
Windenergieplanung des Kantons Zürich

Richtplanteilrevision Energie



Fachkommentar zur Nutzwertanalyse und Interessenabwägung des Grundlagenberichts zur Phase 2 der Windenergieplanung Kanton Zürich

Nr. 4052



Winzeler + Bühl | Raumplanung und Regionalentwicklung

Rheinweg 21 | 8200 Schaffhausen | Tel. 052 624 32 32 | info@regional-entwicklung.ch | www.regionalentwicklung.ch

Impressum

Verfasser

Herbert Bühl, Dipl. Natw. ETH/SIA

Winzeler + Bühl

Rheinweg 21

8200 Schaffhausen

Schaffhausen, 21. Oktober 2024

Bild Titelseite: 3.3 MW-Windturbinen Verenafohren D (über der Gräate, Merishausen SH)

Inhalt

1	Ausgangslage.....	5
2	Anforderungen an die Richtplanung bei der Windenergieplanung	6
3	Ermittlung und Bewertung der Nutzungsinteressen im Grundlagenbericht 24	8
3.1	Einleitung.....	8
3.2	Die Bewertung des Produktionspotenzials.....	8
3.3	Bewertung der Anlageneffizienz.....	9
3.4	Bewertung der Erschliessung	11
3.5	Gesamtbewertung des Nutzens	12
4	Die leistungsbeeinflussenden Faktoren von Windenergieanlagen	13
5	Technisch geeignete Standorte für die Produktion von Windstrom	14
5.1	Das globale Windsystem.....	15
5.2	Lokale Windsysteme	15
5.3	Rauigkeit der Erdoberfläche	15
5.4	Orographie des Geländes	17
5.5	Dichte der Luft.....	17
5.6	Die Charakteristik von Eignungsgebieten in der Schweiz	17
6	Ertragscharakteristik der zur Festsetzung im Richtplan vorgesehenen Standorte.....	19
6.1	Brutto-Energieertrag auf der Basis Windatlas und Netto-Energieertrag gemäss Grundlagenbericht ..	19
6.2	Mittlere Windgeschwindigkeiten.....	21
6.3	Standorte im Wald.....	21
7	Kritik der Nutzenbewertung	21
8	Ermittlung und Bewertung der Schutzinteressen im Grundlagenbericht 24.....	22
8.1	Der Bewertungsansatz des Grundlagenberichts 24 bei der Bewertung von Schutzinteressen	22
8.2	Lärmschutzpuffer um Siedlungen und Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen	23
8.3	Ausschlussgebiete ohne Interessenabwägung	25
8.4	Grundsätzliche Ausschlussgebiete.....	29
8.5	Gebiete mit Interessenabwägung bei nationalem Interesse an der geplanten WEA	36
8.6	Vorbehaltsgebiete	38
9	Kritik der Bewertung der Schutzinteressen	45
10	Das Ergebnis der Nutzwertanalyse, die Interessenabwägung im Grundlagenbericht 24 und Fazit... 45	45

Anhang

Beilage

Beilagentabelle: Windenergieplanung im Kanton Zürich, Plausibilisierung der Ermittlung und Bewertung der Nutzungsinteressen

Häufig verwendete Abkürzungen:

GWh	Gigawattstunden
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunden
m³	Kubikmeter
MW	Megawatt
s	Sekunden
Ws	Wattsekunden
WEA	Windenergieanlage

1 Ausgangslage

Die Baudirektion des Kanton Zürich führt vom 2. Juli bis zum 31. Oktober 2024 ein Mitwirkungsverfahren zur Richtplanteilrevision Energie durch.¹ Die Teilrevision betrifft u. a. die Windenergieplanung. Als fachliche Grundlage liess die Baudirektion zwei Grundlagenberichte erarbeiten. Der erste Bericht datiert aus dem Jahr 2022 (*Grundlagenbericht 22*).² Er beinhaltet im Wesentlichen eine flächendeckende Windmodellierung für das Kantonsgebiet und eine räumliche Negativplanung. Der zweite, im Juni 2024 veröffentlichte Bericht (*Grundlagenbericht 24*) beinhaltet eine Positivplanung mit einer Bewertung von 51 Potenzialgebieten hinsichtlich ihrer Nutzungseignung und ihres Schutzbedarfs und soll als Grundlage für die raumplanerische Interessenabwägung anlässlich der Richtplanteilrevision Energie dienen.³

Insgesamt wurden im *Grundlagenbericht 24* 51 Potenzialgebiete untersucht.⁴ Für jedes Potenzialgebiet liegt ein Steckbrief vor. Er beinhaltet einen Lagebeschrieb, die Angabe der betroffenen Gemeinden, thematische Karten zur mittleren Windgeschwindigkeit 100 m ü. G. und zur Lage von Schutzgebieten, Angaben zur Anlagengrösse und -Anzahl sowie zur Produktionserwartung und schliesslich zur Logistik und zu Interessen, die der Realisierung von Windenergieanlagen (WEA) entgegenstehen können.⁵

Die Bewertung, sowohl der Nutzungsinteressen als auch der Schutzinteressen, der untersuchten Potenzialgebiete erfolgte im *Grundlagenbericht 24* mittels einer Nutzwertanalyse.

Die für die Bewertung der Nutzaspekte angewandte Methodik wird im *Grundlagenbericht 24* im Kap. 6.1 erläutert.⁶ Die Tabelle 12 des *Grundlagenberichts 24* enthält die Bewertungsergebnisse. Deren Plausibilität erschliesst sich dem Leser/der Leserin nur schwer. Aus diesem Grund haben wir eine Analyse der Nutzenbewertung durchgeführt. Sie wird nachfolgend im Kapitel 3 erörtert. In Kapitel 4 dieses Beitrags werden die leistungsbeeinflussenden Faktoren von WEA diskutiert und in Kapitel 5 die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen für die Evaluation technisch geeigneter Standorte aus einer gesamtschweizerischen Perspektive gezogen. In Kapitel 6 werden die zur Festsetzung im Richtplan des Kantons Zürich vorgeschlagenen Potenzialgebiete hinsichtlich ihres Ertragspotenzials beleuchtet. Kapitel 7 enthält eine Kritik der Nutzenbewertung.

Die Methodik der Bewertung der Schutzinteressen wird im *Grundlagenbericht 24* im Kap. 6.2 erläutert.⁷ Die Tabelle 13 des *Grundlagenberichts 24* enthält die Bewertungsergebnisse. Wir haben auch eine Analyse der Bewertung der Schutzinteressen durchgeführt. Sie wird im Kapitel 8 diskutiert und in Kapitel 9 zusammenfassend kritisch hinterfragt. In einem abschliessenden Kommentar legen wir im Kapitel 10 dar, weshalb die im *Grundlagenbericht 24* durchgeführte Standortevaluation zu hinterfragen ist.

Einführend äussern wir uns im nachstehenden Kapitel 2 zu den gestiegenen Anforderungen an die Richtplanung bei der Windenergieplanung.

¹ Schreiben der Baudirektion des Kantons Zürich vom 1. Juli 2024, Kantonaler Richtplan, Teilrevision Energie und zugehörige Änderung Energiegesetz; Anhörung und öffentliche Auflage sowie Vernehmlassung vom 2. Juli bis 31. Oktober 2024.

² Basler + Hofmann AG, Windenergie Kanton Zürich, Planerische Grundlagen zur Richtplananpassung – Grundlagenbericht, Dezember 2022.

³ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Windenergieplanung Kanton Zürich, Grundlagenbericht zur Phase 2: Bewertung und Interessenabwägung, Burgdorf. Auftraggeber: Baudirektion des Kantons Zürich.

⁴ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, Nummerierung 1 - 26 und 28 - 52.

⁵ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Windenergieplanung Kanton Zürich, Steckbriefe der Potenzialgebiete.

⁶ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 10 - 13.

⁷ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 13 - 17.

2 Anforderungen an die Richtplanung bei der Windenergieplanung

Der Bund hat seine Ziele bezüglich des Ausbaus der Windenergie im Konzept Windenergie dargelegt.⁸ Es soll den Kantonen als Grundlage für ihre Planungen dienen, um die massgebenden, in der Energiestrategie 2050 formulierten Bundesinteressen angemessen berücksichtigen zu können.⁹

Die Kantone haben in ihrer Richtplanung gemäss Art. 8b RPG bzw. Art. 10 Abs. 1 EnG, unter Beachtung des Konzepts Windenergie die für die Windkraft geeigneten Gebiete, allenfalls auch freizuhaltende Gebiete auszuscheiden (Positiv- bzw. Negativplanung). Sie haben hierbei gemäss dem Konzept die Ausbaupläne des Bundesrats im Bereich der Windenergie und die Richtwerte der Energiepolitik bzw. die Ziele der Energiestrategie 2050 hinreichend zu berücksichtigen¹⁰

Art. 6 Abs. 2 Bst. b^{bis} RPG¹¹ verlangt von den Kantonen, dass sie für die Erstellung ihrer Richtpläne zuvor Grundlagen erarbeiten, in denen sie feststellen, welche Gebiete sich für die Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien eignen. Eine Standortplanung (bei grossen Einzelanlagen) oder Gebietsplanung (bei Windparks) auf Richtplanebene ist deshalb stufengerecht, weil es auf den Planungsebenen darunter an der nötigen räumlichen Gesamtoptik fehlt und keine grossflächige Suche nach Alternativen mehr gewährleistet ist.¹²

Der mit dem Erlass des Bundesgesetzes für eine sichere Stromversorgung neu ins Energiegesetz eingefügte Art. 10 Abs. 1^{ter} verlangt von den Kantonen ausdrücklich, bei der Festlegung der Eignungsgebiete für Solar- und Windkraftanlagen im Richtplan, die Interessen des Landschaft- und Biotopschutzes und der Walderhaltung sowie die Interessen der Landwirtschaft, insbesondere des Kulturlandschutzes und des Schutzes der Fruchtfolgeflächen zu berücksichtigen. Dadurch sind die Anforderungen an die Richtplanung gestiegen.

Breite und Tiefe der Interessenermittlung und der nachfolgenden Interessenabwägung richten sich nach Funktion und Tragweite des jeweils beanspruchten Planungsinstruments und den absehbaren Auswirkungen des Planeintrags.¹³

Die Interessenermittlung auf der Stufe Richtplan muss in einer Tiefe erfolgen, die es allgemein erlaubt Alternativen und Varianten zu prüfen (Art. 2 Abs. 1 Bst. b der Raumplanungsverordnung, RPV¹⁴).¹⁵ Auf der Planungsebene des Richtplans sind die Handlungsspielräume noch gross. Die Festsetzung von geeigneten Gebieten im Richtplan setzt voraus, dass schwerwiegende räumliche Konflikte mit Schutzinteressen erkannt worden sind, und dafür die notwendigen Grundlagen zur Verfügung standen.¹⁶ Bei der erforderlichen Interessenabwägung sind jedenfalls die öffentlichen Interessen von nationalem Interesse zu berücksichtigen. Dazu gehören auch das Interesse an der

⁸ Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen, Bern.

⁹ Ursprüngliche Fassung der Energiestrategie 2050 in: Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 (Revision des Energierechts) und zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)» (AS13.074).

¹⁰ Vgl. Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen, Bern, S. 26.

¹¹ Raumplanungsgesetz, SR 700.

¹² Vgl. KASPAR PLÜSS (2017): Interessenabwägung beim Bau von Wasser- und Windkraftanlagen, Zürich; RZ 265 ff und 269 ff.

¹³ Vgl. PIERRE TSCHANNEN, Interessenabwägung bei raumwirksamen Vorhaben, URP 2018 S. 122.

¹⁴ SR700.1.

¹⁵ Vgl. PIERRE TSCHANNEN, Interessenabwägung bei raumwirksamen Vorhaben, URP 2018 S. 123.

¹⁶ Vgl. Votum BR Röstli am 14.3.2023 im NR bei der Beratung des Bundesgesetzes für eine sichere Stromversorgung (Mantellerass).

ungeschmälerter Erhaltung, jedenfalls aber der grösstmöglichen Schonung, der Inventarobjekte nach Art. 5 NHG und am Schutz gefährdeter und national prioritärer Arten (Art. 78 Abs. 4 BV¹⁷), die ein Konfliktpotenzial mit WEA aufweisen.¹⁸ Ob WEA in einem BLN-Objekt zu stehen kommen, wird auf der Stufe Richtplan entschieden, ebenso wird mit der Festsetzung eines Eignungsgebietes im Richtplan vorgespurt, in welchem Ausmass WEA dereinst eine Kollisionsgefahr für geschützte und gefährdete bzw. prioritäre Vogel- und Fledermausarten bilden.

Die Abklärungen auf Richtplanebene müssen daher konsequenterweise in einer Tiefe erfolgen, die es erlaubt, technische Potenzialgebiete (windgünstige, erschlossene bzw. leicht erschliessbare Gebiete) räumlich differenziert zu arrondieren, um Bereiche auszuschliessen, die aufgrund schwerwiegender Konflikte mit Schutzanliegen nicht weiterverfolgt werden sollen, und unter den verbleibenden Perimetern die am besten geeigneten auszuwählen.

Aus den obigen Ausführungen wird klar, dass die Planungsgrundlagen in einer hinreichenden räumlichen Auflösung verfügbar sein müssen und in Bezug darauf aussagekräftig sind. Für die Abschätzung der Windhöflichkeit stellt der Windatlas mittlere Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen in einem Hektarraster zur Verfügung.¹⁹ Der Kanton Zürich hat für die Windenergieplanung auf Stufe Richtplan ein eigenes Windmodell berechnen lassen. Dieses liefert mittlere Windgeschwindigkeiten in einem 50 m x 50 m-Raster.²⁰ Daher scheint es angemessen, sich auf der Ebene der Richtplanung auch bei der Grundlagenerhebung der Schutzinteressen an einer ähnlichen räumlichen Auflösung zu orientieren, die es erlaubt, Schutzinteressen räumlich differenziert zu berücksichtigen.

In der Planungspraxis lassen sich die obigen Anforderungen bei der Suche nach Eignungsgebieten beispielsweise mit folgendem methodischen Vorgehen erfüllen:

- Für das Planungsgebiet (Kanton) erfolgt eine flächendeckende, kriteriengestützte Evaluation der technischen Potenzialgebiete.
- Ebenso werden im Planungsgebiet flächendeckend diejenigen Gebiete festgestellt, in welchen Turbinenstandorte für Windenergieanlagen per Gesetz ausgeschlossen sind oder die aufgrund einer gesetzlich stark eingeschränkten Interessenabwägung sowie wegen völkerrechtlicher Vereinbarungen auszuschliessen sind.
- Aus der Überlagerung der technischen Potenzialgebiete und der Ausschlussgebiete lassen sich mögliche Eignungsgebiete herausfiltern. In diesen Gebieten können nachwievor der Windenergienutzung entgegenstehende Interessen bzw. Vorbehalte entgegenstehen. Sie stellen aber keine Ausschlussgründe dar und lassen sich in einer Nutzwertanalyse, wie auch das technische Potenzial, kriteriengestützt gewichten. Das Instrument der Nutzwertanalyse bzw. die Gewichtung der Kriterien, stellt eine nachvollziehbare Interessenermittlung sicher.
- Im Rahmen der Interessenabwägung erfolgt eine begründete Auswahl von möglichen Eignungsgebieten, die als Eignungsgebiete im Richtplan festgesetzt werden. Dabei sind namentlich die Interessen an der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien gemäss Art. 12 EnG und die Schutzinteressen gemäss Art. 10 Abs. 1^{ter} EnG zu berücksichtigen. Die Interessenabwägung hat sich auf normativ zugestandene Handlungsspielräume zu beschränken. Innerhalb dieser gilt

¹⁷ SR 101.

¹⁸ Vgl BGer 1C_573/2018 vom 24. November 2021, E2, 5.3 und 13.3

¹⁹ Bundesamt für Energie, BFE (2020): Windatlas Schweiz: Jahresmittel der modellierten Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Minimales Geodatenmodell, Version 1.0, 21.10.2020.

²⁰ Basler + Hofmann AG, Windenergie Kanton Zürich, Planerische Grundlagen zur Richtplananpassung – Grundlagenbericht, Dezember 2022.

auf der Richtplanstufe die prinzipielle Gleichrangigkeit der verschiedenen Interessen.²¹ Der Abwägungsprozess erlaubt nicht ein beliebiges Argumentieren. Er darf nur Interessen berücksichtigen, die in der Verfassung, im Gesetz und auf Verordnungsebene einen Rückhalt haben.²²

3 Ermittlung und Bewertung der Nutzungsinteressen im Grundlagenbericht 24

3.1 Einleitung

Die Datengrundlage für die Nutzwertanalyse erschliesst sich aus der Tabelle 12 des *Grundlagenberichts 24* und aus den Steckbriefen der Potenzialgebiete.²³ Ein Vergleich der Anlagendaten der Tabelle 12 des *Grundlagenberichts 24* mit den Daten der Steckbriefe zeigt, dass für die Standorte Nr. 15 (Zünikon) und 34 (Uerzlikon) widersprüchliche Angaben gemacht werden. Wir erachten für Zünikon einen Produktionswert von 32 GWh/Jahr als plausibel und für Uerzlikon einen solchen von 22 GWh/Jahr.²⁴

Bei der Ermittlung der Nutzinteressen wurden im *Grundlagenbericht 24* die Potenzialgebiete hinsichtlich ihres Produktionspotenzials, der Anlageneffizienz und in Bezug auf den strassen- und leitungsseitigen Erschliessungsaufwand untersucht.

Basierend auf dem Produktionspotenzial (GWh/Jahr) wurden maximal 500 Nutzungspunkte vergeben. Bezogen auf die standörtliche Anlageneffizienz wurden maximal 166.667 Effizienzpunkte vergeben. Aufgrund einer qualitativen Beurteilung des strassenseitigen und leitungsseitigen Erschliessungsaufwandes wurden die Standorte jeweils einer von vier Erschliessungsklassen zugeteilt. Basierend auf einem Schlüssel wurden für jeden Standort Erschliessungspunkte vergeben, maximal 333.33.

Gemäss *Grundlagenbericht 24* ergibt sich die Gesamtbewertung des Nutzungsinteresses für ein Potenzialgebiet aus dem Produkt der drei Teilbewertungen.²⁵ In der Umsetzung wurde die Gesamtbewertung jedoch als Summe der drei Teilbewertungen vorgenommen, wie auch Abbildung 4 des Berichtes illustriert.²⁶ Insgesamt konnte ein Potenzialgebiet mit maximal 1000 Nutzungspunkten bewertet werden.

3.2 Die Bewertung des Produktionspotenzials

Gemäss Erläuterung im *Grundlagenbericht 24* wurde das Produktionspotenzial gestützt auf der im Anlagensteckbrief ausgewiesenen Ertragsschätzung bewertet. Die Ertragsschätzung ist eine Schätzung des Nettoertrags.²⁷ Windpärke mit einer Netto-Produktion von 40 GWh/Jahr oder mehr erhielten das Bewertungsmaximum von 500 Punkten.

Aus dem Berichtstext lässt sich ableiten, dass das Produktionspotenzial der Potenzialgebiete mit einer Produktion zwischen 0 und 40 GWh/Jahr nach folgender Formel bewertet wurde:

²¹ Vgl. PIERRE TSCHANNEN, Interessenabwägung bei raumwirksamen Vorhaben, URP 2018 S. 118.

²² Vgl. PIERRE TSCHANNEN, Interessenabwägung bei raumwirksamen Vorhaben, URP 2018 S. 119.

²³ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht und georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Windenergieplanung Kanton Zürich, Steckbriefe.

²⁴ Vgl. Tabellenbeilage.

²⁵ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 11.

²⁶ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 11.

²⁷ Vgl. Kap. 6.1.

$$P_{Prod} = \frac{E_{Jahr_netto} [GWh/Jahr]}{40 [GWh/Jahr]} \cdot 500 \quad (1)$$

E_{Jahr_netto} ist der mittlere, jährlich erwartete Netto-Energieertrag in einem Potenzialgebiet.

P_{Prod} ist der Produktionspunktwert.

Die den Potenzialgebieten in Tabelle 12 des *Grundlagenberichts 24* zugewiesenen Produktionspunktwerte stimmen mit unserer nach der obigen Formel durchgeführten Kontrollrechnung überein.²⁸

3.3 Bewertung der Anlageneffizienz

Mit Hilfe des Effizienzfaktors sollen gemäss *Grundlagenbericht 24* Anlagenstandorte, welche aufgrund guter Windverhältnisse einen höheren spezifischen Netto-Ertrag pro abgestrichener Rotorfläche erwarten lassen, einen Punktevorteil erlangen.

Aus dem *Grundlagenbericht 24* lässt sich ableiten, dass der spezifische Netto-Energieertrag eines Potenzialstandortes gemäss Formel (2) ermittelt wurde:

$$E_{spez_netto} [kWh/m^2 Jahr] = \frac{E_{Jahr_netto} [GWh/Jahr]}{n \cdot A_{Rotor} [m^2]} \cdot 10^6 \quad (2)$$

wobei n der Anzahl Windturbinen in einem Potenzialgebiet entspricht und A die von einem Rotor abgestrichene Fläche angibt.

Gemäss *Grundlagenbericht 24* wurde der spezifische Ertrag E_{spez_netto} "zwischen 0 kWh/m² (Faktor 1) und 500 kWh/m² (Faktor 1.333) linear bewertet". Dieser methodische Hinweis ist nicht nachvollziehbar. Die durch die Verfasser des *Grundlagenberichts 24* vorgenommene Bewertung der Anlageneffizienz kann mit einer Subtraktionsoperation aus der Tabelle 12 des *Grundlagenberichts 24* ermittelt werden, indem die "Punkte Produktionspotenzial" von der Punktesumme "Punkte Produktion mit Effizienzfaktor" abgezogen werden. Die Differenz entspricht dem Punktwert für die Anlageneffizienz. Unsere Überprüfung hat ergeben, dass der aus der Tabelle 12 ermittelte Punktwert der Anlageneffizienz durch die Verfasser des *Grundlagenberichts 24* mit der Formel (3) berechnet worden ist:²⁹

$$P_{eff} = \frac{P_{Prod}}{500} \cdot \frac{E_{spez_netto} [kWh/(m^2 Jahr)]}{500 [kWh/(m^2 Jahr)]} \cdot 166.667 \quad (3)$$

P_{eff} ist die Punktwert für die Anlageneffizienz eines Potenzialgebietes.

Um den Punktwert der Anlageneffizienz zu ermitteln, multiplizierten die Berichtverfasser den Quotienten aus dem Produktionspunktwert P_{Prod} und dem maximal möglichen Produktionspunktwert (500) mit dem Quotienten aus dem spezifischen Anlagenertrag (E_{spez_netto}) und dem im Kanton Zürich maximal erreichten spezifischen Anlagenertrag (500 kWh/(Jahr m²)) und dieses Produkt mit dem vorgegebenen Maximalpunktwert für die Energieeffizienz (166.667). Dadurch,

²⁸ Vgl. Tabellenbeilage.

