

Auswirkungen des Fachbeitrags Artenschutz der LUBW auf den notwendigen Ausbau der Windenergie in Baden-Württemberg und seinen zwölf Regionen

Kurzstudie für den BUND Landesverband Baden-Württemberg,
Marienstr. 28, 70178 Stuttgart

Freiburg, 10.02.2023

Dr. Matthias Koch
Christian Winger
Öko-Institut e.V.

Kontakt

info@oeko.de

www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Borkumstraße 2
13189 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

© Öko-Institut. Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlichung oder Weitergabe dieses Angebots an Dritte – auch auszugsweise – sind nur mit schriftlicher Genehmigung gestattet

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	8
1 Hintergrund und Zielstellung	9
2 Aktualisierung des potenzialabhängigen Verteilschlüssels für Windenergie mit den Daten aus dem Fachbeitrag Artenschutz	10
2.1 Vorgehensweise und verwendete Inputdaten	10
2.2 Verbleibende Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg	12
2.3 Spezifische Flächenanteile in den Zielszenarien	13
2.4 Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien	16
2.5 Jährliche Nettostromexporte und Nettostromimporte in den Zielszenarien	17
3 Erstellung und Diskussion weiterer regionaler Verteilschlüssel mit einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Komponente (Version 3)	19
3.1 Vorgehensweise	19
3.2 Spezifische Flächenanteile in den Zielszenarien	19
3.3 Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien	22
3.4 Jährliche Nettostromexporte und Nettostromimporte in den Zielszenarien	23
3.5 Exkurs zur regionalen Verteilung des 1,8 % Flächenziels für Windenergie in Baden-Württemberg	25
4 Zusammenfassung	27
5 Datenanhang	28
5.1 Windpotenzialflächen	28
5.2 Spezifische Flächenpotenziale, Potenzialausschöpfung, installierte Leistung und Stromerzeugung für Windenergie in den Zielszenarien und in Abhängigkeit der regionalen Verteilschlüssel	30
5.2.1 Spezifische Flächenanteile	30
5.2.2 Ausschöpfung der Windpotenzialflächen	31
5.2.3 Installierte Leistung	32
5.2.4 Stromerzeugung	33
5.2.5 Exkurs zum 1,8 % Flächenziel für Windenergie in Baden-Württemberg	34
5.3 Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung sowie Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für die verschiedenen Zielszenarien nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)	35

5.3.1	Agora-Szenario-BW-2040	35
5.3.2	UBA-Szenario-BW-2040	37
5.3.3	Ariadne-Szenario-BW-2040	39
5.4	Ergänzende Darstellung der jährlichen Nettostromexporte und Nettostromimporte nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)	41
5.4.1	UBA-Szenario-BW-2040	41
5.4.2	Ariadne-Szenario-BW-2040	43
5.5	Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung sowie Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für die verschiedenen Zielszenarien bei einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)	45
5.5.1	Agora-Szenario-BW-2040	45
5.5.2	UBA-Szenario-BW-2040	47
5.5.3	Ariadne-Szenario-BW-2040	49
5.6	Ergänzende Darstellung der jährlichen Nettostromexporte und Nettostromimporte mit einem kombinierten Verteilschlüssel (Version 3)	51
5.6.1	UBA-Szenario-BW-2040	51
5.6.2	Ariadne-Szenario-BW-2040	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Verbleibende Windpotenzialflächen in den Regionen Baden-Württembergs nach Ausschluss der Kategorien A und B	12
Abbildung 2-2: Verbleibende Windpotenzialflächen in den Regionen Baden-Württembergs in der Hauptstudie (Version 1) sowie nach Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)	13
Abbildung 2-3: Vergleich der spezifischen Flächenanteile für Windenergie in den Regionen Baden-Württembergs im „Agora-Szenario-BW-2040“	14
Abbildung 2-4: Vergleich der spezifischen Flächenanteile für Windenergie in den Regionen Baden-Württembergs im „UBA- Szenario-BW-2040“	15
Abbildung 2-5: Vergleich der spezifischen Flächenanteile für Windenergie in den Regionen Baden-Württembergs im „Ariadne-Szenario-BW-2040“	15
Abbildung 2-6: Differenz der spezifischen Flächenanteile für Windenergie (potentialabhängiger Verteilschlüssel in der Version 2 versus Version 1)	16
Abbildung 2-7: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Agora-Szenario-BW-2040“	17
Abbildung 2-8: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)	18
Abbildung 3-1: Spezifischer Flächenanteil für Windenergieanlagen im Agora-Szenario-BW-2040 bei einem kombinierten Verteilschlüssel	20
Abbildung 3-2: Spezifischer Flächenanteil für Windenergieanlagen im UBA-Szenario-BW-2040 bei einem kombinierten Verteilschlüssel	20
Abbildung 3-3: Spezifischer Flächenanteil für Windenergieanlagen im Ariadne-Szenario-BW-2040 bei einem kombinierten Verteilschlüssel	21
Abbildung 3-4: Differenz der spezifischen Flächenanteile für Windenergie (kombinierter versus potentialabhängiger Verteilschlüssel)	21
Abbildung 3-5: Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien bei einem kombinierten Verteilschlüssel aus gleichmäßiger und potenzialabhängiger Verteilung (Version 3)	22
Abbildung 3-6: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Agora-Szenario-BW-2040“	23
Abbildung 3-7: Jährliche Nettostromexporte und Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)	24
Abbildung 3-8: Kombiniertes Verteilschlüssel für die regionale Verteilung des 1,8 % Flächenziels für Windenergie in Baden-Württemberg	26

Abbildung 5-1: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040	35
Abbildung 5-2: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040	36
Abbildung 5-3: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040	37
Abbildung 5-4: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040	38
Abbildung 5-5: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040	39
Abbildung 5-6: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040	40
Abbildung 5-7: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „UBA-Szenario-BW-2040“	41
Abbildung 5-8: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040 nach der Aktualisierung mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)	42
Abbildung 5-9: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Ariadne-Szenario-BW-2040“	43
Abbildung 5-10: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040 nach der Aktualisierung mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)	44
Abbildung 5-11: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040	45
Abbildung 5-12: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040	46
Abbildung 5-13: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040	47
Abbildung 5-14: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040	48
Abbildung 5-15: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040	49
Abbildung 5-16: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040	50
Abbildung 5-17: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „UBA-Szenario-BW-2040“	51

Abbildung 5-18: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)	52
Abbildung 5-19: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Ariadne-Szenario-BW-2040“	53
Abbildung 5-20: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5-1: Geeignete und bedingt geeignete Windpotenzialflächen in den Regionen Baden-Württembergs	28
Tabelle 5-2: Windpotenzialflächen in Kombination mit Schwerpunktorkommen der Kategorien A und B aus dem Fachbeitrag Artenschutz	29
Tabelle 5-3: Spezifische Flächenanteile für Windenergieanlagen in den zwölf Regionen Baden-Württembergs	30
Tabelle 5-4: Ausschöpfung der Windpotenzialflächen in den Zielszenarien für die zwölf Regionen Baden-Württembergs	31
Tabelle 5-5: Installierte Leistung für Windenergie in den Zielszenarien für die zwölf Regionen Baden-Württembergs	32
Tabelle 5-6: Stromerzeugung aus Windenergie in den Zielszenarien für die zwölf Regionen Baden-Württembergs	33
Tabelle 5-7: Spezifischer Flächenanteil, Potenzialausschöpfung und installierte Leistung für Windenergie in den zwölf Regionen für das 1,8 % Flächenziel in Baden-Württemberg und in Abhängigkeit der regionalen Verteilschlüssel	34

1 Hintergrund und Zielstellung

In der Studie „100% klimaneutrale Energieversorgung – der Beitrag Baden-Württembergs und seiner zwölf Regionen“, welche das Öko-Institut im Auftrag des BUND Landesverband Baden-Württemberg erarbeitet hat, wird unter anderem ein potenzialabhängiger Verteilschlüssel für Windenergie bestimmt. Dieser Verteilschlüssel basiert zum einen auf den Windpotenzialflächen aus dem Energieatlas Baden-Württemberg der LUBW sowie zum anderen auf Daten für windkraftsensible Vogelarten und Fledermäuse (Koch et al. 2022, S. 51–55).

Nach der Fertigstellung dieser Studie wurde von der LUBW der Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie veröffentlicht (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW) und Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) 2022). Diese Planungshilfe wurde im Auftrag der AG Natur- und Artenschutz im Rahmen der landesweiten Task Force zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg erarbeitet. Darüber hinaus ist im Sommer 2022 eine Planungshilfe für die Bewertung von Auerhuhnvorkommen bei der Genehmigung von Windenergieanlagen erschienen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg 2022).

Im Rahmen dieser Kurzstudie wird deshalb zunächst der potenzialabhängige Verteilschlüssel für Windenergie mit den Daten aus dem Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie aktualisiert (Kapitel 2). Darüber hinaus werden in Kapitel 3 weitere Verteilschlüssel erstellt, die neben dem potenzialabhängigen Ansatz auch eine regional gleichmäßige Verteilung der Windenergie in Baden-Württemberg beinhalten.

Insgesamt werden drei verschiedene Versionen eines regionalen Verteilschlüssels für Windenergie in Baden-Württemberg anhand der spezifischen Flächenanteile sowie der Potenzialausnutzung und der jährlichen Nettostromexporte (bzw. Nettostromimporte) in den Zielszenarien miteinander verglichen:

- Version 1: potenzialabhängiger Verteilschlüssel, wie er in der Hauptstudie verwendet wurde (Koch et al. 2022, S. 51–55)
- Version 2: aktualisierter potenzialabhängiger Verteilschlüssel unter Berücksichtigung des Fachbeitrags Artenschutz
- Version 3: kombinierter Verteilschlüssel mit einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Komponente

In der derzeitigen regionalplanerischen Umsetzung wird der Flächenbeitragswert für Baden-Württemberg, wie er im Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) für Baden-Württemberg vorgesehen ist, einheitlich auf alle Regionen Baden-Württembergs übertragen. Die regionalen Potenzialunterschiede bleiben dabei unberücksichtigt, so dass die Gefahr besteht, dass in Regionen mit einem geringen Windpotenzial auch wenig effiziente Flächen ausgewiesen werden müssen (und dann evtl. auch nicht bebaut werden), während besser geeignete Flächen in Regionen mit einem hohen Windpotenzial ungenutzt bleiben.

In einem abschließenden Exkurs wird als Diskussionsgrundlage ein regionaler Verteilschlüssel für das 1,8 % Flächenziel für Windenergie in Baden-Württemberg gebildet, der sich jeweils zur Hälfte aus einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Verteilung zusammensetzt.

2 Aktualisierung des potenzialabhängigen Verteilschlüssels für Windenergie mit den Daten aus dem Fachbeitrag Artenschutz

2.1 Vorgehensweise und verwendete Inputdaten

Für die Aktualisierung des potenzialabhängigen Verteilschlüssels für Windenergie werden folgende GIS-Datensätze verwendet:

- Windpotenzialflächen aus dem Energieatlas Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2022)
- Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW) und Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) 2022).

Der Energieatlas Baden-Württemberg weist Windpotenzialflächen in Höhe von rund 420.000 ha aus. Dies entspricht knapp 12 % der Landesfläche. Alle ausgewiesenen Windpotenzialflächen erfüllen das Kriterium einer mittleren gekappten Windleistungsdichte von mindestens 215 W/m² in einer Höhe von 160 m über Grund¹. Darüber hinaus werden anhand eines Kriterienkatalogs Ausschluss- und Restriktionsflächen bestimmt.

Alle Flächen, die weder ein Ausschlusskriterium² noch ein Restriktionskriterium³ aufweisen, sind der Kategorie „geeignete Flächen“ zugeordnet. Dies ist für rund 200.000 ha der Fall. Flächen, die mit mindestens einem Restriktionskriterium und keinem Ausschlusskriterium belegt sind, sind der Kategorie „bedingt geeignete Flächen“ zugehörig. Dies betrifft etwa 220.000 ha. Die LUBW weist bezüglich des verwendeten Kriterienkatalogs⁴ darauf hin, dass dieser „im Hinblick auf mögliche Hindernisse für die Windenergienutzung nicht abschließend ist“.

Mit der Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes⁵ zum 29.07.2022 können Landschaftsschutzgebiete auch in die Suche nach Flächen für den Windenergieausbau

¹ <https://www.energieatlas-bw.de/wind/potenzialanalyse>

² z. B. Siedlungsflächen (inklusive eines spezifischen Abstandspuffers für Krankenhäuser, Wohngebiete, Mischgebiete, Gewerbe- und Industriegebiete sowie Grün- und Erholungsflächen), Infrastrukturflächen (inklusive eines spezifischen Abstandspuffers für Bundesautobahnen, Bundes- und Landstraßen, Kreisstraßen, Schienenstrecken und Betriebsanlagen der Eisenbahn, Flughäfen, Verkehrslandeplätze und Segelflugplätze, Sonderflächen des Bundes, z. B. Einrichtungen der Bundeswehr, Hochspannungsfreileitungen u. a.) und Freiraumflächen (z. B. Nationalpark, Naturschutzgebiete, Europäische Vogelschutzgebiete mit Vorkommen windkraftempfindlicher Arten, Auerhuhn-relevante Flächen der Kategorie 1, Bann- und Schonwälder, Binnen- und Fließgewässer, Biosphärengebiet – Kernzone, flächenhafte Naturdenkmale, gesetzliche geschützte Biotope).

³ z. B. Pufferzonen um Infrastrukturflächen wie Flughäfen, Verkehrslandeplätze und Segelflugplätze, Pufferzonen um Freiraumflächen für Nationalpark, Naturschutzgebiete, Europäische Vogelschutzgebiete mit Vorkommen windkraftempfindlicher Arten, Bann- und Schonwälder, Biosphärengebiet – Kernzone sowie Freiraumflächen direkt (ohne Abstandspuffer) wie Auerhuhn-relevante Flächen der Kategorie 2 und 3, Biosphärengebiet – Pflegezone, Wasser- und Heilquellenschutzgebiete Zone II und Überschwemmungsgebiete, Landschaftsschutzgebiete, FFH-Gebiete / Mähwiesen, Europäische Vogelschutzgebiete ohne Vorkommen windkraftempfindlicher Arten.

⁴ <https://www.energieatlas-bw.de/documents/24384/24629/Kriterienkatalog+Windpotenzial/f6d437f4-472f-4738-ba3c-b5407e58f06b>

⁵ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/bundesnaturschutzgesetz-aktualisiert-2052452>

einbezogen werden. Landschaftsschutzgebiete sind im Energieatlas Baden-Württemberg bereits in der Kategorie „bedingt geeignete Flächen“ enthalten und fließen somit in die Erstellung der Windverteilungsschlüssel mit ein.

Die Windpotenzialflächen sind in Baden-Württemberg ungleichmäßig verteilt (vgl. Tabelle 5-1 im Anhang). Die Regionen Heilbronn-Franken und Donau-Iller weisen mit etwa 22 % die größten Flächenanteile für Windpotenzialflächen auf, gefolgt von den Regionen Neckar-Alb, Rhein-Neckar, Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald mit etwa 15 % bis 16 %. In Ostwürttemberg sind es 9 % und in den Regionen Stuttgart, Südlicher Oberrhein, Schwarzwald-Baar-Heuberg und Bodensee-Oberschwaben etwa 4 % bis 6 %. Den geringsten Flächenanteil für Windpotenzialflächen weist mit 1,7 % die Region Hochrhein-Bodensee auf.

Im Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie sind die Schwerpunktorkommen für 23 windkraftsensible Vogelarten⁶ sowie für 14 windkraftsensible Fledermausarten⁷ ausgewiesen. Die Schwerpunktorkommen werden zudem in naturschutzfachlich sehr hochwertige Bereiche (Kategorie A) sowie naturschutzfachlich hochwertige Bereiche (Kategorie B) unterteilt. Auf die Kategorie A entfallen rund 600.000 ha und auf die Kategorie B etwa 710.000 ha, was in Summe rund 36 % der Fläche Baden-Württembergs entspricht.

Das Auerhuhn wird gesondert in einer eigenständigen Planungsgrundlage betrachtet. Das Flächenkonzept 2022 im Maßnahmenplan 2022-2027 beinhaltet 34.000 ha Vorrangflächen mit der aktuellen Auerhuhnverbreitung sowie 25.000 ha Wiederbesiedlungsflächen. Hinzu kommen noch 57.000 ha Ergänzungsflächen, die als Ausweich- oder Ausgleichflächen in Betracht kommen, sowie Verbundkorridore und Trittsteine, die die Auerhuhnverbreitung untereinander vernetzen. Die Auerhuhn-relevanten Flächen sind in Baden-Württemberg auf den Schwarzwald beschränkt (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg 2022).

Die Auerhuhnflächen werden jedoch entweder bereits als Ausschlusskriterium bei der Identifikation von Windpotenzialflächen berücksichtigt oder nachträglich größtenteils über andere Vogel- und Fledermausarten miterfasst, so dass der GIS-Datensatz aus der Planungsgrundlage für die Erfassung und Bewertung von Auerhuhnorkommen für die Erstellung regionaler Verteilungsschlüssel nicht explizit berücksichtigt werden muss.

⁶ Kategorie 1: Alpensegler, Lachmöwe, Graureiher, Flussseseschwalbe, Rotmilan, Wanderfalke, Weißstorch, Schwarzmilan, Baumfalke, Wespenbussard und Wiedehopf; Kategorie 2 (Sonderstatus-Arten): Kranich, Schwarzstorch, Wachtelkönig, Großer Brachvogel, Bekassine, Kiebitz, Zwergdommel, Mittelmeermöwe, Schwarzkopfmöwe, Sturmmöwe, Purpureiher, Nachtreiher

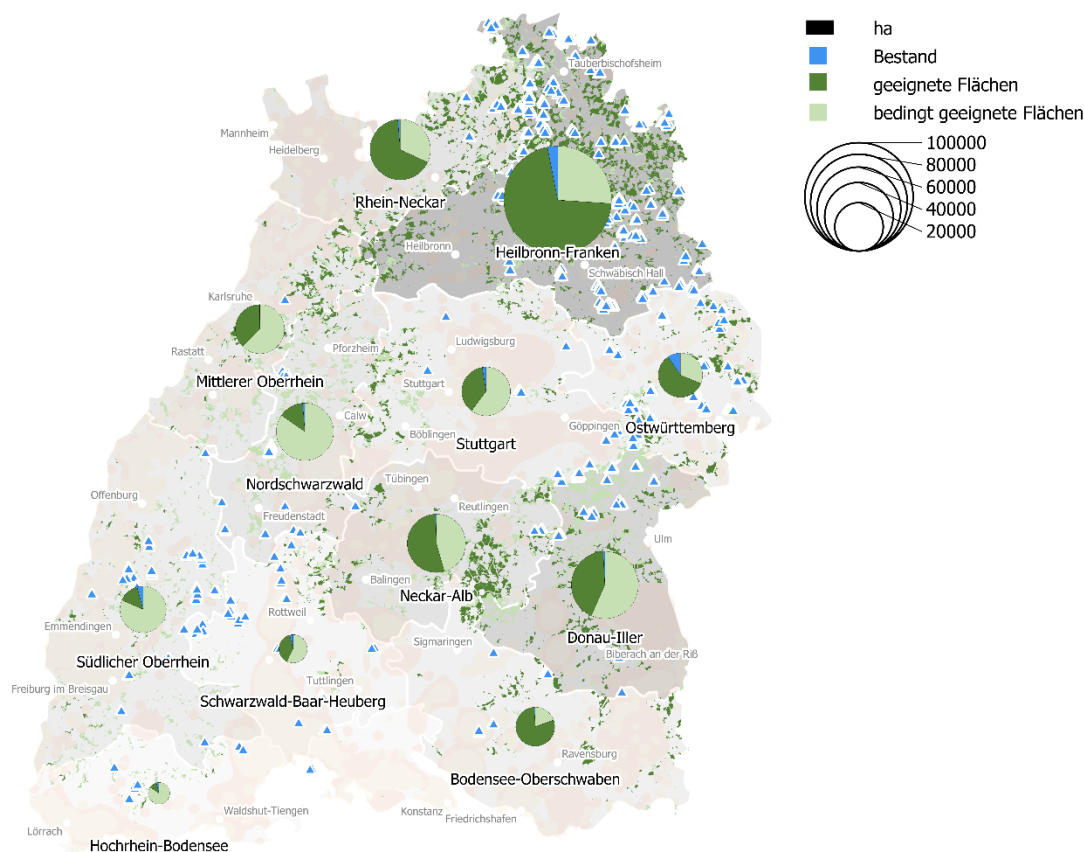
⁷ Kategorie 1: Bechstein-FM, Braunes Langohr, Fransen-FM, Wasser-FM, Rauhaut-FM, Mücken-FM, Zwerg-FM, Kleiner Abendsegler, Kleine Bartfledermaus und Großes Mausohr; Kategorie 2 (Sonderstatus-Arten): Nymphen-FM, Große Bart-FM, Mops-FM und Großer Abendsegler

2.2 Verbleibende Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg

Nach Ausschluss der Flächen für windkraftsensible Vogel- und Fledermausarten, wie sie im Fachbeitrag Artenschutz aufgeführt sind, verbleibenden rund 325.000 ha bzw. 9,1 % der Landesfläche für den Ausbau der Windenergie in Baden-Württemberg (vgl. Tabelle 5-2 im Anhang). Im Vergleich zu den 115.000 ha bzw. 3,3 % der Landesfläche, wie sie in der Hauptstudie als verbleibende Windpotenzialflächen verwendet wurden, entspricht dies einem Anstieg um den Faktor 2,8 (Koch et al. 2022, S. 53).

