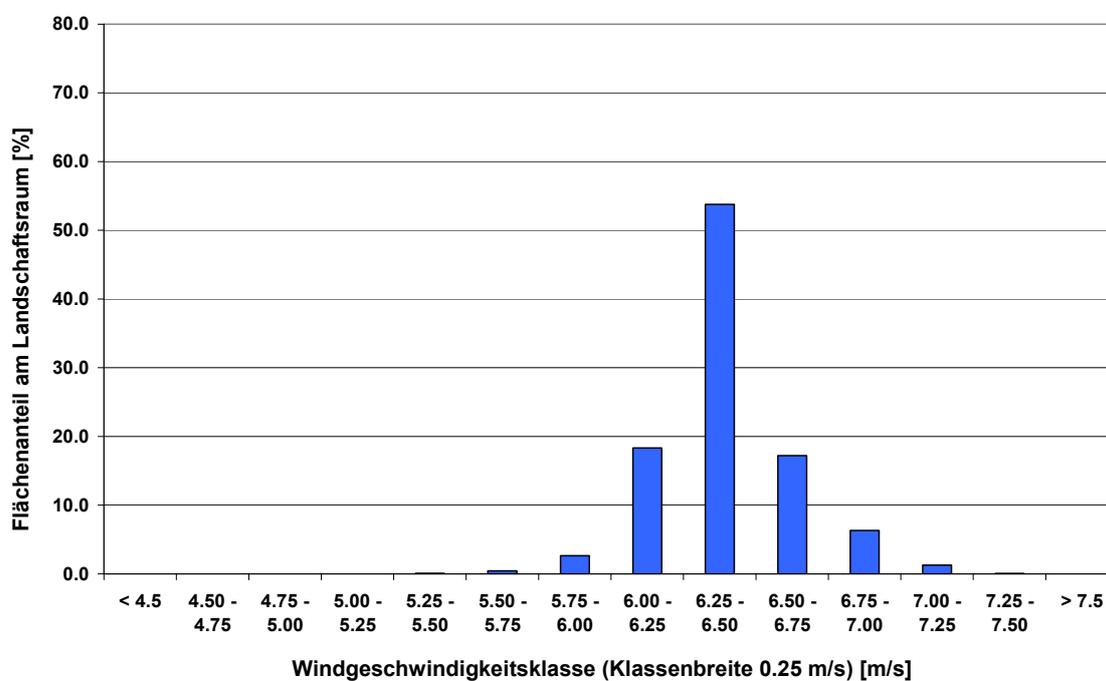


Abb. 13 Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation in 135 m über Grund im Weserbergland

#### 4.2.5 Eifel

Die Großlandschaft der Eifel ist aus den zu Nordrhein-Westfalen gehörenden Teilen der Osteifel, der Westeifel und des Vennvorlandes zusammengesetzt. Hinzu kommen kleine Teile des Mittelrheingebietes mit dem Siebengebirge. Das Mittelgebirge wird von ausgedehnten Hochflächen zwischen 200 m und 600 m Meereshöhe beherrscht, welche nur von einigen Härtlingszügen überragt werden. Die Eifel ist eine weitgehend bewaldete Mittelgebirgslandschaft. In Teilbereichen ist aber auch landwirtschaftliche Nutzung stark vertreten: in den niederschlagsreichen Hochlagen Grünland, in den Beckenlagen und der Voreifel Ackerland.

Die simulierten mittleren Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund variieren im Landschaftsraum von 4.7 m/s bis 7.5 m/s und zeigen ein Mittel von 6.7 m/s. Abbildung 14 zeigt, dass die mittlere Windgeschwindigkeit im Landschaftsraum entsprechend der topografischen Gliederung mit Tallagen und Bergkuppen sehr stark variiert. Während in den Tallagen die mittleren Windgeschwindigkeiten häufig unter 6 m/s liegen, herrschen über den Bergkuppen oftmals Werte über 7 m/s vor.

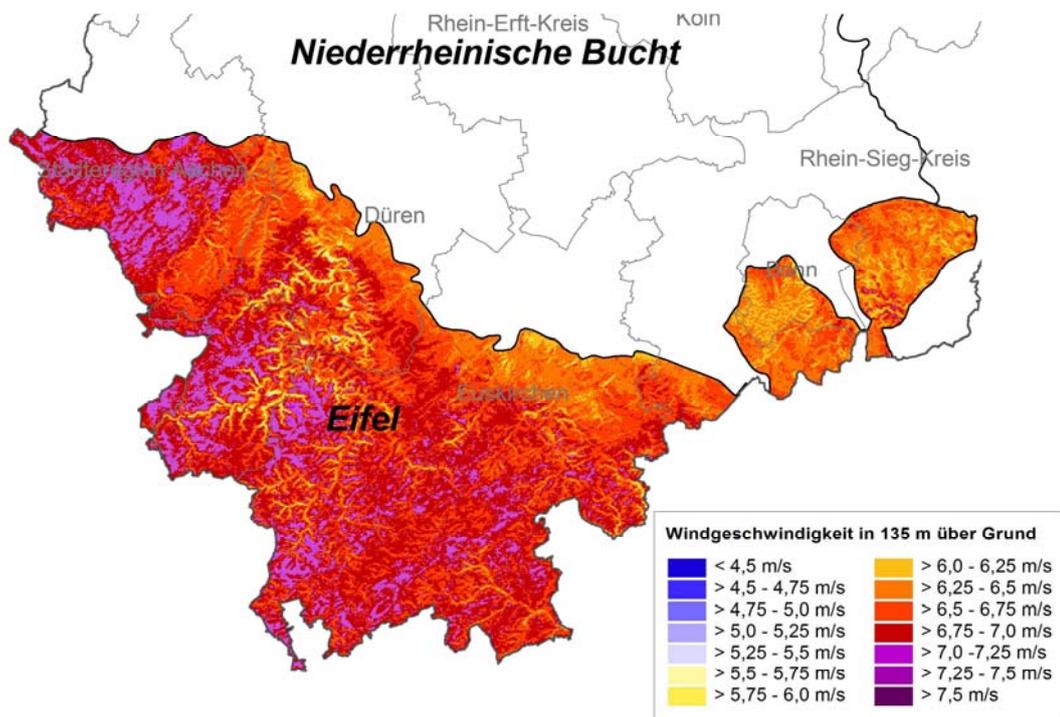


Abb. 14 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund in der Eifel

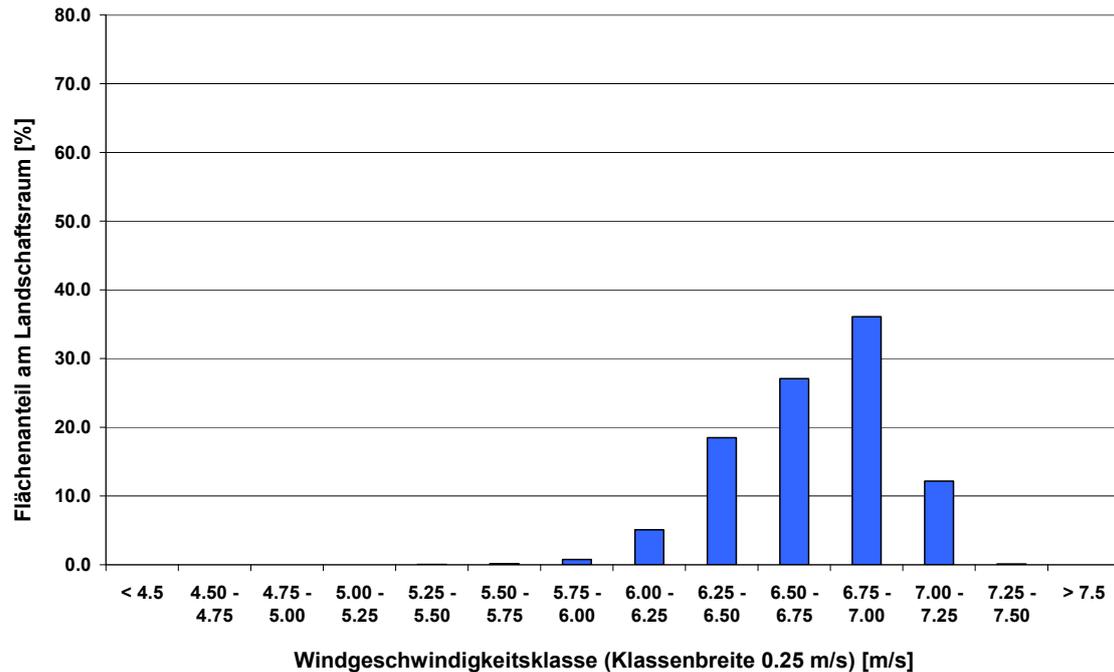


Abb. 15 Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation 135 m über Grund in der Eifel

#### 4.2.6 Süderbergland

Das Süderbergland mit seinen Teilräumen des Bergischen Landes und des Sauer- und Siegerlandes bildet das rechtsrheinische Gegenstück zur Eifel. Mit dem auf über 800 m Meereshöhe ansteigenden Rothaargebirge ragt das Süderbergland aber weiter und großräumiger in die Montanstufe hinein. Darüber hinaus ist es deutlich stärker gegliedert (Relief) als die Eifel. Das Süderbergland lässt sich als großes, relativ einheitliches Waldgebiet charakterisieren. Nur lokal nimmt das Ackerland größere Flächenanteile ein (nordöstliche Hochflächen). Die Talböden stehen zumeist unter Grünlandnutzung.

Es hat sich gezeigt, dass die hochaufgelöste Berechnung des Windfeldes in einem 100 x 100 Meter Raster insbesondere durch die kleinteilige Gliederung im Süderbergland unumgänglich war. Durch die hohe Auflösung können die Windfeldstrukturen auch in diesem Bereich adäquat abgebildet werden.

Die simulierten mittleren Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund variieren im Landschaftsraum von 4.5 m/s bis 7.4 m/s und zeigen ein Mittel von 6.3 m/s. Abbildung 16 zeigt, dass die Variation der mittleren Windgeschwindigkeit im Landschaftsraum durch die topografische Gliederung mit kleinen Tälern und vielen Kuppen zusammen mit der Eifel von allen Großlandschaften am größten ist. Allgemein lassen sich die höchsten Windgeschwindigkeiten über frei anströmbaren Kuppenlagen sowie im Bereich der nordöstlichen ackerwirtschaftlich genutzten Hochflächen finden. Die Windgeschwindigkeiten unter 6 m/s finden sich in der Regel in den Talbereichen wieder.

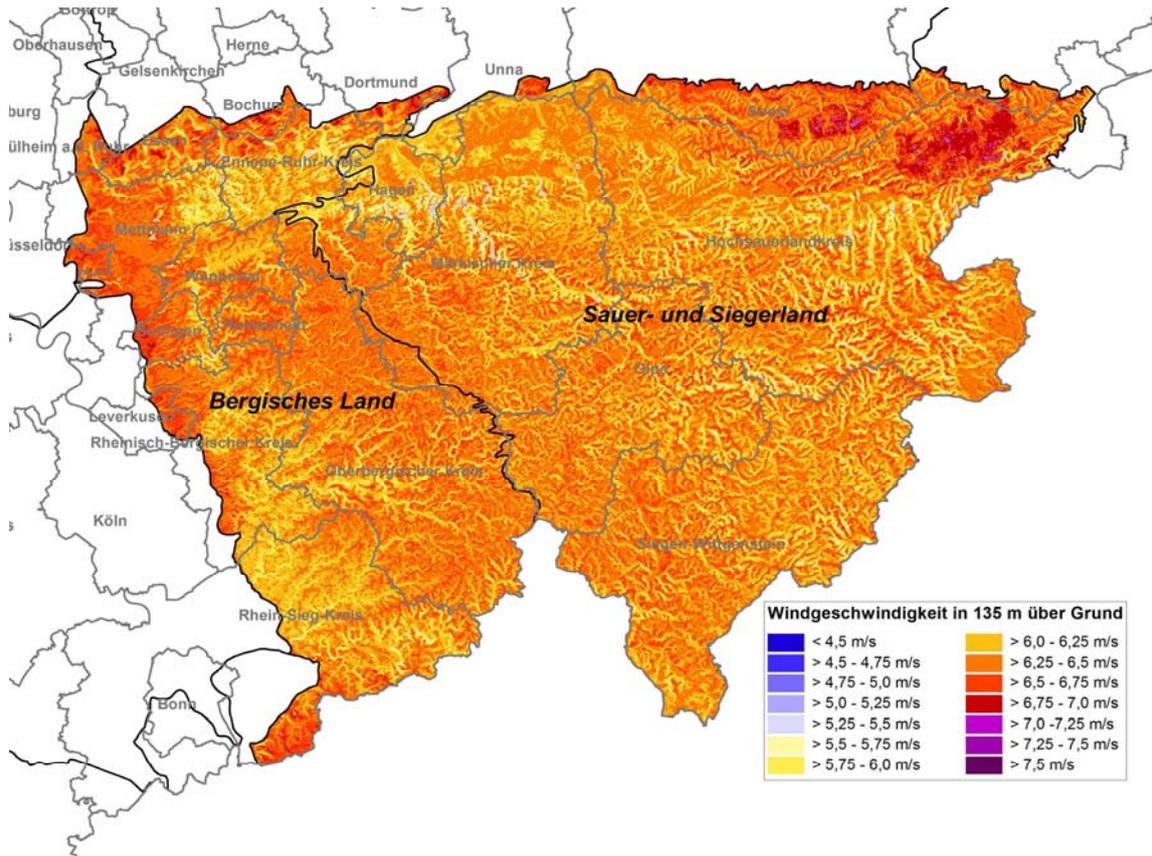


Abb. 16 Mittlere Windgeschwindigkeiten in 135 m über Grund im Süderbergland

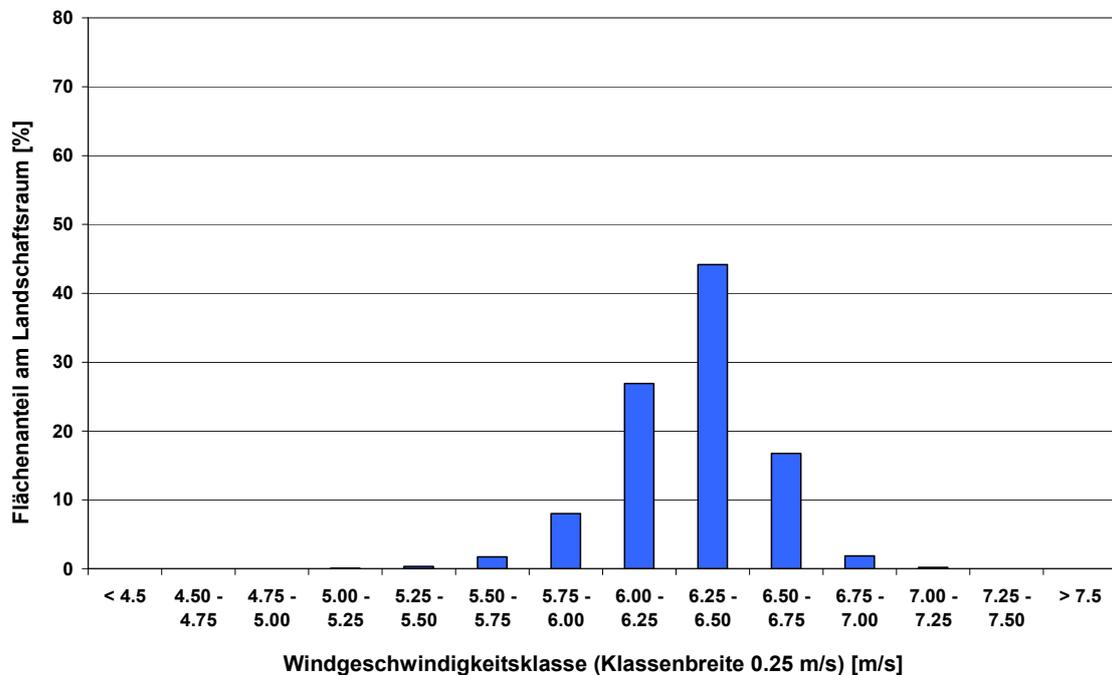


Abb. 17 Statistisches Ergebnis Windfeldsimulation 135 m über Grund im Süderbergland

#### 4.2.7 Modellunsicherheit

Grundsätzlich sind numerische Simulationen immer mit verschiedenen Unsicherheiten verbunden. Diese wurden im Rahmen einer Unsicherheitsberechnung quantifiziert (vgl. Abschnitt 3.1.1). und damit die Bandbreite des zu erwartenden Fehlers ermittelt. Für die einzelnen Großlandschaften ergeben sich die in Tabelle 9 aufgeführten Modellunsicherheiten (vgl. Abschnitt 3.1.1).

**Tab. 9 Modellunsicherheiten bei der Ermittlung des Windenergieertrags**

Großlandschaft	Modellunsicherheit in % des mittleren Energieertrags
Niederrheinisches Tiefland, Westfälische Bucht, Westfälisches Tiefland, Weserbergland	13,5
Eifel, Niederrheinische Bucht	15,0
Sieger-Sauerland, Bergisches Land	17,5

#### 4.2.8 Kurzzusammenfassung

Bereiche mit z. T. hervorragenden Windbedingungen lassen sich überwiegend im Bereich der Eifel, im Bereich weniger bewaldeten Hochflächen im östlichen Sieger-Sauerland und den anschließenden Hochflächen des Weserberglandes sowie im Bereich der Höhenrücken und Horste der Westfälischen Bucht und der Niederrheinischen Bucht finden.

Die berechneten Windfelder zeigen, dass bereits ab einer Höhe von 125 m über Grund die überwiegenden Flächenanteile in Nordrhein-Westfalen Windgeschwindigkeiten von größer als 6,0 m/s aufweisen und damit gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung mit modernen Windenergieanlagen der Multi-Megawatt-Klasse bieten. Lediglich kleine Niederungsbereiche, tiefe Einschnitte in den Mittelgebirgen oder Flächen direkt im Lee von Hindernissen zeigen niedrigere Windgeschwindigkeiten.

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass die Windverhältnisse mit zunehmender Höhe über Grund immer seltener einen limitierenden Faktor für den Ausbau der Windenergie in Nordrhein-Westfalen darstellen. Das Land Nordrhein-Westfalen ist selbst als Binnenland in den entsprechenden Höhen über Grund gut für die Windenergienutzung geeignet.

### 4.3 Technisches Potenzial

Aufbauend auf den Karten der mittleren Windgeschwindigkeit wurde das technische Potenzial in Form der spezifischen Energieleistungsdichte (vgl. Abschnitt 3.1.1) für die Höhen 100 m, 125 m, 135 m und 150 m über Grund dargestellt (Abbildungen 18 bis 21).

Unterschiedliche Windstärkeverteilungen bei gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit können deutlich voneinander abweichende Energieerträge liefern. Dies kann dazu führen, dass mittlere Windgeschwindigkeiten und Energieerträge nicht zwangsläufig miteinander korrelieren. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen: Eine mittlere Jahreswindgeschwindigkeit von 6 m/s kann sowohl bedeuten, dass der Wind das ganze Jahr konstant mit 6 m/s weht, oder aber es tritt ein halbes Jahr eine Windgeschwindigkeit von 12 m/s und ein halbes Jahr Windstille auf. Im zweiten Fall würde eine Windenergieanlage aber viermal mehr Energie produzieren – bei gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit! Aufgrund des kubischen Zusammenhangs zwischen Windgeschwindigkeit und Energiegehalt sind je nach Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Geschwindigkeiten bei gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit durchaus unterschiedliche Windleistungen möglich, die die Windstärkeverteilung ja berücksichtigt.

Der Windgutachterbeirat des BWE empfiehlt daher, sowohl zur Beurteilung von Standorten im Zuge von Windgutachten als auch bei der Ausweisung von Potenzialflächen neben der mittleren Windgeschwindigkeit grundsätzlich auch die mittlere Energieleistungsdichte als Beurteilungsgröße anzugeben und heranzuziehen.

Die Darstellung der spezifischen Energieleistungsdichte im Energieatlas NRW ermöglicht es, unter Hinzunahme einer konkreten Windenergieanlage, spezifische Erträge abzuleiten.

Eine Beschreibung der räumlichen Verteilung der spezifischen Leistungsdichte findet im Folgenden nicht statt, da sich die Aussagen mit denen der Windfeldbeschreibung ähneln. Eine allgemeine Bewertung der Energieleistungsdichte kann mit den Angaben in Tabelle 10 durchgeführt werden.

**Tab. 10 Allgemeine Bewertung der Energieleistungsdichte**

Energieleistungsdichte [W/m <sup>2</sup> ]	Allg. Bewertung der Standorteignung
> 170	ehem. 60%-Schwelle gem. EEG
< 200	geringes Potenzial
200 – < 250	mäßiges Potenzial
250 – 300	gutes Potenzial
> 300	sehr gutes Potenzial

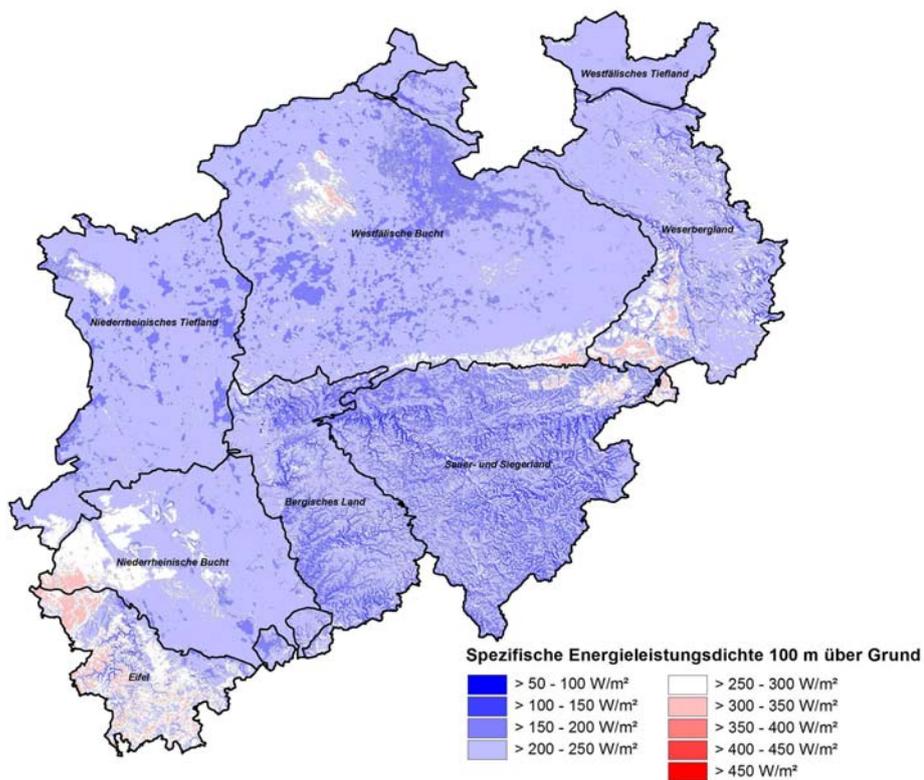


Abb. 18 Spezifische Energieleistungsdichte in 100 m über Grund

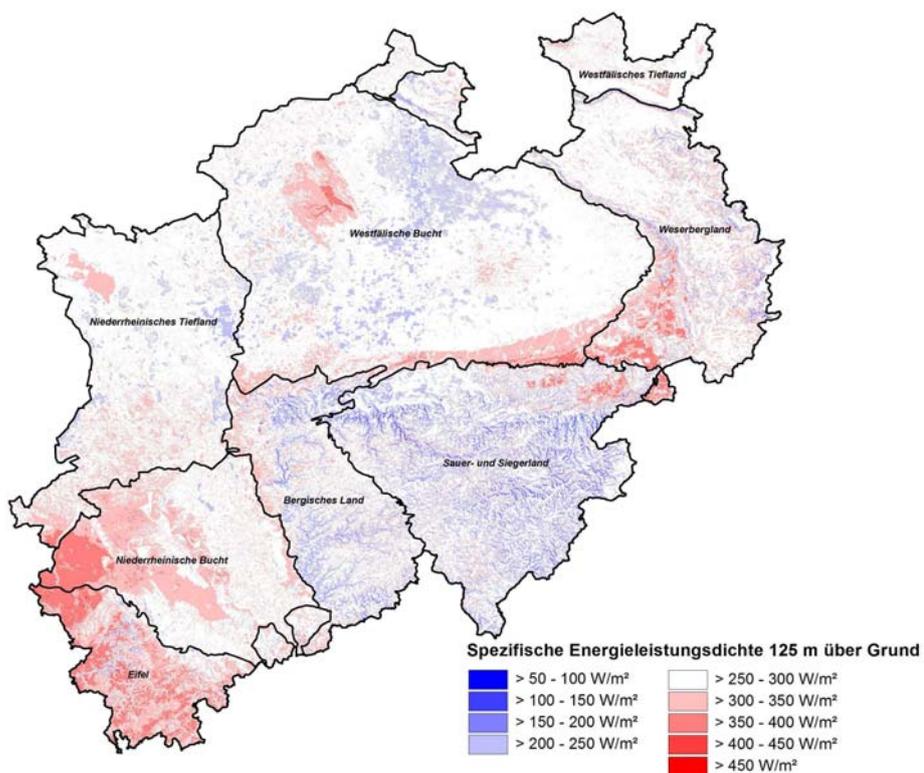


Abb. 19 Spezifische Energieleistungsdichte in 125 m über Grund

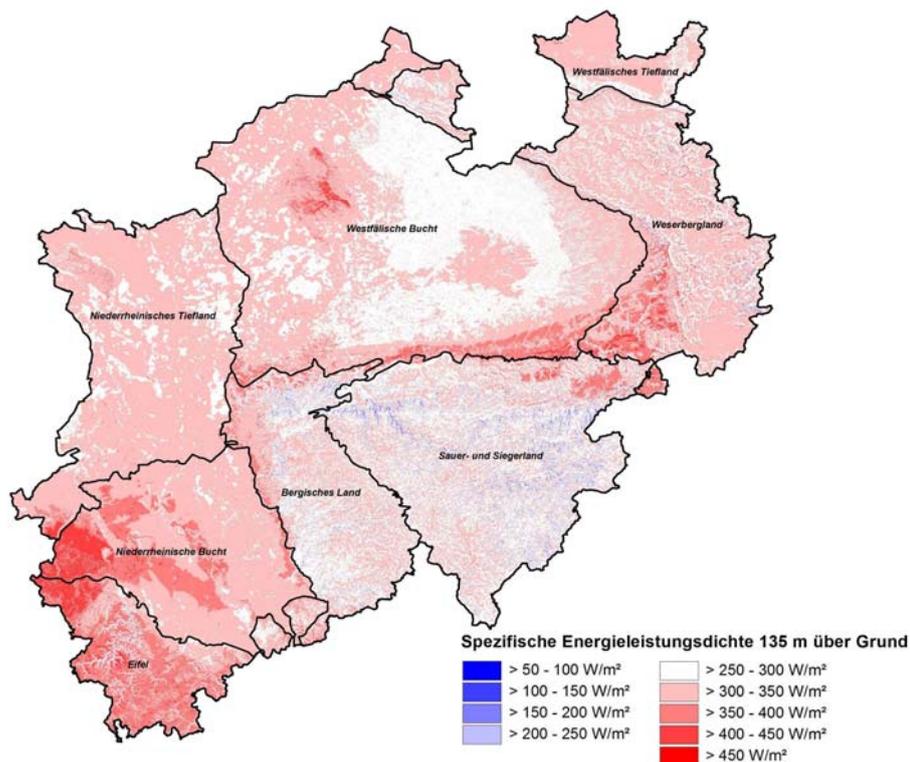


Abb. 20 Spezifische Energieleistungsdichte in 135 m über Grund

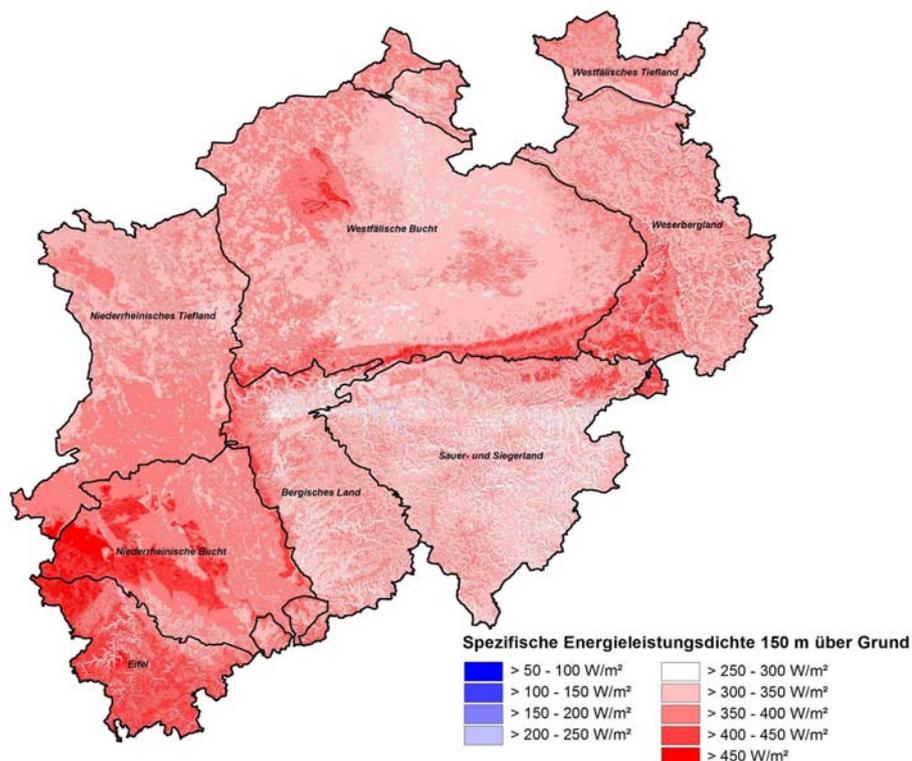


Abb. 21 Spezifische Energieleistungsdichte in 150 m über Grund

## 5 Flächenanalyse

Durch Windenergieanlagen können potenziell negative Umweltauswirkungen hervorgerufen werden. Um diese Umweltauswirkungen im Vorfeld zu vermeiden bzw. zu minimieren, wurden diejenigen Flächen ausgeschlossen, die einer Nutzung der Windenergie entgegenstehen. Alle diejenigen Flächen, die hierdurch nicht betroffen sind, stehen somit aus Landessicht erst einmal grundsätzlich zur Verfügung.