²⁹ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, *Grundlagenbericht*, S. 64.

dass der Produktionspunktwert in die Berechnung eingeht, nimmt der Effizienzwert linear mit der Produktionserwartung zu (Abbildung 1). Das heisst, grossen Windparks wird bei gleicher spezifischer Leistung eine höhere Effizienz attestiert als kleinen Windparks, was physikalisch unsinnig ist. Abbildung 2 zeigt, dass der spezifische Ertrag der Potenzialgebiete, der das eigentliche Effizienzmass darstellt, nicht von der Produktionserwartung abhängt.

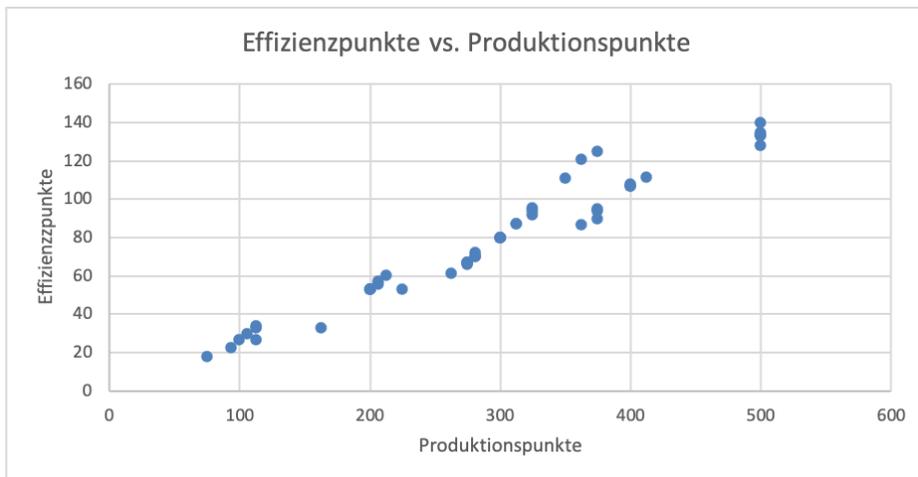


Abb. 1: Energieeffizienzwerte vs. Produktionspunkte gemäss Nutzwertanalyse für 51 Windenergie-Potenzialgebiete im Kanton Zürich.³⁰ Daten: siehe Anhangtabelle

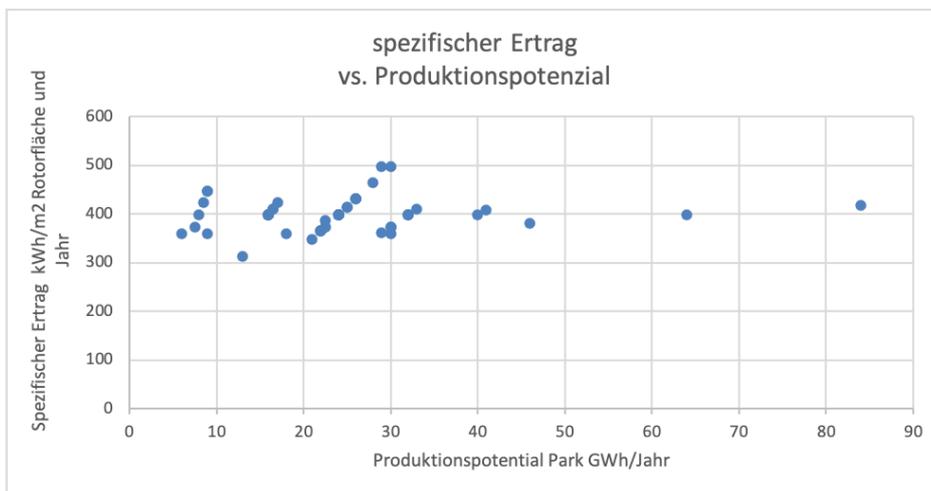


Abb. 2: Der erwartete spezifische Netto-Jahresertrag der untersuchten Potenzialgebiete im Kanton Zürich liegt zwischen 300 und 500 kWh pro m² Rotorfläche und Jahr und hängt nicht vom Produktionspotential eines Gebietes ab. Daten siehe Anhangtabelle.

³⁰ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 64, Tabelle 12.

3.4 Bewertung der Erschliessung

In die Nutzenbewertung der evaluierten Potenzialgebiete ist im *Grundlagenbericht 24* auch die Erschliessung eingeflossen. Sowohl für die Strassenerschliessung wie auch für den Netzanschluss wurden gemäss *Grundlagenbericht 24* vier Klassen unterschiedlicher Erschliessungsgüte definiert.³¹ Die Kriterien, welche zur Einteilung eines Potenzialgebietes in eine bestimmte Klasse führen, werden im *Grundlagenbericht 24* für den Netzanschluss in operationalisierter Weise dargestellt. Für die Strassenerschliessung finden sich keine entsprechenden Angaben. In der Tabelle 12 des *Grundlagenberichts 24* sind die für jedes Potenzialgebiet vorgenommenen Klassenzuweisungen für die Strassenerschliessung und die Netzerschliessung dokumentiert. Im Bericht finden sich aber keine Hinweise, wie auf der Basis der Klassenzuweisungen die Punktwert für die Erschliessungsgüte der Potenzialgebiete berechnet wurde.

Wir haben eine Datenanalyse vorgenommen und stellen fest, dass wie folgt vorgegangen wurde:

In einem ersten Schritt wurden die Bewertungen der Erschliessungsgüte eines Standortes nach der folgenden Regel gewichtet (Tabelle 1):

Erschliessungsklasse	Klassenwert KW
1	1
2	2
3	4
4	6

Tab. 1 Jeder Erschliessungsklasse wurde ein Klassenwert KW zugewiesen. Die Klassenwerte steigen mit zunehmend besserer Erschliessungssituation nicht linear an. Daten siehe Anhangtabelle.

Die entsprechend der Tabelle 1 gewichteten Klassenwerte flossen in die Berechnung der Erschliessungspunktezahl ein. Die Rechnung erfolgte aufgrund unserer Datenanalyse nach der Formel (4):

$$P_{Erschl} = \left(\frac{KW_{Str}}{6} + \frac{KW_{Ltg}}{6} \right) \cdot (P_{Prod} + P_{eff}) \cdot \frac{1}{4} \quad (4)$$

KW_{Str} und KW_{Ltg} sind die Klassenwerte für die Strassenerschliessung und die Leitungerschliessung. P_{Prod} ist die Produktionspunktezahl, P_{eff} die Effizienzpunktezahl.

Der Punktwert für die Erschliessung wird massgebend durch die Produktionserwartung beeinflusst, da der Produktionspunktwert als Faktor einmal direkt einfliesst und ein zweites Mal indirekt über den Effizienzpunktwert, welcher ebenfalls als Faktor in der Gleichung enthalten ist. Die Abbildung 3 zeigt, dass der Erschliessungspunktwert in hohem Masse von der erwarteten Produktion abhängt. Die aus der Abbildung 3 hervorgehende Bewertungsaussage, dass die Erschliessungssituation umso besser zu beurteilen ist, je höher die Produktionsmöglichkeiten an einem Standort sind, ist fragwürdig.

³¹ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 12.

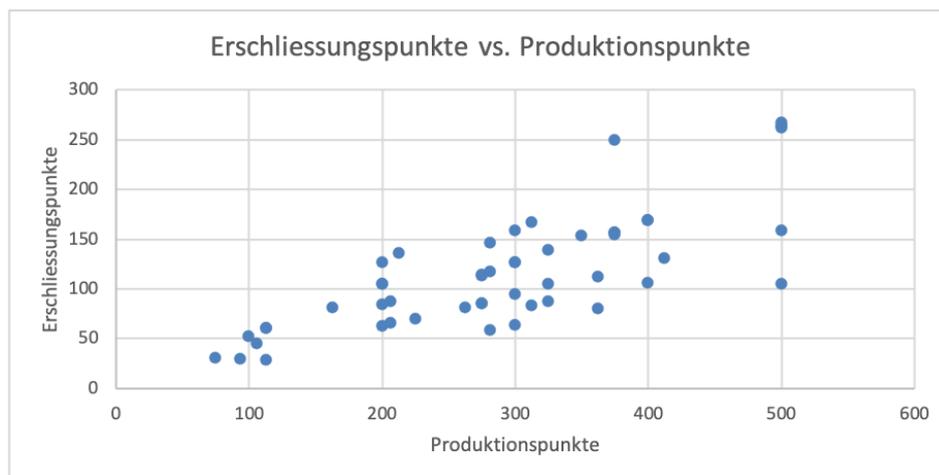


Abb. 3: Mit zunehmender Produktionserwartung werden im *Grundlagenbericht 24* auch die Erschliessungsmöglichkeiten eines Potenzialgebietes besser beurteilt. Daten siehe Anhangtabelle.

Aus der Tabelle 12 des *Grundlagenberichts24* lassen sich die Erschliessungspunkte mit einer Subtraktionsoperation ermitteln, indem vom Summenwert aller "Nutzungspunkte" die Teilsumme "Punkte Produktion mit Effizienzfaktor" abgezogen wird. Dabei zeigt sich, dass in vier Fällen die durch Subtraktion ermittelten Punktwerte nicht mit denjenigen übereinstimmen, welche mit obiger Rechenvorschrift berechnet wurden. Das weist auf eine fehlerhafte Ermittlung des Summenwertes durch die Verfasser des *Grundlagenberichts 24* hin.³²

3.5 Gesamtbewertung des Nutzens

In der Gesamtbewertung ergibt sich eine hohe Korrelation zwischen den Nutzungspunkten und den Produktionspunkten (Abbildung 4). Das Bestimmtheitsmass R^2 hat den Wert von 0.96! Das bedeutet, dass die nutzenseitige Bewertung der Potenzialstandorte kaum durch den Erschliessungsaufwand und kaum durch den spezifischen Anlagenenertrag der Standorte beeinflusst wird. Mit anderen Worten: Erschliessungsaufwand und Windhöflichkeit spielen bei der im *Grundlagenbericht 24* durchgeführten Standortbewertung faktisch keine Rolle.

Das Bewertungsergebnis ist zu hinterfragen, weil im Text des *Grundlagenberichts24* vermittelt wird, Erschliessungsfragen und Energieeffizienz seien massgeblich in die Bewertung eingeflossen.

Schliesslich: Bei vier Potenzialgebieten ist aufgrund unserer Analyse davon auszugehen, dass die im *Grundlagenbericht 24* publizierte Gesamtpunktezahl auf andere Weise ermittelt wurde als für die übrigen 47 Standorte oder - bei Anwendung desselben Rechenverfahrens wie bei den übrigen Standorten - falsch berechnet wurde. Bei 29 Standorten ist eine Korrektur der Rangzuweisung erforderlich.³³

³² Vgl. Tabellenbeilage.

³³ Vgl. Tabellenbeilage.

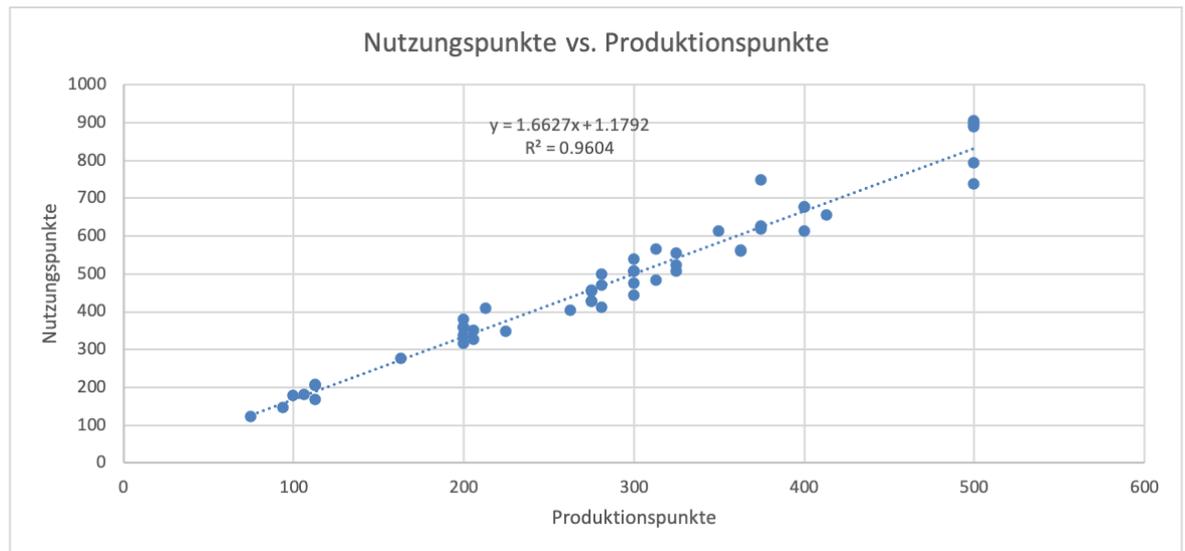


Abb. 4: Je höher die Produktionserwartung an einem Potenzialstandort ist, umso besser schneidet er in der Nutzungsbewertung ab. Daten siehe Anhangtabelle

4 Die leistungsbeeinflussenden Faktoren von Windenergieanlagen

Bei einer WEA wird die kinetische Energie des Windes über den Rotor in mechanische Energie umgewandelt. Diese treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. Der Energieertrag einer Windturbine hängt somit von der ankommenden Windleistung, der vom Wind überstrichenen Rotorfläche und den aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter ab.

Die Formel für die Windleistung des ankommenden Windes lautet:

$$P_{Wind} = \frac{\dot{m} \cdot v^2}{2} = \frac{\rho_{Luft} \cdot A_{Rotor} \cdot v^3}{2} \quad (5)$$

P_{Wind} ist die Leistung des anströmenden Windes in Ws

\dot{m} ist die Massenstrom des Luftvolumens durch die von den Rotorblättern bestrichene Kreisfläche in kg/s.

v ist die Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe in m/s.

ρ_{Luft} ist die Dichte der Luft in kg/m^3 .

A_{Rotor} ist die von den Rotorblättern bestrichene Kreisfläche in m^2 .

Die Häufigkeitsverteilung der an einem Standort auf einer bestimmten Höhe über Grund vorkommenden Windgeschwindigkeiten kann mit einer Weibull-Verteilung näherungsweise beschrieben werden.³⁴

$$f_{Weibull}(v) = \frac{k}{a} \cdot \left(\frac{v}{a}\right)^{k-1} \cdot e^{-\left(\frac{v}{a}\right)^k} \quad (6)$$

³⁴ Vgl. ALOIS SCHAFFARCZYK (Hrsg.), Einführung in die Windenergie-technik, 3. überarbeitete Auflage, 2022, München, S. 88.

Dabei wird die statistische Verteilung der Windgeschwindigkeit mit Hilfe der beiden Grössen a (Skalenparameter) und k (Formparameter) angenähert.

Jede Turbine hat eine minimale Anschlaggeschwindigkeit v_{ein} und eine maximale Abschaltgeschwindigkeit v_{aus} . Das bedeutet, es gibt Zeitfenster, in denen kein Strom produziert wird, weil es windstill oder stürmisch ist. Unterteilt man die Windgeschwindigkeitsverteilung in Bandbreiten mit einer mittleren Bandbreitengeschwindigkeit \bar{v}_i , dann kann die in einem Jahr generierbare Strommenge über folgende Summenformel berechnet werden:

$$E_{\text{Jahr_brutto}} = \sum_i c_p(\bar{v}_i) \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot \bar{v}_i^3 \cdot \pi \cdot r_{\text{Rotor}}^2 \cdot f(i) \cdot 8760 \cdot 10^{-9} \quad (7)$$

$$\text{wobei } v_{\text{ein}} < \bar{v}_i < v_{\text{aus}}$$

$E_{\text{Jahr_brutto}}$ ist der jährlich brutto von einer WEA an einem Standort erzeugbare Strom in GWh/Jahr. Abschattungseffekte durch andere Turbinen in Windparks, Abschaltverluste und elektrische Verluste sind dabei nicht berücksichtigt.

Aus physikalischen Gründen kann nicht die gesamte auf der Rotorfläche A_{Rotor} ankommende Windleistung genutzt werden, denn der Wind wird durch die Turbinenpassage lediglich abgebremst und nicht gestoppt. $c_p(v_i)$ ist der geschwindigkeitsabhängige Leistungsbeiwert der Windturbine und gibt das Verhältnis der genutzten zur ankommenden Windleistung an.

\bar{v}_i ist die mittlere Windgeschwindigkeit im Geschwindigkeitsband i auf Nabenhöhe des Rotors in m/s.

r_{Rotor} ist der Radius der durch die Rotorblätter bestrichenen Kreisfläche A_{Rotor} in m.

$f(i)$ ist die Häufigkeit des Auftretens eines Geschwindigkeitsbandes i

8760 ist die Jahresstundenzahl

Aus der Formel (7) geht hervor, dass die Energieausbeute einer Windturbine mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit und der zweiten Potenz der Rotorlänge ansteigt und proportional zur Luftdichte ist. Die Dichte der Luft hängt vom Luftdruck, dem Feuchtegehalt und der Temperatur ab. Sie nimmt mit steigender Meereshöhe ab (Abb. 7).

5 Technisch geeignete Standorte für die Produktion von Windstrom

Folgende Faktoren bestimmen die an einem Standort in einer bestimmten Höhe über Grund nutzbare Windströmung:

- Das globale Windsystem
- Lokale Windsysteme
- Rauigkeit der Erdoberfläche
- Orographie des Geländes
- Dichte der Luft bzw. Höhe über Meer

5.1 Das globale Windsystem

Ein Wind wird als geostrophisch bezeichnet, wenn er nur durch die Kraft des horizontalen Druckgradienten und die bewegungsablenkenden Kräfte der Erdrotation beeinflusst wird, Reibungskräfte eine vernachlässigbare Rolle spielen und die Kräfte ausbalanciert sind. Oberhalb der atmosphärischen Grenzschicht ist dies näherungsweise der Fall. Der Wind weht dann nahezu parallel zu den Isobaren. Innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht sorgen Reibungskräfte und Thermik für eine Störung des Windfeldes und für Turbulenzen. Ausserhalb der Alpen, wo thermisch induzierte Winde meist nur eine geringe Rolle spielen, sind die Häufigkeitsverteilungen des geostrophischen Windes bezüglich Windrichtung und Windgeschwindigkeit massgebend für die an einem Standort nutzbare Windenergie. Der geostrophische Wind wird durch die Grosswetterlagen beeinflusst. In den mittleren Breiten, in welchen die Schweiz liegt, herrschen zyklonale Westwinde vor. Sie entstehen durch den Luftmassenaustausch zwischen dem subtropischen Hochdruckgürtel und der subpolaren Tiefdruckrinne. Die geostrophischen Windverhältnisse sind auf der Alpennordseite der Schweiz überall ähnlich. Sie sind daher nicht entscheidend für die konkrete Standortwahl.

5.2 Lokale Windsysteme

In den Alpen bilden sich bei strahlungsintensiven Hochdruckwetterlagen thermisch induzierte lokale Windsysteme aus. An Standorten mit starker Einstrahlung, wie südexponierten Hanglagen und Talflanken in den Alpen und Voralpen, entwickelt sich tagsüber ein starker Wärmefluss vom Boden in die Atmosphäre. Die bodennah erwärmte Luft kommt unter Auftrieb und strömt hangaufwärts. Sie wird durch talaufwärts nachströmende Luft, den sogenannten Talwind, ersetzt. Während der Nacht bildet sich umgekehrt der talabwärts gerichtete, sogenannte Bergwind aus.

Ein ähnliches Phänomen ist die See-Land-Zirkulation, welche sich durch die unterschiedlichen Wärmekapazitäten von Festland und Wasser ergibt und sich das Land am Tag stärker erwärmt als das Wasser. Die unterschiedliche Aufwärmung von Land und Wasser sorgt im Bereich grosser Seen für die Entstehung lokaler Windsysteme.

In der Schweiz stellen thermisch induzierte Winde insbesondere in den tiefer gelegenen Alpentälern und in Passlagen eine Windressource dar, die an ausgewählten Orten bereits genutzt wird.

5.3 Rauigkeit der Erdoberfläche

In der atmosphärischen Grenzschicht wird der geostrophische Wind der Troposphäre durch Reibungskräfte, die der Windströmung aufgrund der Rauigkeit der Erdoberfläche entgegenwirken, abgebremst. Die Rauigkeit der Erdoberfläche hängt an Land insbesondere vom Bewuchs und der Bebauung ab.

Die atmosphärische Grenzschicht ist in Gebieten mit hoher Rauigkeit mächtiger als bei geringer Rauigkeit.³⁵ Daher ist vertikale Zunahme der mittleren horizontale Windgeschwindigkeit über glattem Gelände grösser als über rauem Gelände. Mathematisch kann das Windgeschwindigkeitsprofil in der atmosphärischen Grenzschicht näherungsweise mit einer logarithmischen Funktion beschrieben werden (Gleichung 8).³⁶

$$v(h_2) = v(h_1) \cdot \frac{\ln\left(\frac{h_2-d}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1-d}{z_0}\right)} \quad (8)$$

³⁵ T.R. OKE, *Boundary Layer Climates*. 2nd Edition, Methuen Co., London, New York, 1987, S. 55, Fig. 2.10.

³⁶ Vgl. VOLKER QUASCHNING, *Regenerative Energiesysteme*, 11. Auflage, München, 2022, S. 298, Formel 6.6.

$v(h_1)$ ist die Windgeschwindigkeit in der Höhe h_1 in m/s.

$v(h_2)$ ist die Windgeschwindigkeit in der Höhe h_2 in m/s.

d ist die Versatzhöhe der Untergrenze der atmosphärischen Grenzschicht.

z_0 ist die von der Oberflächenbeschaffenheit abhängige Rauigkeitslänge in m.

Die Rauigkeitslänge z_0 gibt an, in welcher Höhe über Grund die mittlere horizontale Windgeschwindigkeit auf null abgebremst wird. Über Wasser beträgt die Rauigkeitslänge weniger als 1 mm, im von Ackerflächen und Wiesen dominierten Offenland wenige cm und über Wald mehr als 1 m.³⁷ In einem geschlossenen Wald stehen die Rauigkeitselemente (Bäume) so nahe beisammen, dass die Oberfläche des Baumbestandes die Basis der atmosphärischen Grenzschicht bildet, die dergestalt nach oben versetzt ist. Das Mass hierfür ist die Versatzhöhe d .

Das bedeutet, dass bei einer glatten Oberfläche, z. B. über ausgedehnten Wasserflächen oder Offenland, im Bereich der typischen Nabenhöhen von Windturbinen (90 bis 150 Meter) höhere Windgeschwindigkeiten erreicht werden, als über Wald oder in stark bebauten Räumen (Abb. 5). Turbinenstandorte im Wald werden daher höher gebaut als im Offenland, um das geringere Ertragspotenzial dieser Standorte aufzufangen. Waldstandorte haben ein geringeres Ertragspotenzial als topographisch vergleichbare Standorte im Offenland.