Die aktualisierte regionale Verteilung der verbleibenden Windpotenzialflächen zeigt Abbildung 2-1. Die Flächen der Kategorie A und B sind dabei leicht rötlich eingefärbt.

Abbildung 2-1: Verbleibende Windpotenzialflächen in den Regionen Baden-Württembergs nach Ausschluss der Kategorien A und B

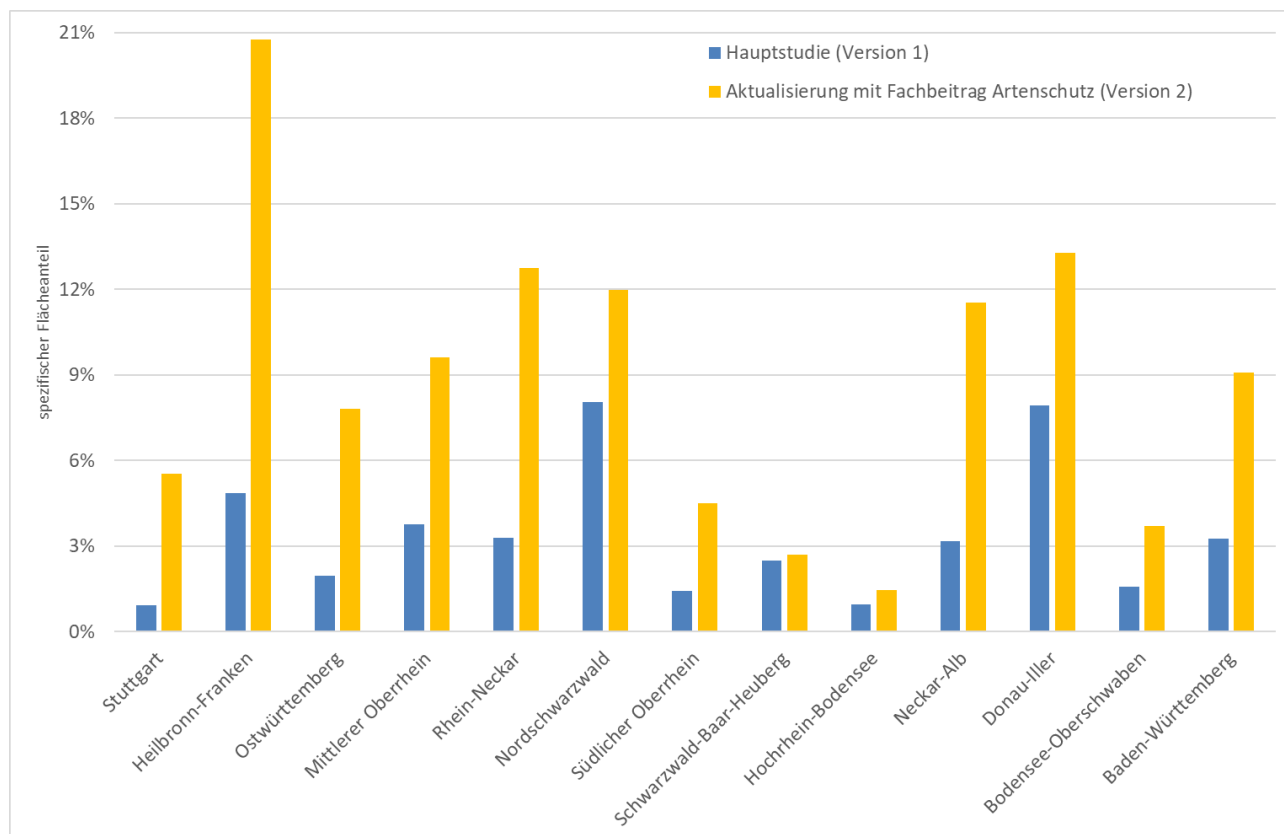


Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Daten des Energieatlas Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2022) sowie (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW) und Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) 2022))

Durch die Aktualisierung der Datenquelle für windkraftsensible Vogel- und Fledermausarten erhöhen sich die verbleibenden Windpotenzialflächen in allen Regionen Baden-Württembergs. Der Anstieg fällt dabei überproportional stark in den Regionen Stuttgart, Heilbronn-Franken, Ostwürttemberg, Rhein-Neckar, Neckar-Alb und Südllicher Oberrhein aus (Abbildung 2-2). Den höchsten spezifischen Flächenanteil für Windpotenzialflächen weist die Region Heilbronn-Franken mit 20,8 % auf, gefolgt von den Regionen Donau-Iller (13,3 %), Rhein-Neckar (12,8 %), Nordschwarzwald (12,0 %) und Neckar-Alb (11,5 %). Die Region Hochrhein-Bodensee zeigt mit

einem spezifischen Flächenanteil von 1,5 % den geringsten spezifischen Flächenanteil für Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg.

Abbildung 2-2: Verbleibende Windpotenzialflächen in den Regionen Baden-Württembergs in der Hauptstudie (Version 1) sowie nach Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)



Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Daten des Energieatlas Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2022) sowie (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW) und Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) 2022)); (Brinkmann et al. 2021); (Hurst et al. 2021)

2.3 Spezifische Flächenanteile in den Zielszenarien

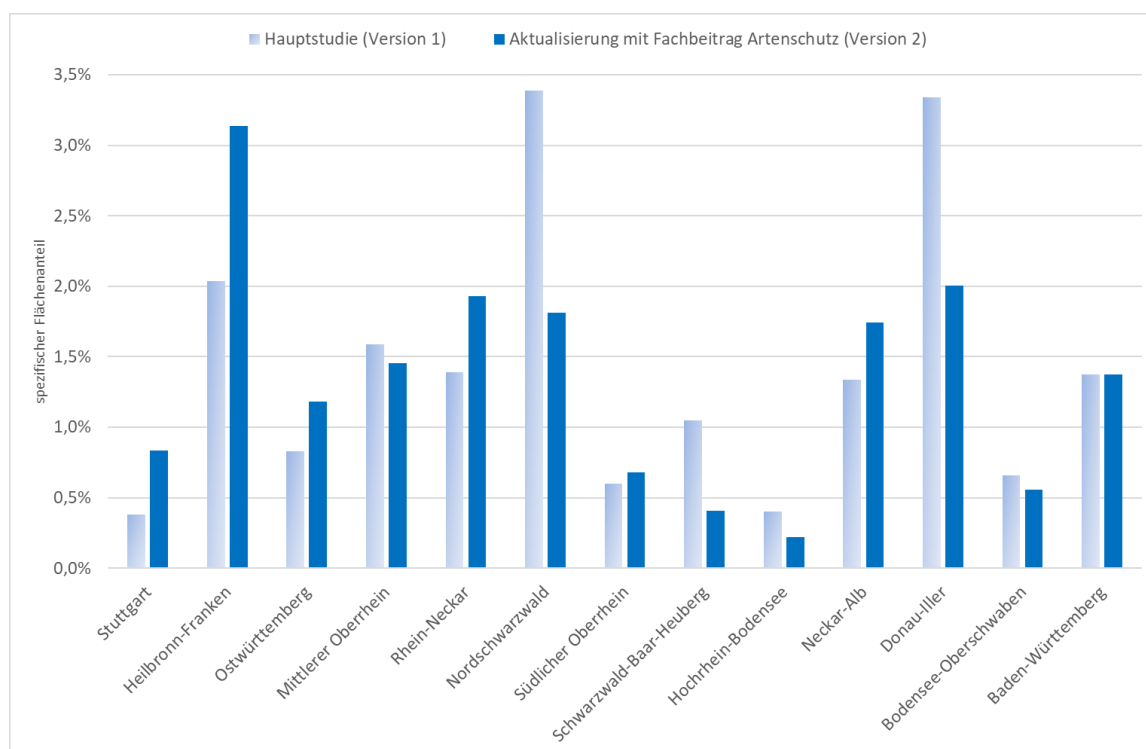
Mit der Aktualisierung der Datengrundlage für windkraftsensible Vogel- und Fledermausarten verschiebt sich auch der potenzialabhängige Verteilschlüssel für Windenergie zwischen den Regionen. Die durchschnittlichen spezifischen Flächenanteile für Baden-Württemberg bleiben gleich.

Während in der Version 1 die Regionen Nordschwarzwald und Donau-Iller die höchsten spezifischen Flächenanteile aufweisen, ist es in der Version 2 die Region Heilbronn-Franken, gefolgt von den Regionen Donau-Iller, Rhein-Neckar, Nordschwarzwald und Neckar-Alb. Der Maximalwert verringert sich dabei leicht zwischen Version 2 und Version 1. Die Region Hochrhein-Bodensee ist in beiden Versionen die Region mit dem geringsten spezifischen Flächenanteil, wobei auch hier der regionale Minimalwert in Version 2 im Vergleich zu Version 1 weiter abnimmt. Dieses Muster zieht sich durch alle drei Zielszenarien (Abbildung 2-3, Abbildung 2-4 und Abbildung 2-5 sowie Tabelle 5-3 im Anhang).

Der regionale Minimalwert nimmt dabei stärker ab als der regionale Maximalwert. Deshalb nimmt die Bandbreite der spezifischen Flächenanteile zu. In der Version 1 liegt das Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert bei 8,8, in der Version 2 steigt es auf 14,3 an.

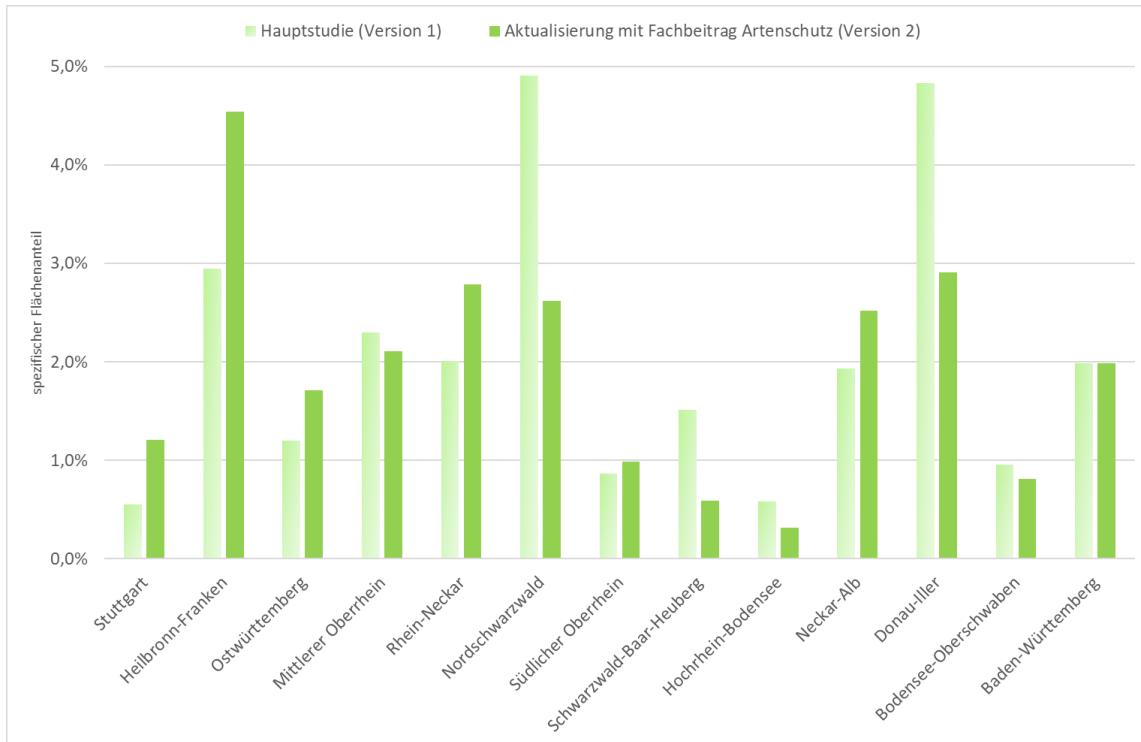
Während sich insbesondere in den Regionen Heilbronn-Franken, Rhein-Neckar, Stuttgart, Neckar-Alb und Ostwürttemberg die spezifischen Flächenanteile erhöhen, nehmen sie vor allem in den Regionen Donau-Iller, Nordschwarzwald und Schwarzwald-Baar-Heuberg ab. In den Regionen Mittlerer Oberrhein, Südlicher Oberrhein, Hochrhein-Bodensee und Bodensee-Oberschwaben zeigen sich nur geringe Unterschiede (Abbildung 2-6).

Abbildung 2-3: Vergleich der spezifischen Flächenanteile für Windenergie in den Regionen Baden-Württembergs im „Agora-Szenario-BW-2040“



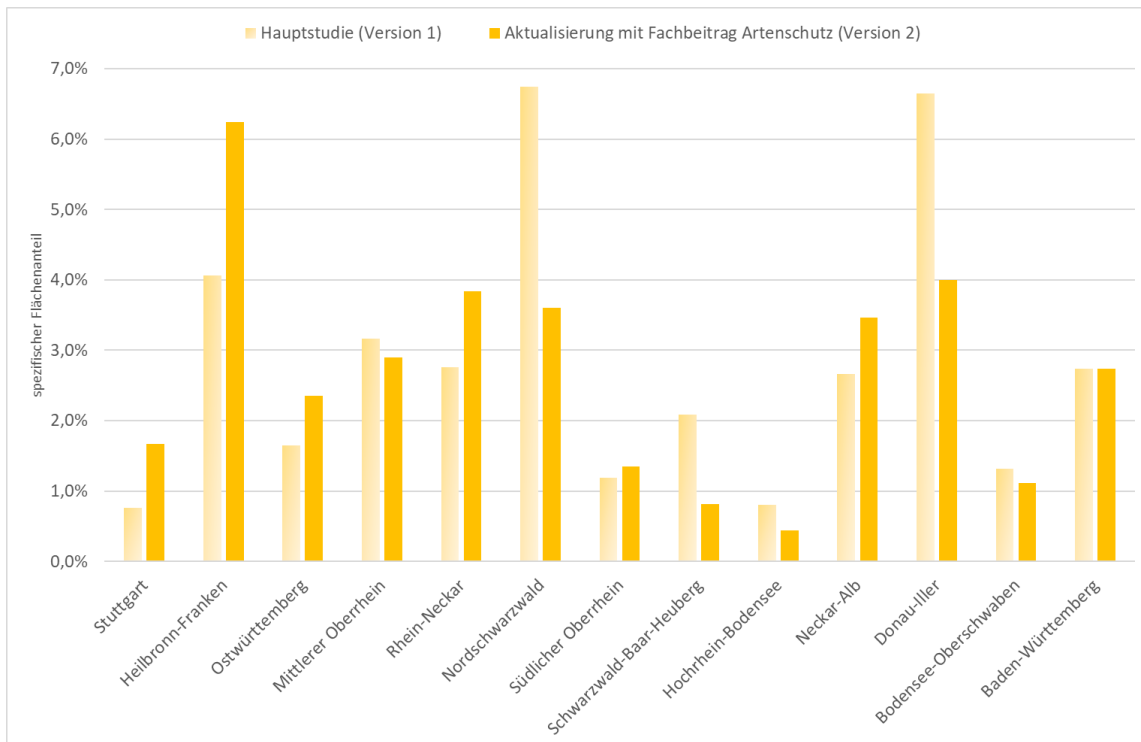
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2-4: Vergleich der spezifischen Flächenanteile für Windenergie in den Regionen Baden-Württembergs im „UBA-Szenario-BW-2040“



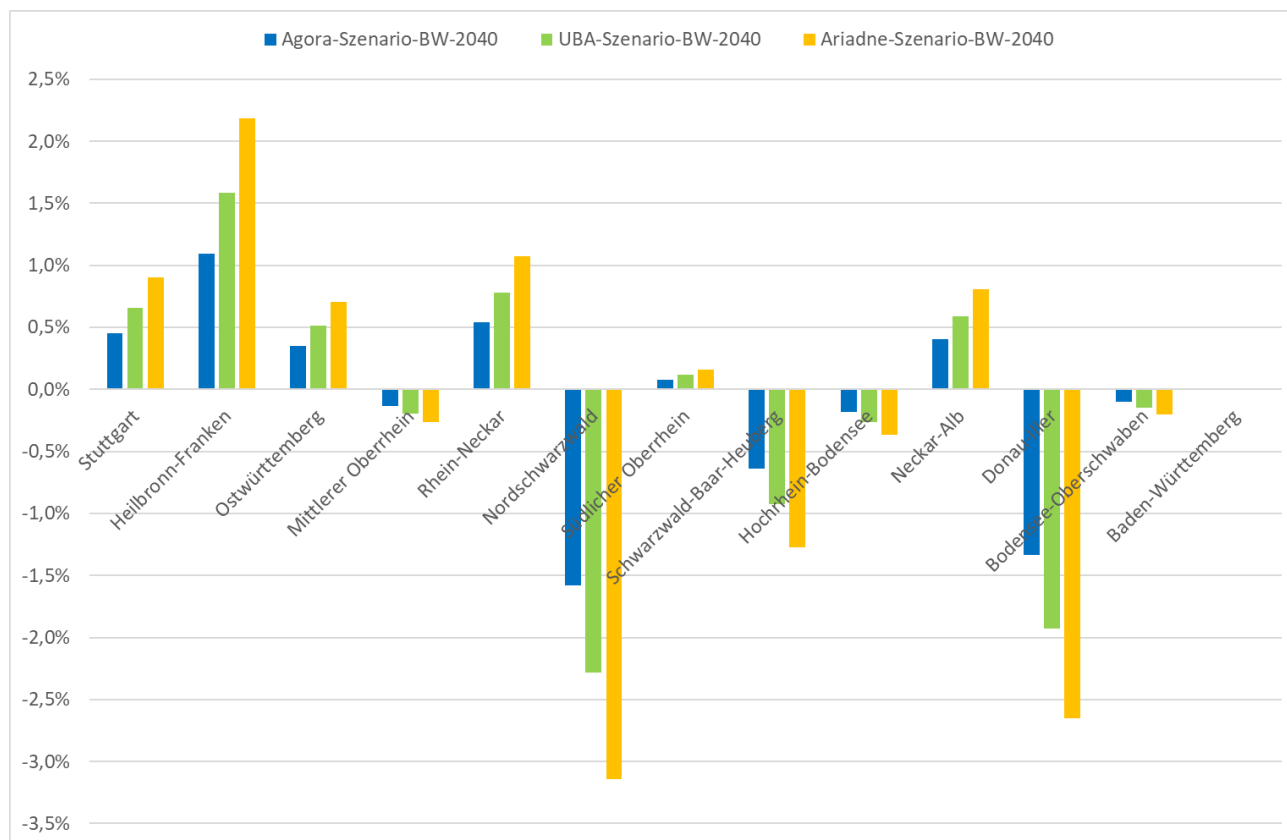
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2-5: Vergleich der spezifischen Flächenanteile für Windenergie in den Regionen Baden-Württembergs im „Ariadne-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2-6: Differenz der spezifischen Flächenanteile für Windenergie (potenzialabhängiger Verteilschlüssel in der Version 2 versus Version 1)



Quelle: eigene Darstellung, potenzialabhängiger Verteilschlüssel (Version 2) minus potenzialabhängiger Verteilschlüssel (Version 1)

2.4 Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien

Bei einem potenzialabhängigen Verteilschlüssel ist die Potenzialausschöpfung in jeder Region identisch. Durch den Anstieg der verbleibenden Windpotenzialflächen von Version 1 auf Version 2 um den Faktor 2,8 verringert sich entsprechend auch die Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien:

- Hauptstudie (Version 1):
 - 42 % (Agora-Szenario-BW-2040)
 - 61 % (UBA-Szenario-BW-2040)
 - 84 % (Ariadne-Szenario-BW-2040)
- Aktualisierung mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2):
 - 15 % (Agora-Szenario-BW-2040)
 - 22 % (UBA-Szenario-BW-2040)
 - 30 % (Ariadne-Szenario-BW-2040)

Die Potenzialausschöpfung in den einzelnen Regionen ist auch im Anhang in Tabelle 5-4 ausgewiesen.

