

Publikationsbericht

DAS REALISIERBARE WINDPOTENTIAL ÖSTERREICHS FÜR 2020 UND 2030

Follow-Up Studie zum Projekt
„Windatlas und Windpotentialstudie Österreich“

Fördergeber: **Klima- und Energiefonds**



Abwicklungsagentur: **FFG Österreichische Forschungsfördergesellschaft mbH.**



Mitfinanzierung: **IG Windkraft Österreich**



Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030

Follow-Up Studie zum Projekt „Windatlas und Windpotentialstudie Österreich“

Abwicklungsagentur: FFG Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH.
Sensengasse 1
1090 Wien

Fördergeber: Klima- und Energiefonds
Gumpendorferstraße 5/22
1060 Wien

Projektnummer: 837975

Mitfinanzierung: Interessengemeinschaft Windkraft Österreich
Wienerstr.19
3100 St. Pölten

Auftragnehmer: ENERGIEWERKSTATT
Verein & Technisches Büro zur Förderung erneuerbarer Energie
Heiligenstatt 24, 5211 Friedburg
office@energiwerkstatt.org

Bearbeitung: Mag. Hans Winkelmeier
DI Andreas Krenn
Mag. Florian Zimmer

Friedburg, 02.06.2014

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung.....	4
2.	Aufgabenstellung.....	5
2.1.	Ausgangssituation.....	5
2.2.	Methodik.....	5
3.	Bewertungsszenarien.....	6
3.1.	Projektgrundlagen: ‚Windatlas und Windpotentialstudie Österreich‘.....	6
3.2.	Definition der Berechnungsparameter.....	7
3.2.1.	Wahl der spezifisch installierten Generatorleistung:.....	8
3.2.2.	Raumordnung und Bauabstände.....	10
3.2.3.	Schutzgebiete und sonstige Ausschlusszonen.....	11
3.2.4.	Kosten.....	12
3.2.5.	Einspeisepreise und Wirtschaftlichkeit.....	12
3.3.	Diskussion der Bewertungsgrundlagen (Expertenworkshop).....	14
4.	Theoretisch maximal mobilisierbare Potentiale 2020 und 2030.....	15
5.	Aktuelle Situation der Windkraftnutzung in Österreich.....	17
5.1.	Anlagen Ende 2013 in Betrieb.....	17
5.2.	Anlagen 2014 in Bau.....	18
5.3.	Spezifische Zahlen der Windkraftnutzung in Österreich und Deutschland.....	19
5.4.	Zielformulierung der Bundesregierung.....	21
5.5.	Zielformulierungen und Ausbauszenarien in den Bundesländern.....	23
6.	Abschätzung der realisierbaren Potentiale für 2020 und 2030.....	26
6.1.	Realisierbares Windpotential 2020.....	26
6.2.	Windpotential 2030.....	27
6.3.	Auswirkungen auf die Energieaufbringung in Österreich.....	28
6.4.	Entwicklung der Anlagenzahlen.....	30
7.	Sensitivitätsanalysen.....	32
7.1.	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	32
7.2.	Ausschluss von Waldflächen.....	32
7.3.	Reduzierung der maximalen Seehöhe.....	33
7.4.	Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten.....	34
8.	Literatur:.....	35
9.	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	37

1. Zusammenfassung

Im Zuge des vom Klima- und Energiefonds beauftragten und 2011 fertig gestellten Projektes „Windatlas und Windpotentialstudie Österreich“ (Projekt Nr. 818 903) wurde ein Windatlas über das gesamte Bundesgebiet erstellt und darauf aufbauend eine dynamische WebGIS-Applikation programmiert, mit der das österreichische Windenergiepotential anhand veränderbarer Einflussgrößen simuliert werden kann (www.windatlas.at). Da der hier zugrunde gelegte GIS-Ansatz sämtliche errechneten Eignungszonen zur Gänze mit Windkraftanlagen ausfüllt, stellten die Simulationsergebnisse ein theoretisches Maximum des realisierbaren Potentials dar. Um ein detailliertes Bild über die bis 2020 und 2030 **tatsächlich realisierbaren Windkraftpotentiale** zu erhalten, wurde vom Klima- und Energiefonds, gemeinsam mit der Interessengemeinschaft Windkraft Österreich, eine „Follow-Up“ Studie zur Abschätzung von realistischen und praxisnahen Größen dieser Potentiale beauftragt.

Für die Neuberechnung der **theoretischen Potentiale** wurden Bewertungsszenarien definiert, welche die technische, wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Entwicklung der Windkraftnutzung der kommenden 15 Jahre in Österreich möglichst realistisch abbilden. Die weiterführende Bewertung der **realisierbaren Potentiale** wurde anhand einer detaillierten Analyse der bereits errichteten, bewilligten und in Planung befindlichen Windkraftanlagen und der von den einzelnen Bundesländern in Zonierungsplänen oder Ziel festlegungen definierten Ausbauziele vorgenommen.

Ausgehend von der Ende 2013 bereits bestehenden Windkraftleistung in Österreich von 1.684 MW konnte für das **Jahr 2020** ein realisierbares Windenergiepotential von **3.800 MW** und **8,9 TWh** potentieller Jahresarbeit ermittelt werden. Für das **Jahr 2030** wurde ein realisierbares Potential von **6.650 MW** und **17,7 TWh** Jahresarbeit berechnet.

Bezogen auf den von der Statistik Austria für das Jahr 2012 verzeichneten energetischen Endverbrauch an Elektrizität von 62,3 TWh wird bereits mit den aktuell (Ende 2013) installierten Windkraftanlagen ein Anteil von **5,8% des österreichischen Elektrizitätsbedarfs** gedeckt. Dieser bestehende Anteil der Windenergie an der Stromaufbringung wird mit der für das **Jahr 2020** prognostizierten Windkraftleistung auf **13,5%** erhöht und somit mehr als verdoppelt. Für das Jahr **2030** wurde eine weitere Steigerung des Stromverbrauchsanteils auf **24%** berechnet.

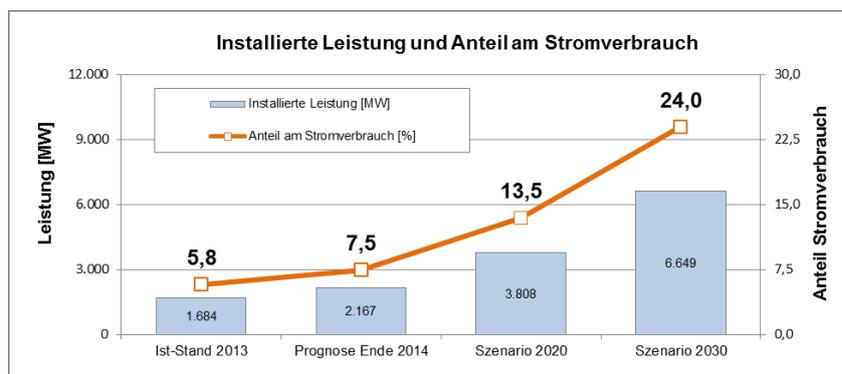


Abb. 1: Prognostizierter Zuwachs der Windkraftleistung und Stromverbrauchsanteile in den Jahren 2020 und 2030

Die Ergebnisse zeigen, dass im Jahr 2030 nahezu ein Viertel der Elektrizitätserzeugung Österreichs aus Windenergie bereitgestellt werden kann. Österreich ist somit in der Lage, in naher Zukunft mehr als 100% des Stromverbrauchs aus erneuerbare Energiequellen zu erzeugen und dadurch eine völlige Substitution von Energieimporten und fossiler Erzeugung zu erreichen.

2. Aufgabenstellung

2.1. Ausgangssituation

Im Zuge des Projektes „Windatlas und Windpotentialstudie Österreich“ wurde eine dynamische WebGIS-Applikation programmiert, mit der das österreichische Windenergiepotential anhand veränderbarer Einflussgrößen simuliert werden kann. [1] Die Ergebnisse werden für frei wählbare, technische, raumordnungsrelevante und wirtschaftliche Kriterien in Form von bezirkswise aggregierten Jahresenergieerträgen ausgewiesen. Da der zugrunde gelegte GIS-Ansatz sämtliche errechneten Eignungszonen zur Gänze mit Windkraftanlagen ausfüllt, stellen die Simulationsergebnisse ein theoretisches Maximum des realisierbaren Potentials dar.

Als Aufgabenstellung der „Follow-Up Studie“ wurde die Abschätzung von realistischen und praxisnahen Größen der bis 2020 und 2030 umsetzbaren Windenergiepotentiale in den österreichischen Bundesländern formuliert. Auf der Grundlage der mit der WebGIS-Applikation ermittelten „theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale“ sollten die realistisch umsetzbaren Potentiale unter Rücksichtnahme auf technische, wirtschaftliche, politische und gesellschaftspolitische Eingrenzungen bestimmt werden.

2.2. Methodik

Die Einschätzung der realistischen Potentiale wurde in folgenden Schritten vorgenommen:

- In einem ersten Schritt wurden Bewertungsszenarien definiert, mit denen die technische, wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Entwicklung der Windkraftnutzung der kommenden 15 Jahre in Österreich möglichst realistisch abgebildet werden kann. Die Einschätzung erfolgte auf der Grundlage der Analyse der bisherigen Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich und der aktuellen Entwicklung des internationalen Windkraftanlagemarktes.
- Im Zuge eines Expertenworkshops wurden die vorgeschlagenen Ansätze zur Berechnung der theoretisch maximal möglichen, und der bis zu den Jahren 2020 und 2030 realisierbaren Potentiale diskutiert und fest gelegt.
- Anschließend wurden die theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale in den Bundesländern anhand der definierten Kriterien (Anlagentechnik, Kosten, Einspeisepreise, Siedlungsabstände, Schutzgebietsfestlegungen...) mit der WebGIS Applikation berechnet.
- Als Grundlage für die weiterführende Bewertung der realisierbaren Potentiale wurde eine detaillierte Analyse der bereits errichteten, bewilligten und in Planung befindlichen Windkraftanlagen und der von den einzelnen Bundesländern in Zonierungsplänen oder Zielfestlegungen definierten Ausbauziele vorgenommen.
- Die abschließende Bewertung der im Jahr 2020 erreichbaren Potentiale erfolgte unter Fortschreibung der aktuellen Ausbaudynamik und der Zielformulierungen auf Bundes- und Bundesländerebene. Für die Abschätzung des weiter entfernt liegenden Zieles für 2030 wurde eine Analyse der aktuellen Anlagendichten und Umsetzungsgrade in den einzelnen Regionen Österreichs durchgeführt und in Bezug zu den ermittelten theoretisch möglichen Potentialen gesetzt.
- Des Weiteren wurden Sensitivitätsanalysen zur Prüfung der Kriterien für die Berechnung der theoretisch möglichen Potentiale in den Bundesländer durchgeführt.

3. Bewertungsszenarien

3.1. Projektgrundlagen: ‚Windatlas und Windpotentialstudie Österreich‘

Das Projekt „Windatlas und Windpotentialabschätzung Österreich“ verfolgte zwei Hauptziele. Eines der Ziele war die Berechnung einer möglichst detaillierten Windkarte mit einer Auflösung von 100m x 100m mittels eines neu entwickelten, kombinierten Modellierungsansatzes. Aufgrund der Vielschichtigkeit und Komplexität der Orographie sind die österreichischen Windressourcen durch unterschiedliche lokale Windströmungen gekennzeichnet. Für das gegenständliche Projekt wurde erstmals eine Verknüpfung einer dynamischen Modellierung mit einem geo-statischen Interpolationsverfahren gewählt, wodurch die komplexen Windverhältnisse in einer zufrieden stellenden Detailtiefe und mit hoher Genauigkeit dargestellt werden konnten. Die Ergebnisse der Windpotentialmodellierung stehen für 70 und 100 m über Boden in Form von Jahresmittelwerten und Weibull-Parametern (A und k) für die weitere Bearbeitung zur Verfügung.

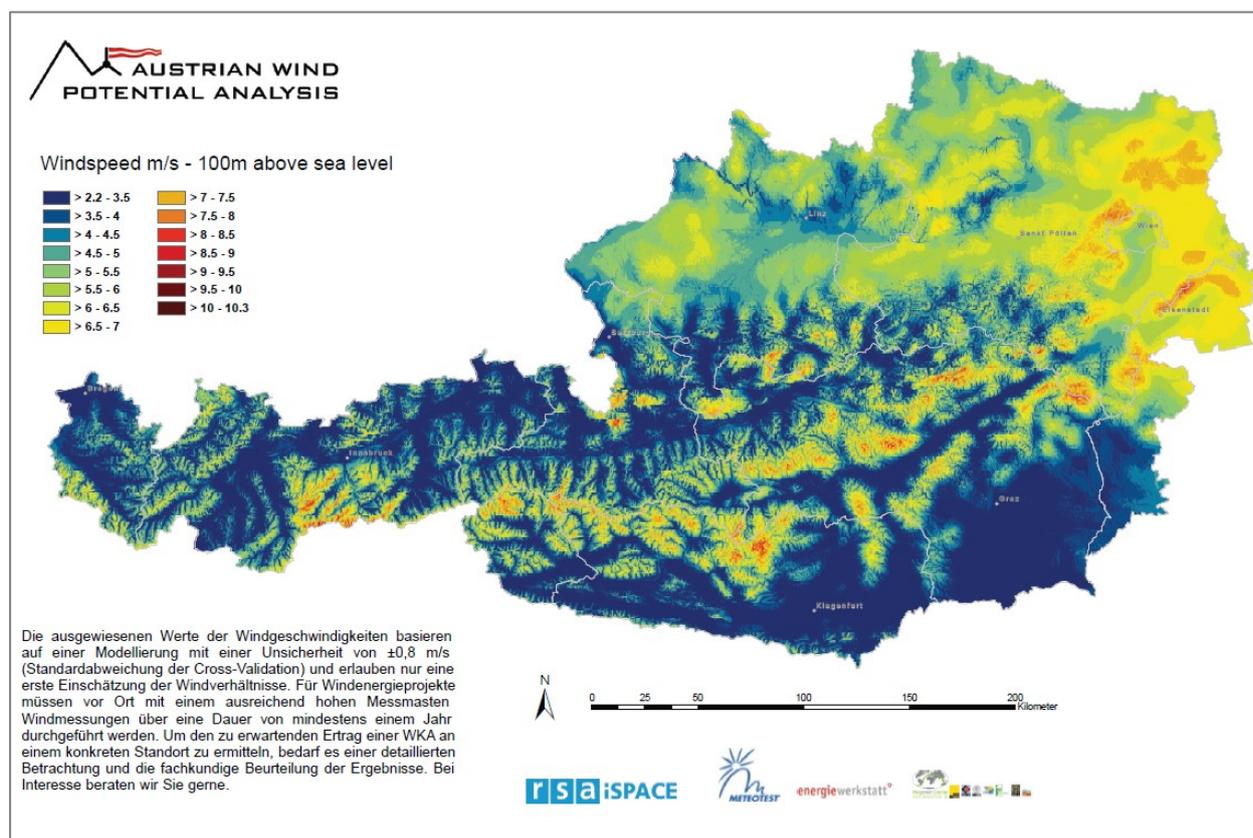


Abb. 2: Windgeschwindigkeiten in Österreich in 100 m über Boden (www.windatlas.at)

Aufbauend auf dem Winddatensatz wurde eine Applikation zur umfassenden, dynamischen Modellierung der theoretisch technisch möglichen Windpotentiale programmiert. Diese dynamische WebGIS-Modellierung erlaubt es dem Benutzer, das österreichische Windenergiepotential anhand veränderbarer Einflussgrößen zu simulieren. Die Ergebnisse werden für die vom Benutzer gewählten technischen, raumordnungsrelevanten und wirtschaftlichen Kriterien in Form von bezirksweise aggregiertem Jahresenergieertrag ausgewiesen. Da der zugrunde liegende GIS-Ansatz sämtliche errechneten Eignungszo-

nen zur Gänze mit Windkraftanlagen ausfüllt, stellen die Simulationsergebnisse ein theoretisches Maximum des realisierbaren Potentials dar. Dieses Ergebnis wird im Folgenden als „theoretisch maximal mobilisierbares Potential“ (TMMP) bezeichnet.