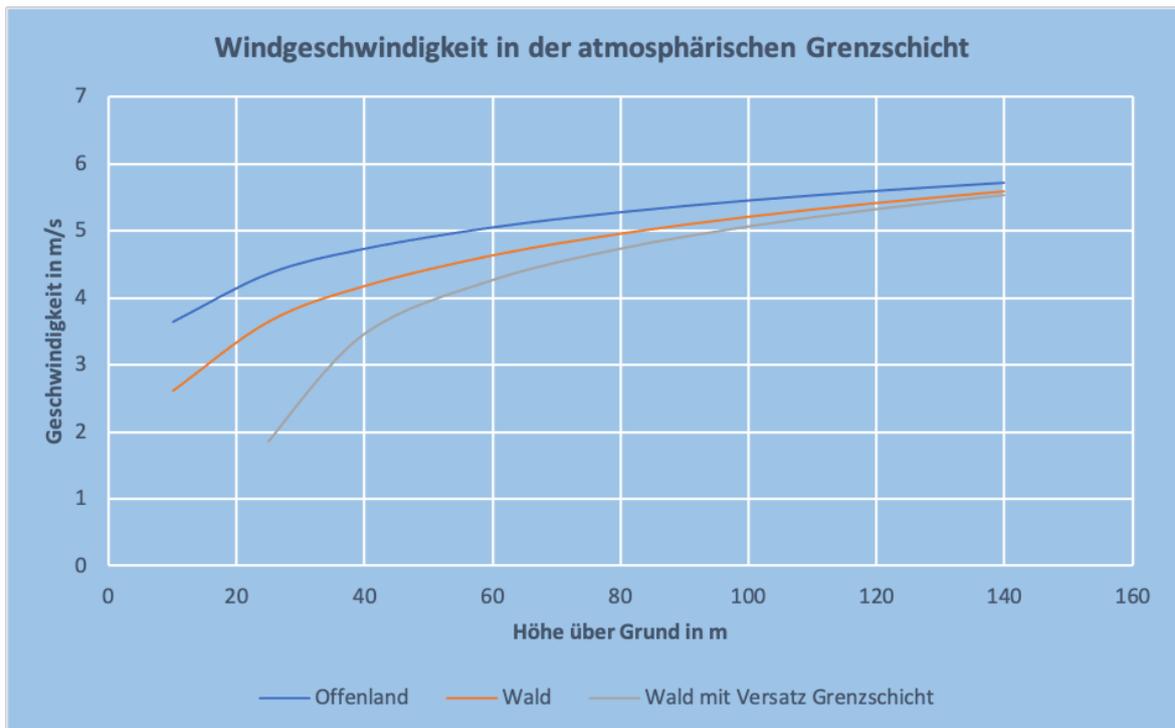


Abb. 5: Windgeschwindigkeitsprofile in der atmosphärischen Grenzschicht über Offenland mit Wiesen und Äckern sowie über Wald. Bläst in 200 Metern Höhe ein Wind mit einer Geschwindigkeit von 6 m/s, beträgt die Windgeschwindigkeit 100 m über Grund im Offenland 5.5 m/s und über Wald 5.2 m/s. Kommt es bei dicht geschlossenem Wald zu einem Versatz der Basis der atmosphärischen Grenzschicht auf das Kronendach sind es über Wald noch gut 5.0 m/s.

³⁷ Vgl. VOLKER QUASCHNING, Regenerative Energiesysteme, 11. Auflage, München, 2022, S. 298, Tabelle 6.3.

5.4 Orographie des Geländes

Die Orographie des Geländes bzw. die Reliefformen, über die der Wind strömt, beeinflussen ebenfalls die Windgeschwindigkeit in der atmosphärischen Grenzschicht. Auf der Luvseite von Geländeerhebungen wird der Windstrom beschleunigt, auf der Lee-Seite abgebremst. Steigt das Gelände an Erhebungen steil an, kommt es an der Kulmination zu Strömungsablösungen und dahinter zu Turbulenzen. Bezüglich der Orographie des Geländes sind windgünstige Standorte daher im Luv-Bereich der Hauptwindrichtung über sanft steigenden Hängen nahe der Kulmination zu suchen. Bei einem sehr unruhigen Relief mit grossen Höhenunterschieden auf kurzer Distanz und schmalen Kreten nehmen die Turbulenzen zu und bei strahlungsreichen Wetterlagen nehmen die thermischen Luftbewegungen zu. Dies führt zur Ausweitung der atmosphärischen Grenzschicht. Solche Standorte sind daher weniger windgünstig als Höhenlagen auf breiten Rücken und zudem schwieriger zu erschliessen.

5.5 Dichte der Luft

Die Dichte der Luft nimmt mit steigender Meereshöhe ab. In hoch gelegenen Passlagen ist die Dichte der Luft im Vergleich zum Mittelland deutlich geringer. Da sich die Dichte linear proportional auf die nutzbare Windleistung auswirkt, sind die bei gleicher Windgeschwindigkeit erzielbaren Erträge in einer alpinen Passlage auf 2000 m Meereshöhe rund 20% geringer als im Mittelland auf 400 m Meereshöhe (Abb. 6).

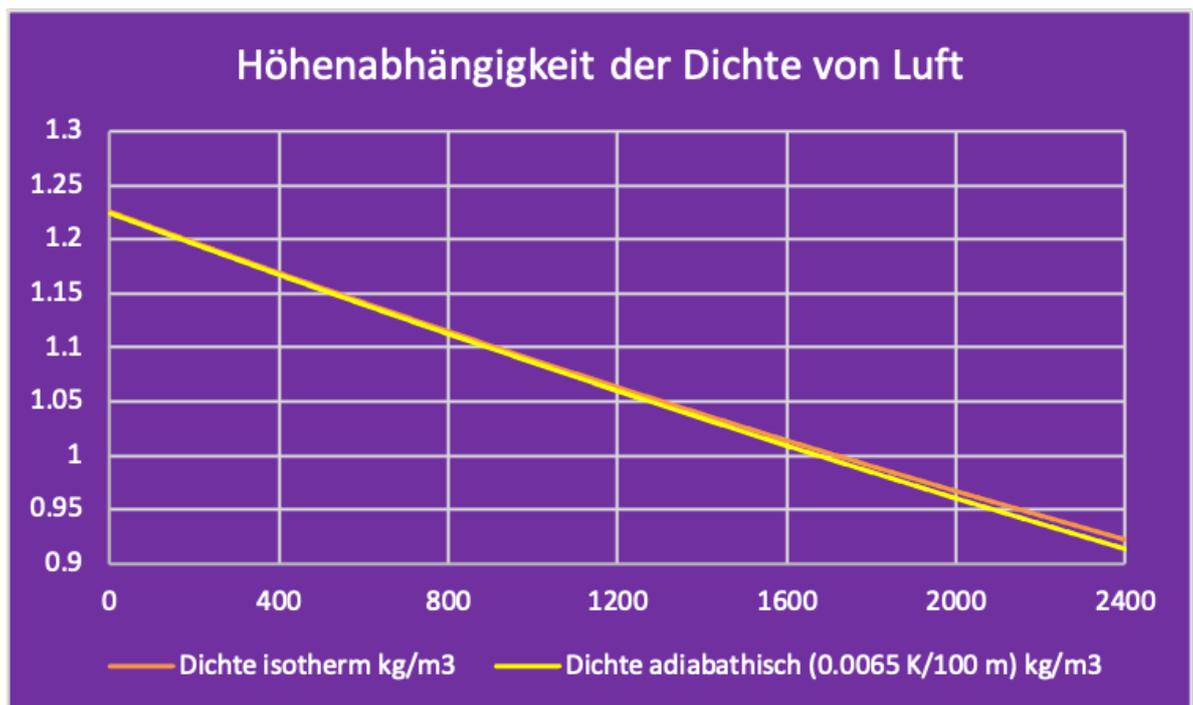


Abb. 6: Höhenabhängigkeit der Luftdichte. Mit zunehmender Meereshöhe nimmt die Dichte der Luft ab. Turbinenstandorte in den Alpen auf 2000 Metern Meereshöhe haben bei gleichen Windverhältnissen eine fast 20% geringe Produktionserwartung als Standorte im Mittelland auf 400 m ü. M.

5.6 Die Charakteristik von Eignungsgebieten in der Schweiz

5.6.1 Mittelland und Jura

Offene, ausgeräumte Landschaften mit grossflächigen Wiesen oder Äckern, mit wenig Windhindernissen durch aufragende Vegetation und Gebäude, weisen eine geringe Rauigkeit auf.

Mosaikartige Landschaften mit Waldstücken, Gehölzen, Hecken, Obstbaumwiesen dazwischen sowie ausgedehnte Wälder und Siedlungsgebiete haben demgegenüber eine raue Oberfläche. Bei gleicher Nabenhöhe können in offenen Landschaften höhere Stromerträge erzielt werden als über Wald oder in mosaikartigen Landschaften.

Ausgeräumte, strukturarme Agrarlandschaften bieten für die Windenergienutzung ein hohes Potenzial und beinhalten weniger Konfliktpotenzial bezüglich des Biotopschutzes, weil darin die Artenvielfalt geringer ist als im Wald oder in mosaikartigen Kulturlandschaften.³⁸

Im Mittelland und im Jura spielen orographische Effekte insofern eine Rolle als der Wind in der atmosphärischen Grenzschicht über leicht ansteigendem Gelände beschleunigt wird. Die höchsten Windgeschwindigkeiten werden in den Kulminationslagen hochgelegener, sanfter Rücken erreicht. Steile Hänge unterhalb von Traufkanten und Kreten wirken dagegen als Hindernisse und sorgen für turbulente und somit ungünstige Windverhältnisse

Aus dem Windatlas der Schweiz³⁹ lässt sich herauslesen, dass zusammenhängende Gebiete mit überdurchschnittlichem Windaufkommen im wenig bewaldeten westlichen Mittelland liegen und auch die dortigen Seen erfassen. Im Jura sind es die offenen Plateaulandschaften und die Juraketten im westlichen Jura mit ihren in der Höhe abgeflachten Faltengebirgen, welche zusammenhängende, windhöfliche Gebiete bilden. Im Aargau und östlich davon sind es Höhenzüge des Mittellandes zwischen den grossen Fluss- und Seetälern, mit ihren Plateaulagen, die teilweise ebenfalls wenig bewaldet sind.

5.6.2 Alpen

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass in den Alpen das Windsystem in den Tälern stark durch thermisch induzierte Berg- und Talwinde beeinflusst ist und - ausser bei leeseitigem Föhn - vom geostrophischen Windfeld weitgehend abgekoppelt ist. Das macht die Talsohlen der tieferen Alpentäler zu interessanten Standorten.

5.6.3 Fazit

Wird bezüglich des nutzbaren technischen Potenzials eine schweizweite Perspektive eingenommen, wie vom Windkonzept des Bundes⁴⁰ verlangt, dann sind Eignungsgebiete für WEA prioritär im Mittelland und im Jura in offenen, strukturarmen Landschaften zu suchen, wobei Höhenlagen über sanft ansteigendem Gelände Vorteile bieten. Standorte im Wald sind bei vergleichbaren orographischen Verhältnissen wegen der grösseren Oberflächenrauigkeit gegenüber Standorten im Offenland im Nachteil. Tallagen in den grossen Alpentälern, wo der Wind thermikbedingt auch bei strahlungsintensiven Wetterlagen stetig weht, bieten im Alpenraum Chancen.

³⁸ ELIANE SERAINA MEIER, GISELA LÜSCHER, EVA KNOP, Disentangling direct and indirect drivers of farmland biodiversity at landscape scale, *Ecology Letters* 25/11, 2022.

³⁹ SARA KOLLER & TANJA HUMAR, Windpotentialanalyse für Windatlas.ch Jahresmittelwerte der modellierten Windgeschwindigkeit und Windrichtung Bericht zur Aktualisierung des Windatlas von 2016, energie schweiz, Bundesamt für Energie, Bern, 2019.

⁴⁰ Vgl. Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen, Bern, 2020; S. 8.

6 Ertragscharakteristik der zur Festsetzung im Richtplan vorgesehenen Standorte

6.1 Brutto-Energieertrag auf der Basis Windatlas und Netto-Energieertrag gemäss Grundlagenbericht

Gestützt auf den *Grundlagenbericht 24* wurden durch den Kanton Zürich im Juli 2024 20 Potenzialgebiete für die Nutzung der Windenergie zur Festsetzung im Richtplan vorgeschlagen.⁴¹ Wir haben für diese Gebiete die Erwartung des jährlichen Brutto-Energieertrags mit der Formel (7) anhand der Häufigkeiten von 25 Windgeschwindigkeitsklassen ($v_i = 1$ m/s bis $v_i = 25$ m/s) abgeschätzt. Die Verteilung der Windgeschwindigkeiten wurde mit den Weibullparametern a (Skalenparameter) und k (Formparameter) angenähert. Die Weibullparameter wurden dem Windatlas der Schweiz (mittlere Windgeschwindigkeiten auf 50, 75, 100, 125 und 150 m) entnommen für die Nabenhöhe 140 m über Grund interpoliert.⁴² Als Referenzort wurde in jedem Potenzialgebiet ein bezüglich der Windverhältnisse möglichst repräsentativer und zugleich erschliessbarer Standort gewählt. Für die Berechnung des Brutto-Energieertrags wurde der geschwindigkeitsabhängige Leistungsbeiwert $c_p(v_i)$ der Turbine ENERCON E-160 verwendet.⁴³ Die Dichte der Luft wurde für jeden Standort mit einer Näherungsformel ermittelt und bei der Berechnung berücksichtigt.⁴⁴

Abbildung 7 zeigt den Zusammenhang zwischen mittlerer Windgeschwindigkeit und dem spezifischen Brutto-Energieertrag. Der spezifische Brutto-Energieertrag wurde analog zur Formel 2 mit der Formel (9) berechnet.

$$E_{spez_brutto} [kWh/m^2 \text{ Jahr}] = \frac{E_{Jahr_brutto} [GWh/Jahr]}{n \cdot A_{Rotor} [m^2]} \cdot 10^6 \quad (9)$$

Der spezifische Brutto-Energieertrag entspricht dem Energieertrag in einem Eignungsgebiet pro von den Rotoren gesamthaft abgestrichener Fläche und wird in $[kWh/m^2 \text{ Jahr}]$ angegeben. Der spezifische Brutto-Energieertrag nimmt mit steigender Windgeschwindigkeit zu, bzw. ist mit dieser positiv korreliert.

Der spezifische Brutto-Energieertrag ist wie der Brutto-Energieertrag $[GWh/Jahr]$ ein theoretisch erreichbarer Ertrag. Abschattungseffekte durch andere Turbinen in Windparks, Abschaltverluste wegen Unterhaltsarbeiten, Schallemissionen, Schattenwurf, Kollisionsgefahr für Vögel und Fledermäuse usw. sowie elektrische Verluste sind dabei nicht berücksichtigt.

Bei aktuellen Planungen in der Schweiz werden Verluste je nach Standort auf 10 bis 20% geschätzt. Bei der Planung der Windanlage Chroobach (Kanton Schaffhausen) wird, mit Verfügbarkeitsverlusten von 3% gerechnet, mit einem Abschattungsverlust durch andere Windturbinen des Parks von 5% und mit elektrischen Verlusten von 1%.⁴⁵ Die Windpark Lindenberg AG rechnet mit Verlusten von 18% (Parkeffekt, elektrische Verluste, Wartung, Schatten, Schall, Vögel, Fledermäuse, Eis und Reserve).⁴⁶ An Waldstandorten sind Abschaltungen aus Gründen des Fledermaus-schutzes und Vogelschutzes wahrscheinlicher und ist mit einer geringeren Verfügbarkeit der

⁴¹ Kanton Zürich, Baudirektion, Eignungsgebiete Windenergie, Stand: Öffentliche Auflage Richtplankapitel Energie 2024.

⁴² <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/digitalisierung-und-geoinformation/geoinformation/geodaten/wind/windgeschwindigkeit.html>

⁴³ Technisches Datenblatt Betriebsmodus 0 s ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3 / 5560 kW mit TES (Trailing Edge Serrations)

⁴⁴ Bundesamt für Energie, 1999: Planung von Windenergieanlagen - Leitfaden für die Schweiz, Bern.

⁴⁵ Chroobach Windenergie, BG Sitzung Stein am Rhein, 4.6.2019, Folie 36.

⁴⁶ <https://www.windpark-lindenberg.ch/wirtschaftlichkeit>, aufgerufen am 4.9.2024.

Anlagen zu rechnen als an Standorten in offenem, strukturarmem Gelände. In der Bundesrepublik Deutschland gelten Abschaltverluste, je nach Windhöffigkeit des Standortes bis zu maximal 6% bzw. 8% als zumutbar, wenn kollisionsgefährdete Brutvogelarten nicht anderweitig geschützt werden können.⁴⁷ Verluste von mehr als 20 % dürften die Ausnahme darstellen.

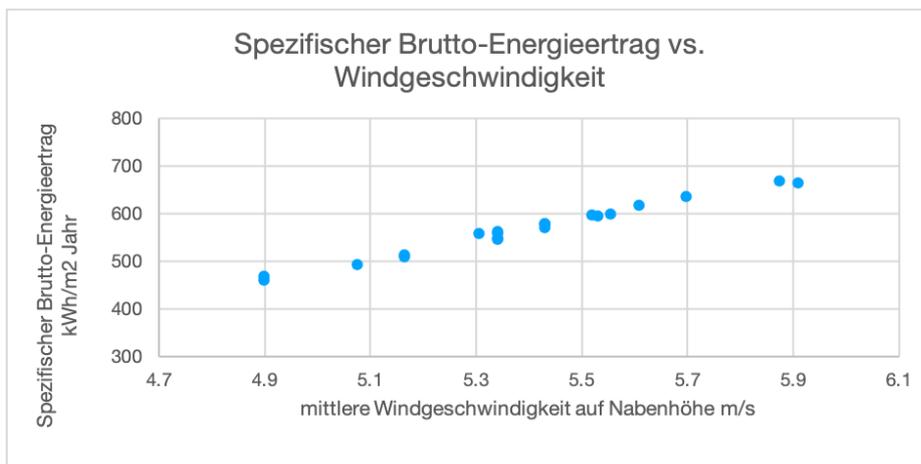


Abb. 7: Zusammenhang zwischen mittlerer Windgeschwindigkeit und dem spezifischen Brutto-Energieertrag an den 20 Festsetzungsstandorten der öffentlichen Auflage des Richtplankapitels Energie 2024

Die im *Grundlagenbericht 24* angegebenen Netto-Energieerträge liegen im Mittel 28% unter den von uns geschätzten Brutto-Energieerträgen. Die Verluste streuen von 13% bis 42%. Die in den Steckbriefen der Potenzialgebiete⁴⁸ publizierten spezifischen Netto-Energieerträge sind nicht mit der Windgeschwindigkeit korreliert, wie aus Abbildung 8 hervorgeht. Das ist erklärungsbedürftig. Der Grundlagenbericht enthält keine Quantifizierung und Begründung für die in den Potenzialgebieten veranschlagten Verluste.

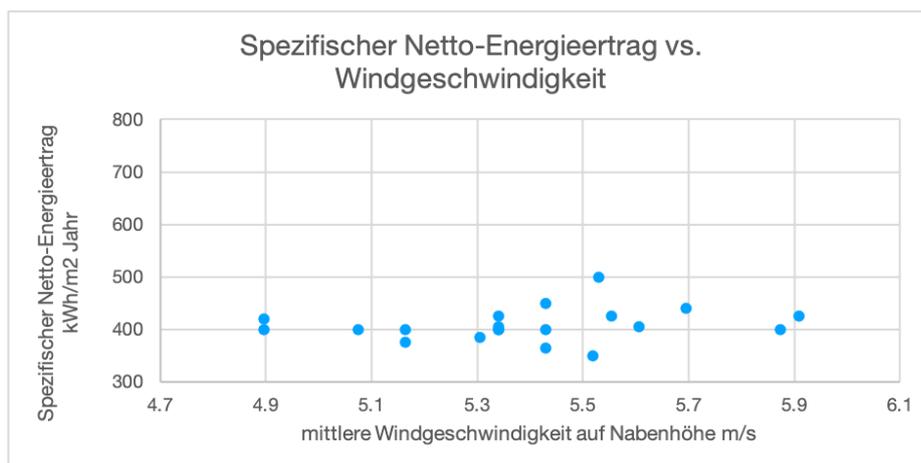


Abb. 8: Fehlende Korrelation zwischen mittlerer Windgeschwindigkeit und in den Steckbriefen der Potenzialgebiete angegebenen spezifischen Netto-Energieerträgen an den 20 Festsetzungsstandorten gemäss öffentlicher Auflage des Richtplankapitels Energie 2024

⁴⁷ § 45b Abs. 6 und 9 BNatSchG Betrieb von Windenergieanlagen an Land (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)

⁴⁸ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Windenergieplanung Kanton Zürich, Steckbriefe der Potenzialgebiete.

6.2 Mittlere Windgeschwindigkeiten

Die mittleren Windgeschwindigkeiten in den zwanzig zur Festsetzung vorgeschlagenen Gebieten betragen auf der im *Grundlagenbericht 24* angegebenen Nabenhöhe von 140 Metern 4.9 bis 5.9 m/s. Vergleicht man beispielhaft den besten dieser Standorte (Stammerberg mit $\bar{v} = 5.9 \text{ m/s}$) mit dem Standort des kleinen Windparks St. Brais im Jura ($\bar{v} = 6.1 \text{ m/s}$ bei gleicher Nabenhöhe), dann resultiert am Jura-Standort ein spezifischer Brutto-Ertrag von 828 kWh/m² und Jahr, während dieser auf dem Stammerberg bei 676 kWh/m² und Jahr liegt. Der spezifische Brutto-Energieertrag beträgt auf dem Stammerberg lediglich 4/5 des Ertrags auf einer Juraanhöhe über der Vallée du Doubs. Am windärmsten der vorgeschlagenen Zürcher Standorte, auf dem Gnüll ($\bar{v} = 4.9 \text{ m/s}$ auf Nabenhöhe 140 m), beträgt der spezifische Brutto-Ertrag 467 kWh/m² und Jahr. Er liegt damit bei 56% des auf gleicher Nabenhöhe am Jura-Standort erzielbaren Ertrags.

Etliche der im Kanton Zürich vorgeschlagenen Standorte liegen in Tallagen oder auf lediglich kleineren Anhöhen, so dass sie kaum von speedup-Effekten der Windgeschwindigkeit profitieren können.

Die Ertragsperspektiven sind an allen durch den Kanton für eine Festsetzung im Richtplan vorgeschlagenen Standorten deutlich schlechter als an Standorten auf Anhöhen des Faltenjuras und Plateaujuras und auch im westlichen Mittelland.

6.3 Standorte im Wald

Der Umstand, dass 19 von 20 Potenzialgebieten, die im *Grundlagenbericht 24* zur Festsetzung im kantonalen Richtplan empfohlen werden, mehrheitlich im Wald liegen, weist darauf hin, dass es schwierig ist, im Kanton Zürich Anlagenstandorte zu finden, welche bezüglich der Geländerauigkeit gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung bieten. Auch wenn in einem Potenzialgebiet die Voraussetzungen für die Erteilung einer Rodungsbewilligung nach Art. 5 Abs. 2 WaG⁴⁹ erfüllt werden können und im Bewilligungsverfahren die Interessenabwägung nach Art. 5 Abs. 1 WaG zu Gunsten eines Vorhabens im Wald ausfällt, ist aus Gründen des Natur- und Heimatschutzes mit der Nichtbewilligung einzelner Turbinenstandorte und mit Schutzauflagen zu Gunsten von Brutvögeln und Fledermausarten zu rechnen, welche Abschaltregeln beinhalten können.⁵⁰ Beides wirkt sich ertragsmindernd aus.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von WEA an den zur Festsetzung im Richtplan vorgeschlagenen Standorten finden sich im *Grundlagenbericht* keine Aussagen. Muss wegen begründeter Verlusterwartungen tatsächlich mit dem im *Grundlagenbericht 24* angegebenen tiefen Netto-Energieerträgen gerechnet werden, ist die der Wirtschaftlichkeit der Standorte zu überprüfen.