2.5 Jährliche Nettostromexporte und Nettostromimporte in den Zielszenarien

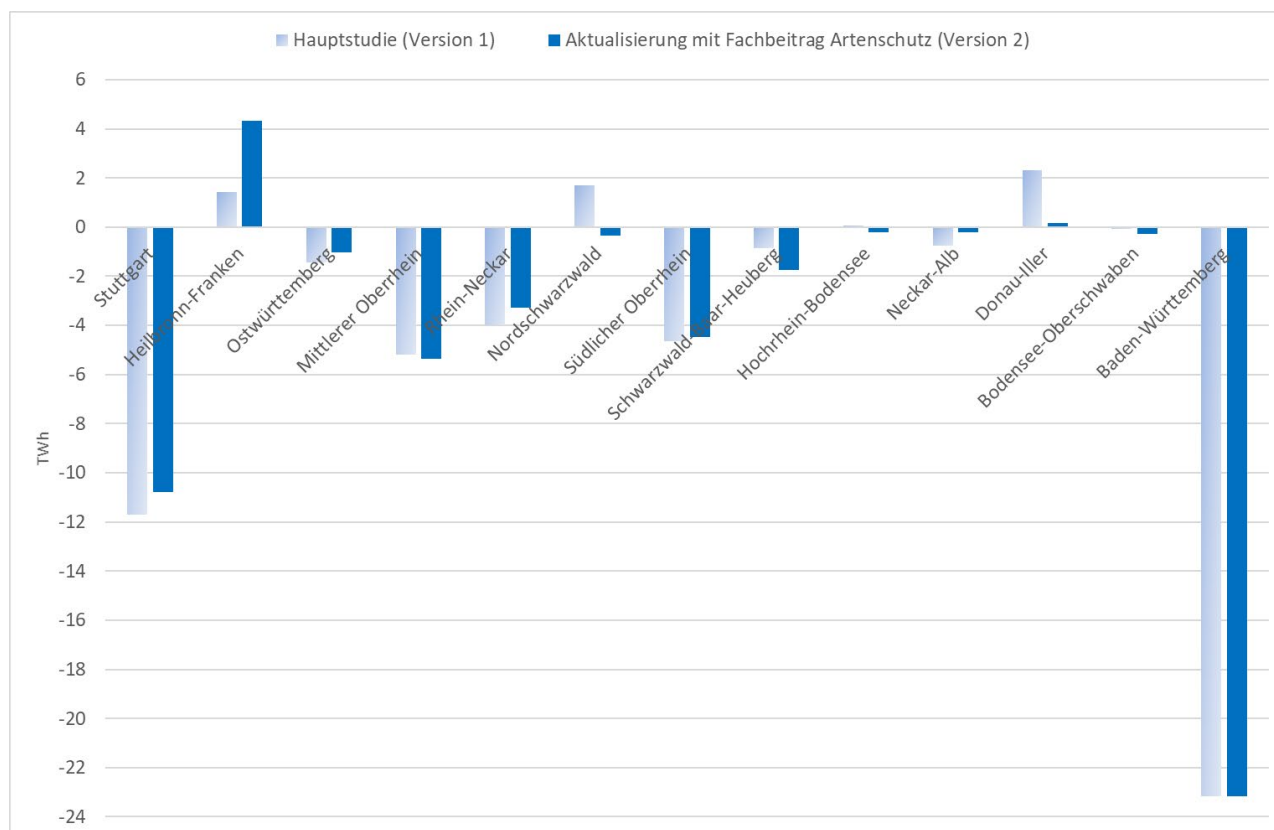
Die regionale Verteilung der Windkraftanlagen mit dem aktualisierten potenzialabhängigen Verteilschlüssel wirkt sich auch auf die jährlichen Nettostromexporte bzw. Nettostromimporte in den verschiedenen Regionen aus. Für Baden-Württemberg ändern sich die jährlichen Nettostromimporte in den Zielszenarien durch die Aktualisierung des Windverteilschlüssels nicht:

- Agora-Szenario-BW-2040: -23,3 TWh
- UBA-Szenario-BW-2040: -17,6 TWh
- Ariadne-Szenario-BW-2040: -28,8 TWh

In Regionen, in denen sich die Anzahl und die installierte Leistung von Windkraftanlagen erhöht, nehmen die Nettostromexporte zu bzw. die Nettostromimporte ab. Dies ist insbesondere in den Regionen Heilbronn-Franken, Stuttgart und Rhein-Neckar der Fall. Die Region Heilbronn-Franken wird zur dominierenden Stromexportregion in Baden-Württemberg, und in den laststarken Regionen Stuttgart und Rhein-Neckar gehen die Nettostromimporte zurück.

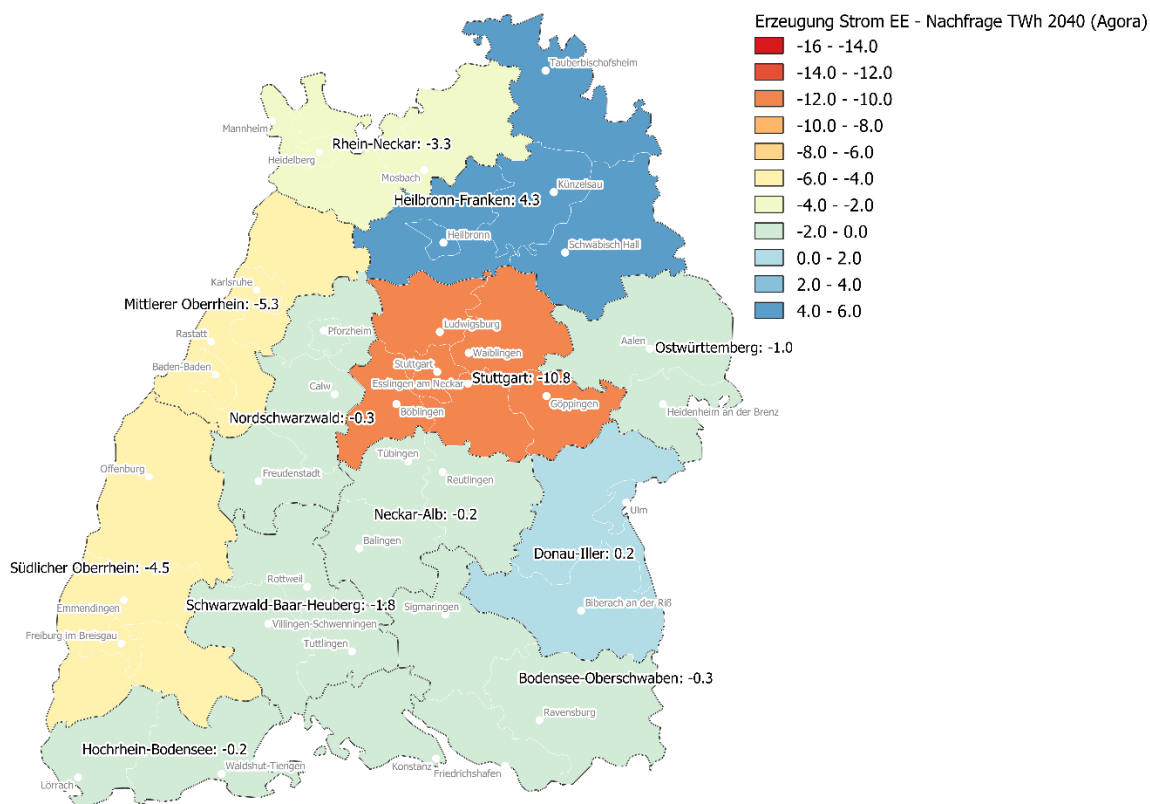
Im umgekehrten Fall nehmen in Regionen, in denen sich die Anzahl und die installierte Leistung von Windkraftanlagen verringert, die Nettostromexporte ab bzw. die Nettostromimporte zu. Dies trifft vor allem auf die Regionen Nordschwarzwald, Donau-Iller und Schwarzwald-Baar-Heuberg zu (Abbildung 2-7 und Abbildung 2-8 für das Zielszenario „Agora-Szenario-BW-2040“).

Abbildung 2-7: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Agora-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

Abbildung 2-8: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

Die korrespondierenden Darstellungen für die beiden Zielszenarien „UBA-Szenario-BW-2040“ und „Ariadne-Szenario-BW-2040“ sind im Anhang in Kapitel 5.2 zu finden (Abbildung 5-7, Abbildung 5-8, Abbildung 5-9 und Abbildung 5-10).

Die regionale Verteilung der installierten Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung, wie sie sich nach der Aktualisierung für Windenergie mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2) ergeben, sind im Anhang in Abbildung 5-1, Abbildung 5-3 und Abbildung 5-5 dargestellt. Im Vergleich zur Hauptstudie bleiben im Gegensatz zu Windenergie alle anderen Energieträger unverändert.

Abbildung 5-2, Abbildung 5-4 und Abbildung 5-6 zeigen entsprechend den aktualisierten Energieträgermix zur Stromerzeugung. In Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6 sind die aktualisierten Werte für Windenergie nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2) aufgeführt.

3 Erstellung und Diskussion weiterer regionaler Verteilschlüssel mit einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Komponente (Version 3)

3.1 Vorgehensweise

In diesem Abschnitt wird für den erforderlichen Ausbau der Windenergie in Baden-Württemberg in den betrachteten Zielszenarien (Koch et al. 2022, S. 42) ein Verteilschlüssel gebildet, der sich aus einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Komponente zusammensetzt (Version 3). Als gleichmäßige Komponente wird dabei für jede Region ein Flächenbeitragswert von 0,9 % unterstellt. Die noch fehlenden Flächen werden anhand des danach noch verfügbaren Flächenpotenzials verteilt.

Der gleichmäßige Anteil ist dann im Agora-Szenario-BW-2040 am stärksten ausgeprägt und im Ariadne-Szenario-BW-2040 am schwächsten.

3.2 Spezifische Flächenanteile in den Zielszenarien

Im Agora-Szenario-BW-2040 werden 1,4 % der Landesfläche für Windenergieanlagen benötigt, so dass 0,5 % der Landesfläche anhand des Windpotenzials und 0,9 % gleichmäßig über alle Regionen verteilt werden. Im Ergebnis setzt sich dieser Verteilschlüssel zu gut einem Drittel aus einer potenzialabhängigen Verteilung und zu knapp zwei Dritteln aus einer gleichmäßigen Verteilung über alle Regionen zusammen (Abbildung 3-1). Die spezifischen Flächenanteile schwanken im Agora-Szenario-BW-2040 zwischen 0,95 % in der Region Hochrhein-Bodensee und 2,05 % in der Region Heilbronn-Franken (vgl. Tabelle 5-3 im Anhang). Das Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert liegt bei 2,2.

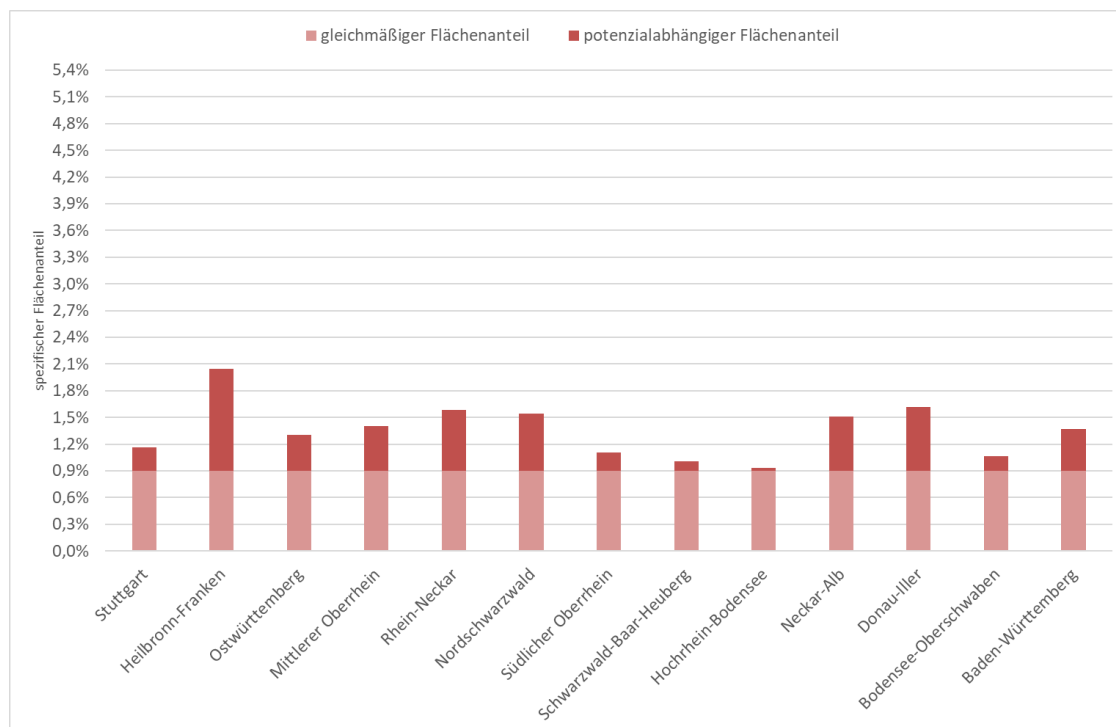
Für den im UBA-Szenario-BW-2040 unterstellten Windenergiezubau sind 2,0 % der Landesfläche erforderlich. In diesem Szenario werden knapp die Hälfte des Flächenbedarfs gleichmäßig über die Regionen verteilt (d. h. 0,9 % der Landesfläche) und gut die Hälfte anhand des Windpotenzials (d. h. 1,1 % der Landesfläche) (Abbildung 3-2). Die Bandbreite der spezifischen Flächenanteile liegt im UBA-Szenario-BW-2040 bei 0,97 % in der Region Hochrhein-Bodensee bis 3,54 % in der Region Heilbronn-Franken (vgl. Tabelle 5-3 im Anhang) und es ergibt sich ein Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert von 3,6.

Das Ariadne-Szenario-BW-2040 benötigt 2,7 % der Landesfläche für Windenergieanlagen. Bei der regionalen Verteilung werden ein Drittel der Flächen (d. h. 0,9 % der Landesfläche) gleichmäßig über die Regionen und zwei Drittel anhand des Windpotenzials (d. h. 1,8 % der Landesfläche) zugeordnet (Abbildung 3-3). Die spezifischen Flächenanteile liegen im Ariadne-Szenario-BW-2040 zwischen 1,02 % in der Region Hochrhein-Bodensee und 5,34 % in der Region Heilbronn-Franken (vgl. Tabelle 5-3 im Anhang). Das Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert entspricht 5,2.

Mit zunehmendem Flächenbedarf für Windenergieanlagen steigt der spezifische Flächenanteil in den potenzialschwachen Regionen nur geringfügig, in den potenzialstarken Regionen besonders stark an.

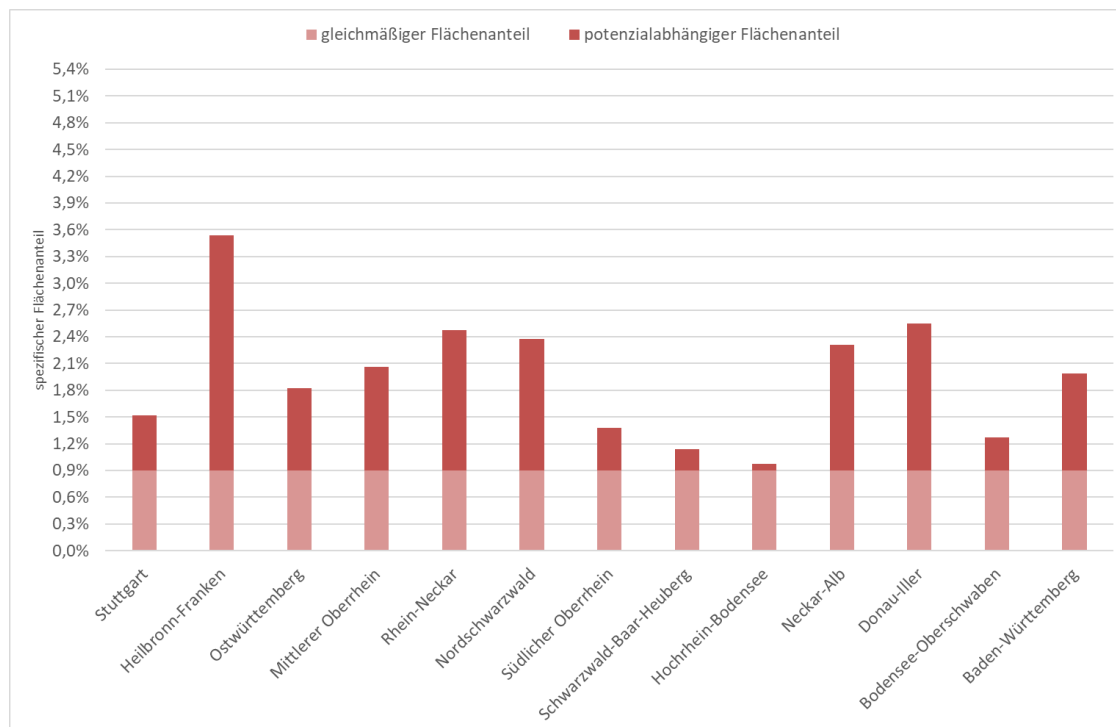
Im Unterschied zu einer rein potenzialabhängigen Verteilung zeigt sich im Vergleich von Version 3 und Version 2, dass insbesondere die potenzialschwachen Regionen bei einem kombinierten Verteilschlüssel einen um etwa 0,3 bis 0,6 Prozentpunkte höheren Flächenbeitragswert aufweisen. Umgekehrt nimmt der Flächenbeitragswert in den potenzialstarken Regionen ab, insbesondere in der Region Heilbronn-Franken (etwa -1,0 Prozentpunkte) (Abbildung 3-4).

Abbildung 3-1: Spezifischer Flächenanteil für Windenergieanlagen im Agora-Szenario-BW-2040 bei einem kombinierten Verteilschlüssel



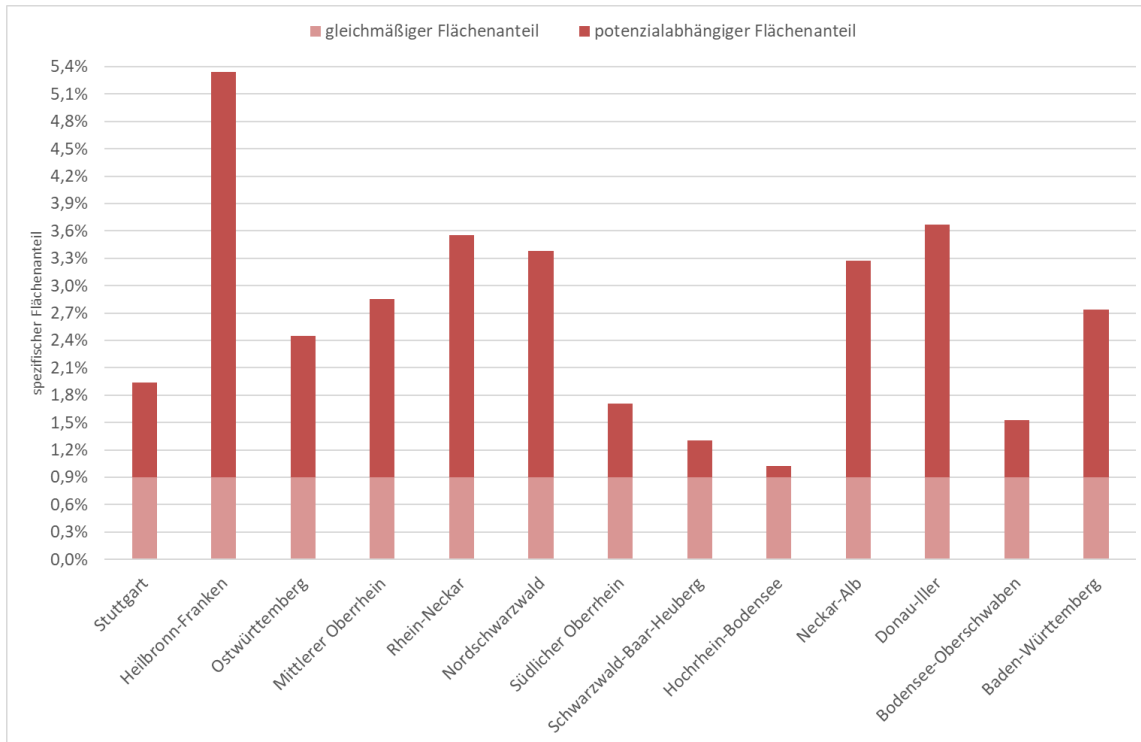
Quelle: eigene Darstellung, kombinierter Verteilschlüssel in der Version 3

Abbildung 3-2: Spezifischer Flächenanteil für Windenergieanlagen im UBA-Szenario-BW-2040 bei einem kombinierten Verteilschlüssel



