



Zertifiziert nach
ISO 9001: 2008

Mitglied im Windgutachterbeirat des Bundesverbandes Windenergie

Bericht Nr. PSE/K-08042011-576-R2-Saarland

Kurzfassung des überarbeiteten Endberichtes zur Windpotenzialstudie Saarland

erstellt von

AL-PRO GmbH & Co. KG
Planungsbüro für regenerative Energienutzung
Dipl. Inf. Carsten Albrecht
Dorfstraße 100
26532 Großheide

Auftraggeber:

Saarländische Ministerium für
Umwelt, Energie und Verkehr
Postfach 10 24 61
66024 Saarbrücken

Großheide, 8. April 2011



PSE/K 08042011-576-R2-Saarland

Im September 2010 wurde dem Planungsbüro AL-PRO GmbH & Co. KG vom saarländischen Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr der Auftrag zur Erstellung einer Windpotenzialstudie für das gesamte Saarland erteilt. Bei dem vorliegenden Kurzbericht handelt es sich um einen Auszug aus dem überarbeiteten Endbericht PSE-18022011-576-R2-Saarland, der im Rahmen dieses Auftrages gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt wurden.

Großheide, 8. April 2011

Erstellt:

Erstellt:

Mag. Vojko Daneu

Dipl. Inf. Carsten Albrecht

Verantwortlich/Geprüft Inhalt:

Dipl. Inf. Carsten Albrecht
(Technischer Leiter)

Inhalt

1	Einführung	7
1.1	Fragen und Antworten zur Windenergienutzung in Kurzform	7
1.1.1	Schallemissionen	7
1.1.2	Schattenwurf	7
1.1.3	Energie- und Ökobilanz	8
1.1.4	Beitrag zum Klimaschutz	8
2	Ermittlung des saarländischen Windpotenzials	9
2.1	Überblick	9
2.2	GWS [®] MESO	11
2.3	GWS [®] MICRO, Ergebnisse	11
2.4	Klassierung des Windpotenzials	12
3	Ermittlung des saarländischen Flächenpotenzials für die Errichtung von Windparks	14
3.1	Eignungsflächen:	14
3.1.1	Windhöflichkeit	14
3.2	Ausschlussflächen:	14
3.2.1	Schallemissionen von WEA	15
3.2.2	Schattenwurf von WEA	18
3.2.3	Die „harten“ Ausschlussflächen „Wohnbebauung“	19
3.2.4	Die „harten“ Ausschlussflächen „Naturschutzgebiete“ und „FFH“	19
3.3	Zusammenfassung, Bewertung	21
4	Ermittlung des aktuellen Ausbauzustandes	22
4.1	Bestand und Zubau von Windenergieanlagen in den vergangenen Jahren	22
5	Ausbauszenarien	26
5.1	Vorgehensweise	26
5.1.1	Anlagentechnik	26
5.1.2	Flächenpotenzial	26
5.1.3	Zubaupotenzial	27
5.1.4	Repowering	27
5.2	Erläuterung zu den Szenarien	27
5.3	Ergebnisse	28
5.4	Bewertung	29
6	Handlungsempfehlungen	31
7	Anhang, Windkarten	33
7.1	Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 100 m über Grund	34
7.2	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund	35
7.3	Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 150 m über Grund	36
7.4	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund	37
7.5	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund für Windklasse I	38
7.6	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund für Windklasse I	39
7.7	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund für Windklasse II	40
7.8	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund für Windklasse II	41
7.9	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund für Windklasse III	42
7.10	Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund für Windklasse III	43
7.11	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)	44

7.12	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)	45
7.13	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)	46
7.14	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)	47
7.15	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW)	48
7.16	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)	49
7.17	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)	50
7.18	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)	51
7.19	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)	52
7.20	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse II, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW)	53
7.21	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)	54
7.22	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)	55
7.23	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)	56
7.24	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)	57
7.25	Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW)	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung I, Vorgehensweise bei der Modellierung der Windverhältnisse.....	10
Abbildung II, Windpotenzial Saarland, mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m über Grund, 1 km Rasterung.....	11
Abbildung III, Windpotenzial Saarland, mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m über Grund, 200 m Rasterung.....	12
Abbildung IV, Entwicklung der Schallemissionen und Nennleistung (E-40 incl. 3 dB Tonhaltigkeit), bei 10 m/s in 10 m über Grund	15
Abbildung V, Schallausbreitung von 2 WEA der 3 MW Klasse	17
Abbildung VI, Schattenwurf von einer WEA der 3 MW Klasse mit 125 m Nabenhöhe	18
Abbildung VII, Ausschlussflächen „FFH“	20
Abbildung VIII, Ausschlussflächen „Naturschutzgebiete“	20
Abbildung IX, Bestand WEA im Saarland, Anzahl nach Leistungsklasse	22
Abbildung X, Bestand WEA im Saarland, installierte Leistung nach Leistungsklasse	23
Abbildung XI, Bestand WEA im Saarland, kumulierte Anlagenzahl nach Jahren	23
Abbildung XII, Bestand WEA im Saarland, kumulierte installierte Leistung nach Jahren	24
Abbildung XIII, Räumliche Verteilung der bestehenden und geplanten WEA	25
Abbildung XIV, Szenarien und Einflussfaktoren.....	28
Abbildung XV, Zusammenfassung Szenarien, Anlagenzahl	28
Abbildung XVI, Zusammenfassung Szenarien, installierte Leistung	29
Abbildung XVII, Zusammenfassung Szenarien, jährliche Energieproduktion	29
Abbildung XVIII, Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster.....	34
Abbildung XIX, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster.....	35
Abbildung XX, Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster.....	36
Abbildung XXI, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster.....	37
Abbildung XXII, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, Windklasse I (ab 195 W/m ²).....	38
Abbildung XXIII, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, Windklasse I (ab 195 W/m ²).....	39
Abbildung XXIV, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, Windklasse II (ab 253 W/m ²).....	40
Abbildung XXV, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, Windklasse II (ab 253 W/m ²).....	41
Abbildung XXVI, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, Windklasse III (ab 321 W/m ²).....	42
Abbildung XXVII, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, Windklasse III (ab 321 W/m ²).....	43

Abbildung XXVIII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse].....	44
Abbildung XXX, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse].....	45
Abbildung XXXII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse].....	46
Abbildung XXXIV, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse].....	47
Abbildung XXXVI, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW); [WK = Windklasse].....	48
Abbildung XXXVIII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse].....	49
Abbildung XL, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse].....	50
Abbildung XLII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse].....	51
Abbildung XLIV, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse].....	52
Abbildung XLVI, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW und 10 MW); [WK = Windklasse].....	53
Abbildung XLVIII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse].....	54
Abbildung L, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse].....	55
Abbildung LII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse].....	56
Abbildung LIV, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse].....	57
Abbildung LVI, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m ²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW und 10 MW); [WK = Windklasse].....	58

1 Einführung

Es ist das erklärte Ziel der Landesregierung des Saarlandes, eine nachhaltige und stabile Sicherstellung der Energieversorgung darzustellen, mit dem Ziel, den Anteil der Energieerzeugung aus fossilen Energieträgern zu reduzieren und durch den Ausbau erneuerbarer Energien zu ersetzen. Gegenstand der vom saarländischen Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr (MUEV) in Auftrag gegebenen Windpotenzialstudie ist es, den möglichen Beitrag der Windenergienutzung zu dieser Zielsetzung zu ermitteln und aufzuzeigen.

Die saarländische Landesregierung will den Kommunen künftig größere Spielräume beim Bau von Windkraftanlagen einräumen. Ausgangspunkt für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien müssen in erster Linie die von der EU, der Bundesregierung und der Landespolitik festgelegten Ausbauziele sein. Diese Ausbauziele werden mit dem realisierbaren Potenzial der einzelnen erneuerbaren Energien innerhalb der geographischen Einheit abgeglichen. Sodann erfolgt eine Analyse, welche Restriktionen einer Ausschöpfung dieses Potenzials entgegen stehen. In einem letzten Schritt werden dann unterschiedliche Szenarien anhand des erschließbaren Potenzials entwickelt.

Anhand der vorliegenden Studie soll der mögliche Anteil der Windenergie an dem Ausbaupotenzial der erneuerbaren Energien im Saarland ermittelt werden. Dazu wird landesweit der theoretische und realisierbare Windertrag für drei Nabenhöhen (80 m, 100 m und 150 m) ermittelt. In der Entwicklung möglicher Ausbauszenarien sind die Planungshorizonte IST-Situation sowie 2015, 2020 und 2050 zu berücksichtigen.

1.1 Fragen und Antworten zur Windenergienutzung in Kurzform

1.1.1 Schallemissionen

Aufgrund der von Windenergieanlagen ausgehenden Schallemissionen sind Schutzabstände zur Wohnbebauung einzuhalten, die in der TA Lärm festgelegt sind. Sie unterscheiden sich, abhängig von dem gewählten Anlagentyp, der Anzahl und der genauen Aufstellung einerseits, sowie der Art der Wohnbebauung (allgemeines Wohngebiet, reines Wohngebiet, Dorf-Mischgebiet, Außenbereich etc.). Die gemessenen Emissionen moderner Anlagen bewegen sich im Bereich 50 dB [A], diese werden rechnerisch zu Punktschallquellen verdichtet, die einen theoretischen Emissionspegel im Bericht von typischerweise 101 bis 106 dB [A] aufweisen und als Ausgangsgröße für Schallausbreitungsrechnungen in Immissionsgutachten dienen. Diese sind in jedem Genehmigungsverfahren obligatorisch.

Der Emissionspegel der Anlagen hat sich über die Jahre kaum verändert, der zunehmenden Größe steht eine Vielzahl technischer Verbesserungen gegenüber. Details siehe auch Abschnitt 3.2.1

1.1.2 Schattenwurf

Der rotierende Schattenwurf des Rotors von Windenergieanlagen kann insbesondere in geschlossenen Räumen, in denen er sich als rhythmischer Hell-Dunkel Effekt äußert, sehr störend wirken. Der mögliche, als störend

empfundene Schattenwurfbereich nimmt mit der Größe der Anlagen und der Rotorblätter zu und kann, je nach Himmelsrichtung, mehr als einen Kilometer erreichen. Hierbei sind die Bereiche östlich und westlich der Anlagen hauptsächlich betroffen, nördlich reicht der Schattenwurf auch im Winter nicht besonders weit und südlich kann naturgemäß gar kein Schattenwurf auftreten.

Alle auf dem Markt befindlichen Anlagen verfügen über technische Vorrichtungen, die bei möglichem Schattenwurf die WEA stillsetzen. Diese sogenannten „Schattenabschaltungen“ verfügen über einen Lichtsensor und über die Eingabemöglichkeit kritischer Zeiten, in denen Schattenwurf möglich ist. Scheint tatsächlich die Sonne, wird die Anlage für den Zeitraum mit möglichem Schattenwurf stillgesetzt. Diese Zeiträume sind über das Jahr gesehen meist sehr kurz, zudem ist Sonnenschein bei Wetterlagen mit starkem Wind selten. Daher führt diese Maßnahme in der Regel nicht zu spürbarem Ertragsverlust.

Die Erstellung von unabhängigen Schattenwurfgutachten und die Regelung notwendiger Abschaltzeiten sind Bestandteil jedes Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen. Details siehe auch Abschnitt 0.

1.1.3 Energie- und Ökobilanz

Bei einer Windenergieanlage an Land ist die zu ihrer Errichtung notwendige Energie bereits nach 3-12 Monaten wieder eingespielt. Sie erzeugt während ihres Betriebs 40 bis 70 Mal soviel Energie, wie für Herstellung, Betrieb und Entsorgung eingesetzt werden muss. Damit verfügen Windenergieanlagen über die günstigste Energiebilanz aller heute gängigen Energieerzeugungsmöglichkeiten, ob konventionell oder erneuerbar.

1.1.4 Beitrag zum Klimaschutz

Windenergie alleine leistete in 2010 einen Beitrag von 6,2 % des gesamten Bruttostromverbrauchs in Deutschland (37,5 Mrd. kWh), dies ganz überwiegend an Land, also Onshore. Damit trägt sie den größten Anteil aller erneuerbaren Energiequellen, die insgesamt einen Beitrag von 17 % am Bruttostromverbrauch erreicht haben. Gleichzeitig ist sie mit der kostengünstigste regenerative Energieträger. Damit ist die Windenergienutzung an Land weiterhin das „Arbeitspferd“ unter den regenerativen Energiequellen. Sämtliche bundesdeutschen und europäischen Klimaschutzziele der kommenden Jahre sind aus heutiger Sicht nur durch eine starke Nutzung der Onshore Windenergie erreichbar.

2 Ermittlung des saarländischen Windpotenzials

2.1 Überblick

Die Ermittlung des saarländischen Windpotenzials erfolgt, ausgehend von globalen Klimadaten, die bis in das Jahr 1950 zurückreichen, in 2 Modellierungsstufen.

Ausgangspunkt ist die dreidimensionale Abbildung des Atmosphärenzustandes, die als "NCAR/NCEP" Klimadatenbasis bekannt ist. Diese liegt weltweit vor, reicht mehrere Jahrzehnte zurück und enthält pro Tag vier Beschreibungen (0 Uhr, 6 Uhr, 12 Uhr und 18 Uhr UTC) des atmosphärischen Gesamtzustandes. Die horizontale Auflösung bewegt sich in der Größenordnung von mehreren 100 Kilometern und ist damit zu gering um die Wetterdaten direkt zur Standortsuche von Windkraftanlagen zu verwenden – dazu müssen sie in mehreren Schritten verfeinert werden (Abwärtsskalierung).

Die Abwärtsskalierung beginnt mit der Berechnung eines Mesoskalenmodells, das regionale Windsysteme wie beispielsweise den Föhn oder Mistral abbildet. Mesoskalenmodelle werden ständig beispielsweise im Bereich der Wettervorhersage eingesetzt. Mit ihnen lässt sich eine Gitterauflösung bis ca. 1 km realisieren. Für die vorliegende Windpotenzialstudie wurde eine Mesoskalenmodellierung mit einer Auflösung von 1 km durchgeführt.

Um eine noch höhere Gitterauflösung und Genauigkeit zu erreichen, wurde anschließend unter Einsatz von hochauflösenden Topographie- und Landnutzungsdaten eine CFD-Mikroskalenmodellierung in einem Raster von 200 m durchgeführt. Damit werden lokale Windverhältnisse und Turbulenzen abgebildet und die Ergebnisse der Mesoskalenberechnungen verfeinert.

Die Modellierungsergebnisse werden zuletzt mit Hilfe von Betriebsergebnissen bereits bestehender Windenergieanlagen oder Windmessdaten von synoptischen Beobachtungsstationen validiert und bei Auftreten von größeren Abweichungen zwischen gemessenen und modellierten Windwerten entsprechend korrigiert (skaliert). Eine Quantifizierung der Unsicherheiten schließlich gibt Auskunft über die Bandbreite des zu erwartenden Fehlers der Modellierungsergebnisse.

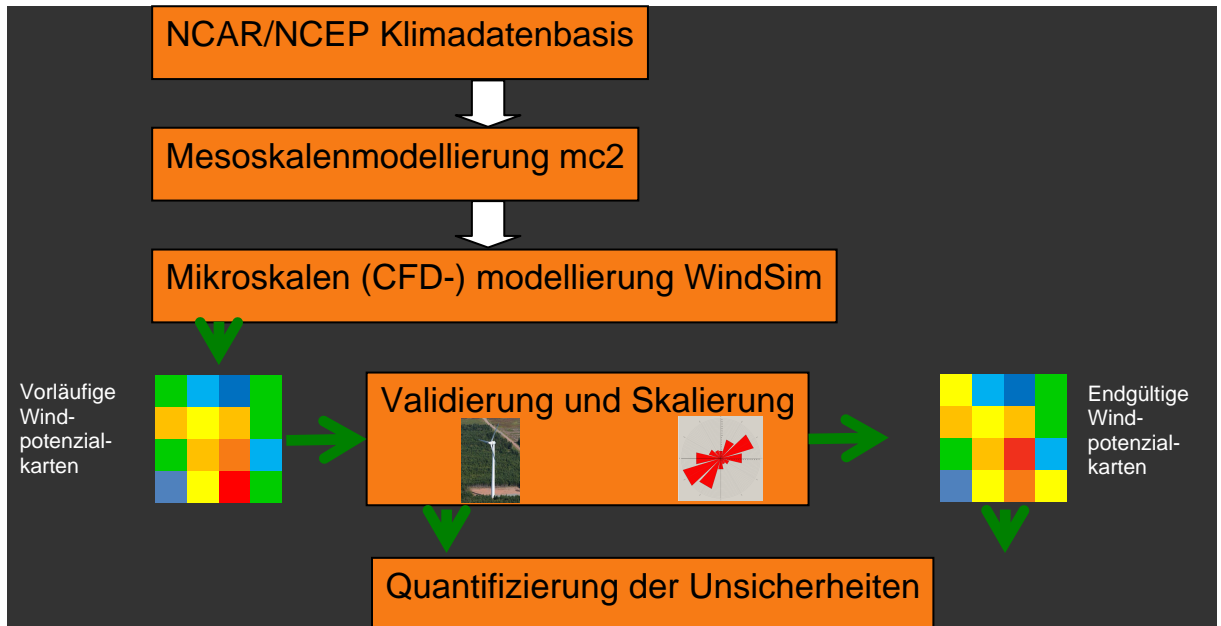


Abbildung I, Vorgehensweise bei der Modellierung der Windverhältnisse

Wichtig für die spätere Interpretation der Ergebnisse ist, dass die ermittelten Ergebnisse grundsätzlich das klimatische Mittel der betreffenden Rasterzelle darstellen. Selbst bei einer Auflösung von 200 m können sich in stark strukturiertem Gelände durchaus noch sehr spürbare Unterschiede innerhalb einer Rasterzelle ergeben. So hat die Diagonale einer 200 x 200 m Zelle immer noch eine Länge von über 280 m. Bei Hangneigungen von 1:2 bis 1:3, wie sie in Mittelgebirgslagen durchaus vorkommen, bedeutet dies einen Höhenunterschied im Bereich von 100 m innerhalb der Zelle. Es ist einsichtig, dass in solchen Fällen nicht von einheitlichen Klimawerten in der Zelle ausgegangen werden kann.

2.2 GWS[®] MESO

In folgender Abbildung ist beispielhaft das Ergebnis der mesoskaligen Modellierung dargestellt:

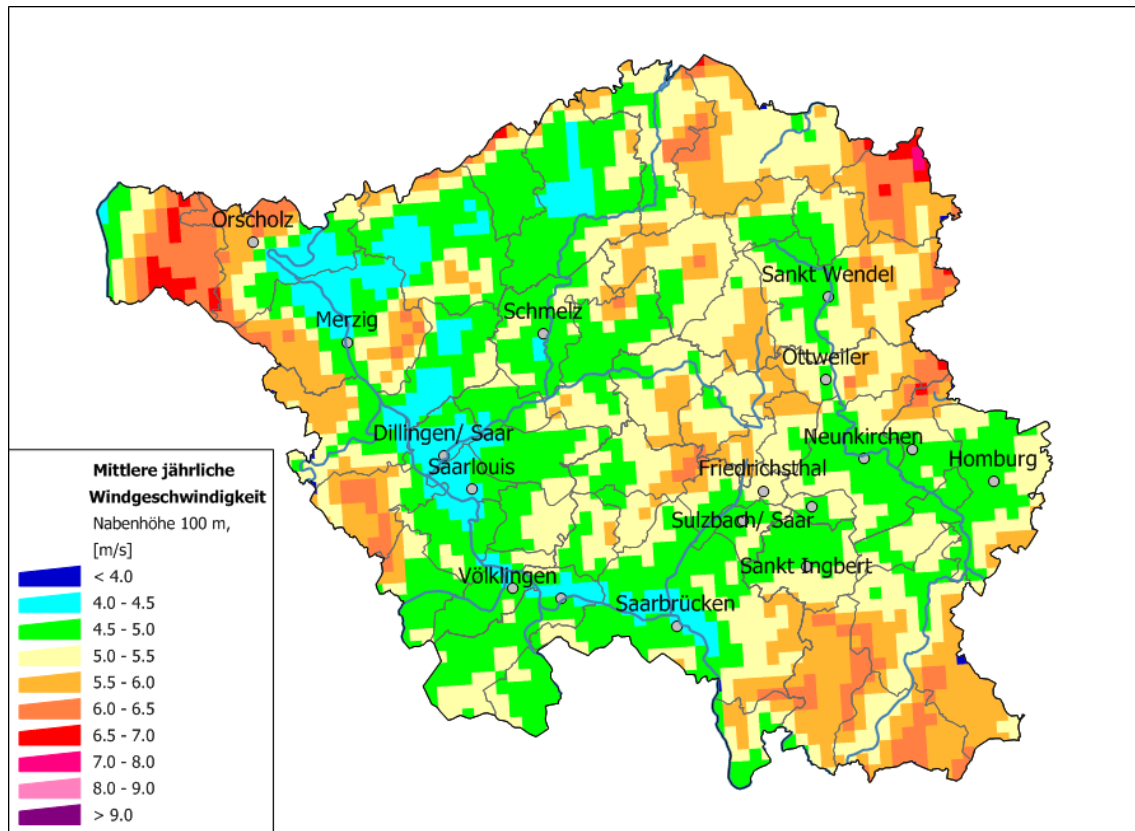


Abbildung II, Windpotenzial Saarland, mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m über Grund, 1 km Rasterung

2.3 GWS[®] MICRO, Ergebnisse

Mit Hilfe des von AL-PRO entwickelten GWS[®] MICRO Systems wurden CFD Simulationsrechnungen mit einer Rasterweite von 200 m durchgeführt.

Zunächst ergibt sich, dass das Windpotenzial im Saarland mit der betrachteten Nabenhöhe deutlich zunimmt. Dies ist anhand der Orographie und besonders der Landnutzungsstruktur, vor allem aufgrund des hohen Bewaldungsgrades, nicht anders zu erwarten gewesen. Die Modellergebnisse zeigen, hauptsächlich für die 100 m und mehr noch für die 150 m Berechnungshöhe, in größeren Teilen des Saarlandes ein mindestens ausreichendes Windpotenzial zur Nutzung der Windenergie. Geeignete Windverhältnisse, die mehr als 6,0 m/s, teilweise sogar über 6,5 m/s erreichen, sind insbesondere im Saargau, im Schwarzwälder Hochwald, den weiteren Höhenlagen des Landkreises St. Wendel sowie auch des Landkreises Merzig anzutreffen.