7 Kritik der Nutzenbewertung

Die Nutzenbewertung der Potenzialgebiete im *Grundlagenbericht 24* ist hinsichtlich der Bewertungsmethode zu hinterfragen. Das Bewertungsergebnis der Nutzaspekte wird massgebend durch den Ertrags-Punktwert beeinflusst (Abb. 4). Erschliessungsaufwand und Windhöufigkeit spielen bei der im *Grundlagenbericht 24* durchgeführten Standortbewertung faktisch keine Rolle.

Die Durchführung der Nutzenbewertung ist, wie aufgezeigt wurde, fehlerbehaftet.

⁴⁹ Waldgesetz, SR921.0.

⁵⁰ Massgebend sind Art. 5 Abs. 4 WaG, Art. 18 Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, SR 4 .0), Art. 18 Abs. 1ter NHG, Art. 14 Abs. 6 Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV, SR 451.1), Art. 20 NHG i.V.m. Art. 20 NHV. Vgl. dazu BGE 148 II 36 (Windpark Grenchenberg).

Die Gebietssteckbriefe des *Grundlagenberichts 24* orientieren über die spezifischen Netto-Ertragserwartungen [$kWh/m^2/Jahr$] der untersuchten Potenzialgebiete. Wir stellen für die zur Festsetzung im Richtplan vorgeschlagenen 20 Gebiete fest, dass deren spezifischen Netto-Ertragswerte nicht mit der mittleren Windgeschwindigkeit der Potenzialgebiete korrelieren (Abb. 8). Sie liegen zudem zwischen 13 % und 42% unterhalb der geschätzten spezifischen Brutto-Ertragserwartungen der Potenzialgebiete. Verluste werden im *Grundlagenbericht 24* weder quantifiziert noch standortbezogen erläutert.

Verglichen mit Standorten bestehender Windparks im Jurabogen weisen die im Kanton Zürich zur Festsetzung im Richtplan vorgeschlagenen Standorte markant geringere Ertragsperspektiven auf.

19 von 20 zur Festsetzung im Richtplan vorgeschlagenen Standorten liegen in grösstenteils bewaldeten Potenzialgebieten. Waldstandorte bieten bei gleicher topographischer Lage gegenüber Standorten im Offenland aufgrund der Rauigkeit des Kronendaches eine deutlich geringere Ertragsaussichten (Abb.5). Da der Wald oder waldreiche Landschaften wichtige Lebensraumfunktionen erfüllen und beispielsweise Habitate von geschützten Brutvogel- und Fledermausarten beherbergen, ist zur Vermeidung von Störungen und Schlagopfern bei der weiteren Planung mit Einschränkungen und im Bewilligungsverfahren mit Auflagen zu rechnen, welche die Ertragsperspektiven noch zusätzlich schmälern.

Aus einer schweizweiten Perspektive betrachtet, ist es wirtschaftlich unvorteilhaft, im Kanton Zürich auf vergleichsweise ertragsschwachen Standorten und praktisch ausschliesslich im Wald, wo aufgrund des Erschliessungsbedarfs und des zu leistenden Rodungersatzes höhere Investitionskosten anfallen, WEA zu planen.

8 Ermittlung und Bewertung der Schutzinteressen im Grundlagenbericht 24

8.1 Der Bewertungsansatz des Grundlagenberichts 24 bei der Bewertung von Schutzinteressen

Lärmschutzpuffer um Siedlungsgebiete und um Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen, Pufferzonen um Verkehrsinfrastrukturen und Übertragungsleitungen und eine Anzahl von Schutzgebiets-typen, in denen eine Interessenabwägung aufgrund von Bestimmungen des Natur- und Heimatschutzrechts und der Jagdgesetzgebung nicht zulässig ist, wurden im Grundlagenbericht 24 als Ausschlussgebiete behandelt und aus der Nutzwertanalyse ausgeschlossen.⁵¹

Danach wurden im Grundlagenbericht 24 die verschiedenen Schutzinteressen in vier "Schutzklassen" zusammengefasst. Den Schutzklassen wurden Gewichtungsfaktoren zugeordnet (Zahlen in Klammern):⁵²

- Grundsätzliche Ausschlussgebiete (30)
- Gebiete mit Interessenabwägung bei nationalem Interesse an der WEA (5)
- Vorbehaltsgebiete (1)
- Gebiete ohne Zuweisung zu einer Schutzklasse (0)

Danach wurden zwei Regeln aufgestellt, um die Schutzinteressen zu bewerten:

Punktierung bei Überlagerung der Potenzialgebiete durch Schutzinteressen nach Flächenanteil.

⁵¹ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 16, Tabelle 4.

⁵² georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 16, Tabelle 4.

Der Punktwert ergibt sich als Produkt aus überlagerndem Flächenanteil eines Schutzinteresses in % und dem Gewichtungsfaktor der Schutzklasse, der das Schutzinteresse zugeordnet ist.

Beispiel: Ein Potenzialgebiet wird auf 5% seiner Fläche von einer Grundwasserschutzzone S2 (grundsätzliches Ausschlussgebiet) überlagert. Der Gewichtungsfaktor beträgt 30. Der ermittelte Punktwert beträgt dann 150 Punkte

Punktierungen aufgrund einer qualitativen Einschätzung der Betroffenheit des Schutzkriteriums in einem Potenzialgebiet

Die qualitative Einschätzung der Betroffenheit eines Schutzinteresses wird durch einen "Qualitätsfaktor" beschrieben. Dieser kann folgende Werte annehmen:

- positiv: 0
- eher positiv: 33
- eher negativ: 67
- negativ: 100

"Positiv" bedeutete keine Betroffenheit des Schutzinteresses in einem Potenzialgebiet. "Negativ" bedeutet, umfassende Betroffenheit des Schutzinteresses in einem Potenzialgebiet.

Der Punktwert ergibt sich als Produkt aus dem Qualitätsfaktor und dem Gewichtungsfaktor

Beispiel: Das Potenzialgebiet tangiert Fledermaushabitate. Fledermaushabitate gehören zu den Vorbehaltsgebieten. Es wird angenommen, die Auswirkungen einer WEA-Anlage seien "eher negativ". Das Produkt aus Qualitätsfaktor (67) und Gewichtungsfaktor (1) beträgt 67.

Überlagern mehrere Schutzinteressen ein Potenzialgebiet, werden die Punktwerte der Einzelprodukte zusammengezählt. Für jedes Potenzialgebiet wird somit ein Summenwert berechnet, mit dem das Schutzinteresse gesamthaft charakterisiert wird. Summenwerte, die den Wert 1000 überstiegen wurden gedeckelt und auf den Wert 1000 gesetzt, ohne dass dies begründet würde.

An diesem Bewertungsansatz ist zu hinterfragen, ob es gerechtfertigt ist, grundsätzliche Ausschlussgebiete in das Bewertungsverfahren aufzunehmen, weil in diesen Gebieten die Interessenabwägung nicht frei möglich ist.

8.2 Lärmschutzpuffer um Siedlungen und Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen

Die Lärmschutzbestimmungen des Umweltschutzgesetzes sollen die Bevölkerung vor schädlichen und lästigen Einwirkungen schützen. Gemäss Art. 13 und Art. 15 USG hat der Bundesrat die Immissionsgrenzwerte für Lärm und Erschütterungen so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören. Massgebend für die Beurteilung der von neuen WEA verursachten Lärmimmissionen sind die gegenüber dem Tag tieferen Planungswerte bei Nacht, da die Anlagen auch nachts in Betrieb sind. Gemäss Art. 7 Abs. 1 Bst. b LSV⁵³ dürfen die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht übersteigen. Diese gelten für Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen (Art. 41 Abs. 1 LSV) und für nicht überbaute Bauzonen, in denen Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen sowie für nicht überbauten Gebiete in Zonen mit erhöhtem Lärmschutzbedürfnis (Art. 41 Abs. 2 LSV). Wohnungen beinhalten lärmempfindliche Räume, ebenso Betriebe, in denen sich Personen während längerer Zeit aufhalten,

⁵³ Lärmschutzverordnung, SR 814.41.

ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm (Art. 2 Abs. 5 LSV).

Den Nutzungszonen nach RPG werden durch Art. 43 LSV je nach Nutzungsart unterschiedliche Empfindlichkeitsstufen zugewiesen. Tabelle 3 enthält die nächtlichen Planungswerte für die Empfindlichkeitsstufen I bis IV für Industrie- und Gewerbelärm gemäss Anhang 6 LSV.

Der Schalleistungspegel L_{WA} [dB(A)] einer WEA bzw. deren Lärmemission, hängt von der Windgeschwindigkeit ab. Im Grundlagenbericht 24 wird als Planungsfall angenommen, dass 5.5MW-Anlagen, etwa vom Typ Enercon E160 mit 80 m Rotorlänge und 140 m Nabenhöhe, realisiert werden. Gemäss Herstellerangabe von Enercon, beträgt der Schalleistungspegel für die Anlage E160 zwischen 94.5 bis 106.8 dB(A).⁵⁴ Aus der Windstatistik eines Standortes lassen Windgeschwindigkeitsklassen mit einer zu erwartenden zeitlichen Dauer bilden und jeder dieser Lärmphasen ein entsprechender Schalleistungspegel der Turbine zuordnen.

Empfindlichkeitsstufe nach Art. 43 LSV	Planungswerte bei Nacht in dB(A) nach Ziffer 2 Anhang 6 LSV
I	40
II	45
III	50
IV	55

Tab. 2 Empfindlichkeitsstufen nach Art. 43 LSV und nächtliche Planungswerte

Der Schalldruckpegel des Lärms einer einzelnen WEA kann dann für den Einwirkungsort bei direkter Sichtverbindung zum Rotor, ohne Berücksichtigung von Luftdämpfung und Bodeneffekten, die sich in etwa aufheben, für eine Windgeschwindigkeitsklasse i wie folgt abgeschätzt werden:

$$Lp_i = Lw_i - 20 \cdot \log d - 11$$

Lp_i ist der Schalldruckpegel am Einwirkungsort (Lärmimmission) in dB(A) bei Windgeschwindigkeiten der Klasse i ;

Lw_i ist der Schalleistungspegel des Rotors bei Windgeschwindigkeiten der Klasse i in dB(A) (Lärmemission gemäss Anlagen-Datenblatt);

d ist der Abstand des Messortes von der Lärmquelle, die als punktförmig angenommen wird;

Die Zahl 11 ist das Messflächenmass und steht für die omnidirektionale Ausbreitung des Lärms einer Punktquelle auf Nabenhöhe der Windturbine.

Für die Berechnung des Beurteilungspegels L_r nach Anhang 6, Kapitel 3 LSV Lärmschutzverordnung sind für Industrie- und Gewerbelärm folgende Pegelkorrekturen vorzunehmen.⁵⁵

⁵⁴ Technische Daten E-160 EP5 E3, Stand 2/2022.

⁵⁵ Vgl. Bundesamt für Umwelt, BAFU (2011): Info-Blatt zu Lärm von Windkraftanlagen, Referenz-Aktenzeichen J451-2433, Bern, S. 2.

K1 Pegelkorrektur für Industrieanlagen: + 5dB

K2 Pegelkorrektur für Tongehalt des Lärms: + 0 dB

K3 Pegelkorrektur für den Impulsgehalt des Lärms: + 4 dB

Die während der verschiedenen Lärmphasen auftretenden Schalleistungspegel werden nach ihrem zeitlichen Anteil an der Dauer des Referenzzeitraums (22 - 6 Uhr, 720 Minuten) gewichtet.

Somit kann der Beurteilungspegel L_r in dB(A) für eine einzelne Windturbine unter Berücksichtigung der Grundsätze in Ziffer 31 des Anhangs 6 der LSV wie folgt berechnet werden:

$$L_r = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{t_0} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0.1 \cdot L_{W_i}} \right) - 20 \cdot \log d - 11 + 5 + 4$$

t_i ist durchschnittliche nächtliche Dauer der Lärmphase i in Minuten;

$t_0 = 720$ Minuten;

n ist die Anzahl der Windgeschwindigkeitsklassen i .

Wird vereinfachend von einem konstanten Schalleistungspegel L_W ausgegangen, kann der Beurteilungspegel L_r näherungsweise mit der nachstehenden Formel abgeschätzt werden:⁵⁶

$$L_r = L_W - 20 \cdot \log d - 11 + 5 + 4$$

Bei einem Anlagen-Schalleistungspegel von 100 dB(A) können die nächtlichen Planungswerte für die Empfindlichkeitsstufen II und III bei 450 m bzw. 250 m für eine einzelne Turbine eingehalten werden; bei der Empfindlichkeitsstufe I wird der Planungswert beim Abstand von 750 Metern eingehalten. Bei einem Anlagen-Schalleistungspegel von 102 dBA wären Mindestabstände von 300 m (ES III), 550 m (ES II) und 950 m (ES I) erforderlich. Die im Grundlagenbericht 24 gewählten Puffer von 700 m (ES III), 500 m (ES II) und 300 m (ES I) liegen weitgehend im zweckmässigen Bereich.⁵⁷

Da die Schalleistungsspanne von 5.5 MW-Anlagen deutlich über 100 dBA hinausreicht, ist im Bewilligungsverfahren im Rahmen des UVB jedoch der Nachweis zu erbringen, dass mit den konkreten Anlagenlayouts die nächtlichen Planungswerte der LSV eingehalten werden können.

8.3 Ausschlussgebiete ohne Interessenabwägung

8.3.1 Definition und Übersicht

In Ausschlussgebieten ohne Interessenabwägung (verbindliche Ausschlussgebiete) ist die Errichtung von Windenergieanlagen nicht zulässig (Tabelle 2). Die Durchführung einer Interessenabwägung ist daher nicht möglich.

⁵⁶ Vgl. EMPA (2010): Untersuchungsbericht Nr. 452'460, int. 562.2432, Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionsbegrenzung bei Windkraftanlagen, Dübendorf, S.34.

⁵⁷ georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 14.

Im Grundlagenbericht des Kantons Zürich wurden verschiedene Gebietskategorien, die nach der hier vertretenen Rechtsauffassung zu den verbindlichen Ausschlussgebieten gehören in die Nutzwertanalyse und somit in die Interessenabwägung einbezogen: Grundwasserschutzzonen S1 und S2, Grundwasserschutzzonen und Waldreservate. Im Grundlagenbericht 24 wurden diese Gebiete lediglich als grundsätzliche Ausschlussgebiete eingestuft.

8.3.2 Biotop von nationaler Bedeutung

Die neu ins Energiegesetz eingefügte Bestimmung von Art 12. Abs. 2bis EnG regelt den Ausschluss von Energieanlagen für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Biotopen von nationaler Bedeutung nach Art. 18a NHG und in Wasser- und Zugvogelreservaten nach Art. 11 JSG.

Auf der Grundlage von Art. 18a NHG und den Bestimmungen in den entsprechenden Vollzugsverordnungen sind Flachmoore, Hoch- und Übergangsmoore sowie Moorlandschaften von nationaler Bedeutung umfassend geschützt. Der Schutz schloss bereits bisher die Errichtung von Anlagen für die Energiegewinnung implizit aus. Dies wird mit der Bestimmung in Art. 12 Abs. 2bis EnG explizit bestätigt.

Trockenwiesen und Weiden von nationaler Bedeutung werden durch die Trockenwiesenverordnung (TwwV)⁵⁸ hingegen nicht umfassend geschützt. Art. 7 Abs. 1 TwwV ermöglicht ein Abweichen vom Schutzziel für unmittelbar standortgebundene Vorhaben, die dem Schutz des Menschen vor Naturgefahren oder einem anderen überwiegenden öffentlichen Interesse von nationaler Bedeutung dienen. Klarheit in Bezug auf den Ausschluss von TWW-Inventarobjekten gegenüber Energieanlagen schafft erst die neue Bestimmung in Art. 12 Abs. 2bis EnG.

Ähnlich verhält es sich bei den Amphibienlaichbiotopen von nationaler Bedeutung: Auch die Amphibienlaichgebiete-Verordnung (AlgV)⁵⁹ bietet keinen absoluten Schutz der Inventarobjekte vor dem Bau von Windkraftanlagen von nationalem Interesse. Art. 7 AlgV ermöglicht ein Abweichen vom Schutzziel ortsfester Objekte für standortgebundene Vorhaben, die einem überwiegenden öffentlichen Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung dienen. Der Ausschluss von Windkraftanlagen von nationalem Interesse in Inventarobjekten nach AlgV wurde mit dem Erlass von Art. 12 Abs. 2bis EnG festgeschrieben.

Auch in Auengebieten von nationaler Bedeutung ist gemäss Art. 4 Abs. 2 Auenverordnung⁶⁰ ein Abweichen von den Schutzzielen zulässig für unmittelbar standortgebundene Vorhaben, die dem Schutz des Menschen vor schädlichen Auswirkungen des Wassers oder einem anderen überwiegenden öffentlichen Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung dienen. Art. 12 Abs. 2bis EnG schliesst Produktionsstandorte für erneuerbare Energien in Biotopen von nationaler Bedeutung nach Art. 18a NHG zwar grundsätzlich aus. Für Auengebiete von nationaler Bedeutung gilt dieser Ausschluss explizit nicht, wenn es sich um Gletschervorfelder oder alpine Schwemmebenen handelt und die der Bundesrat nach dem 1. Januar 2023 gestützt auf Art. 18a Absatz 1 NHG in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung aufgenommen hat. Diese Regelung zielt in erster Linie auf die Ermöglichung neuer Wasserkraftwerke in den Alpen. Ebenso gilt der Ausschluss bei Wasserkraftanlagen nicht, wenn lediglich die Restwasserstrecke durch das Inventarobjekt führt (Art. 12 Abs. 2^{bis} Bst. c EnG).

Analog zu den Lärmschutzpuffern gemäss LSV um Siedlungen und Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen sind die Kantone auch beim Biotopschutz verpflichtet ökologisch ausreichende

⁵⁸ SR 451.37.

⁵⁹ SR 451.34.

⁶⁰ SR 451.31.

Objektkategorie	gesetzliche Grundlage	Vollzugsverordnung	Planungsanweisung
Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung	Art. 18a NHG ⁶¹ ; Art. 12 Abs. 2bis EnG	Art. 5 Abs. 1 Bst. b Hochmoorverordnung ⁶²	Konzept Windenergie
Flachmoore von nationaler Bedeutung	Art. 18a NHG; Art. 12 Abs. 2bis EnG	Art. 5 Abs. 2 Bst. b Flachmoorverordnung ⁶³	Konzept Windenergie
Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung	Art. 18a NHG; Art. 12 Abs. 2bis EnG		Konzept Windenergie
Moorlandschaften von nationaler Bedeutung	Art. 23 d Abs. 1 NHG	Art. 5 Abs. 2 Bst. d Moorlandschaftsverordnung ⁶⁴	Konzept Windenergie
Amphibienlaichbiotope von nationaler Bedeutung	Art. 18a NHG; Art. 12 Abs. 2bis EnG		Konzept Windenergie
Wasser- und Zugvogelreservate	Ramsar-Konvention ⁶⁵ ; Art. 11 JSG ⁶⁶ ; Art. 12 Abs. 2bis EnG	Art. 5 Abs. 1 Bst. b WZVV ⁶⁷	Konzept Windenergie
Waldreservate	Art. 20 Abs. 4 WaG ⁶⁸	Art. 41 Abs. 3 WaV ⁶⁹	
Nationalpark	Art. 1 Abs. 1 Nationalparkgesetz ⁷⁰		Konzept Windenergie
Kernzonen von Nationalpärken	Art. 23f Abs. 3 NHG	Art. 17 Abs. 1 Bst. d PÄV ⁷¹	Konzept Windenergie
Kernzone Naturerlebnispärke	Art. 23h Abs. 3 Bst. a NHG	Art. 23 Abs. 1 Bst. c PÄV	Konzept Windenergie
Grundwasserschutzzonen S1 und S2, Grundwasserschutza-reale	Ar. 20 Abs. 1 GSchG ⁷²	Ziffern 222, 223 und 23, Anhang 4 GSchV ⁷³	
Mindestabstände im Umkreis von Gebäuden mit lärmempfindlichen Nutzungen	Art. 13 und 15 USG ⁷⁴	Art. 43 LSV ⁷⁵ , Anhang 6 LSV	

Tab. 3 Gebiete mit umfassendem Schutz nach Bundesrecht. Eine Nutzung für WEA ist ausgeschlossen.

Pufferzonen auszuscheiden.⁷⁶ Die Perimeter der Potenzialgebiete und entsprechend der Eignungsgebiete, die im Richtplan eingetragen werden sollen, sparen keine Pufferzonen gegenüber Biotopen von nationaler Bedeutung aus.

⁶¹ Natur- und Heimatschutzgesetz, SR 451.0.

⁶² SR 451.32.

⁶³ SR 451.33.

⁶⁴ SR 451.35.

⁶⁵ SR 0.451.45.

⁶⁶ Jagdgesetz, SR 922.0.

⁶⁷ Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung, SR 922.32.

⁶⁸ Waldgesetz, SR 921.0.

⁶⁹ Waldverordnung, SR 921.01.

⁷⁰ SR 454.

⁷¹ Pärkeverordnung, SR 451.36.

⁷² Gewässerschutzgesetz, SR 814.20.

⁷³ Gewässerschutzverordnung, SR 814.201.

⁷⁴ Umweltschutzgesetz, SR 814.01.

⁷⁵ Lärmschutzverordnung, SR 814.41.

⁷⁶ Vgl. Art. 14 Abs. 2 lit d. NHV, Art. 3 Abs. 1 Flachmoorverordnung, Art. 3 Abs. 1 Hochmoorverordnung.

8.3.3 Wasser- und Zugvogelreservate

Mit der Inventarisierung und dem Schutz von Wasser- und Zugvogelreservaten ist die Schweiz bemüht, das Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, von internationaler Bedeutung⁷⁷, zu erfüllen.

Nur falls davon ausgegangen werden kann, dass WEA in Wasser- und Zugvogelreservaten in jedem Fall zu einer Störung der Vögel führen, wären die entsprechenden Gebiete aufgrund von Art. 5 Abs. 1 Bst. b WZVV als Ausschlussgebiete zu qualifizieren. Hingegen erlaubt die Regelung von Art. 12 Abs. 2^{bis} EnG keinen Interpretationsspielraum, indem dort WZVV-Inventarobjekte explizit als Standorte für neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ausgeschlossen sind.