Das Pendant zu dem theoretisch maximal mobilisierbaren Potential kann mit dem realisierbaren Potential beschrieben werden. Um eine möglichst genaue Abschätzung des realisierbaren Windkraftpotentials in Österreich zu berechnen, müssen neben der Raumordnung auch andere wesentliche Kriterien wie technische Realisierbarkeit und wirtschaftliche Rentabilität berücksichtigt werden.

3.2. Definition der Berechnungsparameter

Als Grundlage für die Bewertung der realisierbaren Windkraftpotentiale wurde eine Modellierung der theoretisch möglichen Potentiale auf Ebene der Bundesländer durchgeführt. Für diesen Zweck wurden im Vorfeld die länderspezifischen Berechnungsparameter für die technischen, wirtschaftlichen und raumordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen definiert.

Die wichtigsten Parameter für die Modellierung der Potentiale sind **Leistung** und **Kosten** der für die Umsetzung vorgesehenen Windkraftanlagen. Für die Abschätzung des unter gegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Anlagenkosten und Einspeisepreise) theoretisch maximal mobilisierbare Potentials musste ein Ansatz gefunden werden, der sowohl das Leistungsverhalten als auch die Investitions- und Betriebskosten der Windkraftanlagen berücksichtigt. Entgegen der in der Energiewirtschaft üblichen Bewertung über den Bezug auf die installierte Generatorleistung (Volllaststunden), wurde die Rotorkreisfläche als Bezugsgröße gewählt.

Die in der Eingabemaske des GIS-Tools hinterlegte Berechnungsmatrix baut auf folgenden, frei wählbaren Parametern auf:

- Leistung der Anlage [kW]
- Spezifisch installierte Generatorleistung [W/m²]
- Spezifische Kosten je m² Rotorkreisfläche [€/m²]

Um die Situation in den Bundesländern mit der Berechnung möglichst realitätsnah abzubilden, wurden die Dimensionen der Anlagen in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten definiert. Bei der Auswahl der jeweils geeigneten Anlagentechnik wurden entsprechend den unterschiedlichen Standortbedingungen drei „Flächenkategorien“ vorgesehen:

- „Wiese“ für Standorte in Gebieten mit Grünland- und Ackerbauwirtschaft. Hier kommen Windkraftanlagen zum Einsatz an die keine besonderen Anforderungen gestellt werden.
- „Wald“ für Standorte mit durchgehender Bewaldung und höheren Turbulenzen. Hier wurde eine Anlagentechnik mit der 1,4-fachen Turmhöhe gegenüber Flachlandstandorten und besonderen Eigenschaften in Bezug auf die Turbulenzcharakteristik vorgesehen.
- „Berg“ für Standorte über der Baumgrenze und Anforderungen mit größeren Extremwindgeschwindigkeiten und Vereisung. An diesen Standorten kommen Windkraftanlagen mit kleinerer Turmhöhe (0,8-fach gegenüber Flachlandstandorten), höherer spezifisch installierter Leistung und mit besonderen Eigenschaften in Bezug auf den Betrieb unter Vereisungsbedingungen zum Einsatz.

Ausgehend von der gewählten Leistung der Windkraftanlagen und der spezifisch installierten Generatorleistung ergeben sich alle weiteren Kennzahlen der Anlagentechnik wie Rotordurchmesser, Nabenhöhe und Anlagenkosten über vordefinierte Zusammenhänge [1].

3.2.1. Wahl der spezifisch installierten Generatorleistung:

Die Wahl der spezifisch installierten Generatorleistung erfolgte basierend auf der Analyse der aktuell in Österreich installierten Anlagentechnik und der Entwicklung des internationalen Windkraftanlagenmarktes. In der ursprünglichen Studie zur Abschätzung des theoretisch technisch möglichen Windpotentials in Österreich (AuWiPot, 2011) wurde mit einer Leistungsgröße von 2 MW und spezifischen Generatorleistungen von 400 /450/500 W/m² (Wiese/Wald/Berg) kalkuliert [1].

Allerdings hat sich in den letzten Jahren ein Trend in Richtung kleiner Generatorleistungen bei großen Durchmessern abgezeichnet. Während die im Jahr 2003 in Österreich neu installierten Windkraftanlagen bei einer durchschnittlichen Anlagenleistung von 1,78 MW noch eine spezifisch installierte Leistung von 427 W/m² aufwiesen, lag 10 Jahre später im Jahr 2013 die durchschnittlich installierte Leistung bei 2,73 MW und 374 W/m² (Tab.8).

	Anlagenleistung	Spezifische Generatorleistung
Berechnungsansatz AuWiPot 2011	2,00 MW	400/450/500 W/m ²
Ist-Durchschnitt in Österreich 2004	1,78 MW	427 W/m ²
Ist-Durchschnitt in Österreich 2013	2,73 MW	374 W/m ²

Die Entwicklung des internationalen Windkraftanlagenmarktes lässt in Zukunft eine weitere Senkung der spezifisch installierten Generatorleistungen erwarten. In einem Fachbeitrag weist der Geschäftsführer des Deutschen Windenergie Institutes, Jens Peter Molly, auf die sich abzeichnende Entwicklung zu geringeren spezifischen Leistungen und deren Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit hin [3]. Laut Molly liegt das Kostenoptimum selbst bei einem Starkwindstandort mit durchschnittlich zwölf Meter pro Sekunde Windgeschwindigkeit bei nur 400 Watt pro Quadratmeter Rotorfläche und bei Schwachwindstandorten mit Windgeschwindigkeiten von durchschnittlich fünf bis sechs Metern pro Sekunde reduziert sich das Optimum auf bis zu 200 Watt (Abb. 2). Darüber hinaus bringen kleinere Generatorleistungen bei größeren Rotordurchmessern nicht nur geringere Erzeugungskosten sondern infolge des erhöhten Leistungsdauerhaltens der Anlagen auch eine Reduktion der Kosten für das Übertragungsnetz und die Ausgleichsenergie.

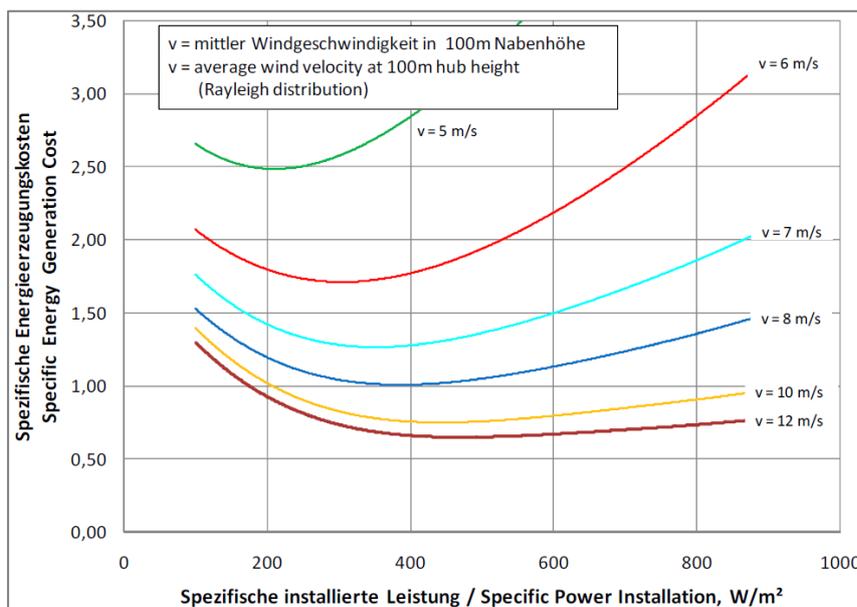


Abb. 3: Optimierung der Energieerzeugungskosten durch Wahl einer den Standortbedingungen angepassten spezifischen Generatorleistung, Molly [4]

Unter Bezugnahme auf die dargestellte Entwicklung des Windkraftanlagenmarktes wurde bei der Definition der Turbinenparameter vom ursprünglich im AuWiPot gewählten Ansatz abgegangen und dem aktuellen Trend Rechnung getragen indem vor allem in Gebieten im Flach- und Hügelland (Wald/Wiese) kleinere spezifische Generatorleistungen gewählt wurden.

	Spezifische Generatorleistung		
	Wiese	Wald	Berg
AuWiPot 2011	400 W/m ²	450 W/m ²	500 W/m ²
Szenario 2020	350 W/m ²	350 W/m ²	400 W/m ²
Szenario 2030	300 W/m ²	250 W/m ²	400 W/m ²

Tab. 1: Gewählte spezifische Generatorleistungen

Entsprechend den bereits beschriebenen Zusammenhängen ergeben sich aus den gewählten Parametern für die Berechnung der Szenarien 2020 und 2030 folgende Anlagendimensionen:

Szenario	Bundesland	WKA Leistung	Spezifische Leistung	Rotorfläche	Rotordurchmesser	Nabenhöhe		
						Wiese	Wald	Berg
		[kW]	[W/m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]
Szenario AuWiPot 2011	Burgenland Niederösterreich	2.000	450	4.444	75	90	105	75
	Oberösterreich Wien	2.000	400	5.000	80	96	112	80
	Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg	2.000	500	4.000	71	86	100	71
Szenario 2020	Burgenland Niederösterreich	3.000	350	8.571	104	125	146	104
	Oberösterreich Wien	2.500	350	7.143	95	114	134	95
	Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg	2.000	400	5.000	80	96	112	80
Szenario 2030	Burgenland Niederösterreich	3.000	300	10.000	113	135	158	113
	Oberösterreich Wien	3.000	250	12.000	124	148	173	124
	Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg	2.500	400	6.250	89	107	125	89

Tab. 2: Gewählte Anlagenparameter und daraus resultierende Anlagendimensionen

Die Tabelle zeigt, dass im Flach und Hügelland der aktuelle Trend zu größeren Durchmessern bei kleiner Generatorleistung gut abgebildet ist. In Berggebieten wurde hingegen an Anlagen mit höheren installier-

ten Generatorleistungen fest gehalten, da hier die Schwachwindtechnologie wegen der höheren Starkwindanteile und größeren Turbinenlasten nicht geeignet ist.

3.2.2. Raumordnung und Bauabstände

Bei der Berechnung des theoretisch maximal mobilisierbares Potentials mussten die Mindestabstände zu Wohnbauland und Verkehrswegen berücksichtigt werden. In Österreich gibt es diesbezüglich keine einheitliche Regelung. Die Mindestabstände werden in den Raumordnungs- oder Elektrizitätswirtschaftsgesetzen auf Landesebene gesetzlich fest gehalten.

Mindestabstände zu Wohngebiet

Im **Burgenland** muss zu Objekten in gewidmetem Wohngebiet ein Abstand von 1.000m und zu bewohnte Einzelobjekten im Grünland ein Abstand von 750m eingehalten werden.

In **Niederösterreich** sind die Mindestabstände im Raumordnungsgesetz mit 1.200m zu gewidmetem Wohnbauland und Bauland Sondergebiete mit erhöhtem Schutzanspruch und 750m zu landwirtschaftlichen Wohngebäuden und erhaltenswerten Gebäuden im Grünland, Grünland Kleingärten und Grünland Campingplätzen einzuhalten (NÖ ROG, §19). Falls sich das betreffende Wohngebiet in der Nachbargemeinde befindet und diese einen Einwand gegen die Widmung einer Sonderfläche für Windkraftnutzung erhebt, muss ein Mindestabstand zu Wohngebiet in der Nachbargemeinde von 2000m eingehalten werden. Für bewohnte Objekte im Grünland, welchen keine besondere Widmungskategorie für Wohnnutzung zugeordnet ist, besteht keine Mindestabstandregelung. Ebenfalls keine Regelung besteht für Gewerbe-Industrie- oder sonstige Sonderwidmungsflächen.

In **Oberösterreich** sind die Mindestabstände zwischen Windkraftanlagen und bewohnten Objekten im OÖ.EIWOG mit 500m bei Anlagen unter 1000kW und 800m bei Anlagen über 1000kW definiert (§12).

Kärnten hat in der Windkraftstandorträume-Verordnung 2011 erhebliche Einschränkungen in Bezug auf die Sichtbarkeit von Windparks und die Mindestabstände zu Bauland (1.500m) geschaffen. Aktuelle Bemühungen zum Ausbau der Windenergie in Kärnten scheitern vor allen an den vorgegebenen Kriterien dieser Verordnung.

In den übrigen Bundesländern liegen **keine gesetzlichen Regelungen** vor. Hier wurde ein Mindestabstand zu Wohngebäuden von 800m angenommen.

Die in den Bundesländern vorgegebenen Mindestabstände wurden für die Berechnung der theoretisch technisch möglichen Potentiale im Szenario 2020 verwendet. Für das Szenario 2030 wurden aufgrund der größeren Anlagentechnik und den damit einher gehenden höheren Schalleistungspegel der Anlagen auch höhere Abstände gewählt und mit dem Zehnfachen des Rotordurchmessers definiert.

Mindestabstand zu Verkehrswegen und Wintersportflächen

Ausgehend von der Gefahr von abfallenden Eisstücken wird in Österreich bei der behördlichen Bewilligung von Windkraftanlagen ein Mindestabstand zu öffentlichen Verkehrswegen, Bahnlinien, Liftanlagen oder Schipisten gefordert.

Dieser Mindestabstand wird durch die mögliche Fallweite von sich ablösenden Eisstücken bestimmt. Die Fallweite wurde mit der Faustformel „Blattspitzenhöhe x 1,2“ definiert und ist in der Eingabemaske des Berechnungstools auch mit dieser Formel hinterlegt.

Mindestabstand zu Hochspannungsleitungen größer 30kV

Aufgrund der möglichen Schwingungsanregungen der Leiterseile durch den drehenden Rotor von Windkraftanlagen werden vom Verband der Elektrizitätswerke Österreich Mindestabstände zu Leitungsanlagen gefordert: Bei Leitungsanlagen >30kV muss der Abstand zwischen dem äußersten ruhenden Leiterseil und der Rotorblattspitze in der ungünstigsten Stellung mindestens drei Rotordurchmesser betragen. Dieser Abstand kann auf einen Rotordurchmesser verringert werden, wenn an den Leiterseilen Schwingungsdämpfer angebracht werden.

Abstand zu bestehenden Windkraftanlagen

Als Abstand zu bestehenden Windkraftanlagen wurde der fünffache Rotordurchmesser der neu zu errichtenden Windkraftanlage gewählt.