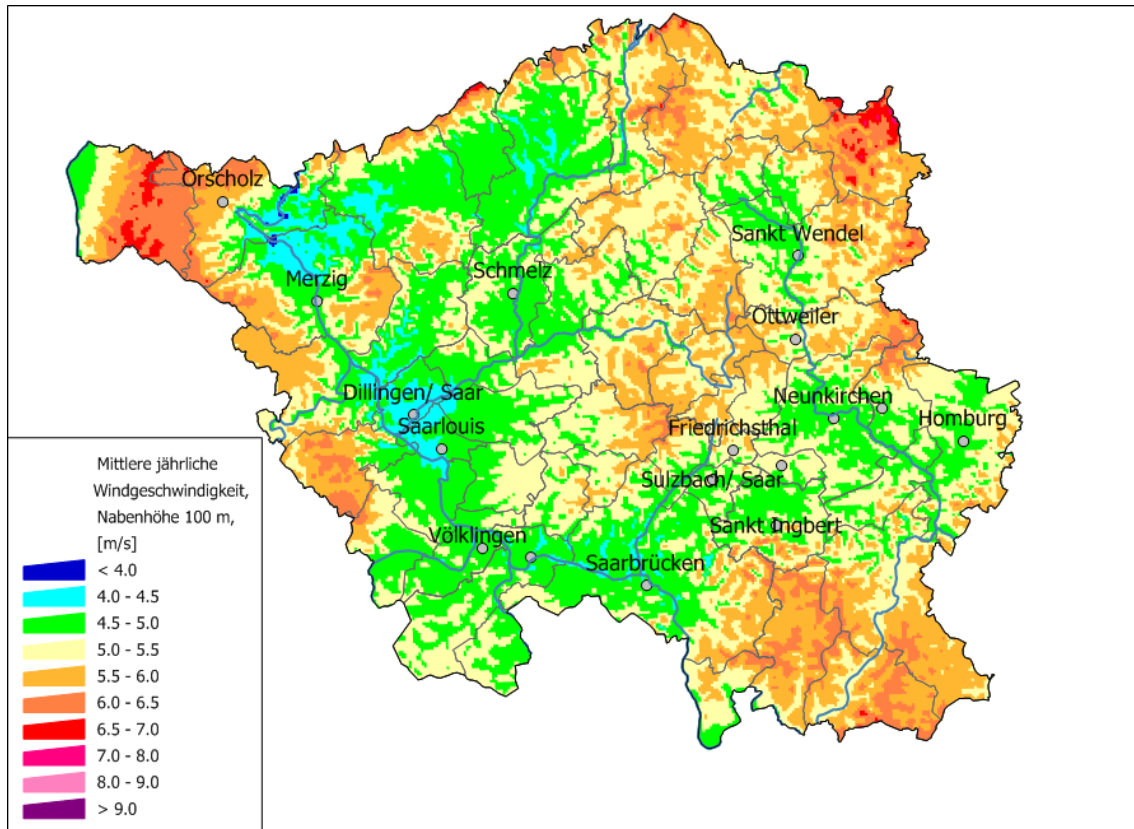


Abbildung III, Windpotenzial Saarland, mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m über Grund, 200 m Rasterung

Die besten Windverhältnisse des Saarlandes finden sich im Schwarzwälder Hochwald, auf der Kuppe Schimmelkopfes, der gleichzeitig die zweithöchste Erhebung des Saarlandes darstellt. Hier werden in 150 m über Grund mehr als 7,6 m/s erreicht.

Auch in den südlichen Landesteilen, dem Saarkohlenwald und vor allem im Bliesgau finden sich teilweise großflächig geeignete Windpotenziale.

Demgegenüber fällt das Windangebot in den südwestlichen Landesteilen, verbunden mit den Tal- und Senkenlagen der Saar sowie ihrer Nebenflüsse, deutlich ab. Gleiches gilt für das südliche Vorland des Schwarzwälder Hochwaldes, die dem Pfälzer Wald vorgelagerten Senken sowie für die St. Ingeberger Senke. Hier werden selbst in 150 m über Grund kaum einmal mehr als 5,5 m/s erreicht.

2.4 Klassierung des Windpotenzials

Die gängigste Größe bei der Betrachtung von Windpotenzialen ist die sogenannte mittlere Windgeschwindigkeit, also der Wert, der gemittelt über alle auftretenden Ereignisse in der betrachteten Höhe auftritt. Aufgrund des kubischen Zusammenhangs zwischen Windgeschwindigkeit und Energiegehalt sind je nach Auftretenshäufigkeit der verschiedenen Geschwindigkeiten bei gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit durchaus unterschiedliche Windleistungen möglich. Gleichzeitig bedeutet dieser kubische Zusammenhang

übrigens, dass bereits recht kleine Veränderungen der mittleren Windgeschwindigkeit deutliche Auswirkungen auf das Energiepotenzial haben.

Für die Beurteilung der Eignung bezüglich der Windenergienutzung ist naturgemäß die mittlere Windleistungsdichte, verglichen mit dem Mittel der Windgeschwindigkeit, die geeignetere Größe. Diese wurde daher für die folgende Klassierung verwendet. Um dennoch den Bezug zu der gängigen mittleren Windgeschwindigkeit zu erhalten, wurden als Klassengrenzen die sich bei mittleren Windgeschwindigkeiten von 5,5 m/s (Klasse I), 6,0 m/s (Klasse II) und 6,5 m/s (Klasse III) sowie Rayleigh-verteilten Windgeschwindigkeiten ergebenden Windleistungen als Klassengrenzen gewählt. Diese ergeben sich wie folgt:

	Mittlere Windgeschwindigkeit in (m/s)	Mittlere Windleistungsdichte in (W/m ²)
Windklasse I	5,5	195
Windklasse II	6,0	253
Windklasse III	6,5	321

Tabelle 1, Klassierung für die Beurteilung der Eignung von Grundflächen für die Windenergienutzung

Wie man sieht, führt die vergleichsweise geringe Zunahme der Windgeschwindigkeit um 18 % zwischen Klasse I und Klasse III zu einer sehr deutlichen Zunahme der Windleistungsdichte von 65 %. Folglich ist bei Nutzung solcher Flächen auch mit einer erheblich höheren Energieproduktion von Windenergieanlagen zu rechnen. Die Priorisierung der Nutzung von Flächen (und/oder Nabenhöhen) mit höheren Energiepotenzialen ist, sofern keine anderen Belange dem entgegenstehen, folglich empfehlenswert.

3 Ermittlung des saarländischen Flächenpotenzials für die Errichtung von Windparks

Die Ermittlung von Flächen, die für die Errichtung von Windenergieanlagen grundsätzlich in Frage kommen, ergibt sich im weitesten Sinne aus den Bereichen, die über ein für die Windenergienutzung mindestens ausreichendes Windpotenzial besitzen (Eignungsflächen) abzüglich der Flächen, die grundsätzlich für die Errichtung von WEA nicht in Frage kommen (Ausschlussflächen).

Aufgabe dieser Studie ist es die grundsätzlich vorhandenen Potenziale zu ermitteln und aufzuzeigen. Eine detaillierte Ausschlussflächenplanung ist nicht Bestandteil dieser Studie.

Bisher gibt es bundesweit keine einheitliche Regelung für die Ermittlung von Vorrangflächen für regionalbedeutsame Windkraftanlagen sowie keine einheitlichen Maßstäbe für Ausschlusskriterien und Sicherheitsabstände.

3.1 Eignungsflächen:

3.1.1 Windhöflichkeit

Das Windangebot ist der entscheidende Faktor im Rahmen der Ermittlung von Ausbaupotenzialen für die Windenergie. Hierbei ist unbedingt zu beachten, dass zwischen der oft als Auswahlkriterium verwendeten mittleren Windgeschwindigkeit und dem Energiegehalt des Windes ein kubischer Zusammenhang besteht. Eine Verdopplung der Windgeschwindigkeit führt folglich zu einer Verachtfachung der im Wind enthaltenen Energie.

Der Nutzung von Regionen mit geringen Windgeschwindigkeiten für die Windenergienutzung sind somit auch bei Weiterentwicklung der Anlagentechnik physikalische Grenzen gesetzt. Technisches Entwicklungspotenzial besteht insbesondere in der Erhöhung der Nabenhöhen der Anlagen und der damit verbundenen Erschließung des in größeren Höhen vorhandenen Windpotenzials.

3.2 Ausschlussflächen:

Ausschlussflächen gliedern sich grundsätzlich in mindestens zwei Kategorien:

1. „Harte“ Ausschlussflächen, die für eine Nutzung durch Windenergie grundsätzlich nicht in Betracht kommen. Hierunter fallen beispielsweise Siedlungsflächen incl. Abständen hierzu, Verkehrswege oder Bereiche mit starken Hangneigungen.
2. „Weiche“ Ausschlussflächen, die aufgrund politischer oder öffentlicher Willensbildung für die Nutzung durch Windenergie entfallen.

Aufgabe dieser Studie ist es nicht, der detaillierten Willensbildung, die zur Festlegung der zuvor erwähnten Ausschlussflächen führt, vorzugreifen, sondern vielmehr grundsätzliche Potenziale aufzuzeigen und Grundlagen für Entscheidungsprozesse zu liefern.

3.2.1 Schallemissionen von WEA

Aktuell ergeben sich „harte“ Abstandsrestriktionen von Windenergieanlagen bzw. Windparks zu Wohnbebauung hauptsächlich aufgrund der Schallimmissionen der Windenergieanlagen.

Die genauen Abstände, die aufgrund von Schallimmissionen einzuhalten sind, müssen im Einzelfall anhand der genauen Windparkkonfiguration, der Auswahl des Anlagentyps etc. und anhand der Immissionsrichtwerte, die für möglicherweise betroffene Wohnbebauung einzuhalten sind, bestimmt werden. Die für die Beurteilung der Zulässigkeit maßgebliche TA Lärm definiert für verschiedene Typen von Wohnbebauung verschiedene einzuhaltende Immissionsrichtwerte. Bei Windenergieplanungen ist in der Regel entweder der für den allgemeinen Außenbereich, Dorf- sowie Mischgebiete einzuhaltende Nachtrichtwert von 45 dB[A] oder der für allgemeine Wohngebiete einzuhaltende Nachtrichtwert von 40 dB[A] maßgeblich. In Einzelfällen (reinen Wohngebieten) ist ein Nachtrichtwert von 35 dB maßgeblich.

Gerade im Bereich der Schallemissionen hat es in den vergangenen Jahren deutliche Fortschritte gegeben. So sind die neuesten und modernsten Anlagen der Leistungsklasse oberhalb von 3 MW mittlerweile leiser als die in der ersten Hälfte der 90'er Jahre des vergangenen Jahrhunderts hauptsächlich errichteten Anlagen der 500 kW Klasse. Noch kleinere Anlagen im Bereich 200/300 kW sind häufig aufgrund vorhandener Tonhaltigkeit oder Impulshaltigkeit nochmals deutlich lauter, aufgrund signifikanter Änderungen bei den Vorschriften zur Schallvermessung der Anlagen sind die vorhandenen Werte jedoch nicht mehr vergleichbar.

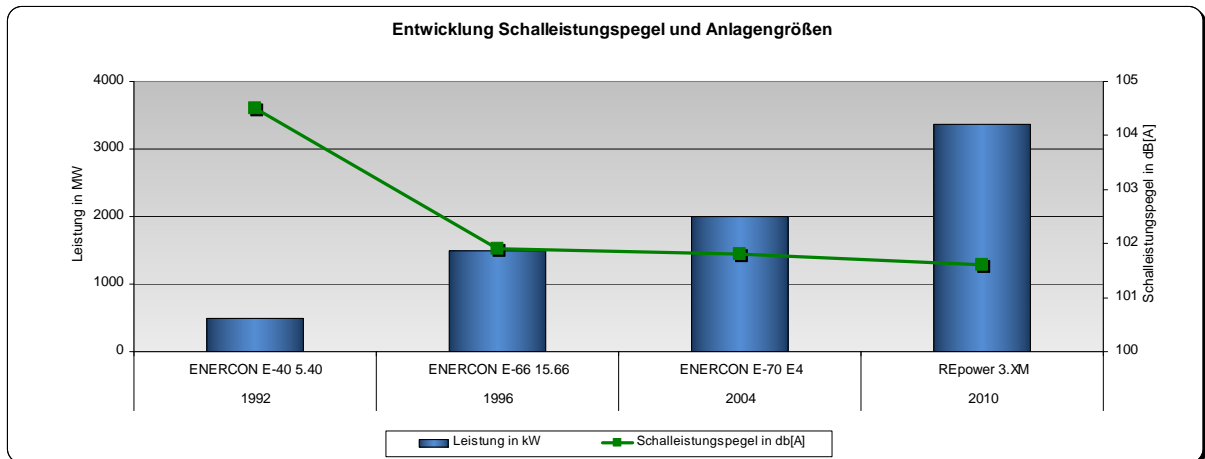


Abbildung IV, Entwicklung der Schallemissionen und Nennleistung (E-40 incl. 3 dB Tonhaltigkeit), bei 10 m/s in 10 m über Grund

Zu den Emissionswerten, die im Zusammenhang mit Windenergieanlagen angegeben werden, ist anzumerken, dass es sich hierbei um rechnerische Werte handelt, die sich bei Rückrechnung der tatsächlichen Messwerte auf einen Punkt ergeben, der sich in halber Höhe zwischen Boden und Nabe der Anlage befindet, und als Ausgangswert für Schallausbreitungsrechnungen dient. Tatsächlich muss, da eine Windenergieanlage eine räumlich ausgedehnte Schallquelle mit einer Vielzahl möglicher Emittenten darstellt (Rotorblätter, Maschinenhaus, Turm) die Vermessung in einiger Entfernung von der Anlage

stattfinden (üblicherweise etwa 150 m), damit alle möglichen Emissionen erfasst werden. Die tatsächlich gemessenen Pegel bewegen sich dabei in einem Bereich von etwa 50 dB.

Eine Einzelfallbetrachtung ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich, stattdessen wird für die drei zu betrachtenden Anlagenklassen (2 MW, 3 MW und 6 MW bzw. 10 MW) jeweils ein Pauschalabstand angesetzt. Dieser wurde unter der Annahme realistischer Schallemissionswerte für einen Windpark mit 2 WEA des jeweils modernsten (leisesten) derzeit verfügbaren Anlagentyps der Anlagenklasse, die in einem Abstand von 4 Rotordurchmessern angeordnet sind ermittelt. Anstelle der vermessenen Lärmpegel zur Ermittlung der Abstandskriterien werden für die Studie die höheren, herstellergarantierten Emissionswerte herangezogen.

Damit ergibt sich ein sehr vorsichtiger Ansatz, der hinsichtlich der Abstände nicht mehr auf der bereits heute existierenden, vermessenen bestmöglichen Anlagentechnik basiert, sondern der davon ausgeht, dass die derzeit deutlich über den Vermessungswerten liegenden garantierten Werte der Hersteller sich auch in den kommenden 10 bzw. 40 Jahren nicht mehr verbessern.

Andere Schalleistungspegel, Parkkonfigurationen, Anlagenanzahl und/oder Immissionsrichtwerte führen naturgemäß zu mehr oder weniger stark abweichenden Abständen.

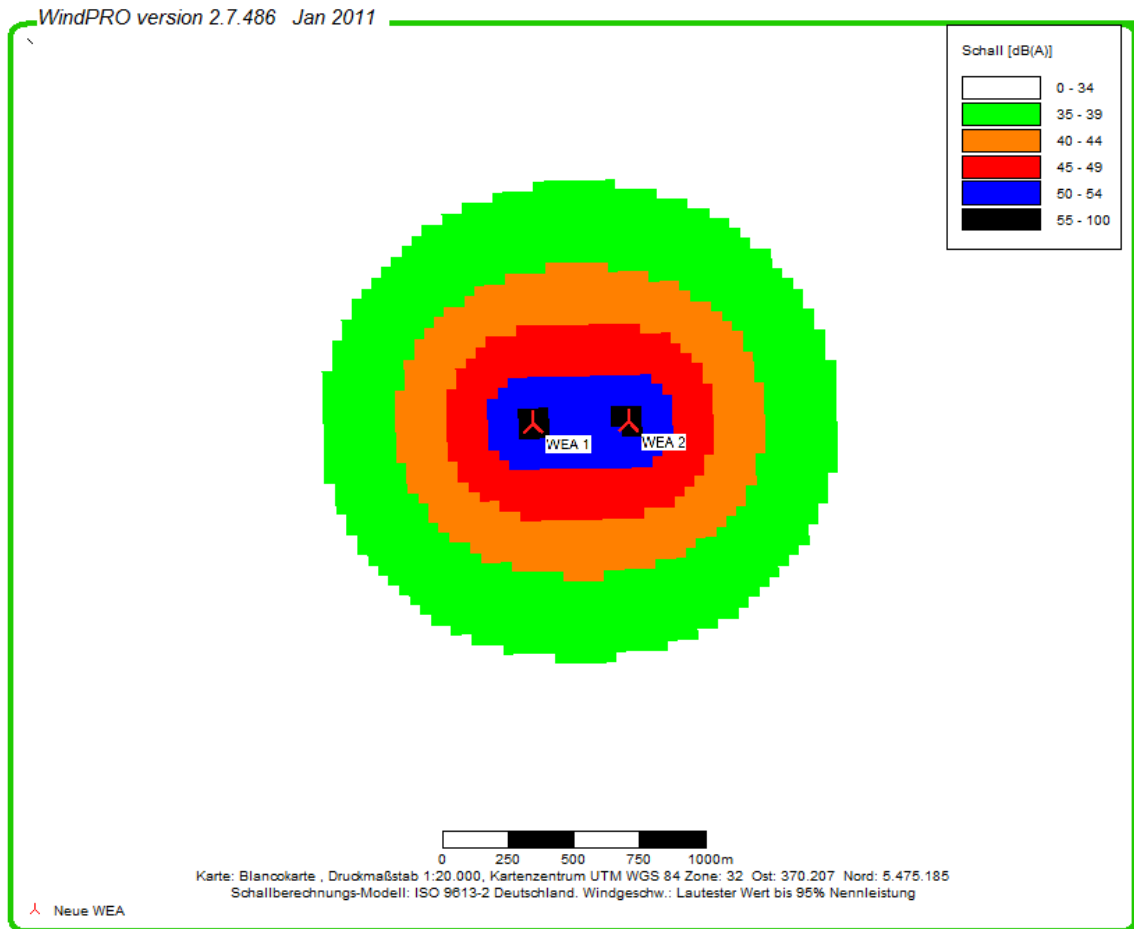


Abbildung V, Schallausbreitung von 2 WEA der 3 MW Klasse

Basis der ermittelten Abstandskriterien ist eine erweiterte Differenzierung der Abstände zu den WEA nach der Nutzungsart „Ortslage“ und „Wohngebäude im allgemeinen Außenbereich“.

- 40 dB nächtlicher Immissionsrichtwert für Gebiete in Ortslage und 45 dB für Wohngebäude im allgemeinen Außenbereich
- 35 dB nächtlicher Immissionsrichtwert für Gebiete in Ortslage und 45 dB für Wohngebäude im allgemeinen Außenbereich

Mit diesem Ansatz ergeben sich die folgenden Abstände:

	Abstände in m:		
	35dB(A)	40dB(A)	45dB(A)
2 MW Anlagenklasse, 104 dB(A) Garantiewert	800	525	350
3 MW Anlagenklasse, 106 dB(A) Garantiewert	975	650	425
6 MW (10 MW) Anlagenklasse, 109 dB(A) Garantiewert	1300	850	600

Tabelle 2, Schalleistungspegel und Pauschalabstände der drei Anlagenklassen

3.2.2 Schattenwurf von WEA

Schattenwurf ist zwar im Rahmen konkreter Planungen ebenfalls ein in jedem Fall zu berücksichtigender Faktor, jedoch lassen sich die störenden Auswirkungen, die durch rotierenden Schattenwurf entstehen (sog. Disco Effekt) bei allen heute am Markt gängigen WEA durch sogenannte Schattenabschaltungen nahezu vollständig eliminieren. Hierbei schaltet sich die Anlage zu den Zeiten, zu denen aufgrund des Sonnenstandes ein störender Schattenwurf entstehen kann, automatisch ab, sofern tatsächlich die Sonne scheint. Dies wird im konkreten Genehmigungsverfahren einzelfallabhängig geprüft und vorgegeben.

Der Bereich der theoretisch von Schattenwurf betroffen sein kann, ist wiederum einzelfallabhängig und variiert mit der Anzahl der Anlagen, der sichtverschattenden Elemente, der Topographie etc. stark. Zudem ist der Bereich mit möglichem Schattenwurf entscheidend von den Himmelsrichtungen abhängig. Während der Schatten östlich und westlich von Windenergieanlagen sehr lang werden kann, ist der nördlich betroffene Bereich vergleichsweise klein. Grund hierfür ist, dass der Sonnenstand auch im Winter im Süden eine gewisse, von der geographischen Breite abhängige Höhe nicht unterschreitet. Südlich der Anlagen tritt naturgemäß gar kein Schattenwurf auf.

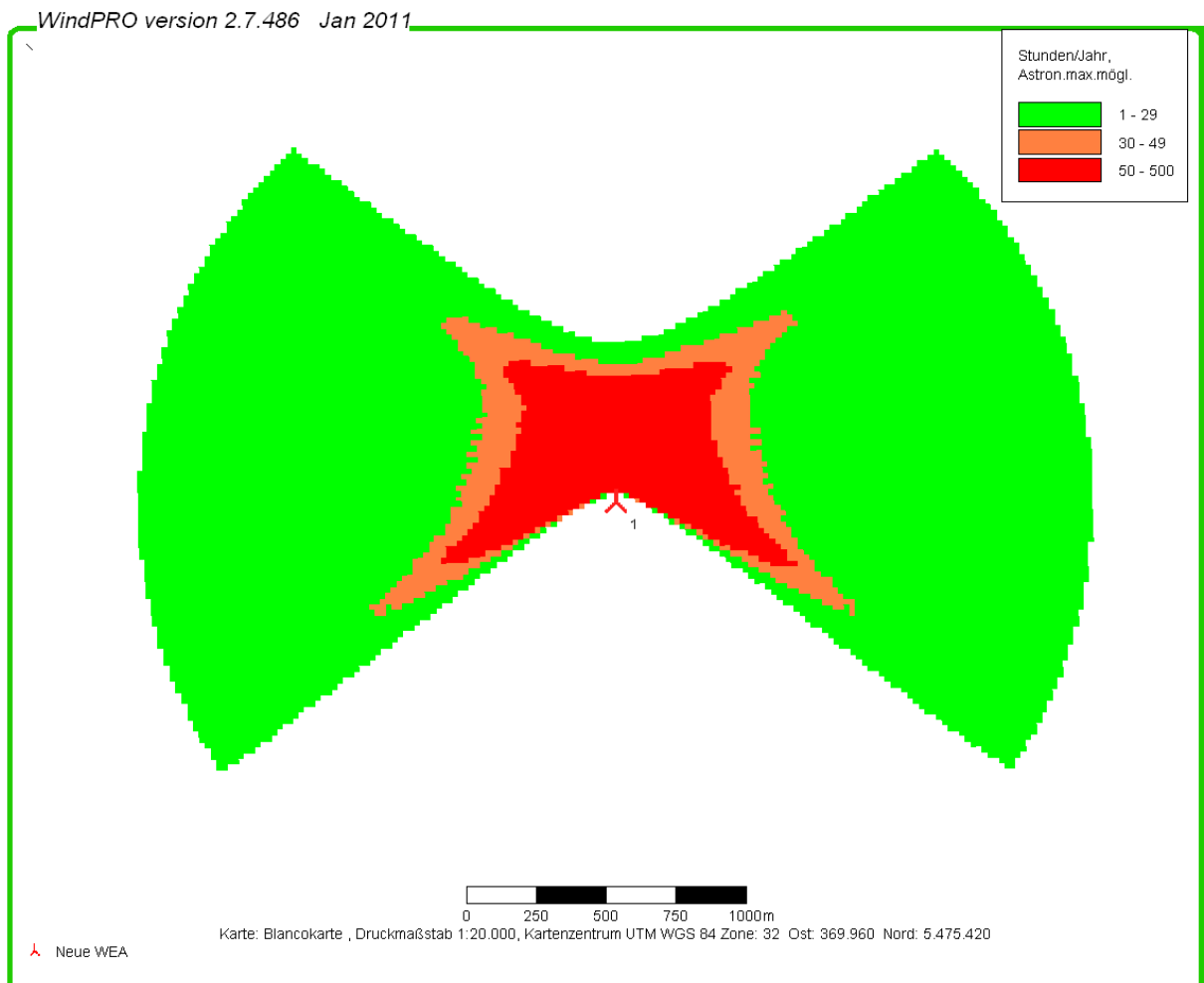


Abbildung VI, Schattenwurf von einer WEA der 3 MW Klasse mit 125 m Nabenhöhe

3.2.3 Die „harten“ Ausschlussflächen „Wohnbebauung“

Mit Hilfe der Pauschalabstände für die drei zu betrachtenden Anlagenklassen (2 MW, 3 MW und 6/10 MW) konnten für die zwei unterschiedlichen Lärmpegelszenarien jene Flächenanteile des Saarlandes ermittelt werden, die aufgrund von Wohnbebauung und der damit verbundenen Zugehörigkeit zur Klasse der „harten“ Ausschlussflächen für die Errichtung von WEA nicht in Frage kommen.

