

# Analyse des realistischen Windenergiepotentials von Österreich

A Master's Thesis submitted for the degree of  
"Master of Science"

supervised by  
Dipl.-Ing. Dr. Gustav Resch

Dipl.-Ing. (FH) Ulf Hutter

0609591

Wien, November 2013

## Affidavit

I, **DIPL.-ING. (FH) ULF HUTTER**, hereby declare

1. that I am the sole author of the present Master's Thesis, "Analyse des realistischen Windenergiepotentials von Österreich", 75 pages, bound, and that I have not used any source or tool other than those referenced or any other illicit aid or tool, and
2. that I have not prior to this date submitted this Master's Thesis as an examination paper in any form in Austria or abroad.

Vienna, 24.11.2013

---

Signature

---

## Kurzfassung

Wind ist naturgetreu eine sehr alte Form der Energiegewinnung. Im 7. Jahrhundert wurden im persischen Raum bereits Windmühlen gebaut und am Ende des 18. Jahrhunderts wurde der erste Strom damit erzeugt. Nach einer ersten Boom-Phase verdrängte jedoch die Kurzzeitressource Öl die Windenergie wieder. Durch die Erreichung von Peak-Oil, die immer wiederkehrenden Energiekrisen, die Energieabhängigkeit von wenigen Staaten und die stetig steigenden Preise, setzten die fortschrittlichen Staaten wieder mehr auf alternative Energieformen, im speziellen auf Windenergie, welche durch verschiedene Zielsetzungen in den verschiedenen politischen Ebenen zum Ausdruck kommen.

In Österreich geht der Ausbau, ähnlich wie in Europa, Nordamerika und Asien rapide voran. Die Einschränkung durch Topographie und Bevölkerungsstruktur sind gelinde ausgedrückt in Österreich überdurchschnittlich und somit ist das Ausbaupotential relativ begrenzt. Trotzdem wird die Windstromproduktion eine wesentliche Rolle im Elektrizitätssektor spielen.

Die Aufgabe ist es eine möglichst fundierte Aussage über die realisierbare Stromproduktion aus Windenergie zu treffen. Als Grundlage wird der 2011 erstellte Windatlas genutzt, mit dem das theoretisch mobilisierbare Windenergiepotential modelliert wird. Hierfür werden verschiedene technische und ökonomische Kriterien in Experten-Workshops erarbeitet. Das Augenmerk liegt jedoch auf der *realistischen* Abschichtung vom theoretischen Potential. Hier wird ein vierstufiger Abschichtungsprozess durchgeführt wo eine breite politische und fachliche Meinungsbildung mit zahlreicher Expertenunterstützung stattfindet, wie z.B. Mitarbeitern der Landesregierung Niederösterreich, Bürgermeister, Raumplanern, Ornithologen und Windkraftbetreibern.

Als Ergebnis erhalten wir das realistische Windenergiepotential von Österreich, welches maßgeblich zur Stromproduktion beitragen wird. Vor allem im Osten Österreichs, jedoch auch im Norden und auf den Hügel- und Gebirgskuppen sind sehr gute Windstandorte vorhanden.

---

## Abstract

Wind naturally is an old way to produce energy. In the 7th century there have been built the first wind mills in the Persian Region and at the end of the 18th century the first electricity was produced out of a windmill. After a first phase of the wind boom the windmills got pushed out of the short-term resource oil. Because of reaching peak-oil, the continuing energy crisis, the energy-dependency of few states and the rising energy prices, got the forward-looking states to count on renewable energy, especially wind energy, which got expressed through different aims in different levels in politics.

In Austria the development of wind energy continuous quiet rapidly, like in Europe, North America or Asia. The limitations caused through topography or population structure are huge in Austria and therefore the development potential is relatively low. Nevertheless, the electricity production out of wind energy will be an essential part in the Austrian electricity sector.

The task is to get a well-founded statement about the realistic electricity production out of wind energy in Austria. As a basic tool, we use the 2011 developed tool, the "Windatlas", to generate the theoretical mobilisable wind energy potential. Therefore different technical and economical criteria's will be worked out in workshops of experts. The main focus will be the working phase from the theoretical to the realistic potential. Therefore a four phase's process will run through to get a broad opinion of experts, like employees from the government, mayors, planners, ornithologists and wind energy operators.

As the result we will get the realistic wind energy potential of Austria, which will contribute a high share of the electricity production. Mainly in the East of Austria, but also in the North and on the tops of the hills and the mountains are quiet good wind sites available.