8.3.4 Waldreservate

Waldreservate schützen den Wald als natürliches Ökosystem und dienen der Erhaltung der Biodiversität der Waldlebensräume. Die Kantone können gemäss Art. 20 Abs. 4 WaG zur Erhaltung der Artenvielfalt von Fauna und Flora angemessene Flächen als Waldreservate ausscheiden. Waldreservate sind auf Dauer angelegte Schutzflächen, die jeweils für eine begrenzte Zeit zwischen Kanton und Waldeigentümern vertraglich gesichert werden (Art. 41 Abs. 3 WaV). Daher stellen sie für die Vertragsdauer Ausschlussgebiete für andere Nutzungen dar.

8.3.5 Pärke

Parkgebiete, in denen die Natur sich selbst überlassen werden soll, gelten als Ausschlussgebiete für Energieerzeugungsanlagen. Das gilt sowohl für den bestehenden Nationalpark aufgrund von Art. 1 des Nationalparkgesetzes als auch für die Kernzonen neu hinzukommender Nationalpärke und für die Kernzonen von Naturerlebnispärken aufgrund der Bestimmungen in Art. 23f Abs. 3 NHG und Art. 23h Abs. 3 Bst. a NHG. Hingegen entfalten Regionale Naturpärke keine unmittelbare Schutzwirkung.

8.3.6 Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzareale

Um Grundwasser- und Quelfassungen, die von öffentlichem Interesse sind, haben die Kantone nach Art. 20 Abs. 1 GSchG Schutzzonen auszuscheiden und Eigentumsbeschränkungen festzulegen. Ebenso scheidet sie Grundwasserschutzareale aus (Art. 21 GSchG), welche für die Anreicherung von Grundwasservorkommen und die künftige Nutzung von Bedeutung sind. In diesen Areas erstellte Bauten und Anlagen dürfen die künftige Grundwassernutzung und -anreicherung nicht beeinträchtigen. In der fassungsnächsten Schutzzonenkategorie S1 sind nur bauliche Eingriffe zulässig, welche der Trinkwassernutzung dienen (Ziffer 223, Anhang 4 GSchV).

In der an die Zone S1 angrenzenden Schutzzone S2 sind Eingriffe ausnahmsweise möglich, wenn wichtige Gründe vorliegen und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann (Ziffer 222 Anhang 4 GSchV). Bei baulichen Eingriffen in der Zone S2 eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausschliessen zu können, ist faktisch kaum möglich, da dabei die natürliche Filterschicht des Bodens verletzt wird. Das gilt insbesondere für die Fundierung von Windturbinen auf Lockergesteinsstandorten, die mehrere Meter tiefe Eingriffe und je nach Tragfähigkeit des Untergrundes Pfählungen erfordern. Im oder nach einem Ereignisfall (Brand einer Turbine) kann die Infiltration von schadstoffbelastetem Löschabwasser oder Niederschlagswasser in den Boden nicht ausgeschlossen werden. Pro Jahr brennen in Deutschland 5 bis 10 von insgesamt rund 30'000 Windrädern 0.03%).⁷⁸ Geraten bei Windenergieanlagen Rotorblätter oder Maschinengondeln in Brand, müssen die Einsatzkräfte die Objekte kontrolliert abbrennen lassen. Dennoch muss vor Ort

⁷⁷ SR 0.451.45 (Ramsar-Konvention).

⁷⁸ <https://www.bsbrandschutz.de/artikel/besser-einfach-brennen-lassen-3847712.html>

Wasser vorhanden sein, um den umgebenden Wald bei herabfallenden Teilen vor einem Übergreifen der Flammen zu schützen. Faktisch ist auch die Zone S2 als Ausschlussgebiet für WEA zu betrachten.⁷⁹

Grundwasserschutzareale sind speziell ausgeschiedene Gebiete, in welchen der das darunter liegende Grundwasservorkommen im Hinblick auf eine künftige Nutzung oder Anreicherung vorsorglich geschützt wird. Grundwasserschutzareale werden durch die Kantone ausgeschieden. Sie werden in den Gewässerschutzkarten dargestellt und gemäss Art. 46 Abs. 1^{bis} GSchV in die jeweilige Richt- und Nutzungsplanung integriert. Gemäss Wegleitung Grundwasserschutz gelten in Grundwasserschutzarealen die gleichen Bedingungen wie in der Zone S2.⁸⁰ Auch sie stellen daher Ausschlussgebiete für WEA dar.

Kanton und Waldeigentümern vertraglich gesichert werden (Art. 41 Abs. 3 WaV). Daher stellen sie für die Vertragsdauer Ausschlussgebiete für andere Nutzungen dar.

8.4 Grundsätzliche Ausschlussgebiete

8.4.1 Definition und Übersicht

In grundsätzlichen Ausschlussgebieten ist die Interessenabwägung zu Gunsten der Errichtung einer Windenergieanlage eingeschränkt. In diesen Gebieten haben die Schutzinteressen Vorrang.

Bei der Festlegung von Eignungsgebieten für Solar- und Windkraftanlagen müssen die Kantone im Rahmen der Richtplanung die Interessen des Landschafts- und Biotopschutzes, der Walderhaltung sowie der Landwirtschaft, insbesondere des Kulturlandschutzes und des Schutzes der Fruchtfolgeflächen berücksichtigen (Art. 10 Abs. 1^{ter} EnG). Dieser neu ins Energiegesetz eingefügte Artikel erhöht die Anforderungen an die Richtplanung.

Das Konzept Windenergie des Bundes nennt die in Tabelle 4 aufgeführten grundsätzlichen Ausschlussgebiete. Davon sind - nach der hier vertretenen Rechtsauffassung und wie oben begründet - Waldreservate und Grundwasserschutzzonen S1 und S2 sowie Grundwasserschutzareale als Ausschlussgebiete ohne Interessenabwägung gegenüber dem Bau von Windenergieanlagen aufzufassen. Diese Gebietskategorien können innerhalb von Potenzialgebieten gemäss Grundlagenbericht 24 vorkommen. Sie wurden bei der Ermittlung der Potenzialgebiete nicht ausgeschlossen.

Von den weiteren Schutzgebietstypen wurden im Grundlagenbericht 24 die Übergangszone des Naturerlebnisparkes Sihlwald zum Ausschlussgebiet ohne Interessenabwägung gezählt.

Gemäss dem Konzept Windenergie des Bundes gelten die Kerngebiete Bartgeier und Auerhuhn als grundsätzliche Ausschlussgebiete. Bartgeier-Kerngebiete kommen im Kanton Zürich nicht vor. Die Kerngebiete Auerhuhn (Gebiete mit aktuellem Vorkommen) wurden gemäss Grundlagenbericht ausgeschlossen. Ebenso wurden Wildtierpassagen mit einem Pufferbereich von 300 m ausgeschlossen.

⁷⁹ Vgl. BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, S. 59.

⁸⁰ Vgl. BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, S. 61.

Objektkategorie	rechtliche Grundlagen	Vollzugsbestimmungen	Planungsanweisung
UNESCO-Welterbestätten	Unesco-Konvention 1972 ⁸¹		Konzept Windenergie
VAEW-Gebiete	Art. 22 WRG ⁸²		Konzept Windenergie
Umgebungszone Nationalpark	Art. 23f Abs. 3 Bst. b NHG	Art. 18 Abs. 1 Bst. c und e PÄV	Konzept Windenergie
Übergangszone Naturerlebnispark	Art. 23h Abs. 3 Bst. b NHG	Art. 24 PÄV	Konzept Windenergie
Kerngebiete Bartgeier und Auerhuhn	Art. 1, 7 und 11 JSG	Art. 14 Abs. 2, 3, 6 und 7 NHV	Konzept Windenergie
Wildtierpassagen von Nationalstrassen bis 300 m Abstand	Art. 78 BV, Art. 1 und 18 NHG, Art. 1 JSG, BGE 128 II 1		Konzept Windenergie
Waldreservate	Art. 20 Abs. 4 WaG	Art. 41 Abs. 3 WaV ⁸³	Konzept Windenergie
Grundwasserschutzzonen S1 und S2, Grundwasserschutzzonale	Ar. 20 Abs. 1 GSchG	Ziffern 222, 223 und 23, Anhang 4 GSchV	Konzept Windenergie

Tab. 4 Grundsätzliche Ausschlussgebiete gemäss Konzept Windenergie Gebiete mit eingeschränkter Interessenabwägung

Folgende weiteren Gebietskategorien sind in Bezug auf die Planung von grossen Windenergieanlagen ebenfalls als grundsätzliche Ausschlussgebiete zu handhaben (Tabelle 3):

Objektkategorie	gesetzliche Grundlagen	Vollzugsbestimmungen
Smaragd-Gebiete	Berner Konvention ⁸⁴	
Aktivitätsgebiete von gefährdeten und geschützten, windkraftsensiblen Vogelarten, bei denen sich Verluste durch Rotorschläge nicht durch Ersatzmassnahmen kompensieren lassen.	Art. 1, 7 und 11 JSG	Art. 14 und 20 NHV
BLN-Objekte und ISOS-Objekte (Umgebungsbereich und Umgebungsrichtung) sowie IVS-Objekte bei Planung/Tangierung von WEA, die aufgrund der zu erwartenden Produktion nicht von nationalem Interesse sind.	Art. 5 und 6 NHG	Art. 6 Abs. 4 VBLN ⁸⁵

Tab. 5 Im Konzept Windenergie und im Grundlagenbericht 24 nicht berücksichtigte grundsätzliche Ausschlussgebiete

⁸¹ SR 0.451.41.

⁸² Wasserrechtsgesetz, SR 721.80.

⁸³ Waldverordnung, SR 921.01.

⁸⁴ SR 0.455.

⁸⁵ Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler, SR 451.11.

8.4.2 Smaragd-Gebiete

Mit dem Anschluss an die Berner Konvention hat sich die Schweiz dem Ziel verpflichtet, sich für die Erhaltung von Lebensräumen wildlebender Pflanzen- und Tierarten, insbesondere jene von gefährdeten und empfindlichen Arten einzusetzen. Zahlreiche Formulierungen des Übereinkommens sind offen gehalten; eine direkte Anwendbarkeit ist kaum möglich, so dass den Vertragsstaaten ein Spielraum bleibt, wie sie den Schutz sicherstellen wollen.⁸⁶ Immerhin fordert die Berner Konvention in Art. 4 Abs. 1 die Vertragsparteien auf, die erforderlichen gesetzgeberischen und Verwaltungsmassnahmen zu ergreifen, um die Erhaltung der Lebensräume wildlebender Pflanzen und Tierarten, insbesondere jene, die gefährdet sind und jene von namentlich in den Anhängen I und II des Übereinkommens genannten Arten sicherzustellen. Die Resolutionen 4 und 6 der Berner Konvention listen diejenigen europäischen Lebensräume und Arten auf, die besonderer Schutzmassnahmen bedürfen. Diese werden über die Einrichtung von sogenannten Smaragd-Netzwerken durch die Vertragspartner gesichert.⁸⁷ Das BAFU hat in der Schweiz 43 Smaragd-Lebensräume und 91 Smaragd-Arten identifiziert. 37 Gebiete davon wurden bisher als Teil des europäischen Smaragd-Netzwerkes anerkannt.⁸⁸

Die schweizerischen Smaragd-Gebiete werden in Art.12 Abs. 2bis EnG nicht als Ausschlussgebiete für neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien genannt. Bereits im Konzept Windenergie des Bundes aus dem Jahr 2020 werden die SMARAGD-Gebiete nicht thematisiert.⁸⁹ Das ist insofern problematisch, als der Erhalt der Smaragd-Gebiete über das nationale Interesse hinausgeht.

Bisher erfolgte der Lebensraumschutz in den Smaragd-Gebieten lediglich mittelbar durch das Schutzinstrumentarium des NHG (insbesondere über die Bundesinventare)⁹⁰, des WaG, JSG, BGF⁹¹, GSchG, RPG und USG und der darauf gestützten Verordnungen sowie durch kantonale sowie kommunale Schutzvorkehrungen.

Das Naturschutzrecht, insbesondere der Lebensraumschutz, sind in der Schweiz bereits auf Bundesebene stark zersplittert, was den Aufbau einer funktionsfähigen ökologischen Infrastruktur erschwert. Durch die jüngst erfolgte Einfügung von Art. 12 Abs. 3 und 3bis ins Energiegesetz sowie Art. 9a Abs. 4 ins Stromversorgungsgesetz werden verschiedene Schutzinstrumente des Bundes (Ungeschmälerter Erhalt von BLN-Objekten, Rodungsverbot nach Art. 5 WaG) und der Kantone (Kantonale Schutzobjekte) durch den darin jeweils stipulierten Interessenvorrang von Produktionsanlagen von nationalem Interesse zusätzlich geschwächt. Daher muss die Schweiz andere Wege finden, um den Schutz der Smaragd-Gebiete sicherzustellen und um zu vermeiden, dass solche Gebiete durch Kraftwerke beeinträchtigt werden. Zu denken ist an ein Smaragd-Gebietsinventar oder weitere Lebensrauminventare von nationaler Bedeutung.⁹² Im Rahmen der Richtplanung ist

⁸⁶ ASTRID EPINEY, MARKUS KERN, STEFAN DIEZIG (2012): Zur Implementierung des sog. Smaragd- Netzwerks in der Schweiz: Perspektiven der Einbindung der Schweiz in ein europäisches Naturschutzgebietsnetz, Rechtsgutachten im Auftrag des BAFU, 10. Dezember 2012, Rz. 21 und 22, S. 13 und 14.

⁸⁷ <https://www.coe.int/web/bern-convention/emerald-network>, aufgerufen am 30.7.2024.

⁸⁸ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/oekologische-infrastruktur/smaragd-gebiete.html>. Aufgerufen am 28.7.2024.

⁸⁹ Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen. Bern, 34 S.

⁹⁰ vgl. ASTRID EPINEY, MARKUS KERN, in: Kommentar NHG, Peter M. Keller und andere [Hrsg.], 2. Aufl. 2019, Allgemeiner Teil - 3. Kapitel, N. 46 ff.S. 148 f.

⁹¹ Bundesgesetz über die Fischerei, SR 923.0.

⁹² ASTRID EPINEY, MARKUS KERN, STEFAN DIEZIG (2012): Zur Implementierung des sog. Smaragd- Netzwerks in der Schweiz: Perspektiven der Einbindung der Schweiz in ein europäisches Naturschutzgebietsnetz, Rechtsgutachten im Auftrag des BAFU, 10. Dezember 2012, S.94.

es angezeigt, Smaragd-Gebiete als grundsätzliche Ausschlussgebiete gegenüber WEA zu behandeln.

8.4.3 Aktivitätsgebiete von gefährdeten und geschützten, windkraftsensiblen Vogelarten

Die Schutzwürdigkeit von Lebensräumen bzw. im NHG synonym verwendet, von Biotopen⁹³, ergibt sich aus Art. 14 Abs. 3 NHV. Sie besteht erstens für bestimmte Lebensraumtypen (Art. 14 Abs. 3 Bst. a NHV), zweitens für Biotope mit Vorkommen von geschützten Pflanzen- und Tierarten (Art. 14 Abs. 3 Bst. b NHV), drittens für Biotope, in denen gefährdete und seltene Pflanzen und Tierarten vorkommen, die auf einer vom BAFU anerkannten oder geführten Roten Liste stehen (Art. 14 Abs. 3 Bst. d NHV), viertens für nach der Fischereigesetzgebung gefährdeten Fische und Krebse (Art. 14 Abs. 3 Bst. d NHV) und fünftens aufgrund weiterer Kriterien wie Mobilitätsansprüchen der Arten oder der Vernetzung ihrer Vorkommen (Art. 14 Abs. 3 Bst. e NHV).

Ein Eingriff in ein schützenswertes Biotop muss standortgebunden sein und einem überwiegenden Bedürfnis entsprechen (Art. 14 Abs. 6 NHV). Bei der Interessenabwägung sind neben der Schutzwürdigkeit auch die Bewertung des Biotops nach den in Art. 14 Abs. 6 Bst. a bis d NHV aufgeführten Qualitäten massgebend.

Wer Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume vornimmt oder verursacht, ist zu bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten (Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG i.V.m. Art. 14 Abs. 7 NHV). Als Ersatzmassnahmen zur Kompensation gelten nur Massnahmen, die erwiesenermassen wirkungsvoll sind. Das heisst, dass ein neuer gleichwertiger Lebensraum an einem anderen Standort in der gleichen Gegend errichtet werden muss. Die Gleichwertigkeit setzt unter anderem voraus, dass der neue Lebensraum die gleichen ökologischen Funktionen einnimmt, wie der zerstörte Lebensraum. Sind keine erwiesenermassen wirkungsvollen Minderungs- und Ersatzmassnahmen möglich, ist ein Projekt nicht bewilligungsfähig.⁹⁴

Bezüglich der Planung von WEA ist insbesondere der Vogel- und Fledermausschutz zu beachten. Die Schweiz hat 1994 die Bonner Konvention zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten ratifiziert⁹⁵ und ist 2013 dem UNEP/EUROBATS-Abkommen beigetreten.⁹⁶ Das UNEP/EUROBATS-Abkommen bezweckt den Schutz aller 52 in Europa vorkommenden Fledermausarten und die Förderung der internationalen Zusammenarbeit. Es handelt sich dabei um ein Regionalabkommen der Bonner Konvention. Das UNEP/EUROBATS-Abkommen empfiehlt aufgrund der Bedeutung der Waldlebensräume für Fledermäuse, WEA ausschliesslich in einem Abstand von mindestens 200 m von Wäldern zu errichten.⁹⁷

Falls eine Planung zur Beeinträchtigung von Lebensräumen geschützter, bzw. gefährdeter Vogelarten und Fledermausarten führt, für die Ersatz möglich ist, muss der Ersatzlebensraum bereits vor der Realisierung des WEA Vorhabens erstellt und von der entsprechenden Art besiedelt sein.

Werden naturnahe Lebensräume, in denen bislang kaum akute Gefährdungsursachen bestanden und die aufgrund ihrer langen Regenerationsdauer kaum wiederherstellbar sind, durch bauliche Eingriffe verändert, sind häufig keine Ersatzmassnahmen möglich, etwa in Lebensräumen der

⁹³ siehe Art. 18 Abs. 1 NHG.

⁹⁴ <http://kbnl.ch/2018/01/23/bewertungsmethode-eingriffe-in-schuetzenswerte-lebensraeume-bafu/>

⁹⁵ SR 0.451.46.

⁹⁶ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-45815.html>. Aufgerufen am 22.8.2024.

⁹⁷ RODRIGUES L, BACH L, DUBOURG-SAVAGE M.-J, KARAPANDZA N, KOVAC D, KERVYN T, DEKKER J, KEPPEL A, BACH P, KOLLINS J, HARBUSCH C, PARK K, MICEVSKI B, MIINDERMAN J (2015): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. EUROBATS publication series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, S 133. https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf

subalpinen und alpinen Stufe oder in naturnahen Wäldern mit altem Baumbestand.⁹⁸ Auch Kollisionsverluste von Vögeln beim Betrieb von WEA lassen sich häufig nicht mit Massnahmen in der Schweiz im Sinne eines Ersatzes auffangen. Schutzmassnahmen wie Mindestabstände von Windturbinen zu den Aktivitätsräumen geschützter und gefährdeter Vogelarten sind daher am wirkungsvollsten.^{99,100}

Wo weder Schutz- noch Ersatzmassnahmen möglich sind, ist ein WEA-Projekt aus rechtlicher Sicht nicht zulässig, da der Konflikt mit Art. 18 1^{ter} NHG nicht vermeidbar ist bzw. Art. 14 Abs.7 NHV nicht erfüllt werden kann.

Vogelarten, die nachweislich oder in höchstem Masse wahrscheinlich negativ von WEA betroffen sind, gelten als windkraftsensibel.¹⁰¹ Dabei können sowohl Lebensraumverluste oder -änderungen als auch Kollisionen einen negativen Einfluss auf diese Arten haben. Gemäss BAFU ist hinsichtlich Schutzvorkehrungen insbesondere ein Augenmerk auf die windkraftsensiblen Arten der Roten Liste sowie die national prioritären Arten zu legen.¹⁰² Die Platzierung von WEA ausserhalb des Aktivitätsraums von zu berücksichtigenden Vogelarten bietet den besten Schutz.

Auf der Stufe Richtplanung sollten daher die bekannten Brutplätze, Schlafplätze und Aktivitätsräume der windkraftsensiblen, gefährdeten und/oder national prioritären Brut- und Gastvögel, bei der Evaluation von möglichen Eignungsgebieten bekannt sein sowie die Gebiete mit einer hohen Zugintensität. Sie können ausschlaggebend sein, ob ein späteres Projekt bewilligungsfähig ist. Eine minimale Grundlage bieten die Konfliktpotenzialkarten der Schweizerischen Vogelwarte zu windkraftsensiblen Brut- und Gastvögeln sowie Vogelschutzgebieten¹⁰³ und zum Vogelzug.¹⁰⁴ Darin werden Ausschlussgebiete für WEA vorgeschlagen.

Mittels spezifischer Felderhebungen zur richtigen Jahreszeit kann geklärt werden, ob und in welchem Umfang in einem Potenzialgebiet gefährdete und/oder national prioritäre Arten vorkommen. Ohne spezifische Felderhebung auf Richtplanebene wird vielfach keine hinreichende Gebietsabgrenzung und Interessenabwägung möglich sein. Wir stellen fest, dass im Rahmen des Grundlagenberichtes 24 keine vertieften Abklärungen zum Vorkommen von windkraftsensiblen Vogelarten durchgeführt wurden, bei deren Verlust durch Schlagopfer kaum Ersatzmassnahmen nach Art. 14. Abs. 7 NHV möglich sind und deren Aktivitätsräume daher als Ausschlussgebiete zu berücksichtigen sind.

⁹⁸ B. KÄGI, A. STALDER, M. THOMMEN (2002): Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Leitfaden Umwelt Nr. 11, Bern, Kap. 4.6, S. 57

⁹⁹ S. WERNER, J. ASCHWANDEN, D. HEYNEN, H. SCHMID (2019): Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten. Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte. Schweizerische Vogelwarte, Sempach, S. 28.

¹⁰⁰ Länderarbeitsgemeinschaft der Staatlichen Vogelschutzwarten in Deutschland LAG VSW, Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten, 2015.

¹⁰¹ S. WERNER, J. ASCHWANDEN, D. HEYNEN, H. SCHMID (2019): Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten. Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte. Schweizerische Vogelwarte, Sempach, S. 5.

¹⁰² Bundesamt für Umwelt (2009): UVP-Handbuch. Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Umwelt-Vollzug Nr. 0923, Bern.

¹⁰³ P. HORCH, H. SCHMID, J. GUÉLAT, F. LIECHTI (2013): Konfliktpotenzialkarte Windenergie – Vögel Schweiz: Teilbereich Brutvögel, Gastvögel und Vogelschutzgebiete gemäss WZVV. Erläuterungsbericht. Aktualisierung 2013. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

¹⁰⁴ F. LIECHTI, J. GUÉLAT, S. BAUER, M. MATEOS, S. KOMENDA-ZEHNDER (2017): Konfliktpotenzialkarte Windenergie – Vögel Schweiz: Teilbereich Vogelzug. Aktualisierung 2013. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

8.4.4 Inventarobjekte nach Art. 5 NHG bei fehlendem nationalem Interesse an einer geplanten WEA

Das Interesse an der ungeschmälernten Erhaltung von Inventarobjekten nach Art. 5 NHG

Gemäss Art. 6 Abs. 1 NHG verdienen die Objekte der Bundesinventare nach Art. 5 NHG in besonderem Masse die ungeschmälernte Erhaltung, jedenfalls aber unter Einbezug von Wiederherstellungs- oder angemessenen Ersatzmassnahmen, die grösstmögliche Schonung.