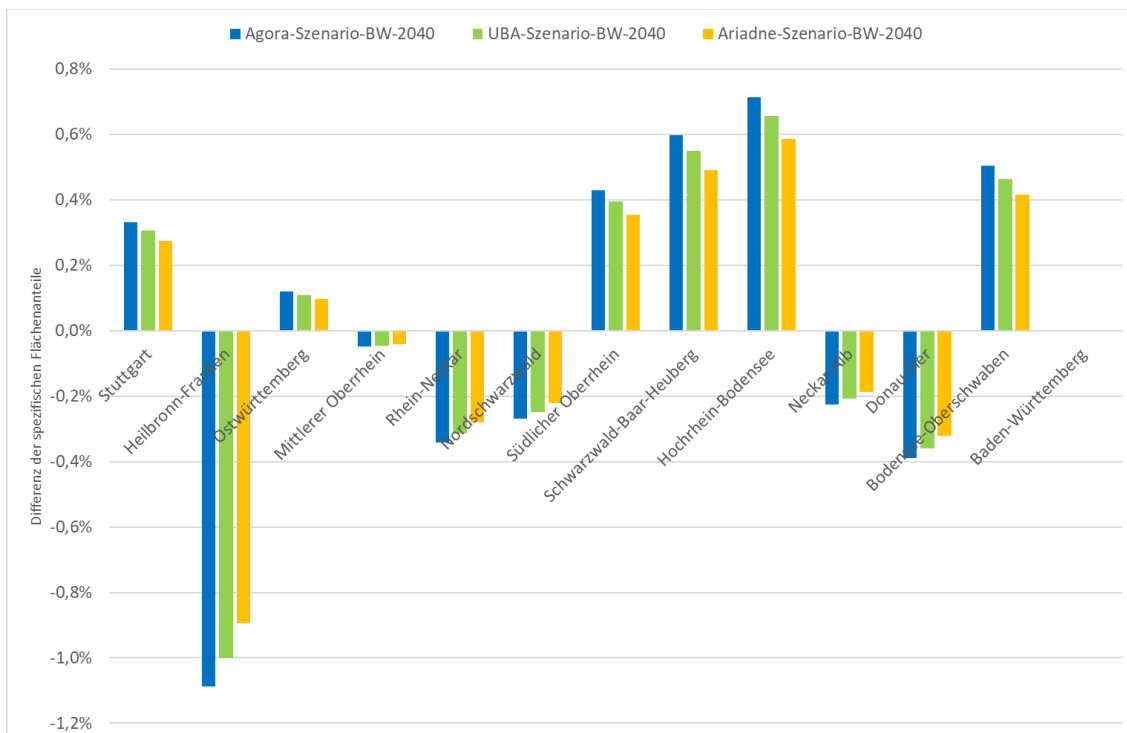
Quelle: eigene Darstellung, kombinierter Verteilschlüssel in der Version 3

Abbildung 3-3: Spezifischer Flächenanteil für Windenergieanlagen im Ariadne-Szenario-BW-2040 bei einem kombinierten Verteilschlüssel



Quelle: eigene Darstellung, kombinierter Verteilschlüssel in der Version 3

Abbildung 3-4: Differenz der spezifischen Flächenanteile für Windenergie (kombinierter versus potenzialabhängiger Verteilschlüssel)



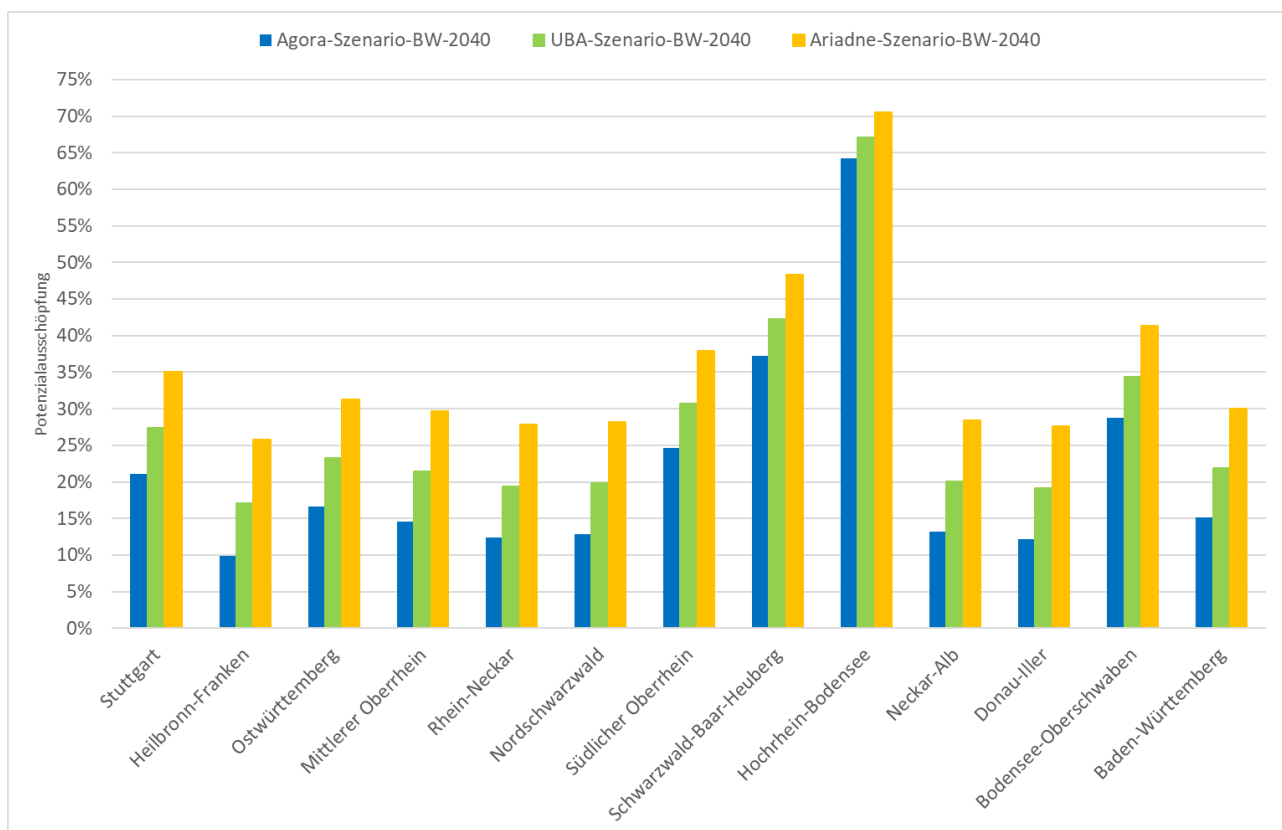
Quelle: eigene Darstellung, kombinierter Verteilschlüssel (Version 3) minus potenzialabhängiger Verteilschlüssel (Version 2)

3.3 Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien

Im Gegensatz zu einem potenzialabhängigen Verteilschlüssel, wo die Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien in jeder Region identisch ist, ist die Potenzialausschöpfung bei einem kombinierten Verteilschlüssel aus gleichmäßiger und potenzialabhängiger Verteilung in den einzelnen Regionen unterschiedlich (vgl. Tabelle 5-4 im Anhang).

In Regionen mit geringen Windpotenzialflächen (z. B. Hochrhein-Bodensee oder Schwarzwald-Baar-Heuberg) ist die Potenzialausschöpfung aufgrund der dominierenden gleichmäßigen Komponente überdurchschnittlich hoch und in Regionen mit hohen Windpotenzialflächen vergleichsweise niedrig (z. B. Heilbronn-Franken oder Donau-Iller). Im Landesdurchschnitt unterscheidet sich die Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien zwischen Version 2 und Version 3 nicht (Abbildung 3-5).

Abbildung 3-5: Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien bei einem kombinierten Verteilschlüssel aus gleichmäßiger und potenzialabhängiger Verteilung (Version 3)



Quelle: eigene Darstellung

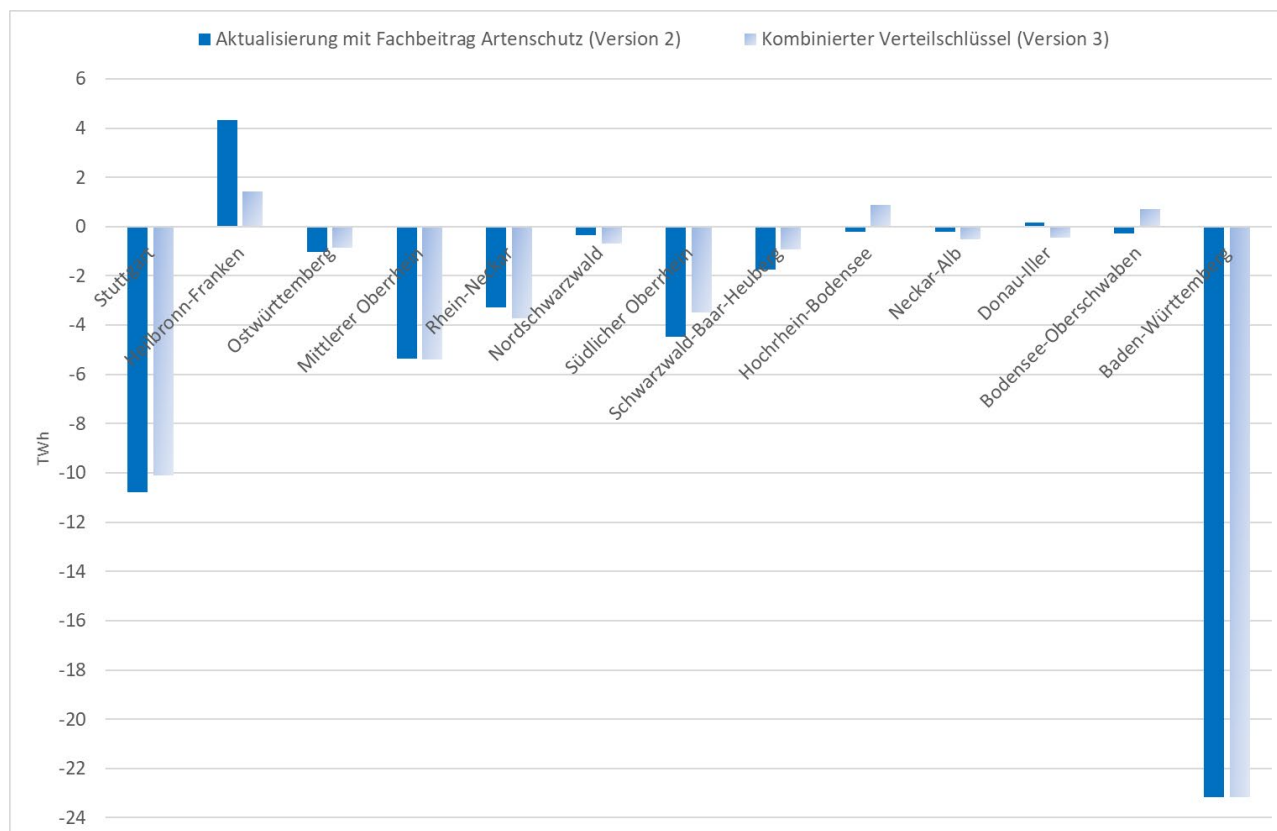
3.4 Jährliche Nettostromexporte und Nettostromimporte in den Zielszenarien

Die regionale Verteilung der Windkraftanlagen mit dem kombinierten Verteilschlüssel für die verschiedenen Zielszenarien (vgl. Kapitel 3.1) wirkt sich auch auf die jährlichen Nettostromexporte bzw. Nettostromimporte in den einzelnen Regionen aus. Die Änderung des Windverteilschlüssels hat für die jährlichen Nettostromimporte nach Baden-Württemberg hingegen keine Auswirkungen (vgl. Kapitel 2.5).

Beim Wechsel von Version 2 nach Version 3 nimmt die Anzahl und die installierte Leistung von Windkraftanlagen in potenzialschwachen Regionen zu und in potenzialstarken Regionen ab. Entsprechend kommt es in den Regionen Hochrhein-Bodensee und Bodensee-Oberschwaben zu einem Wechsel von geringen Nettostromimporten in Version 2 zu Nettostromexporten in Version 3. In den Regionen Stuttgart, Südlicher Oberrhein und Schwarzwald-Baar-Heuberg nehmen die Nettostromimporte ab.

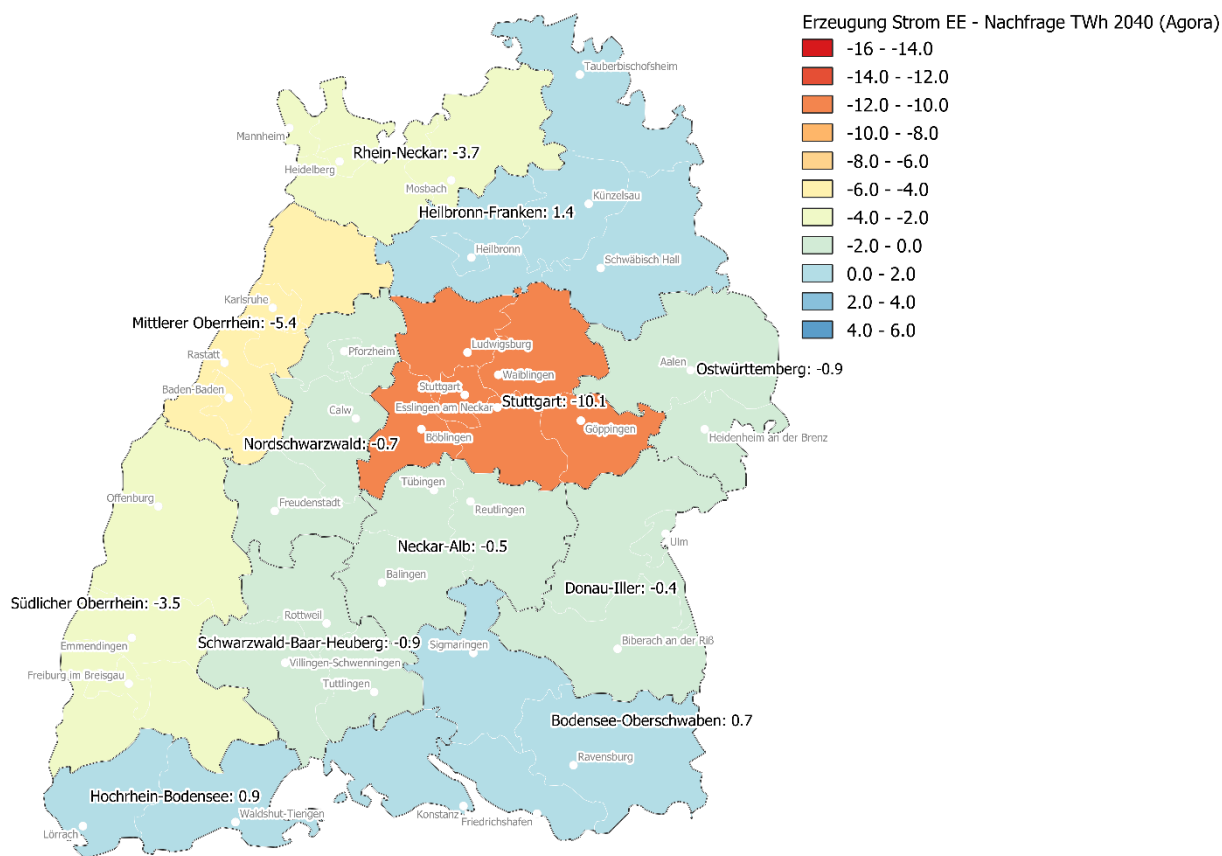
Im umgekehrten Fall nehmen in Regionen, in denen sich die Anzahl und die installierte Leistung von Windkraftanlagen verringern, die Nettostromexporte ab bzw. die Nettostromimporte zu. Dies trifft vor allem auf die Region Heilbronn-Franken, aber auch auf die Regionen Rhein-Neckar, Nordschwarzwald, Donau-Iller und Neckar-Alb zu. Durch die gleichmäßigere Verteilung der Windkraftanlage nimmt die Bandbreite zwischen den Regionen ab, was anhand der Regionen Heilbronn-Franken (jeweils höchste Nettostromexporte) und Stuttgart (jeweils höchste Nettostromimporte) deutlich wird (Abbildung 3-6 und Abbildung 3-7 für das Zielszenario „Agora-Szenario-BW-2040“).

Abbildung 3-6: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Agora-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

Abbildung 3-7: Jährliche Nettostromexporte und Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

Die korrespondierenden Darstellungen für die beiden Zielszenarien „UBA-Szenario-BW-2040“ und „Ariadne-Szenario-BW-2040“ sind im Anhang in Kapitel 5.3 zu finden (Abbildung 5-17, Abbildung 5-18, Abbildung 5-19 und Abbildung 5-20).

Die regionale Verteilung der installierten Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung, wie sie sich mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3) ergeben, sind im Anhang in Abbildung 5-11, Abbildung 5-13 und Abbildung 5-15 dargestellt. Im Vergleich zur Hauptstudie bleiben im Gegensatz zu Windenergie alle anderen Energieträger unverändert.

Abbildung 5-12, Abbildung 5-14 und Abbildung 5-16 zeigen entsprechend den aktualisierten Energieträgermix zur Stromerzeugung. In Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6 sind die neuen Werte für Windenergie mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3) aufgeführt.

3.5 Exkurs zur regionalen Verteilung des 1,8 % Flächenziels für Windenergie in Baden-Württemberg

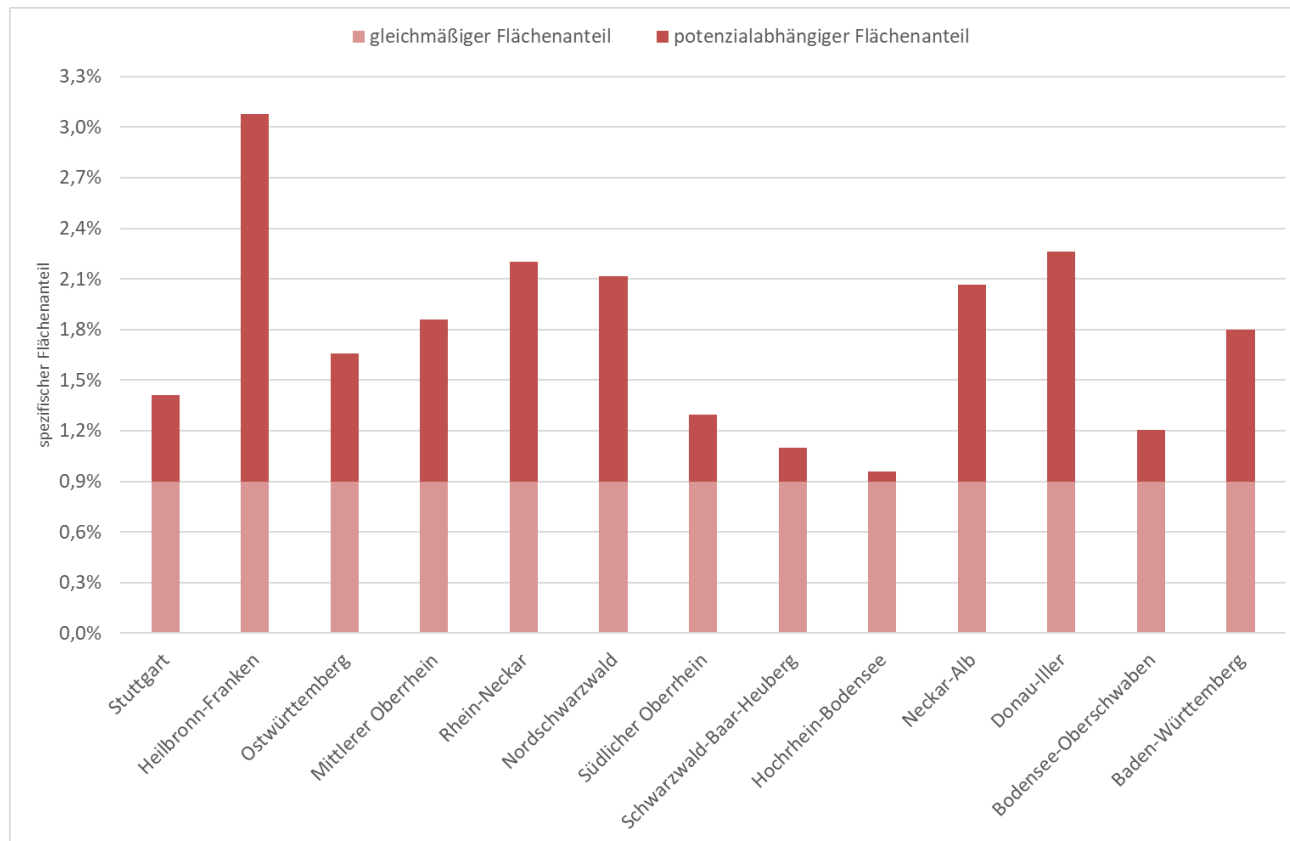
Laut Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) soll Baden-Württemberg bis Ende 2032 einen Flächenbeitragswert von mindestens 1,8 % für Windenergie ausweisen. Als Zwischenschritt sollen bis Ende 2026 mindestens 1,1 % der Landesfläche für Windenergie vorgesehen werden (Anlage 1 zu §3 des WindBG).