Für die drei Anlagenklassen ergeben sich damit größtmäßig folgende Ausschlussflächen:

Anlagen-klasse	Lärmpegel-szenario	Puffer-abstand [m]	Fläche der Wohn-bebauung (inklusive der Pufferbereiche) [km ²]	Flächenanteil der Wohnbebauung (inklusive der Pufferbereiche) an der Gesamtfläche des Saarlandes [%]
2 MW	35/45dB(A)	800/350	2.055	79,9
2 MW	40/45dB(A)	525/350	1.726	67,1
3 MW	35/45dB(A)	975/425	2.240	87,1
3 MW	40/45dB(A)	650/425	1.932	75,1
6/10 MW	35/45dB(A)	1300/600	2.447	95,1
6/10 MW	40/45dB(A)	850/600	2.211	86,0

Tabelle 3, Ausschlussflächen und Pufferabstände der harten Ausschlussflächen „Wohnbebauung“ für die drei Anlagenklassen. Angaben in km² sowie in % der Landesfläche.

3.2.4 Die „harten“ Ausschlussflächen „Naturschutzgebiete“ und „FFH“

Die Gesamtfläche der saarländischen Naturschutzgebiete inklusive einer Pufferzone von 200 m beträgt 283,86 km² oder 11,0 % der Gesamtfläche des Saarlandes, die der Fauna- und Florahabitate mit derselben Pufferzone 571,49 km² oder 22,2 % der Gesamtfläche des Saarlandes. Die durch Überlagerung beider Themenlayer gebildete Fläche hat eine Größe von 621,76 km² oder 24,2 % der Gesamtfläche des Saarlandes.

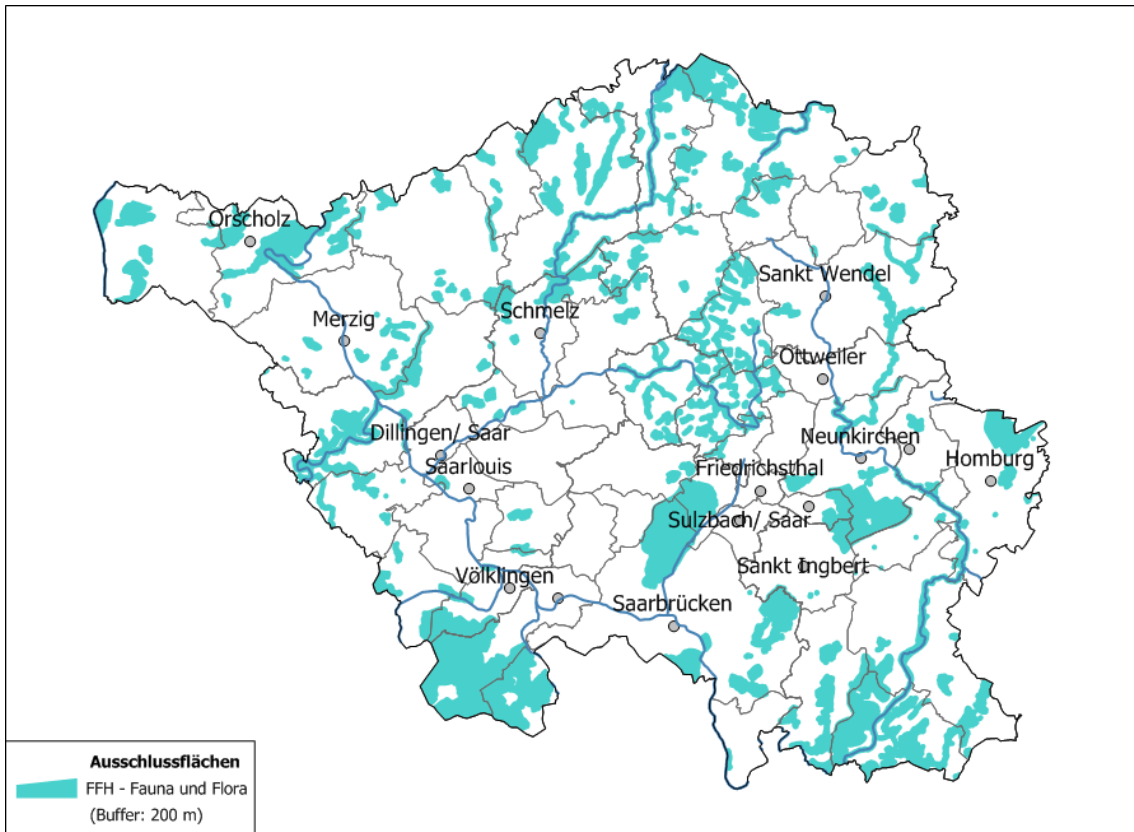


Abbildung VII, Ausschlussflächen „FFH“

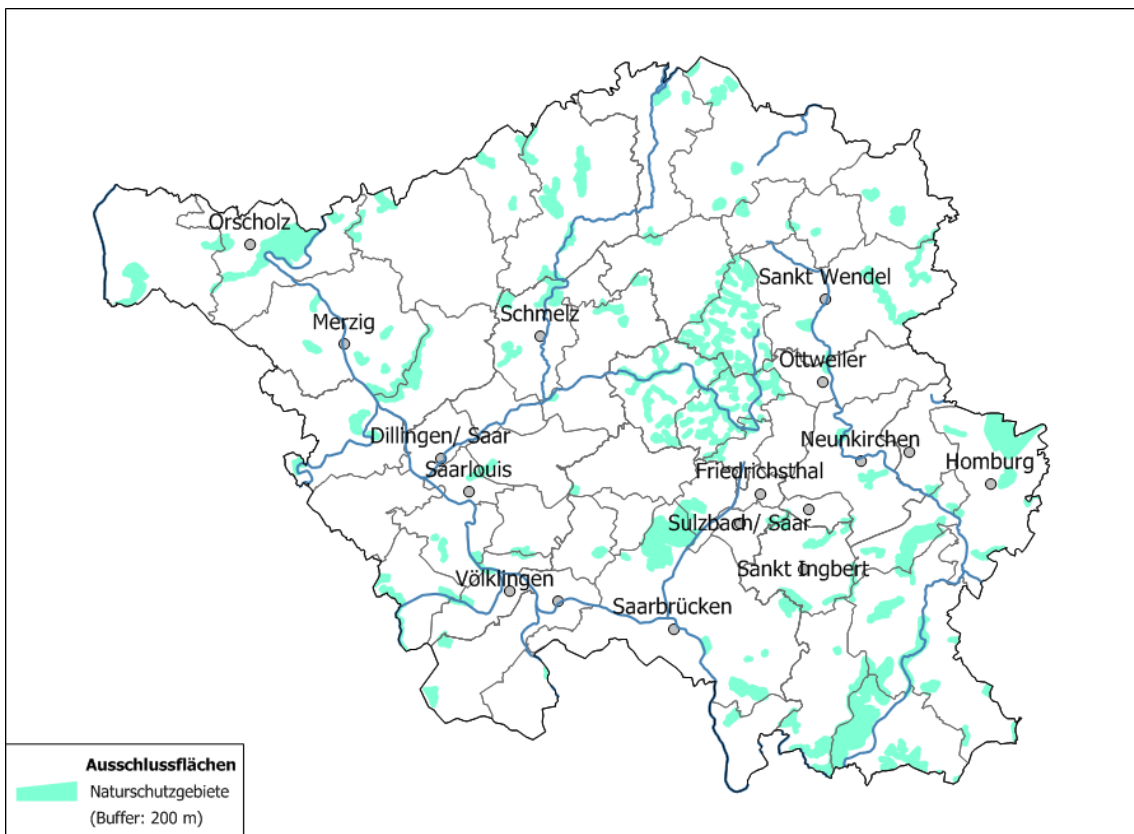


Abbildung VIII, Ausschlussflächen „Naturschutzgebiete“

3.3 Zusammenfassung, Bewertung

Es kann festgehalten werden, dass das Windangebot im Saarland signifikant mit der betrachteten Höhe über Grund ansteigt. Dies ist angesichts der Landschaftscharakteristik, insbesondere des hohen Bewaldungsgrades, so zu erwarten gewesen und unterscheidet die saarländischen Windverhältnisse von denen, die in vielen nördlicheren Bundesländern mit geringeren Bodenrauigkeiten und insbesondere in Küstennähe anzutreffen sind. Dort treten gute Windverhältnisse bereits in deutlich geringeren Höhen auf, die Zunahme mit der Höhe ist aber nicht mehr so signifikant.

In den für die Windenergienutzung angesichts der heute bereits gängigen Anlagengrößen und Nabenhöhen maßgeblichen Nabenhöhen um und über 100 m weist das Saarland in recht großen Landesteilen für die Windenergienutzung geeignete Windverhältnisse auf. Auch abzüglich der in jedem Fall erheblichen Ausschlussflächen verbleiben je nach Szenario noch nennenswerte Flächenpotenziale.

4 Ermittlung des aktuellen Ausbauszustandes

Die Entwicklung von Ausbauszenarien im Rahmen der Aufgabenstellung zu dieser Studie soll auf einer möglichst genauen Erfassung des aktuellen Ausbauszustandes sowie der Ausbautwicklung der vergangenen Jahre basieren.

4.1 Bestand und Zubau von Windenergieanlagen in den vergangenen Jahren

Nach den vorliegenden Daten sind im Saarland zum Stichtag 29.09.2010 90 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 132,62 MW genehmigt. Bei den noch nicht errichteten bzw. im Bau befindlichen WEA wurde in den folgenden Darstellungen davon ausgegangen, dass die Realisierung sämtlich noch in 2010 erfolgt.

Die Aufteilung der Anlagen nach Leistungsklassen stellt sich demnach aktuell wie folgt dar:

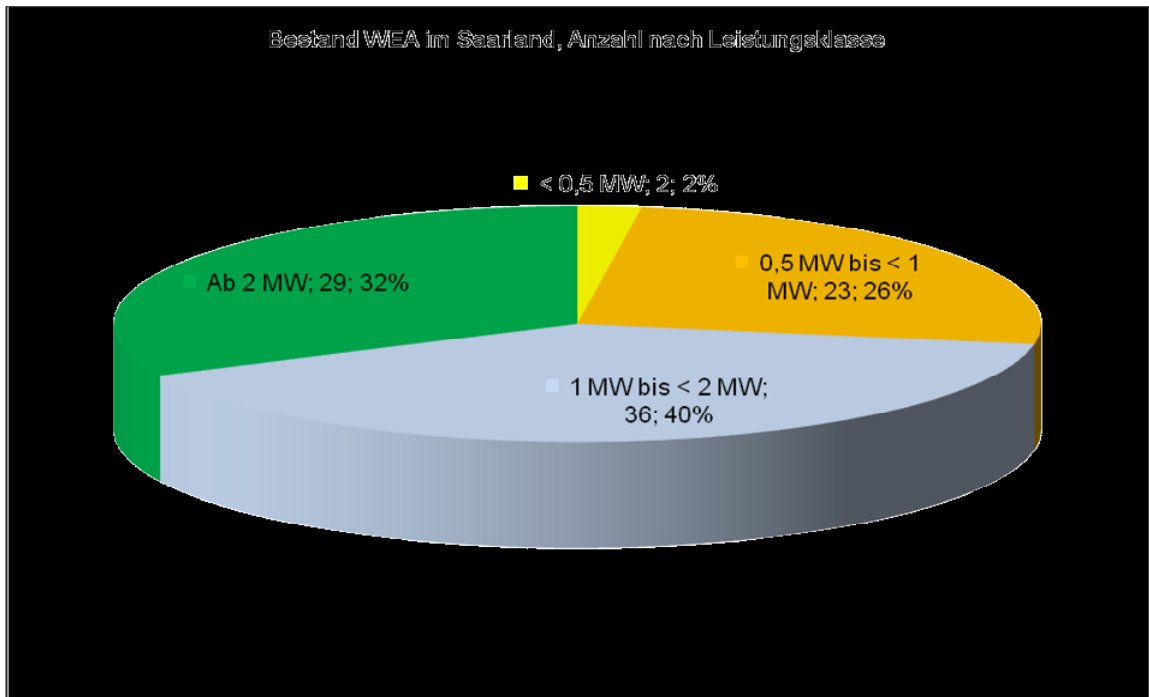


Abbildung IX, Bestand WEA im Saarland, Anzahl nach Leistungsklasse

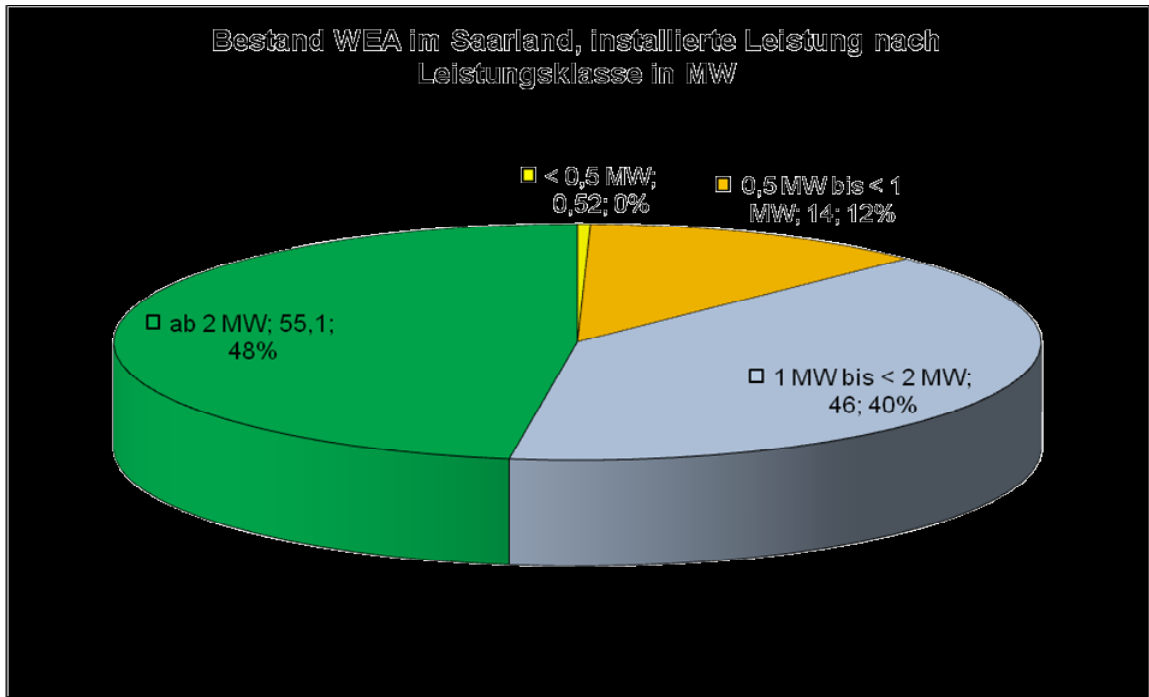


Abbildung X, Bestand WEA im Saarland, installierte Leistung nach Leistungsklasse
 In der zeitlichen Abfolge der Errichtung ergibt sich das folgende Bild:

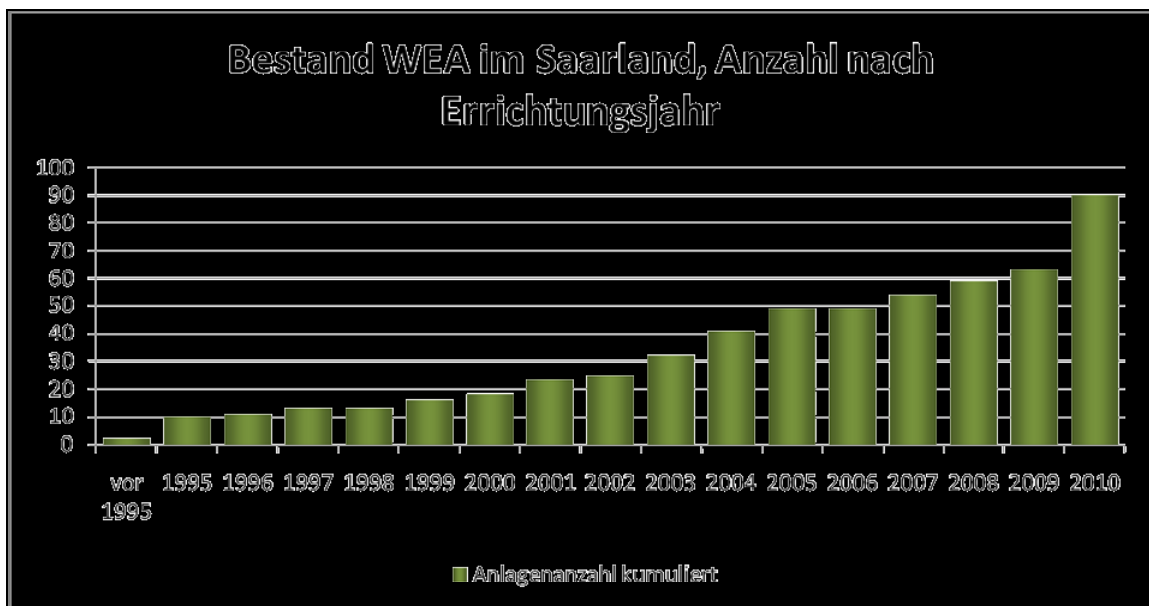


Abbildung XI, Bestand WEA im Saarland, kumulierte Anlagenzahl nach Jahren

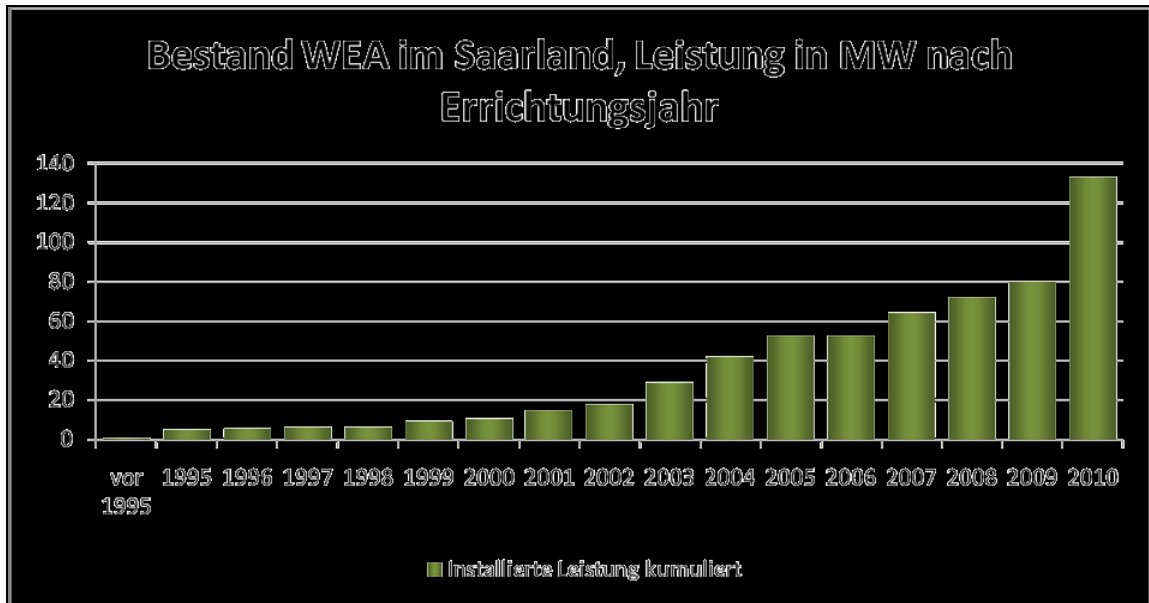


Abbildung XII, Bestand WEA im Saarland, kumulierte installierte Leistung nach Jahren

Seit dem Jahr 2000 hat im Saarland jährlich ein durchschnittlicher Zubau von 7,2 Windenergieanlagen oder 12,26 MW stattgefunden. Das Minimum trat im Jahr 2006 auf, in diesem Jahr fand kein Zubau statt. Das Jahr 2010 wird unter den genannten Voraussetzungen (alle genehmigten WEA gehen dieses Jahr noch in Betrieb) zum Rekordjahr werden, in diesem Jahr beträgt der Zubau 27 WEA oder 52,4 MW. Damit hat sich die installierte Windenergieleistung des Saarlandes allein in 2010 um 65 % erhöht!

Die räumliche Verteilung des WEA-Bestandes ergibt das folgende Bild:

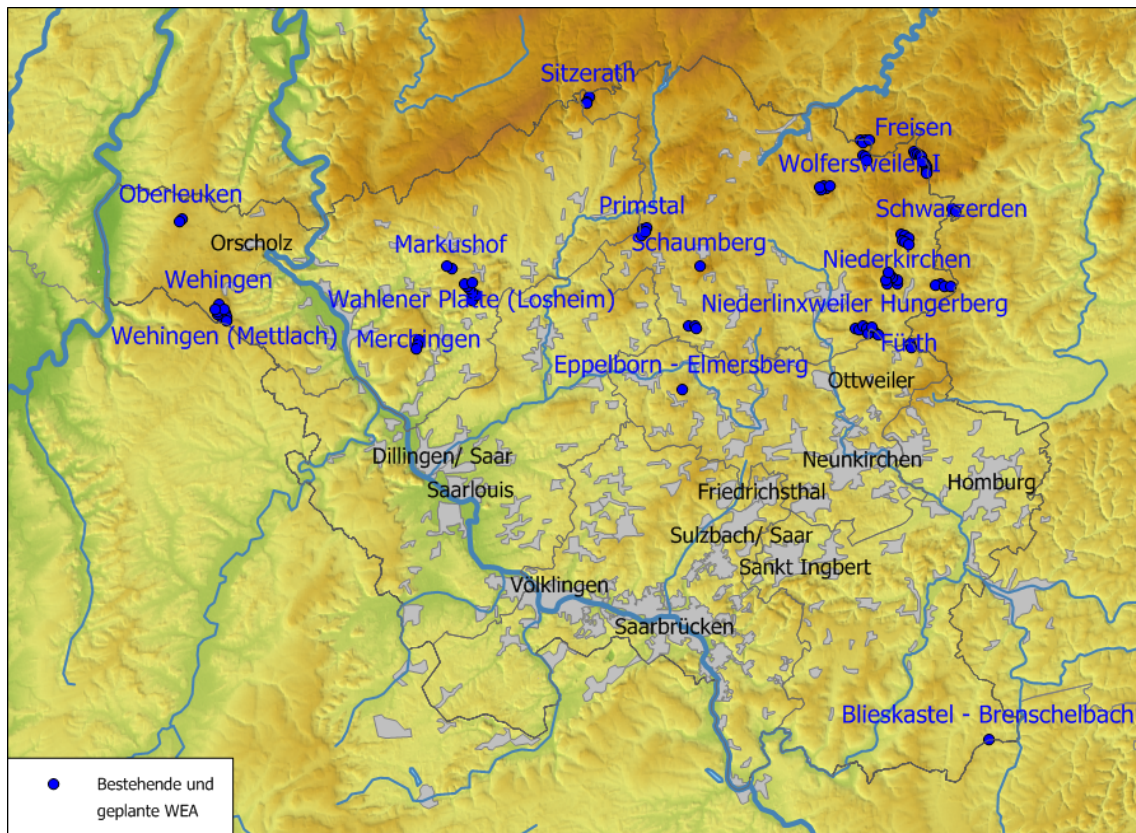


Abbildung XIII, Räumliche Verteilung der bestehenden und geplanten WEA

5 Ausbauszenarien

5.1 Vorgehensweise

Ausgehend von den ermittelten Wind- und Flächenpotenzialen werden Ausbauszenarien für die drei Zeithorizonte 2015, 2020 und 2050 vorgenommen. Die beiden ersten Szenarien bauen hierbei naturgemäß aufeinander auf und beeinflussen sich entsprechend. Für das Szenario 2050 kann hingegen von einer völligen Erneuerung des bis 2020 aufgebauten Anlagenbestandes ausgegangen werden.