Die Schutzwirkung der Inventarobjekte des BLN bezieht sich grundsätzlich auf den im Objektblatt festgelegten Perimeter, beim ISOS auf die bewerteten Ortsbildteile und beim IVS auf die vorhandene Substanz einer Wegstrecke und der in einem funktionalen Zusammenhang stehenden Wegbegleiter. Die Schutzziele der BLN-Objekte sind für jedes Objekt individuell im entsprechenden Objektblatt festgelegt (Art. 1 Abs. 2 VBLN). Bei den ISOS-Objekten kommen die Erhaltungsziele nach Art. 9 Abs. 4 VISOS¹⁰⁵ zur Anwendung, beim IVS jene nach Art. 6 VIVS¹⁰⁶. Zur Beurteilung der ungeschmälernten Erhaltung der Objekte ist immer von der jeweiligen Umschreibung des Schutzgehalts auszugehen. Ein BLN- und ISOS-Objekt kann auch durch Anlagen an seiner Grenze oder ausserhalb des Perimeters betroffen sein, wenn seine Schutzziele tangiert werden.

Ein Abweichen von der ungeschmälernten Erhaltung im Sinne der Inventare darf bei Erfüllung einer Bundesaufgabe nur in Erwägung gezogen werden, wenn ihr bestimmte gleich- oder höherwertige Interessen von ebenfalls nationaler Bedeutung entgegenstehen (Art. 6 Abs. 2 NHG).

Objekte von Inventaren nach Art. 5 NHG geniessen demnach einen besonderen Schutz gegenüber Eingriffen, die mit der Erfüllung von Bundesaufgaben nach Art. 2 Abs. 1 NHG verbunden sind. Es ist davon auszugehen, dass die Bewilligung einer WEA ausnahmslos mit der Erfüllung von Bundesaufgaben verknüpft ist: Für den Netzanschluss eines Windenergieprojekts ist stets eine Plangenehmigung des Eidgenössischen Starkstrominspektorats (ESTI) erforderlich (Art. 15 EleG).¹⁰⁷ Deren Erteilung ist eine Bundesaufgabe.¹⁰⁸ Auch die Erteilung einer Rodungsbewilligung im Zusammenhang mit der Planung an einem Waldstandort entspricht einer Bundesaufgabe nach Art. 2 Abs. 1 NHG.

Interessen von ebenfalls nationaler Bedeutung

Weder Art. 6 Abs. 2 NHG noch die Materialien enthalten eine Definition der Interessen von nationaler Bedeutung (kurz: nationales Interesse). Mit nationalen Interessen sind, vereinfacht gesagt, öffentliche Interessen gemeint, welche ein höheres Gewicht haben als „übrige“ öffentliche Interessen.¹⁰⁹ Um im konkreten Planungsfall zu beurteilen, ob ein nationales Interesse an einem Vorhaben gegeben ist, muss gemäss bundesgerichtlicher Rechtsprechung folgende zweistufige Prüfung vorgenommen werden:

Erstens muss die Aufgabe als solche einem öffentlichen Interesse von nationaler Bedeutung dienen (sog. Aufgabeninteresse). Es geht um die Grundsatzfrage, ob eine Aufgabe überhaupt von nationaler Bedeutung sein kann. Beispiel: Energieproduktion, inkl. Erzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen.¹¹⁰

¹⁰⁵ Verordnung über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz, SR 451.12.

¹⁰⁶ Verordnung über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz, SR 451.13.

¹⁰⁷ Elektrizitätsgesetz, SR 734.0.

¹⁰⁸ BGE 137 II 266, E. 4, S. 274.

¹⁰⁹ PIERRE TSCHANNEN, FABIAN MÖSCHING (2012): Nationale Bedeutung von Aufgaben- und Eingriffsinteressen im Sinne von Art. 6 Abs. 2 NHG, Bern, S. 22.

¹¹⁰ BGE 140 II 262 E. 8.4.1 S. 279.

Zweitens muss auch das zu beurteilende konkrete Projekt ausreichend zur Verwirklichung dieser Aufgabe beitragen (Eingriffsinteresse im konkreten Fall).¹¹¹

Es gibt weder eine Liste von Interessen mit nationaler Bedeutung noch gibt es einen Katalog abstrakter Kriterien zur Bestimmung der Interessen von nationaler Bedeutung.

Was als nationales Interesse gilt, ergibt sich im Falle der Windenergienutzung aus der Gesetzgebung (z.B. Art. 12 EnG i.V.m. Art. 8 und 9 EnV¹¹²). Erstens besteht für die Nutzung und den Ausbau der erneuerbaren Energien ein nationales Interesse (Aufgabeninteresse gemäss Art. 12 Abs. 1 EnG). Zweitens besteht nach Art. 12 Abs. 2 EnG an der Realisierung einzelner Anlagen ab einer bestimmten Grösse und Bedeutung ein nationales Interesse (Eingriffsinteresse). Windparks, deren Produktion die Schwellenwerte nach Art. 9 Abs. 2 und 3 EnV von 20 GWh/Jahr übersteigen, sind von nationalem Interesse.

Dem nationalen Interesse an der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien steht im Bereich von Inventarobjekten nach Art. 5 NHG (BLN, ISOS, IVS) das nationale Interesse an deren ungeschmälerter Erhaltung gemäss Art. 6 Abs. 1 NHG gegenüber.

Gegenüber WEA, deren erwartete Produktion unterhalb der Schwellenwerte liegen, fehlt ein nationales Eingriffsinteresse. Das Interesse an der ungeschmälerter Erhaltung der Inventarobjekte nach Art. 6 Abs. 1 NHG ist bei der Erfüllung von Bundesaufgaben nach Art. 2 NHG höher zu gewichten als das Interesse an einem Eingriff, der nicht von nationalem Interesse ist. Ein Abweichen von der ungeschmälerter Erhaltung im Sinne der Inventare darf bei Erfüllung einer Bundesaufgabe nur in Erwägung gezogen werden, wenn ihr bestimmte gleich- oder höherwertige Interessen von ebenfalls nationaler Bedeutung entgegenstehen (Art. 6 Abs. 2 NHG). Das ist bei Anlagen, deren Produktionsmenge unter dem Schwellenwert bleibt, nicht der Fall.

Beeinträchtigung von BLN-Objekten durch WEA

Das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung ist ein Inventar nach Art. 5 NHG. Es beinhaltet als Objektkategorien Landschaften und Naturdenkmäler.¹¹³

Grosswindanlagen lassen sich im Bereich von Landschaftsobjekten des BLN-Inventars in aller Regel schlecht landschaftlich integrieren. Sie sind auf exponierte Standorte bzw. Kuppen und Kreten angewiesen und weit herum sichtbar. Hügelkuppen und -kretten sind sowohl im Jura als auch im Mittelland häufig bewaldet. Die Nabenhöhe muss das Terrain in der Regel um mehr als 100 Meter überragen, um eine genügende Energieausbeute erzielen zu können. An Waldstandorten ist wegen der grösseren Rauigkeit der Erdoberfläche bzw. Vegetationsoberfläche eine grössere Nabenhöhe erforderlich als bei vergleichbaren topographischen Verhältnissen in der offenen Landschaft. Für den Bau müssen die Standorte auf Kuppen und Kreten häufig erst erschlossen werden. Im Waldareal bedingt dies Rodungen. Durch eine kleinräumige Optimierung von Maststandorten innerhalb eines BLN-Objektes ist kaum eine Schonung der Schutzobjekte zu erreichen. Deshalb ist zu erwarten, dass die Errichtung von Grosswindanlagen innerhalb von Landschaftsobjekten des BLN regelmässig zu erheblichen bzw. schwerwiegenden Beeinträchtigungen der Objekte führt.

¹¹¹ BGer 1C_356/2019 vom 4. November 2020 = BGE 147 II 164; BGer 1C_118/2016 vom 21. März 2017; Pierre Tschannen, Fabian Mösching (2012): Nationale Bedeutung von Aufgaben- und Eingriffsinteressen im Sinne von Art. 6 Abs. 2 NHG, Bern, S. 4.

¹¹² Energieverordnung, SR 730.01.

¹¹³ BAFU, Hrsg. (2022): Das BLN: Objektkategorien und geomorphologische Typologie. Systematisierung der Objekte des Bundesinventars der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2204: 104 S. Autor: Herbert Bühl.

Beeinträchtigung von ISOS-Objekten durch WEA

Das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS) ist ein weiteres Inventar nach Art. 5 NHG. Bei der Planung von WEA in der Nachbarschaft von Ortsbildern von nationaler Bedeutung kann die Erhaltung von Freiräumen in Frage gestellt sein oder - bei entsprechenden Sichtbezügen - der Charakter des Ortsbildes. Das Konzept Windenergie stellt zutreffend fest, dass die Authentizität sowie die visuelle Integrität eines Ortsbildes stark vom Bezug zwischen den Bauten und der umgebenden Landschaft geprägt wird. Je nach örtlichen Gegebenheiten können WEA die Aussenwirkung von Ortsbildern stark verändern, so dass deren visuelle Integrität im landschaftlichen Kontext schwerwiegend beeinträchtigt wird.¹¹⁴

Beeinträchtigung von IVS-Objekten durch WEA

Das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) ist das jüngste Inventar nach Art. 5 NHG. IVS-Objekte basieren auf historischen Wegstrecken. Zu ihrer erhaltenswerten Substanz gehören namentlich der Wegverlauf, Wegelemente einschliesslich Wegbegrenzungen wie Böschungen, Mauern und Alleen; Kunstbauten und Wegbegleiter im Gelände.¹¹⁵

Konflikte bei der Planung von WEA mit IVS-Objekten können sich insbesondere im Zusammenhang mit der Erschliessung von Turbinenstandorten ergeben. Es ist zu erwarten, dass Eignungsgebiete für WEA Ausmasse haben, die es erlauben, historischen Wegverläufen auszuweichen und die Wegsubstanz nicht zu tangieren.

Zulässigkeit einer Interessenabwägung

WEA in BLN-Objekten und im Umgebungsbereich oder der Umgebungsrichtung von ISOS-Objekten führen erfahrungsgemäss zu schwerwiegenden Beeinträchtigungen im Sinne der Inventare.

Eine schwerwiegende Beeinträchtigung eines Inventarobjekts nach Art. 5 NHG bzw. ein Abweichen von der ungeschmälernten Erhaltung ist aber, wie erwähnt, nur unter den Voraussetzungen von Art. 6 Abs. 2 NHG zulässig. Falls kein nationales Eingriffsinteresse vorliegt, darf im Falle einer schweren Beeinträchtigung keine Interessenabwägung vorgenommen werden. Das Vorhaben ist von vornherein unzulässig.¹¹⁶ Das heisst, WEA, deren Produktionserwartung unterhalb von 20 GWh/Jahr liegt, sind in einem BLN-Objekt oder im Umgebungsbereich und der sogenannten Umgebungsrichtung eines IVS-Objektes in der Regel nicht bewilligungsfähig. Im Fall, da die Beeinträchtigung eines Inventarobjektes, gemessen an den Schutzzielen, nur geringfügig ist, gilt jedenfalls das Gebot der grösstmöglichen Schonung nach Art. 6 Abs. 1 NHG. Auch dieses erfordert die Prüfung von Alternativen ausserhalb der Inventarobjekte.

Aus den genannten Gründen Grund sind BLN-Objekte und ISOS-Objekte mit ihren Umgebungsbereichen und Umgebungsrichtungen als Ausschlussgebiete gegenüber WEA zu handhaben, deren Produktionserwartung unterhalb der Schwelle des nationalen Interesses von 20 GWh/Jahr liegt.

8.5 Gebiete mit Interessenabwägung bei nationalem Interesse an der geplanten WEA

8.5.1 Zur Interessenabwägung bei Betroffenheit von Inventarobjekten nach Art. 5 NHG

Im Fall, da die Planung eines Windparks mit einer erwarteten Stromproduktion, die über dem Schwellenwert von 20 GWh/Jahr liegt, zu einer schwerwiegenden Beeinträchtigung eines Inventar-

¹¹⁴ Vgl. Amt für Raumentwicklung ARE (2020): Erläuterungsbericht Konzept Windenergie, Bern, S. 15.

¹¹⁵ Vgl. VIVS Art. 2 Bst. c. (SR 451.13).

¹¹⁶ BGE 127 II 273 E.4c S. 282.

Objektes nach Art. 5 NHG führt, ist aufgrund von Art. 12 Abs. 2 EnG dennoch eine Interessenabwägung möglich (Art. 6 Abs. 2 NHG; Art. 6 VBLN).

Grundsätzlich wird dabei in drei Schritten vorgegangen:¹¹⁷

Interessen ermitteln (dieser Schritt fällt mit dem Prüfen des nationalen Eingriffsinteresses zusammen; vgl. oben zum ersten Schritt): Es müssen alle nationalen Eingriffs- und Schutzinteressen ermittelt werden. Was die Schutzinteressen betrifft, so ist für BLN- ISOS-, und IVS-Objekte durch die Inventarzugehörigkeit eines Gebietes, Ortes oder einer Wegstrecke das nationale Interesse ausgewiesen. Bei schweren Eingriffen dürfen wie erwähnt nur Eingriffsinteressen von ebenfalls nationaler Bedeutung für die folgende Abwägung in Betracht gezogen werden.¹¹⁸

Interessen beurteilen und gewichten: (Spätestens) bei diesem Schritt müssen sich die nationalen Eingriffsinteressen als „gleich- oder höherwertig“ zu den nationalen Schutzinteressen erweisen. Um beurteilen zu können, ob die Eingriffsinteressen „gleich- oder höherwertig“ sind, müssen sie zu den Schutzinteressen in Bezug gesetzt werden. Eingriffsinteressen, die dem Kriterium „gleich oder höherwertig“ nicht genügen, können auch wenn das Ausgabeninteresse von nationaler Bedeutung sind keine schweren Eingriffe in ein Inventarobjekt nach Art. 5 NHG rechtfertigen.

Interessen abwägen (Interessenabwägung im engeren Sinn): Es sind die nationalen Schutz- und Eingriffsinteressen einander gegenüberzustellen und gegeneinander abzuwägen und es ist ihnen im Entscheid möglichst umfassend Rechnung zu tragen.¹¹⁹ Das heisst, im Rahmen des Interessenabwägungsprozesses sind auch Varianten und Alternativstandorte zu prüfen. Deren Prüfung trägt auch zur Erfüllung des Gebots der grösstmöglichen Schonung nach Art. 6 Abs. 1 NHG i.V.m. Art. 6 Abs. 4 VBLN bei (siehe übernächsten Abschnitt). Wenn das Vorhaben von nationalem Interesse ist und ein Objekt betrifft, das in einem Inventar nach Art. 5 NHG aufgeführt ist, darf gemäss Art. 12 Abs. 3^{bis} EnG ein Abweichen von der ungeschmälernten Erhaltung ausdrücklich in Erwägung gezogen werden.

8.5.2 Berücksichtigung des Gebots der grösstmöglichen Schonung nach Art. 6 Abs. 1 NHG

Dort, wo nach Durchführung der Interessenabwägung, die für eine Festsetzung im Richtplan vorgesehenen Eignungsgebiete Inventarobjekte nach Art. 5 NHG tangieren, erachten wir folgende Schritte für erforderlich, um dem Gebot der grösstmöglichen Schonung auf Richtplanebene zu entsprechen:

Betroffenheit von BLN-Objekten

Das mögliche Eignungsgebiet liegt ganz oder teilweise in einem BLN-Objekt:

- Es muss geprüft werden, ob sich das dem Bundesinteresse entsprechende Ausbauziel für die Stromproduktion aus Windenergie auch ohne Eignungsgebiete erreichen lässt, welche BLN-Objekte tangieren. Falls dem so ist, ist die Interessenabwägung zu wiederholen und in Erwägung zu ziehen, auf die Festsetzung von möglichen Eignungsgebieten, die ganz oder teilweise im BLN liegen, zu verzichten. Gemäss dem Erläuterungsbericht zum Konzept Windenergie kann

¹¹⁷ Die Praxis unterscheidet nur selten exakt zwischen diesen drei Schritten; vgl. hierzu DAJCAR NINA, Natur- und Heimatschutz-Inventare des Bundes, Diss. Zürich 2010, Basel/Genf/2011, S. 138 f. mit Hinweisen.

¹¹⁸ Vgl. BGer 1C_86/2020 vom 22. April 2021; vgl. BGer 1C_118/2016 vom 21. März 2017 E. 4.2; vgl. auch JÖRG LEIMBACHER, in: Peter M. Keller, Jean-Baptiste Zufferey, Karl-Ludwig Fahrländer (Hrsg.), Kommentar NHG, 2. Aufl., Zürich/Basel/Genf 2019, Art. 6 Rz. 19.

¹¹⁹ Vgl. hierzu NINA DAJCAR, Natur- und Heimatschutz-Inventare des Bundes, Diss. Zürich 2010, Basel/Genf/2011, S. 138 f. mit Hinweisen; JÖRG LEIMBACHER, in: Peter M. Keller, Jean-Baptiste Zufferey, Fahrländer Karl-Ludwig (Hrsg.), Kommentar NHG, 2. Aufl., Zürich/Basel/Genf 2019, Art. 6 Rz. 19 und 21; PIERRE TSCHANNEN, FABIAN MÖSCHING, Nationale Bedeutung von Aufgaben- und Eingriffsinteressen im Sinne von Art. 6 Abs. 2 NHG, Bern 2012, S. 19 ff.

dann ein schwerwiegender Eingriff in ein BLN-Objekt in Frage kommen, wenn die Anlage von nationalem Interesse ist und keine grossräumigen Alternativen ausserhalb des BLN-Gebiets bestehen. Aus raumplanerischer Sicht ist somit bei Windenergieplanungen die Priorität vorerst auf Gebiete ausserhalb der BLN-Objekte zu legen.¹²⁰

- Falls sich das Ausbauziel nur mit Einbezug von möglichen Eignungsgebieten, die das BLN tangieren, erreichen lässt, muss geprüft werden, ob sich die Beeinträchtigung von BLN-Objekten reduzieren lässt, indem die Perimeter von möglichen Eignungsgebieten, welche BLN-Objekte lediglich teilweise überlagern, verkleinert werden, so dass sich eine Beeinträchtigung der BLN-Objekte vermeiden oder zumindest reduzieren lässt.

Betroffenheit von ISOS-Objekten

Das mögliche Eignungsgebiet kann Turbinenstandorte beinhalten, durch deren Realisierung die visuelle Integrität des Ortsbildes im landschaftlichen Kontext beeinträchtigt wird.

- Es muss geprüft werden, ob sich der Perimeter des mögliche Eignungsgebietes verkleinern lässt, so dass sich eine Beeinträchtigung des ISOS-Objekts vermeiden oder zumindest reduzieren lässt.

Betroffenheit von IVS-Objekten

Das mögliche Eignungsgebiet kann Turbinenstandorte und Erschliessungen beinhalten, durch deren Realisierung die ein IVS-Objekt beeinträchtigt würde.

- Es muss geprüft werden, ob sich IVS-Wegstrecken aus dem Perimeter von möglichen Eignungsgebieten ausklammern lassen, so dass sich eine Beeinträchtigung des IVS-Objekts vermieden werden kann.

Umsetzung der grösstmöglichen Schonung

Danach kann die Festsetzung von Eignungsgebieten im Richtplan erfolgen. Ohne die Abklärung zur grösstmöglichen Schonung getroffen zu haben, ist allenfalls ein Eintrag im Richtplan als Zwischenergebnis möglich.

Die im Grundlagenbericht 24 durchgeführte Interessenabwägung orientierte sich am kantonalen Ausbauziel Windenergie von 735 GWh/Jahr, während die Zielvorgabe gemäss Konzept Windenergie des Bundes für den Kanton Zürich einen Zielbereich 40 - 180 GWh/Jahr nennt. Für die zur Festsetzung vorgeschlagenen Gebiete wird eine Stromproduktion von 533 GWh/Jahr erwartet. Die Produktionserwartung der beiden grossflächig das BLN tangierenden Potenzialgebiete Stammerberg (Nr. 3) und Kleinandelfingen (Nr. 4) beträgt gemäss Grundlagenbericht 110 GWh/Jahr. Das Ausbauziel des Bundes liesse sich demnach ohne Inanspruchnahme der BLN-Objekte erreichen.

8.6 Vorbehaltsgebiete

8.6.1 Definition und Übersicht

In Vorbehaltsgebieten bestehen Interessen, die der Windenergienutzung entgegenstehen. Das Gesetz beinhaltet aber keine Einschränkung bei der Interessenabwägung.

Der Grundlagenbericht 24 benennt die nachfolgend aufgeführten Konfliktpotenziale als Vorbehalte:

- a) Konfliktpotenzial mit Flugsicherungsanlagen

¹²⁰ Vgl. hierzu auch Amt für Raumentwicklung ARE (2020): Erläuterungsbericht Konzept Windenergie, Bern, S. 12.

- b) Konfliktpotenzial mit militärischen Anlagen
- c) Konfliktpotenzial mit Niederschlagsradar und Windprofiler
- d) Konfliktpotenzial mit Wildtiervernetzung
- e) Konfliktpotenzial mit Fledermausaktivität
- f) Konfliktpotenzial mit priorisierten Brutvogelarten inkl. grosse Winterschlafplätze des Rotmilans (*Milvus milvus*)
- g) Betroffenheit von Wald
- h) Betroffenheit von kleinflächigen kantonalen Natur- und Landschaftsschutzobjekte
- i) Konfliktpotenzial mit Landschaftsschutz
- j) Konfliktpotenzial mit Grundwasserschutz
- k) Betroffenheit Umgebungszonen kantonal bedeutender Ortsbilder

Im Folgenden äussern wir uns zur Betroffenheit von Waldstandorten, zum Konfliktpotenzial mit Vögeln und Fledermäusen sowie zum Konfliktpotenzial mit dem Landschaftsschutz und der Landwirtschaft bzw. dem Schutz des Kulturlandes. Bezüglich des Kulturlandschutzes äussert der Grundlagenbericht 24 keine Vorbehalte gegenüber der Planung von WEA. Der neue Art. 10 Abs. 1^{ter} EnG verlangt aber ausdrücklich, dass für die Festlegung der Gebiete für Windkraftanlagen im Richtplan neben den Interessen an m landschafts- und Biotopschutz und der Walderhaltung auch die Interessen der Landwirtschaft berücksichtigt werden.