In der derzeitigen regionalplanerischen Umsetzung wird der Flächenbeitragswert für Baden-Württemberg einheitlich auf alle Regionen Baden-Württembergs übertragen. Die regionalen Potenzialunterschiede bleiben dabei unberücksichtigt, so dass die Gefahr besteht, dass in Regionen mit einem geringen Windpotenzial auch wenig effiziente Flächen ausgewiesen werden müssen (und dann evtl. auch nicht bebaut werden), während besser geeignete Flächen in Regionen mit einem hohen Windpotenzial ungenutzt bleiben. Während in der Region Hochrhein-Bodensee die verbleibenden Windpotenzialflächen nicht ausreichen, werden in der Region Heilbronn-Franken nur 8,7 % der verbleibenden Windpotenzialflächen genutzt (vgl. Tabelle 5-7 im Anhang).

Ein möglicher Verteilschlüssel, der eine gleichmäßige Verteilung und eine potenzialabhängige Verteilung zu jeweils 50 % miteinander kombiniert, zeigt Abbildung 3-8. Die Regionen Heilbronn-Franken (3,1 %), Donau-Iller (2,3 %), Rhein-Neckar (2,2 %), Nordschwarzwald (2,1 %), Neckar-Alb (2,1 %) und Mittlerer Oberrhein (1,9 %) weisen dann einen Flächenbeitragswert größer 1,8 % auf, während die Regionen Ost-Württemberg (1,7 %), Stuttgart (1,4 %), Südlicher Oberrhein (1,3 %), Bodensee-Oberschwaben (1,2 %), Schwarzwald-Baar-Heuberg (1,1 %) und Hochrhein-Bodensee (1,0 %) darunter liegen (vgl. Tabelle 5-7 im Anhang). Das Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert liegt bei 3,2.

Um den Windausbau in Baden-Württemberg zu realisieren, ist es deshalb erforderlich, dass insbesondere die potenzialstarken Regionen deutlich mehr als 1,8 % der Regionenfläche für Windenergie ausweisen. Dies ist auch deshalb nötig, weil das 1,8 % Ziel für zwei der betrachteten klimaneutralen Zielszenarien nicht ausreicht (realisierte Windenergieanlagen auf 2,0 % der Landesfläche im UBA-Szenario-BW-2040 bzw. 2,7 % im Ariadne-Szenario-BW-2040). Lediglich für das Agora-Szenario-BW-2040 könnte das 1,8 % Flächenziel ausreichen (realisierte Windenergieanlagen auf 1,4 % der Landesfläche).

Abbildung 3-8: Kombinierte Verteilschlüssel für die regionale Verteilung des 1,8 % Flächenziels für Windenergie in Baden-Württemberg



Quelle: eigene Darstellung

4 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Kurzstudie haben wir zunächst den potenzialabhängigen Verteilschlüssel für Windenergie mit den Daten aus dem Fachbeitrag Artenschutz aktualisiert (Kapitel 2). Durch die Aktualisierung der Inputdaten zu windkraftsensiblen Vogel- und Fledermausarten stehen deutlich mehr Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg zur Verfügung, als wir in der Hauptstudie abgeleitet haben (Anstieg um den Faktor 2,8 auf 325.000 ha bzw. 9,1 % der Landesfläche). Entsprechend nimmt die Potenzialausschöpfung in den Zielszenarien für Baden-Württemberg ab.

Darüber hinaus verschieben sich die spezifischen Flächenanteile zwischen den Regionen: während sich insbesondere in den Regionen Heilbronn-Franken, Rhein-Neckar, Stuttgart, Neckar-Alb und Ostwürttemberg die spezifischen Flächenanteile erhöhen, nehmen sie vor allem in den Regionen Donau-Iller, Nordschwarzwald und Schwarzwald-Baar-Heuberg ab. In den Regionen Mittlerer Oberrhein, Südlicher Oberrhein, Hochrhein-Bodensee und Bodensee-Oberschwaben zeigen sich nur geringe Unterschiede. Durch die Aktualisierung der Inputdaten steigt das Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert in allen Zielszenarien von 8,8 auf 14,3 an.

Aufgrund der Potenzialunterschiede in den Regionen Baden-Württembergs haben wir zudem einen kombinierten Verteilschlüssel erstellt, welcher sich aus einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Verteilung zusammensetzt (Kapitel 3). Die Bandbreite der spezifischen Flächenanteile für Windenergieanlagen nimmt dadurch ab. Im Agora-Szenario-BW-2040 ergibt sich ein Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert von 2,2 (etwa zwei Drittel gleichmäßige Verteilung und ein Drittel potenzialabhängige Verteilung), im UBA-Szenario-BW-2040 von 3,6 (etwa jeweils 50 % gleichmäßige und potenzialabhängige Verteilung) und im Ariadne-Szenario-BW-2040 von 5,4 (etwa ein Drittel gleichmäßige Verteilung und zwei Drittel potenzialabhängige Verteilung).

Eine gleichmäßigere Verteilung der Windenergieanlagen auf die Regionen Baden-Württembergs führt dann allerdings dazu, dass potenzialschwache Regionen ihre Flächenpotenziale stärker erschließen müssen als Regionen mit hohen Flächenpotenzialen. Im UBA-Szenario-BW-2040 werden beispielsweise in der Region Heilbronn-Franken 17 % der verfügbaren Potenzialflächen genutzt, in der Region Hochrhein-Bodensee sind es hingegen 67 %.

In einem abschließenden Exkurs haben wir noch einen Verteilschlüssel gebildet, der das 1,8 % Flächenziel, wie es das Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) für Baden-Württemberg bis Ende 2032 vorsieht, jeweils zu 50 % mit einer gleichmäßigen und einer potenzialabhängigen Komponente auf die Regionen verteilt. Im Ergebnis weisen die Regionen Heilbronn-Franken (3,1 %), Donau-Iller, Rhein-Neckar, Nordschwarzwald, Neckar-Alb und Mittlerer Oberrhein einen Flächenbeitragswert größer 1,8 % auf, während die Regionen Ost-Württemberg, Stuttgart, Südlicher Oberrhein, Bodensee-Oberschwaben, Schwarzwald-Baar-Heuberg und Hochrhein-Bodensee (1,0 %) darunter liegen. Das Verhältnis von Maximalwert zu Minimalwert liegt bei 3,2.

Um den Windausbau in Baden-Württemberg zu realisieren, ist es deshalb erforderlich, dass insbesondere die potenzialstarken Regionen deutlich mehr als 1,8 % der Regionenfläche für Windenergie ausweisen. Dies ist auch deshalb nötig, weil das 1,8 % Ziel für zwei der betrachteten klimaneutralen Zielszenarien nicht ausreicht (realisierte Windenergieanlagen auf 2,0 % der Landesfläche im UBA-Szenario-BW-2040 bzw. 2,7 % im Ariadne-Szenario-BW-2040). Lediglich für das Agora-Szenario-BW-2040 könnte das 1,8 % Flächenziel ausreichen (realisierte Windenergieanlagen auf 1,4 % der Landesfläche).

5 Datenanhang

5.1 Windpotenzialflächen

Tabelle 5-1: Geeignete und bedingt geeignete Windpotenzialflächen in den Regionen Baden-Württembergs

Region	Geeignet [ha]	Bedingt geeignet [ha]	Potenzialfläche [ha]	Spez. Flächenanteil
Stuttgart	8.745	14.897	23.642	6,5 %
Heilbronn-Franken	76.978	28.153	105.131	22,1 %
Ostwürttemberg	13.126	6.178	19.304	9,0 %
Mittlerer Oberrhein	10.202	21.801	32.003	15,0 %
Rhein-Neckar	24.155	15.302	39.457	16,2 %
Nordschwarzwald	6.291	29.305	35.596	15,2 %
Südlicher Oberrhein	6.662	18.484	25.146	6,2 %
Schwarzwald-Baar-Heuberg	4.906	5.979	10.885	4,3 %
Hochrhein-Bodensee	836	3.911	4.747	1,7 %
Neckar-Alb	20.577	20.891	41.468	16,4 %
Donau-Iller	32.510	30.628	63.138	21,9 %
Bodensee-Oberschwaben	15.504	3.796	19.300	5,5 %
Baden-Württemberg	220.492	199.325	419.817	11,7 %

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung, basierend auf Daten des Energieatlas Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2022)

Tabelle 5-2: Windpotenzialflächen in Kombination mit Schwerpunktorkommen der Kategorien A und B aus dem Fachbeitrag Artenschutz

Region	Windpotenzial- fläche mit Kategorie A [ha]	Windpotenzial- fläche mit Kategorie B [ha]	Windpotenzialfläche ohne Kategorie A oder B [ha]	Spez. Flächenanteil
Stuttgart	2.291	1.140	20.211	5,5 %
Heilbronn- Franken	3.403	2.913	98.815	20,8 %
Ostwürttemberg	1.582	1.011	16.711	7,8 %
Mittlerer Oberrhein	6.297	5.151	20.554	9,6 %
Rhein-Neckar	5.224	3.109	31.124	12,8 %
Nordschwarzwald	4.070	3.499	28.027	12,0 %
Südlicher Oberrhein	3.562	3.287	18.297	4,5 %
Schwarzwald- Baar-Heuberg	1.648	2.427	6.810	2,7 %
Hochrhein- Bodensee	222	530	3.995	1,5 %
Neckar-Alb	6.970	5.387	29.111	11,5 %
Donau-Iller	9.661	15.160	38.317	13,3 %
Bodensee- Oberschwaben	2.491	3.884	12.925	3,7 %
Baden- Württemberg	47.421	47.498	324.898	9,1 %

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung, basierend auf Daten des Energieatlas Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2022) und des Fachbeitrags Artenschutz (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW) und Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) 2022))

5.2 Spezifische Flächenpotenziale, Potenzialausschöpfung, installierte Leistung und Stromerzeugung für Windenergie in den Zielszenarien und in Abhängigkeit der regionalen Verteilschlüssel

5.2.1 Spezifische Flächenanteile

Tabelle 5-3: Spezifische Flächenanteile für Windenergieanlagen in den zwölf Regionen Baden-Württembergs

Region	Potentialabhängiger Verteilschlüssel mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)			Kombinierter Verteilschlüssel (Version 3)		
	Agora- Szenario- BW-2040	UBA- Szenario- BW-2040	Ariadne- Szenario- BW-2040	Agora- Szenario- BW-2040	UBA- Szenario- BW-2040	Ariadne- Szenario- BW-2040
Stuttgart	0,8 %	1,2 %	1,7 %	1,2 %	1,5 %	1,9 %
Heilbronn-Franken	3,1 %	4,5 %	6,2 %	2,0 %	3,5 %	5,3 %
Ostwürttemberg	1,2 %	1,7 %	2,4 %	1,3 %	1,8 %	2,4 %
Mittlerer Oberrhein	1,5 %	2,1 %	2,9 %	1,4 %	2,1 %	2,9 %
Rhein-Neckar	1,9 %	2,8 %	3,8 %	1,6 %	2,5 %	3,6 %
Nordschwarzwald	1,8 %	2,6 %	3,6 %	1,5 %	2,4 %	3,4 %
Südlicher Oberrhein	0,7 %	1,0 %	1,4 %	1,1 %	1,4 %	1,7 %
Schwarzwald-Baar- Heuberg	0,4 %	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,1 %	1,3 %
Hochrhein-Bodensee	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,9 %	1,0 %	1,0 %
Neckar-Alb	1,7 %	2,5 %	3,5 %	1,5 %	2,3 %	3,3 %
Donau-Iller	2,0 %	2,9 %	4,0 %	1,6 %	2,5 %	3,7 %
Bodensee- Oberschwaben	0,6 %	0,8 %	1,1 %	1,1 %	1,3 %	1,5 %
Baden-Württemberg	1,4 %	2,0 %	2,7 %	1,4 %	2,0 %	2,7 %

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung)

5.2.2 Ausschöpfung der Windpotenzialflächen

Tabelle 5-4: Ausschöpfung der Windpotenzialflächen in den Zielszenarien für die zwölf Regionen Baden-Württembergs

Region	Potenzialabhängiger Verteilschlüssel mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)			Kombinierter Verteilschlüssel (Version 3)		
	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040	Ariadne-Szenario-BW-2040	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040	Ariadne-Szenario-BW-2040
Stuttgart	15,1 %	21,9 %	30,1 %	21,1 %	27,4 %	35,0 %
Heilbronn-Franken	15,1 %	21,9 %	30,1 %	9,9 %	17,1 %	25,8 %
Ostwürttemberg	15,1 %	21,9 %	30,1 %	16,6 %	23,3 %	31,3 %
Mittlerer Oberrhein	15,1 %	21,9 %	30,1 %	14,6 %	21,4 %	29,6 %
Rhein-Neckar	15,1 %	21,9 %	30,1 %	12,4 %	19,4 %	27,9 %
Nordschwarzwald	15,1 %	21,9 %	30,1 %	12,9 %	19,8 %	28,2 %
Südlicher Oberrhein	15,1 %	21,9 %	30,1 %	24,6 %	30,6 %	37,9 %
Schwarzwald-Baar-Heuberg	15,1 %	21,9 %	30,1 %	37,3 %	42,3 %	48,3 %
Hochrhein-Bodensee	15,1 %	21,9 %	30,1 %	64,2 %	67,1 %	70,5 %
Neckar-Alb	15,1 %	21,9 %	30,1 %	13,1 %	20,1 %	28,5 %
Donau-Iller	15,1 %	21,9 %	30,1 %	12,2 %	19,2 %	27,6 %
Bodensee-Oberschwaben	15,1 %	21,9 %	30,1 %	28,7 %	34,4 %	41,3 %
Baden-Württemberg	15,1 %	21,9 %	30,1 %	15,1 %	21,9 %	30,1 %

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung)

5.2.3 Installierte Leistung

Tabelle 5-5: Installierte Leistung für Windenergie in den Zielszenarien für die zwölf Regionen Baden-Württembergs

Region (alle Werte in der Einheit GW _{el})	Potenzialabhängiger Verteilschlüssel mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)			Kombinierter Verteilschlüssel (Version 3)		
	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040	Ariadne-Szenario-BW-2040	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040	Ariadne-Szenario-BW-2040
Stuttgart	0,7	1,0	1,4	0,9	1,2	1,6
Heilbronn-Franken	3,3	4,8	6,6	2,2	3,7	5,7
Ostwürttemberg	0,6	0,8	1,1	0,6	0,9	1,2
Mittlerer Oberrhein	0,7	1,0	1,4	0,7	1,0	1,4
Rhein-Neckar	1,0	1,5	2,1	0,9	1,3	1,9
Nordschwarzwald	0,9	1,4	1,9	0,8	1,2	1,8
Südlicher Oberrhein	0,6	0,9	1,2	1,0	1,2	1,5
Schwarzwald-Baar-Heuberg	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7
Hochrhein-Bodensee	0,1	0,2	0,3	0,6	0,6	0,6
Neckar-Alb	1,0	1,4	1,9	0,9	1,3	1,8
Donau-Iller	1,3	1,9	2,6	1,0	1,6	2,4
Bodensee-Oberschwaben	0,4	0,6	0,9	0,8	1,0	1,2
Baden-Württemberg	10,9	15,8	21,7	10,9	15,8	21,7

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung)

5.2.4 Stromerzeugung

Tabelle 5-6: Stromerzeugung aus Windenergie in den Zielszenarien für die zwölf Regionen Baden-Württembergs

Region (alle Werte in der Einheit TWh _{el})	Potenzialabhängiger Verteilschlüssel mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)			Kombinierter Verteilschlüssel (Version 3)		
	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040	Ariadne-Szenario-BW-2040	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040	Ariadne-Szenario-BW-2040
Stuttgart	1,7	2,5	3,4	2,4	3,1	3,9
Heilbronn-Franken	8,3	12,0	16,5	5,4	9,4	14,1
Ostwürttemberg	1,4	2,0	2,8	1,5	2,2	2,9
Mittlerer Oberrhein	1,7	2,5	3,4	1,7	2,4	3,4
Rhein-Neckar	2,6	3,8	5,2	2,1	3,4	4,8
Nordschwarzwald	2,4	3,4	4,7	2,0	3,1	4,4
Südlicher Oberrhein	1,5	2,2	3,1	2,5	3,1	3,9
Schwarzwald-Baar-Heuberg	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
Hochrhein-Bodensee	0,3	0,5	0,7	1,4	1,5	1,6
Neckar-Alb	2,4	3,5	4,9	2,1	3,2	4,6
Donau-Iller	3,2	4,7	6,4	2,6	4,1	5,9
Bodensee-Oberschwaben	1,1	1,6	2,2	2,1	2,5	3,0
Baden-Württemberg	27,3	39,5	54,3	27,3	39,5	54,3

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung)

5.2.5 Exkurs zum 1,8 % Flächenziel für Windenergie in Baden-Württemberg

Tabelle 5-7: Spezifischer Flächenanteil, Potenzialausschöpfung und installierte Leistung für Windenergie in den zwölf Regionen für das 1,8 % Flächenziel in Baden-Württemberg und in Abhängigkeit der regionalen Verteilschlüssel

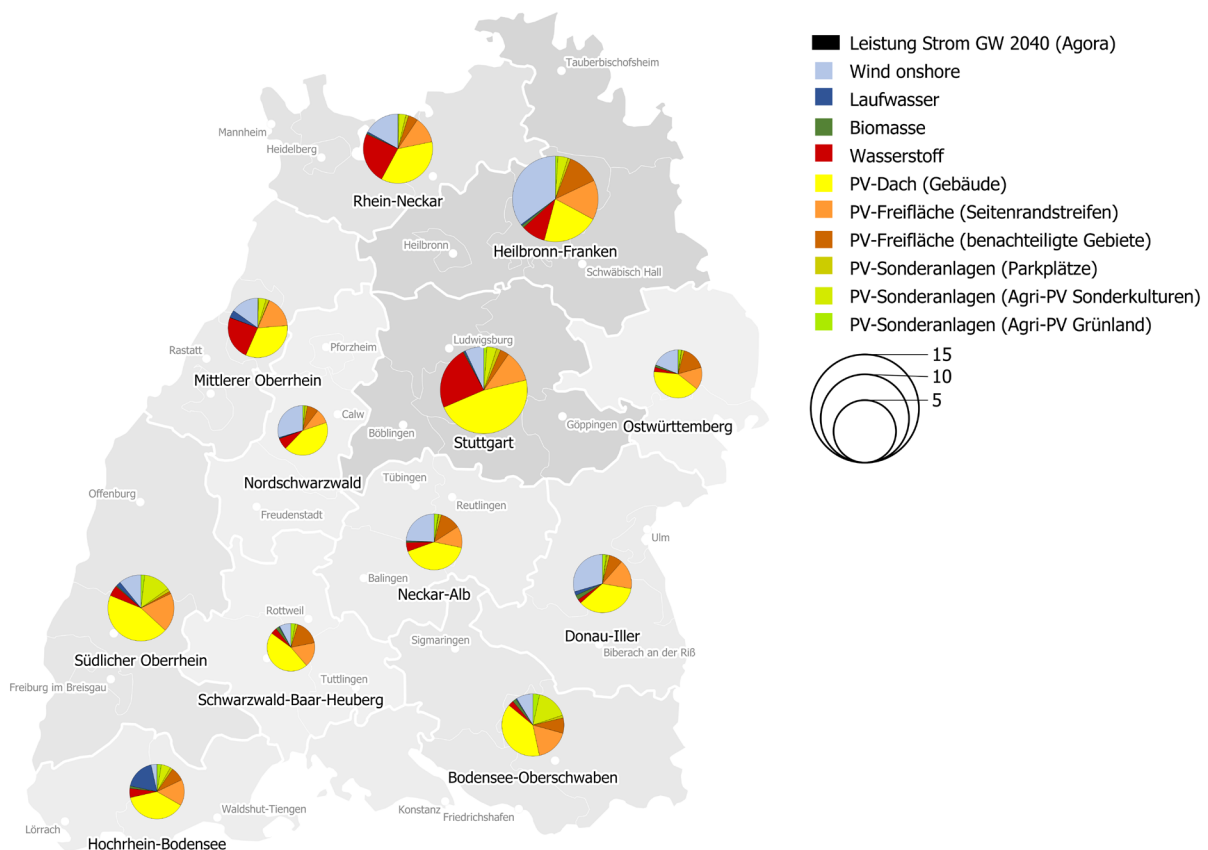
Region	Gleichmäßige Verteilung			Kombinierter Verteilschlüssel		
	Spez. Flächenanteil	Potenzial-ausschöpfung	Installierte Leistung [GW _{el}]	Spez. Flächenanteil	Potenzial-ausschöpfung	Installierte Leistung [GW _{el}]
Stuttgart	1,8 %	32,5 %	1,5	1,4 %	25,5 %	1,1
Heilbronn-Franken	1,8 %	8,7 %	1,9	3,1 %	14,8 %	3,3
Ostwürttemberg	1,8 %	23,0 %	0,9	1,7 %	21,2 %	0,8
Mittlerer Oberrhein	1,8 %	18,7 %	0,9	1,9 %	19,3 %	0,9
Rhein-Neckar	1,8 %	14,1 %	1,0	2,2 %	17,3 %	1,2
Nordschwarzwald	1,8 %	15,0 %	0,9	2,1 %	17,7 %	1,1
Südlicher Oberrhein	1,8 %	40,0 %	1,6	1,3 %	28,8 %	1,2
Schwarzwald-Baar-Heuberg	1,8 %	66,8 %	1,0	1,1 %	40,7 %	0,6
Hochrhein-Bodensee	1,8 %	124,1 %	1,1	1,0 %	66,2 %	0,6
Neckar-Alb	1,8 %	15,6 %	1,0	2,1 %	17,9 %	1,2
Donau-Iller	1,8 %	13,6 %	1,2	2,3 %	17,0 %	1,4
Bodensee-Oberschwaben	1,8 %	48,7 %	1,4	1,2 %	32,7 %	0,9
Baden-Württemberg	1,8 %	19,8 %	14,3	1,8 %	19,8 %	14,3