---

## **Danksagung**

Zu allererst darf ich meiner Oma, Frau Johanna Hartl danken, die mich neben vielen anderen Bereichen, jedoch auch im Bildungsbereich immer sehr unterstützt hat. Ohne dich Oma, wäre ich nicht da wo ich jetzt bin. DANKE

Ich danke meiner Schwester Eliane, meinen Eltern und last but not least Paula, meiner Frau, für ihre Unterstützung in einer doch anstrengenden Zeit.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>ii</b>
<b>Kurzfassung .....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>iv</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>v</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>vi</b>
<b>Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen .....</b>	<b>ix</b>
<b>Abkürzungen .....</b>	<b>xii</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Problemstellung und Zielsetzung .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Motivation und Methodenwahl .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Aufbau der Arbeit .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Windenergienutzung bis 2012 .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Historische Entwicklung .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Windenergienutzung bis 2012 .....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Global 1996 – 2012.....	7
2.2.2 Europa 1998 – 2012.....	10
2.2.3 Österreich 1994 – 2012.....	12
<b>3 Ziele der Windenergienutzung .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Ziele Europa .....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Leitinitiative EU 2020 – nachhaltiges Wachstum .....	15
3.1.1.1 Exkurs: Warum benötigt Europa überhaupt nachhaltiges Wachstum?.....	16
3.1.2 RES Ziele EU 20-20-20.....	18
<b>3.2 Ziele Österreich.....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Ziele nach Aktionsplan 2010 und Ökostromgesetz.....	28
3.2.2 Niederösterreich.....	31
3.2.3 Burgenland.....	32

---

3.2.4 Steiermark .....	32
3.2.5 Oberösterreich .....	33
3.2.6 Kärnten .....	35
3.2.7 Salzburg.....	35
3.2.8 Tirol.....	36
3.2.9 Vorarlberg .....	36
<b>4 Windenergiepotentialstudien .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Analyse vorhandener Potentialstudien zur Windkraft in Österreich.....</b>	<b>37</b>
4.1.1 Das österreichische Windenergiepotential – Windenergiekarte Österreich .....	37
4.1.2 Windenergie in Österreich.....	39
4.1.3 Das Windenergiepotential in Österreich – seine Erfassung und regionale Verteilung .....	41
4.1.4 Ökologische Leitlinie für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich .....	43
4.1.5 Dynamic cost-resource curves for electricity from renewable energy sources and their application in energy policy assessment .....	44
4.1.6 REGIO Energy – Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotentiale in den Jahren 2012/2020 .....	45
4.1.7 Windatlas und Windpotentialstudie Österreich .....	49
<b>4.2 Zusammenfassung vorhandener Potenzialstudien .....</b>	<b>51</b>
<b>5 Realistisches Windenergiepotential .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1 Theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential (Phase 1).....</b>	<b>54</b>
5.1.1 Erstellung einer Windfeldkarte .....	55
5.1.2 Kriterienfestlegung für Potentialmodellierung .....	57
5.1.2.1 Technisch-ökonomische Parameter .....	58
5.1.2.2 Landnutzung & Schutzgebiete .....	60
5.1.2.3 Topographische Parameter.....	61
5.1.3 Ergebnisanalyse vom theoretischen Potential .....	62
<b>5.2 Politische und fachliche Abschichtung (Phase 2) .....</b>	<b>63</b>
5.2.1 Abschichtung nach NÖ ROG 1976 §19 Abs. 3a und 3b .....	64
5.2.2 Abschichtung durch Gemeinden .....	66

---

5.2.3 Abschichtung durch Ornithologie.....	67
5.2.4 Ergebnis für das realistische Windenergiepotential von Niederösterreich.....	67
<b>5.3 Ergebnis für das realistische Windenergiepotential von Österreich.....</b>	<b>69</b>
<b>6 Schlussfolgerungen .....</b>	<b>71</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>73</b>

---

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Tabelle 1: Installierte Windenergieleistung Österreich 2012 (IGW, IG Windkraft, 2013) .....	14
Tabelle 2: Energieabhängigkeitsquote, EU-27, 1999-2009 (Anteil der Nettoeinfuhren an Bruttoinlandsverbrauch und Bunkerbeständen in %, basierend auf Tonnen Rohöleinheiten) (eurostat, Energy production and imports, 2012).....	17
Tabelle 3: Primärenergieeinfuhren nach wichtigsten Herkunftsländern, EU-27, 2001-2010 (eurostat, Energy production and imports, 2012) .....	17
Tabelle 4: Anteil an erneuerbaren Energiequellen laut NREAPs; relative (European Commission, JRC Reference Report, 2011) .....	19
Tabelle 5: Anteil der einzelnen REN-Technologie laut NREAPs (European Commission, JRC Reference Report, 2011) .....	19
Tabelle 6: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern Zielerreichung bzw. Ausbaupläne gemäß Ökostromgesetz 2012.....	29
Tabelle 7: Quantitative Ziele für Energie aus Windkraft für Niederösterreich (Landesregierung, 2010).....	31
Tabelle 8: Netzgekoppelte Windkraftanlagen in Betrieb 1994 .....	39
Tabelle 9: 12 exemplarische Messungen von Österreich.....	40
Tabelle 10: Theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential Österreich ....	62
Tabelle 11: Top 10 Bezirke des theoretisch maximal mobilisierbaren Windenergiepotentials .....	63
Tabelle 12: Realistische Windenergiepotential von Niederösterreich .....	68
Tabelle 13: Realistische Windenergiepotential von Österreich.....	70
Tabelle 14: Potentialverteilung mit derzeitiger Tarifgestaltung .....	75
Abbildung 1: Vertikalachsenwindmühle zum Getreidemahlen aus Afghanistan (Hau, 2008).....	4