Basierend auf den Vorgaben in den Bundesländern und der aktuellen Bewilligungspraxis der Behörden in Bezug auf Abstände zu Verkehrswegen und Freileitungen, wurden für die Berechnung der Potentiale in den Bundesländern folgende Parameter zugrunde gelegt:

Bundesland	Abstand zu Siedlungsgebiet		Abstand zu Verkehrswegen und Schipisten	Abstand zu Hochspannungsleitungen >30kV	Abstand zu benachbarten Windkraftanlagen
	Szenario 2020	Szenario 2030			
Burgenland	1.000 m	10 x RD	Blattspitzenhöhe x 1,2	1 x RD	5 x RD
Niederösterreich	1.200 m	10 x RD	Blattspitzenhöhe x 1,2	1 x RD	5 x RD
Oberösterreich	800 m	10 x RD	Blattspitzenhöhe x 1,2	1 x RD	5 x RD
Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg Wien	800 m	10 x RD	Blattspitzenhöhe x 1,2	1 x RD	5 x RD

Tab. 3: Gewählte Mindestabstände zu Siedlungsgebiet, Verkehrsflächen und Infrastruktureinrichtungen

3.2.3. Schutzgebiete und sonstige Ausschlusszonen

Obwohl in der behördlichen Bewilligungspraxis und in diversen Entwicklungsplänen der Bundesländer unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf die Bebauung von Schutzgebieten oder für die maximale Seehöhe formuliert sind, wurde in der vorliegenden Studie eine einheitliche Regelung in Bezug auf diese Parameter gewählt.

Szenario	Maximale Seehöhe		Maximale Hangneigung		Schutzgebiete			
	2020	2030	2020	2030	Landschaftsschutzgebiete		Natura 2000 Gebiete Pflanzenschutzgebiete, Ruhegebiete, geschützte Landschaftsteile	
					2020	2030	2020	2030
Alle Bundesländer	2.100m	2.100m	15°	15°	inkl.	inkl.	exkl.	exkl.

Tab. 4: Gewählte Kriterien für Schutzgebiete und Ausschlusszonen

3.2.4. Kosten

Entsprechend der aktuellen Entwicklung des Windkraftanlagenmarktes hin zu größeren Rotordurchmessern bei annähernd gleich bleibenden Generatorleistungen, kann auch bei den spezifischen Kosten der Windkraftanlagen in den kommenden Jahren eine Reduktion erwartet werden. Daher wurden die Kostenparameter wie folgt festgelegt.

Szenario	Bundesland	WKA Leistung	Spezifische Leistung	Rotorfläche	Rotordurchmesser	Spezifische Kosten
		[kW]	[W/m ²]	[m ²]	[m]	[€/m ²]
Szenario AuWiPot 2011	Burgenland Niederösterreich	2.000	450	4.444	75	650
	Oberösterreich Wien	2.000	400	5.000	80	650
	Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg	2.000	500	4.000	71	650
Szenario 2020	Burgenland Niederösterreich	3.000	350	8.571	104	550
	Oberösterreich Wien	2.500	350	7.143	95	550
	Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg	2.000	400	5.000	80	650
Szenario 2030	Burgenland Niederösterreich	3.000	300	10.000	113	500
	Oberösterreich Wien	3.000	250	12.000	124	450
	Vorarlberg Tirol Steiermark Kärnten Salzburg	2.500	400	6.250	89	650

Tab. 5: Gewählte Leistungs- und Kostenparameter

3.2.5. Einspeisepreise und Wirtschaftlichkeit

In der WebGIS-Applikation wird das theoretisch maximal mobilisierbare Potential berechnet, indem die aus technischer und raumordnungsfachlicher Sicht bebaubaren Flächeneinheiten (100x100m) einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen werden. Dafür werden mit einem vereinfachten Berechnungsverfahren für jede Flächeneinheit die Erzeugungskosten auf Basis der ermittelten spezifischen Jahresenergieerträge und der gewählten Kostenparameter ermittelt. Daraus resultierend werden jene Flächen eliminiert, auf denen die Erzeugungskosten höher liegen als der zugrunde gelegte Einspeisetarif.

Die Berechnung des spezifischen Jahresertrags je Flächeneinheit [kWh/m² x Jahr] basiert auf folgenden Grundlagen:

- Theoretisches Winddargebot (A und k in Nabenhöhe)
- Gewählte Leistungsklasse der WKA
- Flächenkategorie (Wiese, Wald ,Berg)
- Idealisierte spezifische Leistungskurve
- Seehöhe und Jahresdurchschnittstemperatur
- Technische Verluste und Abschattungseffekte

Die Berechnung der Erzeugungskosten je Flächeneinheit [€/kWh] basiert auf folgenden Grundlagen:

- Installationskosten (€/m²) in Abhängigkeit von der Flächenkategorie
- Betriebskosten (% der Installationskosten) in Abhängigkeit von der Flächenkategorie
- Kapitalkosten [%]

Näherungsformel für die Berechnung der Erzeugungskosten nach Garrad [5]

$$g = \frac{C \cdot R}{E} + O$$

- g: Erzeugungskosten je Kilowattstunde (€/kWh)
 C: Spezifische Installationskosten (€/m²)
 E: Spezifischer Energieertrag (kWh/m²)
 O: Kosten für Betrieb und Wartung (€/m²)
 R: Kapitalrückfluss

wobei

$$R = r / (1 - (1+r)^{-n})$$

- r: inflationsbereinigter Effektivzinssatz
 n: Anzahl der Berechnungsjahre

Bei der Annahme der Einspeisetarife wurde aufgrund der bisher guten Entwicklung der Errichtungszahlen in Österreich im Wesentlichen von der Fortschreibung der aktuellen Situation ausgegangen. Aktuell werden in Österreich entsprechend der Ökostrom-Einspeisetarifverordnung 9,36 ct/kWh (2014) bzw. 9,27 ct/kWh (2015) über eine Dauer von 13 Jahren vergütet. [8]

Für die Berechnung des **Szenarios 2020** wurde ein Tarif von **9,3 ct/kWh** angenommen, weil dies etwa der aktuellen Situation der Jahre 2014 und 2015 entspricht. Nachdem die in diesen beiden Jahre bewilligten Anlagen erst innerhalb der darauf folgenden drei Jahre errichtet werden müssen, wurde davon ausgegangen, dass die bis 2020 errichteten Anlagen im Wesentlichen einen Tarif in dieser Höhe in Anspruch nehmen werden.

Für das **Szenario 2030** wurde trotz der zu erwartenden Kostenreduktion bei den Windkraftanlagenpreisen eine leichte Erhöhung der Tarife auf **9,5 ct/kWh** angenommen, weil davon auszugehen ist, dass in den nächsten Jahren ein weiterer Anstieg der Kosten für begleitende technische Maßnahmen zu erwarten ist (z.B. Kosten für Bereitstellung von Netzkapazitäten, Ausgleichsmaßnahmen seitens der Naturschutzbehörden, betriebliche Einschränkungen wie schallreduzierter Betrieb oder Fledermausabschaltungen, zusätzliche technische Anforderungen für Netzeinspeisung, Brandschutz, Luffahrtkennzeichnung oder ornithologische Maßnahmen wie z.B. Vogelradar).

Wahl der Stromtarife [ct/kWh]:

	Tarif	Dauer
Szenario 2020	9,3 ct/kWh	13 Jahre
Szenario 2030	9,5 ct/kWh	13 Jahre

Tab. 6: Gewählte Parameter für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit

3.3. Diskussion der Bewertungsgrundlagen (Expertenworkshop)

Die Berechnung der Windenergiepotentiale mit der WebGIS-Applikation baut auf den Ergebnissen des theoretischen Winddargebots (in Form der Weibull-Parameter des Windes für einen Raster von 100m x 100m) auf. Technische Bewertungskriterien (z.B. Anlagentechnik und Anlagengröße), topographische Kriterien (z.B. Seehöhe, maximale Hangneigung), Aspekte der Raumordnung (z.B. Abstände von Siedlungen zu WKA), Naturschutz (Nationalparks, Natura2000-Flächen) und Wirtschaftlichkeit (Kosten, Zinssätze) sind veränderbare Einflussparameter, die für die Zukunft der kommenden 15 Jahre eingeschätzt werden müssen, um eine realistische Berechnung der Potentiale zu ermöglichen. Um zu gewährleisten, dass die zugrunde gelegten Standardparameter fachlich korrekt und unparteiisch sind, wurden diese in einem Expertenworkshop diskutiert.

Der Expertenworkshop wurde in St. Pölten veranstaltet. Es haben 12 Personen aus der Windbranche (Planer und Betreiber) an der Diskussion teilgenommen.

Diskutiert wurden folgende Themen

- Entwicklung der Anlagentechnik und –preise.
- Wahl der spezifischen Parameter für Anlagentechnik, Raumordnung und Wirtschaftlichkeit.
- Berechnungsansatz für Erzeugungskosten und Einspeisetarife.
- Aktuelle Entwicklungen in den Bundesländern in Bezug auf Ausbauziele, Raumordnungskriterien und Zonierungspläne
- Gesellschaftliche oder politische Akzeptanz der weiteren Entwicklung und mögliche umsetzbare Potentiale.

4. Theoretisch maximal mobilisierbare Potentiale 2020 und 2030

Die theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale wurden bereits im Jahr 2011 im Rahmen der AuWi-POT Studie ermittelt [1]. Die damals angewendeten technischen, raumordnungsrechtlichen und wirtschaftlichen Parameter haben sich in den letzten drei Jahren soweit geändert, dass eine Neufestlegung erforderlich war. Im Folgenden werden die theoretisch möglichen Potentiale für die beiden Szenarien 2020 und 2030 dargestellt und diskutiert.

Die für die Berechnung der theoretisch möglichen Potentiale verwendeten Parameter sind in Kapitel 2.2 dargelegt. Die Parameter der Szenarien 2020 und 2030 unterscheiden sich im Wesentlichen in Bezug auf die eingesetzte Anlagentechnik (Anlagenleistung und spezifisch installierte Leistung) und die Anlagenkosten. Aus raumordnungsfachlicher Sicht wurde das Potential 2020 noch mit länderspezifisch fest gelegten Mindestabständen berechnet, während das Potential 2030 mit einheitlichen Werten ermittelt wurde. Für die westlichen Bundesländer wurde wegen der höheren Lagen nur eine geringfügige Adaptierung der Anlagentechnik gegenüber dem im Jahr 2011 berechneten Szenario angenommen, weil hier die neue Anlagentechnik mit großen Rotordurchmessern nicht eingesetzt werden kann. Die Einspeisetarife wurden für die beiden Szenarien mit 9,3 bzw. 9,5 ct/kWh angenommen.

Das Ergebnis der Potentialberechnung für das **Szenario 2020** zeigt mit **18.423 MW** aufgrund der geänderten Anlagentechnik erwartungsgemäß eine beachtliche Steigerung gegenüber den im Jahr 2011 berechneten Werten. Im **Szenario 2030** zeigt sich eine weitere, jedoch moderate Steigerung auf **23.775 MW**, wobei sich dieser Zuwachs durch den Einsatz einer speziellen Schwachwindtechnik insbesondere in den Bundesländern mit mäßigen Windverhältnissen bemerkbar macht. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Berechnung für die Bundesländer tabellarisch und grafisch aufgliedert.

Gegenüberstellung: Szenario 2011 - Szenario 2020 - Szenario 2030			
	t.m.m. Potential Szenario 2011 [MW]	t.m.m. Potential Szenario 2020 [MW]	t.m.m. Potential Szenario 2030 [MW]
Vorarlberg	46	93	239
Tirol	140	253	561
Salzburg	96	108	457
Kärnten	618	927	1.674
Steiermark	2.422	3.487	5.086
Burgenland	2.394	3.507	3.903
Oberösterreich	310	611	1.110
Niederösterreich	5.006	9.418	10.732
Wien	10	20	14
Österreich Gesamt	11.042	18.423	23.775

Tab. 7: Gegenüberstellung der theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale der Szenarien 2011, 2020 und 2030

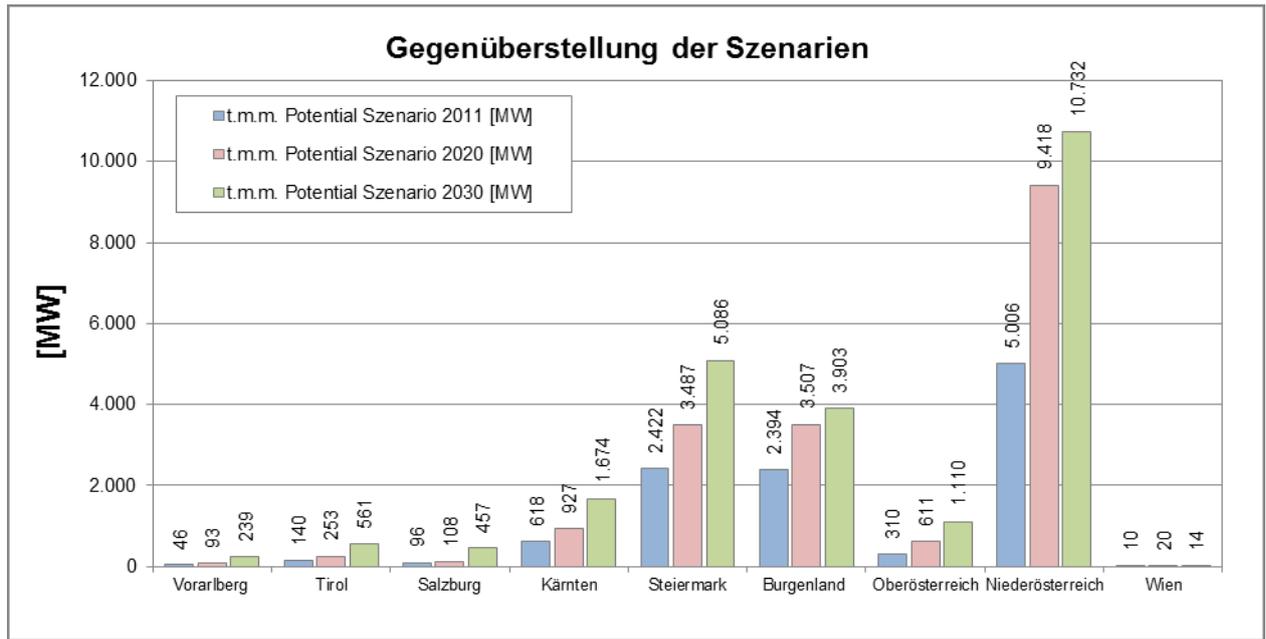


Abb. 4: Gegenüberstellung der theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale der Szenarien 2011, 2020 und 2030

5. Aktuelle Situation der Windkraftnutzung in Österreich

5.1. Anlagen Ende 2013 in Betrieb

Mit Stand vom 31.12.2013 waren in Österreich **872 Windkraftanlagen** mit einer installierten **Gesamtleistung von 1.684 MW** in Betrieb. Unter Annahme einer Volllaststundenzahl von 2.150 verfügen diese Anlagen über ein Regelarbeitsvermögen von 3,6 TWh.