5.1.1 Anlagentechnik

Hinsichtlich der für die drei Zeithorizonte verfügbaren Windenergieanlagentechnik wird ein eher vorsichtiger Ansatz gewählt. Zunächst werden in allen Szenarien Nabenhöhen von 80 m nicht mehr betrachtet, was bereits heute dem Stand der Technik, insbesondere im Binnenland entspricht.

Für die Szenarien 2015 wird davon ausgegangen, dass der Zubau zu je 50% aus Anlagen der 2 MW und 3 MW Klasse besteht. Weiterhin wird, wie auch bei allen anderen Szenarien, die Verteilung der Anlagen auf die Flächen mit unterschiedlichem Windpotenzial vorgegeben. Grundsätzlich ist naturgemäß der Ausbau in Flächen mit hohem Windpotenzial zu priorisieren und zu erwarten. Wie die ständige Praxis zeigt, gibt es im Einzelfall nicht selten aber Gründe, die zum Ausbau auch windschwächerer Flächen führen. Dies wurde durch die Vorgabe entsprechender Verteilungsfaktoren abgebildet. Details hierzu finden sich in den entsprechenden Anhängen.

Für die Szenarien 2020 wird von einem überwiegenden Ausbau durch WEA der 3 MW Klasse ausgegangen. 10% des Ausbaus wird mit WEA der bereits heute in Kleinserien verfügbaren Anlagenklasse 6 MW angenommen.

Für die Szenarien 2050 wird davon ausgegangen, dass zu diesem Zeitpunkt Anlagen der 10 MW Klasse zur Verfügung stehen. Hinsichtlich der Abstandsrestriktionen bezüglich der Geräusche wird davon ausgegangen, dass die Werte denen der heutigen 6 MW Klasse entsprechen. Wo möglich, wird ein Ausbau mit diesen Anlagen angenommen. Die verbleibenden Flächen werden mit 3 MW Anlagen belegt.

Die Annahmen in Bezug auf die Szenarien 2050 sind im Rückblick auf die Entwicklung der letzten 20 Jahre möglicherweise zu vorsichtig. In diesem Fall würde sich das Ausbaupotenzial für diesen Zeithorizont folglich erhöhen. Es sei angemerkt, dass ein Ausblick auf die zu erwartenden Entwicklung im Bereich der Energiewirtschaft generell über einen Zeitraum von 40 Jahren nur sehr eingeschränkt möglich ist. Dies gilt umso mehr für einen Teilbereich dieses Marktes, der sich derartig dynamisch entwickelt und entwickelt hat.

5.1.2 Flächenpotenzial

Alle Szenarien werden bilanzierend auf Basis der in Summe verfügbaren Flächenpotenzials sowie des Flächenverbrauchs jeder Windenergieanlagenklasse entwickelt. Eine Planung der Anlagenstandorte „in der Fläche“, die anhand der zuvor erarbeiteten Datengrundlage ebenfalls

möglich wäre, wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber ausdrücklich nicht vorgenommen.

Da die aus technischer Sicht (Abstände der WEA untereinander) benötigten Flächen nicht notwendigerweise komplett innerhalb der Windvorrangzone liegen müssen, kann das tatsächliche Errichtungspotenzial insbesondere bei kleinen Windvorrangflächen deutlich über dem auf diese Weise ermittelten Potenzial liegen. Andererseits wird sich bei der Entwicklung der Szenarien zeigen, dass die verfügbaren Flächen ohnehin nur für das Szenario 2050 einen entscheidend limitierenden Faktor haben.

5.1.3 Zubaupotenzial

Entscheidend für die Entwicklung mindestens der nächsten 10 Jahre ist die Zubaurate, die pro Jahr in dieser Zeit erreicht werden kann. Sie hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, beispielsweise den allgemeinen gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, Geschwindigkeit von Genehmigungsverfahren, Standortattraktivität etc.

5.1.4 Repowering

Repowering bezeichnet die Ersetzung von bestehenden Windenergieanlagen älteren Typs durch moderne und leistungsfähigere Anlagen. Dadurch kann bei gleichbleibender oder sogar geringerer Anzahl von – allerdings deutlich größeren – WEA eine erheblich höhere Energieproduktion erreicht werden. Für die im Rahmen dieser Studie betrachteten Szenarien 2015 und 2020 gelten alle Anlagen, die mindestens 15 Jahre in Betrieb sind, als Kandidaten für Repowering. Wie viele dieser Anlagen tatsächlich repowert werden, wird in den diversen Szenarien variiert. In der Praxis hängt dies neben den bereits in 5.1.3 genannten Einflussfaktoren auch von der Attraktivität für den Betreiber der Altanlage ab. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser zu einem Repowering nur dann bereit ist, wenn sich für ihn hieraus mindestens keine Nachteile ergeben.

5.2 Erläuterung zu den Szenarien

Die beschriebenen Szenarien erfahren die drei folgenden weiteren Unterteilungen:

1. **Klimaschutzszenario:** Auf größtmögliche CO₂ Einsparung und regenerative Energienutzung ausgerichtetes Szenario. Im Folgenden mit „k“ indiziert.
2. **Referenzszenario:** Entspricht im Wesentlichen den Ausbauzielen der Bundesregierung. Im Folgenden mit „r“ indiziert.
3. **Strukturerhaltungsszenario:** Ausbau der Windenergie läuft weiter, wie bisher, wenig Repowering, zurückhaltende Flächenausweisung. Im Folgenden mit „s“ indiziert.

Das Zusammenspiel und die Abhängigkeiten der Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Szenarien werden in folgender Grafik noch einmal anschaulich dargestellt:

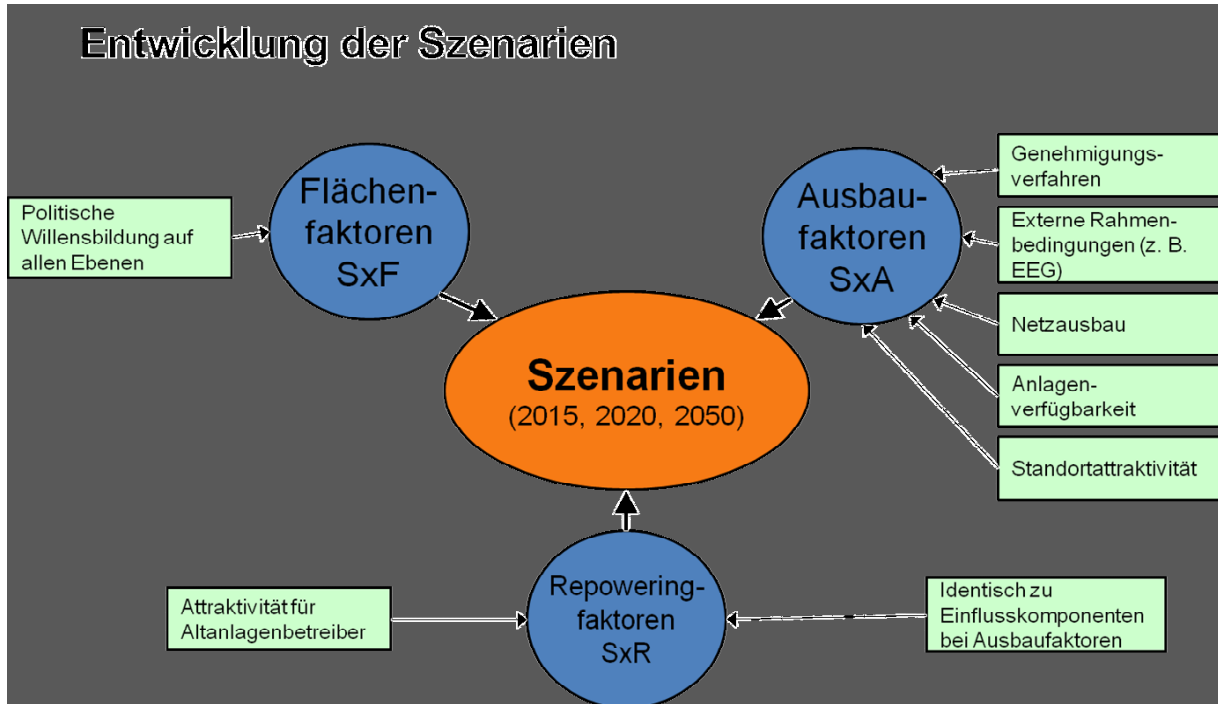


Abbildung XIV, Szenarien und Einflussfaktoren

5.3 Ergebnisse

Die drei Szenarien (2015, 2020 und 2050) werden im Folgenden hinsichtlich der Parameter Anlagenzahl, installierte Leistung und jährliche Energieproduktion zusammengefasst dargestellt. Zusätzlich werden der Ist-Zustand sowie der Maximalausbau unter Berücksichtigung nur harter Ausschlusskriterien dargestellt.

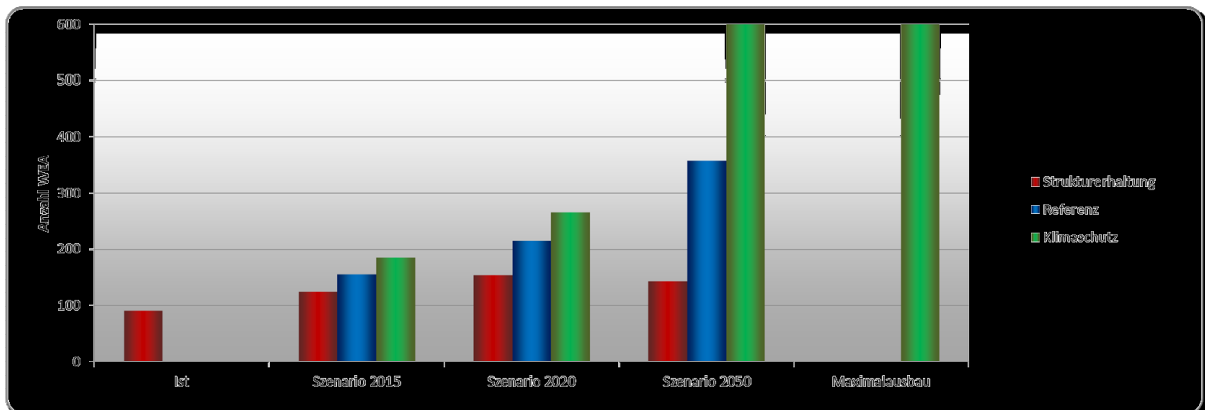


Abbildung XV, Zusammenfassung Szenarien, Anlagenzahl

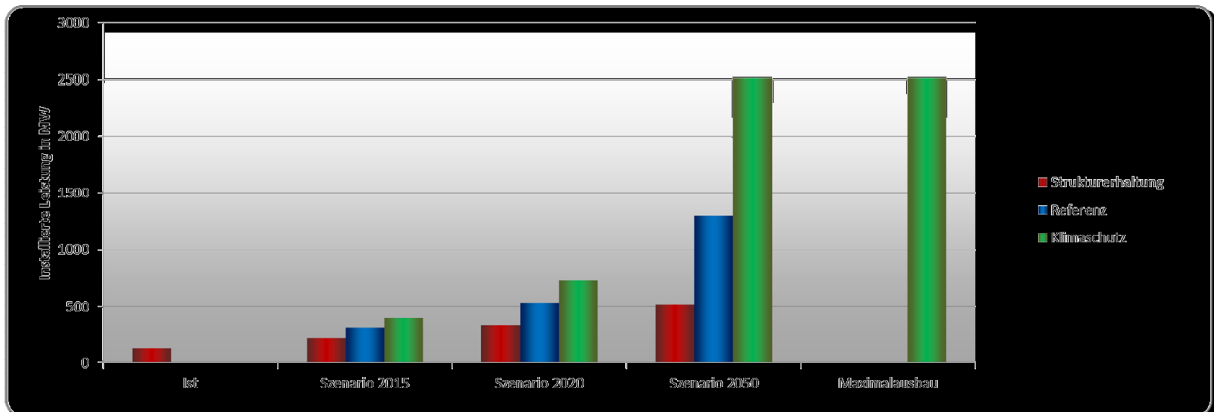


Abbildung XVI, Zusammenfassung Szenarien, installierte Leistung

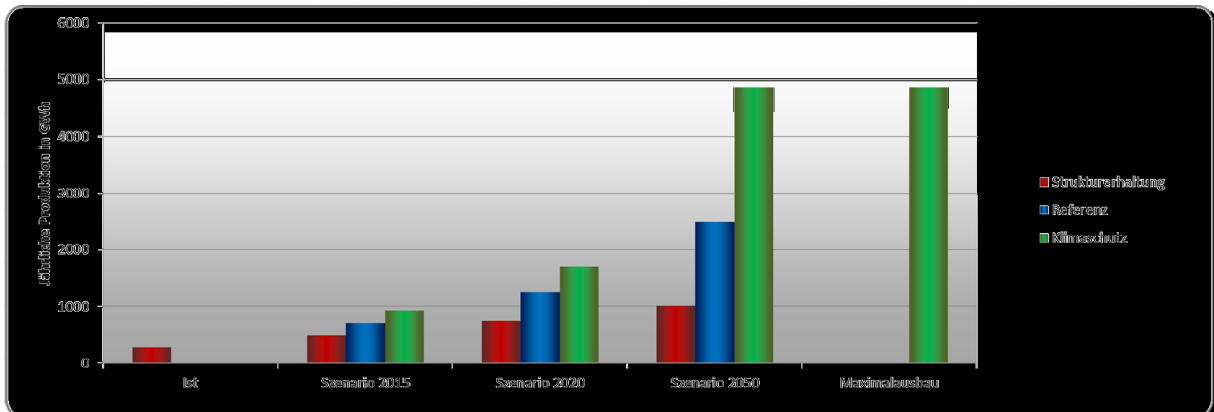


Abbildung XVII, Zusammenfassung Szenarien, jährliche Energieproduktion

Die Zusammenstellung und der Vergleich mit dem Ist-Zustand macht sowohl das erhebliche Steigerungspotenzial, das sich bereits kurzfristig bei entsprechenden Rahmenbedingungen erschließen lässt, als auch das längerfristig bestehende Potenzial anschaulich.

Dieselbe Beobachtung gilt für die mögliche jährliche Energieproduktion.

5.4 Bewertung

Es wird insgesamt deutlich, dass die Nutzung der Windenergie, abhängig von den gesetzten Rahmenbedingungen, sehr kurzfristig in der Lage ist, einen erheblichen Beitrag zur Energieproduktion des Saarlandes und damit zum Erreichen der Klimaschutzziele zu leisten.

Als wesentlicher limitierender Faktor wurde für die nächsten 10 Jahre die zu erzielende Zubaurate identifiziert. Hierzu ist festzustellen, dass sich dies bei extrem restriktiver Bereitstellung, oder besser gesagt Nichtbereitstellung, von Flächen naturgemäß ändern würde. Die hinsichtlich der Flächenrestriktionen über die verschiedenen Szenarien gemeinsam mit dem Auftraggeber gewählte Bandbreite deckt aber den gesamten realistisch zu erwartenden Bereich ab. Welche Ziele letztendlich erreicht werden, hängt teilweise von Faktoren ab, die nicht oder nicht direkt im Einflussbereich des Saarlandes sowie der untergeordneten regionalen und kommunalen Strukturen liegen. Hier sind

vorrangig die allgemeinen wirtschaftlichen und bundespolitischen Rahmenbedingungen zu nennen.

Es ist aber zu erwarten, dass die Onshore Nutzung der Windenergie als „Arbeitspferd“ der regenerativen Energienutzung in jedem Fall in den nächsten Jahren und wohl auch Jahrzehnten eine wichtige, bzw. noch wichtigere Rolle im gesamtdeutschen und -europäischen Energiemix spielen wird. Sämtliche im europäischen und nationalen Kontext existierenden Klimaschutzziele sind aus heutiger Sicht ohne einen erheblichen Anteil von Onshore Windenergie nicht annähernd realisierbar.

Folglich werden sich wohl, in welcher Form auch immer, wirtschaftlich/politische Rahmenbedingungen auch in Zukunft in einer Form ergeben, die die Nutzung der Windenergie grundsätzlich attraktiv machen. Damit gewinnen die innerhalb des Saarlandes liegenden Einflussfaktoren auf den jährlichen Zubau einen entscheidenden Einfluss auf den Ausbau, der tatsächlich erzielt werden wird.

6 Handlungsempfehlungen

Das Saarland verfügt, wie die Studie gezeigt hat, über das Wind- und Flächenpotenzial, um einen erheblichen Anteil des benötigten Energiebedarfs mit der Nutzung der Windenergie abzudecken. Aufgrund der topographischen und großräumigen geographischen Lage ergibt sich dies, anders als bei den Flächenbundesländern im Bereich der norddeutschen Tiefebene, nicht aufgrund des durch die relative Küstennähe hohen Grundwindpotenzials, sondern hauptsächlich aufgrund der orographischen Struktur der meist mittelgebirgsartigen Landschaft im Bereich von Erhebungen oder sonst exponierten Lagen. Folglich sind vom Windpotenzial her geeignete Flächen nicht, wie in Norddeutschland, relativ einheitlich über die gesamte Region zu finden, sondern von den genannten Besonderheiten abhängig. Weiterhin findet sich, hauptsächlich bedingt durch den hohen Bewaldungsgrad, das nutzbare Windpotenzial erst in deutlich größeren Höhen, etwa ab 100 m über Grund.

Gleichzeitig ist gerade in dem im Saarland vorgefundenen Windgeschwindigkeitsbereich die starke Veränderung der zu erwartenden Energieproduktion mit nur leichten Änderungen des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit zu beachten, so führen die 18 % Zunahme der Windgeschwindigkeit zwischen den definierten drei Windklassen zu 65 % Zunahme bei der mittleren Windleistungsdichte.

Im Rahmen der Ausweisung von Windvorrangflächen sollte daher den Flächen mit höherem Windpotenzial im Rahmen des Abwägungsprozesses Priorität eingeräumt werden. Dies entspricht auch den Klimaschutzzielen des Bundes und des Landes, nicht nur das Ertragspotenzial sondern naturgemäß auch das CO₂-Einsparungspotenzial liegt bei diesen Flächen deutlich höher.

Ebenfalls sollte die Bedeutung der Zunahme des Windpotenzials mit der Höhe berücksichtigt werden. Hierbei ist noch zu beachten, dass für den Ertrag einer Windenergieanlage das Windangebot über die gesamte Rotorkreisfläche entscheidet – die sich zur Hälfte unterhalb der Nabenhöhe befindet!

Hinsichtlich der regionalen Wertschöpfung und des Einnahmepotenzials bietet die Windenergienutzung gerade im kommunalen Bereich erhebliche Möglichkeiten. So betrug beispielsweise allein das Gewerbesteueraufkommen im Landkreis Nordfriesland in 2007 9,1 Mio. Euro. Neben dem regionalen Wertschöpfungspotenzial kommt mittlerweile häufig die von vielen Planungsgesellschaften aus Akzeptanzgründen vor Ort praktizierte Vorgehensweise, durch Gründung von Fördervereinen für die verschiedensten Zwecke (bspw. Kindergärten, Spielplätze etc.) vor Ort für positive Effekte aus der Nutzung der Windenergie zu sorgen.

Dies hat in manchen Regionen mittlerweile einen regelrechten Boom bei den Versuchen der Kommunen, neue Windvorrangzonen bereitzustellen, ausgelöst. Derartiges ist dem Gutachter aus dem Saarland bislang noch nicht bekannt, wohl aber aus dem Nachbarbundesland Rheinland-Pfalz. Hier sollte es Aufgabe der übergeordneten Planungsbehörden sein, steuernd einzugreifen und für eine maßvolle Entwicklung zu sorgen.

Erhebliche Bedeutung für einen nachhaltig erfolgreichen Ausbau der Windenergie hat die Akzeptanz der Bevölkerung vor Ort. Hier zeigt die Erfahrung, dass der Akzeptanzgrad oft mit dem Grad des Ausbaus zunimmt, da zum einen unbegründete Ängste abgebaut werden und andererseits zunehmend die positiven Effekte der regionalen Wertschöpfung wahrgenommen werden. Voraussetzung für eine solche Entwicklung sind zum einen hinsichtlich des Anwohnerschutzes sorgfältig und fachkundig durchgeführte bzw. begleitete Genehmigungsverfahren, um negative Auswirkungen auszuschließen. Gleichzeitig soll weitestmöglich Windparkkonzepten der Vorzug gegeben werden, der der Bevölkerung vor Ort vorrangig die Möglichkeit gibt, über Beteiligungen am wirtschaftlichen Ertrag des Windparks zu partizipieren, bestenfalls durch Bürgerwindparkmodelle.

Jede seriöse und nachhaltig arbeitende Projektierungsgesellschaft hat gerade an der Akzeptanz und Wertschöpfung vor Ort ein hochrangiges Interesse.