---

Abbildung 2: Charles Brush's Windmühle von 1888, zur Produktion von Strom. (Anon, 1890).....	6
Abbildung 3: Windmühle Tvind (Kjeldsen, 2013).....	7
Abbildung 4: Growian (Dörner, 2013).....	7
Abbildung 5: Weltweit installierte Windenergieleistung (kumuliert) 1996-2012 (GWEC, 2012).....	8
Abbildung 6: Jährliche installierte Leistung pro Region 2005-2012 (GWEC, 2012) ....	8
Abbildung 7: Kumulierte und installierte Leistung der Top10 Länder in 2012 (GWEC, 2012).....	9
Abbildung 8: Kumulierte installierte Leistung von 1998-2012 der EU-27 (WWEA, 2011).....	11
Abbildung 9: Ausbau der Windkraft in Österreich (IGW, IG Windkraft, 2013).....	13
Abbildung 10: Energieabhängigkeitsquote (alle Erzeugnisse), 2009 (Anteil der Nettoeinfuhren an Bruttoinlandsverbrauch und Bunkerbeständen in %, basierend auf Tonnen Rohöleinheiten) (eurostat, Energy production and imports, 2012).....	16
Abbildung 11: Erneuerbarer Energie-Mix in der EU-27 (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	20
Abbildung 12: REN-Mix in der EU-27 bis 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	21
Abbildung 13: Anteil Erneuerbarer Stromproduktion der EU-27 in 2005, 2010 und 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	22
Abbildung 14: REN Stromproduktion in 2020 nach EU-Mitgliedsstaaten (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	23
Abbildung 15: Zusätzlicher REN Stromkapazitätswachstum von 2005-2010 und 2010-2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	24
Abbildung 16: Anteil vom REN Stromverbrauch von 2005, 2010 und 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	25
Abbildung 17: REN Aufteilung der EU-27 in 2010 und 2020 in PJ (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	26

---

Abbildung 18: REN Wachstumsrate laut NREAPs der EU27 (European Commission, JRC Reference Report, 2011) .....	27
Abbildung 19: Vergleich vom aliquoten Windenergiezuwachs lt. EU-2020 Zielen, Ökostromgesetz und dem realen Zuwachs in MW in Österreich .....	30
Abbildung 20: Auflageplan zu Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Windenergie in der Steiermark (Landesregierung S. , Sachprogramm Windenergie, 2013) .....	33
Abbildung 21: Windenergiemasterplan Oberösterreich (Landesregierung A. d., 2013) .....	34
Abbildung 22: Windenergiekarte von Österreich (Pokorny, 1981) .....	38
Abbildung 23: Kriterien zur Ermittlung der Potentiale (Stanzer, 2010) .....	46
Abbildung 24: Reduziertes technisches Windenergiepotential 2008 auf Bezirksebene (Stanzer, 2010).....	47
Abbildung 25: Zukunftsszenarien 2020 Bundesländervergleich (Stanzer, 2010) .....	48
Abbildung 26: Windatlas Österreich (www.windatlas.at) .....	50
Abbildung 27: Windenergiepotentiale und Ziele von Österreich .....	53
Abbildung 28: Schematischer Ablauf der Unsicherheitsanalyse (Krenn, 2011) .....	55
Abbildung 29: Konturen der Unsicherheiten der mittleren Windgeschwindigkeiten auf 100m über Grund (Krenn, 2011) .....	56
Abbildung 30: Eingabemaske Windatlas für technisch-ökonomischen Parameter (Krenn, 2011).....	58
Abbildung 31: Durchschnittliche installierte Anlagengröße (in MW) in Österreich (IGW).....	59
Abbildung 32: Verteilung Windenergiepotential Österreich .....	69
Abbildung 33: Nutzung vom onshore Wind in % der landschaftlich und wirtschaftlich konkurrenzfähigen Potentiale in 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011).....	71

---

## Abkürzungen

AuWiPot	Austrian Wind Potential
ELWOG	Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz
GIS	GeoInformationsSystem
NÖ ROG	Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz
NREAP	National Renewable Energy Action Plan
REN	Renewable Energy – erneuerbare Energie
WEA	Windenergieanlage
MW	Megawatt = tausend kW
GW	Gigawatt = tausend MW
TW	Terawatt = tausend GW
GWh	Gigawattstunde
TWh	Terawattstunde

## 1 Einleitung

Es steht außer Frage, dass das gegenwärtige Energiesystem erneuert werden muss. Die anhaltend schwerwiegende Umweltverschmutzung und die Konzentration der Energieproduktion auf wenige Mächte, hat, und wird auch in Zukunft unweigerlich zu gravierenden Desastern führen. Berühmt gewordene Beispiele wie z.B. Deep Water Horizon oder Fukushima sind nur ein Bruchteil, und werden aller Voraussicht nach auch nicht die letzten Beispiele der Umweltverschmutzung sein. Eine andere Ausprägung des derzeitigen Energiesystems, bedingt durch den globalen Energiehunger sind die unzähligen Kriege um das Öl wie z.B. im Mittleren Osten oder in Libyen, welche durch eine dezentral organisierte Energiegewinnung, vermieden werden könnten.

Abgesehen davon ist ohnehin nicht möglich, den exponentiell wachsenden Energiebedarf, bedingt durch die steigende Bevölkerung und den stetig wachsenden Prokopf-Energieverbrauch, durch Kurzzeitressourcen wie Öl (Peak Oil wurde nach weniger als zwei Generationen intensiver Förderung erreicht) oder anderer fossilen Rohstoffen, nachhaltig zu stillen.