Im Folgenden werden zunächst die Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche dargestellt und erläutert. Im zweiten Teil dieses Kapitels werden die Ausschluss- und Einzelfallprüfungsflächen nach drei Szenarien überlagert. Die dabei ermittelten Flächen werden im dritten Teil dieses Kapitels einer schalloptimierten Berechnung unterzogen.

### 5.1 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche

Aufbauend auf den aktuellen Rahmenbedingungen und den aktuell verfügbaren Daten wurden Ausschlussbereiche (harte Tabuflächen) und Einzelfallprüfungsbereiche (Bereiche, für die eine Einzelfallprüfung durchzuführen ist) in einem Kriterienkatalog definiert.

Die angewendeten Kriterien der Raumanalyse wurden anhand der Raumnutzungen „Siedlung“, „Infrastruktur“, „Gewässer“, „Natur und Landschaft“ und „Wald“ gegliedert. Der vollständige Kriterienkatalog ist Anhang 1 zu entnehmen. Abbildung 22 stellt schematisch die Vorgehensweise bei der Flächenanalyse dar.

Gleichwohl sei an dieser Stelle erwähnt, dass durch die zukünftige Aufgabe von Flächennutzungen, wie beispielsweise bei Liegenschaften der belgischen und britischen Streitkräfte, Konversionsflächen oder alten Flughäfen, zukünftig Flächen, die in dieser Studie aktuell von den Potenzialen ausgeschlossen werden, eventuell für eine Windenergienutzung frei werden könnten und damit zusätzliche Potenziale zu den in dieser Studie ermittelten Ergebnissen bieten könnten.

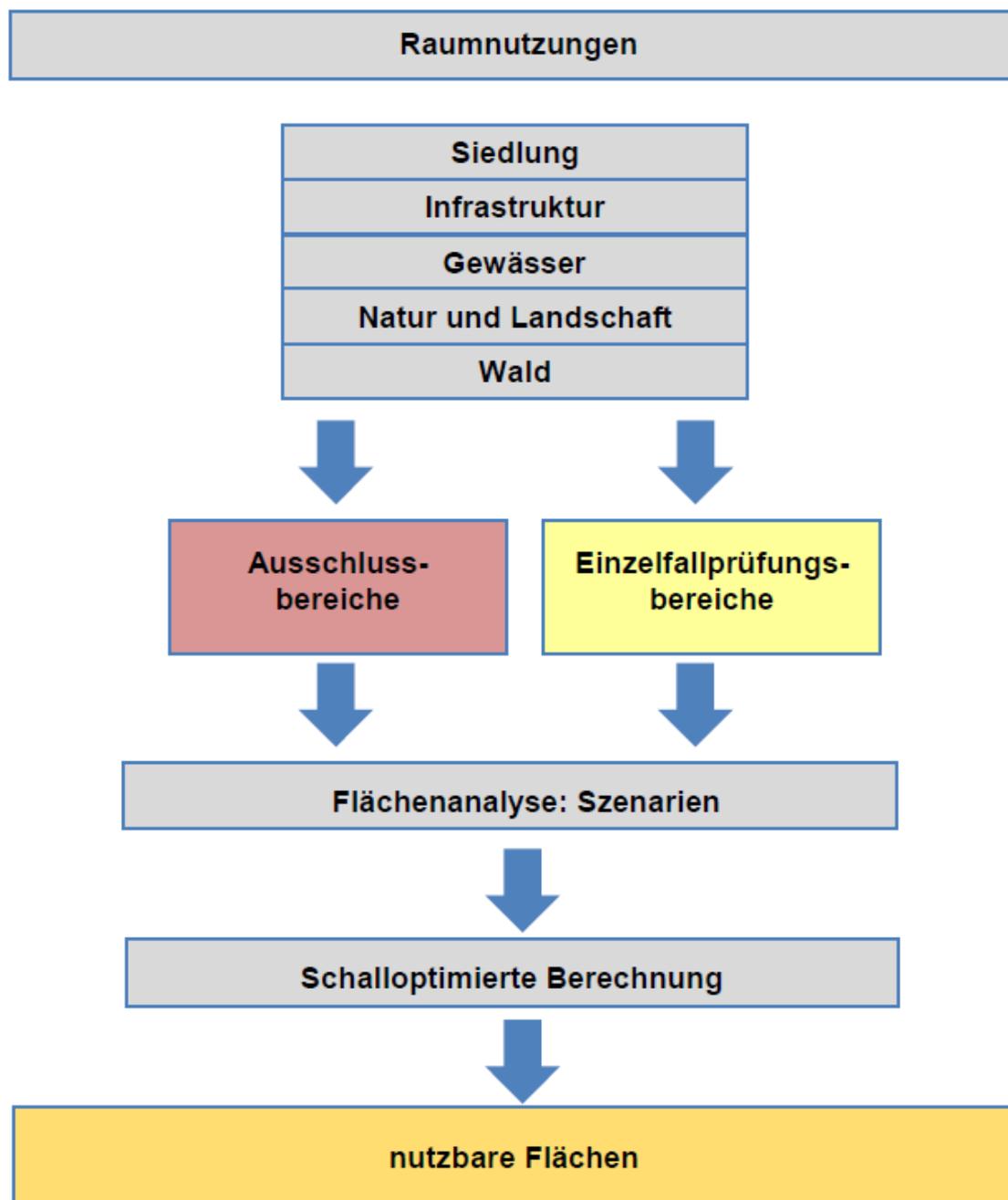


Abb. 22 Ablaufschema der Flächenanalyse

### 5.1.1 Siedlung

Im Allgemeinen Siedlungsbereich (ASB) sind Ausweisungen von Gebieten für die Windenergienutzung gemäß WEE 3.2.4.3 nicht zulässig. Aufgrund der Lärmimmission und der bedrängenden Wirkung von WEA werden daher die ASB inklusive eines 600 m-Pufferbereichs im Rahmen der Studie als Ausschlussbereich ausgeschlossen (vgl. Anhang 1). Die Datengrundlage wird den aktuellen Regionalplänen entnommen. Im Regierungsbezirk Münster wurde für die ASB-Flächenkulisse der neu aufgestellte, aber noch nicht genehmigte

Regionalplan verwendet, da dieser deutliche Veränderungen zum alten Plan aufweist und somit näher an die neuen endgültigen Ausweisungen heranreicht als der derzeit gültige Plan.

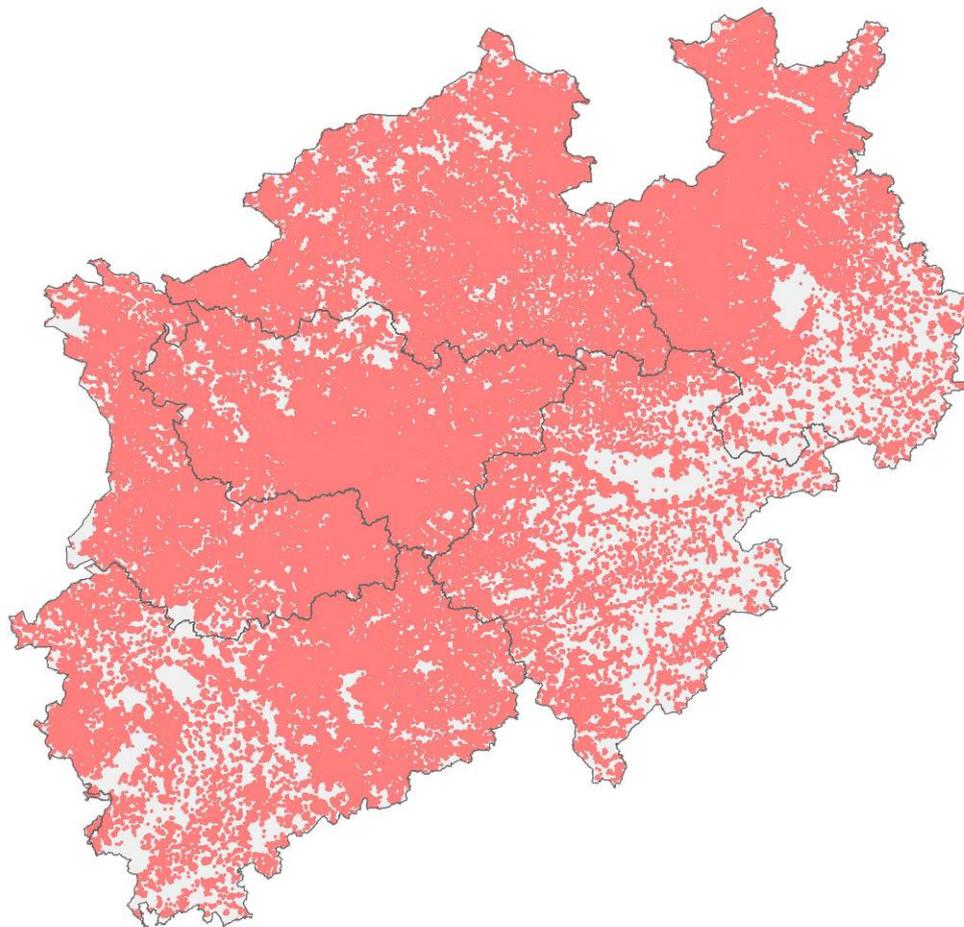
Für die Wohnnutzung im Außenbereich wurde ein 450 m-Puffer als Ausschlussbereich festgelegt. Als Datengrundlage wurden die Gebäude gemäß ALK-Datensatz (Datenquelle: GEObasis.NRW) genutzt. Den Gebäudetypen in Tabelle 11 wurde eine temporäre oder dauerhafte Wohnnutzung zugeordnet:

**Tab. 11 Gebäudetypen mit einer temporären oder dauerhaften Wohnnutzung (Datenbasis ALK, Quelle: Geobasis.NRW)**

Allgemeinbildende Schule	Kindergarten, Kindertagesstätte
Arbeitnehmerwohnheim, Schwesternwohnheim	Kinderheim
Behelfsmäßiges Wohngebäude	Krankenhaus
Beherbergung, allgemein	Landwirtschaftliches Wohn- und Betriebsgebäude
Berufsschule, Fachschule, Volkshochschule	Landwirtschaftliches Wohngebäude
Campingplatzgebäude	Öffentliches Gebäude mit Wohnungen
Doppelhaus	Reihenhaus
Einzelhaus	Sanatorium
Ferienhaus	Schloss, Burg
Forsthaus	Schullandheim
Freistehender Wohnblock	Seniorenwohnhaus, Seniorenheim
Freizeitheim, Dorfgemeinschaftshaus, Bürgerhaus	Studentenwohnheim, Schülerwohnheim
Fremdenheim	Wohn- oder öffentliches Gebäude, allgemein
Gaststätte	Wohnblock in geschlossener Bauweise
Gemeindehaus, Küsterei	Wohngebäude mit Gewerbe und Industrie
Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnungen	Wohngebäude mit Handel und Dienstleistung
Gruppenhaus	Wohngebäude soweit nicht OS 1311-1398
Heilanstalt, Pflegeanstalt	Wohnhaus, allgemein
Hochhaus	Wohnhaus in Reihe
Hotel, Pension	Wohnheim, allgemein
Jugendherberge	Wohnheim, soweit nicht OS 1371-1377
Justizvollzugsanstalt	

Im Baugesetzbuch ist das Gebot der Rücksichtnahme verankert. Wenn eine Windenergieanlage zu nah an einer Wohnbebauung errichtet wird, kann die Anlage eine „optisch bedrängende Wirkung“ verursachen. Grundsätzlich geht die Rechtsprechung davon aus, dass eine optisch bedrängende Wirkung dann nicht gegeben ist, wenn zwischen Wohngebäude und Windenergieanlage ein Abstand eingehalten ist, der das Dreifache der Gesamthöhe der Windenergieanlage beträgt (OVG NRW, Urteil vom 09.08.2006 - 8 A 3726/05, bestätigt durch den Beschluss des BVG vom 23.12.2010 - 4 B 36/10). Ist der Abstand einer Windenergieanlage zu einem Wohnhaus kleiner als das Zweifache der Gesamthöhe der Anlage, ist nach der Rechtsprechung in der Regel von einer optisch bedrängenden Wirkung auszugehen. Beträgt der Abstand zwischen der Anlage und dem Wohnhaus zwischen dem Zwei- und dem Dreifachen, bedarf es einer besonders intensiven Prüfung des Einzelfalls, ob eine optisch bedrängende Wirkung auftritt.

Zur Berücksichtigung der optisch bedrängenden Wirkung der Windenergieanlagen wurden im Rahmen der Arbeitsgruppe ein 600 m-Puffer um die ASB und ein 450 m-Puffer um die Einzelgehöfte im Außenbereich festgelegt. Der Anspruch an die Regelungen zur Vermeidung optisch bedrängender Wirkungen wird somit im Falle der ASB-Flächen bei einer Anlagenhöhe von 185 m (vgl. Tab. 4) mit einem 600 m-Puffer voll erfüllt, im Außenbereich wird mit einem Puffer von 450 m diesem Aspekt mit dem ca. 2,5-fachen der Gesamthöhe Rechnung getragen.



**Abb. 23** ASB und Wohnnutzung im Außenbereich mit 600 m bzw. 450 m-Puffer (rote Flächen)

Zur Berücksichtigung des Aspektes „Schallimmissionen“ werden die ermittelten restriktionslosen Bereiche in einem späteren zusätzlichen Schritt einer schalloptimierten Berechnung unterzogen. In deren Ergebnis werden Flächen außerhalb der Siedlungspufferflächen festgelegt, auf denen ein Betrieb unter Einhaltung der Lärmgrenzwerte möglich ist (vgl. Kap. 3.1.2.3).

Die Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche (GIB) werden gemäß WEE Nr. 3.2.4.2 in der Potenzialanalyse als Einzelfallprüfungsbereiche berücksichtigt. In der Potenzialanalyse werden nur die GIB für flächenintensivere Großvorhaben berücksichtigt, da hier eine sinnvolle Bündelung von Windenergieanlagen in einem Windpark erreicht werden kann. Die Datengrundlage wurde den Regionalplänen entnommen. Da hier nur ein sehr geringes Potenzial gesehen wird, werden die GIB-Flächen bei der Potenzialberechnung als Restriktion betrachtet und somit im Weiteren von den Potenzialflächen ausgeschlossen.

### 5.1.2 Infrastruktur

Windenergieanlagen entlang von Infrastrukturachsen eignen sich aufgrund der Vorbelastung besonders für die Windenergienutzung, wobei jedoch rechtliche Bestimmungen zu beachten sind. Als Ausschlussbereiche wurden in der Potenzialanalyse ausgeschlossen (vgl. Anhang 1):

- Bundesautobahnen inklusive 40 m anbaufreie Zone,
- Bundesstraßen inklusive 20 m anbaufreie Zone,
- Elektrifizierte Bahnstrecken inklusive 100 m-Sicherheitsstreifen,
- Freileitungen inklusive 100 m-Sicherheitsstreifen,
- Flughäfen / Flugplätze (bauliche Anlagen).

Die Straßen- und Eisenbahndaten wurden dem Digitalen Landschaftsmodell (DLM) entnommen, da hier eine Unterteilung in Autobahn, Bundes-, Landes- und Kreisstraße gegeben ist. Um den Straßen- bzw. Bahnkörper zu ermitteln, wurden die Linien zunächst mit 40 m für Autobahnen und 20 m für Bahn und sonstige Straßen gepuffert. Die Freileitungen wurden gemäß DLM berücksichtigt. Aufgrund von fehlenden Daten zu den baulichen Anlagen der Flughäfen / Flugplätze werden hier die Flughafenflächen gemäß Regionalplanung abgebildet.

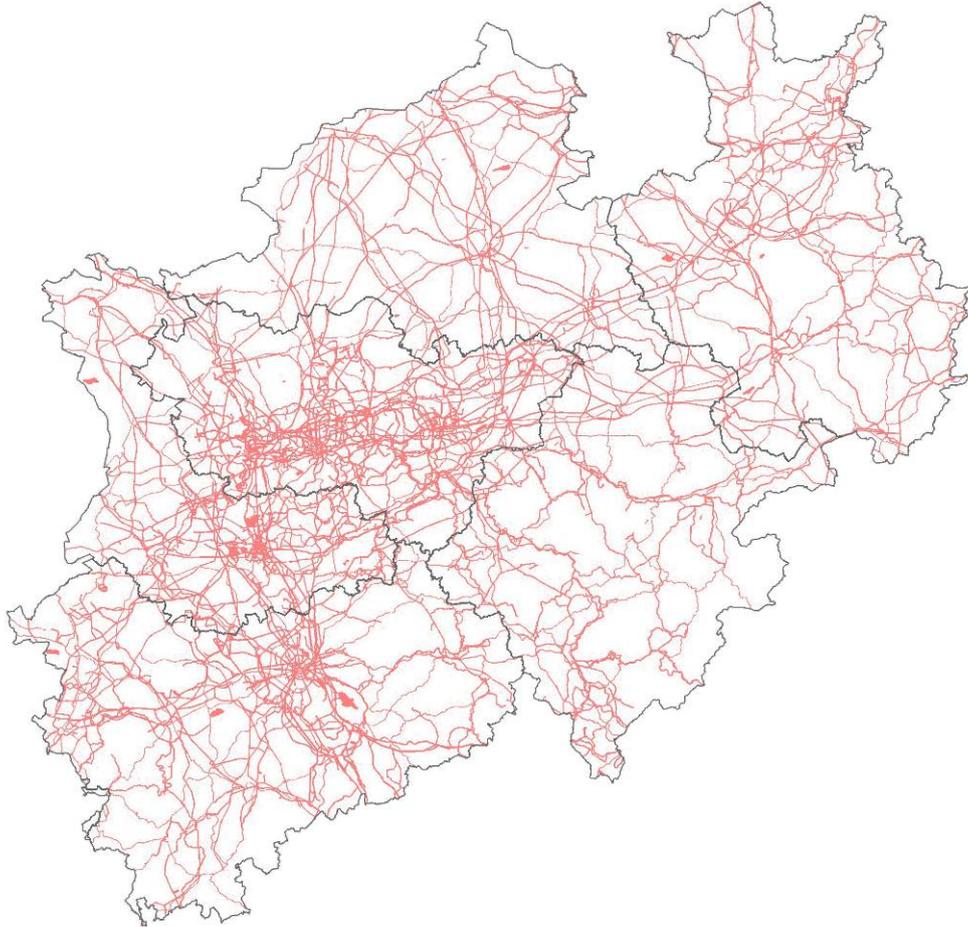
Als Einzelfallprüfungsbereiche werden in der Potenzialanalyse berücksichtigt:

- 4 km-Puffer um den Startbahnmittelpunkt von Flughäfen sowie ein 1,5 km-Puffer um Landeplätze und Segelfluggelände,
- Abgrabungsbereiche inklusive Nachnutzung (BSAB),
- Flächen, auf denen aktuell Braunkohletagebau stattfindet (Genehmigung bis 2030).

Da keine Daten zu den Startbahnmittelpunkten zur Verfügung stehen, wurde als erste Annäherung ein Punkt mittig auf jede Start-/Landebahn gesetzt. Die BSAB-Flächen wurden den Regionalplänen entnommen. Für den Braunkohletagebau wurden die Rahmenbetriebspläne von RWE-Power ausgewertet.

Folgende Einzelfallprüfungsbereiche stellen kein absolutes rechtliches Hindernis dar bzw. lassen keine signifikanten Einschränkungen bei der Ermittlung geeigneter Potenzialflächen für die Windenergie erwarten. Diese Flächen werden daher nicht als Restriktion im Rahmen der hier vorgelegten landesweiten Potenzialberechnung, sondern als nutzbare Flächen berücksichtigt:

- 40 – 100 m-Puffer zur Bundesautobahn (Zustimmungspflicht der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich)
- 20 – 40 m-Puffer zur Bundesstraße (Zustimmungspflicht der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich)
- Landes- und Kreisstraßen (außerhalb von Ortslagen) inklusive 40 m-Puffer (Zustimmungspflicht der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich)
- Nachnutzung von Aufschüttungen und Ablagerungen (z.B. Halden)
- Flächen, vorlaufend zum Braunkohletagebau (temporäre Nutzung; Genehmigung ab 2030)
- Rekultivierte Braunkohletagebauflächen



**Abb. 24**      **Ausschlussbereiche Infrastruktur**

### 5.1.3 Gewässer

Nach dem WEE sind bestimmte Gewässer und Schutzzonen grundsätzlich von der Windenergienutzung ausgenommen.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden als Ausschlussflächen ausgeschlossen (vgl. WEE 8.2.2):

- stehende und fließende Gewässer und
- Wasser- und Heilquellenschutzgebiete (WSG / HQSG) der Schutzzone I.

Für stehende und große fließende Gewässer liegen flächenscharfe Abgrenzungen in der Datengrundlage der Gewässerstationierungskarte vor, die entsprechend übernommen wurden.

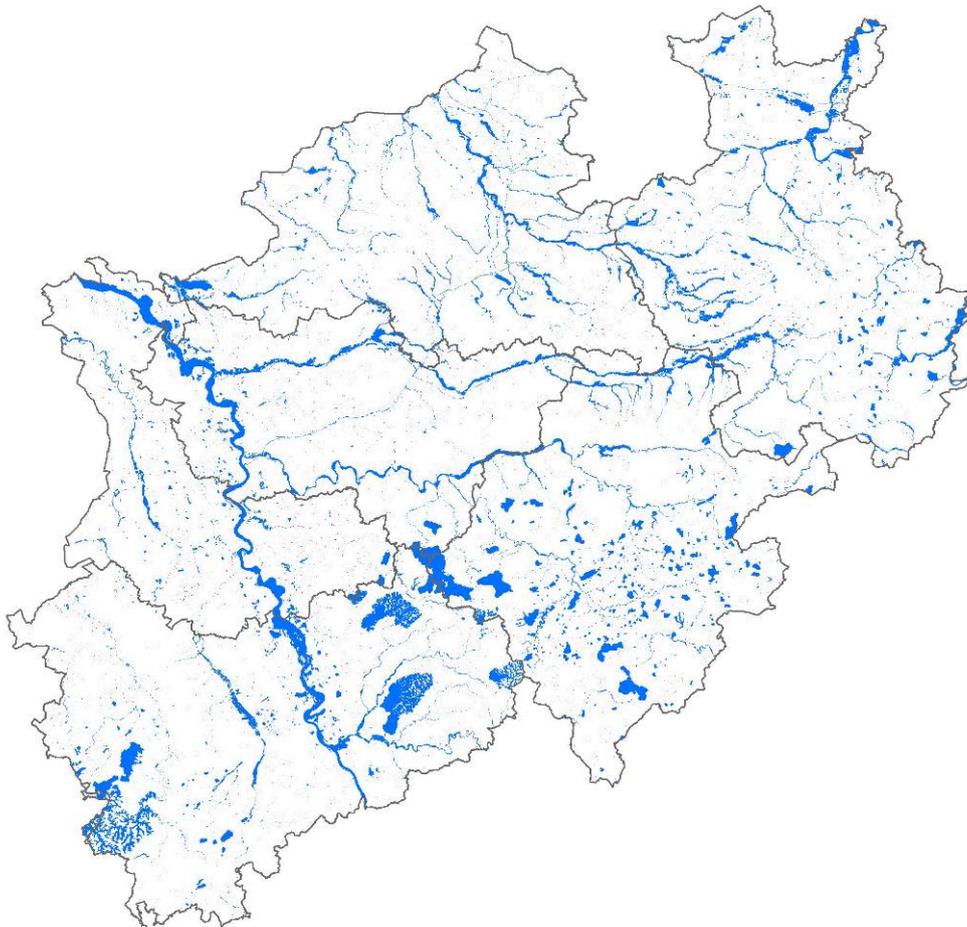
Für mittlere und kleine Fließgewässer hingegen liegen landesweit nur die Gewässerachsen sowie die dazugehörigen Breitenklassen vor. Um auch diesen Gewässern eine Fläche zuordnen zu können, wurden die Breitenklassen verwendet. Dabei wurde den Breitenklassen 0 bis 3 m sowie 3 bis 6 m pauschal eine Gewässerbreite von 3 m und den Breitenklassen 6 bis 12 m sowie größer 12 m eine Gewässerbreite von 12 m zugewiesen.

Im Einzelfall sind Windenergieanlagen in folgenden Bereichen möglich, die im Rahmen der Studie als Restriktionsflächen (Einzelfallprüfung) angesehen werden (vgl. WEE 8.2.2):

- (vorläufig gesicherte) Überschwemmungsgebiete (ÜSG),
- Wasser- und Heilquellenschutzgebiete (WSG/HQSG) der Schutzzone II.

In Überschwemmungsgebieten nach § 78 Abs. 1 WHG sowie in vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebieten nach § 78 Abs. 6 WHG ist die Errichtung von WEA als Ausnahmeentscheidung nach § 78 Abs. 2 ff möglich. Grundsätzlich werden Überschwemmungsgebiete in den Regionalplänen in Überschwemmungsbereiche überführt. Bei hochwassergerechtem Bau des Untergrunds und des Bauwerks selbst sowie einem entsprechenden Retentionsausgleich für den in Anspruch genommenen Raum im ÜSG mögen im Einzelfall die Rahmenbedingungen für die Zulässigkeit gegeben sein. Eine Überprüfung dieser Bereiche im Einzelfall ist notwendig.

Die Errichtung von WEA in WSG und HQSG innerhalb der Schutzzone II wird in vielen Fällen nicht möglich sein, da sie in den Schutzgebietsverordnungen als Baumaßnahme verboten sind (oft an Trinkwassertalsperren), es sei denn, sie werden als Ausnahme dort zugelassen. Diese Prüfung kann jedoch nur im Einzelfall durchgeführt werden.



**Abb. 25** Stehende und fließende Gewässer, WSG / HQSG Schutzzonen I+II, (vorläufig gesicherte) Überschwemmungsgebiete

Im Rahmen der Potenzialberechnung werden nicht berücksichtigt:

- Puffer an Gewässern bzw. Gewässerrandstreifen,
- WSG und HQSG Schutzzonen III, IIIA

Die Abstandspuffer entlang von Gewässern sowie die Gewässerrandstreifen wurden im Rahmen der Potenzialstudie nicht berücksichtigt, da diese nur im Einzelfall detailliert abgegrenzt und berücksichtigt werden können.

In den Schutzzonen III und III A WSG und HQSG wird in der Studie davon ausgegangen, dass mit der Errichtung von Windenergieanlagen in den jeweiligen Schutzgebietsbestimmungen durchaus ein Potenzial besteht. Die Flächen sollten daher nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Diese pauschale Betrachtung ist jedoch im Einzelfall bei der konkreten Flächenausweisung und Standortplanung zu überprüfen.

## 5.1.4 Natur und Landschaft

### 5.1.4.1 Naturschutzrechtlich geschützte Bereiche

Innerhalb der schützenswerten Bereiche von Natur und Landschaft sind die naturschutzrechtlich geschützten Flächen nach dem WEE grundsätzlich von der Windenergienutzung ausgenommen. Im Rahmen der Studie wurden daher folgende naturschutzrechtlich geschützte Bereiche als Tabubereiche ausgeschlossen (vgl. Anhang 1):

- Nationalparke,
- Naturschutzgebiete,
- gesetzlich geschützte Biotop gem. § 30 BNatSchG / § 62 LG,
- FFH-Gebiete und
- Vogelschutzgebiete.

Die Unterschutzstellung dieser Gebiete dient grundsätzlich der Abwehr von Gefahren für Natur und Landschaft (vgl. BVerG, Urt. V. 12.12.2003 – 4 CN 10.02). Die wesentlichen Aufgaben der Schutzgebiete sind der Schutz der biologischen Vielfalt auf allen Ebenen, Schutz des Naturerbes, Schutz des Kulturerbes, Schutz von Kulturlandschaften oder ganzen anthropogenen Ökosystemen, Grundlagen- und angewandte Forschung, Erholung, Informationen und Umweltbildung, Monitoring von Umweltveränderungen, Schutz abiotischer Ressourcen und eine Vorbildfunktion für die ökologische nachhaltige Landnutzung (SSYMANK o.J.). Da von der Windenergienutzung Gefahren ausgehen, die geeignet sind, diese Schutzziele nachhaltig zu beeinträchtigen, dient die Freihaltung dieser Gebiete von der Windenergienutzung letztendlich der Gefahrenabwehr.

Im Einzelfall ist nach dem WEE 2011 innerhalb bestimmter Ausweisungen bzw. innerhalb naturschutzrechtlich geschützter Bereiche eine Windenergienutzung möglich. Im Rahmen der Studie werden folgende Ausweisungen als Einzelfallprüfungsbereiche betrachtet:

- Bereiche zum Schutz der Natur (BSN) und
- 300 m-Puffer um Naturschutzgebiete, FFH- und VS-Gebiete.

Die regionalplanerischen „Bereiche zum Schutz der Natur“ konkretisieren die „Gebiete für den Schutz der Natur“ des LEP und dienen der Sicherstellung des regionalen Biotopverbundes und damit der räumlichen und funktionalen Vernetzung von Lebensräumen. Innerhalb der Flächenkulisse der BSN liegen in der Regel die schützenswerten Bereiche von Natur und Landschaft. Die Bereiche zum Schutz der Natur kommen wegen ihrer besonderen Schutzbedürftigkeit für die Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung nicht in Betracht und sind daher im WEE (vgl. WEE 3.2.4.3) als Tabuflächen eingestuft. Dennoch ist laut WEE im Einzelfall ausnahmsweise unter den Voraussetzungen des LEP eine Windenergienutzung denkbar (LEP Ziel B III 2.22: *„Gebiete für den Schutz der Natur (...) dürfen für Nutzungen (...) nur in Anspruch genommen werden, wenn die angestrebte Nutzung nicht an anderer Stelle realisierbar ist, die Bedeutung der Gebiete dies zulässt und der Eingriff auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt wird.“*). Im Kriterienkatalog konnten die BSN daher

nicht eindeutig als Ausschluss- oder Einzelfallprüfungsfläche eingestuft werden. Im Rahmen der Potenzialberechnung werden die BSN-Flächen als Einzelfallprüfungsbereiche betrachtet.