PSE/K-18022011-576-Saarland

7 Anhang, Windkarten

7.1 Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 100 m über Grund

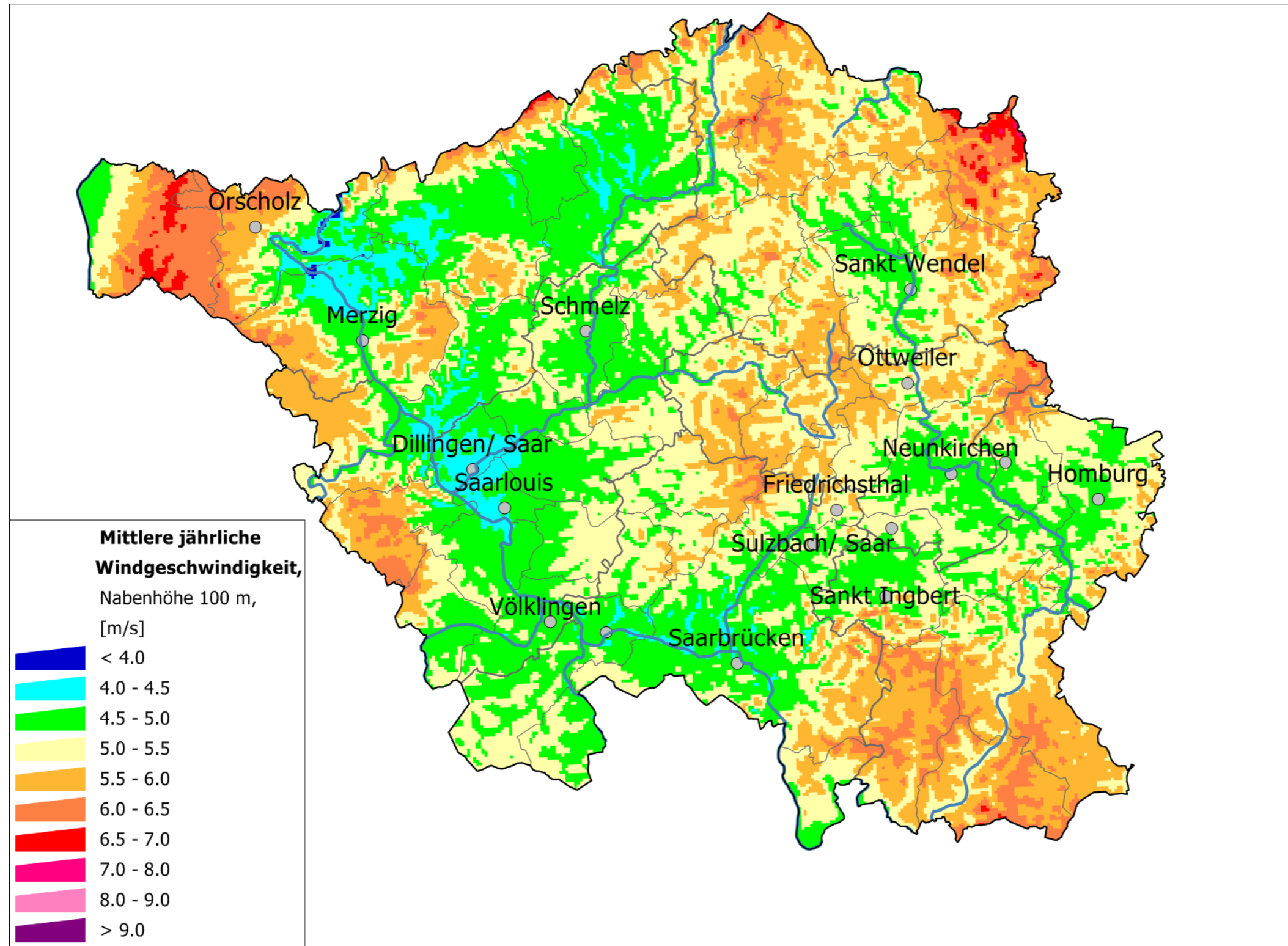


Abbildung XVIII, Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster

7.2 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund

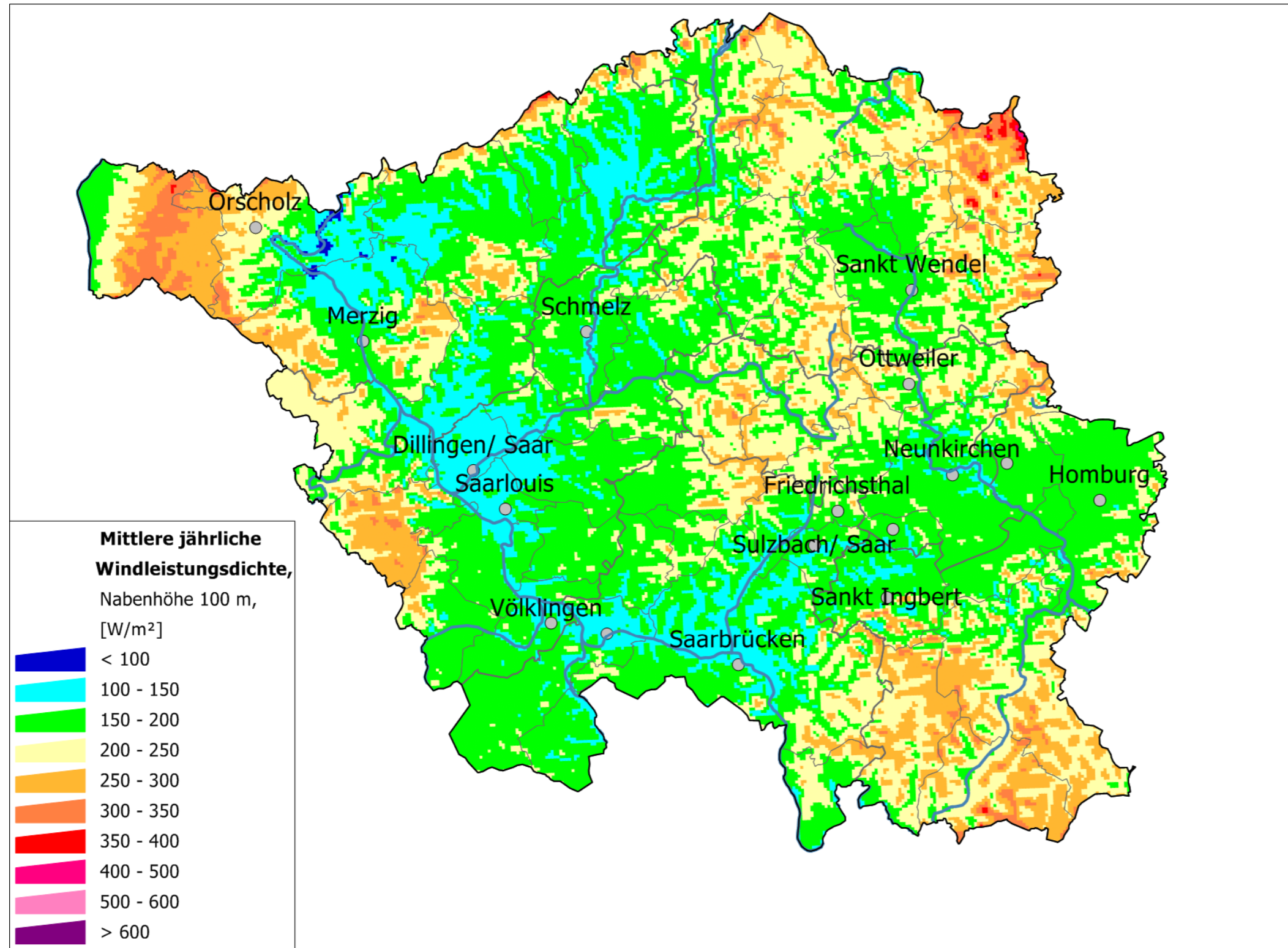


Abbildung XIX, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster

7.3 Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 150 m über Grund

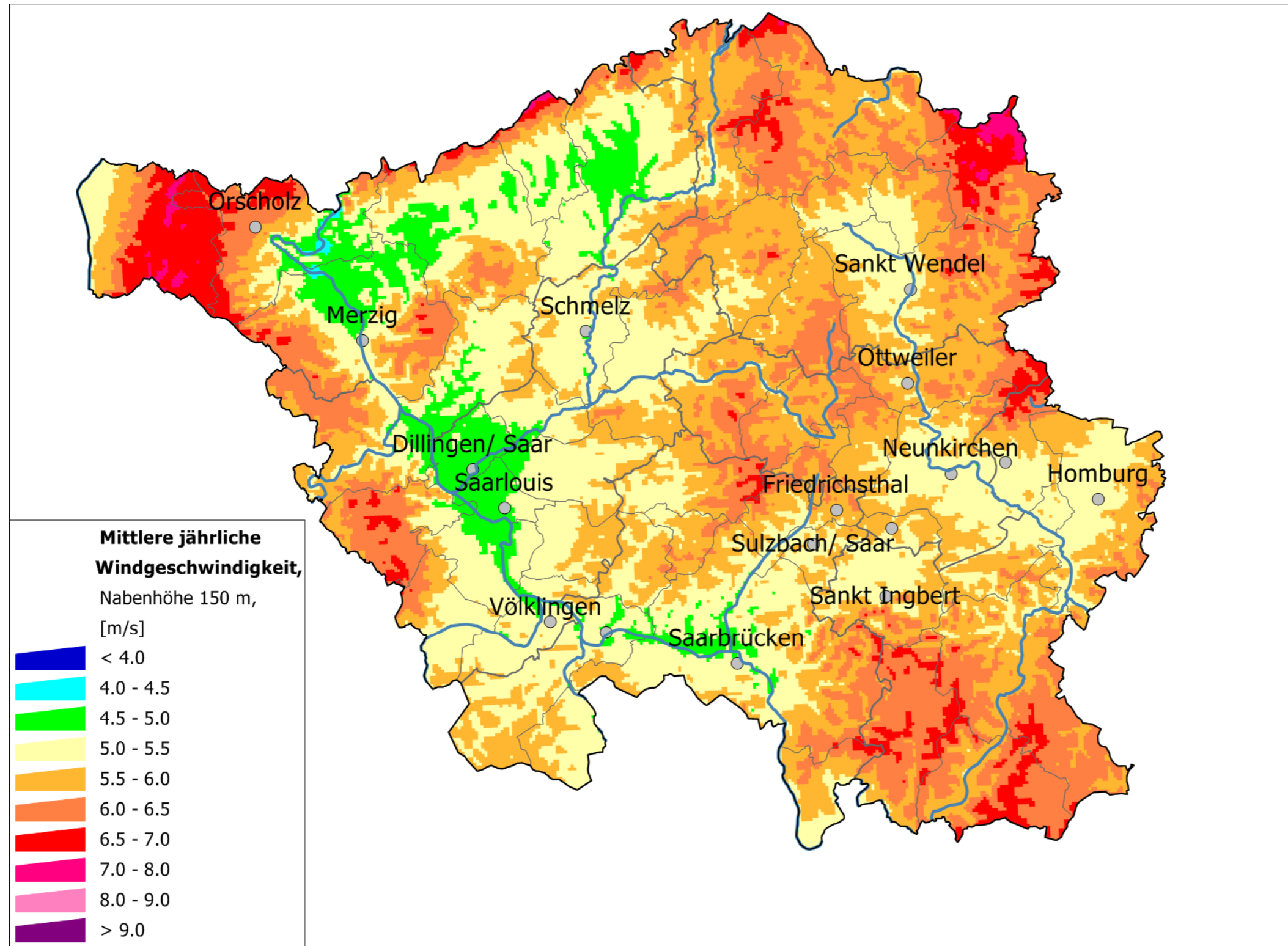


Abbildung XX, Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, 200 x 200 m Raster

7.4 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund

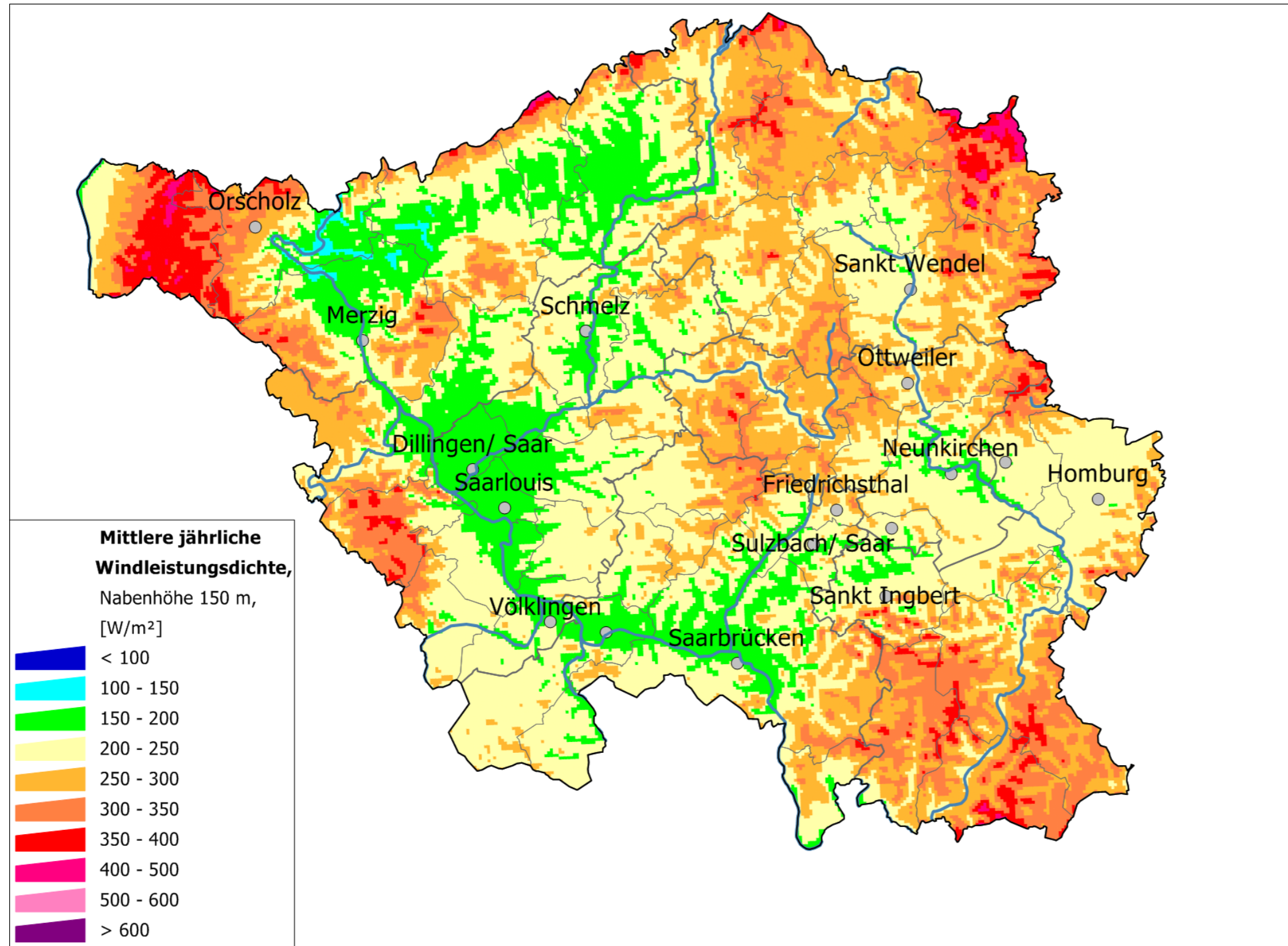


Abbildung XXI, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabhöhe, 200 x 200 m Raster

7.5 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund für Windklasse I

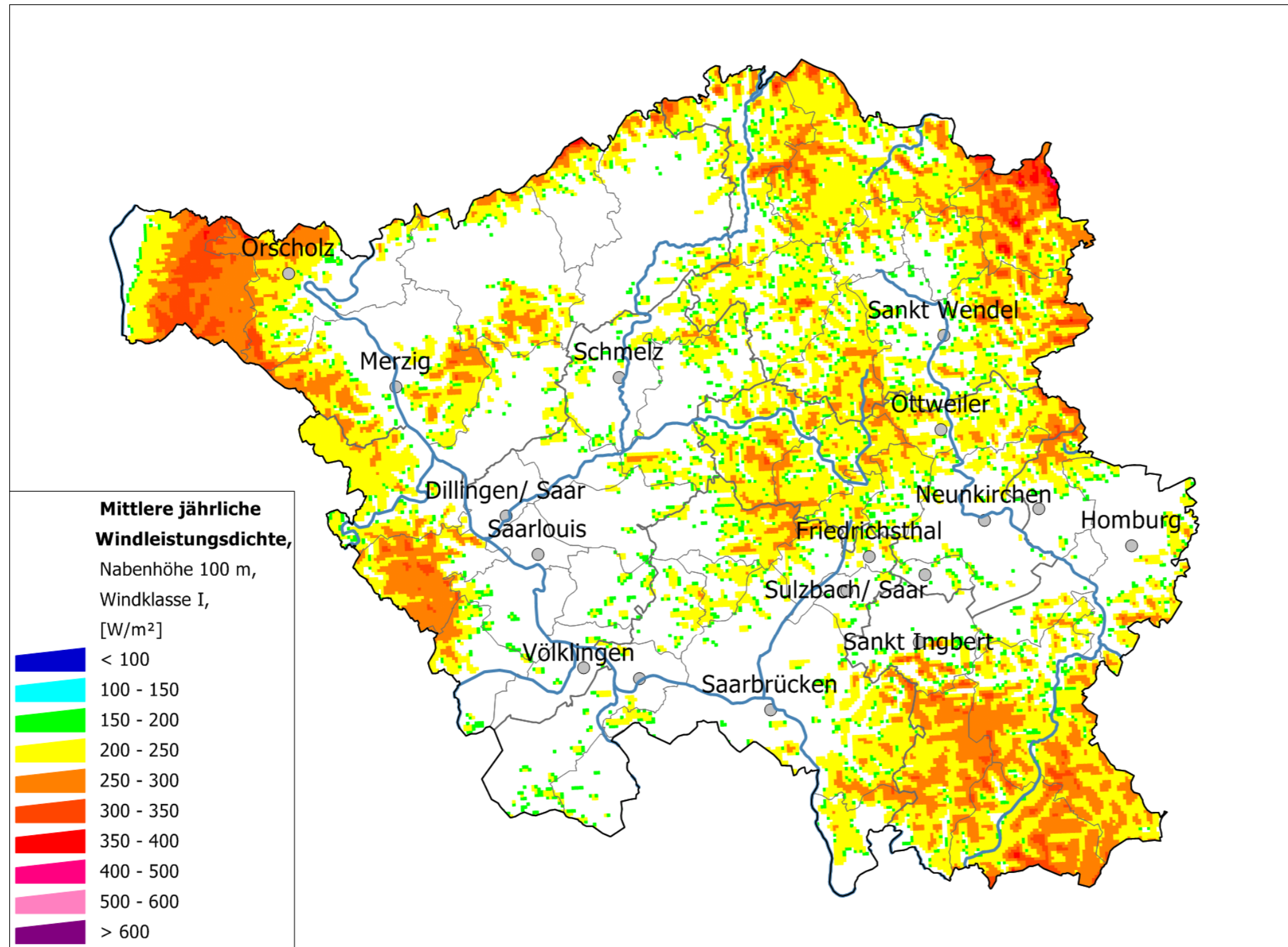


Abbildung XXII, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, Windklasse I (ab 195 W/m²)

7.6 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund für Windklasse I

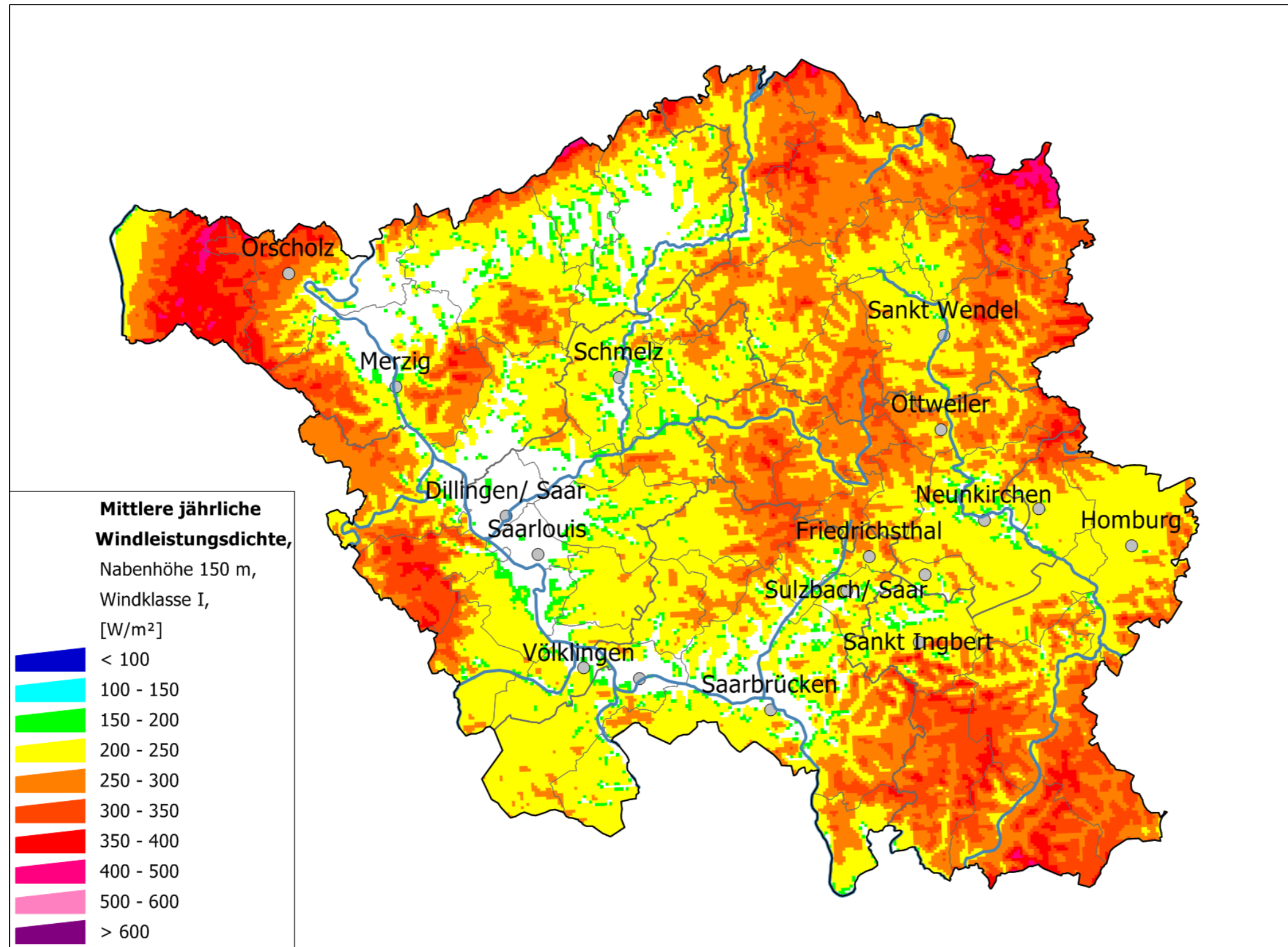


Abbildung XXIII, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, Windklasse I (ab 195 W/m²)

7.7 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund für Windklasse II

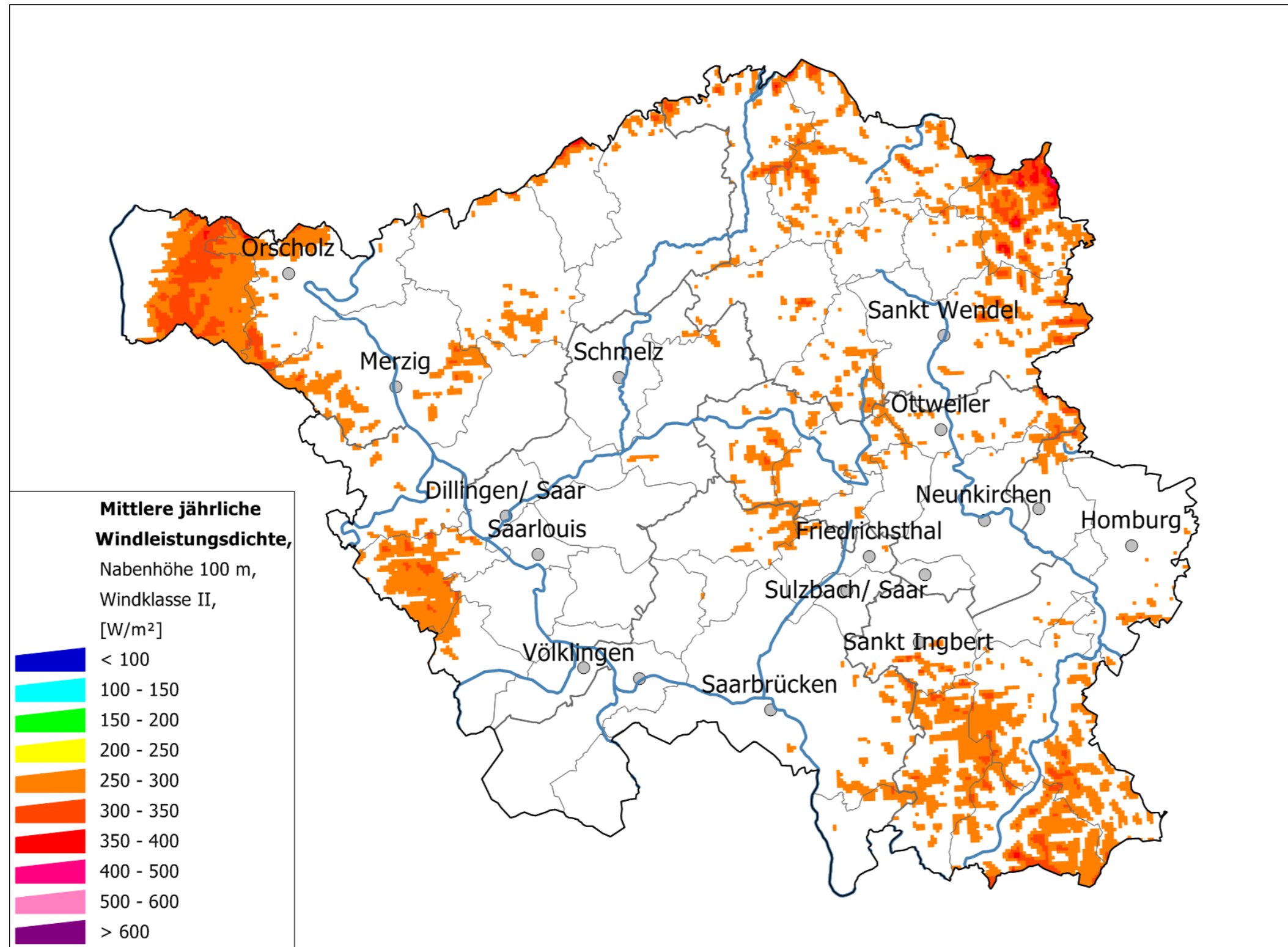


Abbildung XXIV, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, Windklasse II (ab 253 W/m²)