Jahr	Jährlicher Zubau	Abbau	Leistung gesamt	Jährlicher Zubau	Abbau	Anzahl Anlagen gesamt	Durchschnittliche Anlagenleistung (neu)
	[MW]	[MW]	[MW]	[Stk]	[Stk]	[Stk]	[kW]
1994	0,3		0,3	2		2	130
1995	0,5		0,8	3		5	168
1996	10,9		11,7	29		34	376
1997	8,0		19,7	17		51	473
1998	9,0		28,7	16		67	563
1999	13,2		41,9	18		85	733
2000	36,7	1,5	77,1	38	1	122	966
2001	17,6	0,4	94,4	16	2	136	1.101
2002	44,8	0,6	138,6	28	1	163	1.600
2003	276,4	-	414,9	155	-	318	1.783
2004	192,0	0,9	606,1	108	2	424	1.778
2005	218,0	5,0	819,1	116	10	530	1.879
2006	146,0	-	965,1	76		606	1.921
2007	19,5	0,1	984,5	10	1	615	1.950
2008	14,0	3,3	995,2	7	6	616	2.000
2009	-	-	995,2	-	-	616	-
2010	18,0		1.013,2	8	-	624	2.250
2011	73,0	1,0	1.085,2	33	1	656	2.212
2012	296,0	1,8	1.379,4	108	3	761	2.741
2013	309,0	2,0	1.686,4	113	2	872	2.735

Tab. 8: Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich

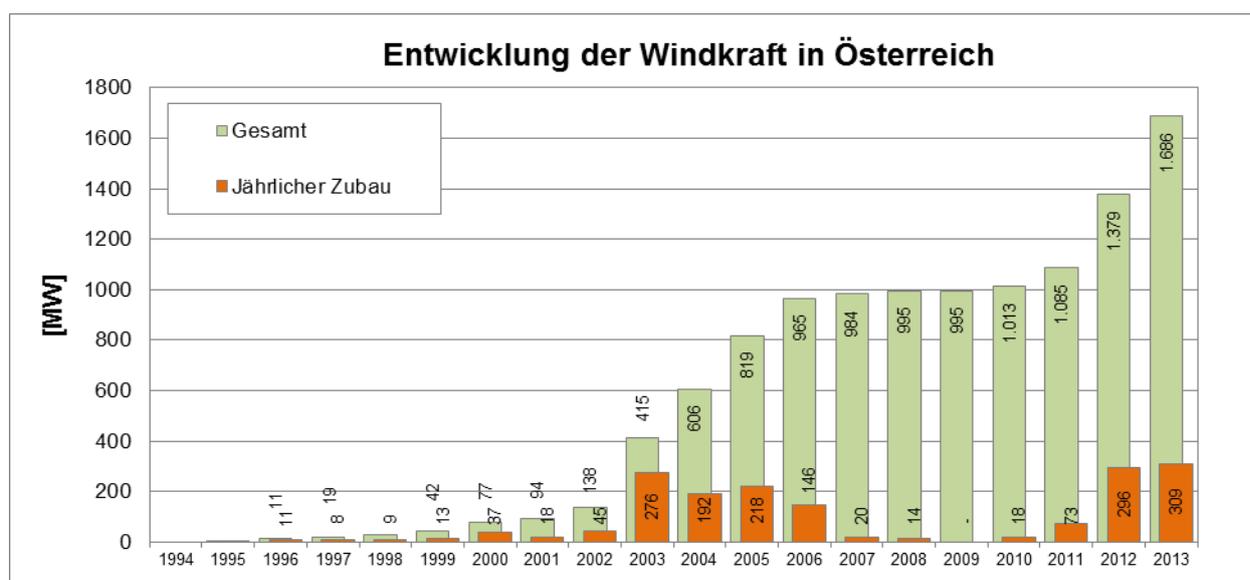


Abb. 5: Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich

Die historische Entwicklung der Windkraftnutzung der letzten 15 Jahre in Österreich weist einen sehr diskontinuierlichen Verlauf auf (siehe Tabelle und Grafik), was sich durch die schwankenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erklären lässt (Abb.5).

In der unten stehenden Grafik ist der Zusammenhang zwischen den jeweils gegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Höhe des Einspeisetarifs) und der Ausbaudynamik dargestellt.

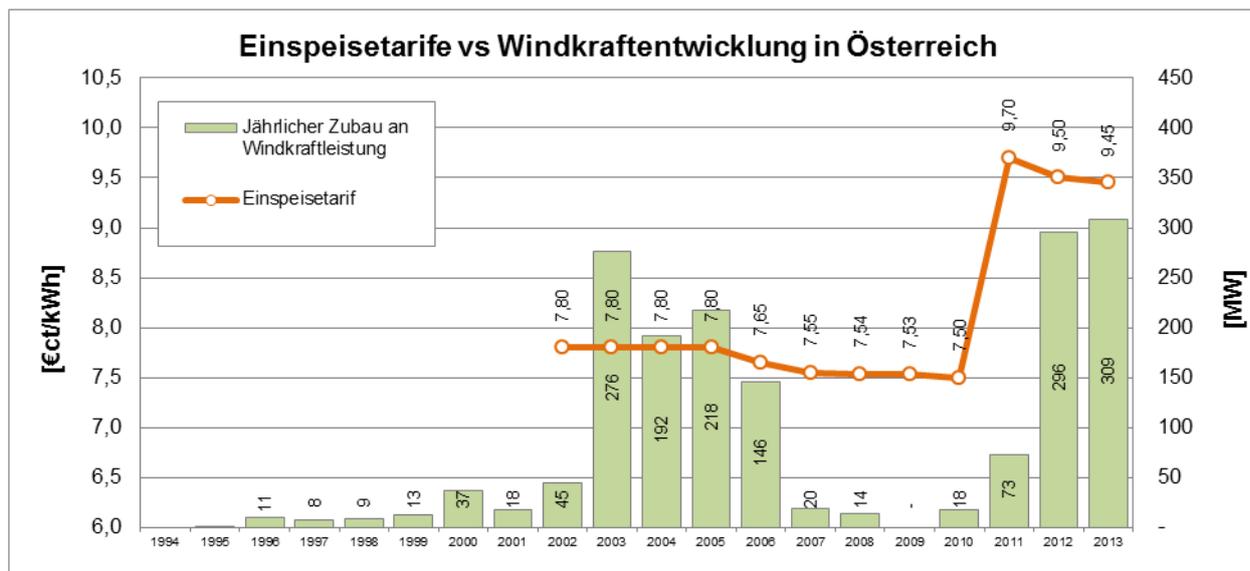


Abb. 6: Entwicklung der Windkraftnutzung und der Einspeisepreise in Österreich

5.2. Anlagen 2014 in Bau

Das Ökostromgesetz 2012 hat nach annähernd sechs Jahren Stillstand die Entwicklung der Neuerrichtungen ab dem Jahr 2011 wieder in Gang gesetzt. So wurden allein in den beiden Jahren 2012 und 2013 etwa 630 MW Windkraftleistung bewilligt und bei der OEMAG zur Inanspruchnahme des Fördertarifs über 13 Jahre angemeldet. Nachdem die Projekte spätestens drei Jahre nach Erhalt des Fördervertrags umgesetzt werden müssen, kann davon ausgegangen werden, dass in den kommenden Jahren jeweils zwischen 300 und 400 MW Windkraftleistung jährlich neu errichtet werden.

Seitens der IG Windkraft Österreich wurden die bereits in Bau befindlichen Windkraftanlagen und die bis Ende 2014 zu erwartenden Errichtungszahlen erhoben. Unter der Voraussetzung, dass keine Verzögerung bei der Errichtung der in Bau befindlichen übergeordneten Netze eintreten, kann davon ausgegangen werden, dass im **Jahr 2014 bis zu 167 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 480 MW** neu errichtet werden. Davon sind jeweils etwa 200 MW in Niederösterreich und im Burgenland und der Rest in Oberösterreich und der Steiermark geplant. In den übrigen Bundesländern finden sich aktuell keine umsetzungsreifen Projekte. Die durchschnittliche Leistung der neu errichteten Anlagen liegt bereits bei 2,89 MW.

Die Neuinstallationen verteilen sich wie folgt auf die Bundesländer:

Windpotential in Österreich - Zubau bis Ende 2014			
Bundesland	Status 2013 [MW]	Zuwachs 2014 (Prognose) [MW]	Status 2014 (Prognose) [MW]
Vorarlberg	0	0	0
Tirol	0	0	0
Salzburg	0	0	0
Kärnten	1	0	1
Steiermark	83	36	119
Burgenland	770	197	967
Ober- österreich	26	21	47
Nieder- österreich	797	229	1026
Wien	7	0	7
Österreich Gesamt	1.684	483	2.167

Tab. 9: Prognose der Neuinstallationen für 2014

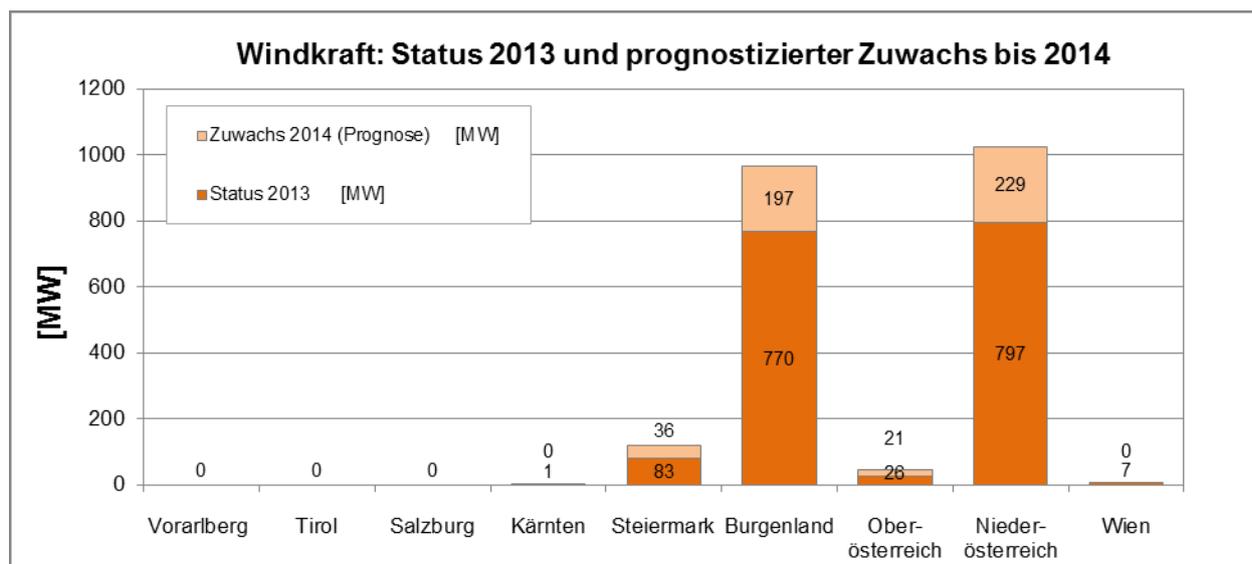


Abb. 7: Aktuelle Windkraftleistung 2013 und Neuinstallationen 2014 in den Bundesländern

5.3. Spezifische Zahlen der Windkraftnutzung in Österreich und Deutschland

In Österreich konzentriert sich die Windkraftnutzung aufgrund von windklimatischen und raumordnungs-technischen Voraussetzungen auf wenige Flächen im Osten und Nordosten des Bundesgebietes. Zur besseren Einschätzung der Möglichkeiten für die Umsetzung der ermittelten theoretisch technisch möglichen Potentiale wurde daher eine Analyse der bestehenden Bebauungsdichten und Ausnutzungsgrade in den Bundesländern durchgeführt und den spezifischen Nutzungszahlen in Deutschland gegenüber gestellt.

Ende 2013 waren in Deutschland **34.660 MW Windkraftleistung** am Netz, mit deren Energieerzeugung etwa **11,3% des gesamten Elektrizitätsbedarfs** gedeckt werden können. Österreich weist mit **1.684 MW**

Windkraft und **5,8% Strombedarfsdeckung** etwa einen halb so hohen Anteil der Windenergie an der Stromerzeugung auf.

Deutschland hat bei einer Fläche von 357.000 km² und einer Einwohnerzahl von etwa 82 Mio. eine Bevölkerungsdichte von etwa 220 Einwohnern pro Quadratkilometer. Mit lediglich 100 Einwohnern pro Quadratkilometer ist Österreich weniger als halb so dicht besiedelt wie Deutschland.

Aktuell weist Österreich bei einem Windstromanteil von 5,8% eine Bebauungsdichte von 20 Kilowatt Windkraftleistung pro Quadratkilometer bzw. 0,2 Kilowatt pro Einwohner auf. Im Vergleich dazu sind in Deutschland bei einem Windstromanteil von 11,7% bereits 97 kW/km² installiert, was etwa fast der fünf-fachen Bebauungsdichte von Österreich entspricht. Bezogen auf die Einwohner sind in Deutschland 0,42 kW pro Kopf installiert, was etwa dem 2,5-fachen Wert von Deutschland entspricht.

Spezifische Zahlen zur Windenergie in Österreich (Stand: 31.12.2013)							
	Fläche	Einwohner 2011	Bevölkerungs- dichte	Installiert Ende 2013	Anteil Stromverbrauch	WKA- Dichte	WKA- Dichte
	km ²	-	EW/km ²	MW	%	kW/km ²	kW/EW
Vorarlberg	2.601	372.603	143	0	0,0	0	0,00
Tirol	12.640	715.888	57	0	0,0	0	0,00
Salzburg	7.156	531.898	74	0	0,0	0	0,00
Kärnten	9.538	555.473	58	1	0,0	0	0,00
Steiermark	16.401	1.210.971	74	83	1,8	5	0,07
Burgenland	3.962	286.691	72	770	106,3	194	2,69
Oberösterreich	11.980	1.418.498	118	26	0,4	2	0,02
Niederösterreich	19.186	1.618.592	84	797	15,7	42	0,49
Wien	415	1.741.246	4.199	7	0,2	17	0,00
Österreich Gesamt	83.879	8.451.860	101	1.684	5,8	20	0,20

Tab. 10: Spezifische Installationszahlen in Österreich Ende 2013

Spezifische Zahlen zur Windenergie in Deutschland (Stand: 31.12.2013)							
	Fläche	Einwohner 2011	Bevölkerungs- dichte	Installiert Ende 2013	Anteil Stromverbrauch	WKA- Dichte	WKA- Dichte
	km ²	Mio	EW/km ²	MW	%	kW/km ²	kW/EW
Baden-Württemberg	35.751	10,745	301	527	1,0	15	0,05
Bayern	70.550	12,510	177	1.125	2,2	16	0,09
Berlin	892	3,443	3.860	2	0,0	2	0,00
Brandenburg	29.482	2,512	85	5.088	50,9	173	2,03
Bremen	404	0,662	1.639	158	5,1	391	0,24
Hamburg	755	1,774	2.350	55	9,7	73	0,03
Hessen	21.115	6,062	287	972	4,0	46	0,16
Mecklenburg-Vorpommern	23.189	1,651	71	2.336	65,5	101	1,41
Niedersachsen	47.635	7,929	166	7.664	26,2	161	0,97
Nordrhein-Westfalen	34.088	17,873	524	3.434	4,3	101	0,19
Rheinland-Pfalz	19.854	4,013	202	2.278	12,5	115	0,57
Saarland	2.569	1,023	398	159	2,9	62	0,16
Sachsen	18.420	4,169	226	1.039	8,3	56	0,25
Sachsen-Anhalt	20.449	2,356	115	4.040	51,2	198	1,71
Schleswig-Holstein	15.799	2,832	179	3.877	53,0	245	1,37
Thüringen	16.172	2,250	139	1.003	14,6	62	0,45
Nordsee				855			
Ostsee				48			
Bundesrepublik Deutschland	357.124	81,802	229	34.660	11,7	97	0,42

Tab. 11: Spezifische Installationszahlen in Deutschland Ende 2013

Die Analyse der oben dargestellten spezifischen Zahlen in den Bundesländern Österreichs zeigt, dass im Burgenland mit 194 kW/km² und 2,7 kW pro Einwohner bereits spezifische Werte wie in den dicht bebauten deutschen Bundesländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt oder Brandenburg erreicht werden.