Die Größe der zu berücksichtigenden Pufferzone um die Schutzgebiete ist abhängig von den Erhaltungszielen und Schutzzwecken des jeweiligen Schutzgebietes. Der WEE 2011 definiert eine Pufferzone von in der Regel 300 m, sofern die Schutzgebiete dem Schutz von Fledermausarten oder europäischen Vogelarten dienen bzw. bei europäischen Vogelschutzgebieten. Im Einzelfall kann in Abhängigkeit von den Erhaltungszielen oder dem Schutzzweck ein niedrigerer oder höherer Abstandswert möglich sein (vgl. WEE 8.1.4). Ein höherer Schutzabstand kann z.B. dann der Fall sein, wenn die Erhaltungsziele oder der Schutzzweck windenergiesensible Arten beinhalten. Auf eine Pufferzone kann möglicherweise im Einzelfall dann verzichtet werden, wenn das Gebiet ausschließlich dem Schutz eines bestimmten Lebensraumtyps gilt.

Die Erhaltungsziele und der Schutzzweck der einzelnen Gebiete sind im Rahmen der landesweiten Studie nicht überprüfbar. Hier ist eine Überprüfung und Korrektur der Schutzabstände im Einzelfall notwendig. Für die NSG, FFH- und Vogelschutzgebiete wird innerhalb der Potenzialanalyse pauschal unterstellt, dass diese i. d. R. dem Schutz windenergieempfindlicher Tierarten dienen und daher eine Pufferzone von 300 m als Einzelfallprüfungsbereich betrachtet wird. Auf regionaler und kommunaler Ebene ist diese verallgemeinernde Annahme auf Grundlage der jeweiligen Schutzgebiete, deren Erhaltungszielen und dem Schutzzweck jedoch zu konkretisieren.

Im Rahmen der hier vorgelegten landesweiten Potenzialberechnung werden folgende Aspekte nicht als Restriktion (Einzelfallprüfung), sondern als nutzbare Flächen berücksichtigt:

- Bereiche für den Schutz der Landschaft und die landschaftsorientierte Erholung (BSLE), regionale Grünzüge,
- Landschaftsschutzgebiete,

Die Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung in festgelegten Bereichen für den Schutz der Landschaft und die landschaftsorientierte Erholung (BSLE) sowie in regionalen Grünzügen ist im Einzelfall möglich, wenn die Windenergienutzung mit der konkreten Schutzfunktion des jeweiligen Bereiches vereinbar ist. Dies kann beispielsweise in Teilbereichen großräumiger BSLE mit einer weniger hochwertigen Funktion für Naturschutz und Landschaftspflege und die landschaftsorientierte Erholung möglich sein (vgl. WEE 3.2.4.2).

Ziele der Ausweisung von BSLE sind, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und die charakteristische Kulturlandschaft im ländlichen Raum zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Die Bereiche eignen sich in besonderer Weise für Formen der landschaftsgebundenen Erholung und der Sport- und Freizeitnutzung, zum Naturerlebnis und zur Naturwahrnehmung.



**Abb. 26** Bereiche für den Schutz der Landschaft und landschaftsorientierte Erholung (BSLE)

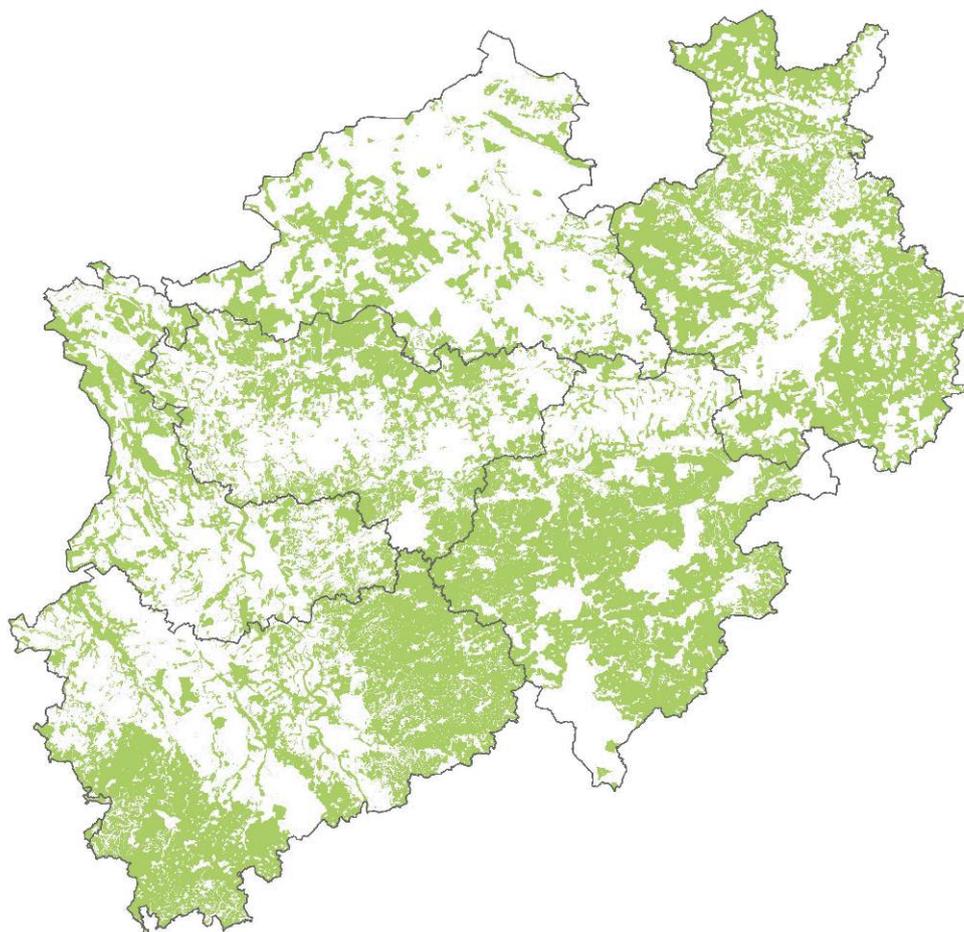
Die BSLE sind in der Regel großräumig ausgewiesen. Insgesamt sind 56 % der Landesfläche als BSLE ausgewiesen (Abb. 26). Um nicht von vornherein diese Bereiche von der Betrachtung auszuschließen und da durchaus Potenziale in diesen Bereichen vermutet werden, wurden diese Bereiche für die Potenzialberechnung nicht als Einzelfallprüfungsbereiche eingestuft. Ob die Ausweisung von Konzentrationszonen oder die Errichtung von Einzelanlagen innerhalb von BSLE oder regionalen Grünzügen möglich ist, ist jedoch abschließend auf regionaler bzw. kommunaler Ebene zu klären.

Landschaftsschutzgebiete sind Gebiete, in denen ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft erforderlich ist. Sie sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete zur Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, einschließlich des Schutzes von Lebensstätten und Lebensräumen bestimmter wild lebender Tier- und Pflanzenarten oder wegen der Vielfalt, Eigenart und Schönheit oder der besonderen kulturhistorischen Bedeutung der Landschaft oder wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung.

Eine Errichtung von Windenergieanlagen innerhalb von LSG steht dem grundsätzlichen Bauverbot entgegen, es sei denn, es sind entsprechende Ausnahmetatbestände in die Landschaftsschutzverordnung aufgenommen bzw. im Landschaftsplan festgesetzt worden. Eine

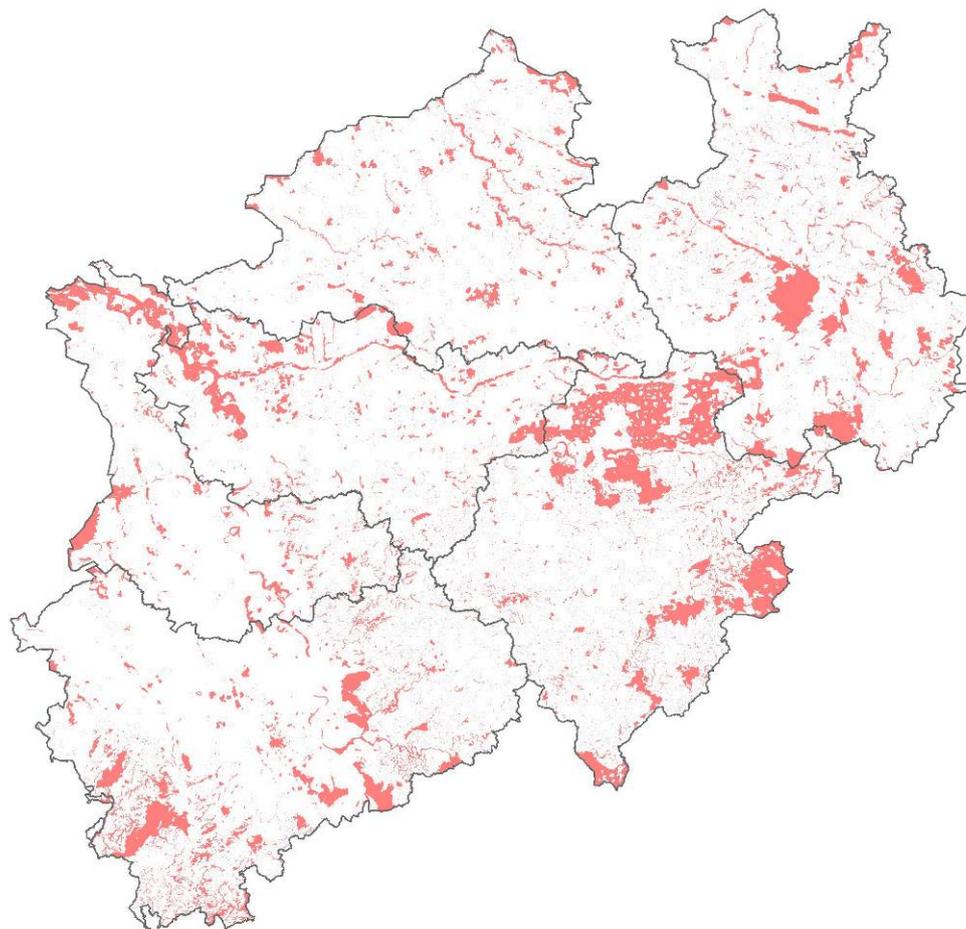
Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung kommt jedoch ausnahmsweise in Teilbereichen großräumiger Landschaftsschutzgebiete mit einer im Einzelfall weniger hochwertigen Funktion für den Naturschutz und die Landschaftspflege sowie die landschaftsorientierte Erholung in Betracht, soweit die Vereinbarkeit mit der Schutzfunktion des Landschaftsschutzgebietes insgesamt gegeben ist (vgl. WEE 8.2.1.5).

Auch die LSG sind teilweise großräumig ausgewiesen (46 % der Landesfläche sind LSG, vgl. Abb. 27), so dass auch diese Bereiche in der Potenzialberechnung nicht als Restriktionsbereiche eingestuft werden. Zudem können Landschaftspläne und Schutzgebietsverordnungen im Rahmen der Potenzialstudie nicht im Einzelfall überprüft werden. Ob die Ausweisung von Konzentrationszonen oder die Errichtung von Einzelanlagen innerhalb der LSG möglich ist, ist daher ebenfalls abschließend auf regionaler bzw. kommunaler Ebene zu klären.



**Abb. 27**      **Landschaftsschutzgebiete**

Die möglichen Repowering-Potenziale in FFH- und VS-Gebieten werden zusätzlich in Abschnitt 6.2.3 betrachtet.



**Abb. 28** Ausschlussbereiche Natur und Landschaft

#### 5.1.4.2 Artenschutz

Im Rahmen der Planungen zur Ausweisung von Konzentrationszonen bzw. Errichtung von WEA sind die Regelungen des besonderen Artenschutzes zu berücksichtigen (vgl. Artenschutz im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren (Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW vom 17.01.2011)). Insbesondere sind bei Windenergievorhaben die Auswirkungen auf windenergieempfindliche Arten zu beachten.

Das LANUV hat einen Datensatz zu Schwerpunktorkommen von neun windenergiesensiblen Vogelarten erstellt. Für Wiesenweihe, Rohrweihe, Brachvogel, Weißstorch, Wachtelkönig, Grauammer, Rotmilan, Schwarzstorch und Uhu wurden Schwerpunktorkommen auf Grundlage des Bezugszeitraums 2007 - 2011 abgegrenzt und kartographisch dargestellt.

Für diese Arten stellt das LANUV Flächenmodelle für die Bestimmung der lokalen Populationen landesweit dar. Voraussetzung ist, dass ein landesweiter Datenbestand vorliegt und die Arten nicht ausschließlich in Schutzgebieten vorkommen. Identifiziert werden die Räume, die von den jeweiligen Arten mit hoher Wahrscheinlichkeit regelmäßig genutzt werden, z.B. als Jagd- und Streifgebiete der Brutvögel oder als regelmäßige Aufenthaltsräume von Rastvögeln. Die Größe der Gebiete orientiert sich an den engeren, intensiver genutzten Aktionsräumen der Arten.

Insgesamt können die Aktionsräume erheblich größer sein, dies wird hier jedoch nicht berücksichtigt. Die Flächen wurden so berechnet, dass sie die Hauptaktivitätsmenge repräsentieren. Balzflüge, Feind- und Nistplatzkonkurrentenabwehr, Jungenflüge und bevorzugte Nahrungssuche finden hier in der Regel statt. Die Flächen wurden mittels eines vektorbasierten Verfahrens mit dem GIS ermittelt. Datengrundlage hierzu sind die Angaben aus dem Fundortkataster NRW aus den Jahren 2007 - 2011. Diese Daten wurden durch einen Abgleich mit der aktuell vorliegenden Kartierung der Nordrhein-Westfälischen Ornithologengesellschaft (NWO) für den NRW-Brutvogelatlas (NWO & LANUV i. Vorb.) einer Plausibilitätskontrolle unterzogen.

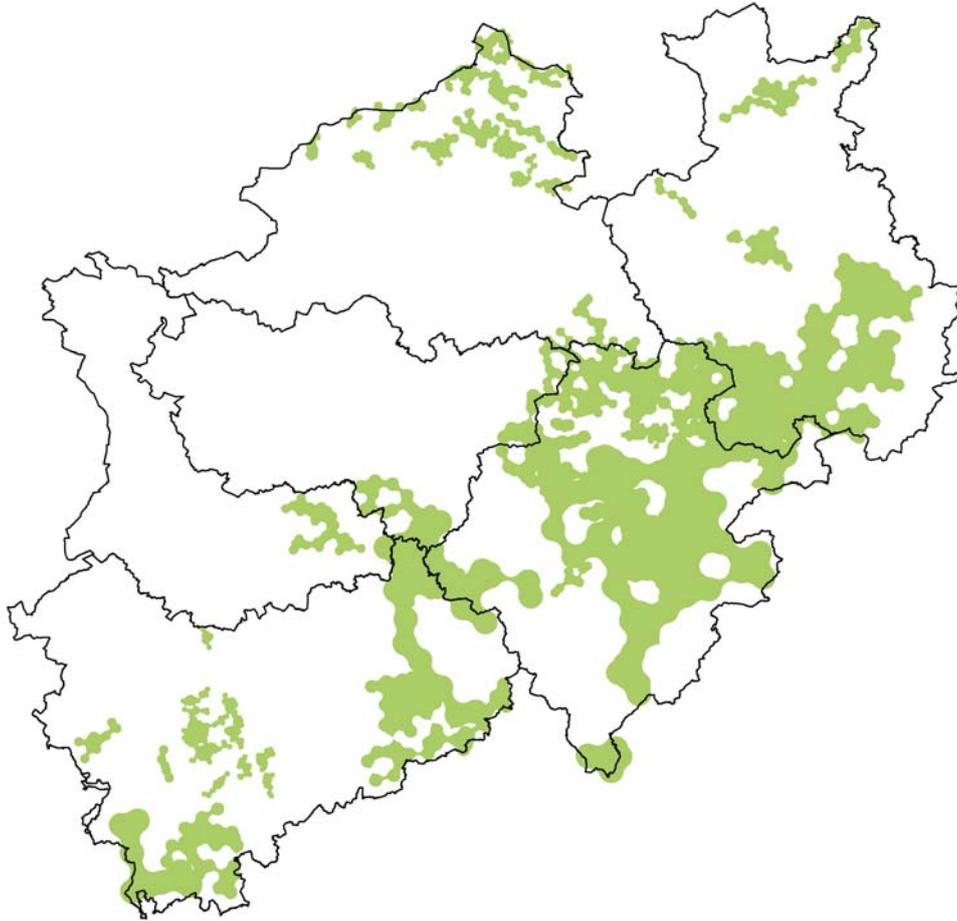
Das GIS-Verfahren besteht aus mehreren Arbeitsschritten. Ausgangskarte ist eine Punktverbreitungskarte mit den Brutvorkommen der Arten aus den letzten fünf Jahren. Auf dieser Ausgangskarte werden um jedes Vorkommen artspezifische, aus den Brutplatznahen Schwerpunktbereichen der Aktionsräume der Arten ermittelte Pufferradien gezogen. Die so entstandenen Flächen werden in einem zweiten Rechenschritt mit einem negativen Puffer von 50% des Pufferradius zurückgerechnet. Dieser Rechenschritt betont den inneren Zusammenhang der zugrundeliegenden "Punktwolken" (vgl. Hänel, K. (2006): Habitatverbundsysteme auf überörtlicher Ebene. HABITAT-NET - ein vektorbasierter GIS-Algorithmus als Planungshilfe. - Naturschutz und Landschaftsplanung 38(8):237-244.).

Zur Abgrenzung von Schwerpunktvorkommen (SPVK) der betrachteten Vogelarten für die Anforderungen der Windenergiepotenzialstudie NRW wurden zusammenhängende Flächen innerhalb des derart berechneten Gesamtverbreitungsgebiets identifiziert, die durch eine überdurchschnittlich hohe Nachweisdichte an zugrundeliegenden (Brut-)Reviernachweisen aus den letzten fünf Jahren (Bezugszeitraum 2007 - 2011) gekennzeichnet sind (GIS-gestützte Berechnung).

Eine überdurchschnittlich hohe Nachweisdichte wird wie folgt ermittelt. Die flächigen Vorkommen werden absteigend nach der Anzahl ihrer zugrundeliegenden Nachweise sortiert. Eine Kennzeichnung der Fläche als Schwerpunktvorkommen (SPVK) erfolgt solange, bis 75% der Gesamtnachweise einer Art erreicht oder gerade überschritten werden. Einzelnachweise unter fünf Nachweisen bleiben unberücksichtigt und werden generell nicht als Schwerpunktvorkommen angesehen. Für alle Arten können flächige Schwerpunktvorkommen rechnerisch ermittelt werden. Bei geänderter Datenlage kann auf diese Art und Weise in den Folgejahren jederzeit eine Neuberechnung erfolgen.

Die Schwerpunktvorkommen sind Hilfestellungen für die artenschutzrechtlichen Fragestellungen bei Planung und Bau von WEA. Die artenschutzrechtlichen Bestimmungen des § 44 BNatSchG sind unabhängig von diesem Datensatz grundsätzlich im Zulassungsverfahren bei jeder konkreten Planung zu berücksichtigen (vgl. Hinweise der VV-Artenschutz und des WEA-Erlasses). Die Schwerpunktvorkommen sind keine Tabuzonen für die Planung von Windenergieanlagen. Innerhalb der Schwerpunktvorkommen ist aber aufgrund der überdurchschnittlich hohen Nachweisdichte von windenergiesensiblen Arten mit artenschutzrechtlichen Konflikten zu rechnen. Aus Sicht des LANUV ist hier stets eine vertiefende Einzelfallprüfung (ASP, Stufe II) erforderlich. Außerhalb der Schwerpunkträume sind die artenschutzrechtlichen Belange zunächst über eine Vorprüfung (ASP, Stufe I) zu beurteilen.

Wo sich außerhalb der Schwerpunkträume weitere Vorkommen der Arten befinden, sind diese ebenfalls im Rahmen einer vertiefenden Einzelfallprüfung (ASP, Stufe II) zu beachten.



**Abb. 29** Schwerpunktorkommen windenergiesensibler Vogelarten (gesamte Flächenkulisse der oben genannten neun Vogelarten)

Die Beurteilung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände ist grundsätzlich immer einzelfallbezogen durchzuführen. In der Regel sind hierzu faunistische Untersuchungen erforderlich. Da in der landesweiten Studie keine Einzelfallbetrachtung durchgeführt werden kann, werden die Schwerpunktorkommen in der Potenzialermittlung nicht als Ausschlussflächen berücksichtigt. Es wird allerdings gesondert auf Landesebene betrachtet, in welchem Umfang sich die ermittelten machbaren Potenziale mit den Schwerpunktorkommen windenergieempfindlicher und europarechtlich relevanter Vogelarten überlagern (vgl. 6.2.2). Die Karten werden darüber hinaus in das Fachinformationssystem Energieatlas NRW eingestellt.

Über die windenergiesensiblen Vogelarten hinaus, für die das LANUV die Abgrenzung der Schwerpunktorkommen zur Verfügung stellt, sind im Rahmen der WEA-Zulassung weitere Arten- bzw. Artengruppen zu berücksichtigen.

Als die maßgeblichen negativen Auswirkungen von Windenergieanlagen auf windenergieempfindliche Arten sind das Kollisionsrisiko, die Barrierewirkung, der Habitatverlust durch die direkte Flächeninanspruchnahme sowie die Habitatentwertung des Standortumfeldes zu sehen.

Im Rahmen der Errichtung von Windenergieanlagen darf sich das Tötungsrisiko der planungsrelevanten Arten nicht in signifikanter Weise erhöhen. Zur Beurteilung der Signifikanz kann die lokale Population als Bezug herangezogen werden.

Für die Artengruppe der Fledermäuse können Betriebseinschränkungen mit definierten Abschaltzeiten in Verbindung mit einem Monitoring geeignet sein, die Auslösung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände für diese Artengruppe zu vermeiden. Ein landesweiter Datensatz zu Vorkommen windenergiesensibler Fledermausarten ist nicht vorhanden – Fledermausvorkommen konnten bei der Potenzialstudie somit nicht berücksichtigt werden.

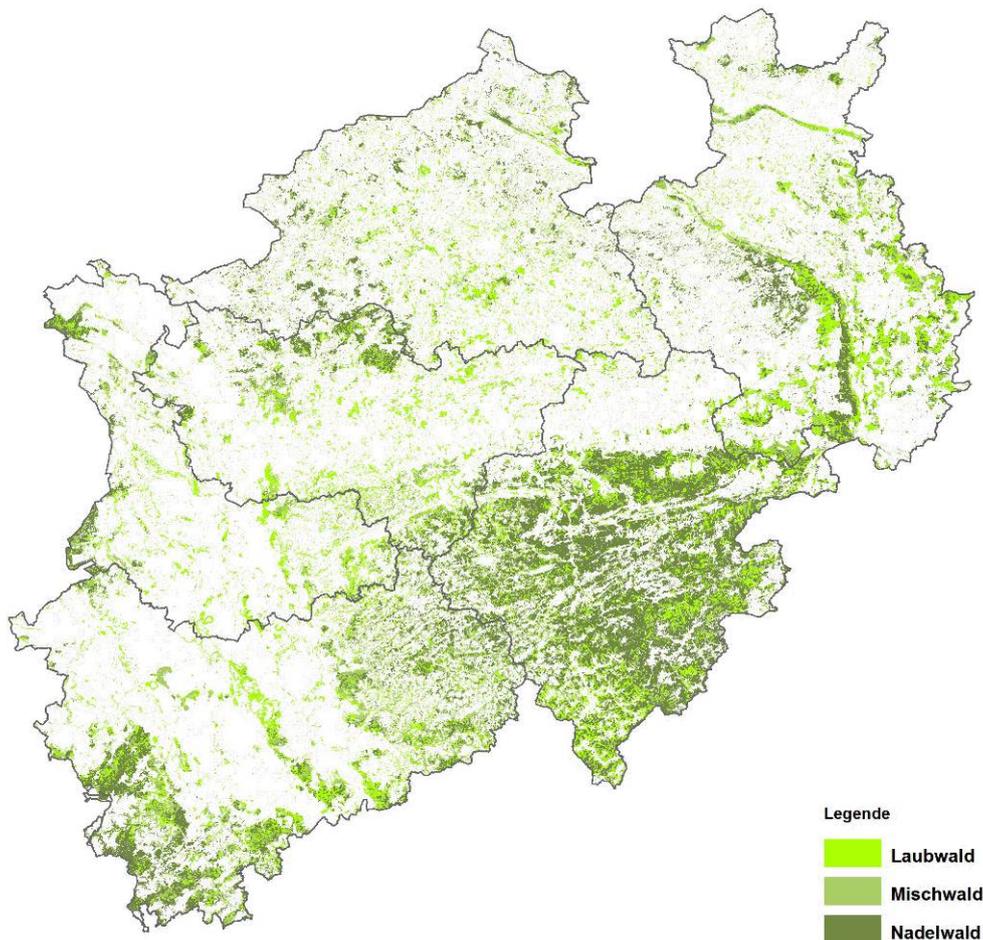
### 5.1.5 Wald

Der WEE 2011 regelt unter Ziffer 3.2.4.2 die Inanspruchnahme von Waldflächen für die Nutzung der Windenergie im Wald: *„Die Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung in Waldbereichen kommt nach Maßgabe des Zieles B.III.3.2 des LEP NRW in Betracht. Bei Einhaltung der dort genannten Bedingungen eignen sich für eine Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung beispielsweise Kahlfelder im Wald aufgrund von Schadensereignissen; eine Ausweisung kommt nicht in Betracht, wenn es sich um besonders wertvolle Waldgebiete (insbesondere standortgerechte Laubwälder, Prozessschutzflächen) handelt. Näheres regelt der Leitfaden „Windenergie im Wald.“* Der LEP formuliert im Ziel B.III.3.2: 3.21 *„...Waldgebiete dürfen nur für andere Nutzungen in Anspruch genommen werden, wenn die angestrebten Nutzungen nicht außerhalb des Waldes realisierbar sind und der Eingriff in den Wald auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt wird...“* Der neue LEP ist derzeit in Planung und wird möglicherweise in diesen Punkten zu Änderungen führen.

Der Windenergieerlass 2011 hebt das bis dahin bestehende grundsätzliche Tabu auf, in Waldflächen Windenergieanlagen zu errichten und verweist auf den Leitfaden *„Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen“*, der am 29.03.2012 vom MKULNV veröffentlicht wurde. Demnach ist bei der Inanspruchnahme von Waldflächen für die Nutzung der Windenergie die Eignung im Einzelfall zu prüfen. Der Leitfaden konkretisiert den WEE im Bereich der Wälder und stellt die technischen, forstfachlichen und planerischen Rahmenbedingungen vor, die bei der Ausweisung neuer Konzentrationszonen für Windenergieanlagen zu beachten sind. So sind u. a. folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Windhöufigkeit  
Grundsätzlich sollten im Wald die produktivsten (windhöufigsten) Flächen ausgewählt werden.
- Waldanteil der Gemeinde  
In waldarmen Gebieten stehen die Erhaltung von Waldflächen und die Vermehrung von Wald allgemein im Vordergrund.
- Art, Größe und Lage der Waldflächen  
Bevorzugt werden sollen z. B. Windwurfflächen (Kyrill) und Waldflächen mit Vorbelastungen. Einer besonderen Prüfung bedürfen u. a.: Wildnisgebiete, Saatgutbestände und Versuchsflächen.

- **Landschaftsbild**  
Besonders markante Teile des Landes sollten vor Veränderungen des Landschaftsbildes geschützt werden. Dies sind Landschaftsräume, deren Vielfalt, Eigenart und Schönheit vor allem in einer hohen Naturnähe begründet liegt bzw. die als historische oder harmonische Kulturlandschaften begriffen werden. Eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes reicht jedoch nicht aus, vielmehr muss eine Verunstaltung des "Orts- und Landschaftsbildes" im Sinne von §35 Abs. 3 Satz1 Nr. 5, wie auch im Freiland, vorliegen. Große Fernwirkung auf das Landschaftsbild – im Sinne einer Vorbelastung – können strukturarme Nadelwälder haben.
- **Erholungsfunktion**  
In touristisch bedeutenden und attraktiven Waldregionen sollte darauf hingewirkt werden, dass Windenergieanlagen und touristische Infrastruktur, zum Beispiel überregional bedeutsame Wanderwege, möglichst verträglich aufeinander abgestimmt und gestaltet werden.



**Abb. 30** Verteilung der Waldfläche

Zur Berücksichtigung des Waldanteils in den Regionen trifft der Leitfaden folgende Aussagen: „In waldarmen Gebieten (Definition nach Landesentwicklungsplan NRW: Waldanteil unter 15 % des Gemeindegebietes im Verdichtungsraum; unter 25 % der Gemeinde in ländlichen Räumen) steht die Erhaltung der vorhandenen Waldfläche sowie die Vermehrung des Waldes allgemein im Vordergrund. In Gemeinden mit einem Waldanteil unter 15 % kommt eine Waldinanspruchnahme für Windenergieanlagen in aller Regel nicht in Betracht, da davon auszugehen ist, dass sich auf den übrigen 85 % des Gemeindegebietes geeignete Flächen zur

*Ausweisung von Konzentrationszonen identifizieren lassen. Den wenigen Waldbereichen walдарmer Regionen kommt eine hohe ökologische sowie landschaftsästhetische Bedeutung zu, die durch die Ausweisung einer Konzentrationszone beeinträchtigt werden kann.“*

Die Landesfläche Nordrhein-Westfalens ist zu 26 % bewaldet. 43 % der Waldflächen sind mit Nadelwald, 34 % mit Laubwald und 23 % mit Mischwald bestockt.

Die Waldflächenanteile sind in den Bezirksregierungen deutlich unterschiedlich: Bezirksregierung Köln 27 %, Bezirksregierung Düsseldorf 15 %, Bezirksregierung Münster 16 %, Bezirksregierung Detmold 22 % und Bezirksregierung Arnsberg 43 %.