7.8 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund für Windklasse II

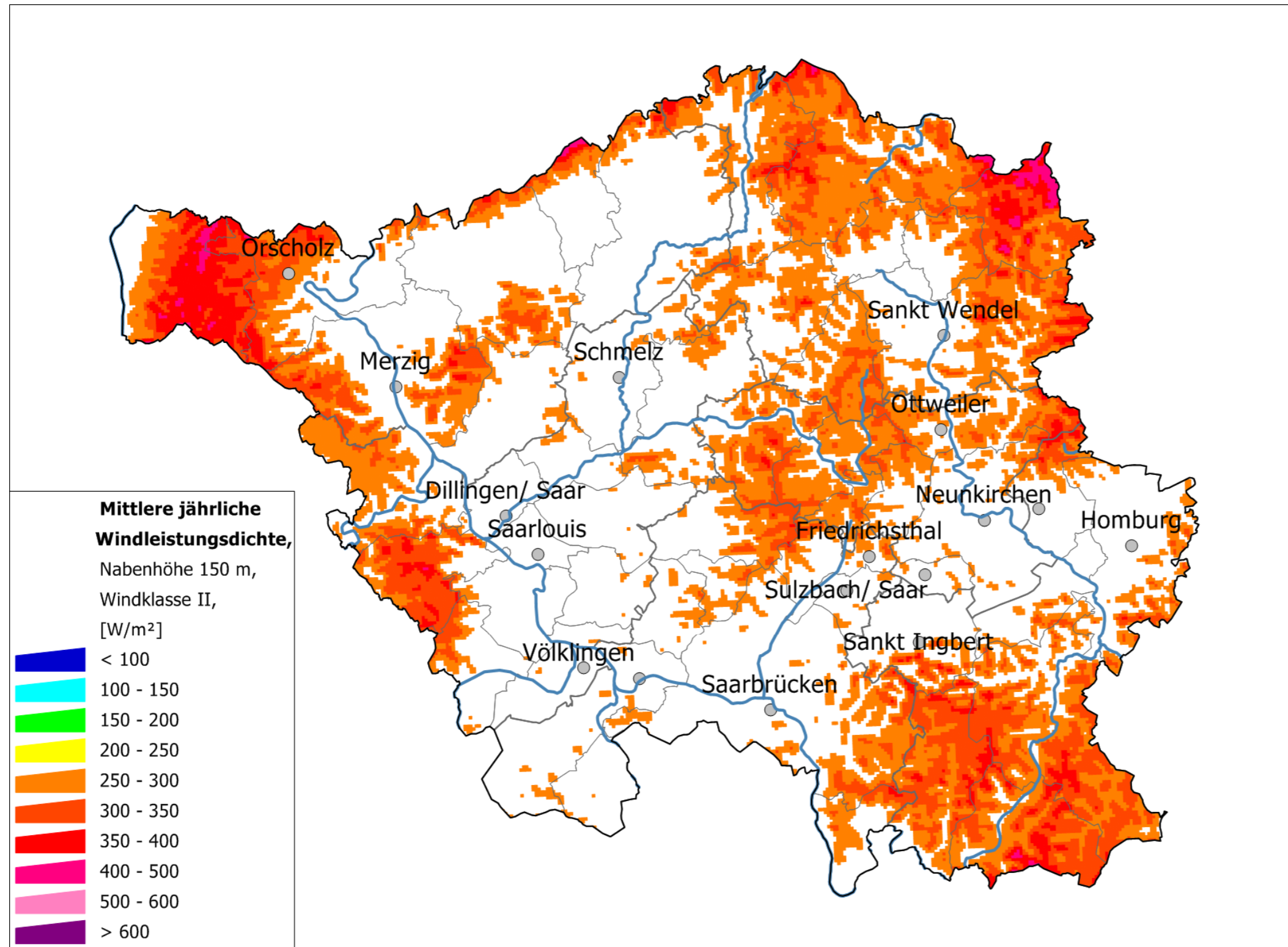


Abbildung XXV, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, Windklasse II (ab 253 W/m²)

7.9 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 100 m über Grund für Windklasse III

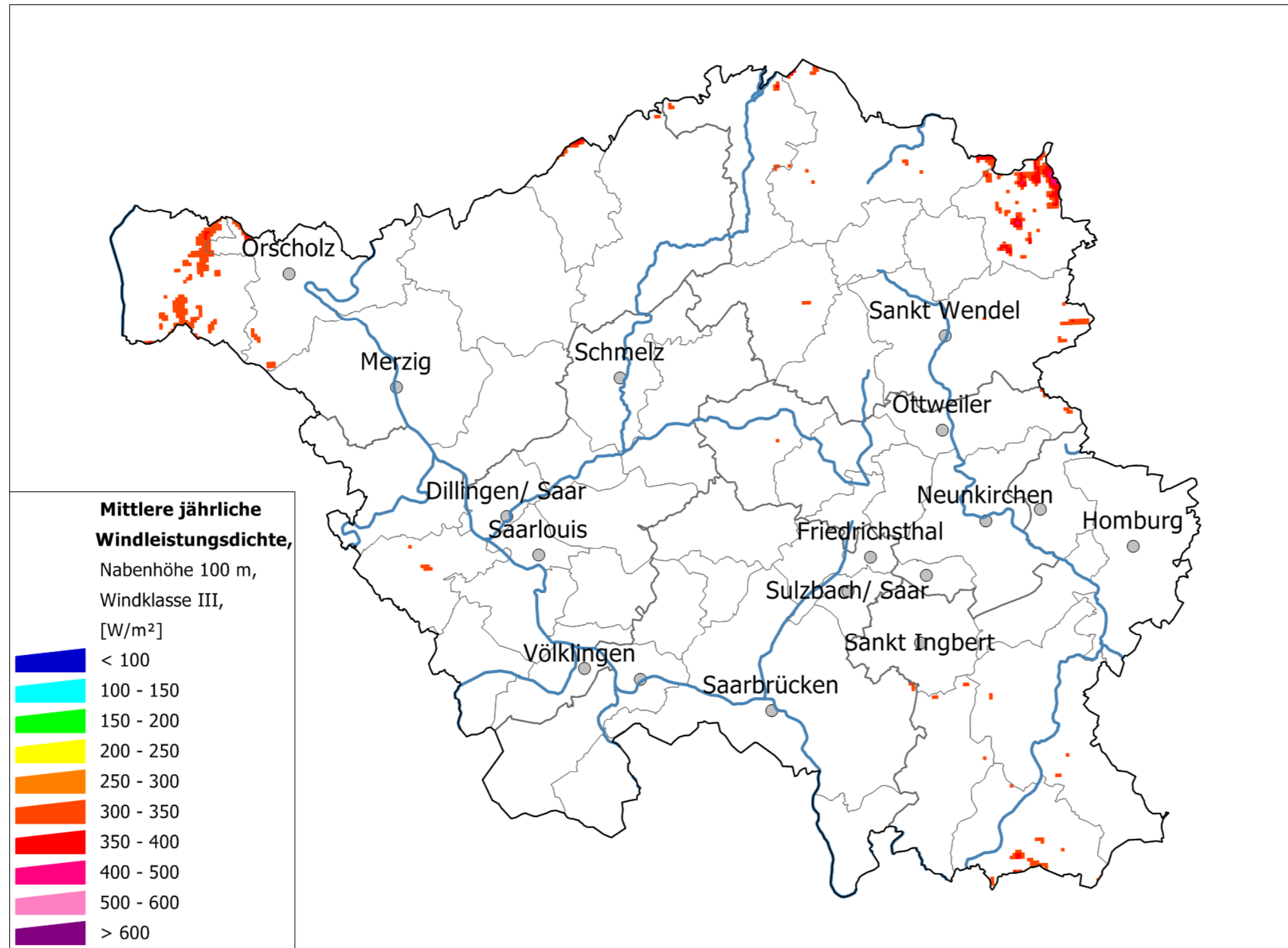


Abbildung XXVI, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 100 m Nabenhöhe, Windklasse III (ab 321 W/m²)

7.10 Mittlere jährliche Windleistungsdichte in 150 m über Grund für Windklasse III

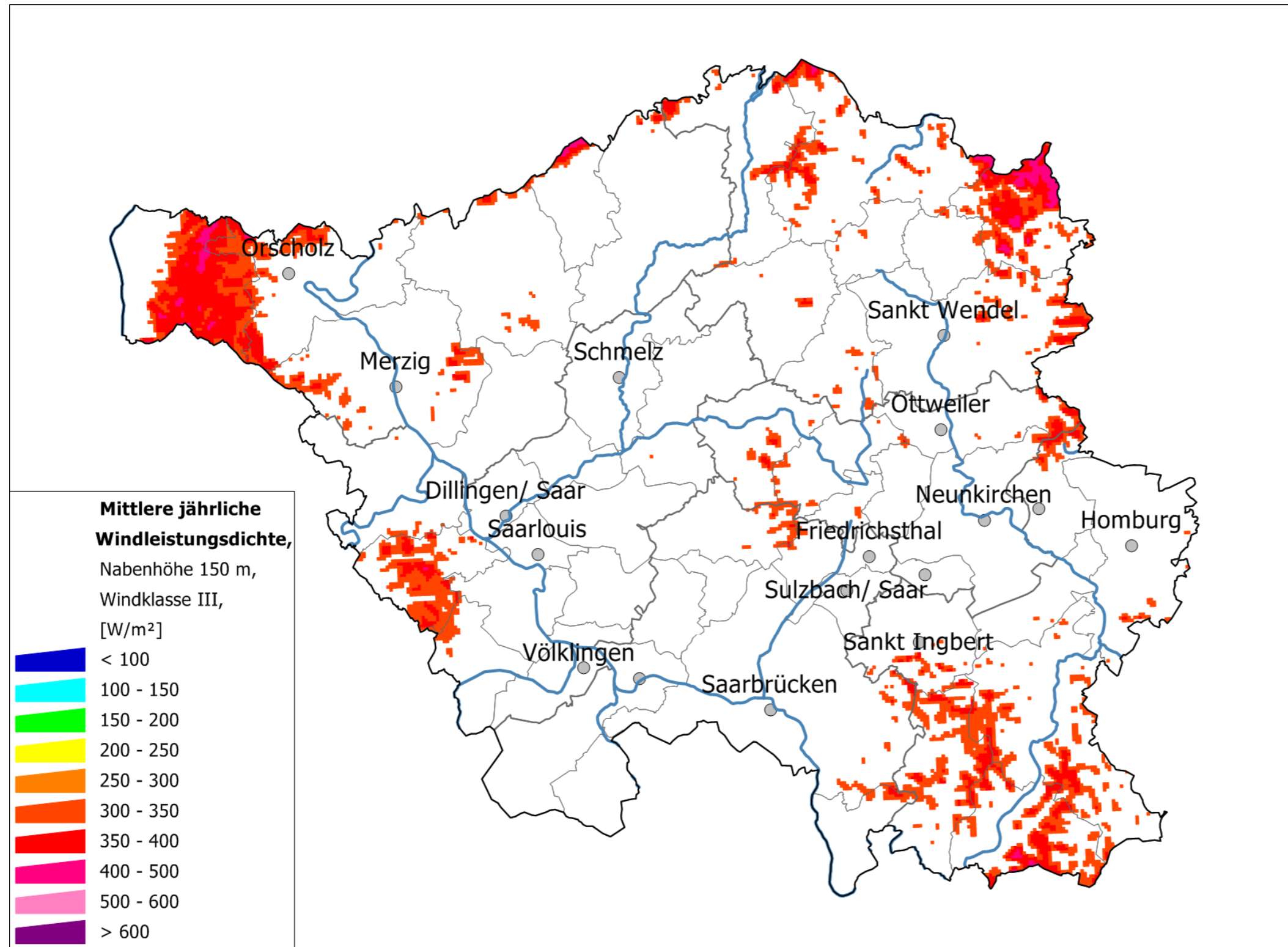


Abbildung XXVII, Mittlere jährliche Windleistungsdichte des Saarlandes in 150 m Nabenhöhe, Windklasse III (ab 321 W/m²)

7.11 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)

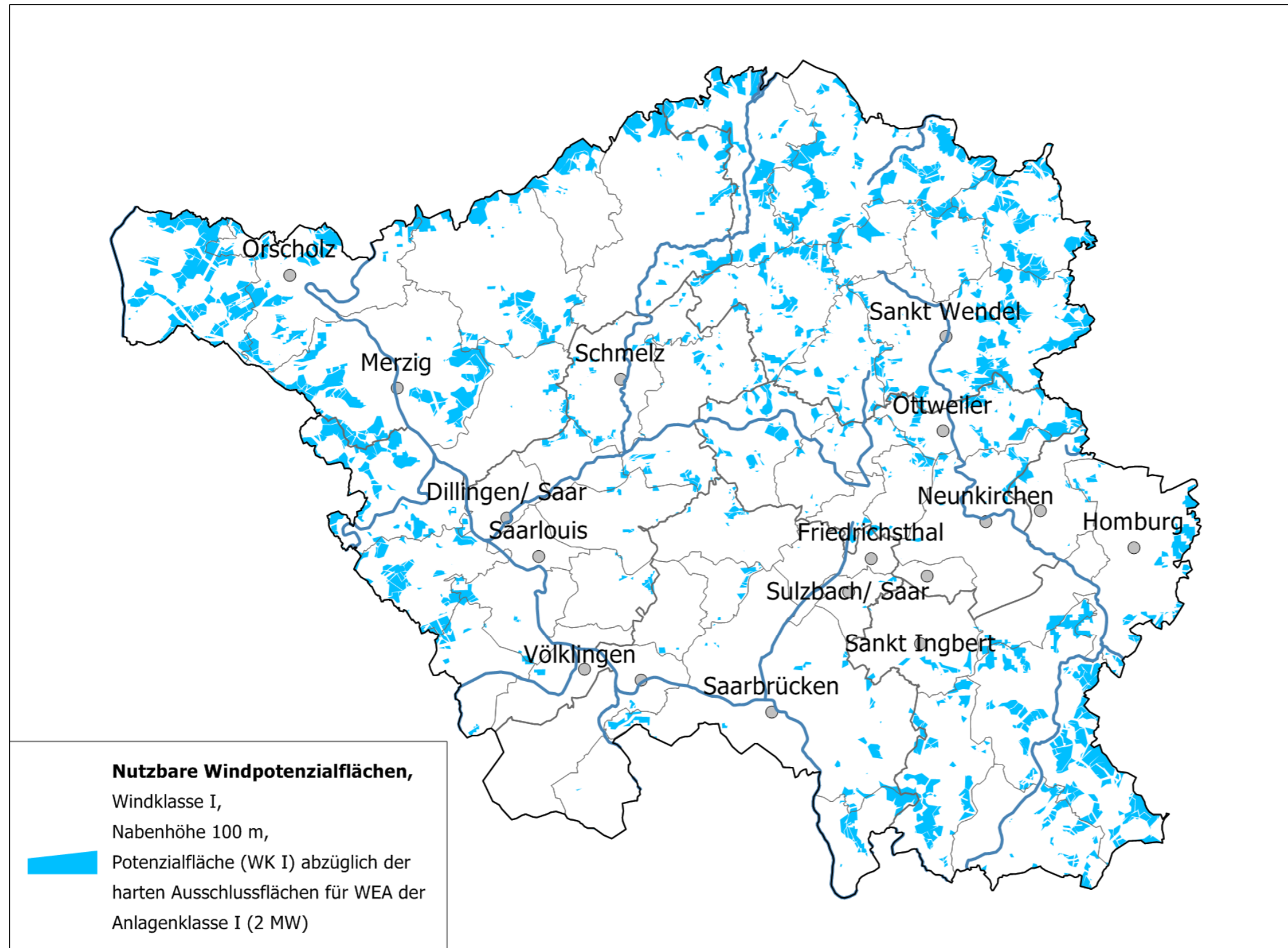


Abbildung XXVIII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse]

7.12 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)

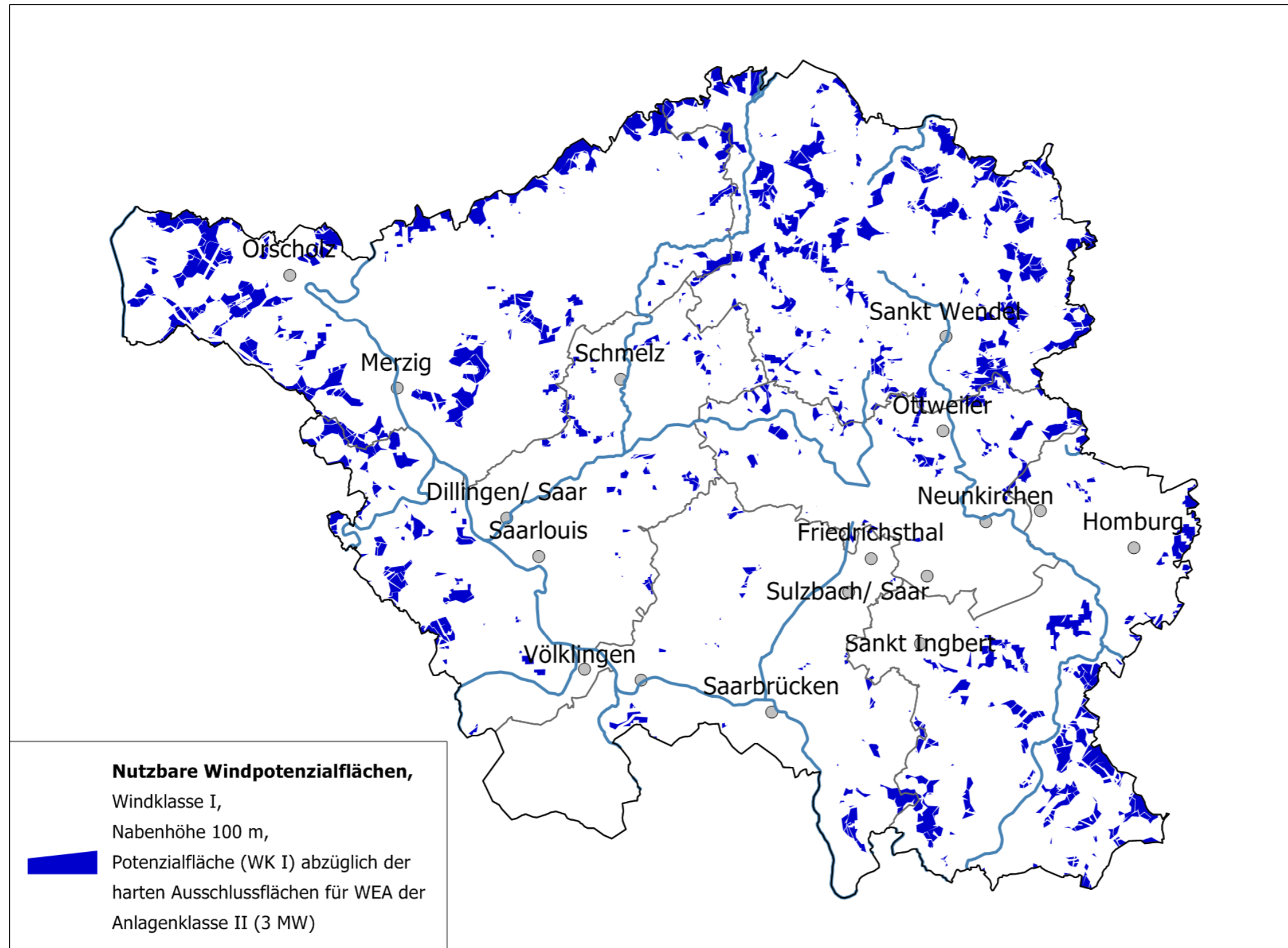


Abbildung XXIX, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse]

7.13 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)

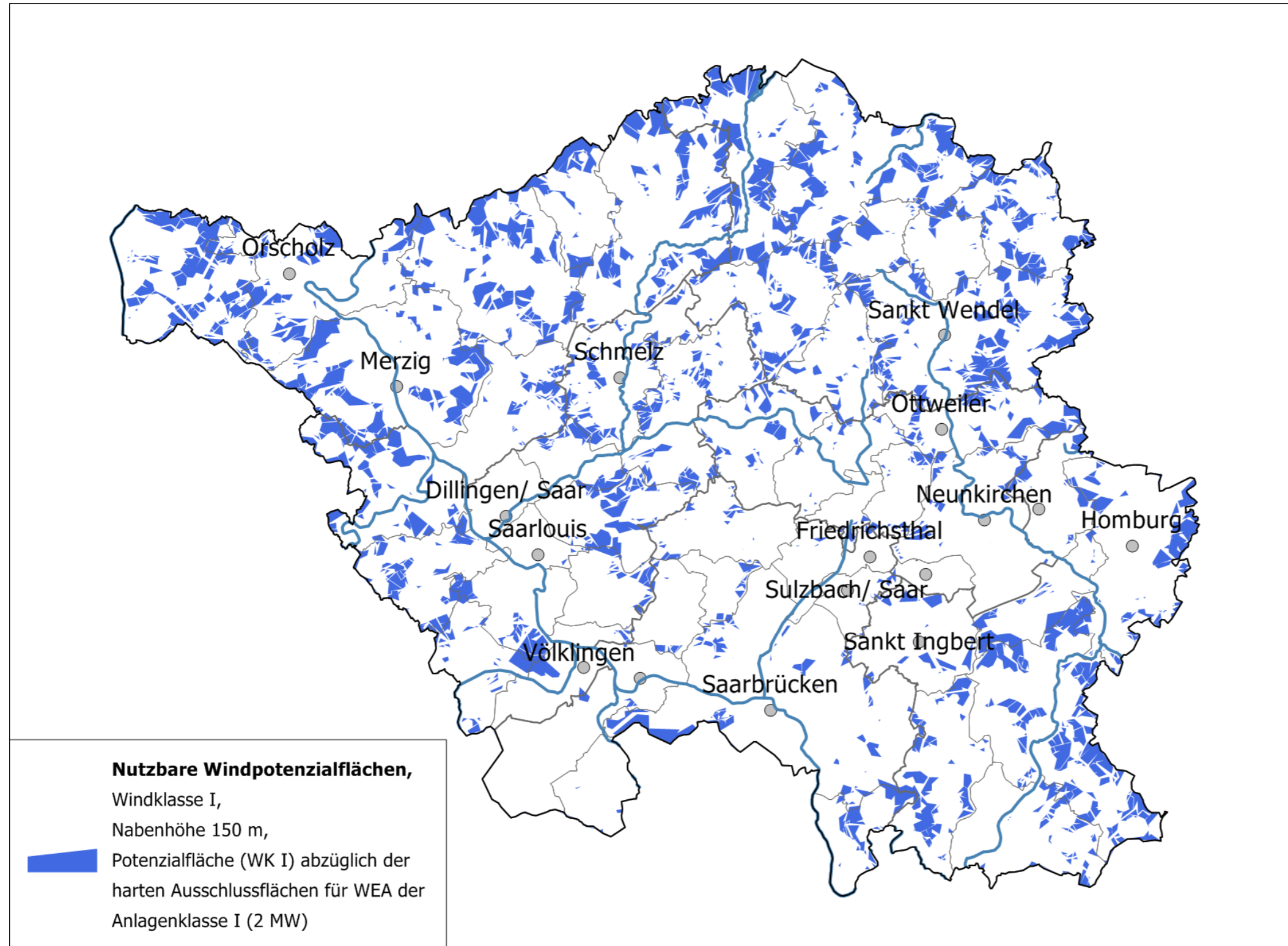


Abbildung XXX, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse]