Auffällig an der Verteilung der spezifischen Installationszahlen in Deutschland ist, dass im Vergleich zu Österreich keine so starke Konzentration der Windkraftnutzung auf wenige Flächen besteht. Vielmehr liegen die Bebauungsdichten in Deutschland auch in windschwächeren Bundesländern über 50kW/km², was etwa dem aktuellen Wert von Niederösterreich entspricht. Dass in Deutschland eine deutlich geringere Konzentration von Windkraftanlagen auf guten Standorten besteht, wird auch durch die Tatsache bestätigt, dass die durchschnittliche Vollaststundenzahl aller in Betrieb befindlichen Windkraftanlagen unter 2.000 liegt, während in Österreich von einer aktuellen Vollaststundenzahl von 2.150 ausgegangen wird. Diese stärkere Dispersion der Windkraftanlagen wird durch das in Deutschland angewendete „Referenzertragsmodell“ ermöglicht, bei dem die Förderhöhe in Abhängigkeit von den spezifischen Windverhältnissen eines Standortes bestimmt wird und nicht wie in Österreich über einen einheitlichen Einspeisetarif für alle Regionen.

Die Analyse der Werte und Erfahrungen mit spezifischen Bebauungsdichten in Deutschland und Österreich wurde bei der Abschätzung der real umsetzbaren Energiepotentiale berücksichtigt (Kapitel 6).

5.4. Zielformulierung der Bundesregierung

Der Beginn der kommerziellen Nutzung von Windenergie in Österreich wurde durch die EU-Direktive 2001/77/EC ausgelöst. In dieser Direktive des Europäischen Parlaments wurde für Österreich eine Erhöhung der Ökostromerzeugung von 70 auf 78% (basierend auf den Erzeugungswerten von 1992) gefor-

dert. Zur Umsetzung dieser Forderung wurde vom Österreichischen Parlament das Ökostromgesetz 2002 beschlossen. Dieses Gesetz wurde den folgenden Jahren mehrmals novelliert. Die wesentlichen Meilensteine des Ökostromgesetzes können wie folgt zusammengefasst werden:

Ökostromgesetz 2002

Im Ökostromgesetz 2002 wurde als Ziel für 2010 die Erzeugung von zusätzlich 8 % Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen formuliert. Jeweils 4% sollten aus Wasserkraft und „sonstigen Erneuerbaren Energieträgern“ erzeugt werden. Für die Umsetzung des Zieles wurde eine unbegrenzte Abnahmepflicht für Strom aus erneuerbaren Energiequellen über eine Laufzeit von 13 Jahren definiert. Die Höhe der Tarife wurde durch den Wirtschaftsminister in der Ökostromverordnung festgelegt. Das Ökostromgesetz leitete eine entscheidende Ausbauphase der Windkraft in Österreich ein. Ende 2002 waren in Österreich 140 MW Windleistung am Netz. Von 2003 bis 2006 wurden jährlich im Schnitt 200 MW errichtet. Dank der raschen Umsetzung von Wind- und Biomassekraftwerken konnte das 8% Ziel um zwei Jahre früher erfüllt werden als geplant.

Ökostromnovelle 2006

Diese Novellierung des Ökostromgesetzes brachte den Ausbau der Windkraft in Österreich beinahe zum Stillstand. Die Abnahmepflicht für neu errichtete Windkraftanlagen wurde auf ein virtuell bereit gestelltes Kontingent, und die Laufzeit der geförderten Einspeisevergütung auf 10 Jahre reduziert. In Kombination mit den in den Jahren 2006 bis 2009 verordneten äußerst niedrigen Einspeisetarifen führte diese restriktive Novellierung zum beinahe vollständigen Stillstand des Windkraftausbaus.

Ökostromnovelle 2009

Die im Oktober 2009 in Kraft gesetzte Ökostromnovelle brachte mit der Verlängerung der Tariflaufzeit auf 13 Jahre und dem im Februar 2010 verordneten Einspeisetarif in der Höhe von 9,7 ct/kWh den Windkraftausbau in Österreich wieder in Gang. Auch in Bezug auf ihre Zielsetzung brachte diese Novelle ein deutliches Bekenntnis zur Windkraftnutzung in Österreich. Bis zum Jahr 2015 soll der Anteil erneuerbarer Energieträger (ausgenommen Großwasserkraft) auf 15% angehoben werden. Die Kontingentierung der Fördermittel wurde zwar beibehalten, jedoch wurde die Errichtung von zusätzlich 700 MW Windkraftleistung bis zu Jahr 2015 als deutliches Mengenziel definiert, für das auch die entsprechenden Fördermittel zur Verfügung stehen müssen. Die aktuelle Entwicklung der Installationszahlen für Windkraft und sonstiger erneuerbarer Energieträger lässt erwarten, dass dieses 15% Ziel wahrscheinlich übererfüllt wird.

Ökostromgesetz 2012

Mit dem Ökostromgesetz 2012 wurde das mehrmals novellierte Ökostromgesetz 2002 endgültig abgelöst, wobei die Rahmenbedingungen der vorhergehenden Novellierung 2009 in Bezug auf Tariflaufzeit und der per Verordnung fest gelegten Tarifhöhe im Wesentlichen beibehalten wurden. Die Ausbauziele, der Aufbringungsmechanismus für die Fördermittel und die Höhe der zur Verfügung gestellten Mittel wurden neu definiert. So wurde z.B. das jährliche Unterstützungsvolumen von 21 auf 50 Mio. € erhöht und als mengenmäßiges Ausbauziel für die Windkraft die Errichtung von zusätzlich 2.000 MW bis zum Jahr 2020 vorgesehen. Unter der Voraussetzung, dass die von der Höhe des Marktpreises abhängige Ausschöpfung der Fördervolumina eine ausreichende Basis bietet, könnte die Windkraftleistung auf der Grundlage dieses Gesetzes bis zum Jahr 2020 auf 3.000 MW erhöht werden.

5.5. Zielformulierungen und Ausbauszenarien in den Bundesländern

Das **Burgenland** hat in der „Energiestrategie Burgenland 2020“ [12] die Ausbauziele für 2020 und 2050 und eine entsprechende „Roadmap“ zur Erreichung dieser Ziele formuliert. In diesem Dokument wird festgestellt, dass bereits ab Ende 2013 der gesamte Stromverbrauch des Burgenlandes aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt werden kann. Im Jahr 2020 sollen mindestens 50% des Gesamtenergiebedarfs aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt werden und im Jahr 2050 will man eine vollständige Energieautarkie erreichen. In der Roadmap wird für das Jahr 2020 eine Erzeugung von 2 TWh aus Wind- und Photovoltaikanlagen angestrebt, wobei hier die Windkraft mit insgesamt 1.000 MW Leistung den Hauptanteil bereitstellen soll. Bei den für 2050 vorgesehenen 4,5 TWh soll hingegen die Photovoltaik einen dominanten Anteil beitragen, weil bis dahin ein weiterer Technologiesprung bei den Solarzellen erwartet wird. In Bezug auf Windkraft soll nach 2020 das zusätzliche Wachstum vor allem aus dem Bereich des Repowering generiert werden. Aktuell kann davon ausgegangen werden, dass sich der Bestand von 770 MW noch im Jahr 2014 um 197 MW erhöhen und bereits im Jahr 2015 die für 2020 geforderten 1.000 MW erreichen wird. Aussagen der Politik in Bezug auf die Neuzonierung von Windkraftnutzungsflächen lassen darauf schließen, dass im Burgenland bis zum Jahr 2020 zumindest weitere 300 MW Windkraft errichtet werden können, wobei deren Umsetzung maßgeblich von der Frage bestimmt wird, wann und in welcher Form das Repowering von bestehenden Windkraftanlagen einsetzt.

Niederösterreich hat im „NÖ Energiefahrplan 2030“ bis zum Jahr 2015 ein Ausbauszenario von 1.200 MW, bis 2020 1.900 MW und bis 2050 3.200 MW festgelegt [17]. Der Anteil von erneuerbaren Energieträgern am Gesamtenergiebedarf soll bis 2020 von derzeit 30% (2009) auf 50% und bis 2050 auf 100% gesteigert werden. Mit der 20. Novelle des NÖ Raumordnungsgesetzes 1976, LGBL. 8000/26 wurde für die Umsetzung der im Energiefahrplan 2030 festgelegten Ziele die Erlassung eines Sektoralen Raumordnungsprogrammes vorgesehen, in welchem Zonen festzulegen sind, auf denen Windkraftanlagen errichtet werden dürfen. Das Raumordnungsprogramm wurde am 20.05.2014 verordnet und beinhaltet 68 Eignungsflächen [16]. Aktuell wird seitens des Landes davon ausgegangen, dass die vorgesehenen Flächen für die Erreichung der Ziele 2020 und 2030 ausreichen. Allerdings hängt die tatsächliche Bebaubarkeit dieser Flächen von der Zustimmung der betroffenen Gemeinden ab. Aktuelle Zahlen über bereits behördlich bewilligte und geplante Projekte lassen darauf schließen, dass das Szenario für 2015 in der Höhe von 1.200 MW überschritten und das bis zum Jahr 2020 festgelegte Ziel von 1.900 MW mit großer Wahrscheinlichkeit erreicht wird. Allerdings scheint es fraglich, ob die für das Jahr 2030 vorgesehene Ziel von 3.200 MW auf der Grundlage des verordneten Zonierungsplanes erreicht werden kann.

Die **Steiermark** hat sich in der „Energiestrategie Steiermark 2025“ ein eher moderates Ziel zur Verdoppelung der im Jahr 2009 installierten Windkraftleistung von 51 MW auf 100 MW gesetzt. Die Umsetzung der Energiestrategien für die einzelnen Energieträger erfolgt über Raumplanungsprogramme. Am 7.7.2011 hat die Steiermärkische Landesregierung die Erstellung eines landesweiten Sachprogrammes für Windenergie beschlossen, dabei aber kein quantifiziertes Ausbauziel vorgegeben. Im Zuge der Programmausarbeitung wurde in Absprache mit dem Landesenergiebeauftragten ein Ziel von 300 MW installierter Windkraftleistung (inklusive Bestand und bewilligte Anlagen) angenommen. Das Ergebnis des Sachprogramms wurde von der Landesregierung am 20. Juni 2013 verordnet [19] und besteht im Wesentlichen aus sechs Vorrang- und neun Eignungszonen. Die definierten Flächen eignen sich zur Errichtung von etwa 150 Windkraftanlagen, wobei etwa 15% der Standorte aufgrund des zu geringen Windpotenzials nicht genutzt werden können. Aktuell befanden sich Ende 2013 in der Steiermark 48 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 82,6 MW in Betrieb, weitere 36 MW Windkraftleistung werden bis Ende 2014 errichtet. Somit müssten für die Erreichung des 300 MW Zieles weitere 180 MW geplant und umge-

setzt werden, was auf den zur Verfügung stehenden Flächen aus der SAPro Ausweisung wahrscheinlich nicht möglich ist. Allerdings hat die Landesregierung in §6 der Verordnung eine Evaluierung des Sachprogrammes nach Ablauf von fünf Jahren vorgesehen, sodass im Fall des Nichterreichens der vorgesehenen 300 MW Windkraftleistung eine Anpassung der Verordnung vorgenommen werden kann.

Kärnten hat sich in den Landesenergieleitlinien 2007-2015 [14] grundsätzlich gegen die Nutzung von Windenergie ausgesprochen und dies damit begründet, dass aufgrund des Fremdenverkehrs, der topografischen Gegebenheiten und des Landschaftsbildes keine Eignungsflächen ausgewiesen werden können und somit die Errichtung von Windkraftanlagen der Einzelfallprüfung unterliegt. Mit der Standorträume-Verordnung [13] hat das Land Kärnten eine Bewertungsgrundlage für die Bewilligung von Windkraftprojekten geschaffen und damit ein weiteres Bekenntnis gegen die Nutzung von Windenergie gesetzt. Der hier geforderte Abstand zu bewohnten Gebäuden, die Einschränkungen in Bezug auf die Sichtbarkeit von Windparkprojekten und das Bauverbot in Tourismusgemeinden mit mehr als 100.0000 Nächtigungen machen eine breitere Anwendung von Windenergie unmöglich. Allerdings scheint im Zuge der Erstellung des neuen Energiemasterplanes Kärnten ein Umdenken in der Frage der Windkraftnutzung in Gang zu kommen. In einem Ergebnisprotokoll der Arbeitsgruppe Energie vom 13. Oktober 2013 wurde bereits die Änderung der Windkraftstandorträume-Verordnung diskutiert und es wird erwartet, dass eine entsprechende Formulierung von Maßnahmen und Zielen noch vor dem Sommer 2014 veröffentlicht wird.

Oberösterreich hat sich in der OÖ Energiestrategie das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 einen Anteil von 100% Strom aus erneuerbaren Energieträgern zu erreichen. Im Dokument „Energiezukunft 2030“ [20] werden jedoch für Windenergie keine Detailziele genannt. Es wird auf die in Bearbeitung befindlichen Ergebnisse einer fach- und abteilungsübergreifenden Landesarbeitsgruppe verwiesen. Mit Beschluss der OÖ Landesregierung vom 27. Juni 2011 wurde die „Arbeitsgruppe Windenergie“ beauftragt, einen „Windenergiemasterplan OÖ“ zu erarbeiten. Das Ergebnis dieser Arbeitsgruppe wurde am 6. Februar 2012 der Öffentlichkeit vorgestellt. Der Masterplan enthält eine oberösterreichweite Darstellung von Standorträumen für Windkraftnutzung in Form einer Vorrangzonenausweisung und eine Negativdarstellung von Räumen, welche für Nutzung von Windkraft nicht geeignet sind. Insgesamt wurden in diesem Masterplan 27 Eignungsflächen ausgewiesen, die sich für die Errichtung von etwa 150 Windkraftanlagen eignen. Aktuell zeichnet sich ab, dass ein Großteil der ausgewiesenen Flächen nicht bebaut werden kann, weil die Akzeptanz der Bevölkerung nicht gegeben ist oder andere technische und naturschutzfachliche Argumente gegen ihre Nutzung sprechen. Ende 2013 befanden sich in Oberösterreich 23 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 26 MW in Betrieb, weitere sieben Anlagen mit 21 MW werden bis Ende 2014 umgesetzt. Eine Analyse der Umsetzungschancen für die 27 vorgesehenen Eignungsflächen mit 150 potentiellen Windkraftstandorten hat ergeben, dass wahrscheinlich nur ein Drittel dieser Flächen bebaut werden kann, was einer zusätzlichen Leistung von etwa 100 bis 150 MW entspricht. Allerdings wird auch das hier genannte Potential nur dann umgesetzt werden, wenn in den kommenden Jahren eine windkraftfreundlichere Haltung seitens der Behörden und der Politik in Oberösterreich einsetzt.