Wenn man die Planungsregionen betrachtet, verteilt sich der Waldanteil wie folgt: Planungsregion Köln 27 %, Planungsregion Detmold 22 %, Planungsgebiet Düsseldorf 14 %, Planungsgebiet Münster 14 %, Planungsgebiet Arnsberg 50 % und Planungsgebiet Regionalverband Ruhr 18 %.

Im Rahmen der Potenzialstudie wurden die landesweit digital verfügbaren, relevanten Datengrundlagen, die eine Klassifizierung der Waldflächen ermöglichen, gesammelt. So wurden aus dem ATKIS-Basis-DLM die Waldarten Laub-, Misch- und Nadelwald abgeleitet.

Vom Landesbetrieb Wald und Holz wurden zusätzlich digitale Daten zu Kyrill-Windwurfflächen, Naturwaldzellen, Saatgutbeständen, Versuchsflächen und vom LANUV zu den Wildnisgebieten zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen der Arbeitsgruppensitzungen wurde das Thema „Windenergie im Wald“ intensiv diskutiert. Für die Betrachtung in der vorliegenden Studie wurden folgende Waldflächen grundsätzlich als Ausschlussbereiche angesehen (vgl. Anhang 1):

- Naturwaldzellen,
- Saatgut- und Versuchsflächen und
- Wildnisgebiete.

Als weitere Tabuflächen sind nach dem WEE anzusehen:

- standortgerechte Laubwaldbestände und
- Prozessschutzflächen.

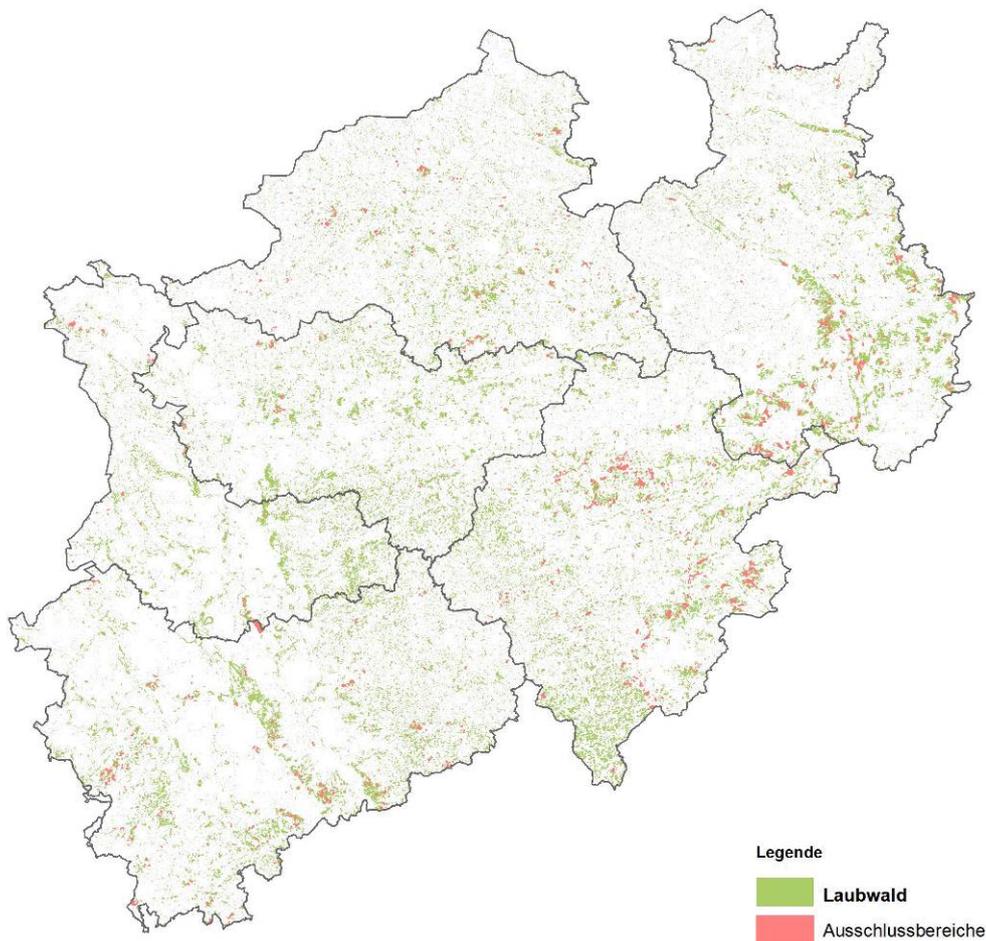
Der Leitfaden stellt zwei Definitionen für standortgerechte Laubwälder zur Verfügung (vgl. III.3):

*„1. Standortgerecht (= standortgemäß): Standortgerecht ist eine Baumart (bzw. ein Baumbestand), wenn sie nach den gesicherten Erkenntnissen der Forstwirtschaft und den generationenlangen Erfahrungen der forstlichen Praxis an die standörtlichen Verhältnisse eines Wuchsräume sowie deren Abwandlungen angepasst ist, die Standortkraft der Waldböden mit gesundem Wachstum ausnutzt und folglich wenig krankheitsanfällig ist, die jeweiligen Böden mit ihrem Wurzelwerk erschließt, die Bodenkraft erhält bzw. verbessert und den übrigen Gliedern der am nämlichen Standort vorkommenden Lebensgemeinschaften ein Gedeihen ermöglicht. (Definition der Niedersächsischen Landesforstverwaltung (LFV), aus Kosmos Wald u. Forstlexikon, 1998)*

2. Standortgerecht: Als standortgerecht gelten Baumarten der jeweiligen natürlichen Waldgesellschaft und solche, die am Ort ihres Anbaus befriedigende Wuchsleistungen mit ausreichender Stabilität gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren vereinen und keinen nachteiligen Einfluss auf den Standort ausüben. (FSC Arbeitsgruppe Deutschland e.V., 28. November 2001, Anhang I: Definitionen)“

Aus landesweiter Sicht ist die Ermittlung von standortgerechten Laubwäldern im Rahmen der Studie nicht möglich, da eine entsprechende digitale Datengrundlage nicht vorhanden ist.

So ist zurzeit nur eine Unterscheidung zwischen den Waldtypen Laub-, Misch- und Nadelwald auf Grundlage des Basis-DLM möglich. Ob diese Laubwälder „standortgerecht“ im Sinne der Definition sind, muss daher auf den nachfolgenden Ebenen geklärt werden. Gleiches gilt für die Prozessschutzflächen.



**Abb. 31** Ausschlussbereiche (Naturwaldzellen, Saatgut- und Versuchsflächen, Wildnisgebiete) und Laubwald

Die Studie verfolgt auch das Ziel, die möglichen Potenziale zur Nutzung der Windenergie im Wald aufzuzeigen. Daher wurden drei Szenarien entwickelt, in denen unterschiedliche Waldflächenanteile in die Betrachtung mit einbezogen wurden: „NRW<sub>alt</sub>-Szenario“, „NRW-Leitszenario“ und „NRW<sub>plus</sub>-Szenario“.

Das erste sog. NRW<sub>alt</sub>-Szenario betrachtet grundsätzlich keine Waldflächen. In den weiteren Szenarien wird der Wald sukzessive geöffnet.

Das NRW-Leitszenario betrachtet die Nadelwald- und Kyrill-Windwurfflächen als geeignete Potenzialflächen, sofern keine anderen Kriterien entgegenstehen.

Das Szenario NRW<sub>plus</sub> betrachtet zusätzlich die Misch- und Laubwälder als Potenzialflächen. Damit werden in diesem Szenario alle Waldflächen als Potenzialflächen angesehen, sofern nicht anderweitige Ausschluss- und Einzelfallprüfungskriterien dagegen stehen.

Tabelle 12 zeigt eine Übersicht über die betrachteten Szenarien.

**Tab. 12 Kriterien und Szenarien Raumnutzung Wald**

Waldfläche \ Szenario	NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leitszenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
Laubwald	Ausschluss	Ausschluss	Potenzial
Mischwald	Einzelfallprüfung	Einzelfallprüfung	Potenzial
Nadelwald	Einzelfallprüfung	Potenzial	Potenzial
(Kyrill-)Windwurfflächen	Einzelfallprüfung	Potenzial	Potenzial
Naturwaldzellen	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Saatgut- und Versuchsflächen			
Wildnisgebiete			

### 5.1.6 Nicht berücksichtigte Kriterien

In der Studie wurden folgende Kriterien nicht berücksichtigt, weil sie nicht als landesweite Datensätze vorlagen. Grundsätzlich müssen diese aber bei Planungen von Flächen und Windenergieanlagen auf lokaler Ebene berücksichtigt werden. Im Einzelfall können diese Kriterien der Windenergienutzung an einem konkreten Standort entgegenstehen, so dass nicht das gesamte auf Landesebene ermittelte Potenzial ausgeschöpft werden kann.

- Militärische Flächen (Tiefflugbereiche, Flächen, die wegen Radars nicht genutzt werden können)
- Sendeanlagen
- Bauschutzbereiche
- Baudenkmale, Bodendenkmale
- Reservegebiete für den oberirdischen Abbau nichtenergetische Bodenschätze
- Naturdenkmale
- Regionale Grünzüge
- geschützte Landschaftsbestandteile
- Landschaftsbild
- Artenschutz (z.B. weitere windenergiesensible Vogelarten, Fledermäuse)
- Standortgerechte Laubwälder
- Prozessschutzflächen
- Zuwegung im Wald
- Netzanbindung
- Laufende Flurbereinigungsverfahren

## 5.2 Szenarien

Die Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche wurden nach oben beschriebenen Verfahren für die Nutzungsgruppen Siedlung, Infrastruktur, Gewässer, Natur und Landschaft und Wald anhand der drei Szenarien (vgl. 5.1.5) überlagert.

Die einzelnen Zwischenergebnisse werden im Folgenden vorgestellt. Hierbei ist zu beachten, dass sich die einzelnen Ausschlussbereiche sowie Einzelfallprüfungsflächen überlagern können.

### 5.2.1 NRW<sub>alt</sub> - Szenario

Bereits 78 % der Landesfläche sind auf Grund der Nutzung als Siedlungsraum als Standort für die Windenergienutzung ausgeschlossen (Tab. 13). 9 % der Landesfläche sind jeweils durch die Nutzungen Infrastruktur und Wald, 12 % durch Natur und Landschaft und 1 % durch Gewässer ausgeschlossen.

Bei den Einzelfallprüfungsflächen stellen die BSN-Flächen und die Schutzabstände zu FFH- und VS-Gebieten mit 31 % sowie die Misch-, Nadelwaldflächen und Windwurfflächen mit 17 % flächenmäßig den größten Anteil. Hinzu kommen 4 % Einzelfallprüfungsflächen durch Infrastrukturnutzungen und 6 % durch die Überschwemmungsgebiete an Gewässern sowie die Wasser- und Heilquellenschutz zonen der Kategorie II. Die Restriktionen durch die Siedlungen (GIB) sind mit 0,1 % auf landesweiter Sicht nicht relevant.

**Tab. 13 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche im NRW<sub>alt</sub> -Szenario (Bereiche können sich überlagern)**

NRW <sub>alt</sub> - Szenario	Flächenanteil NRW in %	
	Ausschluss	Einzelfallprüfung
Siedlung	78	0
Infrastruktur	9	4
Gewässer	1	6
Natur und Landschaft	12	31
Wald	9	17

Nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche aus Tabelle 13 wurden im „NRW<sub>alt</sub> -Szenario“ 86 % der Landesfläche als Ausschlussbereich sowie 9 % als Einzelfallprüfungsbereich von einer weiteren Betrachtung im Rahmen der Potenzialanalyse ausgeschlossen. Es verbleiben 5 % der Landesfläche, die im nächsten Schritt der schalloptimierten Berechnung unterzogen wurden (Tab. 14)

**Tab. 14 Flächenanteile des NRW<sub>alt</sub> -Szenario nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche**

NRW <sub>alt</sub> - Szenario	% der Landesfläche
Ausschluss	86
Einzelfallprüfung	9
Verbleibende Fläche	5

## 5.2.2 NRW-Leitszenario

Beim NRW-Leitszenario werden im Vergleich zum NRW<sub>alt</sub>-Szenario die Nadelwald- und (Kyrill-) Windwurfflächen nicht als Einzelfallprüfungsflächen ausgeschlossen, sondern gelten als Potenzialflächen. Demnach verringert sich der Anteil der Waldflächen innerhalb der Einzelfallprüfungsbereiche um 11 Prozentpunkte auf 6 %. Alle weiteren Flächenanteile verändern sich nicht im Vergleich zum NRW<sub>alt</sub>-Szenario (Tab. 15).

Tab. 15 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche im NRW-Leitszenario (Bereiche können sich überlagern)

NRW-Leitszenario	Flächenanteil NRW in %*	
	Ausschluss	Einzelfallprüfung
Siedlung	78 (±0)	0 (±0)
Infrastruktur	9 (±0)	4 (±0)
Gewässer	1 (±0)	6 (±0)
Natur und Landschaft	12 (±0)	31(±0)
Wald	9 (±0)	6 (-11)

\* in ( ) Veränderung in Prozentpunkten gegenüber dem NRW<sub>alt</sub>-Szenario

Nach Überlagerung der Einzelergebnisse werden im NRW-Leitszenario 86 % der Landesfläche als Ausschlussbereich sowie 6 % als Einzelfallprüfungsbereich von einer weiteren Betrachtung im Rahmen der Potenzialanalyse ausgeschlossen. Es verbleiben 8 % der Landesfläche, die im nächsten Schritt der schalloptimierten Berechnung unterzogen werden (Tab. 16).

Tab. 16 Flächenanteile NRW-Leitszenario nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche

NRW-Leitszenario	% der Landesfläche
Ausschluss	86
Einzelfallprüfung	6
Verbleibende Fläche	8

### 5.2.3 Szenario NRW<sub>plus</sub>

Bei dem Szenario NRW<sub>plus</sub> werden im Vergleich zum NRW<sub>alt</sub>-Szenario alle Waldflächen, also Laub-, Misch-, Nadelwälder sowie Windwurfflächen, mit in die Potenzialermittlung aufgenommen. Auf Grund dessen fällt nur noch 1 % der Waldflächen in die Kategorie Ausschlussbereiche. In diesem Szenario fallen keine Waldflächen in die Einzelfallprüfungsbereiche (Tab. 17).

**Tab. 17 Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche im Szenario NRW<sub>plus</sub> (Bereiche können sich überlagern)**

NRW <sub>plus</sub> -Szenario	Flächenanteil NRW in % *	
	Ausschluss	Einzelfallprüfung
Siedlung	78 (±0)	0 (±0)
Infrastruktur	9 (±0)	4 (±0)
Gewässer	1 (±0)	6 (±0)
Natur und Landschaft	12 (±0)	31 (±0)
Wald	1 (- 8)	0 (- 17)

\* in ( ) Veränderung in Prozentpunkten gegenüber dem NRW<sub>alt</sub>-Szenario

Nach Überlagerung der Einzelergebnisse werden im Szenario NRW<sub>plus</sub> 84 % der Landesfläche als Tabu- bzw. Ausschlussbereich sowie 6 % als Einzelfallprüfungsbereich von einer weiteren Betrachtung im Rahmen der Potenzialanalyse ausgeschlossen. Es verbleiben 10 % der Landesfläche, die im nächsten Schritt der schalloptimierten Berechnung unterzogen werden (Tab. 18).

**Tab. 18 Flächenanteile Szenario NRW<sub>plus</sub> nach Überlagerung der Ausschluss- und Einzelfallprüfungsbereiche**

NRW <sub>plus</sub> -Szenario	% der Landesfläche
Ausschluss	84
Einzelfallprüfung	6
Verbleibende Fläche	10

## 5.2.4 Zusammenfassung Überlagerungsergebnisse

Abbildung 32 zeigt zusammenfassend die Ergebnisse der Flächenanalyse an Hand der drei betrachteten Szenarien. Dargestellt ist jeweils der Anteil der Landesfläche, der durch Ausschluss-, Einzelfallprüfungs- und verbliebene nutzbare Flächen belegt wird.

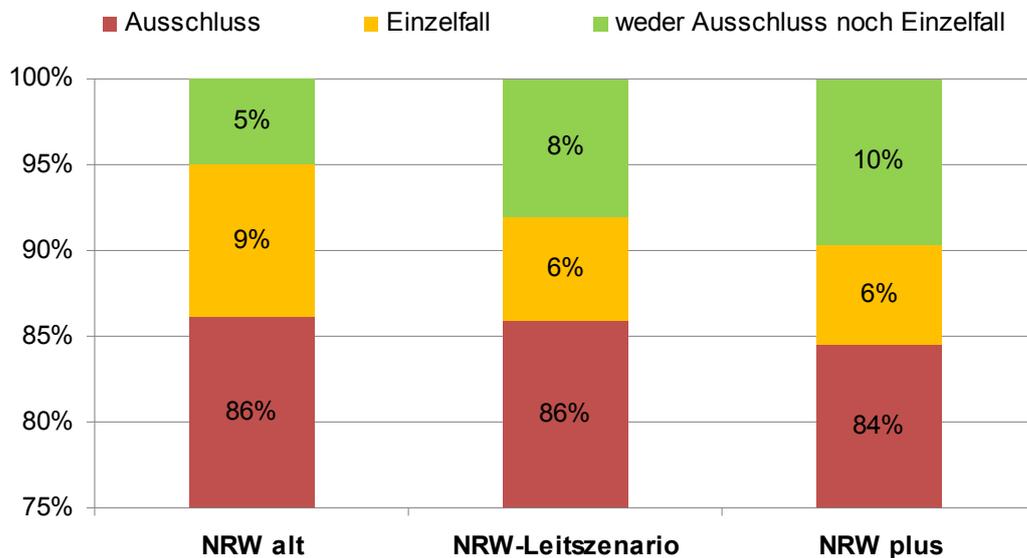


Abb. 32 Flächenanteile der Szenarien vor der Schalloptimierung

Die Grafik verdeutlicht, dass sich der Anteil der Ausschlussbereiche innerhalb der Szenarien nicht wesentlich ändert. Der Anteil liegt ohne Inanspruchnahme von Wald bei 86 % der Landesfläche (NRW<sub>alt</sub>-Szenario) bzw. bei 84 % bei vollständigem Einbezug von Waldflächen (NRW<sub>plus</sub>-Szenario).

Durch Erhöhung des Einbezugs der Waldflächen verdoppelt sich der Anteil der Flächen, die weder Ausschluss noch Einzelfallprüfungsbereiche sind, von 5 % beim NRW<sub>alt</sub>-Szenario, über 8 % beim NRW-Leitszenario auf 10 % beim Szenario NRW<sub>plus</sub>, während der Anteil der Einzelfallprüfungsf lächen von 9 % auf 6 % beim NRW-Leitszenario und NRW<sub>plus</sub>-Szenario sinkt.

### 5.3 Schalloptimierung der Raumanalyse

In einem nächsten Arbeitsschritt wurden die Überlagerungsergebnisse der Raumanalyse mit den Ergebnissen der schalloptimierten Berechnung verschnitten. Hierzu wurden die ermittelten verbliebenen Flächen aus Kapitel 5.2 mit den schalloptimierten Grundflächen überlagert.

Die schalloptimierten Grundflächen wurden über die Ergebnisse der Ermittlung der schalloptimierten Anlagenstandorte erzeugt. Hierzu wurde allen ermittelten Anlagenstandorten eine Grundfläche von 500 x 300 m in Hauptwindrichtung von 240 Grad zugeordnet, wobei der Anlagenstandort den Mittelpunkt der Grundfläche bildet.

Sofern die „schalloptimierten Grundflächen“ innerhalb der verbliebenen Flächen nach Kapitel 5.2 liegen, werden diese im Weiteren weiter betrachtet.

Nach Durchführung der Überlagerung bleiben im NRW<sub>alt</sub>-Szenario 2,1 % der Landesfläche, im NRW-Leitszenario 3,5 % und im Szenario NRW<sub>plus</sub> 4,3 % übrig (Abb. 33).

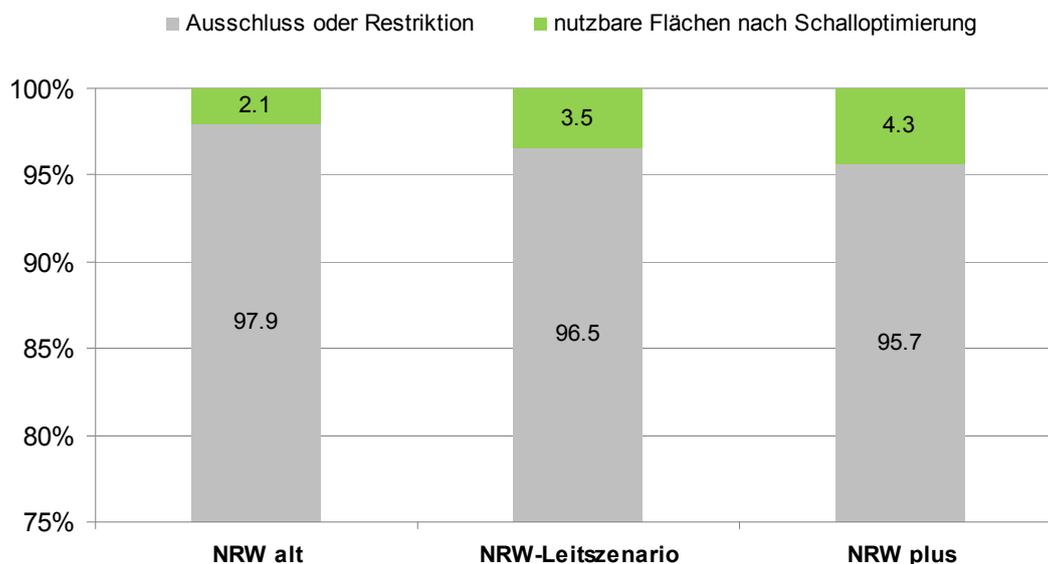


Abb. 33 Flächenanteile der Szenarien nach der Schalloptimierung



## 6 Machbare Potenziale

Im Folgenden werden die machbaren Potenziale als Ergebnis der Potenzialanalyse dargestellt. Die Ergebnisse der machbaren Potenziale werden in Form von Flächen, Anzahl an Windenergieanlagen bzw. installierbarer Leistung und mittlerer Stromproduktion angegeben. Das machbare Potenzial ist im Rahmen dieser Studie so definiert, dass alle landesweit digital verfügbaren Daten entsprechend der geltenden Erlasslage und weiterer gesetzlicher Regelungen für die Potenzialberechnung überprüft wurden (vgl. Kapitel 5 und Kriterienkatalog im Anhang 1). Diejenigen Kriterien, die nur anhand von lokalen Daten vor Ort überprüfbar sind, konnten in diese Studie nicht einfließen und müssen ggf. vor Ort im Rahmen konkreter Planungen weiter betrachtet werden (vgl. Kapitel 5.1.6).

### 6.1 Flächenpotenziale NRW

Zur Ermittlung der Potenzialflächen wurden die bei der Flächenanalyse in Kapitel 5 verbliebenen, für die Windenergie nutzbaren Flächen in einem weiteren Arbeitsschritt mit dem wirtschaftlichen Windfeld (mittlere Windgeschwindigkeit > 6 m/s in 135 m über Grund) verschnitten. Zusätzlich wurden Flächen mit einer Größe kleiner 1 ha herausgefiltert (Abb. 34). Auf Basis dieser Potenzialflächen wurden im weiteren Anlagenzahlen und energetische Erträge ermittelt.

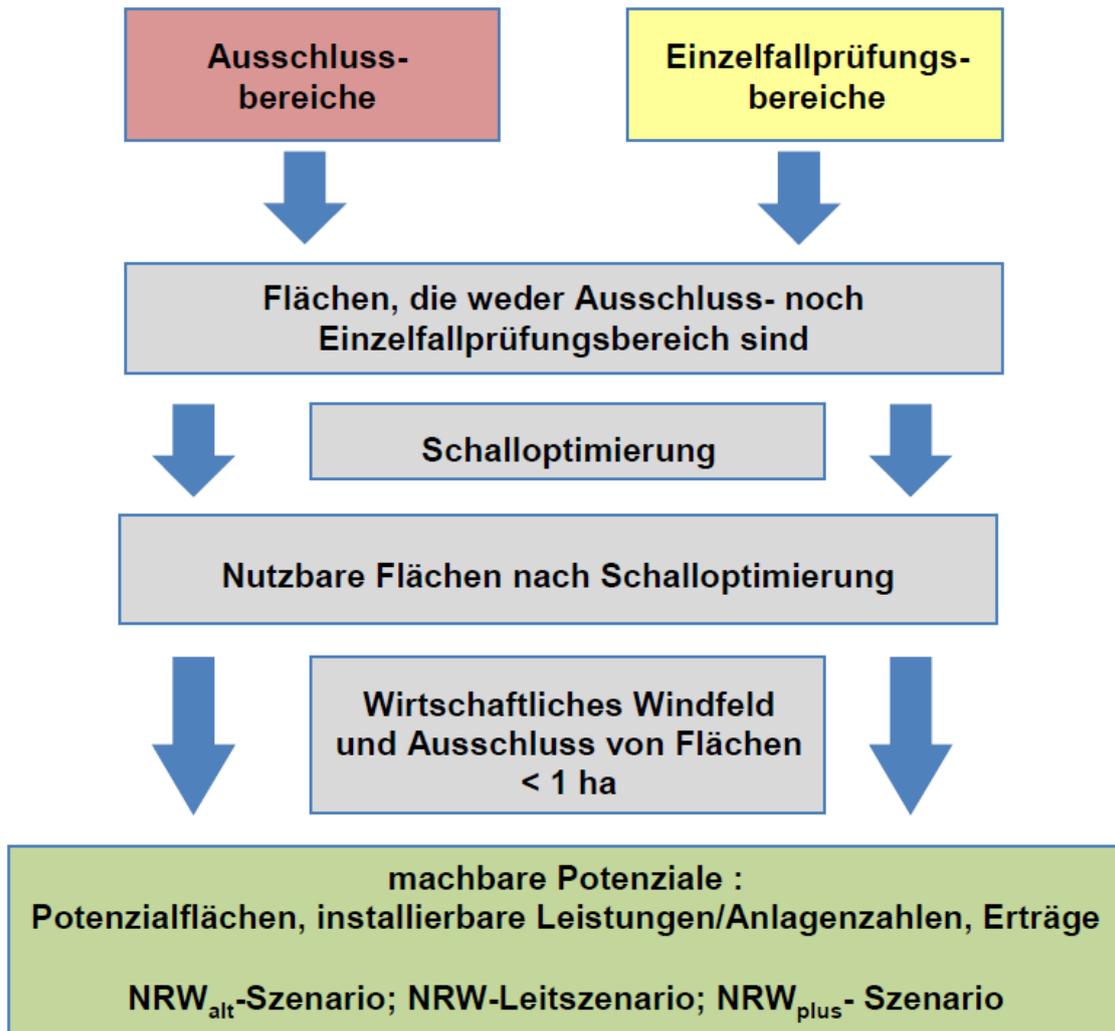


Abb. 34 Ermittlung der Potenzialflächen

Durch die o.g. Szenarien ergeben sich die Potenzialflächen, wie in Abbildung 35 und 36 dargestellt. In den grauen Bereichen sind alle Ausschlussflächen enthalten. Mit Ausnahme der Landschaftsschutzgebiete, der BSLE-Flächen, der Trinkwasserschutzzonen III und III A sowie einiger erweiterter Einzelfallprüfungsbereiche an Straßen wurden die Einzelfallprüfungsbereiche ebenfalls für die weitere Auswertung nicht als Potenzialfläche definiert und dem grauen Balken zugeordnet. Die oben genannten Flächen (Landschaftsschutzgebiete, der BSLE-Flächen, der Trinkwasserschutzzonen III und III A sowie einige erweiterte Einzelfallprüfungsbereiche an Straßen) wurden im Weiteren als Potenzialflächen behandelt, da davon ausgegangen werden muss, dass diese Flächen für die Windenergie genutzt werden können.