8.6.2 Konfliktpotenzial mit Vögeln

Unter den geschützten und gemäss Roter Liste gefährdeten, windkraftsensiblen Vogelarten gibt es eine Reihe von Arten, deren Verluste durch Rotorschläge nicht durch Ersatzmassnahmen nach Art. 14 Abs. 7 NHV kompensierbar sind. Turbinenstandorte im Aktivitätsraum entsprechender Vogelarten sind daher nicht zulässig. Aus diesen Gründen sind vor der Festsetzung von Eignungsgebieten zu weiteren Vogelarten als bloss zum Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) Vorabklärungen erforderlich und entsprechende Ausschlussgebiete zu bezeichnen.¹²¹

In den Steckbriefen zu den Potenzialgebieten finden sich zwar Hinweise auf Vogelvorkommen. Die Aussage „Wenn alle national prioritären Brutvogelarten für die Bewertung berücksichtigt würden, wäre der Abzug in allen Gebieten gleich gross und die Lenkwirkung ginge verloren“¹²², ist fachlich fragwürdig. Sie unterstellt, dass im ganzem Kantonsgebiet gleich viele prioritäre Arten vorkommen, und dass ein Teil davon für die Konfliktbeurteilung nicht relevant sei.

Die Bewertung des Konfliktpotenzials mit geschützten, gefährdeten und/oder prioritären Vogelarten erfolgte im Grundlagenbericht 24 in pauschalisierter Weise mit Punktwerten von 0, 33, 37 oder 100. Während für das Auerhuhn korrekterweise grundsätzliche Ausschlussgebiete benannt wurden, wurden die übrigen gefährdeten und/oder prioritären Vogelarten unzulänglich marginalisiert.

Die fachlich begründeten Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte zur Bezeichnung von Ausschlussgebieten wurden nicht berücksichtigt. Daher besteht die Gefahr, dass in gewissen zur Festsetzung im Richtplan vorgeschlagenen Gebieten WEA nicht bewilligungsfähig sein werden.

¹²¹ Vgl. Kapitel 8.4.3

¹²² Vgl. georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 37.

8.6.3 Konfliktpotenzial mit Fledermäusen

Gefährdung von Fledermäusen durch Windenergieanlagen

Durch die Errichtung von WEA können einerseits Fledermaushabitate zerstört werden, etwa im Wald, und andererseits kollidieren Fledermäuse regelmässig mit Rotoren oder erleiden durch den Unterdruck im Abstrich von Rotorflügeln schwere Verletzungen. Kollisionsgefährdet sind vornehmlich Fledermausarten, welche im freien Luftraum jagen. Dazu gehören in erster Linie der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*), die Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) sowie die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Sie können akustisch im Bereich der Nabenhöhe von WEA nachgewiesen werden und treten entsprechend als Schlagopfer auf.¹²³ In der Liste der Fledermausarten mit hohem Schlagrisiko fällt auf, dass die beiden fernziehenden Arten, Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), in Deutschland mehr als 60 % aller Schlagopfer an WEA ausmachen. Verhaltensstudien legen nahe, dass bei fernziehenden Fledermausarten wandernde Tiere WEA aktiv anfliegen und nicht lediglich zufällig mit diesen kollidieren.^{124,125} An Waldlebensräume gebundene Arten wie z. B. das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) und die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) sowie die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) wurden in Deutschland nur in Einzelfällen als Schlagopfer unter WEA gefunden.¹²⁶

Der Lebensraum Wald erfüllt für Fledermäuse wichtige Funktionen. Er bietet für zahlreiche Fledermausarten Jagdhabitate. Bäume sind wichtige Quartierstrukturen, die als Tagesruheplatz, zur Aufzucht der Jungen oder zur Überwinterung aufgesucht werden. Auch einige kollisionsgefährdete Arten, etwa der Grosse Abendsegler (*Nyctalus noctula*) oder der Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) haben ihre Quartiere im Wald.

Aufgrund der lärmbedingten Abstandsregelungen zu Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen sind im Offenland die Quartiere kollisionsgefährdeter Arten deutlich von den WEA-Standorten abgesetzt. Demgegenüber können sich im Wald Baumquartiere in unmittelbarer Nähe von geplanten Turbinenstandorten befinden.

Fledermausschutz bei der Planung von Windenergieanlagen

Die Fledermausaktivität in der Höhe ist im Vorfeld des Baus einer WEA kaum untersuchbar. Umso wichtiger ist es, ab der Inbetriebnahme ein Aktivitätsmonitoring durchzuführen. Um das Schlagrisiko von Fledermäusen an WEA beurteilen zu können, wird die akustische Aktivität der Tiere aufgezeichnet. Hierzu werden die Echoortungsrufe der Fledermäuse erfasst, wenn diese sich in der Risikozone der Rotorblätter aufhalten. Daraus lassen sich Schwellenwerte für Temperatur und Windstärke als massgebende Indikatoren ableiten, die für die Definition von Abschaltalgorithmen genutzt werden. Die Fledermausaktivität in Gondelhöhe zeigt einen deutlichen Zusammenhang

¹²³ JOHANNA HURST, MARTIN BIEDERMANN, CHRISTIAN DIETZ, MARKUS DIETZ, HENDRIK REERS, INKEN KARST, RUTH PETERMANN, WIGBERT SCHORCHT UND ROBERT BRINKMANN (2020): Windkraft im Wald und Fledermausschutz – Überblick über den Kenntnisstand und geeignete Erfassungsmethoden und Maßnahmen, in Christian Voigt (Hrsg.) Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben, Berlin.

¹²⁴ JW HORN, EB ARNETT, TH KUNZ (2008): Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *J Wildl Manag* 72:123–132.

¹²⁵ JW JAMESON, CKR WILLIS (2014): Activity of tree bats at anthropogenic tall structures: implications for mortality of bats at wind turbines. *Anim Behav* 97:145–152.

¹²⁶ T DÜRR (2019): Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Stand vom 7. Januar 2019.

mit der Windgeschwindigkeit und Temperatur sowie Jahres- und Nachtzeit.^{127,128} Das Kollisionsrisiko lässt sich in der Folge mittels eines standortangepassten Abschaltplans reduzieren. Eine andere Möglichkeit ist die Radarüberwachung des Luftraums und die situative Abschaltung bei grossem Verkehrsaufkommen.

Die Schweiz hat 1994 die Bonner Konvention zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten ratifiziert¹²⁹ und ist 2013 dem UNEP/EUROBATS-Abkommen beigetreten.¹³⁰ Das UNEP/EUROBATS-Abkommen bezweckt den Schutz aller 52 in Europa vorkommenden Fledermausarten und die Förderung der internationalen Zusammenarbeit. Es handelt sich dabei um ein Regionalabkommen der Bonner Konvention. Das UNEP/EUROBATS-Abkommen empfiehlt aufgrund der Bedeutung der Waldlebensräume für Fledermäuse, WEA ausschließlich in einem Abstand von mindestens 200 m von Wäldern zu errichten.¹³¹ Um Beeinträchtigungen von wichtigen Waldlebensräume wie alten Laub- und Laubmischwäldern zu vermeiden, reichen Abschaltalgorithmen nicht. Deshalb sollten zumindest wichtige Habitats im Wald von WEA freigehalten werden. Das bedingt entsprechende Untersuchungen, spätestens im Rahmen des UVB bzw. der Nutzungsplanung.

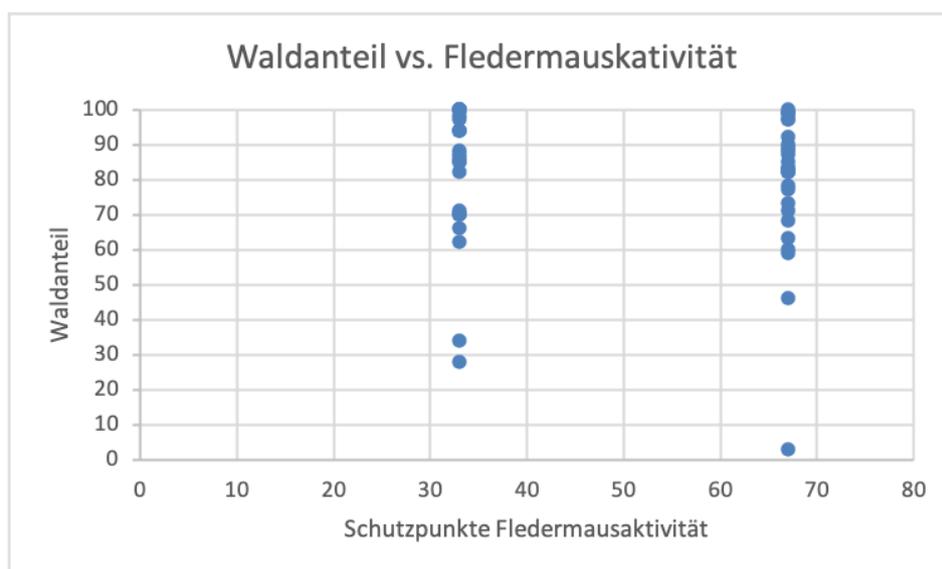


Abb. 9: Streudiagramm Waldanteil der Potenzialgebiete vs. Schutzpunkte für Fledermausaktivität

¹²⁷ EB ARNETT, WK BROWN, WP ERICKSON, JK FIEDLER, BL HAMILTON, TH HENRY, A JAIN, GD JOHNSON, J KERNS, RR KOFORD, CP NICHOLSON, TJ O'CONNELL, MD PIORKOWSKI, RD TANKERSLEY (2008): Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J Wildl Manage* 72:61–78.

¹²⁸ O BEHR, R BRINKMANN, I NIERMANN, F KORNER-Nievergelt (2011): Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann R, Behr O, Niermann I, Reich M (Hrsg) *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*. Cuvillier Verlag, Göttingen, S 177–286.

¹²⁹ SR 0.451.46.

¹³⁰ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-45815.html>. Aufgerufen am 22.8.2024.

¹³¹ RODRIGUES L, BACH L, DUBOURG-SAVAGE M.-J, KARAPANDZA N, KOVAC D, KERVYN T, DEKKER J, KEPEL A, BACH P, KOLLINS J, HARBUSCH C, PARK K, MICEVSKI B, MINDERMAN J (2015): *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014*. EUROBATS publication series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, S 133. https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf

Auf der Ebene der Richtplanung lassen sich neben den ohnehin auszuschliessenden Waldreservaten¹³² beispielweise auch Altholzinseln zum vornherein ausschliessen. Das wurde bei der Erarbeitung des Grundlagenberichts 24 versäumt. In der Nutzwertanalyse des Grundlagenberichts wurde der Konflikt mit dem Fledermausschutz nur summarisch abgehandelt. Es wurden jeweils 33 oder 67 Punkte vergeben, ohne dass die begründet wurde. Der Waldanteil eines Potenzialgebietes hatte keinen erkennbaren Einfluss auf die Bewertung, wie die Analyse der Daten zeigt (Abbildung 9).

8.6.4 Konfliktpotenzial mit der Walderhaltung

Schutz des Waldareals

Das Waldareal untersteht bezüglich seines Schutzes und seiner Nutzung gemäss Art. 18 Abs. 3 RPG der Forstgesetzgebung. Im Wald gilt das Rodungsverbot von Art. 5 Abs. 1 WaG. Die Erteilung einer Ausnahmegewilligung ist möglich, wenn dafür wichtige Gründe bestehen, die das Interesse an der Walderhaltung überwiegen (Art. 5 Abs. 2 WaG). Jede Rodungsbewilligung bedeutet eine Ausnahme, deren Gewährung an die strikte Beachtung der gesetzlichen Voraussetzungen gebunden ist.¹³³ Der Nachweis, dass für eine Rodung wichtige Gründe vorliegen, ist gemäss Art. 5 Abs. 1 WaG durch den Gesuchsteller zu erbringen. Unabhängig vom Vorliegen wichtiger Gründe müssen drei weitere Voraussetzungen erfüllt sein, damit eine Rodungsbewilligung erteilt werden darf: Das Werk muss auf den vorgesehenen Standort angewiesen sein (Art. 5 Abs. 1 Bst. a WaG). Das Werk muss die Voraussetzungen der Raumplanung sachlich erfüllen (Art. 5 Abs. 2 Bst. b WaG). Schliesslich darf die Rodung zu keiner erheblichen Gefährdung der Umwelt führen (Art. 5 Abs. 2 Bst. c WaG). Art. 5 Abs. 4 WaG verlangt zudem, dass bei der Erteilung von Rodungsbewilligungen dem Natur- und Heimatschutz Rechnung zu tragen ist.

Befindet sich ein im Richtplan festgesetztes Eignungsgebiet zur Windenergienutzung im Wald, ist die Erfüllung der oben genannten gesetzlichen Voraussetzungen im Hinblick auf die Ausscheidung einer Nutzungszone und der dafür gemäss Art. 12 WaG erforderlichen Rodungsbewilligung nachzuweisen.

Wichtige Gründe für die Planung von Windenergieanlagen im Wald

Seitdem der Bundesrat am 4. September 2014 seine Botschaft zum neuen Energiegesetz als Teil des ersten Massnahmenpakets zur Energiestrategie 2050 verabschiedet hat, wurden in verschiedene Bundeserlasse neue Bestimmungen eingefügt, welche beim Nachweis, dass wichtige Gründe für die Erteilung einer Rodungsbewilligung vorliegen, zur Anwendung kommen:

- Nach Art. 5 Abs. 3^{bis} WaG ist das Interesse an einer Anlage zur Nutzung erneuerbarer Energien, des Energietransports und der Verteilung als gleichrangig mit anderen nationalen Interessen zu betrachten.
- Besteht an einer WEA bzw. an einem Windpark aufgrund der zu erwartenden Stromproduktion ein nationales Interesse, so geht es entgegenstehenden Interessen von kantonaler, regionaler oder kommunaler Bedeutung vor (Art. 12 Abs. 3 EnG).
- Für Solar- und Windkraftanlagen von nationalem Interesse nach Art. 12 EnG, die in einem geeigneten Gebiet nach Art. 10 Abs. 1 EnG und Art. 8b RPG, aber ausserhalb von Objekten nach Art. 5 NHG vorgesehen sind, gilt, dass ihr Bedarf ausgewiesen ist (Art. 9a Abs. 4 Bst. a StromVG), sie standortgebunden sind (Art. 9a Abs. 4 Bst. b StromVG) und das Interesse an ihrer

¹³² Vgl. Kap. 8.3.4.

¹³³ Vgl. z.B. BGE 119 Ib 397 S. 401 und zu den Anforderungen allgemein Peter M. Keller, Kommentar WaG, Art. 5 Rz. 8 ff.

Realisierung anderen nationalen Interessen grundsätzlich vorgeht (Art. 9a Abs. 4 Bst. c StromVG).

Mit diesen Bestimmungen hat der Gesetzgeber klar gemacht, dass für die Erteilung einer Rodungsbewilligung im Zusammenhang mit der Zuweisung von Waldareal zu einer Nutzungszone für Windenergieanlagen, die aufgrund der zu erwartenden Stromproduktion von nationalem Interesse sind, ausserhalb von Inventarobjekten nach Art. 5 NHG wichtige Gründe für die Erteilung einer Rodungsbewilligung nach Art. 5 Abs. 2 WaG zum Vornherein gegeben sind. Innerhalb von Inventarobjekten nach Art. 5 NHG wirkt sich Art. 5 Abs. 3^{bis} WaG auf die Planung von WEA im Wald insofern aus, als das Interesse an einer Anlage, unabhängig von ihrer Grösse und Bedeutung, als gleichrangig mit anderen nationalen Interessen, also auch mit dem Ziel der Walderhaltung nach Art. 3 WaG, zu betrachten ist.

Umso wichtiger ist die Durchführung einer sachgerechten Interessenabwägung im Rahmen der Richtplanung, wo die Interessen an der Walderhaltung und am Ausbau der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien grundsätzlich gleichrangige Interessen von nationaler Bedeutung sind und Art. 10 Abs. 1^{ter} EnG ausdrücklich die Berücksichtigung der Interessen an der Walderhaltung verlangt. Im Hinblick darauf, dass auch im Rahmen des späteren Verfahrens, in welchem die Rodungsbewilligung erteilt wird, gemäss Art. 5 Abs. 4 WaG dem Natur- und Heimatschutz Rechnung zu tragen ist, wäre es bereits in der vorgelagerten Planungsphase der Richtplanung angezeigt, die landschaftlichen und ökologischen Werte der betroffenen Waldgebiete im Rahmen der Nutzwertanalyse zu berücksichtigen. Dies wurde verpasst, indem eine rein flächenabhängige Punktierung vorgenommen wurde.

8.6.5 Konfliktpotenzial mit dem Landschaftsschutz

In der atmosphärischen Grenzschicht wird der geostrophische Wind der Troposphäre durch Reibungskräfte, die der Windströmung aufgrund der Rauigkeit der Erdoberfläche entgegenwirken, abgebremst. Die Rauigkeit der Erdoberfläche hängt an Land insbesondere vom Bewuchs und der Bebauung ab. Die atmosphärische Grenzschicht ist in Gebieten mit hoher Rauigkeit mächtiger als bei geringer Rauigkeit.¹³⁴ Daher ist vertikale Zunahme der mittleren horizontale Windgeschwindigkeit über glattem Gelände grösser als über rauem Gelände.

In einem geschlossenen Wald stehen die Rauigkeitselemente (Bäume) so nahe beisammen, dass die Oberfläche des Baumbestandes die Basis der atmosphärischen Grenzschicht bildet, die dergestalt nach oben versetzt ist

Das bedeutet, dass bei einer glatten Oberfläche, z. B. über ausgedehnten Acker und Wiesenflächen, im Bereich der typischen Nabenhöhen von Windturbinen (90 bis 150 Meter) höhere Windgeschwindigkeiten erreicht werden, als über Wald.¹³⁵ Turbinenstandorte im Wald werden daher deutlich höher gebaut als im Offenland, um das geringere Ertragspotenzial dieser Standorte aufzufangen. Das führt zu einem deutlich grösseren landschaftlichen Impact.

8.6.6 Konfliktpotenzial mit dem Grundwasserschutz

Verschiedene der 51 im Grundlagenbericht 24 untersuchten Potenzialgebiete tangieren grossflächig den Gewässerschutzbereich A_U und Zuströmbereiche von Grundwasserfassungen, beispielsweise das Potenzialgebiet Nr. 12 (Berg). Der Gewässerschutzbereich A_U ist als Instrument des flächendeckenden, ressourcenorientierten Grundwasserschutzes gleichermassen auf den quantitativen wie auf den qualitativen Grundwasserschutz ausgerichtet. Er umfasst die nutzbaren

¹³⁴ T.R. OKE, Boundary Layer Climates. 2nd Edition, Methuen Co., London, New York, 1987, S. 55, Fig. 2.10.

¹³⁵ Vgl. Kap. 5.3

Grundwasservorkommen sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete. Der Zuströmbereich Z_U soll einen umfassenden und gezielten Schutz der Wasserqualität bei Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse gewährleisten. Er ist gemäss Art. 62a GSchG dann festzulegen, wenn das Grundwasser durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden. Die Ausscheidung von Zuströmbereichen dient der Sanierung von belasteten Grundwasservorkommen. Der Gewässerschutzbereich A_U und der Zuströmbereich Z_U gehören zu den besonders gefährdeten Bereichen nach Art. 29 GSchV. Der Bau einer WEA bedingt für die Fundierung erhebliche Eingriffe in die Deckschicht. Bauvorhaben, die zu einer Verletzung der Deckschicht des Grundwassers führen benötigen eine gewässerschutzrechtliche Bewilligung des Kantons nach Art. 19 Abs. 2 GSchG (Art. 32 Abs. 2 Bst. b GSchV). Die Behörde erteilt die Bewilligung, wenn ein ausreichender Schutz des Grundwassers nachgewiesen werden kann (Art. 32 Abs. 4 GSchV).

In Gewässerschutzbereichen A_U und Zuströmbereichen Z_U bestehen demnach Vorbehalte gegenüber dem Bau von WEA. Es wäre ein Einfaches gewesen, aus der Überschneidung von Potenzialgebieten mit den besonders gefährdeten Bereichen nach Gewässerschutzrecht, im Rahmen der Nutzwertanalyse eine quantitative Bewertung des Schutzinteresses vorzunehmen. Das wurde jedoch versäumt.

8.6.7 Konfliktpotenzial mit der Kulturlanderhaltung und der Landwirtschaft

Die im Grundlagenbericht untersuchten Potenzialgebiete weisen einen durchschnittlichen Waldanteil von 80% auf¹³⁶, ebenso die zur Festsetzung vorgeschlagenen Gebiete. Gerade weil die meisten Potenzialgebiete im Waldareal liegen, besteht ein erheblich grösserer Konflikt mit landwirtschaftlichen Interessen, als wenn die Potenzialgebiete im Landwirtschaftsgebiet lägen. Die Realisierung von WEA im Wald bedingt Rodungen im Umfang von 0.5 bis 1 ha pro Turbinenstandort. Nach Art. 7 Abs. 1 WaG ist für jede Rodung in derselben Gegend mit standortgerechten Arten Realersatz zu leisten. Auf Rodungsersatz kann nach Art. 7 Abs. 2 Bst. b ausnahmsweise verzichtet werden, zur Schonung von landwirtschaftlichem Kulturland sowie ökologisch oder landschaftlich wertvoller Gebiete.

Es ist davon auszugehen, dass der Flächenverbrauch von Landwirtschaftsland bei einer Anlagenplanung im Wald deutlich grösser ist, als bei einer Planung im Offenland. In Baden-Württemberg beträgt die dauerhafte Waldflächeninanspruchnahme einer WEA 0.57 ha. Dazu kommt ein temporärer Rodungsbedarf von 0.34 ha.¹³⁷

Im Schweizerischen Mittelland wird es zunehmend schwierig, die gesetzlich vorgeschriebenen Realersatzflächen für gerodeten Wald zu finden. Im Landwirtschaftsgebiet kommen Fruchtfolgeflächen als Aufforstungsstandorte faktisch nicht in Frage, da sie wie der Wald zu erhalten sind (Art. 30 LVG¹³⁸). Extensiv genutzten Hanglagen haben häufig einen hohen Wert als Biodiversitätsförderflächen. Solche werden als Offenlandlebensräume für gefährdete Arten dringend benötigt. Gleichzeitig darf der Verzicht auf Realersatz gemäss Art. 7 Abs. 2 Bst. b WaG und aufgrund des Waldhaltungsgebots (Art. 3 WaG) nicht vom Ausnahme- zum Regelfall werden. Dieser Konflikt wurde bei der Zürcher Planung der Windenergienutzung beinahe ausschliesslich im Wald, offensichtlich nicht bedacht. Die Interessen der Kulturlanderhaltung und der Landwirtschaft werden auf der Stufe der Richtplanung anlässlich der im Grundlagenbericht durchgeführten Nutzwertanalyse und Interessenabwägung nicht berücksichtigt.

¹³⁶ Vgl. georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 65, Tabelle 13.

¹³⁷ Vgl. FA Wind (2023): Entwicklung der Windenergie im Wald - Ausbau, planerische Vorgaben und Empfehlungen für Windenergiestandorte auf Waldflächen in den Bundesländern, 8. Auflage, Berlin, S. 15.

¹³⁸ Landesversorgungsgesetz, SR 531.