Salzburg hatte sich im Energieleitbild 1997 ambitionierte Ziele im Hinblick auf Energieeinsparung und Effizienzsteigerung gesetzt. Im Bereich der Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen konnte in den letzten Jahren zwar eine beachtliche Steigerung von 33,4% (2005) auf 40,4% (2009) erreicht werden, allerdings wurden die ambitionierten Zielpfade in Bezug auf Energieeinsparung weit verfehlt. Als Reaktion auf die Verfehlung der Ziele des Energieleitbildes 1997 und auf die Atomkatastrophe von Fukushima wurden im März 2011 ressortübergreifende Initiativen zu einer neuen Strategiefindung gesetzt. Der am 21. Mai 2012 im Salzburger Landtag beschlossene Zielpfad „Salzburg 2050, klimaneutral.energieautonom.nachhaltig“ sieht eine stufenweise Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergiebedarf in 10-Jahresschritten auf 100% bis zum Jahr 2050 vor [21]. Im Bereich der Stromerzeugung soll bereits im Jahr 2030 ein bilanzieller Anteil von 100% erreicht werden. Für die Umsetzung der in der Leitstrategie genannten Ziele ist die Ausarbeitung eines „Masterplanes für erneuerbare

Energie 2020“ vorgesehen. Aktuell wurden für die Windkraftnutzung noch keine Ausbauziele genannt. Empfehlungen in diversen Studien bewegen sich zwischen 10 und 100 Anlagen der Megawattklasse.

Tirol sieht in der Energiestrategie 2020 eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger an der Gesamtenergieaufbringung von 40% (2006) auf 50% im Jahr 2020 vor [26]. Im Bereich Stromerzeugung soll vor allem die Wasserkraft ausgebaut werden. Die Nutzung von Windkraft findet hingegen in der Tiroler Energiestrategie keine Erwähnung. Zum Diskussionsthema für die Tiroler Landespolitik wurde die Windenergie erst durch das in Grenznähe geplante Windkraftprojekt Brenner in Südtirol und erste Projektideen auf dem eigenen Landesgebiet. Zur Klärung von möglichen Potenzialen und offenen Fragen in Bezug auf die Bewilligung für Windkraftanlagen hat der Tiroler Landtag am 9.5.2012 eine Studie über die Grundlagen zur Nutzung von Windenergie in Tirol beschlossen. Das von einer Steuerungsgruppe der Landesregierung ausgearbeitete Konzept enthält einen Vorschlag für einen Kriterienkatalog zur Planung und Errichtung von Windkraftanlagen und eine Abschätzung des möglichen Potenzials aus Windkraft in Tirol. Die Steuerungsgruppe hält die Errichtung von etwa 50 bis 75 Windkraftanlagen einer Gesamtleistung von 100 bis 150 MW für technisch machbar und sieht in deren Errichtung ein Potenzial von 200 bis 300 GWh, was etwa 3,5 bis 5,5% des Tiroler Elektrizitätsbedarfs entspricht. Der Konzeptentwurf Windenergie der Steuerungsgruppe liegt zwar schon seit 1 ½ Jahren vor, wurde aber bisher nicht in verbindliche Zielformulierungen oder Gesetzesvorlagen eingebunden.

Vorarlberg hat 2007 mit Beschluss der Landesregierung die Energieautonomie als langfristiges strategisches Ziel bis 2050 festgelegt. Der im Jahr 2011 veröffentlichte Maßnahmenplan 2020 für „101 enkeltaugliche Maßnahmen“ sieht bis zum Jahr 2020 für die Windkraftnutzung die Errichtung von drei bis fünf größeren Anlagen mit einem Jahresarbeitsvermögen von 10 GWh vor [28].

6. Abschätzung der realisierbaren Potentiale für 2020 und 2030

6.1. Realisierbares Windpotential 2020

Die Bewertung des bis zum Jahr 2020 realisierbaren Windenergiepotentials erfolgte im Wesentlichen durch Fortschreibung der aktuellen Ausbaudynamik und unter Berücksichtigung der auf Bundes- und Bundesländerebene formulierten Ausbauziele (Kapitel 5).

Ende 2013 waren in Österreich 872 Windkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 1.684 MW in Betrieb, deren potentielle Energieerzeugung 5,8% des österreichischen Elektrizitätsbedarfs abdecken kann. Bis zum Jahresende 2014 werden weitere 187 Anlagen mit einer Leistung von 483 MW errichtet. Damit wird sich die gesamte installierte Leistung auf etwa 2.000 MW erhöhen.

Die Einschätzung der nach dem Jahr 2014 realisierbaren Windkraftleistung erfolgte in jenen Bundesländern, die einen Zonierungsprozess für bebaubare Flächen abgeschlossen haben (Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark) durch Bewertung der auf diesen Flächen möglichen Anlagenleistung und der auf Landesebene formulierten Ausbauziele bis 2020. In den westlichen Bundesländern Salzburg, Tirol, Vorarlberg und Kärnten wurde die Einschätzung auf Basis der ermittelten theoretisch möglichen Potentiale, jedoch unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Haltung der Landespolitik zur Frage der Windkraftnutzung vorgenommen.

Die Bewertungen ergaben ein **bis zum Jahr 2020 realisierbares Windenergiepotential von 3.800 MW**. Die wesentlichen Anteile dieses Potentials werden in den Bundesländern Niederösterreich (1.900 MW) und Burgenland (1.300 MW) umgesetzt. Die für 2020 ermittelten theoretisch möglichen Potentiale (Kapitel 4) werden dabei in Niederösterreich zu 20% und im Burgenland zu 38% ausgeschöpft. Relativ hohe Ausschöpfungsgrade werden auch in den Bundesländern Oberösterreich, Salzburg und Wien erreicht, wobei jedoch in diesen Bundesländern das theoretisch mögliche Potential durch die fehlende Flächenverfügbarkeit bzw. aufgrund der für das Szenario 2020 angesetzten technischen und wirtschaftlichen Parameter sehr beschränkt ist. Insgesamt werden bei Errichtung von 3.800 MW Windkraftleistung bis zum Jahr 2020 etwa 21% des auf der gesamten Bundesfläche zur Verfügung stehenden theoretisch maximal mobilisierbaren Potentials genutzt.

Windpotential in Österreich - Szenario 2020						
Bundesland	t.m.m. Potential Szenario 2020 [MW]	Status 2013 [MW]	Zuwachs 2014 [MW]	Zuwachs 2015-2020 [MW]	Szenario 2020 gesamt [MW]	Umsetzungsgrad 2020 [%]
Vorarlberg	93	0	0	10	10	10,8
Tirol	253	0	0	20	20	7,9
Salzburg	108	0	0	40	40	37,0
Kärnten	927	0,5	0	120	120	12,9
Steiermark	3.487	83,0	36	172	291	8,3
Burgenland	3.507	770,0	197	333	1.300	37,1
Oberösterreich	611	26,4	21	73	120	19,7
Niederösterreich	9.418	797,0	229	874	1.900	20,2
Wien	20	7,4	0	0	7	37,9
Österreich Gesamt	18.423	1.684	483	1.642	3.808	20,7

Tab. 12: Windkraftszenario 2020

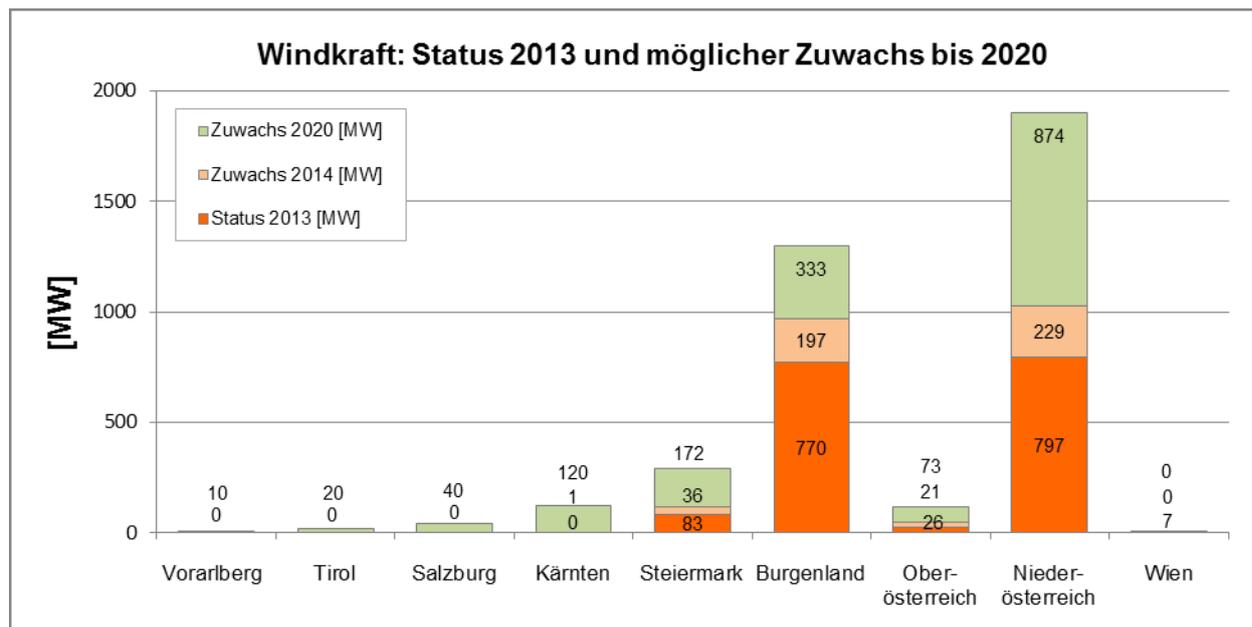


Abb. 8: Windkraftszenario 2020

6.2. Windpotential 2030

Die Einschätzung des bis 2030 real umsetzbaren Windenergiepotentials in Österreich erfolgte im Wesentlichen auf der Grundlage der ermittelten theoretisch möglichen Potentiale und unter Rücksichtnahme auf die aktuellen Anlagendichten und Umsetzungsgrade in den einzelnen Regionen Österreichs. In Bezug auf die für das Szenario 2030 ermittelten theoretischen Potentiale ist zu erwähnen, dass sich hier besonders in den westlichen Bundesländern eine deutliche Steigerung gegenüber den Potentiale für 2020 zeigt. Diese Zunahme ist im Wesentlichen in der gewählten effizienteren Anlagentechnik und angenommenen stabilen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen begründet (Kapitel 3).

Die Bewertungen ergaben ein **bis zum Jahr 2030 realisierbares Windenergiepotential von 6.650 MW**. Die wesentlichen Anteile dieses Potentials werden auch 2030 wieder in den Bundesländern Niederösterreich (3.200 MW) und Burgenland (1.900 MW) umgesetzt. Die für 2030 ermittelten theoretisch möglichen Potentiale (Kapitel 4) werden dabei in Niederösterreich zu 30% und im Burgenland zu 50% ausgeschöpft. Hervorzuheben sind auch die ambitioniert gewählten Zuwachsraten für die Steiermark und Kärnten mit jeweils 300 MW. Insgesamt werden bei Errichtung von 6.650 MW Windkraftleistung bis zum Jahr 2030 etwa 28% des auf der gesamten Bundesfläche zur Verfügung stehenden theoretisch maximal mobilisierbaren Potentials genutzt.

Windpotential in Österreich - Szenario 2030							
Bundesland	t.m.m. Potential Szenario 2030 [MW]	Status 2013 [MW]	Zuwachs 2014 [MW]	Zuwachs 2015-2020 [MW]	Zuwachs 2021-2030 [MW]	Umsetzungs-szenario 2030 [MW]	Umsetzungsgrad 2030 [%]
Vorarlberg	239	0	0	10	40	50	20,9
Tirol	561	0	0	20	60	80	14,3
Salzburg	457	0	0	40	60	100	21,9
Kärnten	1.674	0,5	0	120	300	421	25,1
Steiermark	5.086	83,0	36	172	300	591	11,6
Burgenland	3.903	770,0	197	333	600	1.900	48,7
Oberösterreich	1.110	26,4	21	73	180	300	27,0
Niederösterreich	10.732	797,0	229	874	1.300	3.200	29,8
Wien	14	7,4	0	0	0	7	53,8
Österreich	23.775	1.684	483	1.642	2.840	6.649	28,0

Tab. 13: Windkraftszenario 2030

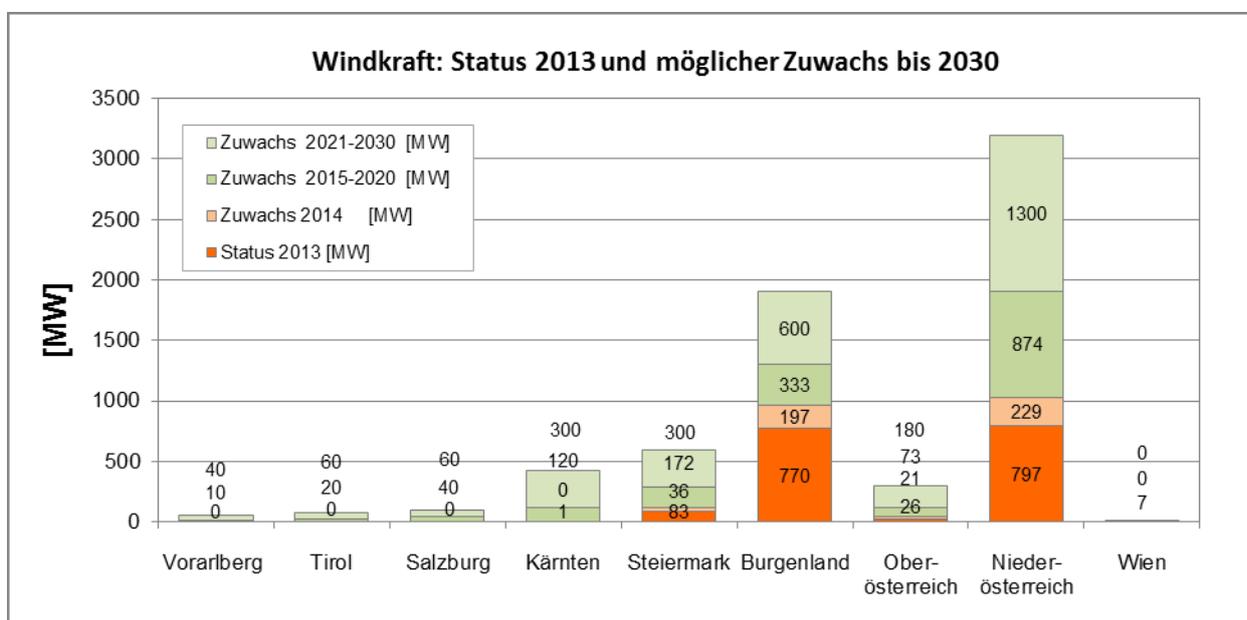


Abb. 9: Windkraftszenario 2030

6.3. Auswirkungen auf die Energieaufbringung in Österreich

Auf der Grundlage der mit Jahresende 2013 installierten Windkraftleistung von 1.684 MW steht unter Annahme einer durchschnittlichen Vollaststundenzahl von 2.150 eine potentielle Jahresarbeit von **3,62 TWh elektrischer Energie** zur Verfügung. Bezogen auf den von der Statistik Austria für das Jahr 2012 verzeichneten energetischen Endverbrauch an Elektrizität von 62,3 TWh kann mit den aktuell installierten Windkraftanlagen ein Anteil von **5,8% des österreichischen Elektrizitätsbedarfs** gedeckt werden.