7.14 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)

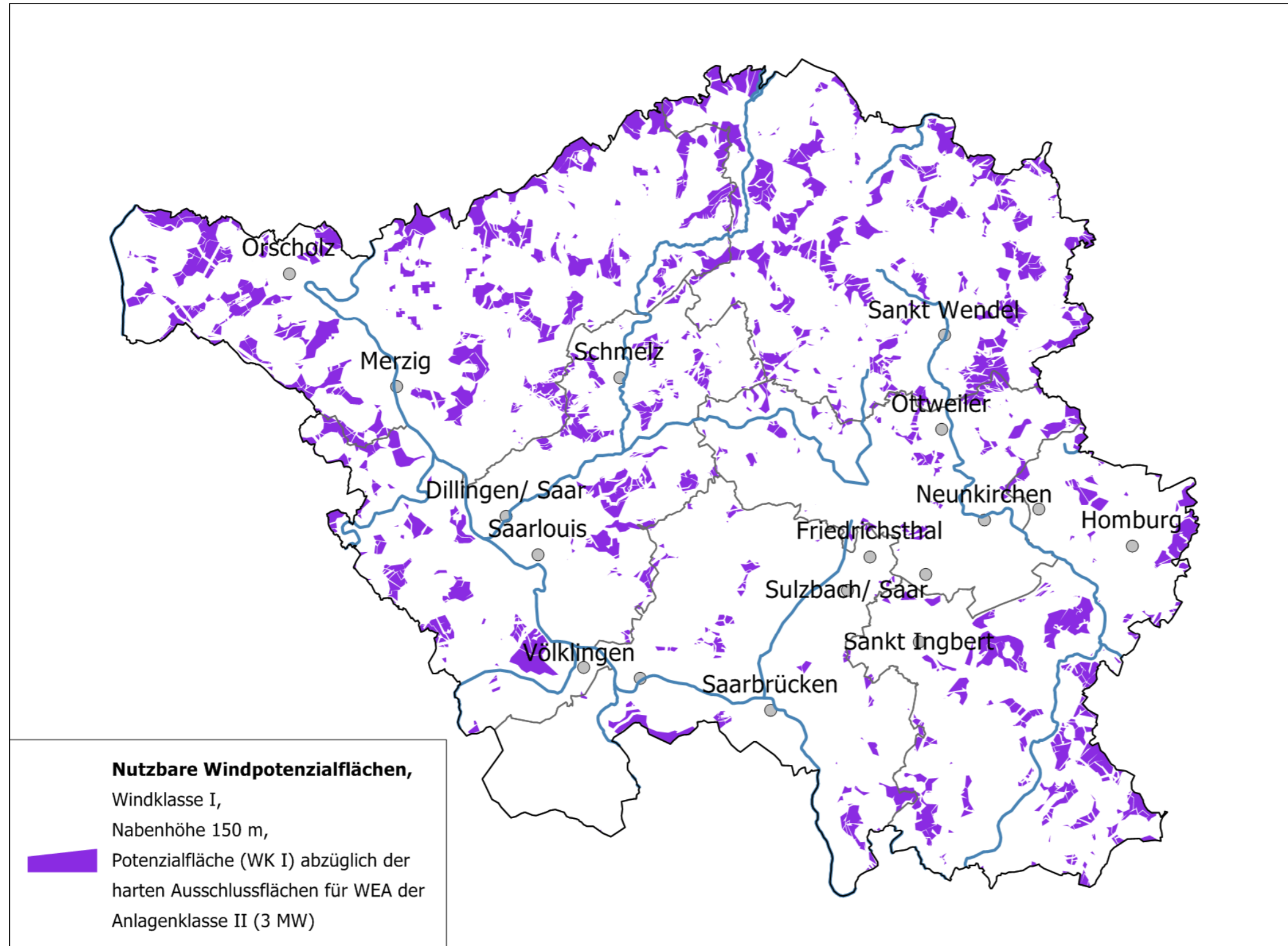


Abbildung XXXI, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse]

7.15 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse I, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW)

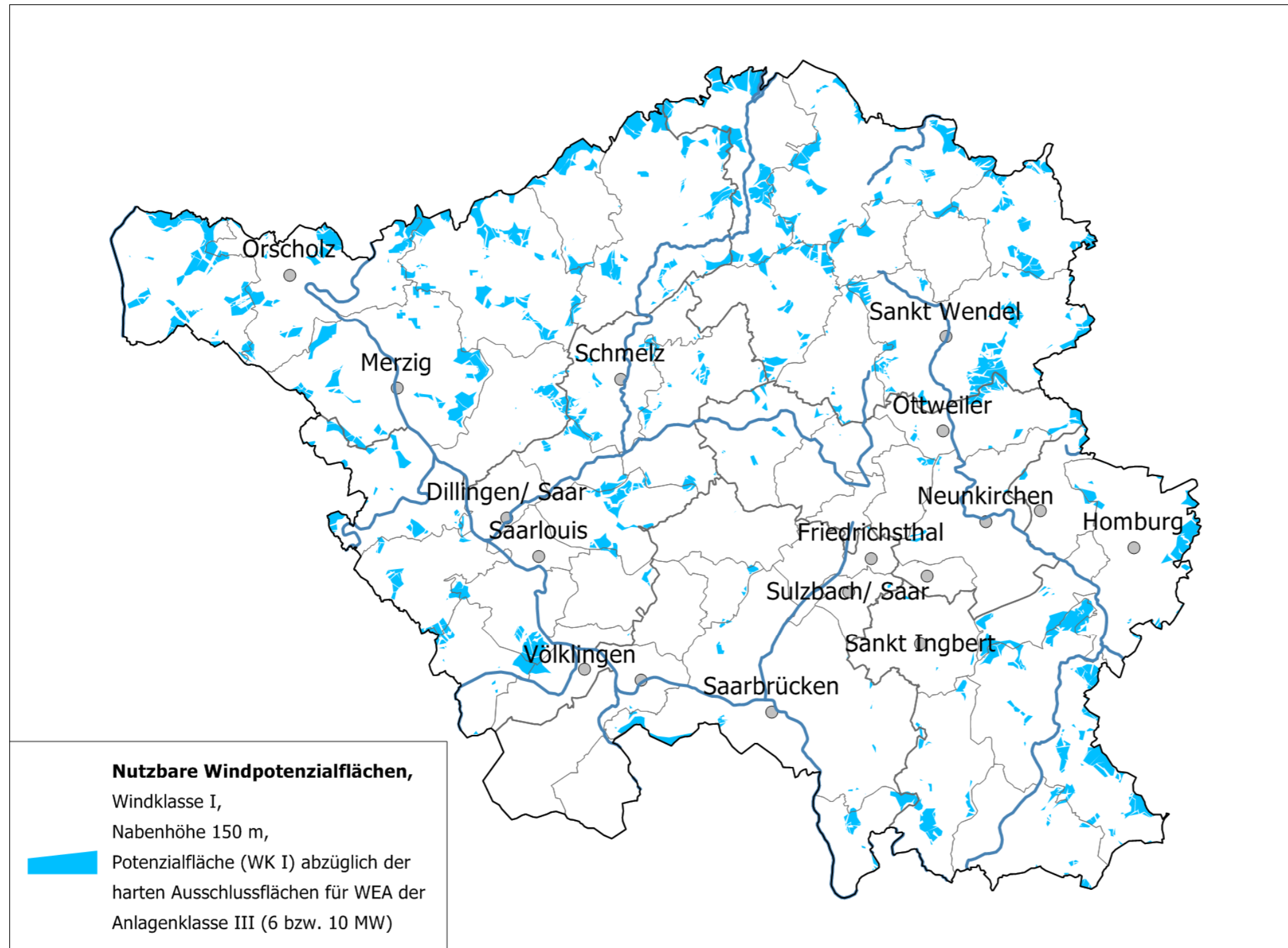


Abbildung XXXII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse I (ab 195 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW); [WK = Windklasse]

7.16 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)

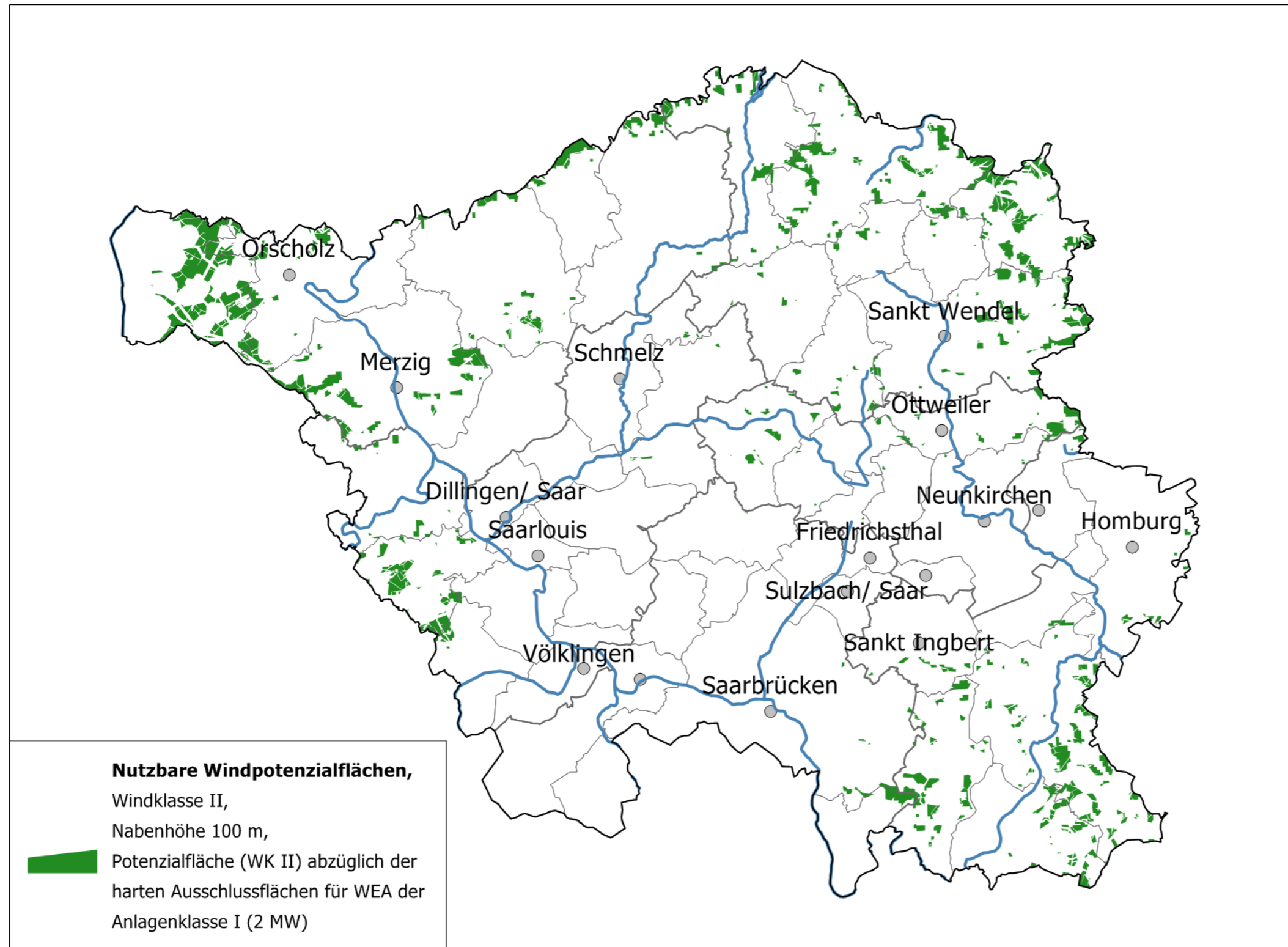


Abbildung XXXIII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse]

7.17 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)

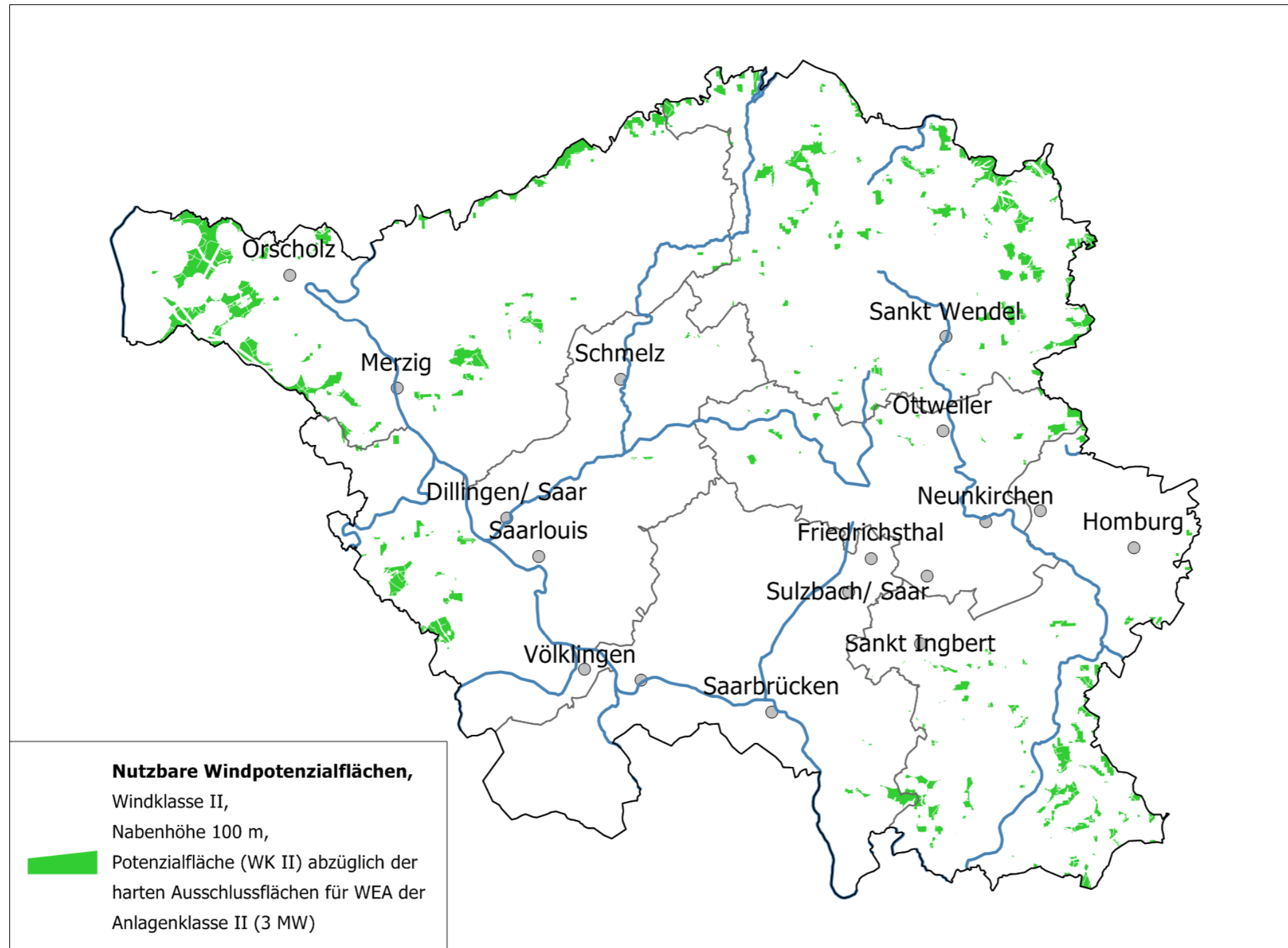


Abbildung XXXIV, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse]

7.18 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)

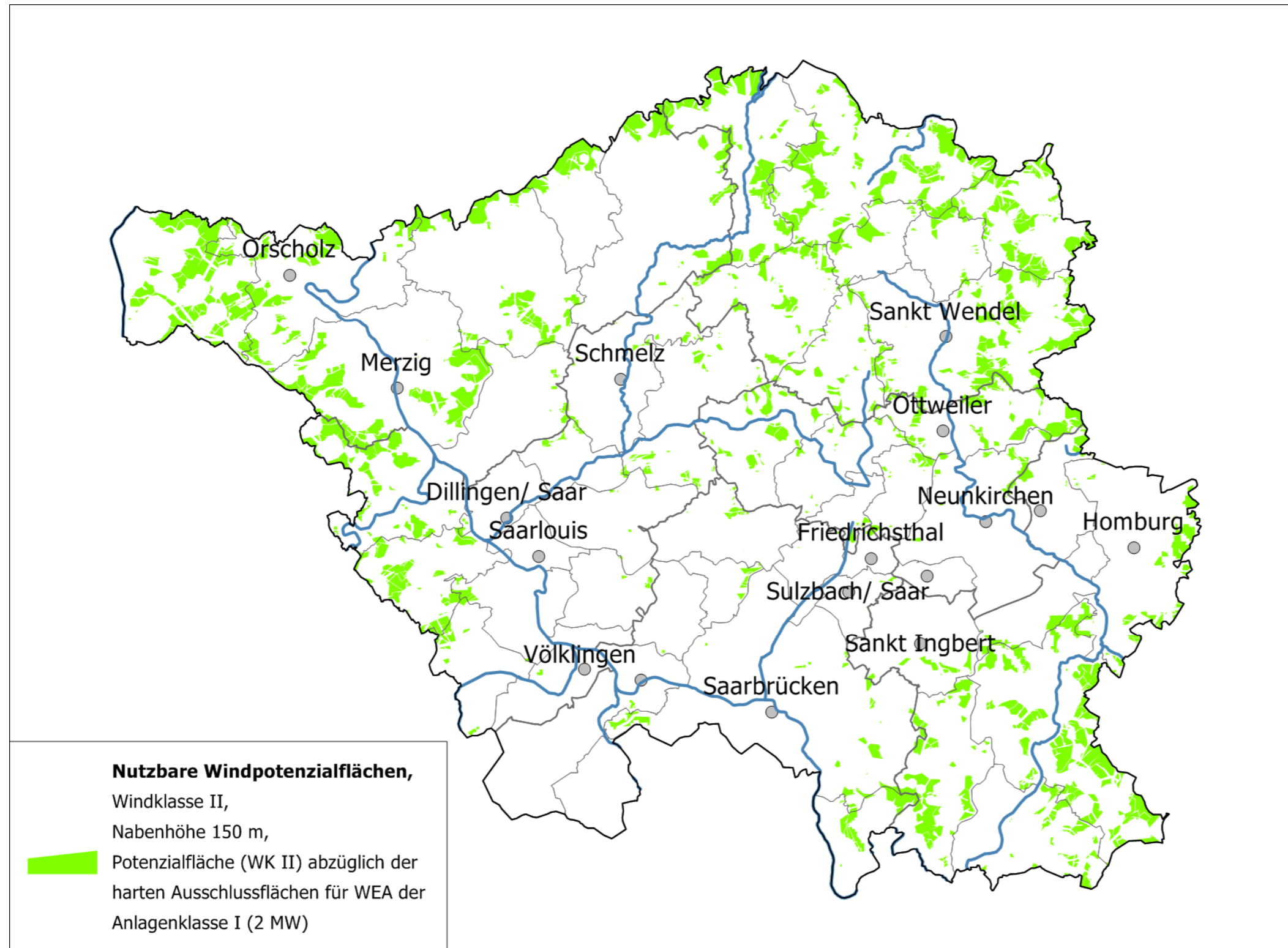


Abbildung XXXV, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse]

7.19 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Windklasse II, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)

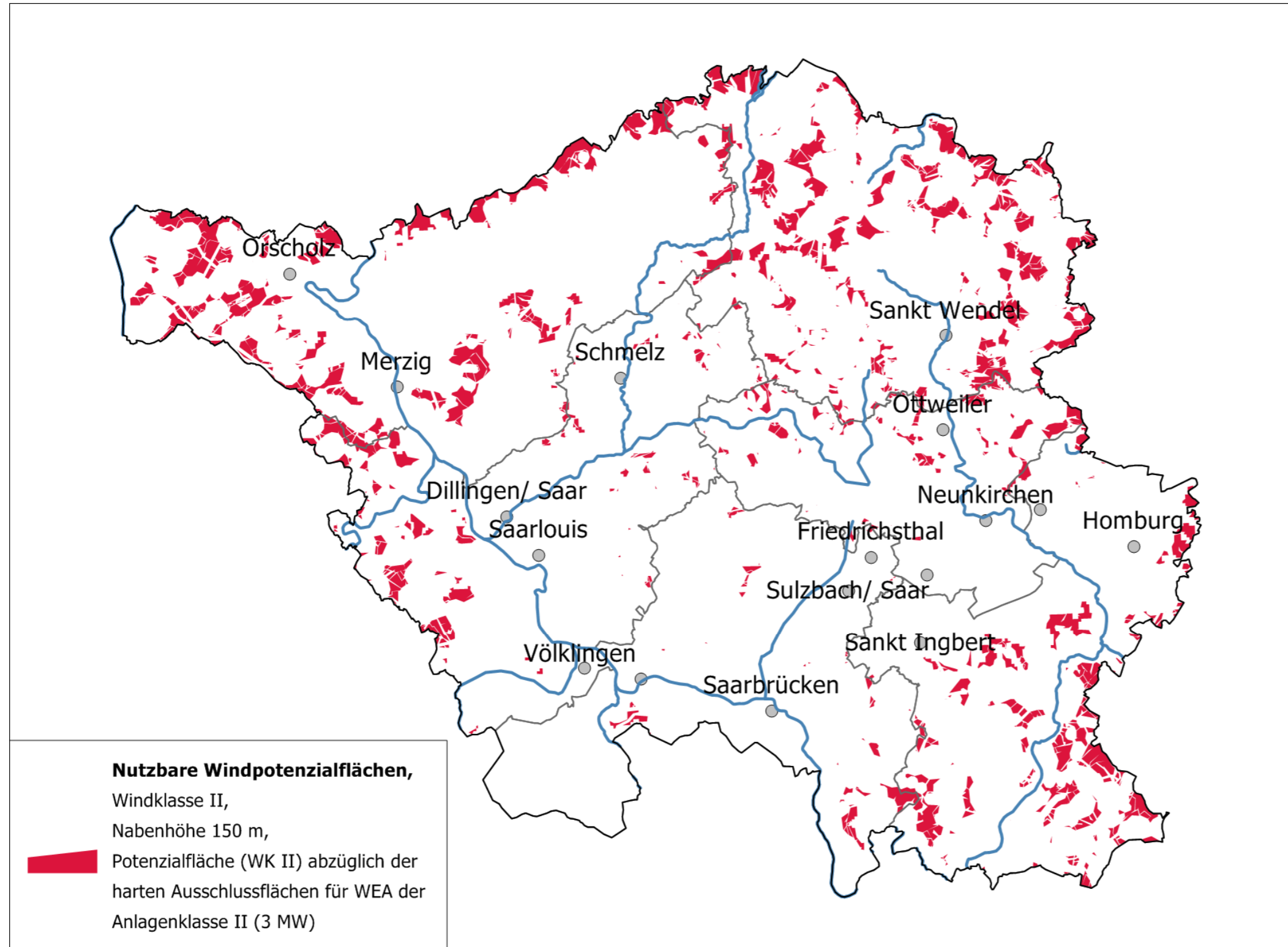


Abbildung XXXVI, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse]