Nachdem primär die westlichen Länder für den Großteil der Energieausbeutung verantwortlich sind, trifft es auch genau diese, die Energiewende voran zu treiben. Hierfür ist die Politik gefordert die nötigen Rahmenbedingungen zu schaffen. Auf europäischer Ebene ist das mit den 2020 Zielen schon gut gelungen. Auf internationaler Ebene steht der Konkurrenzkampf der Wirtschaftsmächte leider immer noch über der Gesundheit von unserem Planeten.

Erneuerbare Energien im Allgemeinen und Windenergie im Speziellen, werden in der Zukunft einen erheblichen Teil an dem Friedensprojekt der nicht mehr aufzuhaltenden Energiewende beitragen und somit der Welt wieder etwas Gerechtigkeit, Frieden und Gesundheit zurückgeben.

Österreich hat jedenfalls den Kurs in Richtung Energiewende eingeschlagen und wird den traditionell hohen Anteil an Erneuerbaren weiter ausbauen. Wie viel hierbei die Windenergie realistisch beitragen kann, soll in dieser Arbeit erläutert werden.

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Österreich verfügt über ein begrenztes Potential an Windenergie. Das Feststellen des theoretischen Potentials ist über aufwendige Windmodellierungen und meist GIS unterstützte Potentialflächeneruierungen schon detailliert behandelt worden. Für eine Einschätzung vom realistischen Windenergiepotential, spielen noch weitere Faktoren eine wesentliche Rolle.

Einerseits gibt es fachliche Einschränkungen wie Raumordnung, Naturschutz oder Tourismus, um nur Einige zu nennen, wo spezifische Untersuchungen notwendig sind.

Andererseits gibt es politische Erfordernisse, welche sich für jedes Windparkprojekt unterschiedlich darstellen. Die Entscheidung trägt schlussendlich jeder Bürger (oder meist der Bürgervertreter) selbst, ob in seiner Region Windkraft umgesetzt werden soll oder nicht.

Ziel der Arbeit ist es, die realisierbare Windenergienutzung für Österreich unter Inbetrachtung all dieser Faktoren zu eruieren.

## 1.2 Motivation und Methodenwahl

Die Windenergie ist eine faszinierende Erfolgsgeschichte, indem sie als erste neue erneuerbare Energiequelle, konkurrenzfähig mit den etablierten Marktplayern geworden ist. Global werden Stromproduktionsanteile für Windenergie von ca. 50% prognostiziert. Hier stellt sich unweigerlich die Frage, wie viel, von der sauberen Energieform in Österreich umgesetzt werden kann.

Die Aufgabenstellung ist eine sehr umfangreiche und durchaus differenzierte. Um seriöse und belastbare Ergebnisse zu erhalten, wurde die Kombination aus drei Methoden gewählt.

1. Das Modellieren von harten Fakten
2. Das Expertengespräch für die fachlichen Einschränkungen
3. Eine repräsentative Befragung der Bürgervertreter

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sechs Hauptkapitel, die wie folgt kurz zusammengefasst sind:

- Im ersten Teil werden Forschungsfragen und der methodische Ansatz dargelegt, welche die Grundlagen bilden.
- Der zweite Teil beschäftigt sich mit den Anfängen der Windenergie bis hin zum Ist-Stand im Jahr 2012 auf globaler, europäischer und österreichischer Ebene
- Der dritte Teil zeigt die Zielsetzungen von Europa, Österreich und deren Bundesländer auf.
- Der Vierte Teil bildet einen Überblick (inkl. Einblick) über bereits vorhandene Potentialstudien von Österreich
- Im fünften Teil werden die Modellierung, die Fachgespräche und die repräsentative Befragung zusammengeführt, um final das Ergebnis dieser Arbeit zu erhalten
- Der sechste und letzte Teil besteht aus der Schlussfolgerung der Arbeit

## 2 Windenergienutzung bis 2012

Anfangs soll kurz ein Überblick der Entstehung der Windenergienutzung bis zum Jahr 2012 geschaffen werden, um ein Gefühl für die „neue“ „alte“ Technologie zu erhalten.

### 2.1 Historische Entwicklung

Laut aktuellem Forschungsstand von Dietrich Lohrmann gab es die ersten Windmühlen im vorderen Orient, Persien, Afghanistan, China und Indien. Er nennt sie die östlichen Windmühlen. Diese sind im 7. Jahrhundert im persischen Raum entstanden. Es handelte sich um ein horizontal drehendes Windrad, sogenannte Vertikalachsenwindmühlen, mit Direktübersetzung und einer starren Ausrichtung in eine Richtung. Diese Mühlen konnten daher nur in Gegenden eingesetzt werden, wo ein starker Wind in der Regel nur aus einer Richtung kam.