9 Kritik der Bewertung der Schutzinteressen

Aufgrund der obigen Ausführungen ergibt sich folgende Kritik an der methodischen Durchführung der Bewertung der Schutzinteressen im Rahmen der Nutzwertanalyse:

- Es wurden Ausschlussgebiete, die keine Interessenabwägung zulassen, in die Nutzwertanalyse aufgenommen (Vgl. Kap. 8.3).
- Grundsätzliche Ausschlussgebiete, in denen nur eine eingeschränkte Interessenabwägung möglich ist, wurden ohne Restriktion in die Nutzwertanalyse aufgenommen (Kap. 8.4).
- Smaragd-Gebiete, Aktivitätsgebiete von gefährdeten und geschützten, windkraftsensiblen Vogelarten, bei denen sich Verluste durch Rotorschläge nicht durch Ersatzmassnahmen kompensieren lassen und Inventarobjekte nach Art. 5 NHG (bei Betroffenheit durch von WEA, die aufgrund der zu erwartenden Stromproduktion nicht von nationalem Interesse sind) wurden nach der hiervertretenen Rechtsauffassung fälschlicherweise nicht als grundsätzliche Ausschlussgebiete behandelt. (Kap. 8.4).
- Das Gebot von Art. 6 Abs. 1 NHG zur grösstmöglichen Schonung der Inventarobjekte nach Art. 5 NHG nach wurde bei der Interessenabwägung nicht berücksichtigt (Kap. 8.5).
- Das Konfliktpotenzial beim Vogelschutz wurde auf der Stufe Richtplanung faktisch negiert (Kap. 8.6.2)
- Das Konfliktpotenzial mit dem Fledermausschutz wurde in nicht nachvollziehbarer Weise bewertet (Kap. 8.6.3)
- Das Konfliktpotenzial mit dem Landschaftsschutz wurde unterschätzt (Kap. 8.6.5)
- Das Konfliktpotenzial mit dem Grundwasserschutz wurde unzulänglich berücksichtigt (Kap.8.6.6)
- Das Konfliktpotenzial mit der Landwirtschaft und der Kulturlanderhaltung wurde nicht beachtet (Kap 8.6.7)

Die im Grundlagenbericht 24 durchgeführte Nutzwertanalyse basiert auf Daten, deren räumliche Aussagekraft äusserst heterogen ist. Entsprechend ist die Aussagekraft der Schutzwertpunktierung zu hinterfragen.

Es wurden Schutzinteressen, bei denen die Interessenabwägung rechtlich eingeschränkt oder gar nicht erst möglich ist in die Nutzwertanalyse aufgenommen. Die methodische Durchführung der Nutzwertanalyse orientiert sich daher ungenügend am geltenden Recht.

10 Das Ergebnis der Nutzwertanalyse, die Interessenabwägung im Grundlagenbericht 24 und Fazit

Der Grundlagenbericht 24 enthält je eine Rangfolge der Nutzenbewertung und der Schutzbewertung der Potenzialgebiete. Bei der Auswahl der Gebiete für die Festsetzung im Richtplan, spielten diese Bewertungen aber eine nachrangige Rolle. Die Standortauswahl orientierte sich in erster Linie am kantonalen Ausbauziel von 735 GWh/Jahr.¹³⁹ Das zeigt sich daran, dass auch Gebiete mit einer tiefen Nutzenbewertung in den Richtplan eingetragen werden sollen und daran, dass zahlreiche Standortgebiete einen Überhang von Schutzpunkten gegenüber den Nutzenpunkten aufweisen (Abb. 10 bis 14). Die Ansetzung eines hohen kantonalen Ausbauziels, das deutlich über der

¹³⁹ Vgl. georegio, atelier für Raumentwicklung, 2024, Grundlagenbericht, S. 24 ff.

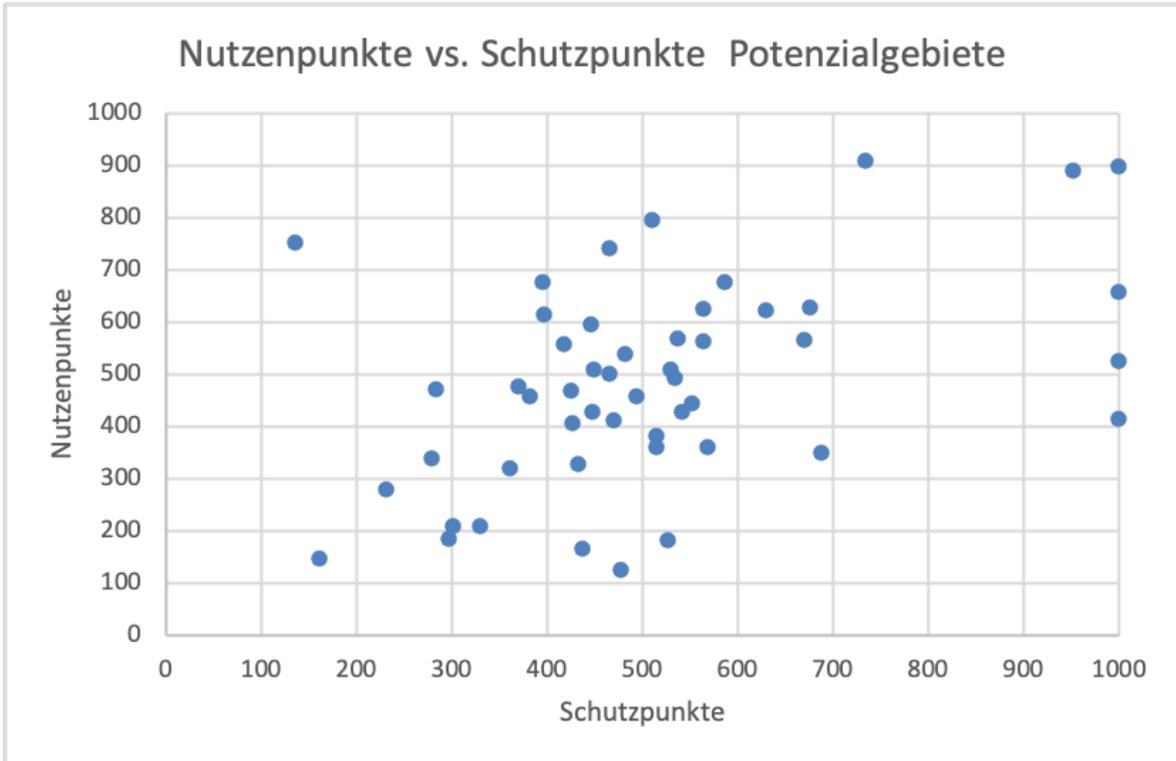


Abb. 10: Streudiagramm Nutzenpunkte vs. Schutzpunkte für alle 51 Potenzialgebiete

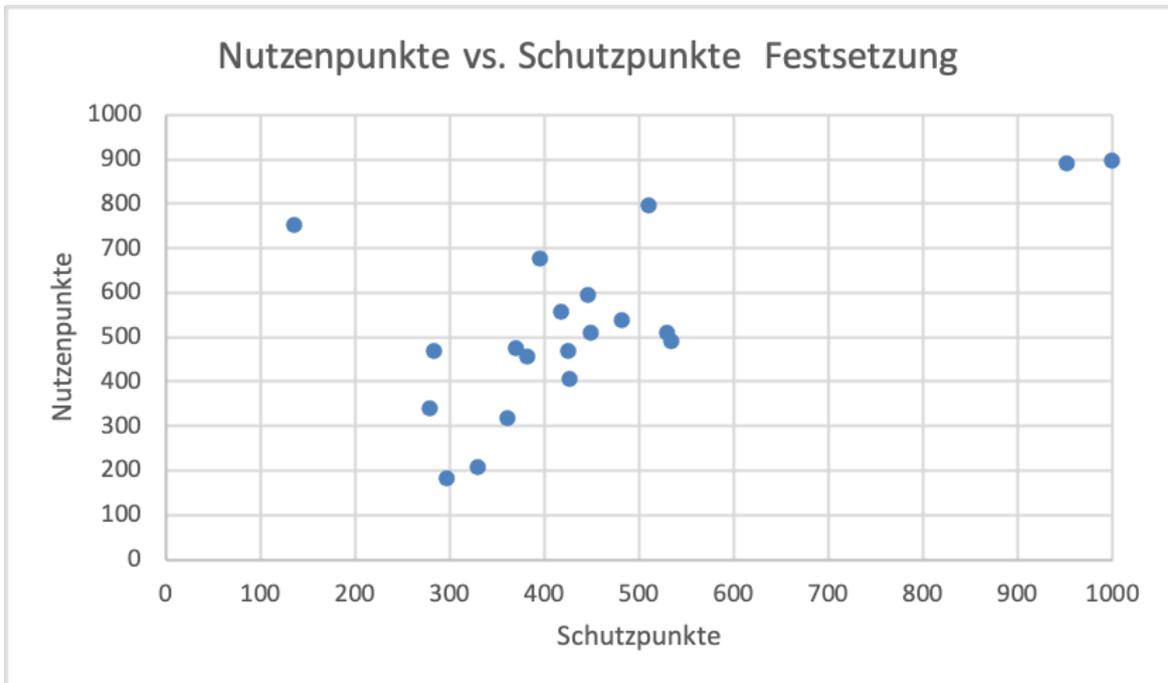


Abb. 11: Streudiagramm Nutzenpunkte vs. Schutzpunkte für die geplanten Festsetzungen

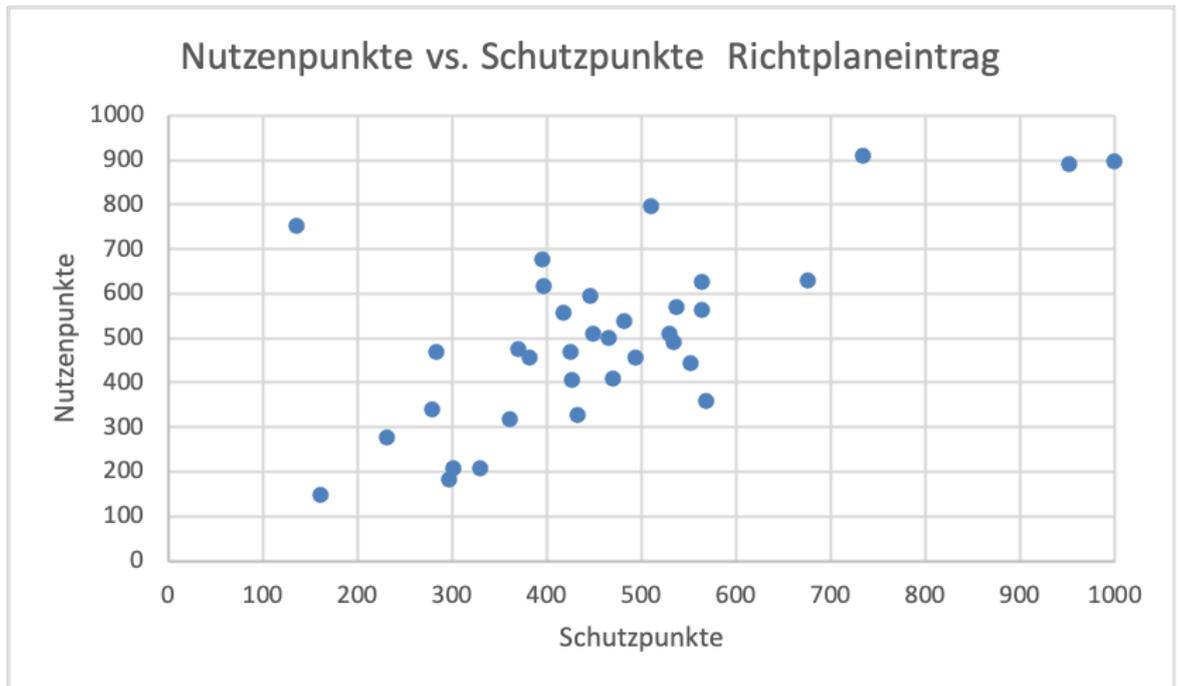


Abb. 12: Streudiagramm für Nutzenpunkte vs. Schutzpunkte für Potenzialgebiete mit Richtplaeintrag (Festsetzung oder Zwischenergebnis)

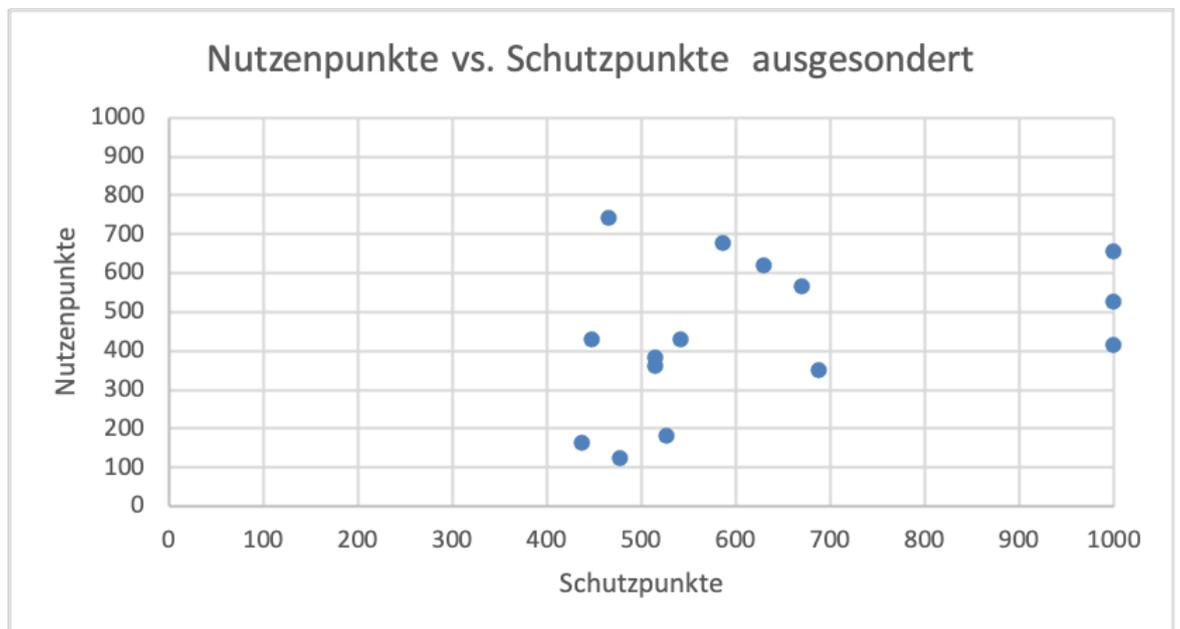


Abb. 13: Streudiagramm Nutzenpunkte vs. Schutzpunkte für Potenzialgebiete, die nicht mehr weiterverfolgt werden sollen

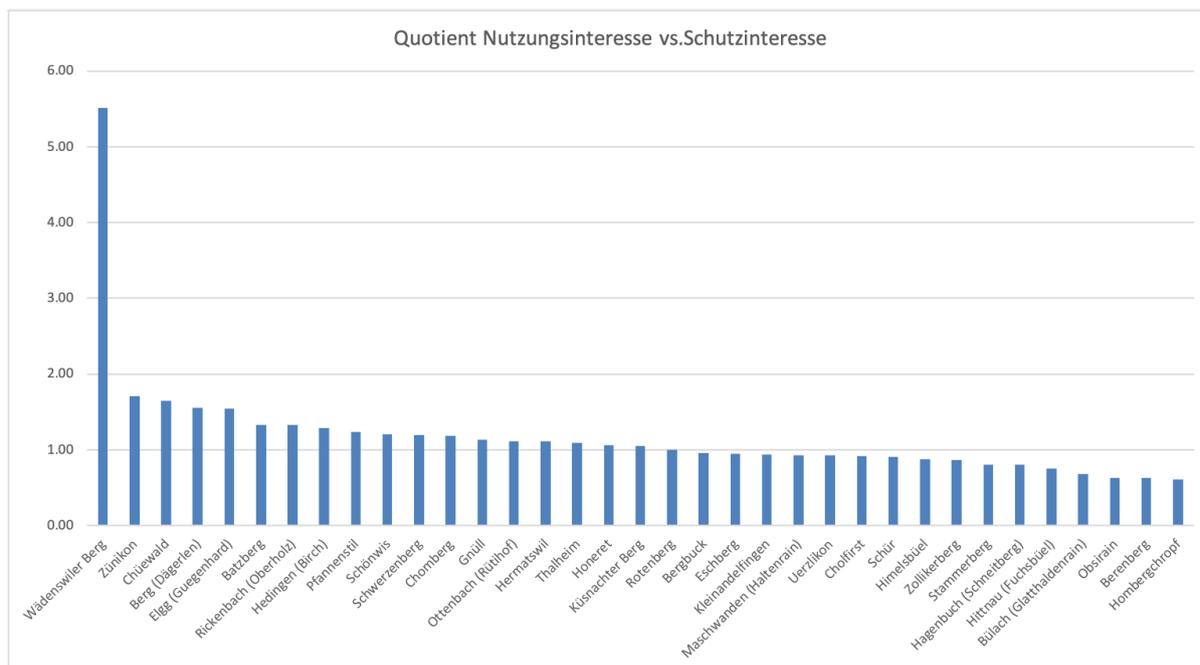


Abb. 14: Quotient aus erzielten Nutzenpunkten und Schutzpunkten der Potenzialgebiete, welche in den Richtplan eingetragen werden sollen. Liegt der Wert des Quotienten unter 1, dann überwogen im Ergebnis der Nutzwertanalyse die Schutzinteressen.

Zielvorgabe des Bundes von 40 - 180 GWh/Jahr¹⁴⁰ liegt, hat die Interessenabwägung aus unserer Sicht unzulässig zu Lasten der Schutzinteressen eingeschränkt.

Wir bezweifeln, dass der im Grundlagenbericht 24 angewandte methodische Ansatz aufgrund der in Kapitel 7 und 9 geäusserten und jeweils zuvor hergeleiteten Kritik überhaupt geeignet ist, eine Interessenabwägung auf Richtplanebene durchzuführen, die den Anforderungen von Art. 10 Abs. 1ter EnG und Art. 2 RPV sowie den Zielen des Konzeptes Windenergie des Bundes entspricht. An diese Ziele sei abschliessend erinnert:

Das Konzept Windenergie soll den Kantonen als Grundlage für ihre Planungen dienen, um die massgebenden in der der Energiestrategie 2050 formulierten Bundesinteressen angemessen berücksichtigen zu können.¹⁴¹ Die Ausscheidung entsprechender Potenzialgebiete für Windenergienutzung obliegt den Kantonen. Der Ausbau der Windenergie soll gestützt auf eine umfassende Interessenabwägung in den für die Nutzung von Windenergie geeigneten Gebieten erfolgen. Bei Konflikten mit der Windenergienutzung entgegenstehenden Bundesinteressen soll die schweizweite Perspektive berücksichtigt werden, wonach durch den Bund eine Fokussierung auf Gebiete mit einem möglichst hohen zu erwartenden Windenergieertrag angestrebt wird.¹⁴² Für die Windenergienutzung geeignete Standorte sind im Richtplan festzusetzen (vgl. Art. 8 Abs. 2 RPG und Art. 10 Abs. 1 EnG).¹⁴³

¹⁴⁰ Vgl. Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen, Bern, S. 26.

¹⁴¹ Ursprüngliche Fassung der Energiestrategie 2050 in: Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 (Revision des Energierechts) und zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)» (AS13.074).

¹⁴² Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen. Bern, Ziel Z2, S. 8.

¹⁴³ BGer 1C_346/2014 vom 26. Oktober 2016 E. 2; BGer 1C_573/2018 vom 24. November 2021 E. 2.1.

Das planerische Ausscheiden von Windenergie-Potenzialgebieten soll mit einer über die territorialen Grenzen hinausreichenden Perspektive erfolgen, so dass in geeigneten Fällen grenzüberschreitende Windpärke entwickelt werden.¹⁴⁴ Eine von Planungsbeginn an grenzüberschreitende Koordination und allenfalls gemeinsame Planungsgrundlagen tragen dazu bei, dass prioritär die Gebiete mit den insgesamt geeignetsten Standorten zeitlich parallel entwickelt werden.¹⁴⁵

¹⁴⁴ Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen. Bern, Ziel Z4, S. 9.

¹⁴⁵ Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2020): Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen. Bern, Ziel Z4, S. 9.

Anhang

Nummer	Potenzialgebiet	Turbinen à 5.5 MW	Meeres- höhe	Rotor- Durchmesser	Nabenhöhe	Referenzhöhe gemäss Windatlas	Parameter a der Weibull- Verteilung der Windgeschwin- digkeit	Parameter k der Weibull- Verteilung der Windgeschwin- digkeit	mittlere Wind- geschwindigkeit auf Nabenhöhe	Brutto- Energieertrag pro Jahr gemäss Grundlagen- bericht 24	Netto- Energieertrag pro Jahr gemäss Grundlagen- bericht 24	Spezifischer Brutto- Energieertrag pro Jahr	Spezifischer Netto- Energieertrag pro Jahr gemäss Grundlagen- bericht 24	Verluste
			m.ü.M.	m	m	m			m/s	GW/h/Jahr	GW/h/Jahr	kWh/m2 Jahr	kWh/m2 Jahr	%
1	Chollfist	3	565	160	140	125	6.42	1.90	5.7	38.7	26.0	642	440	32.8%
3	Stammenberg	8	634	160	140	125	6.62	1.90	5.9	108.7	64.0	676	400	41.1%
4	Kleinandelfingen	6	412	160	140	125	5.98	1.90	5.3	68.1	46.0	564	385	32.4%
5	Schwerzenberg	3	478	160	140	125	6.12	1.90	5.4	35.5	22.0	588	365	38.0%
6	Bergbuck	3	529	160	140	125	6.12	1.90	5.4	35.3	24.0	585	400	32.0%
9	Berenberg	1	593	160	140	125	6.12	1.90	5.4	11.7	9.0	581	450	23.0%
11	Thalheim	3	380	160	140	125	5.52	1.90	4.9	28.6	25.0	475	420	12.7%
12	Berg	5	493	160	140	125	6.32	1.90	5.6	63.0	41.0	627	405	34.9%
13	Oberholz	4	468	160	140	125	6.02	1.90	5.3	45.8	32.0	569	405	30.1%
14	Eschberg	3	542	160	140	125	6.22	1.90	5.5	36.4	21.0	604	350	42.4%
15	Zünikon	4	638	160	140	125	6.02	1.90	5.3	45.0	32.0	559	400	28.8%
28	Betzberg	3	755	160	140	125	6.66	1.90	5.9	40.7	26.0	675	425	36.1%
29	Schönwis	3	690	160	140	125	6.02	1.90	5.3	33.5	26.0	556	425	22.5%
31	Hornbergschopf	1	558	160	140	125	6.26	1.90	5.6	12.3	9.0	611	425	26.7%
33	Wädenswilerberg	3	651	160	140	125	6.22	1.80	5.5	36.5	30.0	606	500	17.9%
37	Rüthof	3	516	160	140	125	6.02	1.90	5.3	34.1	24.0	566	400	29.7%
38	Himeisbüel	2	590	160	140	125	5.72	1.90	5.1	20.2	16.0	503	400	20.9%
39	Chüewald	3	620	160	140	125	5.82	1.90	5.2	31.4	23.0	521	375	26.8%
46	Gnüll	3	544	160	140	125	5.52	1.90	4.9	28.1	24.0	467	400	14.7%
51	Birch	3	641	160	140	125	5.82	1.90	5.2	31.4	24.0	520	400	23.5%

Anhangtabelle: Zur Festsetzung im Kantonalen Richtplan vorgesehene Potenzialgebiete