Quelle: Öko-Institut e.V. (eigene Berechnung)

5.3 Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung sowie Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für die verschiedenen Zielszenarien nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

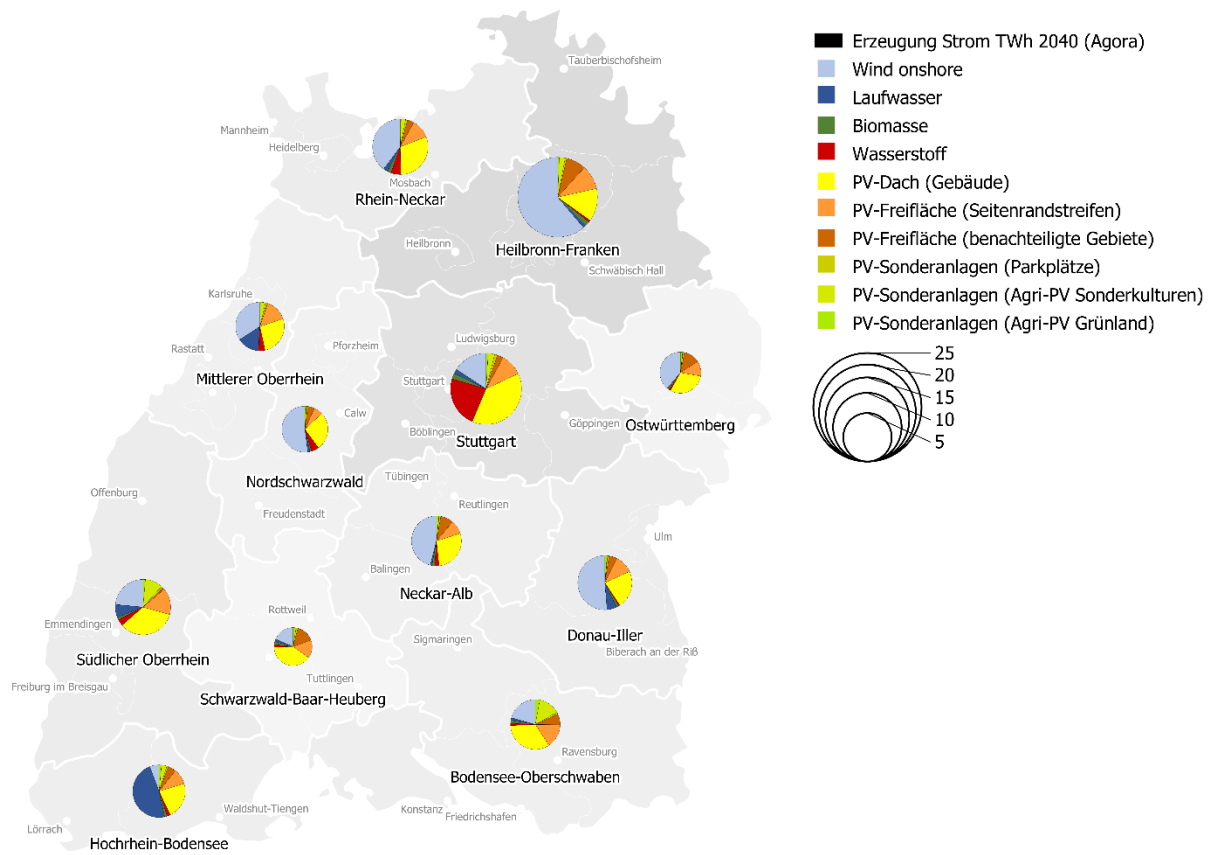
5.3.1 Agora-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-1: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

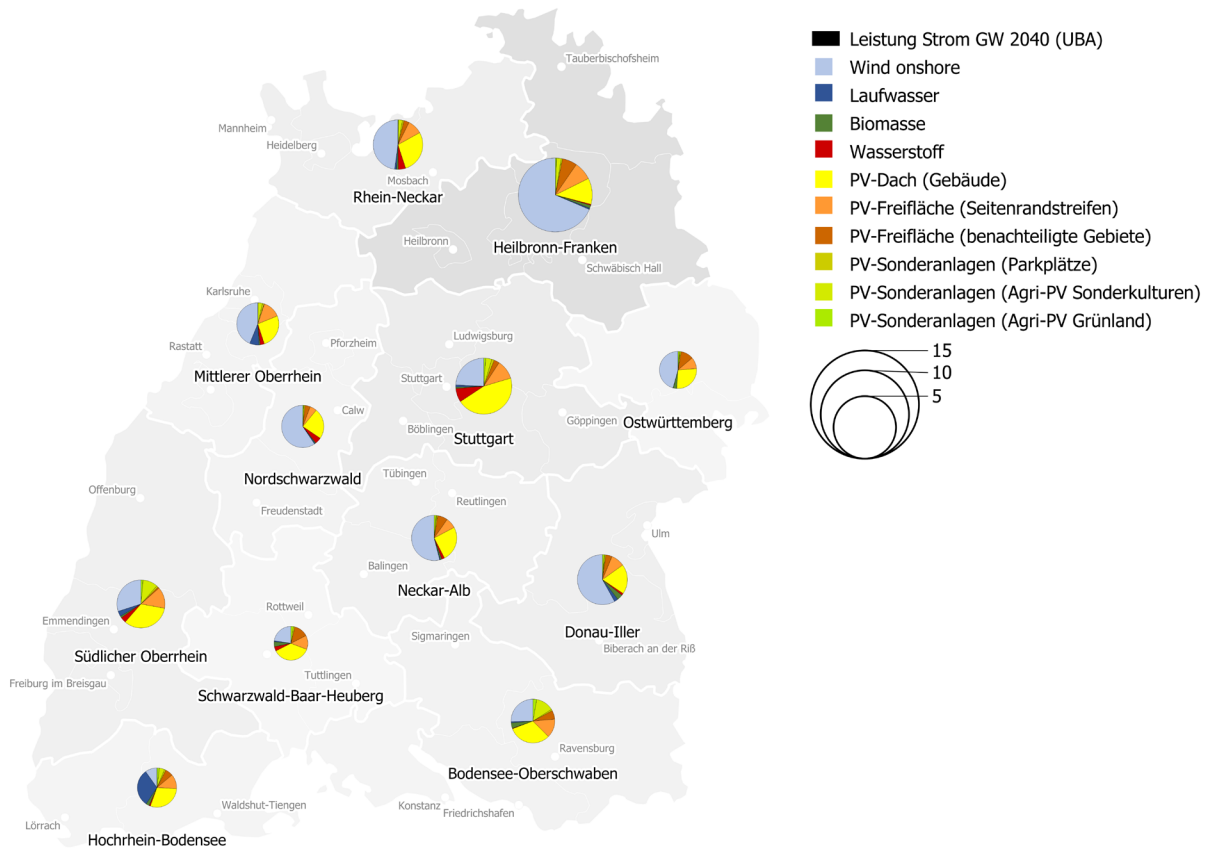
Abbildung 5-2: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

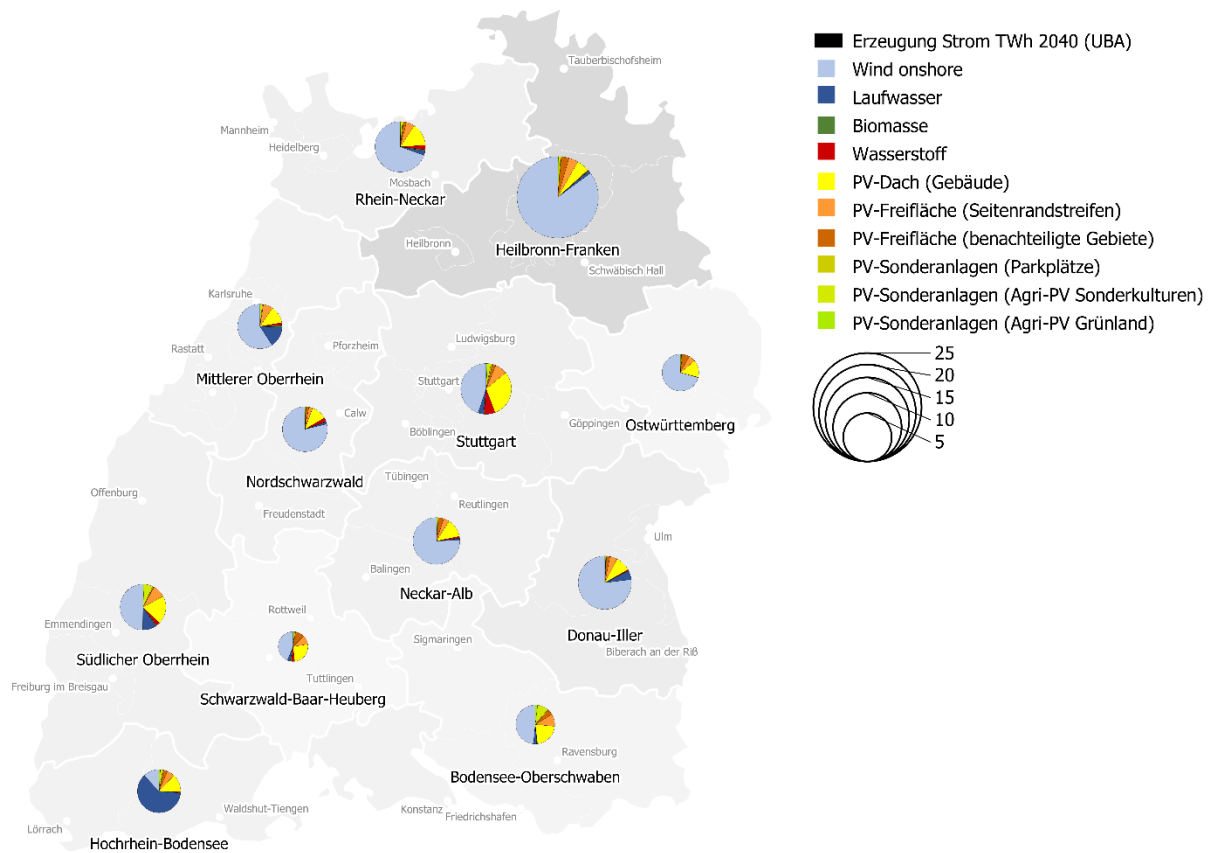
5.3.2 UBA-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-3: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

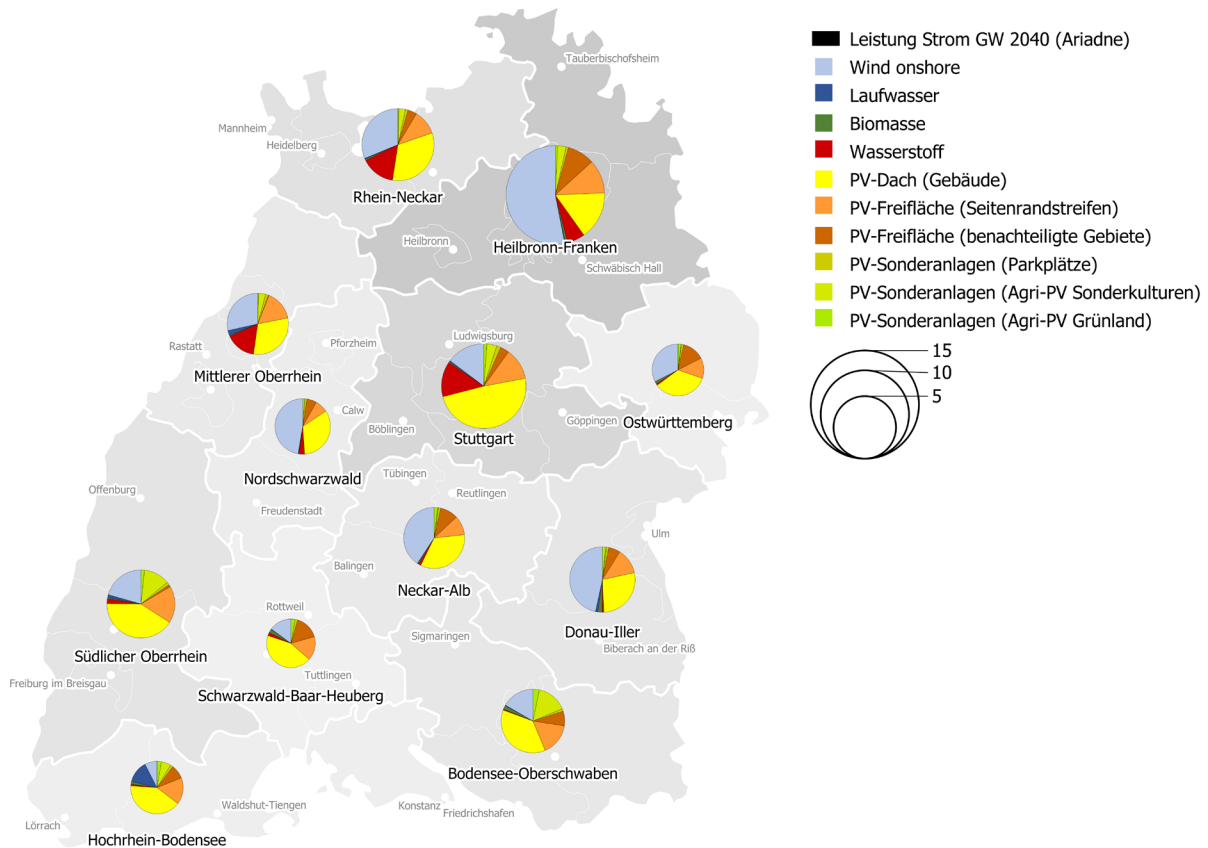
Abbildung 5-4: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

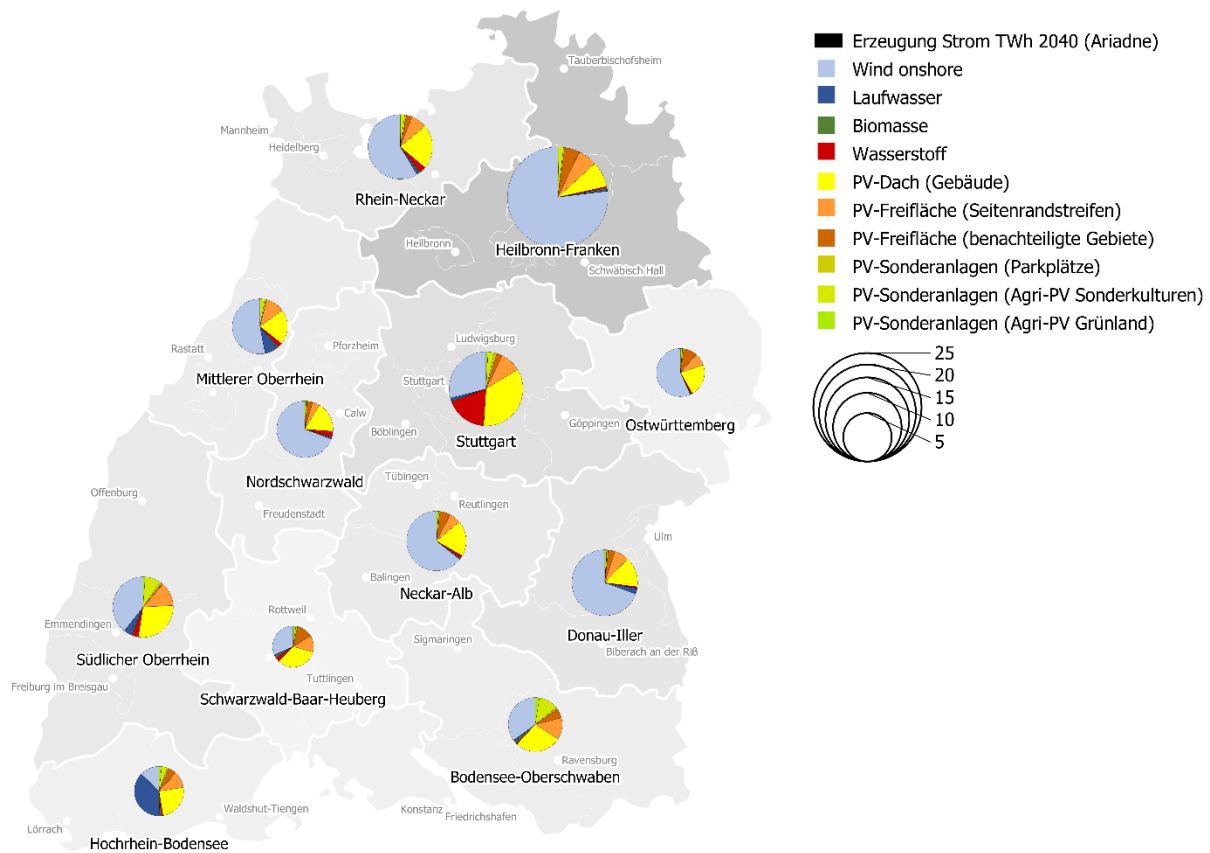
5.3.3 Ariadne-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-5: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

Abbildung 5-6: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

5.4 Ergänzende Darstellung der jährlichen Nettostromexporte und Nettostromimporte nach der Aktualisierung mit dem Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

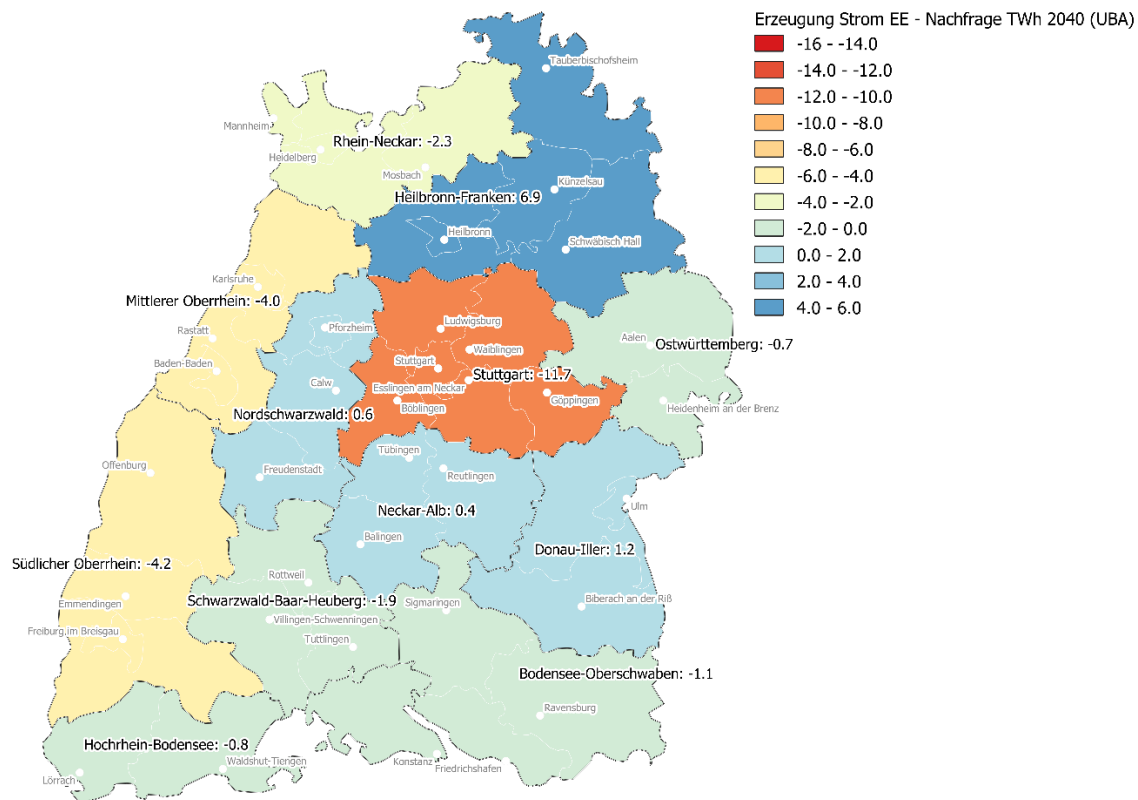
5.4.1 UBA-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-7: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „UBA-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