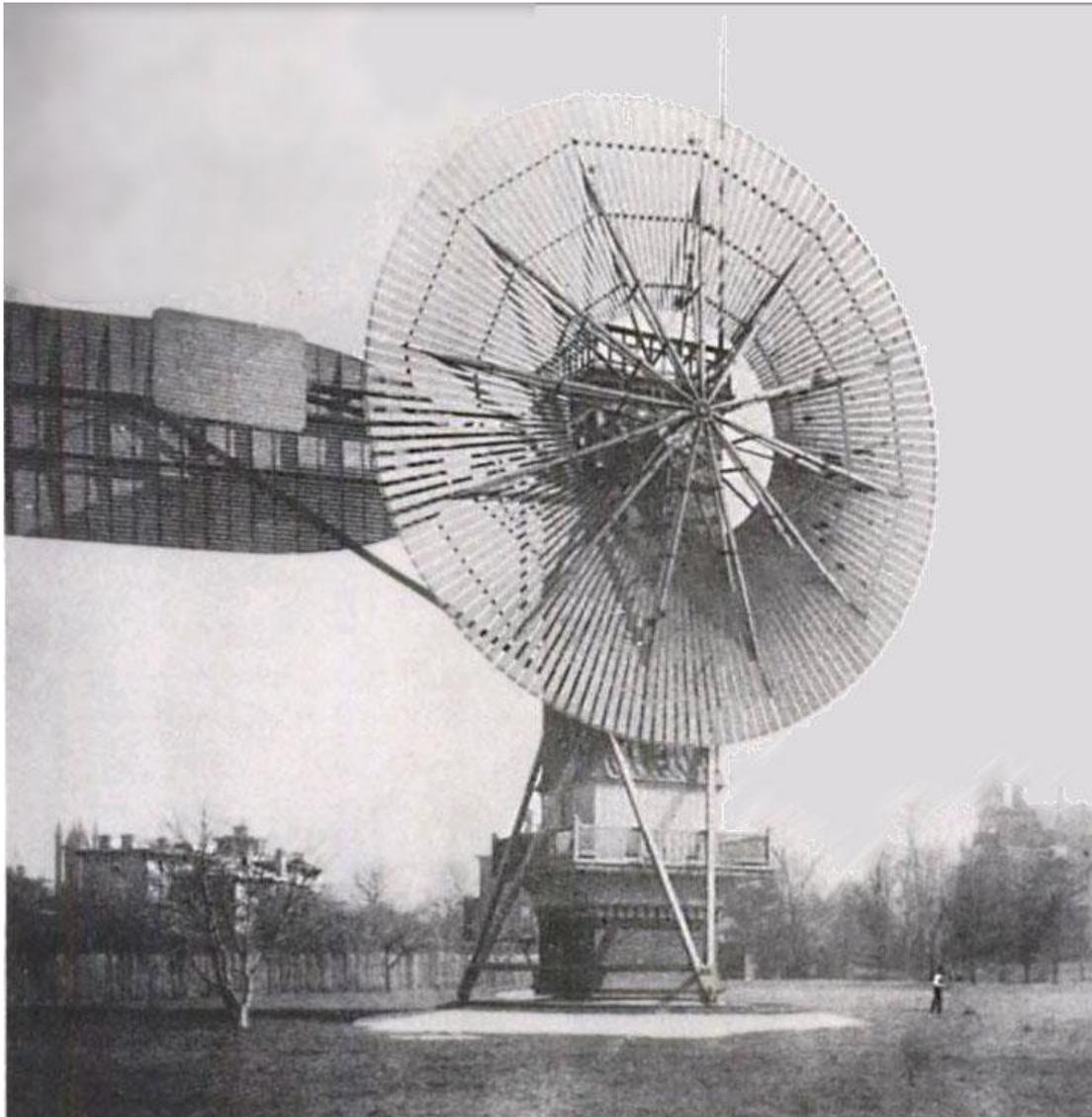
Abbildung 1: Vertikalachsenwindmühle zum Getreidemahlen aus Afghanistan (Hau, 2008)

Im 10. Jahrhundert wird die Entwicklung auch im Mittelmeerraum fassbar. Hier scheinen ebenfalls die aus konstanter Windrichtung wehenden Winde für den frühen Einsatz der kommerziellen Windenergie ausschlaggebend zu sein. Die vertikale Flügelwelle mit den senkrecht montierten Flügeln, übertrug die Antriebskraft über das erstmals erwähnte Winkelgetriebe.

Das Jahr 1180 beschreibt Lohrmann als zeitliche Grenze vom Übergang der östlichen Windmühle zu den Westlichen. Die Unterscheidung liegt im Wesentlichen in der Möglichkeit, die Windmühle der wechselnden Windrichtungen anzupassen. Dies geschah, indem man das ganze Mühlengebäude auf einem hölzernen Bock drehbar lagerte. Diese Mühlen wurden als „Bockwindmühlen“ bezeichnet. Später, um 1190 wurde diese Bauart auch als „deutsche Windmühle“ bekannt, da neben Holländer auch viele Deutsche diese Mühlen errichteten. (Lohrmann, 1995)

1502 tauchten Bauvorschläge von Leonardo da Vinci auf, wo er Zeichnungen einer drehbaren Haube an den Sultan von Konstantinopel schickte. Dies war jedoch nicht der erste Entwurf, es gibt sogar Anzeichen, dass einige Jahre zuvor in Deutschland eine Windmühle mit drehbarer „Kappe“ gebaut wurde. Weiters ist zu beobachten, dass sich die Technik in den verschiedenen Regionen unterschiedlich weiterentwickelte. Im Osten setzte sich die Vertikalachsenwindräder und im Westen die Horizontalachsenwindräder durch. Auch das Nachdrehen in den Wind ist vom Westen, den Regionen mit den wechselnden Windrichtungen ausgegangen. (Theißen, 2001)