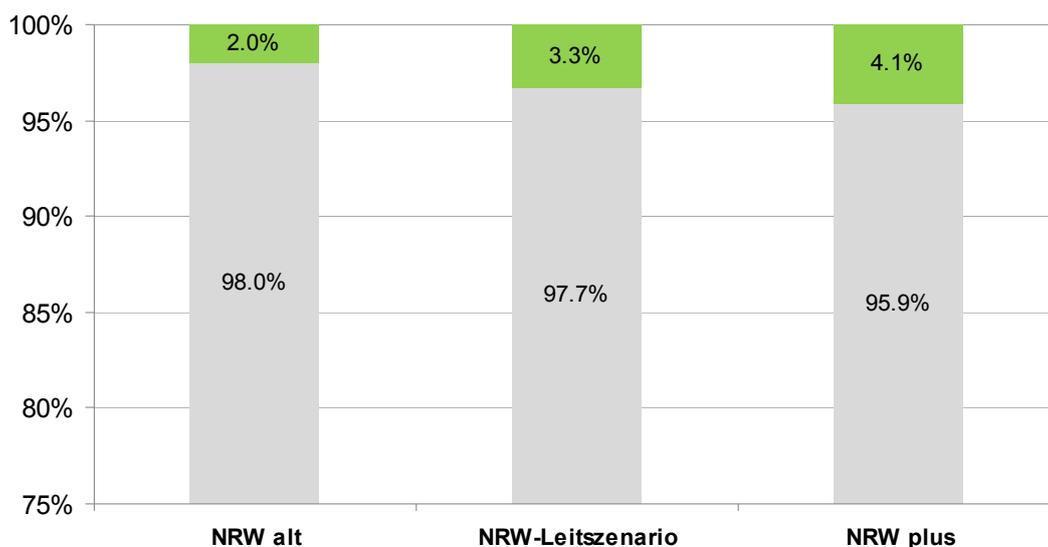


Abb. 35 Flächenanteile der Szenarien nach der Verschneidung mit dem wirtschaftlichen Windfeld und Herausfilterung der Flächen < 1ha (grau: Ausschluss- und Einzelfallprüfungsflächen, grün: Potenzialflächen)

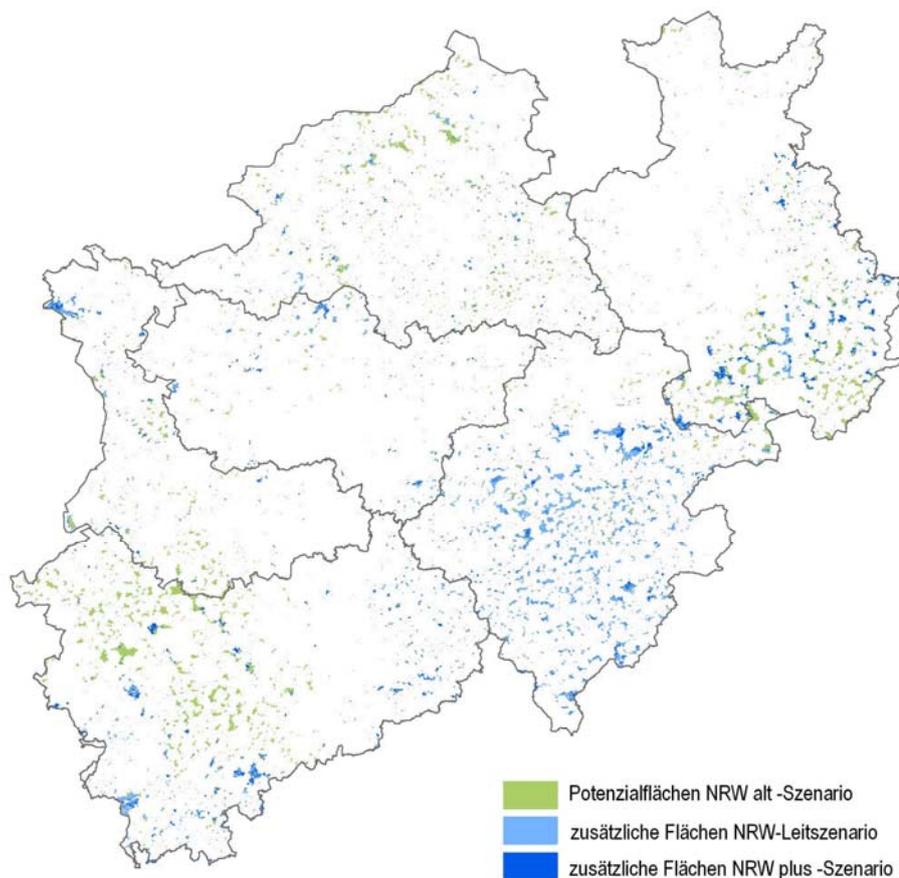


Abb. 36 Potenzialflächen in den Szenarien (grün: Potenzialflächen NRW<sub>alt</sub> -Szenario, hellblau: zusätzliche Flächen NRW-Leitszenario, dunkelblau: zusätzliche Flächen NRW<sub>plus</sub> -Szenario)

## 6.2 Installierbare Anlagenanzahlen, Leistung und Erträge für NRW

Die machbaren Potenziale, dargestellt als mögliche installierbare Anlagenanzahl sowie in Form der möglichen Stromproduktion, basieren auf dem Anlagentyp einer 3 MW Windenergieanlage (im Nachtbetrieb reduziert auf 2 MW) mit einer Nabenhöhe von 135 m und einem Rotordurchmesser von 101 m (Tab. 4). Damit beziehen sich die Ergebnisse zu den machbaren Potenzialen (Anlagenanzahlen, Leistung und Stromerträge) auf einen definierten WEA-Typ. Da es sich bei diesem WEA-Typ um einen von der Auslegungsgröße (Leistung, Rotordurchmesser, Nabenhöhe usw.) aktuellen WEA-Typ handelt, sind die Ergebnisse repräsentativ für viele aktuelle WEA der Multi-MW-Klasse.

Grundlage für die Berechnung der Anlagenanzahlen (Leistung) stellen die potenziellen WEA-Standorte der Schalloptimierung dar. Durch die Verschneidung der Ergebnisse der Schalloptimierung mit der Flächenanalyse der Ausschluss- und Einzelfallprüfungskriterien sind z. T. Flächen entstanden, die keinen potenziellen WEA-Standort des aufgezogenen Rasters mehr enthalten, aber dennoch Platz für einen potenziellen WEA-Standort besitzen. Diese Flächen wurden mit einem potenziellen WEA-Standort aufgefüllt, wobei die Vorgaben der Mindestabstände zu benachbarten potenziellen WEA-Standorten (5-facher Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung, 3-facher Rotordurchmesser in Nebenwindrichtung) eingehalten wurden.

Zusätzlich wurden Anlagenanzahlen bei Berücksichtigung eines Konzentrationsgebots in einem Windpark berechnet. Das heißt, es wurden nur zusammenhängende Potenzialflächen berücksichtigt, die mindestens Platz für 3 WEA-Standorte umfassen.

Von den Standorten der potenziellen Windenergieanlagenstandorte wurden die energetischen Bruttostromerträge durch Hinzunahme der Windkarten sowohl bei einer Berücksichtigung aller Anlagen als auch unter der Voraussetzung einer Konzentrationswirkung von 3 WEA ermittelt. Für die Ermittlung der Bruttostromerträge wurden die standort- und nabenhöhenspezifischen mittleren Windgeschwindigkeiten der Windfeldsimulation in Verbindung mit der Leistungskennlinie der betrachteten Windkraftanlage gesetzt und basierend einer Rayleigh-Verteilung in mittlere freie Bruttojahresstromerträge umgerechnet. Die schalloptimierte Betriebsweise wurde durch eine 1/3 zu 2/3 Gewichtung der reduzierten Leistungskennlinie zur optimierten Leistungskennlinie der Referenzanlage (also 22-6 Uhr reduziert und 6-22 Uhr optimiert) berücksichtigt. Dargestellt wird der potenziell zu erzielende langjährige mittlere Energieertrag pro Windkraftanlage am konkreten Standort.

Dieser Bruttoenergieertrag ist um den Parkwirkungsgrad zu reduzieren, es ergibt sich dadurch der Nettostromertrag. Ein Abzug ist notwendig, da sich Windkraftanlagen in einem Windpark durch gegenseitige Abschattung Wind und damit Energie entziehen. Die spezifischen Parkwirkungsgrade stellen den prozentualen Verlust der Stromproduktion einer Windkraftanlage im Park gegenüber der möglichen Stromproduktion einer Einzelanlage am gleichen Standort dar. Die Parkwirkungsgrade sind abhängig von der Anzahl der Windkraftanlagen im Windpark. Für die Berücksichtigung der Parkwirkungsgrade wurden für jede WEA die Abschläge gemäß Tabelle 19 vom Bruttostromertrag vorgenommen. Die Parkkonstellation wurde jeweils aus einer GIS-Analyse der potenziellen Anlagenstandorte abgeleitet.

**Tab. 19 Abschläge zur Berücksichtigung der Parkwirkung bei der Ermittlung des Windenergieertrags**

Anzahl Windenergieanlagen	Abzug vom Bruttostromertrag
1	0 %
2-5	2,5 %
6-15	5 %
16-25	10 %
25-50	15 %
> 50	20 %

Weiterhin ist bei der Ertragsberechnung immer die Modellunsicherheit zu berücksichtigen. In die Modellunsicherheit fließen unterschiedliche Faktoren ein (vgl. Kapitel 3.1.1). Wichtigste Unsicherheitsfaktoren sind die Komplexität des Naturraums, in dem der Windpark steht und die Abgleichsmöglichkeiten durch Ertragsinformationen bestehender Windparks. Die Unsicherheiten differieren somit in den Großlandschaften NRWs (siehe Kap. 4.2.7, Tab. 9).

Die Modellunsicherheiten können sich sowohl ertragserhöhend als auch -mindernd auswirken und werden deshalb jeweils in den Abbildungen als Unsicherheitsbalken angegeben. Zur Abschätzung der Unsicherheiten und zur Bewertung der Ergebnisse werden die Unsicherheiten in der tabellarischen Darstellung der landesweiten Betrachtung und der Betrachtung der Planungsregionen als prozentualer Anteil dargestellt.

### 6.2.1 Ergebnisse

Abbildung 37 zeigt die potenziellen Windenergieerträge der verschiedenen Szenarien auf. Mit der Flächenkulisse NRW<sub>alt</sub>-Szenario könnten rund 48 TWh/a Windstrom erzielt werden. Mit der Einbeziehung von Waldflächen im NRW-Leitszenario und NRW<sub>plus</sub> erhöhen sich die Strommengen noch einmal um etwa 48 % bzw. 73 % gegenüber dem NRW<sub>alt</sub>-Szenario. Um diese gesamten Potenziale umzusetzen, wären im NRW<sub>alt</sub>-Szenario fast 6.500 und im NRW-Leitszenario knapp 9.800 WEA erforderlich (s. Tab. 20). Hinter dem potenziellen Ertrag im Szenario NRW<sub>plus</sub> stehen rund 11.500 Windenergieanlagen.

Im Rahmen der Ausweisung von Flächen ist es jedoch in der Regel das Ziel, mehrere Windenergieanlagen in Windparks zu bündeln und damit einzelne Anlagen in der Landschaft zu vermeiden. Daher wurde zusätzlich berechnet, welche Potenziale in NRW vorhanden sind, wenn mindestens drei Windenergieanlagen in einem Windpark zusammen stehen. Alle Windenergieanlagen, die nur einzeln oder zu zweit stehen würden, wurden bei dieser Berechnung ausgeschlossen. Die Ergebnisse sind Abbildung 38 sowie Tabelle 20 zu entnehmen. Es zeigt sich, dass im NRW-Leitszenario 39 TWh/a von 71 TWh/a über Windenergieanlagen in Windparks mit drei oder mehr Windenergieanlagen erzeugt werden könnten. Die verbleibenden 32 TWh/a wären darüber hinaus mit Einzel- bzw. Doppelstandorten zu erreichen. Im NRW<sub>alt</sub>-Szenario allerdings wäre eine Zielerreichung von 20,7 TWh/a nur unter Ausnutzung aller Windparks möglich und daher, unter Beachtung weiterer Kriterien auf lokaler Ebene, schwierig. Das NRW<sub>plus</sub>-Szenario bietet hingegen ggf. zusätzliche Optionen, die Landesziele zu erreichen.

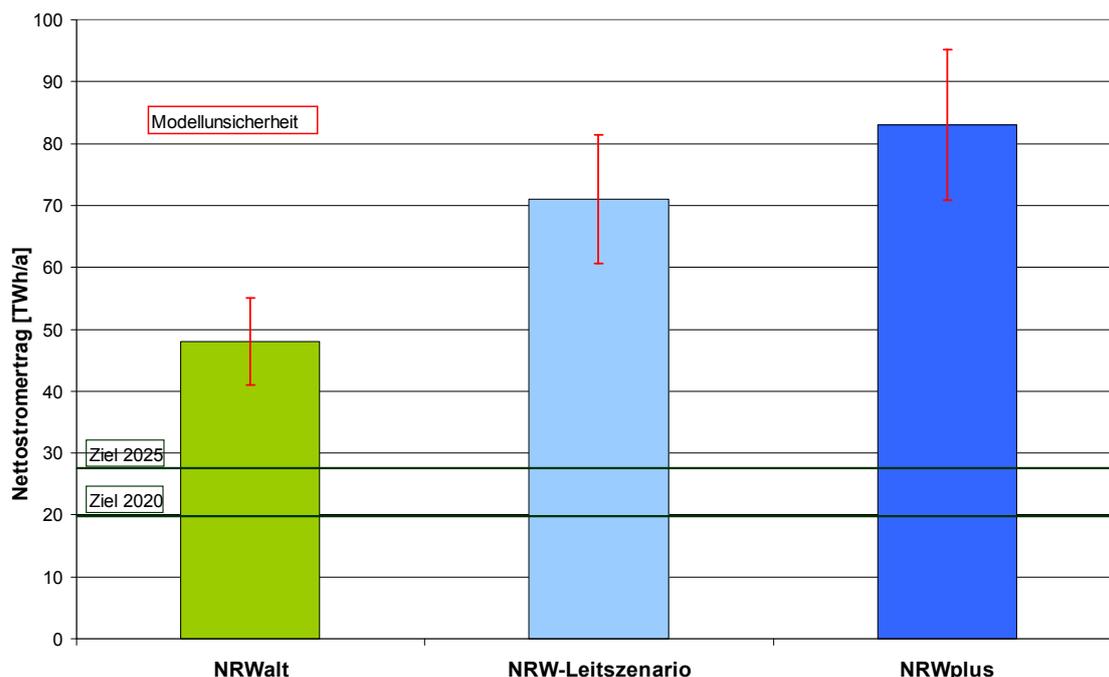
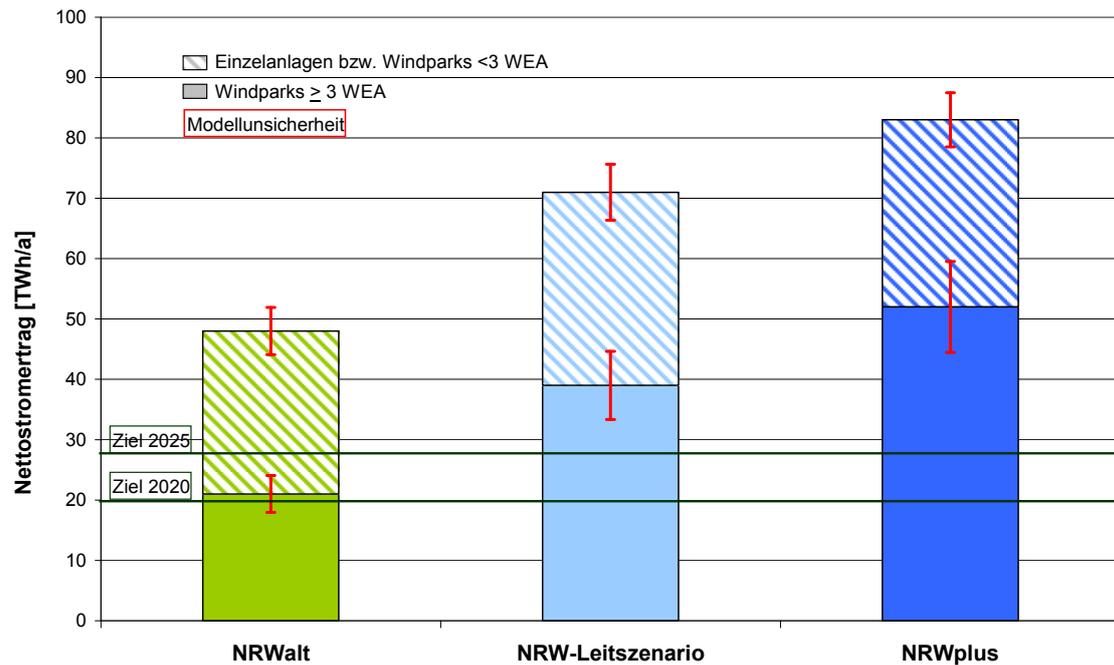


Abb. 37 Potenzielle Nettostromerzeugung durch Windenergie in den 3 Szenarien NRW<sub>alt</sub>, NRW-Leitszenario und NRW<sub>plus</sub>. Zielwert 2020: 20,7 TWh/a, Zielwert 2025: 28 TWh/a

Tab. 20 Machbares Potenzial für Nordrhein-Westfalen, landesweite Betrachtung (gerundet)

Szenario	Flächenpotenzial	mögliche installierbare WEA-Anzahl	mögliche Bruttostromproduktion	mögliche Nettostromproduktion	Modellunsicherheit Nettostromertrag
	ha		[TWh/a]	[TWh/a]	
<b>NRW<sub>alt</sub> - Szenario</b>	67.600	6.460	50	48	±14,4
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	39.700	2.880	23	21	±14,1
<b>NRW-Leitszenario</b>	<b>113.000</b>	<b>9.780</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>±15,0</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>74.600</b>	<b>5.380</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>±14,5</b>
<b>NRW<sub>plus</sub> - Szenario</b>	141.300	11.480	88	83	±15,0
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	102.400	7.330	57	52	±14,5



**Abb. 38** Differenzierung der potenziellen Nettostromerzeugung durch Windenergie in den 3 Szenarien  $NRW_{alt}$ ,  $NRW_{Leitszenario}$  und  $NRW_{plus}$  nach Windparks ( $\geq 3$  WEA am Standort) einerseits und Einzelanlagen und Windparks  $<3$  WEA andererseits. Die Modellunsicherheiten gelten jeweils für die beiden einzelnen Gruppen.

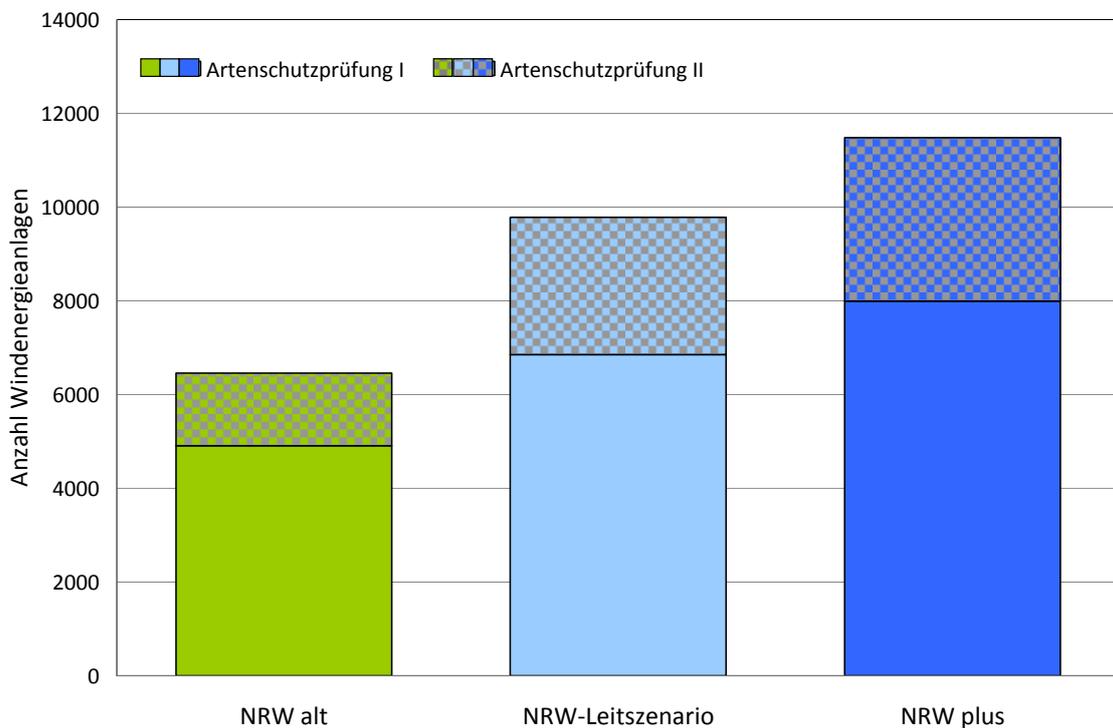
Zu beachten ist, dass verschiedene Kriterien im Rahmen der landesweiten Betrachtung nicht berücksichtigt werden konnten (vgl. Abschnitt 5.1.6), sondern nur vor Ort durch die zuständigen Planungsbehörden bewertbar sind. Insofern muss damit gerechnet werden, dass zusätzliche Aspekte zu einem Abzug von den hier dargestellten Potenzialen führen können. Auf den Aspekt des Artenschutzes wird im folgenden Abschnitt kurz eingegangen.

Gleichzeitig ist es möglich, dass zukünftig durch Aufgabe von Flächennutzungen, wie z.B. auf Konversionsflächen oder alten Flughäfen zusätzliche Potenziale zu den hier ermittelten Zahlen für die Windenergie frei werden.

### 6.2.2 Windenergiepotenziale unter Einbeziehung windenergiesensibler Vogelarten

Wie in Kap. 5.1.4.2 erläutert hat das LANUV im Rahmen der vorliegenden Potenzialstudie einen Datensatz zu Schwerpunktorkommen windenergiesensibler Vogelarten erstellt. Es handelt sich hierbei um Arten, deren Vorkommen in unmittelbarer Nähe zu Windkraftanlagen artenschutzrechtliche Verbotstatbestände gemäß § 44 BNatSchG auslösen können. Der Datensatz liefert insofern einen ersten Anhaltspunkt zu den möglichen artenschutzrechtlichen Konflikten in Bezug auf die im Rahmen der landesweiten Studie ermittelten potenziellen Standorte für Windkraftanlagen.

Abbildung 39 zeigt, wie viele Windkraftanlagen pro Szenario sich innerhalb der Schwerpunkt-vorkommen windenergiesensibler Vogelarten befinden. Im NRW<sub>alt</sub>-Szenario, das nur die Freiflächen außerhalb des Waldes betrachtet, liegen von knapp 6.500 WEA rund ein Viertel der potenziellen Standorte innerhalb der Schwerpunkt-vorkommen, im NRW-Leitszenario und NRW<sub>plus</sub>-Szenario weisen ca. 30% der potenziellen WEA-Standorte möglicherweise artenschutzrechtliche Konflikte im Zusammenhang mit windenergiesensiblen Arten auf. Grundsätzlich bedeutet dies allerdings nicht, dass all diese Windenergieanlagen in diesen Gebieten nicht realisierbar sind. Vielmehr ist eine intensive Prüfung vor Ort (Artenschutzprüfung Stufe II) erforderlich, ob und wie die Windenergienutzung verträglich zum Artenschutz gestaltbar ist.



**Abb. 39 Einbeziehung der Schwerpunkt-vorkommen windenergiesensibler Vogelarten in die Potenzialanalyse**

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der durch das LANUV erstellte Datensatz nicht alle windenergiesensiblen Vogelarten in NRW umfasst. Zudem erfolgt die artenschutzrechtliche Prüfung im Zuge der Anlagengenehmigung einzelfallbezogen, das heißt auch das Vorkommen windenergiesensibler Vogelarten außerhalb der Schwerpunkt-vorkommen kann artenschutzrechtliche Verbotstatbestände auslösen und einen vertieften Untersuchungsbedarf nach sich ziehen.

### 6.2.3 Repowering bestehender WEA in FFH- und Vogelschutzgebieten

Insgesamt gibt es in Nordrhein-Westfalen derzeit 80 Windenergieanlagen, die in FFH- und VS-Gebieten liegen und nach Ausnahme im WEE nach einer erfolgreichen Einzelfallprüfung auch in den sonst als Tabubereichen geltenden FFH- und Vogelschutzgebieten repowert werden können. Das Repowering dieser Anlagen bietet somit in NRW ein zusätzliches Potenzial zu den ermittelten machbaren Potenzialen.

Die bestehenden Windenergieanlagen liegen größtenteils im VS-Gebiete "Hellwegbörde" (66 WEA). Darüber hinaus stehen weitere acht Windenergieanlagen im VS-Gebiet "Unterer Niederrhein", jeweils zwei Anlagen im VS-Gebiet "Medebacher Bucht" und FFH-Gebiet "Östlicher Teutoburger Wald und wenige einzelne Windenergieanlagen in weiteren FFH-Gebieten (Abb. 40).

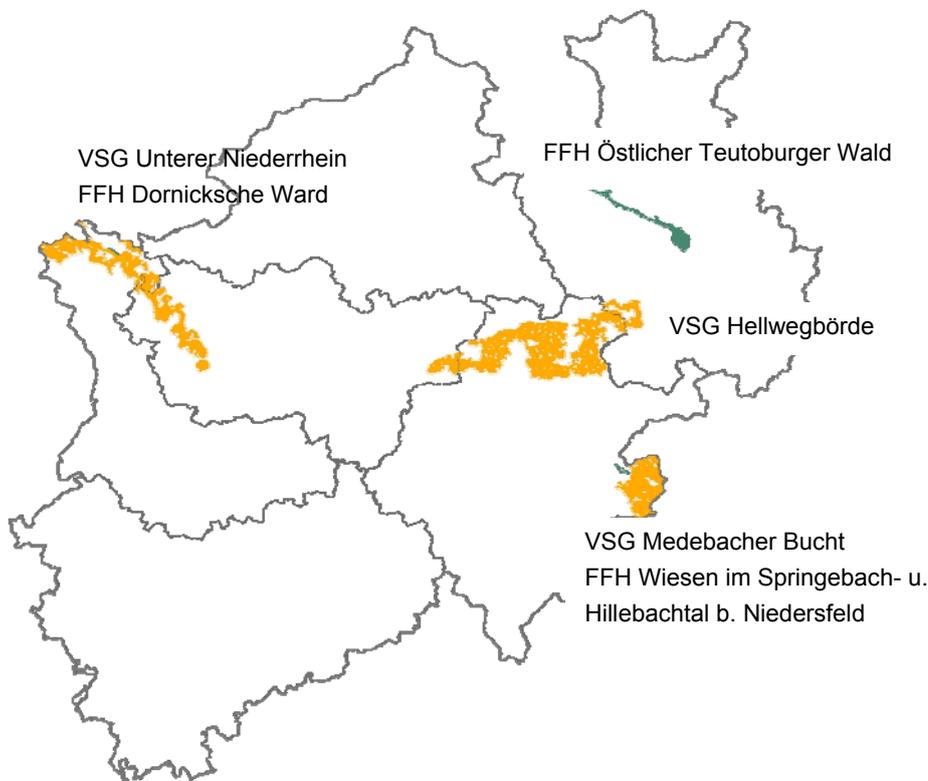


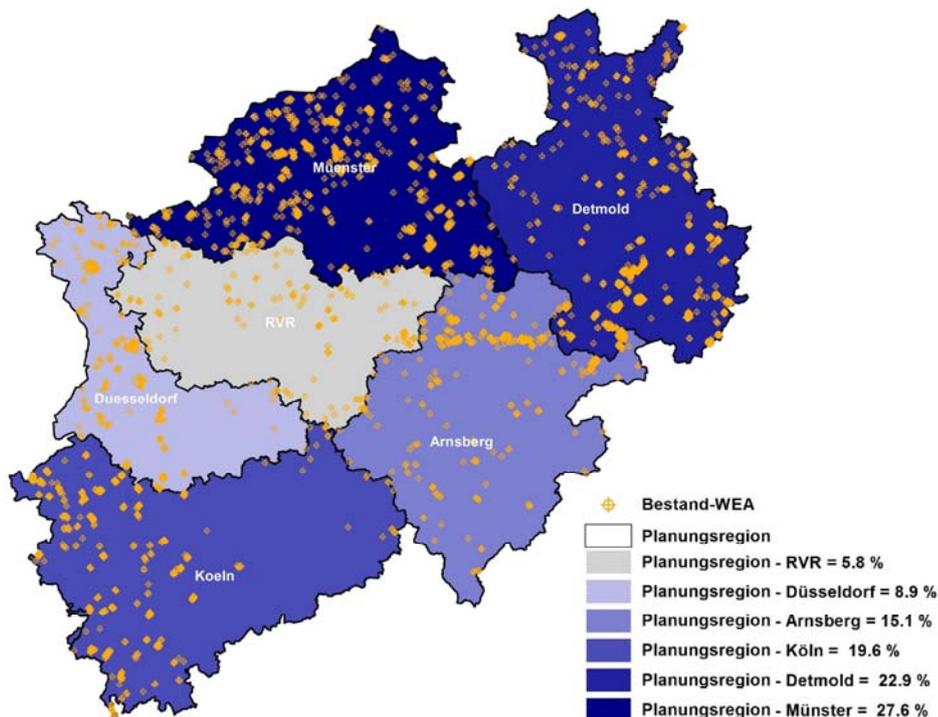
Abb. 40 FFH- (grün) und VS-Gebiete (gelb) mit Möglichkeit zum Repowering

Unter der Annahme, dass, unabhängig vom Alter dieser Anlagen, alle diese bestehenden Windenergieanlagen durch die entsprechende 3 MW-Referenzanlage, die dieser Studie zugrunde liegt, repowert würden, ergäbe sich eine potenziell installierbare Leistung von 240 MW. Wie bereits in Abschnitt 3.1.4 erläutert, ist jedoch für ein Repowering dieser Anlagen immer eine Einzelfallprüfung vor Ort notwendig, die im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden kann. Insofern ist dieses Potenzial als maximal zusätzliches Potenzial zu verstehen. Ob dieses tatsächlich umsetzbar ist und in welchen Verwaltungseinheiten die neuen Anlagen stehen würden, bleibt der lokalen Ebene überlassen. Insofern werden die Potenziale auch nicht in den Ergebnissen der Potenzialberechnung auf Landes-, Planungsregions-, Kreis- oder Gemeindeebene berücksichtigt.

## 6.3 Regionalisierte Berechnungen

### 6.3.1 Planungsregionen

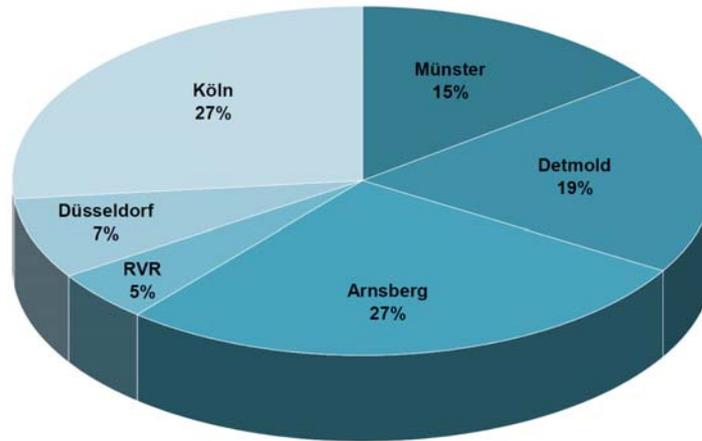
Mitte 2011 waren in NRW insgesamt rund 2.815 WEA mit einer Gesamtleistung von 2970 MW in Betrieb. Die sechs Planungsregionen leisten daran einen sehr unterschiedlichen Beitrag (Abb. 41). Gemessen an der zurzeit installierten Windenergieleistung, liegen die Schwerpunkte in den Planungsregionen Münster und Detmold. Der RVR und die Planungsregion Düsseldorf liefern aktuell die geringsten Beiträge zur Stromerzeugung durch Wind.