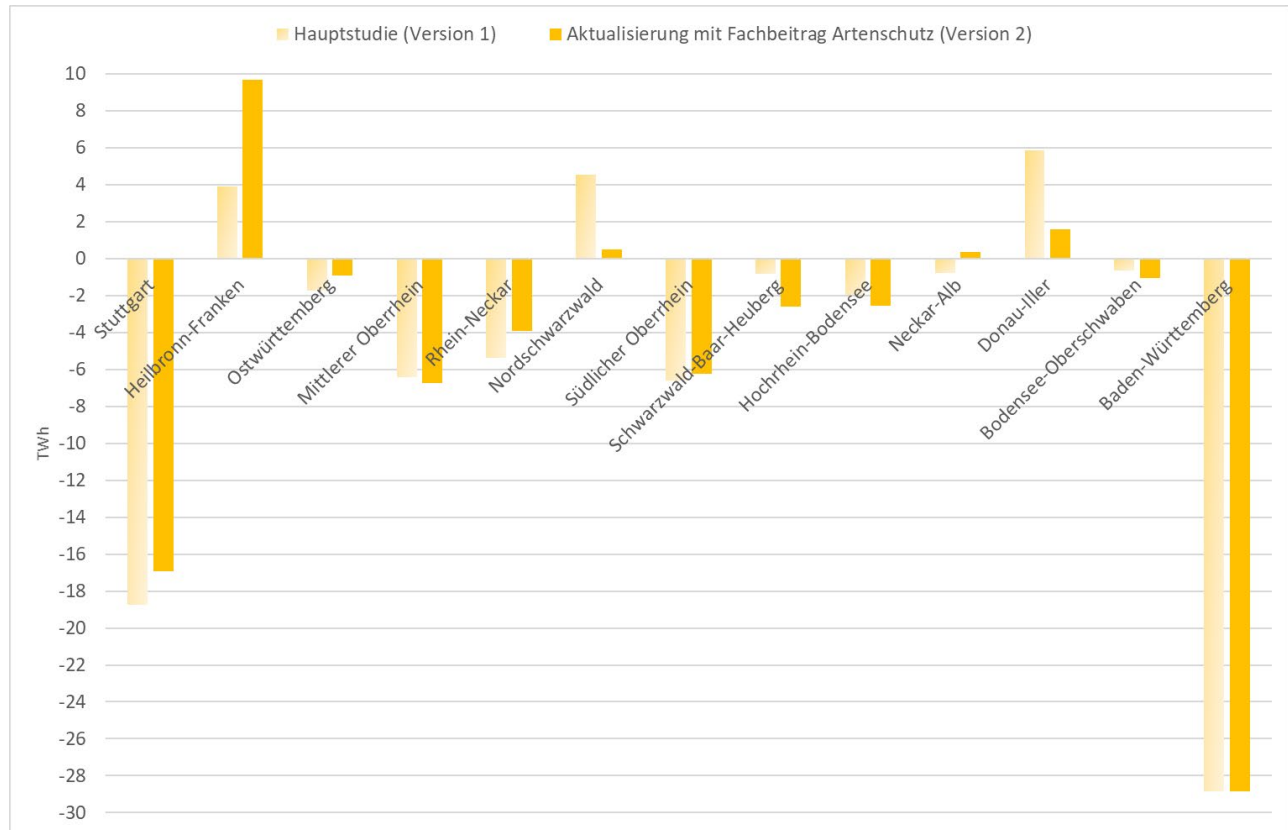
Abbildung 5-8: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040 nach der Aktualisierung mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

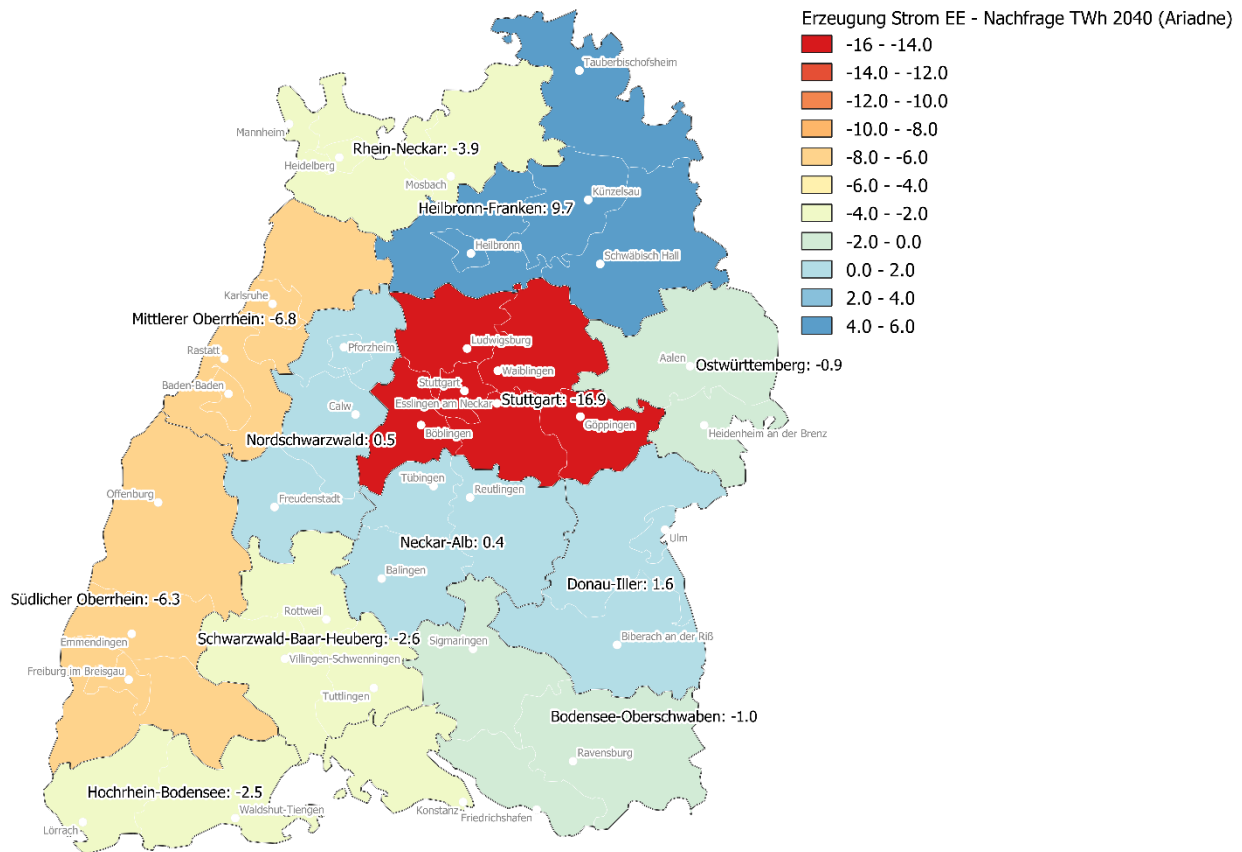
5.4.2 Ariadne-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-9: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Ariadne-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

Abbildung 5-10: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040 nach der Aktualisierung mit Fachbeitrag Artenschutz (Version 2)

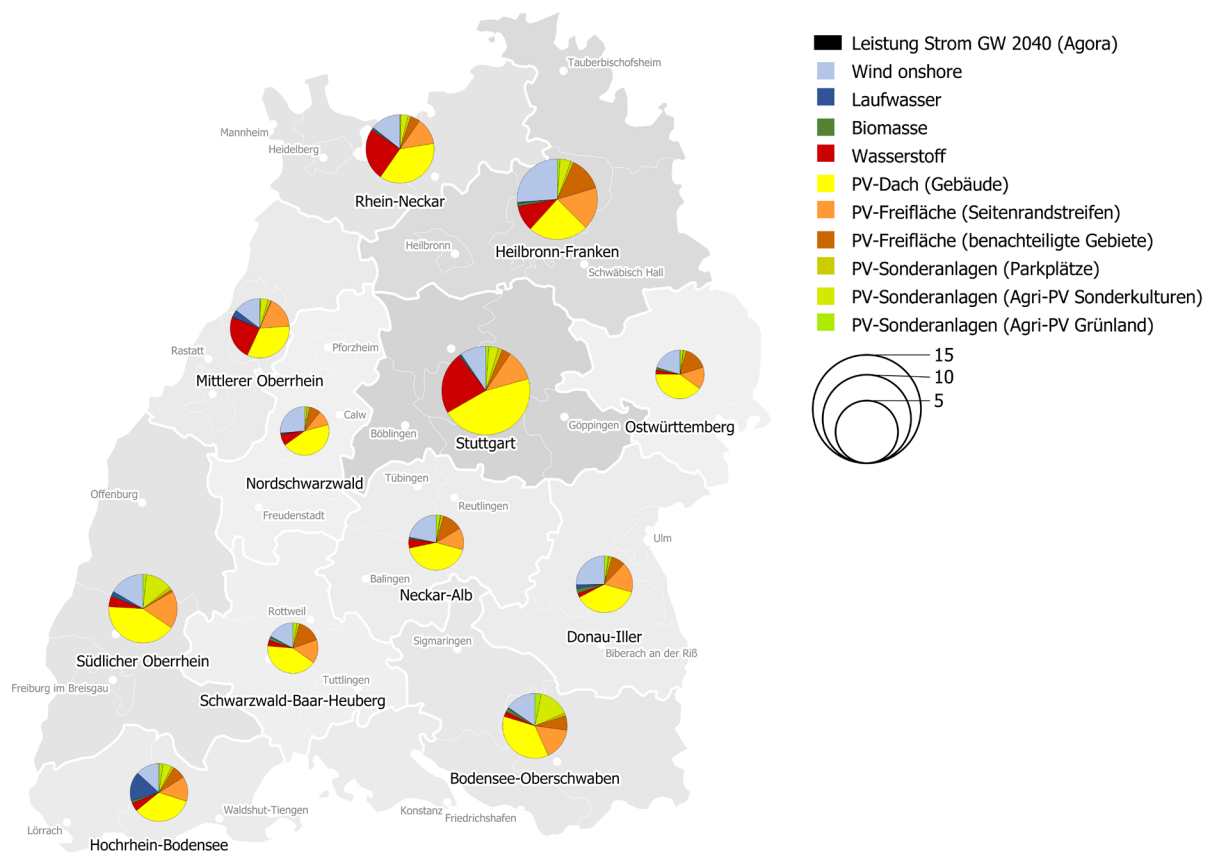


Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

5.5 Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung sowie Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für die verschiedenen Zielszenarien bei einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

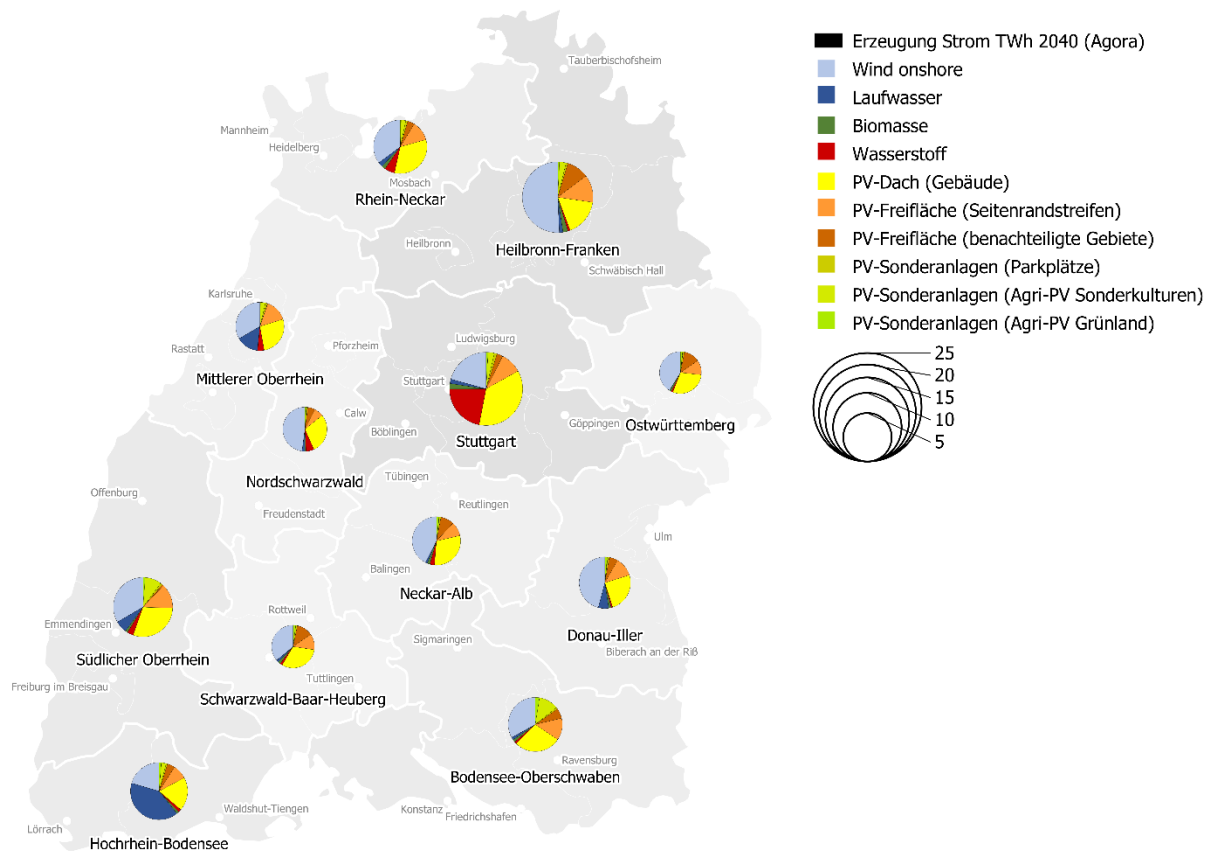
5.5.1 Agora-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-11: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

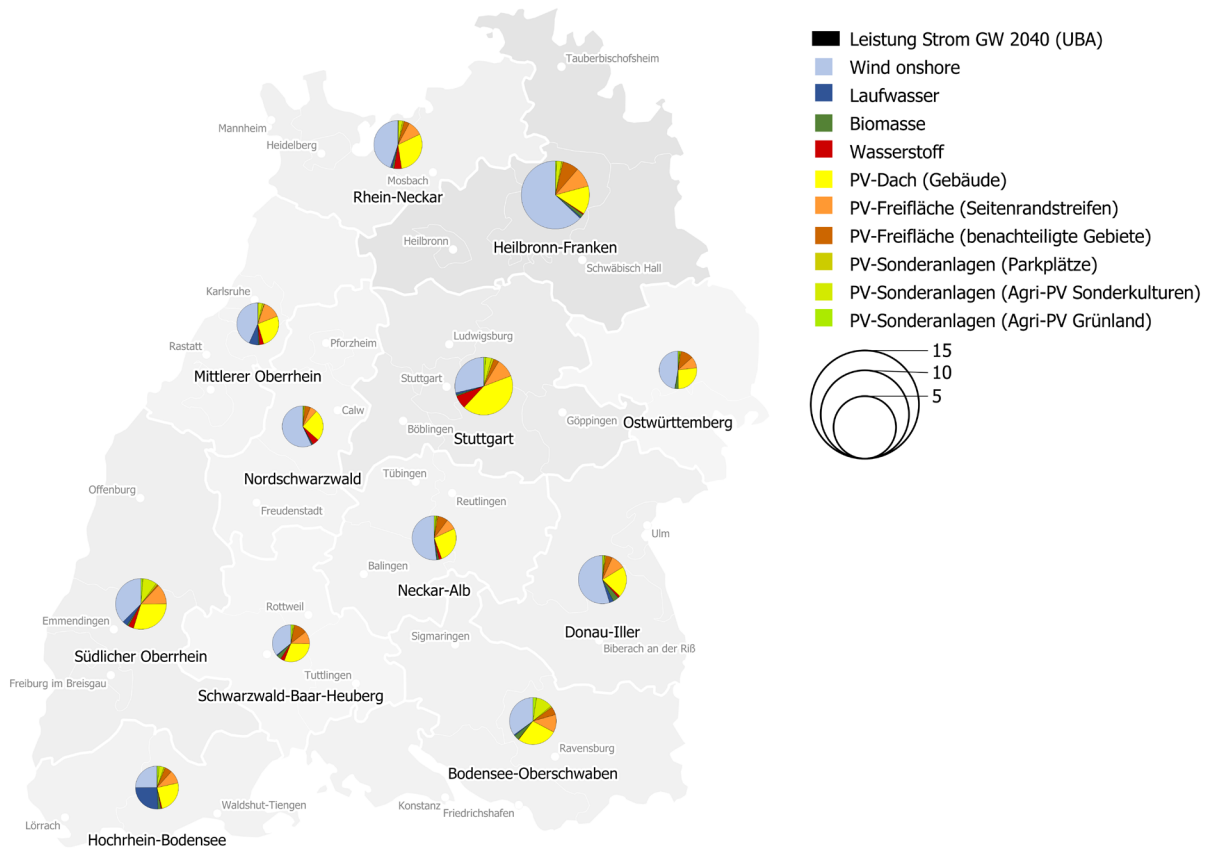
Abbildung 5-12: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Agora-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

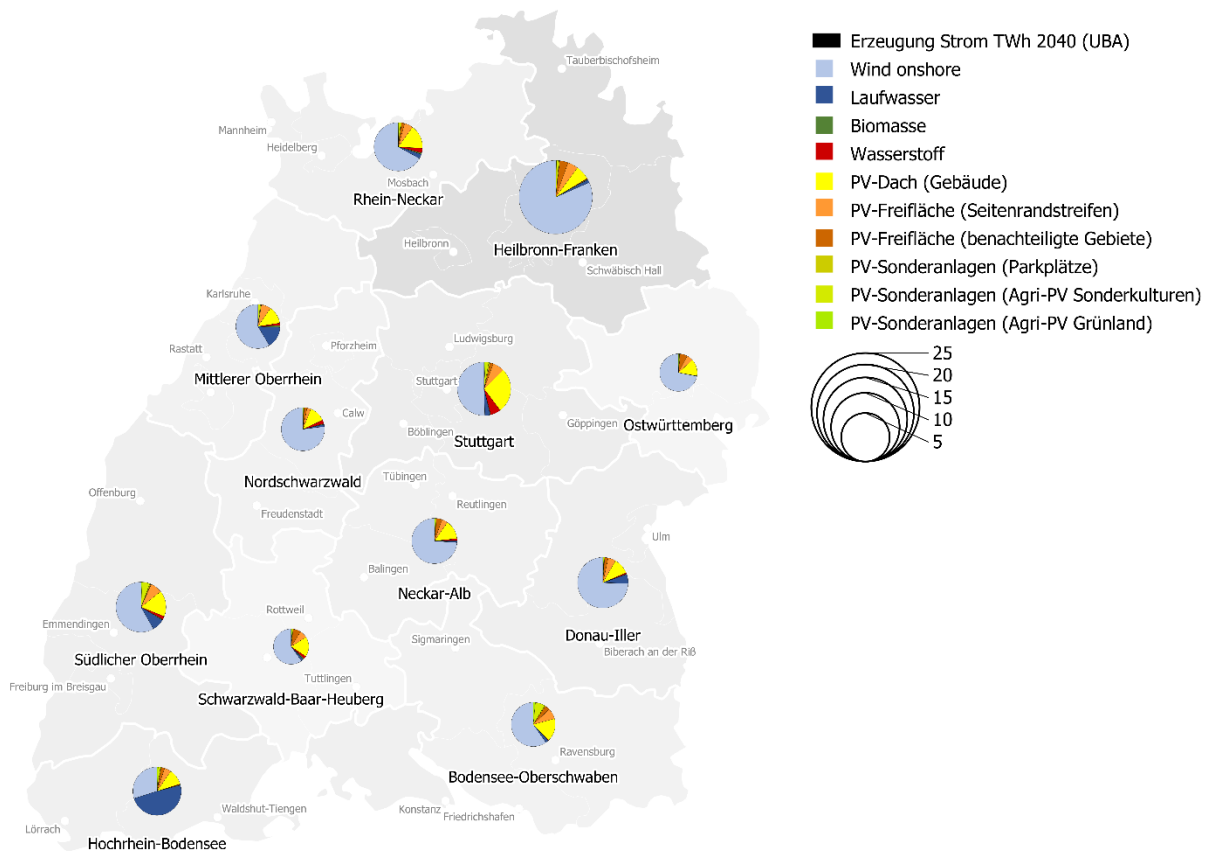
5.5.2 UBA-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-13: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