Die Entwicklung stieg stetig an und vor allem im 19. Jahrhundert kann man von einem regelrechten Windkraftboom sprechen. Ein durchaus erwähnenswerter Durchbruch der Windenergieentwicklung gelang Charles Francis Brush mit der ersten Standalone-Lösung einer Elektrifizierung durch eine Windkraftanlage, wie in Abbildung 2 zu erkennen ist. Die Anlage mit 17 Meter Rotordurchmesser und 12kW Leistung wurde im Winter 1887-1888 in den USA erbaut und produzierte Strom für mehrere hundert Lichter und einigen Motoren. Ein bemerkenswerter Ansatz war die Verstärkung der Stromverfügbarkeit durch das Einsetzen von einem Batteriespeicher. (Anon, 1890)



*Abbildung 2: Charles Brush's Windmühle von 1888, zur Produktion von Strom. (Anon, 1890)*

Der Anfang des 20. Jahrhunderts war geprägt vom Markteintritt der fossilen Energie. Stromnetze wurden gebaut und die zentralisierte Energieerzeugung trat mit der Dezentralen der Windräder in Konkurrenz. Die Entwicklung der Windenergie schritt, im Vergleich mit der fossilen Stromerzeugung, nur langsam voran. Nach der Ölkrise 1973 bekam die Windkrafttechnikentwicklung wieder Aufschwung. 1978 wurde die erste 3-blättrig 2 MW Turbine mit Pitch-System von Lehrern und Schülern der Tvind Schule aus Dänemark gebaut. Diese Art der Technik wird immer noch im Anlagendesign eingesetzt.

1983 wurde nach siebenjähriger Projektentwicklung die „Große Windenergieanlage“ namens Growian in Schleswig-Holstein, Deutschland gebaut. Die Anlage mit

100,4m Rotordurchmesser hielt lange Zeit den Weltrekord in ihrer Nennleistung mit 3 MW. Nach einer wenig erfolgreichen Testphase wurde die Pilotanlage 1987 wieder abgebaut. 1990 folgte Growian II mit 60m Rotordurchmesser und 1,2 MW Nennleistung.



Abbildung 3: Windmühle Tvind (Kjeldsen, 2013)



Abbildung 4: Growian (Dörner, 2013)

## 2.2 Windenergienutzung bis 2012

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Start der kommerziellen Nutzung der Windenergie bis in das Jahr 2012.

### 2.2.1 Global 1996 – 2012

Den Start der kommerziellen Windenergie muss man wohl in die 90er Jahre legen. 1996, wie in der Abbildung 5 ersichtlich, waren weltweit ca. 6.100 MW installiert. Jeweils ca. ein Viertel der Kapazität wurde von Deutschland und den USA errichtet, jeweils ca. ein Achtel von Dänemark und Indien. Das verbleibende Viertel haben sich, angeführt von Spanien, Holland und Großbritannien, die restlichen Länder geteilt.

Im Jahr 2000 hielt Deutschland mehr als ein Drittel aller installierten Leistungen der Welt, und startete damit Ihre Vorreiterrolle im erneuerbaren Energiesektor. USA, Dänemark und Spanien teilten sich zu ähnlichen Teolen ein weiteres Drittel.

Den ersten Platz der installierten Leistung konnte das verhältnismäßig kleine Land Deutschland bis 2007 halten, wurde jedoch 2008 von den USA mit einer Leistung von 25,2 GW installierter Leistung überholt. Seit 2010 führt China die Rangliste an.

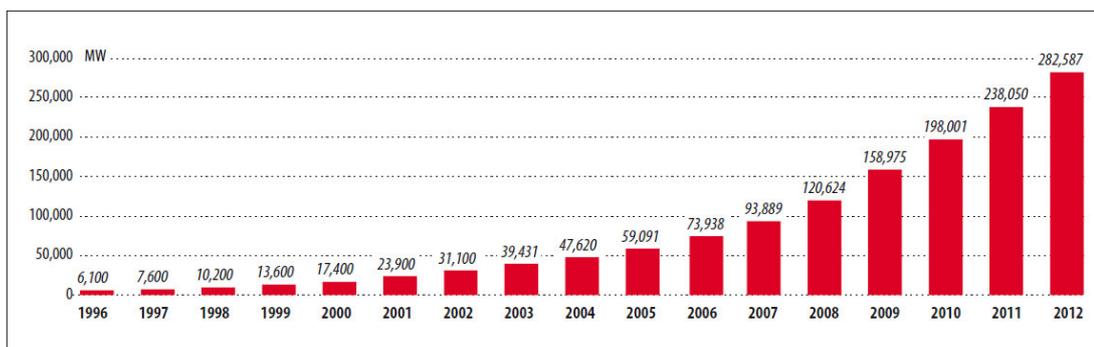


Abbildung 5: Weltweit installierte Windenergieleistung (kumuliert) 1996-2012 (GWEC, 2012)

In der Abbildung 6 ist sehr gut die Entwicklung und die Dynamik der verschiedenen Regionen zu erkennen.