**Abb. 41 Beitrag der Planungsregionen an der Windenergieerzeugung Mitte 2011.  
Kriterium: Anteil der Planungsregionen an der installierten Leistung in NRW**

Die ermittelten machbaren Potenziale – betrachtet nach den drei Szenarien – verteilen sich deutlich anders. Im NRW<sub>alt</sub>-Szenario, also außerhalb des Waldes, liegen ca. 31 % des Stromerzeugungspotenzials im Regierungsbezirk Köln (s. Abb. 43, Tab. 21-23). Hier ist die Einzelbauung nicht derart stark ausgeprägt, wie es in den Planungsregionen Detmold und Münster der Fall ist. Diese steuern dennoch je etwa ein Fünftel des Potenzials bei. Die Planungsregionen Regionalverband Ruhr und Düsseldorf besitzen die niedrigsten Potenziale. Zu erklären ist dies insbesondere durch die kleinere Flächengröße der beiden Planungsregionen als auch durch die besonders große Siedlungsdichte.

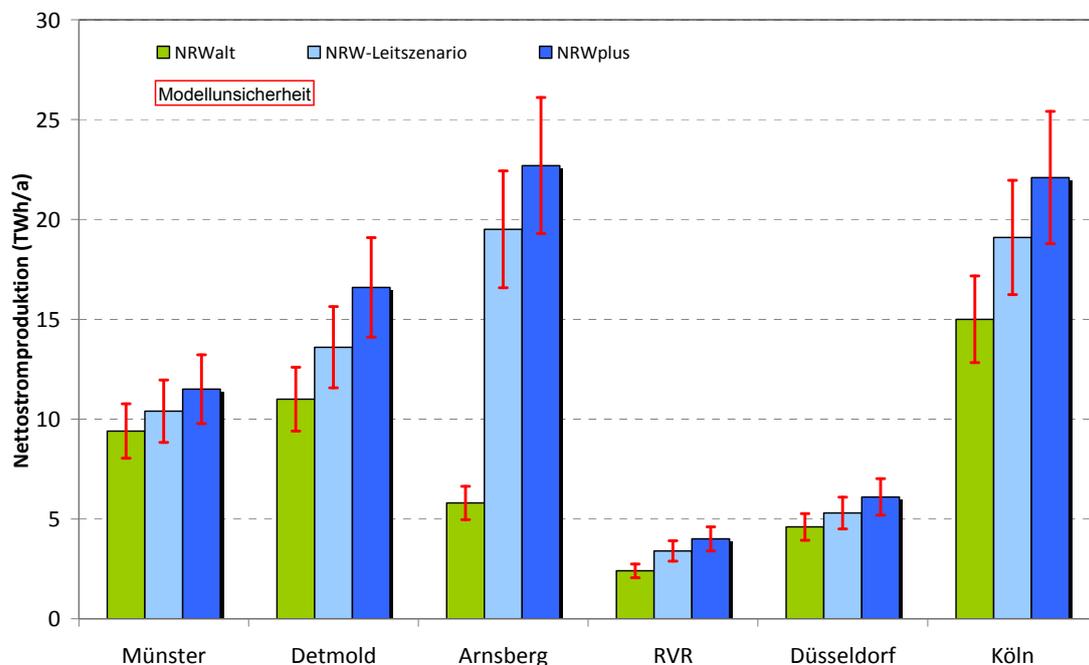
Das Bild ändert sich grundlegend, wenn Waldareale für die Windenergienutzung einbezogen werden. Bei einer zusätzlichen Nutzung der Nadelwald- und Kyrill-Schadflächen im NRW-Leitszenario liegen die größten Potenziale in den Planungsregionen Arnsberg und Köln mit jeweils 27 % (Abb. 42).



**Abb. 42** Anteile der Nettostrompotenziale in den Planungsregionen am Gesamtpotenzial von 71 TWh/a (in %) für das NRW-Leitszenario

Für den Regierungsbezirk Arnsberg bedeutet das eine Steigerung der potenziellen Windstromerzeugung von 5,8 TWh/a im NRW<sub>alt</sub>-Szenario auf 19,5 TWh/a unter den Annahmen des NRW-Leitszenarios. Unter Einbeziehung der Waldflächen könnte hier mehr als eine Verdreifachung der Potenziale erreicht werden. In den Planungsregionen Münster, dem RVR, Düsseldorf und Köln überwiegen hingegen die Potenzialflächen im Freiland (NRW<sub>alt</sub>-Szenario).

Unter weiterer Hinzunahme der Misch- und Laubwaldflächen bleibt die prozentuale Verteilung bei steigendem Gesamtpotenzial zwischen den Planungsregionen in etwa gleich, die absoluten Erträge steigen jedoch in allen Planungsregionen.



**Abb. 43** Potenzielle Nettostromproduktion der Planungsregionen in den 3 Ausbauszenarien. Die Balken geben die Spannweite der Modellunsicherheit an.

Tab. 21 **NRW<sub>alt</sub>-Szenario,**  
**Machbares Potenzial in den Planungsregionen (gerundet)**

NRW <sub>alt</sub> - Szenario  Betrachtete Ebene	Flächen- potenzial	mögliche installierbare WEA-Anzahl	mögliche Bruttostrom- produktion	mögliche Nettostrom- produktion	Modellunsicherheit Nettostromertrag
	ha		[TWh/a]	[TWh/a]	%
Planungsregion <b>Münster</b>	12.500	1.310	9,6	9,4	13,5
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	5.900	450	3,3	3,1	13,5
Planungsregion <b>Detmold</b>	16.600	1.460	11,3	11,0	13,5
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	10.600	760	6,0	5,7	13,5
Planungsregion <b>Arnsberg</b>	6.100	780	5,9	5,8	16,3
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	2.600	200	1,6	1,5	15,1
Planungsregion <b>RVR</b>	2.500	330	2,4	2,4	13,7
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	800	60	0,5	0,5	13,5
Planungsregion <b>Düsseldorf</b>	6.400	620	4,7	4,6	14,0
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	3.300	240	1,8	1,7	14,2
Planungsregion <b>Köln</b>	23.500	1.970	15,7	15,0	15,0
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	16.500	1.180	9,5	8,8	14,9

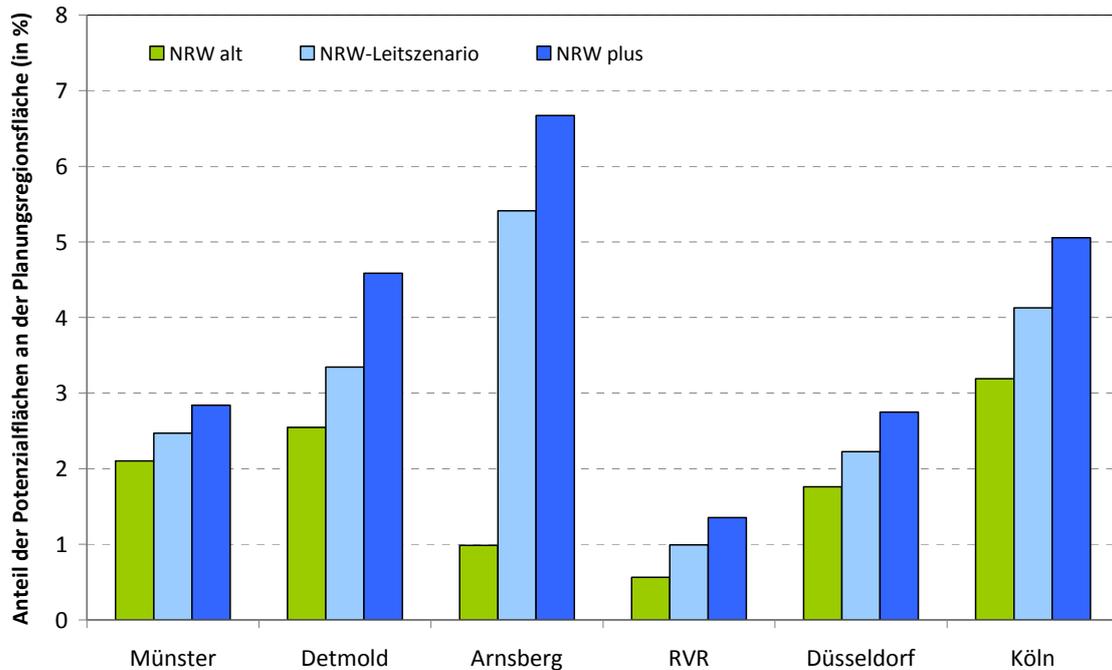
Tab. 22 **NRW-Leitszenario,**  
**Machbares Potenzial in den Planungsregionen (gerundet)**

NRW- Leitszenario  Betrachtete Ebene	Flächen- potenzial	mögliche installierbare WEA-Anzahl	mögliche Bruttostrom- produktion	mögliche Nettostrom- produktion	Modellunsicherheit Nettostromertrag
	ha		[TWh/a]	[TWh/a]	%
Planungsregion <b>Münster</b>	<b>14.700</b>	<b>1.470</b>	<b>10,7</b>	<b>10,4</b>	<b>13,5</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>8.200</b>	<b>610</b>	<b>4,5</b>	<b>4,2</b>	<b>13,5</b>
Planungsregion <b>Detmold</b>	<b>21.800</b>	<b>1.830</b>	<b>14,2</b>	<b>13,6</b>	<b>13,6</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>14.400</b>	<b>1.040</b>	<b>8,2</b>	<b>7,7</b>	<b>13,6</b>
Planungsregion <b>Arnsberg</b>	<b>33.500</b>	<b>2.720</b>	<b>20,7</b>	<b>19,5</b>	<b>17,1</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>25.200</b>	<b>1.730</b>	<b>13,2</b>	<b>12,3</b>	<b>17,1</b>
Planungsregion <b>RVR</b>	<b>4.400</b>	<b>480</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>	<b>13,9</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>2.100</b>	<b>160</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>13,8</b>
Planungsregion <b>Düsseldorf</b>	<b>8.100</b>	<b>740</b>	<b>5,5</b>	<b>5,3</b>	<b>14,0</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>4.700</b>	<b>340</b>	<b>2,6</b>	<b>2,4</b>	<b>14,0</b>
Planungsregion <b>Köln</b>	<b>30.400</b>	<b>2.540</b>	<b>20,3</b>	<b>19,1</b>	<b>15,2</b>
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	<b>20.100</b>	<b>1.480</b>	<b>12,0</b>	<b>11,0</b>	<b>15,0</b>

Tab. 23 **NRW<sub>plus</sub> –Szenario,  
Machbares Potenzial in den Planungsregionen (gerundet)**

NRW <sub>plus</sub> - Szenario  Betrachtete Ebene	Flächen- potenzial	mögliche installierbare WEA-Anzahl	mögliche Bruttostrom- produktion	mögliche Nettostrom- produktion	Modellunsicherheit Nettostromertrag
	ha		[TWh/a]	[TWh/a]	%
Planungsregion <b>Münster</b>	16.900	1.620	11,8	11,5	13,5
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	10.000	730	5,4	5,1	13,5
Planungsregion <b>Detmold</b>	29.900	2.300	17,8	16,6	13,6
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	23.100	1.630	13,0	11,9	13,7
Planungsregion <b>Arnsberg</b>	41.300	3.180	24,2	22,7	17,1
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	33.300	2.300	17,4	16,0	17,2
Planungsregion <b>RVR</b>	6.000	580	4,2	4,0	14,1
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	3.300	240	1,7	1,6	13,9
Planungsregion <b>Düsseldorf</b>	10.000	860	6,4	6,1	14,0
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	6.400	470	3,5	3,2	13,9
Planungsregion <b>Köln</b>	37.200	2.950	23,5	22,1	15,2
- davon in Windparks mit mind. 3 WEA	26.300	1.960	15,7	14,3	15,1

Die Potenzialflächen der drei Szenarien nehmen in den Planungsregionen einen unterschiedlich großen Flächenanteil ein. Im NRW<sub>alt</sub>-Szenario schwanken die Werte zwischen 0,6 % und 3,2 % der Regionsfläche (Abb. 44). Den größten Flächenanteil machen die Potenzialflächen in der Planungsregion Köln mit 3,2 % der Fläche aus. Auf Grund der hohen Siedlungsdichte ist der Wert beim RVR deutlich geringer (0,6 % der Fläche).



**Abb. 44 Anteil der Potenzialflächen für Windenergieerzeugung an der Gesamtfläche der jeweiligen Planungsregion (in %) nach den drei Szenarien NRW<sub>alt</sub>, NRW-Leitszenario und NRW<sub>plus</sub>.**

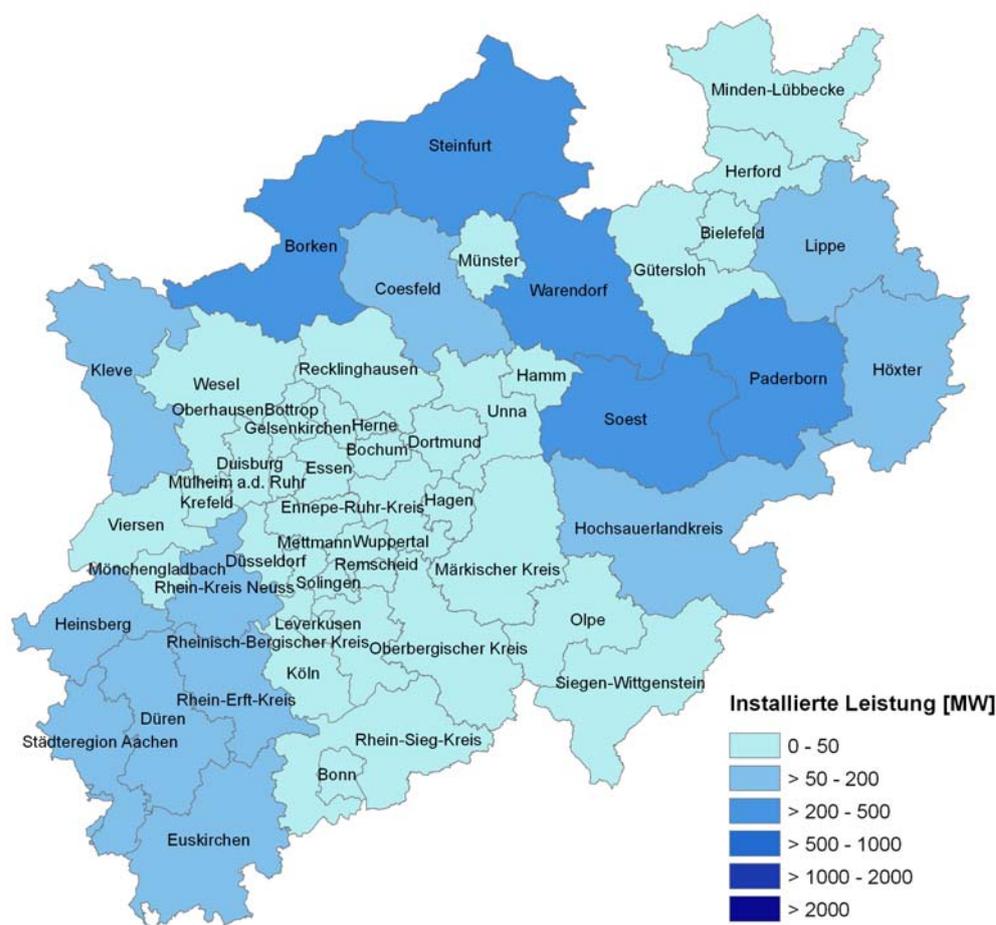
Im NRW-Leitszenario liegen die Anteile zwischen 1,0 % im RVR und 5,4 % in der Planungsregion Arnsberg. In der Planungsregion Arnsberg ist der Anteil der Potenzialflächen durch die Hinzunahme des Waldes stark angestiegen, und zwar von einem Anteil von 1,0 % im NRW<sub>alt</sub>-Szenario auf 5,4 % im NRW-Leitszenario. Den geringsten Anteil an Potenzialflächen hat ebenso wie im NRW<sub>alt</sub>-Szenario der RVR mit 1,0 %.

Im Szenario NRW<sub>plus</sub> steigen die Anteile der Potenzialflächen in den Planungsregionen weiter an. Den niedrigsten Wert verzeichnet nach wie vor der RVR mit 1,4 %. Die größten Anteile an der Planungsregionsfläche weisen Köln mit 5,1 % und Arnsberg mit 6,7 % auf.

### 6.3.2 Kreise

Abbildung 45 stellt die Verteilung der aktuell installierten Leistung in Nordrhein-Westfalen anhand der Kreise und kreisfreien Städte dar (Stand Mitte 2011). Es ist zu erkennen, dass sich die heutigen Schwerpunkte der Windkraftnutzung insbesondere in den ländlicheren Gebieten außerhalb des Waldes befinden. Insbesondere im dicht besiedelten Ruhrgebiet findet in einigen Kreisen bzw. kreisfreien Städten derzeit noch gar keine Stromerzeugung aus Windkraft statt.

Aktuell stehen in NRW viele Windenergieanlagen mit niedrig installierten Leistungen. Oftmals stehen diese Anlagen auf Flächen, die für die gewählten 3 MW-Referenzanlagen dieser Studie aufgrund größerer nötiger Abstände nicht möglich wären. Viele der aktuell installierten Windenergieanlagen sind Repowering-fähig. Für die so entstehende größere Anlage müssten häufig neue Standorte unter Berücksichtigung der Kriterien gesucht werden, die auch dieser Studie zugrunde liegen.



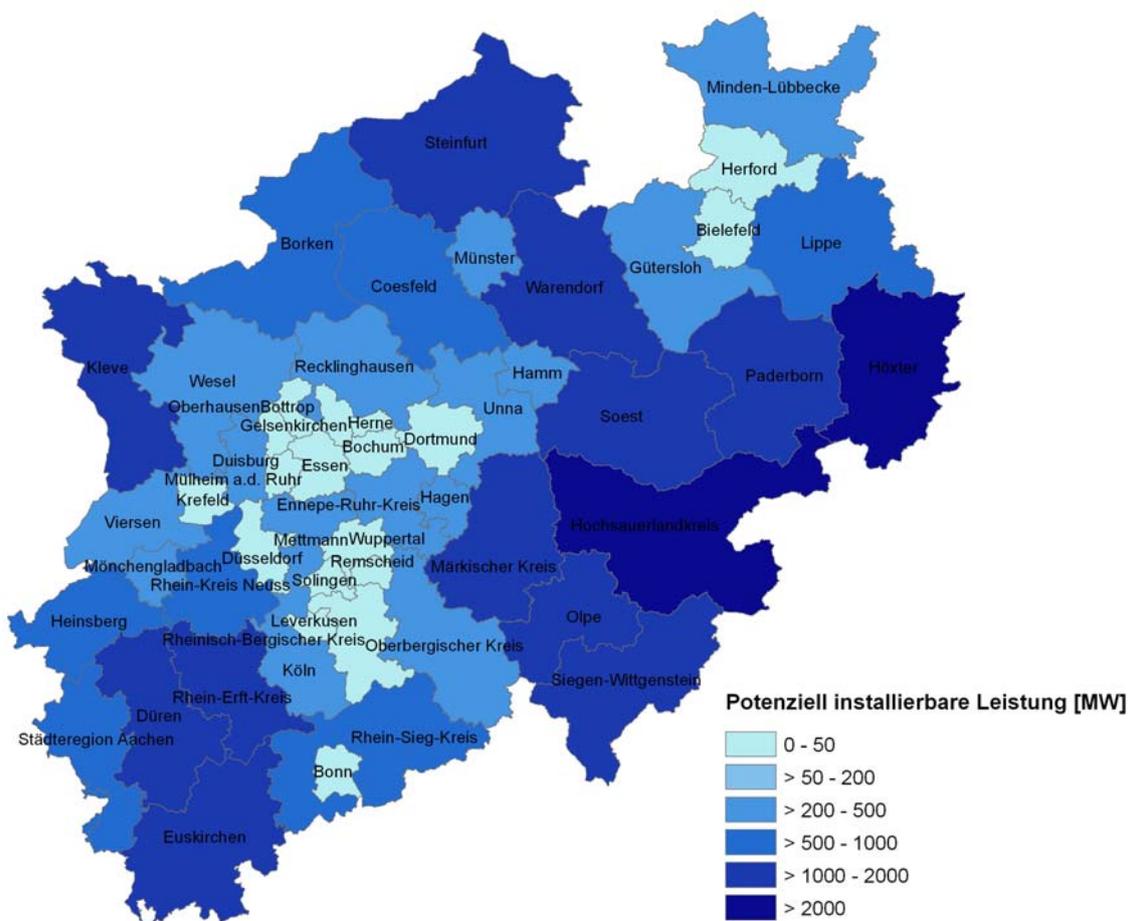
**Abb. 45** Verteilung der installierten Leistung in den Kreisen und kreisfreien Städten in NRW

Betrachtet man die ermittelten Potenziale (Abb. 46), so zeigt sich, dass in fast allen Kreisen Nordrhein-Westfalens erhebliche Ausbaupotenziale, sowohl für Flächen für neue zusätzliche Anlagen als auch Flächen für ein Repowering von Altanlagen, vorhanden sind. Im Detail sind

die Ergebnisse der Kreis-bezogenen Auswertungen zu den Potenzialen der drei Szenarien tabellarisch im Anhang 2 dargestellt.

Das Verteilungsmuster der potenziellen Windkraftnutzung zeigt im NRW-Leitszenario, dass außerhalb des Waldes eine gewisse Konzentration im Sauer- und Siegerland sowie im südlichen Weserbergland, im Kreis Steinfurt sowie in Teilflächen der Niederrheinischen Bucht zu verzeichnen ist (Abb. 46). Bei einer Nutzung von Windenergieanlagen der Multi-Megawatt Klasse (hier 3 MW-Anlagen) könnten in diesen Kreisen jeweils mehr als 1.000 MW an Windenergie installiert werden bzw. im Mittel bis zu 5 TWh Strom pro Jahr erzeugt werden.

Wenig Potenzial zeigt sich hingegen in vielen Kreisen bzw. kreisfreien Städten des Ruhrgebiets. In diesen Kreisen und Gemeinden sind Windenergieanlagen der Größenordnung 3 MW, wie sie hier als Referenzanlage herangezogen wurde, nur selten möglich. Aufgrund der optisch bedrängenden Wirkung und des Schallschutzes sind größere Abstände zu Siedlungsbereichen nötig, als es bei kleineren Windenergieanlagen der Fall ist. In Gemeinden, in denen in dieser Studie ein geringes Potenzial ausgewiesen ist, kann daher in Betracht gezogen werden, ggf. auf leistungsärmere Windenergieanlagen zurückzugreifen und auf diese Weise weitere Potenziale zu heben.



**Abb. 46** Verteilung der potenziell installierbaren Leistung in den Kreisen und kreisfreien Städten nach dem NRW-Leitszenario (3MW-Anlagen, schalloptimierte Betriebsweise).

### 6.3.3 Gemeinden

Aus Abbildung 47 ist die Verteilung der aktuell installierten Leistung in den Städten und Gemeinden Nordrhein-Westfalens zu entnehmen. Die Abbildung zeigt, dass in den meisten Städten und Gemeinden Mitte 2011 weniger als 20 MW an Windenergie installiert waren. Einige Städte in den Kreisen Paderborn und dem Hochsauerlandkreis zeigen bereits Werte größer als 50 MW. Spitzenreiter ist derzeit die Stadt Lichtenau mit über 65 MW. Im Ruhrgebiet ist in vielen Städten derzeit keine Windenergieanlagen installiert.

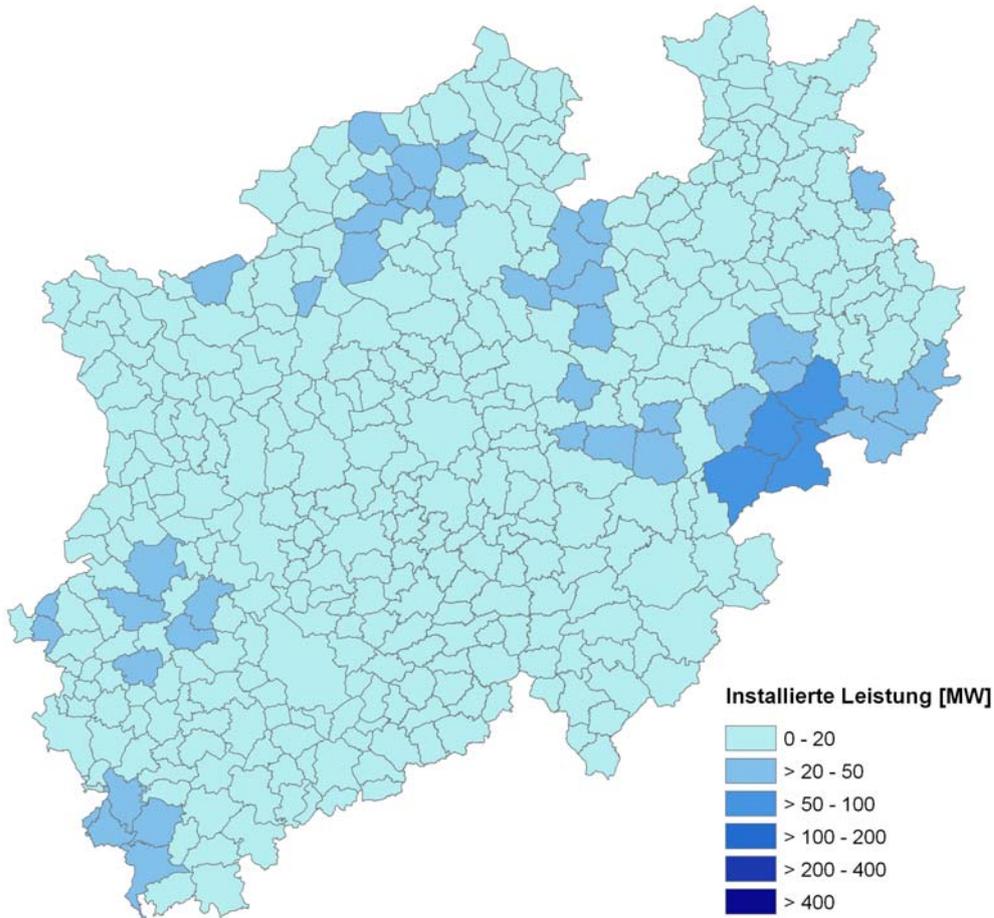
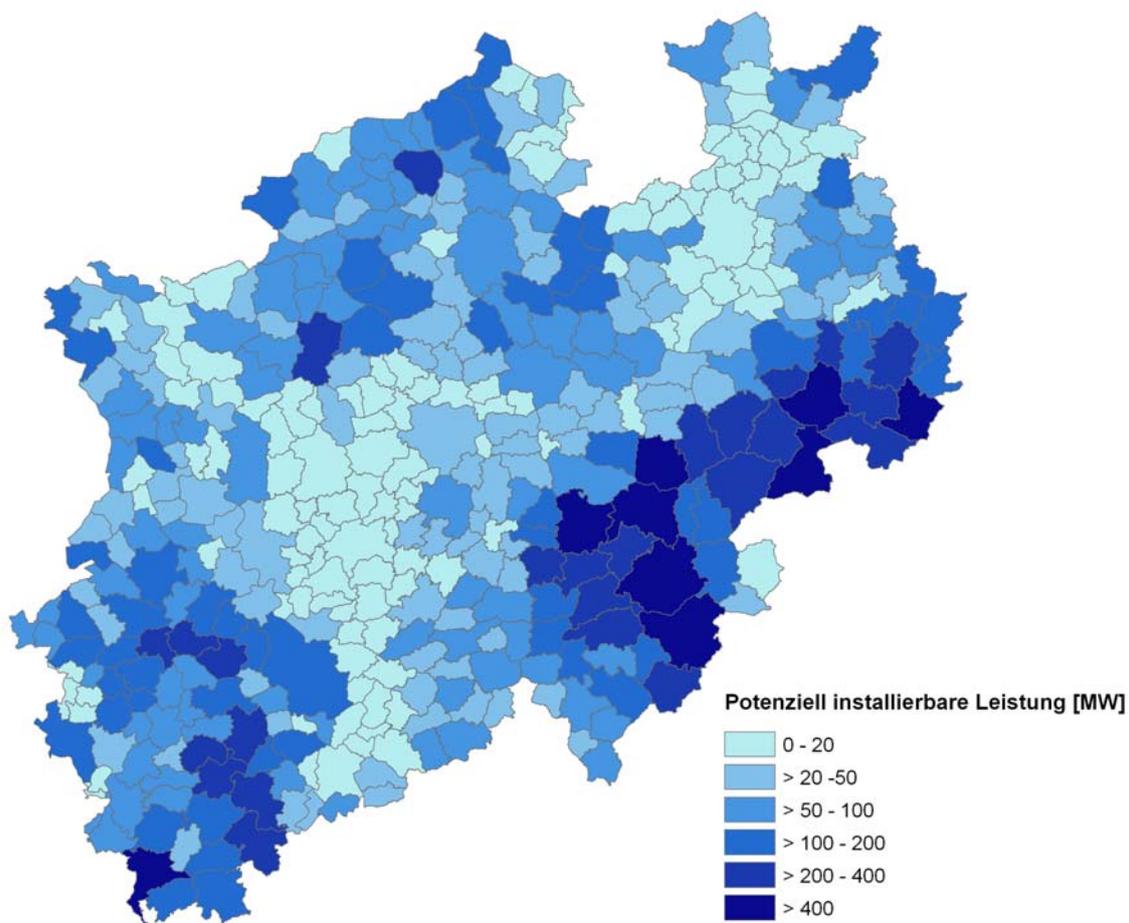


Abb. 47 Verteilung der installierten Leistung in den Städten und Gemeinden in NRW

Die Abbildung 48 zeigt die ermittelten Potenziale für die Städte und Gemeinden im NRW-Leitszenario. Die Ergebnisse dieser Analyseschritte sowie der Szenarien NRW<sub>alt</sub> und NRW<sub>plus</sub> sind tabellarisch im Anhang 3 dargestellt.