7.20 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse II, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW)

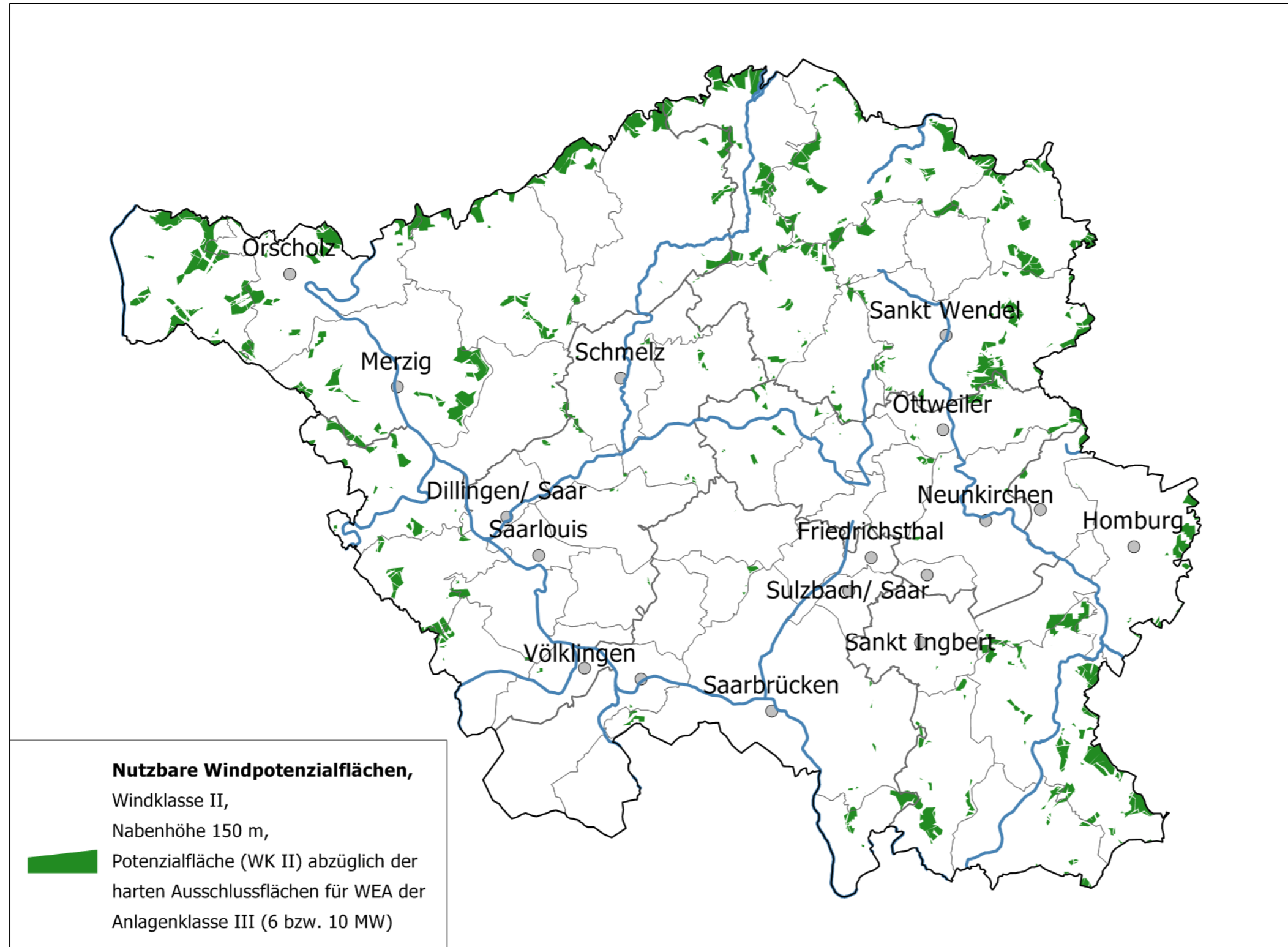


Abbildung XXXVII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse II (ab 253 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW und 10 MW); [WK = Windklasse]

7.21 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)

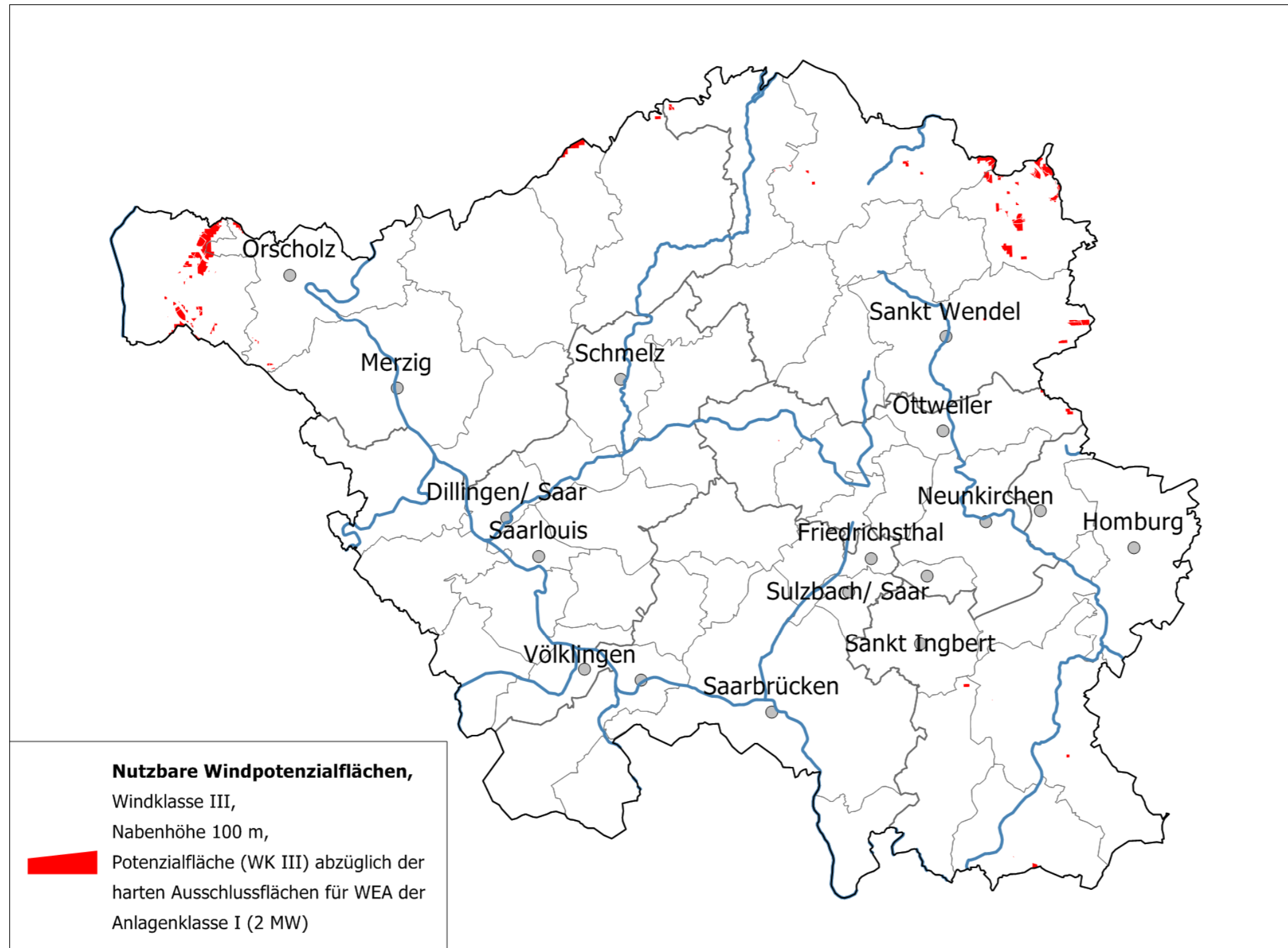


Abbildung XXXVIII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse]

7.22 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 100 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)

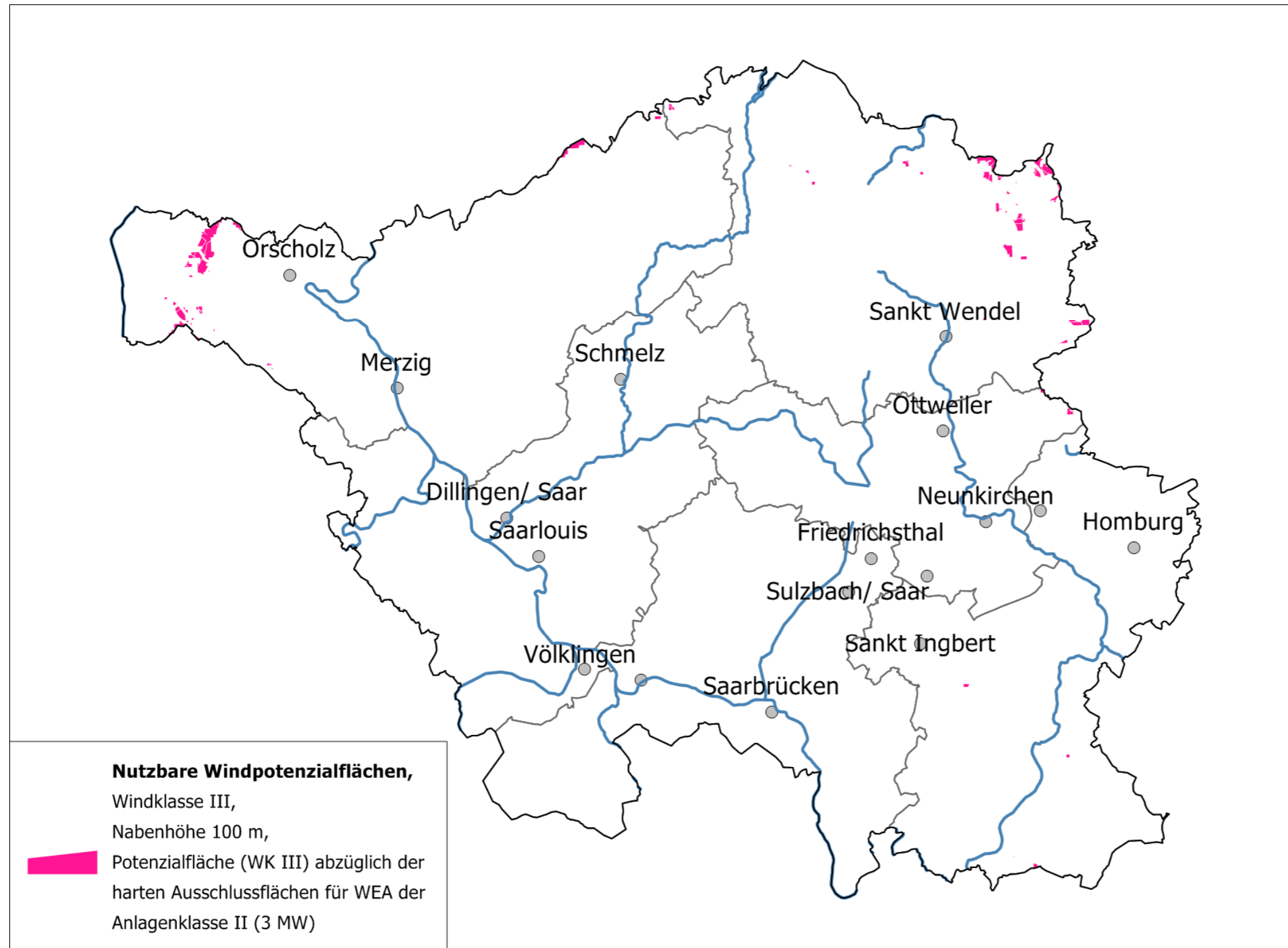


Abbildung XXXIX, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m²) in einer Nabenhöhe von 100 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse]

7.23 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW)

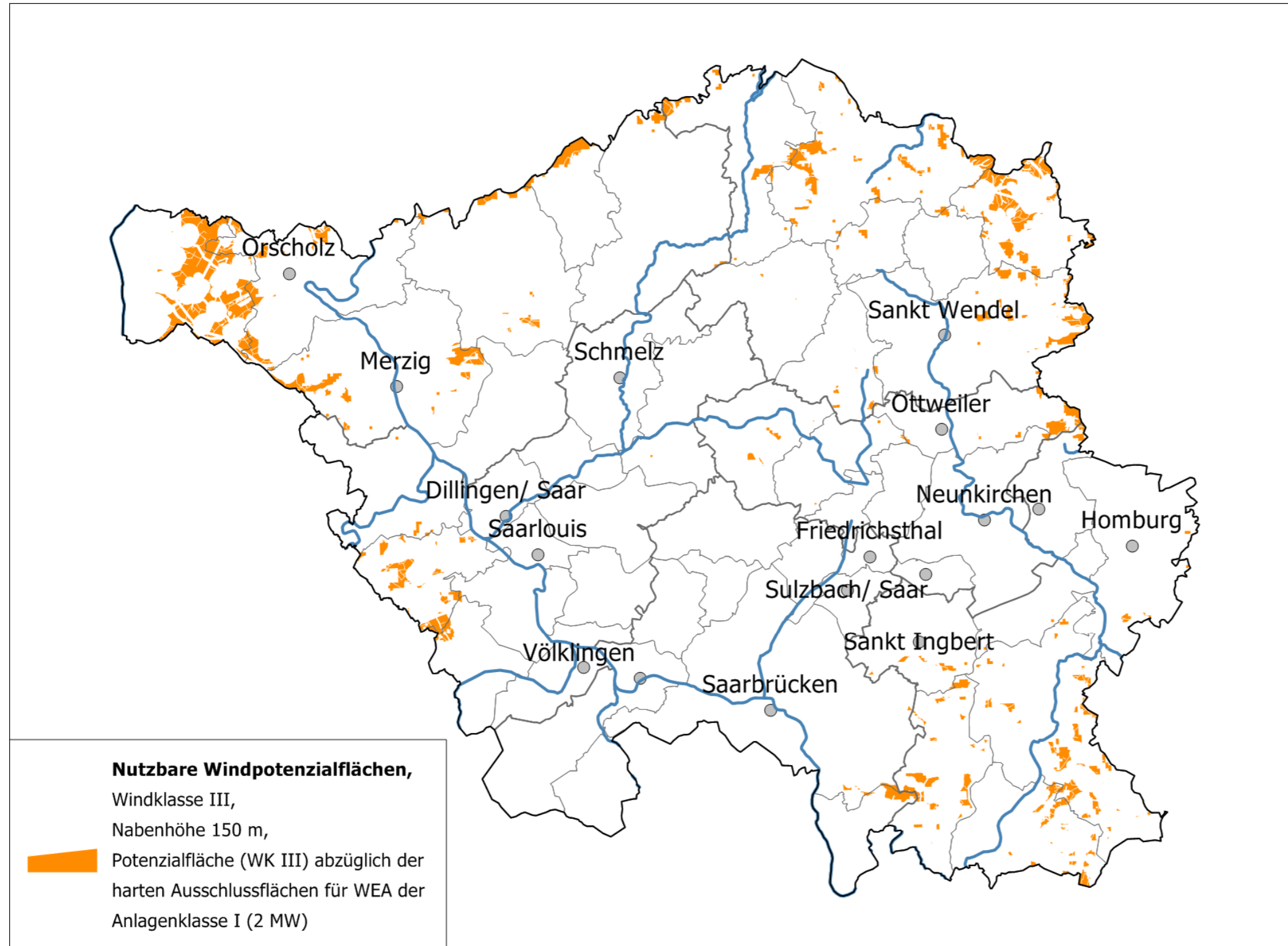


Abbildung XL, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse I (2 MW); [WK = Windklasse]

7.24 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW)

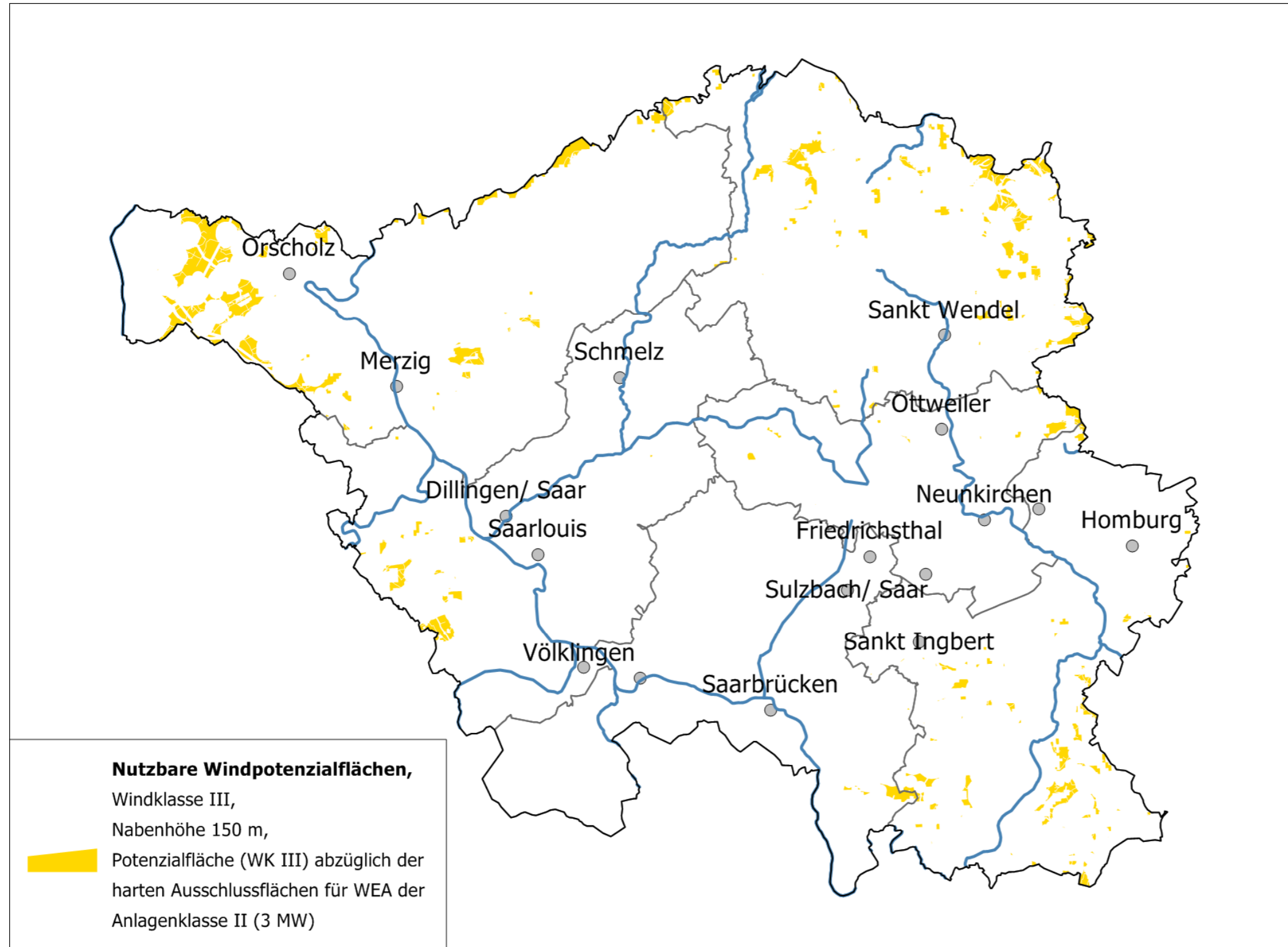


Abbildung XLI, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse II (3 MW); [WK = Windklasse]

7.25 Nutzbare Windpotenzialflächen (40/45 dB Szenario): Potenzialflächen der Windklasse III, Nabenhöhe 150 m, abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW bzw. 10 MW)

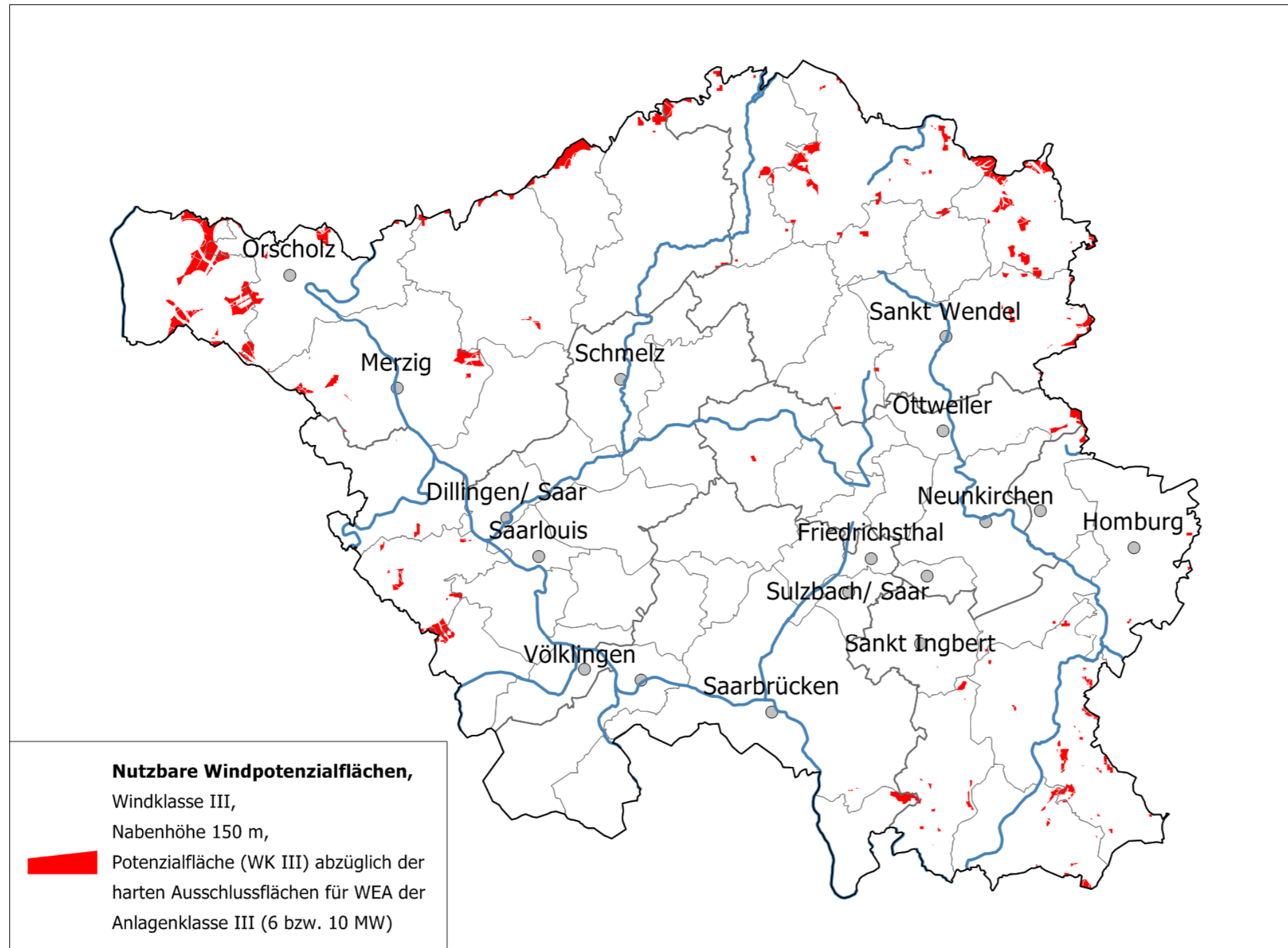


Abbildung XLII, Nutzbare Windpotenzialflächen des Saarlandes; Potenzialflächen der Windklasse III (ab 321 W/m²) in einer Nabenhöhe von 150 m abzüglich der harten Ausschlussflächen für WEA der Anlagenklasse III (6 MW und 10 MW); [WK = Windklasse]