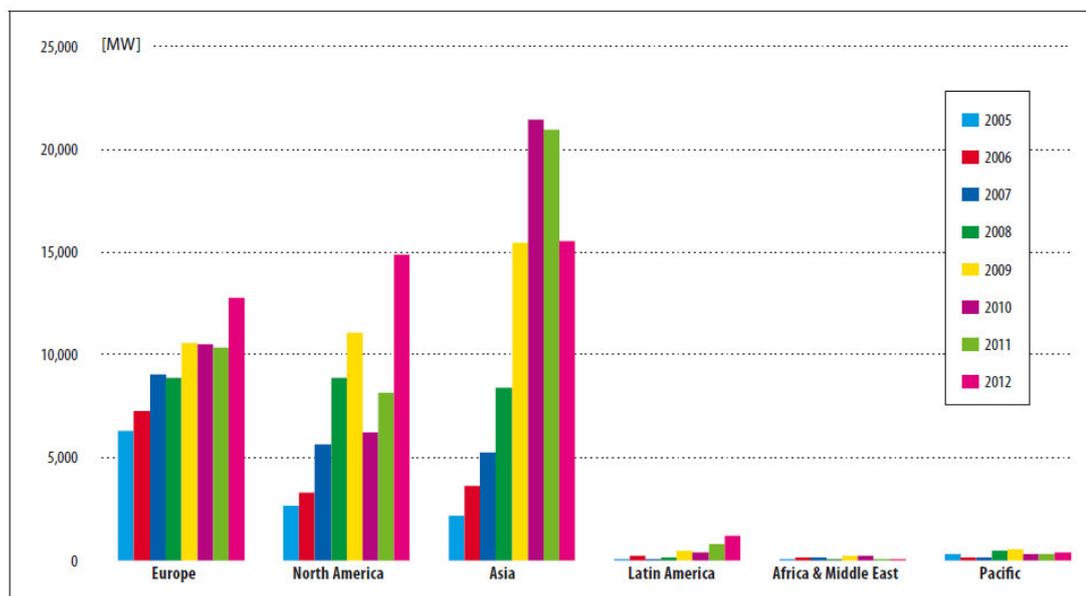


Abbildung 6: Jährliche installierte Leistung pro Region 2005-2012 (GWEC, 2012)

Europa kann auf einen sehr guten Grundstock aufbauen und hat nicht zuletzt durch seine Vielfalt einen konstanten Anstieg in der jährlich installierten Leistung.

Nordamerika, stark getrieben von den USA, scheint ein turbulentes Wachstum zu verzeichnen. Der Einbruch 2010 und 2011 ist signifikant, jedoch sind 6 GW bis 7,5 GW immer noch eine beachtliche Ausbaurrate. Wenn man vergleicht, dass Frankreich, Großbritannien oder Italien eine Gesamtkapazität von ähnlich hohen installierten Leistungen aufweist, wie die USA in einem „schwachen“ Jahr installiert. Der unangetastete Spitzenreiter seit 2009 ist jedoch Asien, in diesem Fall stark getrieben von China. Die Wachstumsrate allein in China lag in den letzten vier Jahren zwischen 13 GW und 19 GW pro Jahr, was mit der gesamten installierten Leistung von Indien (18,4 GW, Platz 5 der Welt) vergleichbar ist.

Lateinamerika, Afrika & Mittlerer Osten und die Pazifikregion spielen am globalen Markt bis jetzt noch keine bedeutende Rolle, wobei man schon erkennen kann, dass Lateinamerika, allen voran Brasilien, in Aufbruchsstimmung ist. (WWEA, 2011)

In der Abbildung 7 ist die kumulierte Leistung bis 2012 und die installierte Leistung im Jahr 2012 der Top 10 Länder der Welt in absoluten Zahlen zu sehen.