Windenergie in Österreich - Potentielle Energieerträge 2013				
Bundesland	Stromverbrauch 2012*	Installierte Leistung Ende 2013	Potentielle Erzeugung 2013**	Anteil am Stromverbrauch
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[%]
Vorarlberg	2.530	0	0	0,0
Tirol	5.445	0	0	0,0
Salzburg	3.896	0	0	0,0
Kärnten	4.747	1	1	0,0
Steiermark	10.151	83	178	1,8
Burgenland	1.558	770	1.656	106,3
Oberösterreich	14.640	26	56	0,4
Niederösterreich	10.908	797	1.714	15,7
Wien	8.387	7	15	0,2
Österreich Gesamt	62.262	1.684	3.620	5,8
(*) Stromverbrauch 2012 von Statistik Austria (Energetischer Endverbrauch)				
(**) Potentielle Erzeugung 2013 berechnet auf Basis von 2.150 Vollarlaststunden				

Tab. 14: Energieerträge und Windstromanteil im Jahr 2013

Unter Annahme einer jährlichen Steigerung des Stromverbrauchs von 1% kann im Jahr 2020 ein Stromverbrauch von 66,75 TWh erwartet werden. Gegenüber diesem Verbrauch kann mit der im **Szenario 2020** prognostizierten **Windkraftleistung von 3.808 MW** eine potentielle **Jahresarbeit von 8,99 TWh** und somit ein **Anteil von 13,5%** bereitgestellt werden. Für die Berechnung der potentiellen Erzeugung wurden jene durchschnittlichen Vollarlaststundenzahlen zugrunde gelegt, die bei der Berechnung der theoretisch technisch möglichen Potentiale auf der Grundlage der zukünftigen Anlagentechnik ermittelt wurden.

Windpotential in Österreich - Potentielle Energieerträge 2020				
Bundesland	Stromverbrauch 2020*	Leistung Szenario 2020	Potentielle Erzeugung 2020	Anteil am Stromverbrauch 2020
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[%]
Vorarlberg	2.713	10	20	0,7
Tirol	5.838	20	44	0,8
Salzburg	4.177	40	88	2,1
Kärnten	5.089	120	264	5,2
Steiermark	10.884	291	640	5,9
Burgenland	1.670	1.300	3.120	186,8
Oberösterreich	15.696	120	240	1,5
Niederösterreich	11.695	1.900	4.560	39,0
Wien	8.992	7	14	0,2
Österreich Gesamt	66.753	3.808	8.990	13,5
(*) Stromverbrauch 2020 berechnet auf Basis 2012 und 1% jährlicher Steigerung				
(**) Potentielle Erzeugung 2020 berechnet auf Basis von Vollarlaststunden mit neuer Anlagentechnik				

Tab. 15: Energieerträge und möglicher Windstromanteil im Jahr 2020

Im Jahr 2030 kann unter Annahme einer jährlichen Steigerung des Stromverbrauchs von 1% ein Stromverbrauch von 73,7 TWh erwartet werden. Gegenüber diesem Verbrauch kann mit der im **Szenario 2030** prognostizierten **Windkraftleistung von 6.649 MW** eine potentielle **Jahresarbeit von 17,7 TWh** und somit ein **Anteil von 24%** bereitgestellt werden. Für die Berechnung der potentiellen Erzeugung wurden auch hier wieder die durchschnittlichen Volllaststundenzahlen aus der Berechnung der theoretisch technisch möglichen Potentiale zugrunde gelegt.

Windpotential in Österreich - Potentielle Energieerträge 2030				
Bundesland	Stromverbrauch 2030*	Leistung Szenario 2030	Potentielle Erzeugung 2030	Anteil am Stromverbrauch 2030
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[%]
Vorarlberg	2.997	50	100	3,3
Tirol	6.448	80	176	2,7
Salzburg	4.614	100	220	4,8
Kärnten	5.622	421	925	16,5
Steiermark	12.022	591	1.300	10,8
Burgenland	1.845	1.900	5.320	288,4
Oberösterreich	17.338	300	660	3,8
Niederösterreich	12.918	3.200	8.960	69,4
Wien	9.933	7	15	0,1
Österreich Gesamt	73.737	6.649	17.676	24,0
(*) Stromverbrauch 2030 berechnet auf Basis 2013 und 1% jährlicher Steigerung				
(**) Potentielle Erzeugung 2030 berechnet auf Basis von Volllaststunden mit neuer Anlagentechnik				

Tab. 16: Energieerträge und möglicher Windstromanteil im Jahr 2030

6.4. Entwicklung der Anlagenzahlen

Ende 2013 waren in Österreich **872 Windkraftanlagen** mit einer installierten Leistung von 1.684 MW und einem potentiellen Arbeitsvermögen von 3,6 TWh in Betrieb. Im Szenario 2020 wurde eine Erhöhung der Jahresarbeit auf 9 TWh und im Szenario 2030 auf 17,7 TWh berechnet. Die Anzahl der für die Umsetzung der Szenarien erforderlichen Windkraftanlagen beträgt 1.650 bzw. 2.320 Anlagen (siehe Tabelle 17). In der Tabelle ist ersichtlich, dass die Jahresarbeit zwischen 2013 und 2030 um das Fünffache steigt, während sich die Anzahl der Windkraftanlagen lediglich um das 2,7-fache erhöht. Diese Entwicklung ist durch das 2030 bereits vollzogene Repowering von bestehenden Anlagen und dem Trend zu größeren und effizienteren Anlagen mit höheren Türmen erklärbar.

Entwicklung der Windkraft in Österreich				
Bundesland	Installierte Leistung	Potentielles Arbeitsvermögen	Anteil am Stromverbrauch	Anzahl WKA
	[MW]	[GWh/Jahr]	[%]	[-]
Ist-Stand 2013	1.684	3.621	5,8	872
Prognose Ende 2014	2.167	4.659	7,5	1.059
Szenario 2020	3.808	8.990	13,5	1.653
Szenario 2030	6.649	17.676	24,0	2.319

Tab. 17: Entwicklung des potentiellen Arbeitsvermögens und der Anlagenzahlen bis 2030

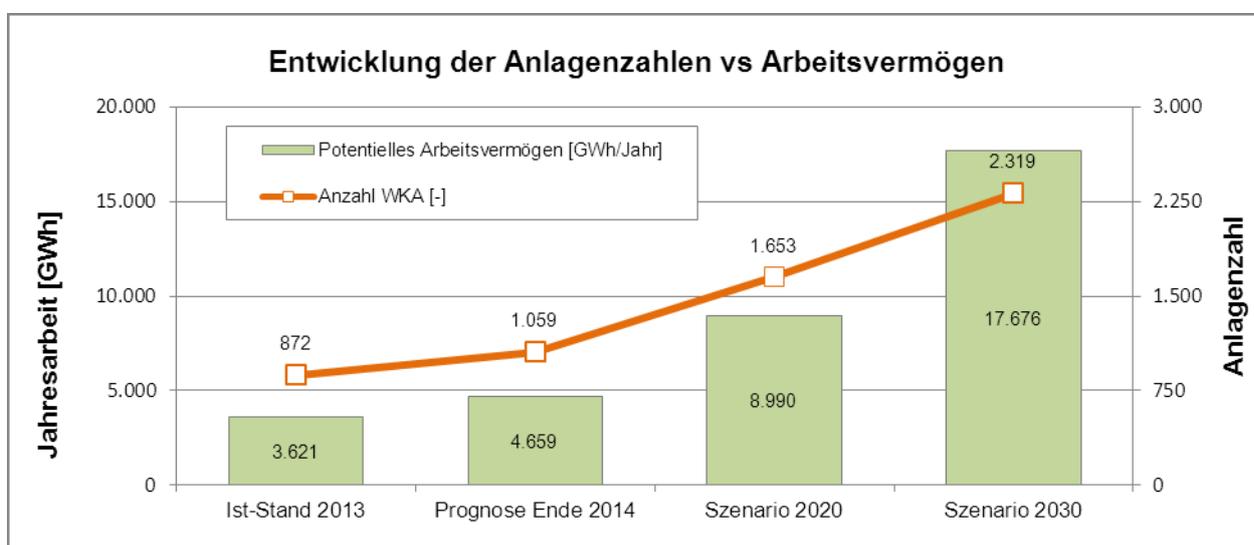


Abb. 10: Entwicklung des potentiellen Arbeitsvermögens und der Anlagenzahlen bis 2030

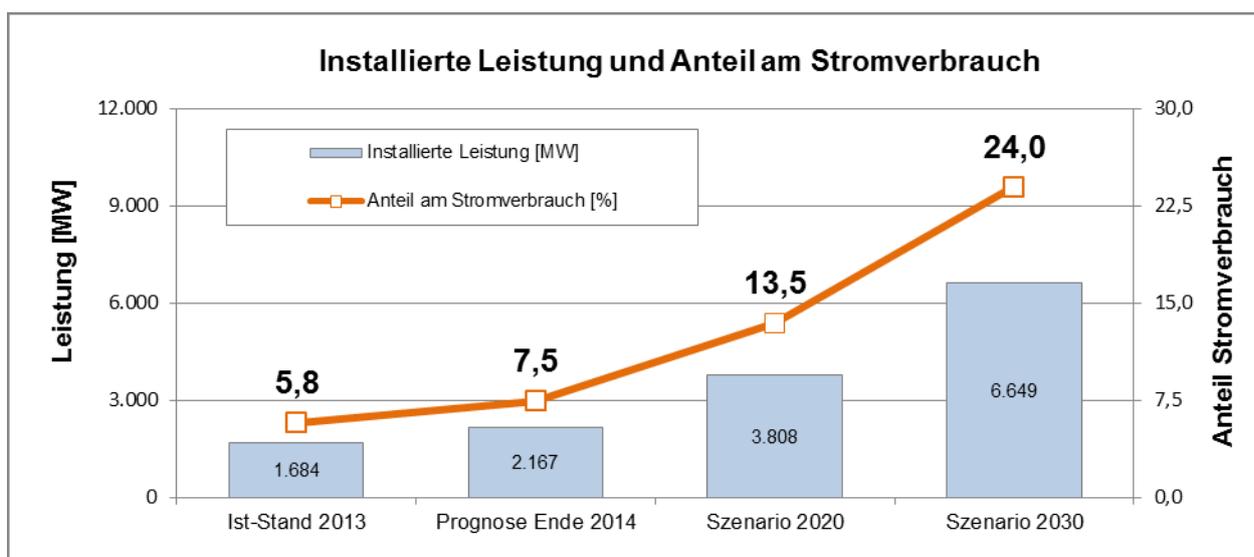


Abb. 11: Entwicklung der installierten Leistung und des Anteils an der Stromverbrauchsdeckung bis 2030

7. Sensitivitätsanalysen

7.1. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Die Betrachtung der Sensitivität der Berechnungsergebnisse gegenüber einer möglichen Verbesserung der angenommenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zeigt am Beispiel des Szenarios 2020, dass sich bei einer Erhöhung des Einspeisetarifes von 9,3 ct/kWh auf 11,5 ct/kWh das nutzbare Potential in Niederösterreich etwa um 40%, in der Steiermark um 100%, in Oberösterreich um 150% erhöhen und in den übrigen Bundesländern teilweise vervielfachen würde.

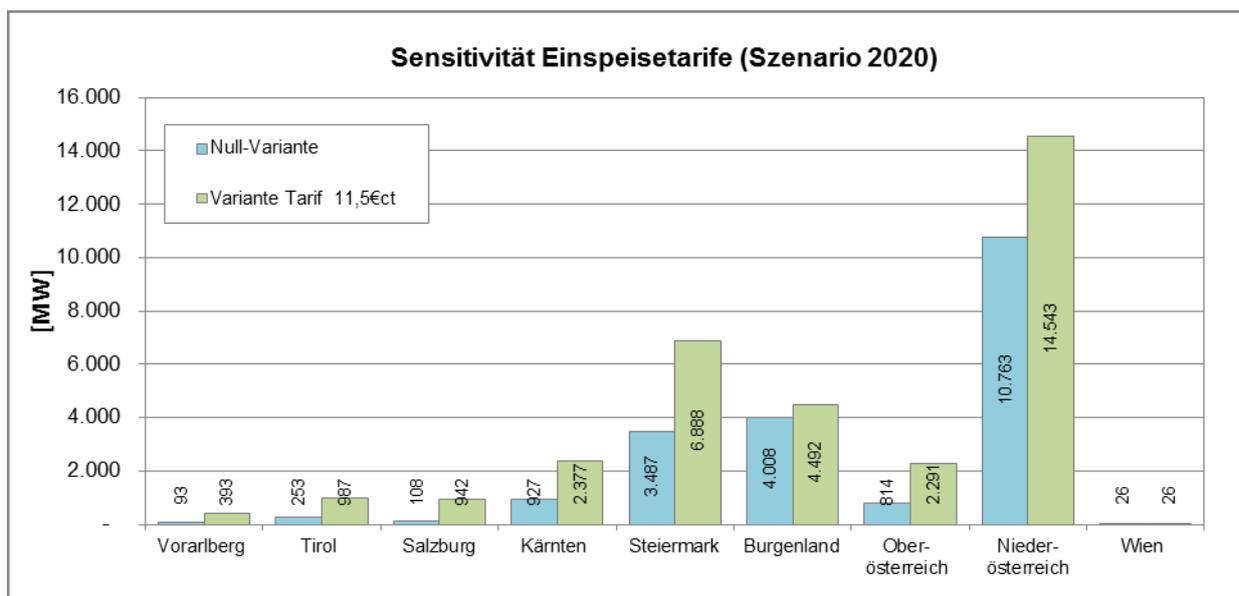


Abb. 12: Sensitivität des Szenarios 2020 auf Variation der Einspeisetarife

7.2. Ausschluss von Waldflächen

In Bezug auf die Waldflächen zeigen die stark bewaldeten Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark die größte Sensitivität. Durch den Wegfall der Waldflächen würde sich z.B. das Potential in Oberösterreich um zwei Drittel, in der Steiermark um die Hälfte und in Niederösterreich um ca. 30% verkleinern. Überraschenderweise reduziert sich das Potential auch im Burgenland um fast 25%, weil hier einzelne große Waldflächen wie z.B. das Leithagebirge bei der Ermittlung der Potentiale nicht von der Bebauung ausgenommen wurden.