Die Verteilungsmuster decken sich größtenteils mit den Auswertungen auf Kreisebene. Die Schwerpunkte liegen im NRW-Leitszenario im Sauer- und Siegerland sowie dem südlichen Weserbergland. Darüber hinaus bieten einige Städte und Gemeinden am Niederrhein große Potenziale. Städte im Ruhrgebiet bieten aufgrund ihrer dichten Besiedlung oft kein bzw. nur ein sehr geringes Potenzial.



**Abb. 48** Verteilung der potenziell installierbaren Leistung in den Städten und Gemeinden nach dem NRW-Leitszenario (3MW-Anlagen, schalloptimierte Betriebsweise)

## 6.4 Zusammenfassung machbare Potenziale

Entsprechend dem **NRW-Leitszenario**, das die Rahmenbedingungen des geltenden Windenergieerlasses abbildet, bilden in Nordrhein-Westfalen rund 113.000 Hektar (3,3 % der Landesfläche) die Potenzialfläche für Windenergieanlagen. Auf diesen Flächen könnten insgesamt 9.780 Windenergieanlagen der 3-MW-Klasse betrieben werden. Damit steht ein Potenzial für eine Nettostromproduktion von rd. 71 TWh/a zur Verfügung.

Im **NRW<sub>plus</sub>-Szenario**, das darüber hinaus technisch potenziell alle Laub- und Mischwaldflächen mitbetrachtet, vergrößert sich die Potenzialfläche auf 141.300 Hektar (4,1 % der Landesfläche). Diese Fläche umfasst 11.480 Windenergieanlagen-Standorte und eine Nettostromproduktion von 83 TWh/a.

Im **NRW<sub>alt</sub>-Szenario**, das keine Waldflächen berücksichtigt, steht ein Flächenpotenzial von 67.600 Hektar (2,0 % der Landesfläche) zur Verfügung. Mit diesem Potenzial könnten 6.460 Windenergieanlagen betrieben werden. Die mögliche Nettostromproduktion würde 48 TWh/a betragen.

Tab. 24 Ergebnisse der Potenzialberechnungen in den 3 Szenarien für NRW (gerundet)

	Mögliche Nettostromproduktion [TWh/a]	Fläche [ha]	Anteil Landesfläche [%]	Anzahl WEA (3-MW-Anlage)
<b>NRW-Leitszenario</b>	<b>71</b>	<b>113.000</b>	<b>3,3</b>	<b>9.780</b>
NRW <sub>plus</sub> -Szenario	83	141.300	4,1	11.480
NRW <sub>alt</sub> -Szenario	48	67.600	2,0	6.460

Regional verteilen sich nach dem **NRW-Leitszenario** die potenziell zur Verfügung stehenden Flächen wie folgt (Tab. 25):

Tab. 25 Ergebnisse der Potenzialberechnungen für das NRW-Leitszenario in den Planungsregionen (gerundet)

Planungsregion	Mögliche Nettostromproduktion [TWh/a]	Fläche [ha]	Anteil an Planungsregionsfläche [%]	Anzahl WEA (3-MW-Anlage)
Münster	10,4	14.700	2,5	1.470
Detmold	13,6	21.800	3,3	1.830
Arnsberg	19,5	33.500	5,4	2.720
RVR	3,4	4.400	1,0	480
Düsseldorf	5,3	8.100	2,2	740
Köln	19,1	30.400	4,1	2.540

Die Errichtung von Windenergieanlagen wird in Nordrhein-Westfalen im Wesentlichen auf regionaler und kommunaler Ebene gesteuert. Dabei wird zumeist zuerst versucht, die Windenergienutzung zu bündeln. Da ab drei Anlagen sowohl die „Windfarm“-Definition des Umweltverträglichkeitsprüfungsrechts greift als auch regelmäßig eine Raumbedeutsamkeit als Grundlage regionalplanerischer Steuerung angenommen werden kann, wurde neben dem oben genannten Gesamtpotenzial auch das Windparkpotenzial als Teilmenge ermittelt. Daraus ergeben sich 39 TWh/a bei dem NRW-Leitszenario.

**Tab. 26 Ergebnisse der Potenzialberechnungen für das NRW-Leitszenario in den Planungsregionen bei alleiniger Berücksichtigung von Windparks  $\geq 3$  Windenergieanlagen (Windparkpotenzial), gerundet**

Planungsregion	Mögliche Netto- stromproduktion [TWh/a]	Fläche [ha]	Anteil an Pla- nungsregions- fläche [%]	Anzahl WEA (3-MW- Anlage)
Münster	4,2	8.200	1,4	610
Detmold	7,7	14.400	2,2	1.040
Arnsberg	12,3	25.200	4,1	1.730
RVR	1,1	2.100	0,5	160
Düsseldorf	2,4	4.700	1,3	340
Köln	11,0	20.100	2,7	1.480

Auch wenn die Regionalplanung voraussichtlich primär Windparks als Ziele der Raumordnung ausweist, bedeutet dies bei einer Ausweisung als Vorranggebiete keinen Ausschluss der Potenzialstandorte außerhalb dieser Flächen. Diese, Einzelstandorte wie Windparkstandorte, verbleiben den Kommunen in Ihrer Planungshoheit als Potenzialflächen. Es liegt in ihrem planerischen Ermessen, ob und inwieweit sie auf diese Flächen zurückgreifen wollen. Da regelmäßig Kommunen auch über regionale Zielsetzungen hinaus ihr Gemeindegebiet gestalten wollen, können regionalen Vorranggebieten weitere kommunal ausgewiesene Flächen hinzutreten.

Aufbauend auf den Überlegungen, das 15 %-Ausbauziel der Landesregierung für die Windstromversorgung im Jahr 2020, also 20,7 TWh/a, auf die einzelnen Planungsregionen anhand des Windparkpotenzials proportional zu deren Potenzial herunterzurechnen, ergibt sich die folgende regionale Verteilung (Tab. 27).

**Tab. 27** Ergebnisse der Potenzialberechnungen (NRW-Leitszenario) in den Planungsregionen für das Windparkpotenzial ( $\geq 3$  Windenergieanlagen) bezogen auf das Ziel der Landesregierung, die Windstromversorgung auf 15% auszubauen (gerundet)

Planungsregion	Notwendige Nettostrom- produktion [TWh/a]	Notwendige Fläche [ha]	Anteil an der Planungsregionsfläche [%]
Münster	2,2	4.390	0,7
Detmold	4,1	7.700	1,2
Arnsberg	6,6	13.480	2,2
RVR	0,6	1.120	0,3
Düsseldorf	1,3	2.510	0,7
Köln	5,9	10.750	1,5
<b>NRW</b>	<b>20,7</b>	<b>39.950</b>	<b>1,2</b>

Wenn man aus dem 30 %-Ausbauziel der Landesregierung für die Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien im Jahr 2025, also 41,4 TWh/a, unter Beachtung der Ausbauziele und Trends sämtlicher erneuerbarer Energieträger einen Windstromanteil von 28 TWh/a (MKULNV, 2012a) für 2025 ableitet, ergibt sich daraus für die einzelnen Planungsregionen, proportional zu deren Windparkpotenzial heruntergebrochen, die folgende Verteilung (Tab. 28).

**Tab. 28** Ergebnisse der Potenzialberechnungen (NRW-Leitszenario) in den Planungsregionen für das Windparkpotenzial ( $\geq 3$  Windenergieanlagen) bezogen auf das Ziel der Landesregierung, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung auf 30% auszubauen (gerundet)

Planungsregion	Notwendige Nettostrom- produktion [TWh/a]	Notwendige Fläche [ha]	Anteil an der Planungsregionsfläche [%]
Münster	3,0	5.930	1,0
Detmold	5,6	10.420	1,6
Arnsberg	8,9	18.230	2,9
RVR	0,8	1.520	0,3
Düsseldorf	1,7	3.400	0,9
Köln	8,0	14.540	2,0
<b>NRW</b>	<b>28,0</b>	<b>54.040</b>	<b>1,6</b>

Über diese Flächen hinaus kommen weitere, nicht vom NRW-Leitszenario erfasste Flächen hinzu. Darunter fällt insbesondere die Flächenkulisse vorhandener Windenergieanlagen außerhalb der im Leitszenario berechneten Flächen. Weiterhin gehören dazu beispielsweise nach Einzelfallprüfung geeignete Konversionsflächen, Gewerbegebiete und Repoweringflächen in Natura-2000-Gebieten. Diese werden wegen der erforderlichen Prüfungstiefe vor allem auf kommunaler Ebene zu betrachten sein.

Das Ziel der Landesregierung ist es, im Jahr 2020 15 % des Stromverbrauches aus Windenergie zu erzeugen. Dieser Beitrag entspricht einem Erzeugungsbedarf von 20,7 TWh/a und als Ergebnis dieser Studie einer Fläche von 39.950 ha (Windparkpotenzial). Im Jahr 2025 sollen 30 % des Stromverbrauches in NRW aus Erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Dies entspricht einem Erzeugungsbedarf von 41 TWh/a. Der Beitrag der Windenergie dazu liegt bei 28 TWh/a und als Ergebnis der Studie einer Fläche von 54.040 ha (Windparkpotenzial).

Die Ergebnisse der o.g. Studie zeigen, dass die Ziele der Landesregierung realistisch und möglich sind.



## Quellenverzeichnis

GROSS, G. 1987

Some effects of deforestation on nocturnal drainage flow and local climate – A numerical study. *Boundary Layer Meteorol.* 38, 315 – 337.

GROSS, G. 1991

Anwendungsmöglichkeit mesoskaliger Simulationsmodelle am Beispiel von Darmstadt. Teil 1: Wind- und Temperaturfelder. *Meteorol. Rdsch.*, 43, 97-112.

GROSS, G. 1994

Project WIND: numerical simulations with FITNAH. In: *Mesoscale Modeling of the Atmosphere*. Meteorological Monographs volume 25, American Meteorological Society, Boston

GROSS, G., TH. FREY und P. TRUTE (GEO-NET) 2002

Die Anwendung numerischer Simulationsmodelle zur Berechnung der lokalen Windverhältnisse in komplexem Gelände. *DEWI-Magazin*, H. 1, S. 85-90.

GROSS, G 2002

The exploration of boundary layer phenomena using a nonhydrostatic mesoscale model. *Meteor. Zschr.* Vol. 11 Nr. 5., S. 701-710.

LANUV 2012

Energieatlas NRW. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. <http://www.energieatlas.nrw.de>

LEP

Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW).  
<http://www.nrw.de/landesregierung/landesplanung>

MKULNV 2011

Energie.Daten NRW 2011. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Stand 11/2011.  
[http://www.iwr.de/buch/2011/energiestatistik/broschuere\\_energieDaten\\_nrw\\_2011.pdf](http://www.iwr.de/buch/2011/energiestatistik/broschuere_energieDaten_nrw_2011.pdf)

MKULNV 2012

Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen. Stand 29.03.2012. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.  
<http://www.umwelt.nrw.de/klima/energie/windenergie/index.php>

MKULNV 2012a

Anteile der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in NRW im Jahr 2025, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, unveröffentlicht

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA) 2011: NCEP/NCAR Reanalyse-Winddaten 1980-2010. Washington D.C.

NOHL, W. 1993

Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen. Geänderte Fassung August 1993

[http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/landschaftsbildbewertung\\_pdf.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/pdf/landschaftsbildbewertung_pdf.pdf)

PIORR 2011

Berücksichtigung des Immissionsschutzes bei der Ausweisung von Konzentrationszonen für Windenergieanlagen. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW.

[http://www.lanuv.nrw.de/geraeusche/pdf/E2\\_AusweisungVonWindvorrangzonen.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/geraeusche/pdf/E2_AusweisungVonWindvorrangzonen.pdf)

SSYMANK O.J.

Schutzgebiete für die Natur: Aufgaben, Ziele, Funktionen und Realität, in Erdmann/Spandau, Naturschutz in Deutschland: Strategien, Lösungen, Perspektiven, S. 11, 13

TRUTE, P., TH. FREY und G. GROSS (GEO-NET) 2002: Die Anwendung numerischer Simulationsmodelle zur Berechnung des Windenergiepotenzials für Windkraftanlagen. UVP-Report, H. 1+2, S. 32 – 36.

VV-Artenschutz

Verwaltungsvorschrift zur Anwendung der nationalen Vorschriften zur Umsetzung der Richtlinien 92/43/EWG (FFH-RL) und 2009/147/EG (V-RL) zum Artenschutz bei Planungs- oder Zulassungsverfahren. Rd.Erl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz v. 13.04.2010, - III 4 - 616.06.01.17 – in der Fassung der 1. Änderung vom 15.09.2010. <http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/artenschutz/de/downloads>

WEE 2011

Windenergie-Erlass. Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung 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 (Az. III B 4 – 30.55.03.01). <http://www.umwelt.nrw.de/klima/energie/windenergie/index.php>

## **ANHANG**



**ANHANG 1: Kriterienkatalog zur Ermittlung von Potenzialflächen für die Windenergienutzung in NRW**

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
<b>Siedlung</b>								
3.2.4.3 5.2.1.1	Ortslagen / ASB (Allgemeine Siedlungsbereiche) inkl. 600m-Puffer			Regionalplanung	<p>Optische Bedrängungswirkung (OVG NRW Urteil 2006): Ist der Abstand &lt; 2 x Gesamthöhe der WEA, führt die Einzelfallprüfung i. d. R. zu einer dominanten und optisch bedrängenden Wirkung der Anlage. Ist der Abstand zw. 2 bis 3 x Gesamthöhe der WEA, bedarf es regelmäßig einer besonders intensiven Prüfung des Einzelfalls. Bei Abständen &gt; 3 x Gesamthöhe wird i. d. R. nicht mehr mit optisch bedrängender Wirkung zu rechnen sein.</p> <p>Der gewählte Abstandspuffer schließt für die Referenzanlagen eine optisch bedrängende Wirkung aus. Dies repräsentiert gegenüber der Wohnnutzung im Außenbereich einen erhöhten Schutzanspruch der als ASB festgelegten zusammenhängenden Siedlungsflächen.</p> <p>Darüber hinaus ist die Einhaltung der Richtwerte der TA Lärm erforderlich. Dies wurde im Rahmen der schalloptimierten Berechnung gesondert durch flexible Abstände betrachtet.</p>	A	A	A

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
3.2.4.3 5.2.1.1	Wohnnutzung im Außenbereich inkl. 450m-Puffer			GEObais. NRW: ALK	Der gewählte Abstandspuffer erfüllt hinsichtlich der optisch bedrängenden Wirkung den Abstand der 2,5 fachen Gesamthöhe und würde damit eine Einzelfallprüfung zur optisch bedrängenden Wirkung erfordern. Für derzeit gängige Anlagen mit einer Gesamthöhe von 150 m kann bedrängende Wirkung i. d. R. ausgeschlossen werden. Darüber hinaus ist die Einhaltung der Richtwerte der TA Lärm erforderlich. Dies wurde im Rahmen der schalloptimierten Berechnung gesondert durch flexible Abstände betrachtet. Diese überschreiten i. d. R. den 450m Puffer.	A	A	A

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
3.2.4.2	Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche (GIB) für flächenintensive Großvorhaben			Regionalplanung	<p>Möglich, wenn ausreichend große Flächen für die Unterbringung insbesondere von emittierenden Industrie- und Gewerbebetrieben entsprechend der Planzeichendefinition 1.c) der Anlage 3 zu § 35 Abs. 1 LPIG DVO verbleiben und der Betrieb der Windenergieanlagen die Nutzung des GIB nicht einschränkt.</p> <p>In der Potenzialberechnung werden nur GIB für flächenintensive Großvorhaben berücksichtigt. Einzelanlagen können jedoch auf allen GIB-Flächen errichtet werden soweit die Nutzung des GIB nicht eingeschränkt wird.</p>	E	E	E

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
<b>Infrastruktur</b>								
3.2.2.3 8.2.4	Bundesautobahnen (BAB) inkl. anbaufreie Zone (40m-Puffer)			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	§ 9 FStrG: Anbaufreie Zone 40 m (Abstand Rotorspitze – Fahrbahnrand)	A	A	A
	Sicherheitsstreifen zur BAB außerhalb der anbaufreien Zone: 40-100m-Puffer				§ 9 FStrG: Bei Abständen bis 100 m ist die Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich.			
	Bundesstraßen inkl. anbaufreie Zone (20m-Puffer)			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	§ 9 FStrG: Anbaufreie Zone 20 m (Abstand Rotorspitze – Fahrbahnrand)	A	A	A
	Sicherheitsstreifen zur Bundesstraße außerhalb der anbaufreien Zone: 20-40m-Puffer				§ 9 FStrG: Bei Abständen bis 40m ist die Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich.			
	Landes- und Kreisstraßen außerhalb von Ortsdurchfahrten inkl. 40m-Puffer			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	§ 25 StrWG NRW: Bei Abständen bis zu 40 m ist Zustimmung der Straßenbaubehörde erforderlich.			
	Elektrifizierte Bahnstrecken inkl. Sicherheitsstreifen (100m-Puffer)			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	Abstand des einfachen Rotordurchmessers aufgrund der Turbulenzschleppe. Bei ungünstiger Stellung des Rotors darf die Blattspitze nicht in den Schutzstreifen der Oberleitung ragen.	A	A	A

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
8.1.2	Freileitungen inkl. Sicherheitsstreifen (100 m-Puffer)			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	Abstand des einfachen Rotordurchmessers aufgrund der Turbulenzschleppe einzuhalten. Bei ungünstiger Stellung des Rotors darf die Blattspitze nicht in den Schutzstreifen der Freileitung ragen.	A	A	A
8.2.5	Flughäfen, Flugplätze (bauliche Anlagen)			Regionalplanung	Berücksichtigung der Fläche als Tabubereich.	A	A	A
	4 km um die Startbahnbezugspunkte der Flughäfen (Anflugsektoren), 1,5 km um den Flughafenbezugspunkt bei Landeplätzen u. Segelfluggelände			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	Zustimmung der Luftfahrtbehörde erforderlich (§§ 12, 17 LuftVG). Kein landesweiter Datensatz zu den Anflugsektoren vorhanden, daher nach Absprache in projektbegleitender AG Nutzung eines 1,5 bzw. 4 km Radius. Eine Überprüfung im Einzelfall ist notwendig.	E	E	E
3.2.4.2	Abgrabungsbereiche inkl. Nachnutzung (BSAB)			Regionalplanung	Stellen in der Regel kein wirkliches Potenzial dar, da meist Gruben oder Seen entstehen.	E	E	E
	Nachnutzung von Aufschüttungen und Ablagerungen (z.B. Halden)			Regionalplanung				

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
3.2.4.2	Flächen vorlaufend zum Braunkohletageabbau (temporäre Nutzung)			RWE Power	Der spätere Abbau darf langfristig nicht in Frage gestellt werden, Zeitlinien können ggf. Aufschluss über die Planungen geben und damit Gebiete weiter differenzieren.			
	Flächen, auf denen aktuell Braunkohletagebau stattfindet			RWE Power	Stellen aktuell kein wirkliches Potenzial dar.	E	E	E
	Rekultivierte Braunkohletagebauflächen			RWE Power				
<b>Gewässer</b>								
8.2.2	Überschwemmungsgebiete § 78 Abs. 1 WHG, vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete § 78 Abs. 6 WHG			IT.NRW	Ausnahmeentscheidung nach § 78 Abs. 2 ff möglich. (Überschwemmungsgebiete werden in den Regionalplänen in Überschwemmungsbereiche überführt.)	E	E	E
	Stehende Gewässer			LANUV NRW		A	A	A
	Fließende Gewässer			LANUV NRW		A	A	A

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
8.2.2	50 m Puffer an stehenden Gewässern > 5 ha und an fließenden Gewässern I. Ordnung				§ 38 Abs. 3 WHG, § 57 LG. Ausnahmegenehmigung von Bauverbot möglich.			
	5 m Gewässer-randstreifen im Außenbereich				§ 38 Abs. 3 WHG. Zu kleinflächig für landesweite Betrachtung.			
	3 m Gewässer-randstreifen				§ 97 Abs. 6 LWG: B-Plan möglich, sofern keine entgegenstehenden öffentlichen Belange. Zu kleinflächig für landesweite Betrachtung.			
	WSG und HQSG Schutzzone I			LANUV		A	A	A
	WSG und HQSG Schutzzone II			LANUV		E	E	E
	WSG und HQSG Schutzzone III, IIIA			LANUV	WEA i. d. R. mit den Schutzbestimmungen vereinbar.			

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
<b>Natur und Landschaft</b>								
3.2.4.3	Bereiche für den Schutz der Natur (BSN)			Regionalplanung	Sind im WEE als Tabuflächen eingeordnet. Gleichwohl sind laut WEE Ausnahmen unter den Voraussetzungen des LEP möglich. Eine Überprüfung im Einzelfall ist notwendig. Flächen werden in der Flächenanalyse als Einzelfallprüfungsflächen ausgeschlossen.	E	E	E
3.2.4.2	Bereiche für den Schutz der Landschaft und die landschaftsorientierte Erholung (BSLE),			Regionalplanung	Im Einzelfall möglich, wenn die Windenergienutzung mit der konkreten Schutzfunktion des jeweiligen Bereiches vereinbar ist.			
8.2.1.2	Nationalparke			LANUV NRW		A	A	A
8.2.1.2	Nationale Naturmonumente				Zurzeit keine nat. Naturmonumente in NRW vorhanden			
8.2.1.2	Festgesetzte, ausgewiesene oder einstweilig sichergestellte Naturschutzgebiete			LANUV NRW	Datensatz enthält festgesetzte und ausgewiesene Naturschutzgebiete	A	A	A

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
8.1.4	300m-Puffer Naturschutzgebiete				Größe der Pufferzone abhängig von den Erhaltungszielen und Schutzzwecken. Im Einzelfall niedriger oder höherer Abstandswert möglich. Erhaltungsziele / Schutzzweck nicht landesweit überprüfbar. Eine Überprüfung der Schutzabstände im Einzelfall ist notwendig.	E	E	E
8.2.1.2	Gesetzlich geschützte Biotope gem. § 30 BNatSchG / § 62 LG			LANUV NRW		A	A	A
8.2.1.2	FFH-Gebiete			LANUV NRW	Ausschluss bei neuen WEA-Standorten (Bei Repowering Einzelfallprüfung notwendig)	A	A	A
8.1.4	FFH-Gebiete 300m-Puffer				Größe der Pufferzone abhängig von den Erhaltungszielen und Schutzzwecken. Im Einzelfall niedriger oder höherer Abstandswert möglich. Erhaltungsziele / Schutzzweck nicht landesweit überprüfbar. Eine Überprüfung der Schutzabstände im Einzelfall ist notwendig.	E	E	E

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
8.2.1.2	Vogelschutzgebiete (VSG)			LANUV NRW	Ausschluss bei neuen WEA-Standorten (Bei Repowering Einzelfallprüfung notwendig)	A	A	A
8.1.4	Vogelschutzgebiete 300m-Puffer				Größe der Pufferzone abhängig von den Erhaltungszielen und Schutzzwecken. Im Einzelfall niedriger oder höherer Abstandswert möglich. Erhaltungsziele / Schutzzweck nicht landesweit überprüfbar. Eine Überprüfung der Schutzabstände im Einzelfall ist notwendig.	E	E	E
8.2.1.5	Landschaftsschutzgebiete (LSG)			LANUV NRW	Regelmäßiges Bauverbot in LSG. WEA möglich, wenn mit der konkreten Schutzfunktion des LSG insgesamt vereinbar.			
8.1.4	Schwerpunkt-vorkommen windenergieempfindlicher und europarechtlich relevanter Vogelarten			LANUV NRW	Innerhalb der Schwerpunkt-vorkommen ist grundsätzlich eine vertiefende Prüfung der Verbotstatbestände (Stufe II der ASP nach der VV-Artenschutz) durchzuführen.			

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
<b>Wald</b>								
3.2.4.2	Laubwälder			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	„Standortgerechte Laubwälder“ werden lt. WEE ausgeschlossen. Da Wälder landesweit zzt. nur auf Grundlage der DLM-Daten klassifiziert werden können, können die Laubwälder nicht eindeutig als Tabu oder Einzelfallprüfung zugeordnet werden. Im Rahmen der Potenzialstudie Beachtung in Szenarien.	A	A	
	Mischwälder			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	Betrachtung in Szenarien.	E	E	
	Nadelholzwälder			GEObasis. NRW ATKIS-Basis-DLM	Betrachtung in Szenarien.	E		
3.2.4.2	(Kyrill-) Windwurfflächen			Landesbetrieb Wald und Holz NRW	Windwurfflächen bevorzugte Standorte, siehe Leitfaden Windenergie im Wald. Betrachtung in Szenarien.	E		

WEE Nr.	Kriterium	Einstufung laut WEE <sup>1</sup>		Datenquelle	Anmerkung	Potenzialberechnung: Berücksichtigt als Ausschlussfläche (A) oder Einzelfallprüfungsfläche (E) im		
		A	E			NRW <sub>alt</sub> -Szenario	NRW-Leit-szenario	NRW <sub>plus</sub> -Szenario
3.2.4.2	Naturwaldzellen			Landesbetrieb Wald und Holz NRW	Forstwissenschaftliche Bedeutung, siehe Leitfaden Windenergie im Wald.	A	A	A
	Saatgutbestände			Landesbetrieb Wald und Holz NRW	Forstwissenschaftliche Bedeutung, siehe Leitfaden Windenergie im Wald.	A	A	A
	Versuchsflächen			Landesbetrieb Wald und Holz NRW	Forstwissenschaftliche Bedeutung, siehe Leitfaden Windenergie im Wald.	A	A	A
	Wildnisgebiete			LANUV NRW	Forstwissenschaftliche Bedeutung, siehe Leitfaden Windenergie im Wald.	A	A	A
	Prozessschutzflächen				Zurzeit keine Flächen in NRW ausgewiesen			

#### Anmerkungen

Der tabellarische Kriterienkatalog gibt eine Kurzübersicht über die angewandten Kriterien.  
Eine ausführliche Darstellung ist im Textteil der Potenzialanalyse zu finden.

1 - A = Ausschlussbereich / E = Einzelfallprüfung.