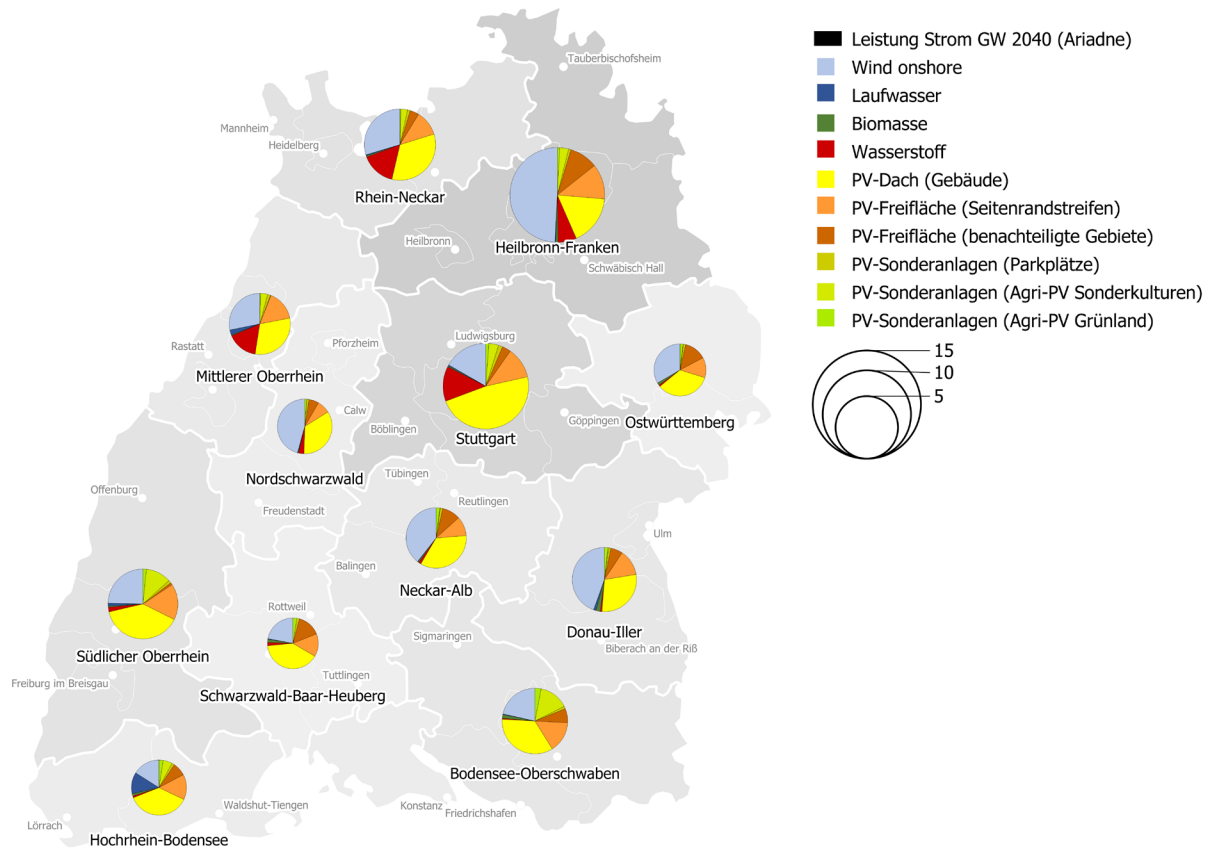
Abbildung 5-14: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

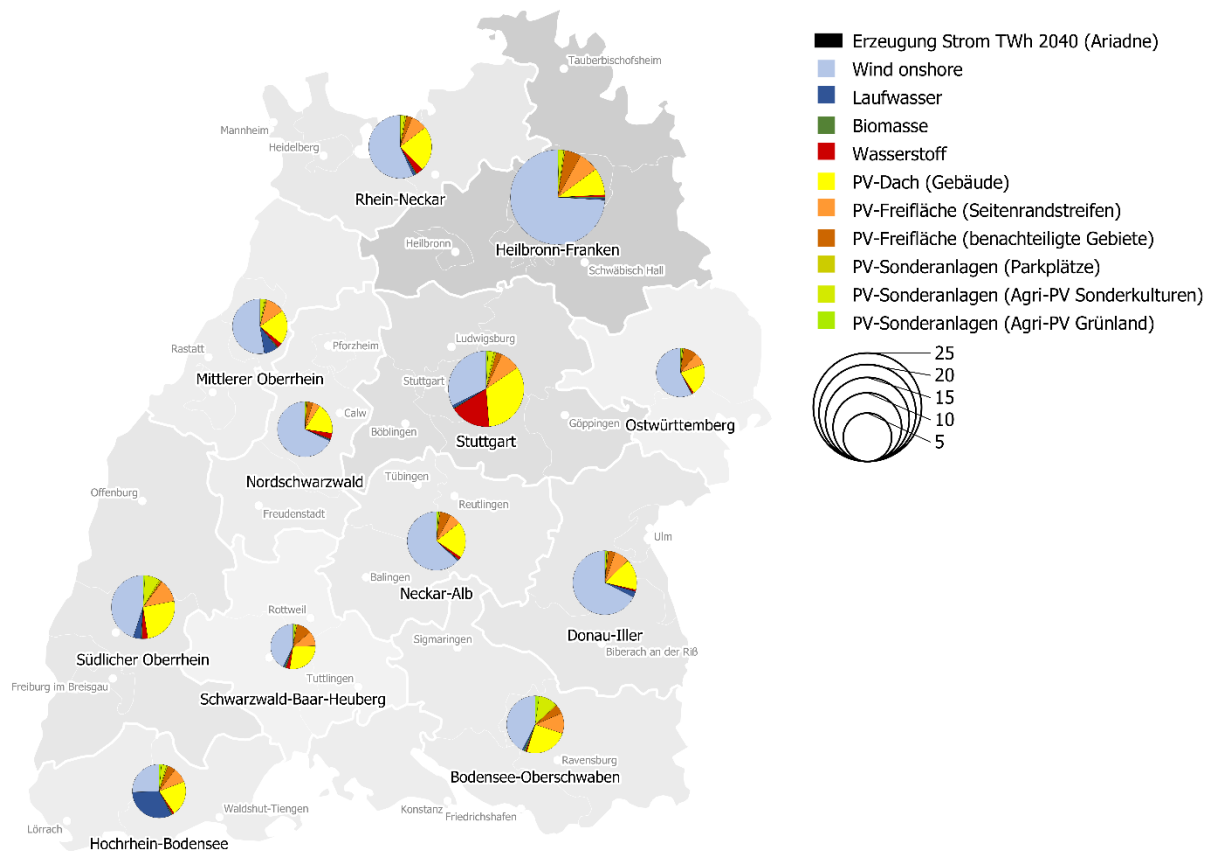
5.5.3 Ariadne-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-15: Installierte Erzeugungskapazitäten zur Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

Abbildung 5-16: Energieträgermix der Stromerzeugung in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040



Quelle: eigene Darstellung, mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)

5.6 Ergänzende Darstellung der jährlichen Nettostromexporte und Nettostromimporte mit einem kombinierten Verteilschlüssel (Version 3)

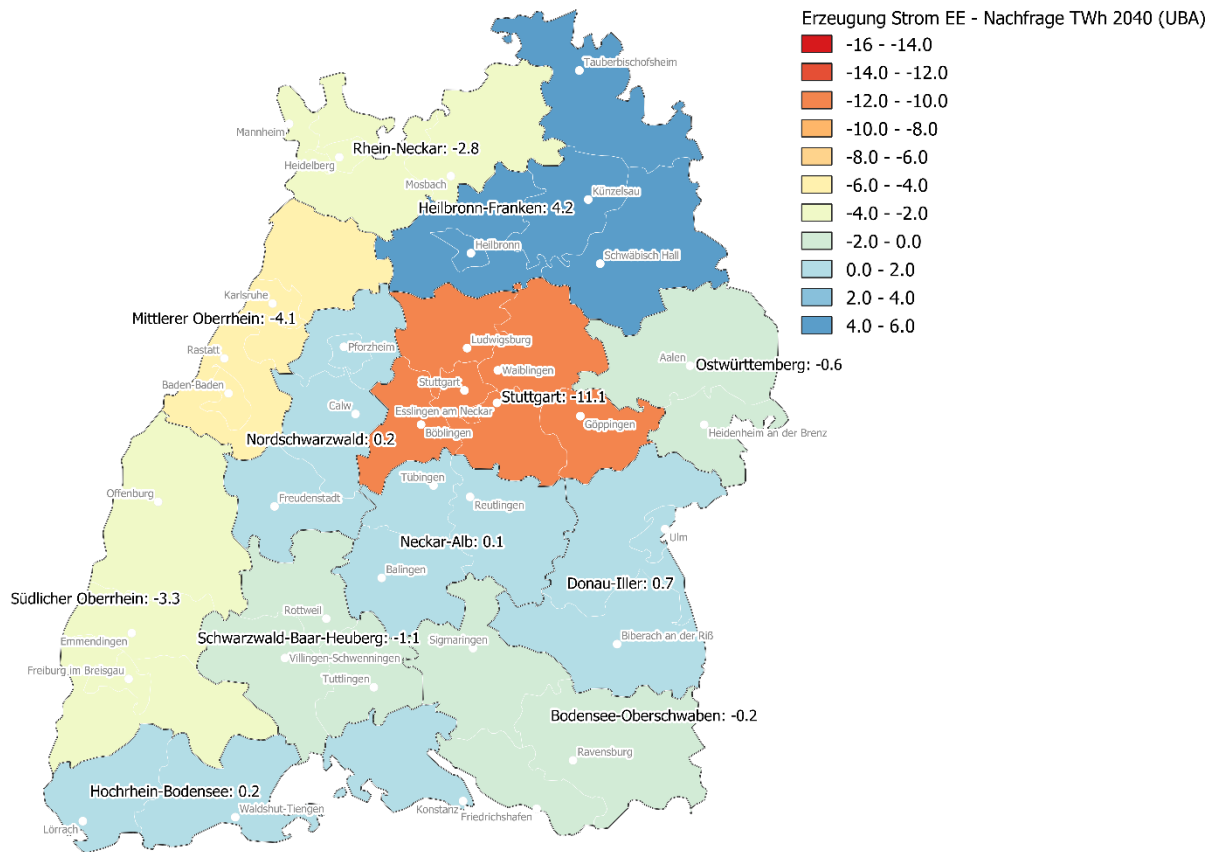
5.6.1 UBA-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-17: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „UBA-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

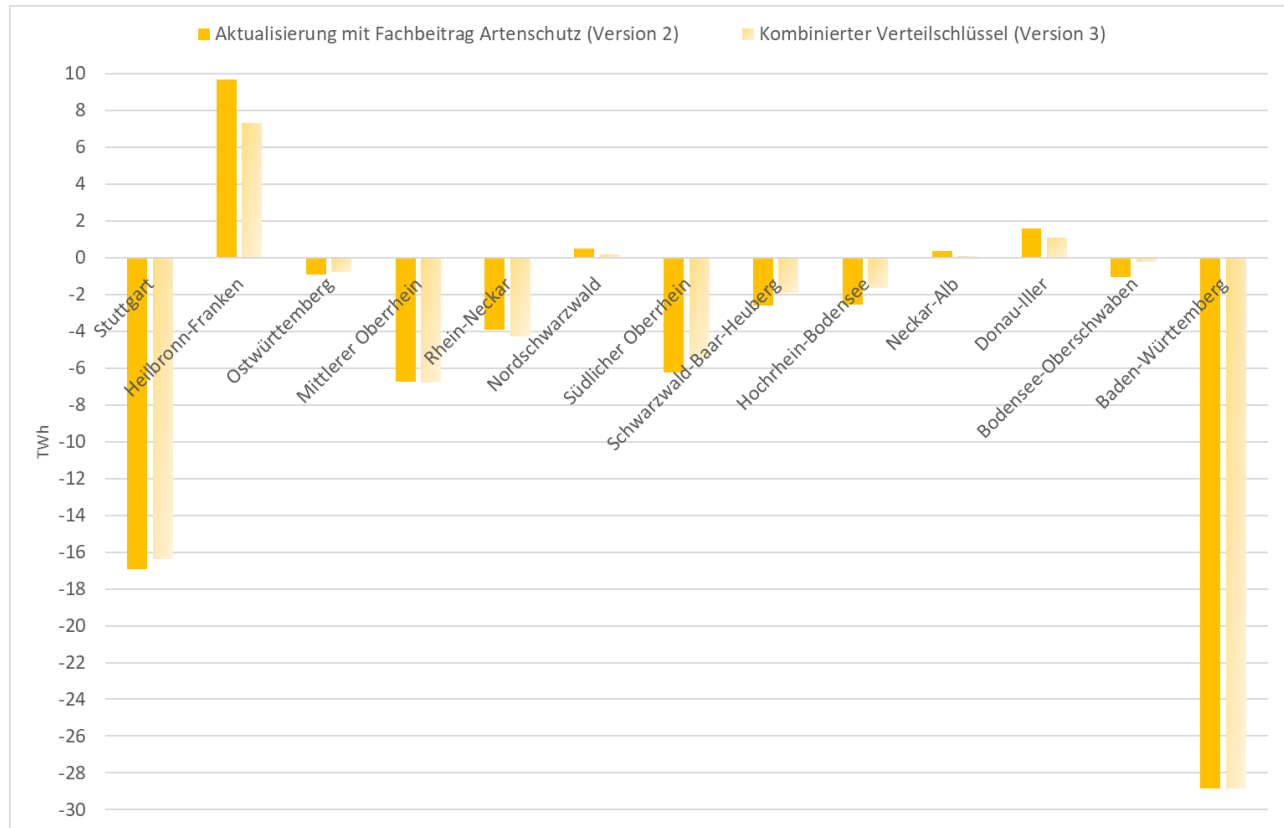
Abbildung 5-18: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das UBA-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

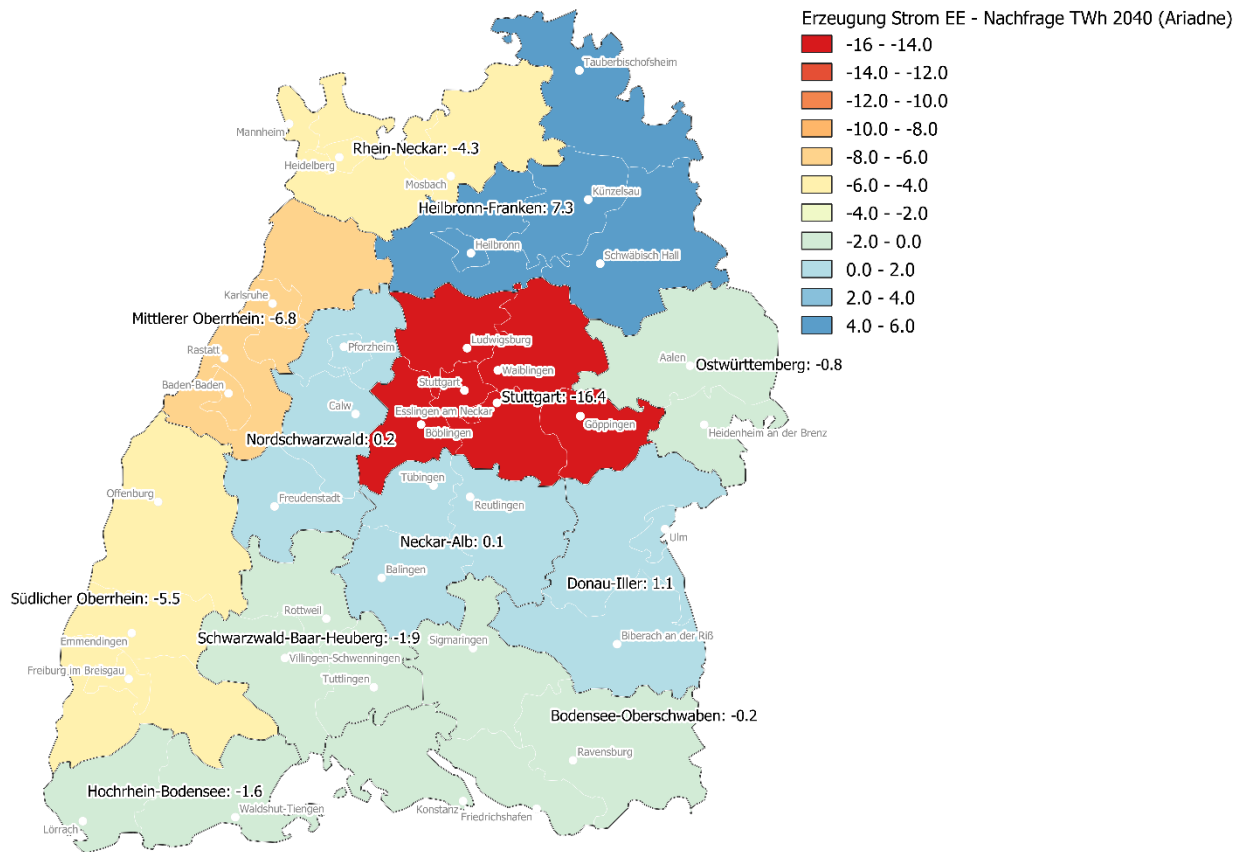
5.6.2 Ariadne-Szenario-BW-2040

Abbildung 5-19: Vergleich der Nettostromimporte und Nettostromexporte in den Regionen Baden-Württembergs im „Ariadne-Szenario-BW-2040“



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

Abbildung 5-20: Jährliche Nettostromexporte / Nettostromimporte in den zwölf Regionen Baden-Württembergs für das Ariadne-Szenario-BW-2040 mit einem kombinierten Verteilschlüssel für Windenergie (Version 3)



Quelle: eigene Darstellung, Nettostromexporte = positiver Wert, Nettostromimporte = negativer Wert

6 Literaturverzeichnis

Brinkmann, Robert; Hurst, Johanna; Kohnen, Annette; Moll, Florian; Schumm, Anja (2021): Schutzkonzept für Fledermäuse in Baden-Württemberg. Grundlagen für ein Artenhilfsprogramm für windkraftsensible Fledermausarten. Im Auftrag des NABU Baden-Württemberg und der AGF Baden Württemberg. Freiburger Institut für angewandte Tierökologie GmbH. Freiburg im Breisgau. Online verfügbar unter https://baden-wuerttemberg.nabu.de/imperia/md/content/badenwuerttemberg/2022-02-28_schutzkonzept_flederm__use_frinat.pdf, zuletzt geprüft am 09.01.2023.

Hurst, Johanna; Brinkmann, Robert; Kohnen, Annette; Moll, Florian (2021): Raumkonzept für windkraftsensible Fledermaus- und Vogelarten in Baden-Württemberg. Ausarbeitung einer gemeinsamen Sensibilitätskarte für beide Artengruppen. Im Auftrag des NABU Baden-Württemberg (nicht veröffentlicht). Hg. v. Freiburger Institut für angewandte Tierökologie (FrInaT), zuletzt geprüft am 29.06.2022.

Koch, Matthias; Ganai, Irina; Flachsbarth, Franziska; Winger, Christian; Vogel, Moritz; Bürger, Veit; Bauknecht, Dierk (2022): 100% klimaneutrale Energieversorgung – der Beitrag Baden-Württembergs und seiner zwölf Regionen. Studie im Auftrag des BUND Landesverband Baden-Württemberg. Hg. v. Öko-Institut. Freiburg. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/100-klimaneutrale-energieversorgung-der-beitrag-baden-wuerttembergs-und-seiner-zwoelf-regionen>, zuletzt geprüft am 16.11.2022.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW); Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hg.) (2022): Energieatlas Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://www.energieatlas-bw.de/energieatlas>.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (Hg.) (2022): Hinweise zur Erfassung und Bewertung von Auerhuhnvorkommen bei der Genehmigung von Windenergieanlagen. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Themenportal/Energie/Hinweise-Erfassung-Bewertung-Auerhuhnvorkommen-Genehmigung-WEA.pdf>, zuletzt geprüft am 11.01.2023.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW); Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) (Hg.) (2022): Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie. Planungshilfe erarbeitet im Auftrag der AG Natur- und Artenschutz im Rahmen der landesweiten Task Force zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Stuttgart, Karlsruhe. Online verfügbar unter https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Pressemitteilungen/2022/20221031-Fachbeitrag-Artenschutz-Regionalplanung-nicht-barrierefrei.pdf, zuletzt geprüft am 16.11.2022.