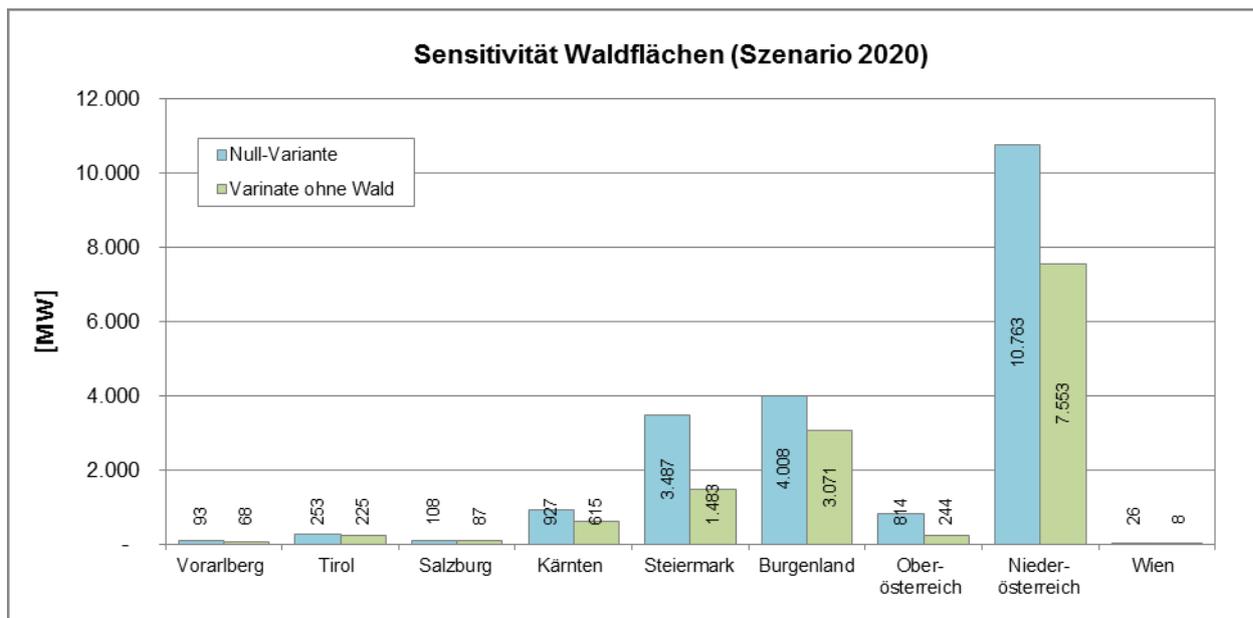


Abb. 13: Sensitivität des Szenarios 2020 auf Wegfall der Waldflächen

7.3. Reduzierung der maximalen Seehöhe

Im Fall der Reduzierung der maximal bebaubaren Seehöhe von 2.100m auf 1.400 m würde in den alpinen Bundesländern Kärnten und Tirol nur mehr ein Bruchteil und in Salzburg und Kärnten etwa ein Fünftel des zur Verfügung stehenden Potentials verbleiben. In der Steiermark reduziert sich das Potential auf weniger als die Hälfte.

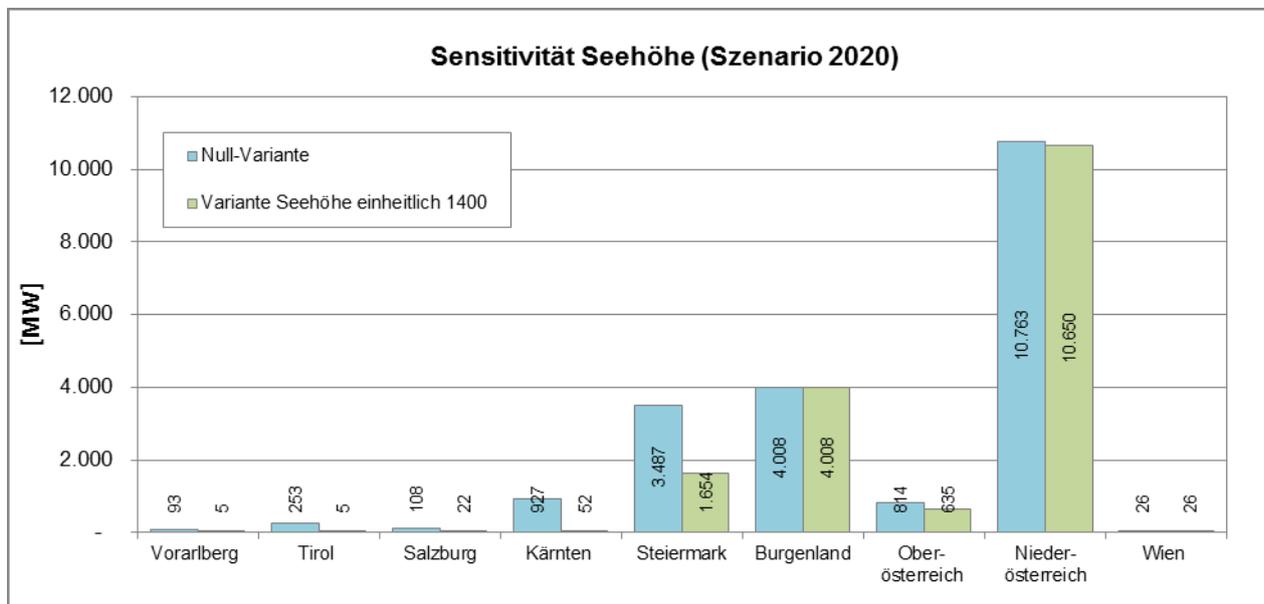


Abb. 14: Sensitivität des Szenarios 2020 auf Reduzierung der maximal bebaubaren Seehöhe

7.4. Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten

Bei Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten würde sich das in der Steiermark und in Tirol zur Verfügung stehende Potential auf die Hälfte reduzieren. Die Bundesländer Niederösterreich, Burgenland und Salzburg müssten Reduzierungen zwischen 10 und 20% in Kauf nehmen.

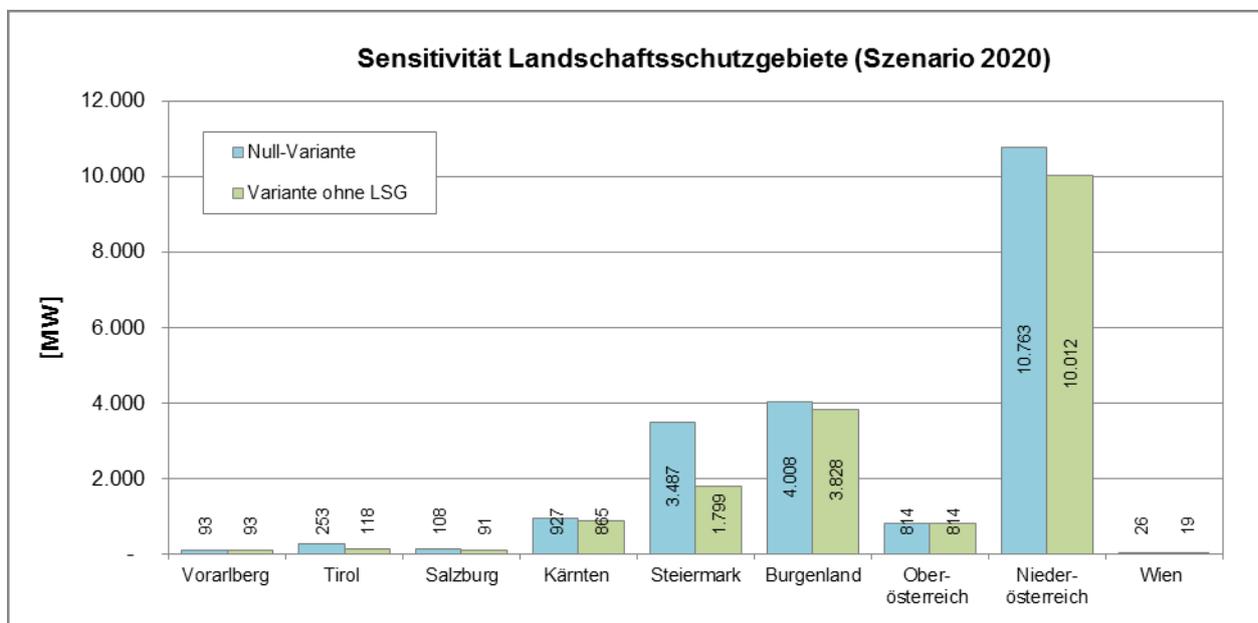


Abb. 15: Sensitivität des Szenarios 2020 auf Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten

8. Literatur

- [1] Krenn Andreas, et al., Energiewerkstatt, Friedburg: AUWIPOT, Windatlas und Windpotentialstudie Österreich, Endbericht, Österreichische Forschungsfördergesellschaft mbH (FFG), November 2011
- [2] Hantsch, Stefan, Moidl, Stefan, IG Windkraft, St. Pölten: Das realisierbare Windkraftpotenzial in Österreich bis 2020, Juli 2007
- [3] Molly, Jens Peter, DEWI GmbH, Wilhelmshaven: Power Installations of Wind Turbines, DEWEK 2012
- [4] Kost, Christoph, Fraunhofer ISE: Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien, November 2013
- [5] Garrad, Andrew, Wind Energy In Europe - Time For Action, EWEA Strategy Paper, 1991
- [6] Ökostromverordnung 2012 (ÖSVO 2012), (Bundesgesetzblatt II Nr. 471/2011), Dezember 2011
- [8] Änderung der Ökostrom-Einspeisetarifverordnung 2012 (ÖSET-VO 2012), (Bundesgesetzblatt II Nr. 503/2013) , Dezember 2013
- [9] Ökostromgesetz 2002, (Bundesgesetzblatt I Nr.149/2002)
- [10] Ökostromgesetz 2012 (Bundesgesetzblatt I Nr.75/2011)
- [11] Ökostrombericht 2013, Energie-Control Austria, Juli 2013
- [12] Binder, Johann et al, TOB –Technologieoffensive Burgenland: Energiestrategie Burgenland 2020, Juni 2013
- [13] Windkraftstandorträume-Verordnung, LGBL. Nr. 100/2012, Verordnung der Kärntner Landesregierung vom 25. September 2012, ZI. 03-Ro-ALL-373/38-2012
- [14] Mühlbacher, Erich, Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung, 15 Umwelt, Klagenfurt: Kärntner Landesenergieleitlinien 2007-2015, Oktober 2006
- [15] NÖ Raumordnungsgesetz 1976, LGBL 8000/26, §19 Abs.3b
- [16] NÖ Landesregierung, St. Pölten: Verordnung über ein Sektorales Raumordnungsprogramm über die Nutzung der Windkraft in Niederösterreich, 20.05.2014 , 8001/1–0 Stammverordnung 49/14 2014-05-20, Blatt 1 + Anlagen
- [17] Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Umwelt und Energiewirtschaft - RU3: NÖ Energiefahrplan 2030, November 2011
- [18] Land Steiermark: Energiestrategie Steiermark 2025, 2009
- [19] Land Steiermark: Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 20.06.2013, mit der ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Windenergie erlassen wird; August 2013,
- [20] Dell, Gerhard, Land OÖ: Energiezukunft 2030 - Die oberösterreichische Energiestrategie, Juni 2009
- [21] Land Salzburg, Schriftenreihe des Landespressebüros Nr. 18: Der Salzburger Weg zur Energiewende, Dezember 2011
- [22] Tretter, Herbert, Krutzler, Thomas, Österreichische Energieagentur, Wien: Analysen zum „Energieleitbild Salzburg 1997“ (1994-2011) und zu möglichen Energie- und Treibhaus-Emissions-Gasentwicklungen bis 2020, April 2013

- [23] Mild, Erich, JBZ - Robert Jungk Bibliothek für Zukunftsfragen, Salzburg: Energiepolitische Ziele Salzburgs: Ambitionierte Pläne und praktisches Scheitern, Arbeitspapier 21
- [24] ClimReg Studie 2012; Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Graz: Bundeslandspezifische Technologieszenarien als Entscheidungsgrundlage für eine zukunftsfähige Energienutzung. Eine Analyse für das Bundesland Salzburg, Februar 2012
- [25] Land Salzburg, Energiereferat 4/04: Umsetzung zukunftsfähiger Energiepolitik in Salzburg, September 2013
- [26] Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck: Tiroler Energiestrategie 2020, Grundlage für die Tiroler Energiepolitik, 2007
- [27] Amt der Tiroler Landesregierung, Konzeptentwurf der Steuerungsgruppe Windenergie Tirol: Windenergie in Tirol, 09.01.2013
- [28] Vorarlberger Landesregierung, Bregenz: Schritt für Schritt zur Energieautonomie in Vorarlberg, Maßnahmenplan bis 2020, Schlussbericht, 4.10.2011

9. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Prognostizierter Zuwachs der Windkraftleistung und Stromverbrauchsanteile in den Jahren 2020 und 2030.....	4
Abb. 2:	Windgeschwindigkeiten in Österreich in 100 m über Boden (www.windatlas.at).....	6
Abb. 3:	Optimierung der Energieerzeugungskosten durch Wahl einer den Standortbedingungen angepassten spezifischen Generatorleistung, Molly [4].....	8
Abb. 4:	Gegenüberstellung der theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale der Szenarien 2011, 2020 und 2030.....	16
Abb. 5:	Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich.....	17
Abb. 6:	Entwicklung der Windkraftnutzung und der Einspeisepreise in Österreich.....	18
Abb. 7:	Aktuelle Windkraftleistung 2013 und Neuinstallationen 2014 in den Bundesländern.....	19
Abb. 8:	Windkraftszenario 2020.....	27
Abb. 9:	Windkraftszenario 2030.....	28
Abb. 10:	Entwicklung des potentiellen Arbeitsvermögens und der Anlagenzahlen bis 2030.....	31
Abb. 11:	Entwicklung der installierten Leistung und des Anteils an der Stromverbrauchsdeckung bis 2030.....	31
Abb. 12:	Sensitivität des Szenarios 2020 auf Variation der Einspeisetarife.....	32
Abb. 13:	Sensitivität des Szenarios 2020 auf Wegfall der Waldflächen.....	33
Abb. 14:	Sensitivität des Szenarios 2020 auf Reduzierung der maximal bebaubaren Seehöhe.....	33
Abb. 15:	Sensitivität des Szenarios 2020 auf Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten.....	34
Tab. 1:	Gewählte spezifische Generatorleistungen.....	9
Tab. 2:	Gewählte Anlagenparameter und daraus resultierende Anlagendimensionen.....	9
Tab. 3:	Gewählte Mindestabstände zu Siedlungsgebiet, Verkehrsflächen und Infrastruktureinrichtungen.....	11
Tab. 4:	Gewählte Kriterien für Schutzgebiete und Ausschlusszonen.....	11
Tab. 5:	Gewählte Leistungs- und Kostenparameter.....	12
Tab. 6:	Gewählte Parameter für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit.....	14
Tab. 7:	Gegenüberstellung der theoretisch maximal mobilisierbaren Potentiale der Szenarien 2011, 2020 und 2030.....	15
Tab. 8:	Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich.....	17
Tab. 9:	Prognose der Neuinstallationen für 2014.....	19
Tab. 10:	Spezifische Installationszahlen in Österreich Ende 2013.....	20
Tab. 11:	Spezifische Installationszahlen in Deutschland Ende 2013.....	21
Tab. 12:	Windkraftszenario 2020.....	26
Tab. 13:	Windkraftszenario 2030.....	28
Tab. 14:	Energieerträge und Windstromanteil im Jahr 2013.....	29
Tab. 15:	Energieerträge und möglicher Windstromanteil im Jahr 2020.....	29
Tab. 16:	Energieerträge und möglicher Windstromanteil im Jahr 2030.....	30
Tab. 17:	Entwicklung des potentiellen Arbeitsvermögens und der Anlagenzahlen bis 2030.....	31