## ANHANG 2: Ergebnisse der machbaren Potenziale für Kreise und kreisfreie Städte

Kreis	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leistung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leistung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leistung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Bielefeld	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>45</b>	31	18	45
Bochum	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Bonn	17	6	15	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	46	12	29
Borken	2144	750	1829	<b>2940</b>	<b>918</b>	<b>2199</b>	3386	1020	2434
Bottrop	42	15	37	<b>42</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	43	15	37
Coesfeld	1977	711	1752	<b>2230</b>	<b>771</b>	<b>1881</b>	2700	894	2178
Dortmund	92	33	81	<b>92</b>	<b>33</b>	<b>81</b>	120	39	94
Duisburg	153	60	150	<b>162</b>	<b>69</b>	<b>170</b>	226	81	198
Düren	7047	1569	3984	<b>7718</b>	<b>1725</b>	<b>4320</b>	8956	1920	4763
Düsseldorf	90	27	68	<b>92</b>	<b>27</b>	<b>68</b>	100	33	82
Ennepe-Ruhr-Kreis	10	12	30	<b>143</b>	<b>54</b>	<b>134</b>	263	90	224
Essen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Euskirchen	3864	1077	2838	<b>7693</b>	<b>1944</b>	<b>4885</b>	10096	2358	5895
Gelsenkirchen	100	27	66	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>66</b>	100	27	66
Gütersloh	344	174	410	<b>428</b>	<b>195</b>	<b>459</b>	497	204	480
Hagen	19	18	45	<b>249</b>	<b>72</b>	<b>177</b>	417	105	257
Hamm	224	84	198	<b>224</b>	<b>84</b>	<b>198</b>	263	99	232
Heinsberg	3186	777	1965	<b>3245</b>	<b>807</b>	<b>2033</b>	3414	828	2086
Herford	38	18	44	<b>44</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	50	21	51
Herne	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hochsauerlandkreis	3262	999	2534	<b>13104</b>	<b>3075</b>	<b>7447</b>	14993	3405	8247
Höxter	7327	1749	4250	<b>9104</b>	<b>2112</b>	<b>5032</b>	12569	2673	6363
Kleve	2212	732	1765	<b>3669</b>	<b>1017</b>	<b>2338</b>	4958	1254	2853
Köln	414	120	297	<b>424</b>	<b>123</b>	<b>304</b>	486	138	339
Krefeld	109	33	82	<b>109</b>	<b>33</b>	<b>82</b>	109	33	82
Leverkusen	74	27	68	<b>74</b>	<b>27</b>	<b>68</b>	76	30	75
Lippe	1704	609	1514	<b>2204</b>	<b>747</b>	<b>1844</b>	3564	981	2427
Märkischer Kreis	626	291	715	<b>4050</b>	<b>1020</b>	<b>2401</b>	5014	1212	2863
Mettmann	68	45	114	<b>92</b>	<b>57</b>	<b>139</b>	257	87	210
Minden-Lübbecke	1086	390	946	<b>1199</b>	<b>414</b>	<b>1004</b>	1280	438	1061
Mönchengladbach	424	120	300	<b>448</b>	<b>123</b>	<b>306</b>	519	135	334

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 2

Kreis	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leistung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leistung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leistung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Mülheim a.d. Ruhr	12	9	22	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	40	18	43
Münster	72	42	99	<b>112</b>	<b>57</b>	<b>133</b>	187	69	161
Oberbergischer Kreis	269	168	416	<b>1217</b>	<b>477</b>	<b>1191</b>	2087	663	1659
Oberhausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Olpe	447	282	686	<b>5545</b>	<b>1341</b>	<b>3210</b>	6530	1545	3699
Paderborn	6086	1428	3776	<b>8821</b>	<b>1998</b>	<b>4935</b>	11950	2556	6180
Recklinghausen	795	276	668	<b>1840</b>	<b>486</b>	<b>1093</b>	2335	570	1266
Remscheid	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Rhein-Erft-Kreis	5283	1188	2911	<b>5299</b>	<b>1200</b>	<b>2912</b>	5991	1332	3222
Rheinisch-Bergischer Kreis	12	6	14	<b>40</b>	<b>27</b>	<b>65</b>	118	48	117
Rhein-Kreis Neuss	2387	570	1409	<b>2389</b>	<b>579</b>	<b>1427</b>	2552	606	1490
Rhein-Sieg-Kreis	1850	543	1345	<b>2391</b>	<b>708</b>	<b>1749</b>	3269	855	2107
Siegen-Wittgenstein	440	270	649	<b>6291</b>	<b>1557</b>	<b>3696</b>	8481	1911	4523
Soest	1358	483	1230	<b>4520</b>	<b>1167</b>	<b>2693</b>	6316	1461	3351
Solingen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Städteregion Aachen	1518	408	1119	<b>2247</b>	<b>582</b>	<b>1583</b>	2675	660	1785
Steinfurt	5393	1464	3422	<b>6342</b>	<b>1638</b>	<b>3792</b>	6768	1704	3940
Unna	487	168	411	<b>528</b>	<b>195</b>	<b>471</b>	746	249	599
Viersen	1091	333	821	<b>1320</b>	<b>378</b>	<b>908</b>	1531	411	985
Warendorf	2872	972	2287	<b>3110</b>	<b>1020</b>	<b>2389</b>	3817	1173	2746
Wesel	592	285	693	<b>1020</b>	<b>372</b>	<b>882</b>	1382	438	1030
Wuppertal	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18

### ANHANG 3: Ergebnisse der machbaren Potenziale für Städte und Gemeinden

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Aachen	317	96	271	<b>495</b>	<b>144</b>	<b>398</b>	768	192	524
Ahaus	121	45	111	<b>152</b>	<b>51</b>	<b>123</b>	159	54	130
Ahlen	215	81	196	<b>217</b>	<b>84</b>	<b>203</b>	267	99	238
Aldenhoven	703	159	399	<b>703</b>	<b>159</b>	<b>399</b>	731	162	405
Alfter	17	9	23	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	51	12	30
Alpen	41	18	44	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	59	21	51
Alsdorf	31	15	43	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>43</b>	32	15	43
Altena	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	67	18	45
Altenbeken	304	75	206	<b>970</b>	<b>213</b>	<b>513</b>	1135	234	562
Altenberge	96	42	103	<b>96</b>	<b>42</b>	<b>103</b>	98	45	111
Anröchte	140	42	109	<b>148</b>	<b>45</b>	<b>116</b>	179	54	139
Arnsberg	49	24	60	<b>309</b>	<b>93</b>	<b>222</b>	438	102	243
Ascheberg	260	99	233	<b>261</b>	<b>102</b>	<b>240</b>	349	120	282
Attendorn	52	42	101	<b>574</b>	<b>150</b>	<b>363</b>	750	180	436
Augustdorf	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Bad Berleburg	205	102	242	<b>1856</b>	<b>456</b>	<b>1072</b>	2416	552	1293
Bad Driburg	468	123	301	<b>790</b>	<b>198</b>	<b>461</b>	1329	285	665
Bad Honnef	24	9	24	<b>106</b>	<b>30</b>	<b>78</b>	144	36	94
Bad Laasphe	51	36	85	<b>1275</b>	<b>282</b>	<b>649</b>	1586	327	751
Bad Lippspringe	276	63	157	<b>303</b>	<b>72</b>	<b>173</b>	410	90	215
Bad Münstereifel	94	63	172	<b>696</b>	<b>204</b>	<b>500</b>	1320	294	710
Bad Oeynhausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Bad Salzuflen	78	33	81	<b>81</b>	<b>33</b>	<b>82</b>	110	42	104
Bad Sassendorf	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Bad Wünnenberg	1438	330	895	<b>1664</b>	<b>378</b>	<b>989</b>	2451	528	1329
Baesweiler	253	57	160	<b>253</b>	<b>57</b>	<b>160</b>	254	60	168
Balve	240	69	168	<b>876</b>	<b>186</b>	<b>426</b>	968	201	461
Barntrup	170	54	133	<b>232</b>	<b>72</b>	<b>177</b>	438	111	274
Beckum	149	75	188	<b>156</b>	<b>75</b>	<b>188</b>	226	93	232
Bedburg	1581	327	745	<b>1581</b>	<b>327</b>	<b>745</b>	1643	339	769
Bedburg-Hau	28	9	23	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	58	18	43
Beelen	48	12	27	<b>52</b>	<b>15</b>	<b>34</b>	56	15	34
Bergheim	932	204	511	<b>941</b>	<b>207</b>	<b>511</b>	1155	243	586
Bergisch Gladbach	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Bergkamen	46	12	28	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	65	15	35
Bergneustadt	3	9	23	<b>80</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	104	33	83

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Bestwig	46	15	37	<b>461</b>	<b>126</b>	<b>308</b>	541	141	345
Beverungen	311	87	216	<b>447</b>	<b>117</b>	<b>282</b>	673	147	354
Bielefeld	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>45</b>	31	18	45
Billerbeck	166	51	135	<b>169</b>	<b>57</b>	<b>149</b>	211	75	197
Blankenheim	280	102	289	<b>543</b>	<b>153</b>	<b>422</b>	748	207	566
Blomberg	207	75	185	<b>231</b>	<b>78</b>	<b>192</b>	306	87	214
Bocholt	22	15	36	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	32	18	44
Bochum	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Bönen	28	12	29	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>36</b>	30	15	36
Bonn	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	46	12	29
Borchen	803	189	493	<b>869</b>	<b>201</b>	<b>497</b>	1234	267	644
Borgentreich	1776	381	934	<b>1973</b>	<b>420</b>	<b>1012</b>	2193	453	1088
Borgholzhausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Borken	172	60	146	<b>195</b>	<b>66</b>	<b>160</b>	220	81	196
Bornheim	545	123	300	<b>548</b>	<b>126</b>	<b>308</b>	588	132	322
Bottrop	42	15	37	<b>42</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	43	15	37
Brakel	1224	303	705	<b>1443</b>	<b>351</b>	<b>803</b>	2165	456	1046
Breckerfeld	9	9	23	<b>110</b>	<b>30</b>	<b>75</b>	136	39	98
Brilon	490	141	386	<b>1331</b>	<b>330</b>	<b>857</b>	1612	384	988
Brüggen	123	27	67	<b>123</b>	<b>27</b>	<b>67</b>	132	33	81
Brühl	55	18	46	<b>60</b>	<b>21</b>	<b>53</b>	107	24	61
Bünde	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Burbach	45	24	58	<b>407</b>	<b>96</b>	<b>222</b>	574	123	283
Büren	1008	225	605	<b>1657</b>	<b>369</b>	<b>893</b>	2453	519	1218
Burscheid	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Castrop-Rauxel	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Coesfeld	574	156	377	<b>739</b>	<b>186</b>	<b>437</b>	858	210	493
Dahlem	132	51	145	<b>434</b>	<b>135</b>	<b>373</b>	599	165	454
Datteln	18	15	37	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	30	18	44
Delbrück	85	45	109	<b>90</b>	<b>48</b>	<b>116</b>	96	48	116
Detmold	112	48	119	<b>122</b>	<b>60</b>	<b>149</b>	157	66	164
Dinslaken	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	86	15	34
Dörentrup	79	27	68	<b>97</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	149	45	115
Dormagen	105	48	120	<b>105</b>	<b>48</b>	<b>120</b>	109	51	127
Dorsten	323	105	254	<b>771</b>	<b>204</b>	<b>455</b>	929	231	511
Dortmund	92	33	81	<b>92</b>	<b>33</b>	<b>81</b>	120	39	94
Drensteinfurt	187	66	154	<b>189</b>	<b>66</b>	<b>154</b>	231	75	174
Drolshagen	56	39	94	<b>245</b>	<b>69</b>	<b>172</b>	392	99	245
Duisburg	153	60	150	<b>162</b>	<b>69</b>	<b>170</b>	226	81	198
Dülmen	360	117	288	<b>391</b>	<b>117</b>	<b>288</b>	429	126	307
Düren	209	63	167	<b>209</b>	<b>66</b>	<b>174</b>	217	66	174

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Düsseldorf	90	27	68	<b>92</b>	<b>27</b>	<b>68</b>	100	33	82
Eitorf	21	21	52	<b>103</b>	<b>54</b>	<b>132</b>	297	84	206
Elsdorf	262	63	157	<b>262</b>	<b>66</b>	<b>165</b>	262	66	165
Emmerich am Rhein	238	75	181	<b>244</b>	<b>75</b>	<b>181</b>	252	75	181
Emsdetten	231	51	105	<b>234</b>	<b>51</b>	<b>105</b>	248	54	112
Engelskirchen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>108</b>	<b>33</b>	<b>82</b>	196	48	118
Enger	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Ennepetal	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>51</b>	52	27	66
Ennigerloh	344	111	264	<b>366</b>	<b>120</b>	<b>286</b>	426	126	299
Ense	52	24	63	<b>60</b>	<b>24</b>	<b>63</b>	110	36	92
Erfstadt	1195	264	660	<b>1196</b>	<b>267</b>	<b>664</b>	1274	282	698
Erkelenz	829	192	494	<b>829</b>	<b>192</b>	<b>494</b>	836	192	494
Erkrath	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Erndtebrück	24	15	36	<b>594</b>	<b>132</b>	<b>312</b>	670	144	342
Erwitte	120	33	82	<b>122</b>	<b>33</b>	<b>82</b>	122	33	82
Eschweiler	707	150	386	<b>732</b>	<b>159</b>	<b>409</b>	784	165	425
Eslohe (Sauerland)	219	75	182	<b>997</b>	<b>228</b>	<b>555</b>	1050	240	584
Espelkamp	10	9	22	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	10	9	22
Essen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Euskirchen	595	156	384	<b>1024</b>	<b>264</b>	<b>616</b>	1611	345	795
Everswinkel	135	45	103	<b>142</b>	<b>45</b>	<b>103</b>	196	54	123
Extertal	48	30	76	<b>88</b>	<b>39</b>	<b>98</b>	140	48	120
Finnentrop	61	36	90	<b>1344</b>	<b>294</b>	<b>685</b>	1519	321	745
Frechen	79	30	79	<b>79</b>	<b>30</b>	<b>79</b>	267	69	172
Freudenberg	3	12	30	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	181	48	119
Fröndenberg/Ruhr	69	24	65	<b>71</b>	<b>27</b>	<b>71</b>	96	30	79
Gangelt	335	75	184	<b>335</b>	<b>75</b>	<b>184</b>	336	75	184
Geilenkirchen	524	132	348	<b>535</b>	<b>138</b>	<b>361</b>	581	147	384
Geldern	131	39	92	<b>253</b>	<b>69</b>	<b>158</b>	294	72	166
Gelsenkirchen	100	27	66	<b>100</b>	<b>27</b>	<b>66</b>	100	27	66
Gescher	175	51	124	<b>190</b>	<b>54</b>	<b>131</b>	225	60	145
Geseke	172	48	124	<b>172</b>	<b>48</b>	<b>124</b>	173	51	131
Gevelsberg	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Gladbeck	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Goch	99	45	110	<b>490</b>	<b>123</b>	<b>268</b>	721	162	357
Grefrath	16	9	22	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	22	12	29
Greven	234	78	178	<b>287</b>	<b>84</b>	<b>191</b>	350	90	205
Grevenbroich	691	150	371	<b>693</b>	<b>153</b>	<b>374</b>	769	165	402
Gronau (Westf.)	38	15	37	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	46	18	44
Gummersbach	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>160</b>	<b>54</b>	<b>139</b>	250	60	154
Gütersloh	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	14	12	28

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Haan	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hagen	19	18	45	249	72	177	417	105	257
Halle (Westf.)	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hallenberg	≤ 30	≤ 6	≤ 18	126	33	80	145	36	87
Haltern am See	191	69	163	741	174	375	1046	222	470
Halver	≤ 30	≤ 6	≤ 18	54	18	45	77	27	67
Hamm	224	84	198	224	84	198	263	99	232
Hamminkeln	81	36	87	133	51	121	143	54	127
Harsewinkel	142	63	146	204	72	165	225	72	165
Hattingen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	22	12	30
Havixbeck	53	15	38	56	18	45	66	18	45
Heek	203	69	168	213	69	168	219	69	168
Heiden	142	45	112	372	93	219	381	99	233
Heiligenhaus	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Heimbach	225	51	136	330	81	213	393	90	236
Heinsberg	470	114	284	470	114	284	473	114	284
Hellenthal	198	75	214	1904	435	1033	2211	495	1172
Hemer	28	12	30	283	75	177	396	90	212
Hennef (Sieg)	8	12	29	30	18	43	72	27	63
Herdecke	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	50	12	30
Herford	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Herne	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Herscheid	20	12	28	175	36	88	223	54	131
Herten	55	18	46	55	18	46	56	18	46
Herzebrock-Clarholz	51	24	56	57	24	56	62	27	63
Herzogenrath	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hiddenhausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hilchenbach	≤ 30	≤ 6	≤ 18	238	69	170	358	96	234
Hilden	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hille	147	54	132	207	63	153	233	72	174
Holzwickede	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hopsten	403	111	272	411	114	279	412	114	279
Horn-Bad Meinberg	161	45	110	162	45	110	170	45	110
Hörstel	400	126	299	457	132	309	479	135	316
Horstmar	226	57	145	329	78	189	336	78	189
Hövelhof	28	9	22	28	9	22	28	9	22
Höxter	427	111	273	721	171	412	1542	318	768
Hückelhoven	130	39	99	130	42	106	144	45	114
Hückeswagen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	41	12	31	49	15	39
Hüllhorst	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Hünxe	69	48	114	153	60	140	308	81	187

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Hürtgenwald	4	9	25	180	54	131	375	87	205
Hürth	252	54	138	254	54	138	330	75	184
Ibbenbüren	57	21	51	103	33	79	133	36	86
Inden	907	189	431	907	189	431	915	189	431
Iserlohn	28	12	32	133	36	89	207	60	149
Isselburg	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	13	9	21
Issum	266	72	173	290	72	173	342	87	207
Jüchen	214	57	144	214	57	144	216	57	144
Jülich	622	147	391	623	147	391	914	183	462
Kaarst	47	15	37	47	15	37	68	15	37
Kalkar	91	48	119	91	48	119	91	48	119
Kall	66	24	69	161	45	124	199	57	157
Kalletal	227	90	223	365	126	309	724	192	476
Kamen	24	15	36	24	15	36	27	18	43
Kamp-Lintfort	41	21	52	258	66	148	322	78	173
Kempen	81	30	74	82	33	81	105	36	88
Kerken	495	126	300	495	126	300	614	141	333
Kerpen	470	111	287	470	111	287	495	117	298
Kevelaer	271	75	175	276	78	182	353	84	195
Kierspe	9	15	37	98	51	129	126	57	144
Kirchhundem	45	48	119	1464	354	856	1558	378	914
Kirchlengern	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Kleve	17	9	22	154	39	92	229	54	127
Köln	414	120	297	424	123	304	486	138	339
Königswinter	51	21	52	55	21	52	112	33	83
Korschenbroich	297	69	170	297	69	170	313	75	184
Kranenburg	45	45	109	728	165	330	1138	249	494
Krefeld	109	33	82	109	33	82	109	33	82
Kreuzau	83	24	60	100	33	84	121	33	84
Kreuztal	≤ 30	≤ 6	≤ 18	440	117	285	644	144	351
Kürten	≤ 30	≤ 6	≤ 18	18	9	23	40	15	37
Ladbergen	34	12	27	67	21	47	67	21	47
Laer	58	24	61	72	27	68	105	33	84
Lage	60	27	67	60	27	67	66	27	67
Langenberg	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Langenfeld (Rhld.)	10	9	23	10	9	23	28	12	29
Langerwehe	48	12	33	371	72	156	605	120	255
Legden	68	27	66	72	27	67	84	30	74
Leichlingen (Rhld.)	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Lemgo	70	24	59	209	60	145	493	105	252
Lengerich	23	18	42	29	18	43	37	18	43

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Lennestadt	80	39	92	<b>1114</b>	<b>261</b>	<b>613</b>	1288	306	722
Leopoldshöhe	9	9	22	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	9	9	22
Leverkusen	74	27	68	<b>74</b>	<b>27</b>	<b>68</b>	76	30	75
Lichtenau	1475	327	865	<b>2352</b>	<b>504</b>	<b>1231</b>	2778	579	1401
Lienen	55	21	50	<b>71</b>	<b>24</b>	<b>56</b>	79	24	56
Lindlar	45	18	45	<b>198</b>	<b>69</b>	<b>169</b>	303	90	222
Linnich	781	162	432	<b>781</b>	<b>162</b>	<b>432</b>	787	162	432
Lippetal	117	51	124	<b>118</b>	<b>51</b>	<b>124</b>	146	51	124
Lippstadt	29	21	50	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>50</b>	38	21	50
Lohmar	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Löhne	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Lotte	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Lübbecke	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Lüdenscheid	17	18	46	<b>109</b>	<b>39</b>	<b>96</b>	159	51	127
Lüdinghausen	86	48	116	<b>89</b>	<b>48</b>	<b>117</b>	111	63	152
Lügde	283	96	240	<b>346</b>	<b>105</b>	<b>258</b>	567	138	339
Lünen	69	18	42	<b>69</b>	<b>18</b>	<b>42</b>	76	21	48
Marienheide	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>110</b>	<b>36</b>	<b>89</b>	139	42	104
Mariemünster	336	93	231	<b>430</b>	<b>114</b>	<b>279</b>	582	138	340
Marl	144	42	101	<b>183</b>	<b>45</b>	<b>107</b>	203	51	121
Marsberg	1445	321	838	<b>1887</b>	<b>426</b>	<b>1069</b>	2119	465	1167
Mechernich	517	150	395	<b>641</b>	<b>171</b>	<b>447</b>	812	210	543
Meckenheim	132	36	91	<b>157</b>	<b>39</b>	<b>99</b>	188	45	114
Medebach	10	9	23	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	39	12	31
Meerbusch	75	24	60	<b>75</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	90	24	60
Meinerzhagen	44	27	67	<b>167</b>	<b>66</b>	<b>167</b>	270	81	205
Menden (Sauerland)	13	12	31	<b>105</b>	<b>42</b>	<b>105</b>	151	48	120
Merzenich	373	78	205	<b>373</b>	<b>78</b>	<b>205</b>	410	84	220
Meschede	330	126	309	<b>2030</b>	<b>477</b>	<b>1114</b>	2378	537	1257
Metelen	221	60	145	<b>276</b>	<b>66</b>	<b>158</b>	290	72	171
Mettingen	29	9	22	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	30	9	22
Mettmann	29	12	31	<b>29</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	29	12	31
Minden	59	21	51	<b>59</b>	<b>21</b>	<b>51</b>	59	21	51
Moers	31	12	30	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	31	12	30
Möhneseesee	160	51	134	<b>746</b>	<b>183</b>	<b>411</b>	976	222	495
Mönchengladbach	424	120	300	<b>448</b>	<b>123</b>	<b>306</b>	519	135	334
Monheim am Rhein	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>≤ 30</b>	<b>≤ 6</b>	<b>≤ 18</b>	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Monschau	57	27	79	<b>168</b>	<b>66</b>	<b>189</b>	174	66	189
Morsbach	18	15	37	<b>106</b>	<b>45</b>	<b>113</b>	165	60	150
Much	49	36	87	<b>76</b>	<b>36</b>	<b>87</b>	92	39	94
Mülheim an der Ruhr	12	9	22	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	40	18	43

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Münster	72	42	99	112	57	133	187	69	161
Nachrodt-Wiblingwerde	21	15	37	105	33	80	157	42	102
Netphen	37	21	51	638	147	354	848	192	460
Nettersheim	135	48	137	306	105	290	523	135	371
Nettetal	48	24	59	48	24	59	50	24	59
Neuenkirchen	211	60	149	215	63	156	220	63	156
Neuenrade	96	39	94	812	159	359	843	162	365
Neukirchen-Vluyn	28	12	30	30	12	30	32	12	30
Neunkirchen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	138	42	102	242	57	137
Neunkirchen-Seelscheid	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Neuss	149	48	119	149	48	119	150	48	119
Nideggen	215	54	139	244	60	153	370	84	210
Niederkassel	225	51	124	225	51	124	225	51	124
Niederkrüchten	340	84	201	564	120	269	611	123	275
Niederzier	389	96	252	406	99	252	558	123	307
Nieheim	428	105	260	543	126	305	675	141	342
Nordkirchen	58	39	95	59	39	95	78	42	101
Nordwalde	119	36	85	132	39	91	135	39	91
Nörvenich	382	72	183	382	72	183	382	72	183
Nottuln	86	39	103	86	42	110	91	45	117
Nümbrecht	78	39	96	124	51	126	185	60	148
Oberhausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Ochtrup	233	84	206	303	99	240	333	102	246
Odenthal	≤ 30	≤ 6	≤ 18	14	12	28	59	18	42
Oelde	102	42	102	115	42	102	181	54	131
Oer-Erkenschwick	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Oerlinghausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Olfen	34	24	58	54	27	65	66	33	79
Olpe	60	36	89	459	123	297	591	147	356
Olsberg	67	30	73	514	129	321	627	138	343
Ostbevern	188	81	186	275	93	210	373	108	244
Overath	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Paderborn	530	120	312	695	144	364	850	174	436
Petershagen	415	132	317	462	144	346	509	156	375
Plettenberg	73	39	93	926	216	487	1182	264	596
Porta Westfalica	21	18	43	21	18	43	24	18	43
Preußisch Oldendorf	68	30	72	68	30	72	69	30	72
Pulheim	422	108	265	422	108	265	423	108	265
Radevormwald	8	9	23	13	9	23	33	15	39
Raesfeld	128	45	110	129	45	110	137	45	110
Rahden	32	27	67	33	27	68	36	27	68

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Ratingen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	27	15	35	125	36	83
Recke	47	15	37	50	15	37	53	15	37
Recklinghausen	31	9	23	31	12	30	35	12	30
Rees	28	15	36	28	15	36	39	18	43
Reichshof	44	33	81	116	54	134	246	99	250
Reken	56	36	86	164	57	130	195	63	144
Remscheid	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Rheda-Wiedenbrück	76	36	86	83	39	93	109	42	100
Rhede	65	21	50	101	30	70	142	39	91
Rheinbach	141	30	75	144	33	82	158	36	90
Rheinberg	61	21	52	61	21	52	62	21	52
Rheine	641	141	336	904	192	441	926	198	454
Rheurdt	121	33	80	121	33	80	161	42	100
Rietberg	15	9	21	17	12	28	19	12	28
Rödinghausen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Roetgen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	52	15	40	90	27	72
Rommerskirchen	808	159	388	808	165	403	838	171	417
Rosendahl	229	78	201	247	87	223	316	105	270
Rösrath	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Ruppichteroth	20	12	29	94	39	95	210	63	153
Rüthen	188	84	226	874	228	555	1399	312	755
Saerbeck	724	153	298	749	156	304	795	165	322
Salzkotten	140	45	113	193	60	136	516	108	237
Sankt Augustin	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Sassenberg	349	102	232	413	111	251	417	111	251
Schalksmühle	7	12	30	61	24	58	82	30	73
Schermbeck	145	60	146	170	69	166	197	75	180
Schieder-Schwalenberg	96	27	67	96	27	67	125	33	83
Schlangen	102	24	64	102	24	64	104	27	72
Schleiden	247	81	231	385	102	269	445	114	301
Schloß Holte-Stukenbrock	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Schmallenberg	411	156	378	2120	501	1204	2395	549	1322
Schöppingen	292	81	202	345	93	230	376	99	244
Schwalmtal	92	33	82	94	33	82	186	45	108
Schwelm	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Schwerte	≤ 30	≤ 6	≤ 18	47	24	57	121	36	85
Selfkant	306	87	217	315	90	224	342	90	224
Selm	31	21	50	32	21	50	54	30	70
Senden	70	45	108	79	48	114	123	57	135
Sendenhorst	460	120	277	461	120	277	517	144	330
Siegburg	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Siegen	26	18	44	<b>268</b>	<b>84</b>	<b>205</b>	389	102	250
Simmerath	48	30	86	<b>284</b>	<b>72</b>	<b>200</b>	295	75	207
Soest	101	27	69	<b>101</b>	<b>27</b>	<b>69</b>	101	30	77
Solingen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Sonsbeck	25	21	51	<b>60</b>	<b>27</b>	<b>64</b>	76	39	93
Spenge	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Sprockhövel	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Stadtlohn	107	33	81	<b>161</b>	<b>45</b>	<b>106</b>	170	51	119
Steinfurt	959	222	512	<b>1061</b>	<b>237</b>	<b>539</b>	1124	246	558
Steinhagen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Steinheim	326	81	197	<b>348</b>	<b>84</b>	<b>204</b>	493	108	261
Sternwede	332	96	234	<b>337</b>	<b>99</b>	<b>242</b>	337	102	249
Stolberg (Rhld.)	27	12	35	<b>156</b>	<b>36</b>	<b>92</b>	201	42	107
Straelen	83	48	117	<b>84</b>	<b>51</b>	<b>124</b>	111	54	131
Südlohn	156	48	115	<b>220</b>	<b>63</b>	<b>149</b>	264	75	176
Sundern (Sauerland)	122	66	161	<b>2652</b>	<b>561</b>	<b>1288</b>	2952	627	1445
Swisttal	365	90	228	<b>365</b>	<b>90</b>	<b>228</b>	365	90	228
Tecklenburg	41	18	44	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	55	21	51
Telgte	91	36	83	<b>104</b>	<b>42</b>	<b>97</b>	149	54	124
Titz	962	201	518	<b>962</b>	<b>201</b>	<b>518</b>	995	207	530
Tönisvorst	45	18	45	<b>45</b>	<b>21</b>	<b>51</b>	50	21	51
Troisdorf	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Übach-Palenberg	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Uedem	86	27	70	<b>155</b>	<b>45</b>	<b>111</b>	261	69	165
Unna	115	30	74	<b>115</b>	<b>30</b>	<b>74</b>	136	39	95
Velbert	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Velen	97	48	117	<b>101</b>	<b>54</b>	<b>130</b>	158	60	144
Verl	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Versmold	12	12	28	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	15	12	28
Vettweiß	1146	252	614	<b>1146</b>	<b>252</b>	<b>614</b>	1182	258	627
Viersen	146	57	143	<b>148</b>	<b>60</b>	<b>149</b>	172	66	165
Vlotho	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Voerde (Niederrhein)	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Vreden	294	105	254	<b>445</b>	<b>132</b>	<b>312</b>	564	150	351
Wachtberg	207	63	160	<b>228</b>	<b>66</b>	<b>165</b>	290	78	193
Wachtendonk	23	18	45	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>45</b>	29	18	45
Wadersloh	243	90	218	<b>243</b>	<b>93</b>	<b>224</b>	318	114	274
Waldbröl	26	15	37	<b>49</b>	<b>30</b>	<b>73</b>	158	51	126
Waldfeucht	354	75	179	<b>354</b>	<b>75</b>	<b>179</b>	357	75	179
Waltrrop	28	12	29	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	30	12	29
Warburg	1110	249	602	<b>1152</b>	<b>255</b>	<b>616</b>	1242	276	665

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 – Windenergie

Anhang 3

Gemeinde	NRW <sub>alt</sub> -Szenario			NRW-Leitszenario			NRW <sub>plus</sub> -Szenario		
	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag	Poten- zial- fläche	installier- bare Leis- tung	Netto- strom- ertrag
	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a	ha	MW	GWh/a
Warendorf	360	111	258	<b>379</b>	<b>114</b>	<b>264</b>	459	126	291
Warstein	46	21	58	<b>1917</b>	<b>426</b>	<b>908</b>	2803	567	1207
Wassenberg	34	12	30	<b>46</b>	<b>21</b>	<b>52</b>	87	27	66
Weeze	190	48	113	<b>193</b>	<b>48</b>	<b>113</b>	263	63	147
Wegberg	167	45	113	<b>195</b>	<b>54</b>	<b>133</b>	222	57	141
Weilerswist	616	126	314	<b>616</b>	<b>129</b>	<b>323</b>	622	132	330
Welper	68	33	78	<b>68</b>	<b>33</b>	<b>78</b>	74	33	78
Wenden	93	42	102	<b>345</b>	<b>90</b>	<b>223</b>	433	114	282
Werdohl	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>96</b>	<b>27</b>	<b>67</b>	106	27	67
Werl	162	45	105	<b>163</b>	<b>45</b>	<b>105</b>	189	45	105
Wermelskirchen	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Werne	82	30	72	<b>82</b>	<b>30</b>	<b>72</b>	128	42	99
Werther (Westf.)	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Wesel	38	15	37	<b>38</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	40	15	37
Wesseling	35	9	23	<b>35</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	35	9	23
Westerkappeln	31	18	44	<b>54</b>	<b>30</b>	<b>74</b>	65	33	81
Wetter (Ruhr)	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Wettringen	317	84	202	<b>355</b>	<b>87</b>	<b>209</b>	382	90	215
Wickede (Ruhr)	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Wiehl	≤ 30	≤ 6	≤ 18	<b>35</b>	<b>21</b>	<b>52</b>	120	33	82
Willebadessen	923	216	531	<b>1255</b>	<b>276</b>	<b>658</b>	1675	351	833
Willich	201	51	127	<b>201</b>	<b>51</b>	<b>127</b>	203	51	127
Wilnsdorf	16	24	59	<b>376</b>	<b>96</b>	<b>234</b>	572	126	303
Windeck	33	21	49	<b>207</b>	<b>75</b>	<b>181</b>	443	111	267
Winterberg	66	30	74	<b>643</b>	<b>159</b>	<b>398</b>	698	174	434
Wipperfürth	26	15	38	<b>78</b>	<b>39</b>	<b>99</b>	141	57	145
Witten	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Wülfrath	9	9	23	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	26	12	30
Wuppertal	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18	≤ 30	≤ 6	≤ 18
Würselen	64	12	34	<b>64</b>	<b>12</b>	<b>34</b>	64	12	34
Xanten	8	9	22	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	9	9	22
Zülpich	983	201	488	<b>983</b>	<b>201</b>	<b>488</b>	1006	204	495



Landesamt für Natur, Umwelt  
und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen  
Leibnizstraße 10  
45659 Recklinghausen  
Telefon 02361 305-0  
poststelle@lanuv.nrw.de

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