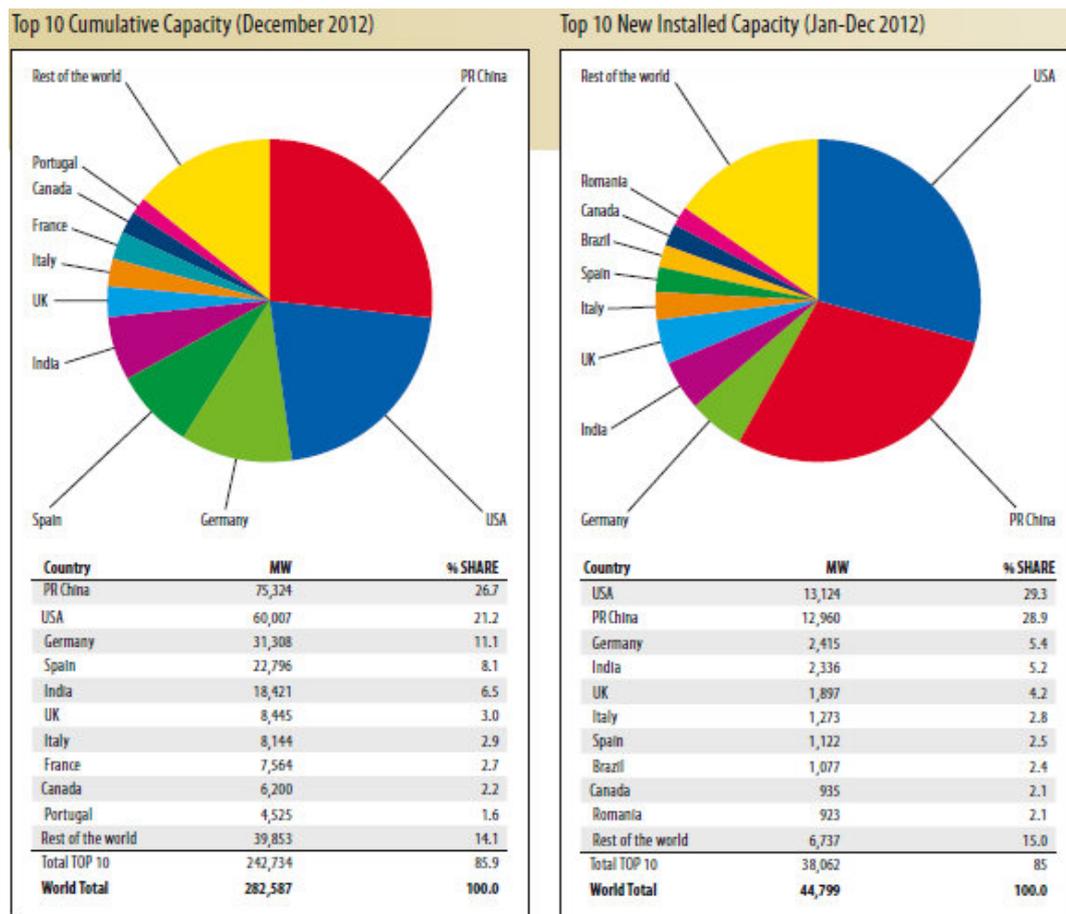


Abbildung 7: Kumulierte und installierte Leistung der Top10 Länder in 2012 (GWEC, 2012)

Es wird beherrscht von den großen Nationen. China ist mit einer installierten Leistung von 75,324 MW unangetasteter Spitzenreiter. Mit einem Respektabstand von knapp 15 GW folgt die USA mit 60.007 MW. Diese beiden Staaten verfügen über nahezu der Hälfte der weltweit installierten Leistung. Mindestens so beachtlich ist die installierte Leistung des verhältnismäßig kleinen Landes Deutschland, mit dem es den stabilen dritten Platz im internationalen Länderranking einnimmt. 31.308 MW oder 11,1% der weltweit installierten Leistung entfallen auf Deutschland. Mit 22.796 MW folgt der Europavizemeister Spanien und mit 18.421 MW der Asienvizemeister Indien. Die Plätze 5-10 werden von Großbritannien (8.445 MW), Italien (8.144 MW), Frankreich (7.564 MW), Kanada (6.200 MW) und Portugal (4.525 MW) besetzt.

Bei der installierten Leistung vom Jahr 2012 könnte sich seit 2008 wieder einmal die USA knapp gegenüber China behaupten. Mit 13.124 MW hatte die USA einen hauchdünnen Vorsprung von 164 MW gegenüber China. Dies sollte man jedoch eher als Ausnahme, anstatt einer Trendwende sehen. Gemeinsam am hatten sie einen Anteil von 58,2% vom Weltausbau von 2012. Deutschland kann Platz 3 zwar halten, ist jedoch durch den verhältnismäßig gesättigten Markt mit 2.415 MW oder 5,4% weit abgeschlagen. Erwähnenswert ist hier noch der lateinamerikanische Newcomer Brasilien mit 1.077 MW, was auf eine ausbaustarke Zukunft hoffen lässt.

### **2.2.2 Europa 1998 – 2012**

Europa, gemeinsamer Vorreiter der kommerziellen Nutzung der Windenergie mit Nordamerika, kann auf einen sehr stetigen Ausbau zurückblicken. In Abbildung 8 ist sehr gut zu erkennen, dass Deutschland und Spanien die Spitze der EU-27 Länder der installierten Leitungen anführen und vorrangig für den europäischen Ausbau verantwortlich sind. Deutschland, Dänemark und Spanien waren die treibenden Länder um 2000 und haben die Windenergienutzung stark forciert. Das Resultat aus dieser Vorreiterrolle sind unter anderem einige Herstellerfirmen für Windenergieanlagen wie zum Beispiel Vestas aus Dänemark, Gamesa aus Spanien, Enercon und Siemens Wind Power aus Deutschland. Bei einwohnerreichen Ländern wie Italien, Großbritannien und Frankreich ist gut zu erkennen, dass sie ihren späteren Start der Windenergienutzung jetzt aufholen wollen. Diese dynamische Entwicklung ist bei den meisten kleineren Staaten schwerer erkennbar, jedoch grundsätzlich auch der Fall. Es gibt jedoch immer wieder Länder mit einem mehrjährigen Ausbaustopp, meist durch unstabile

politische Rahmenbedingungen bedingt, wie zum Beispiel in Österreich, Dänemark und den Niederlanden.

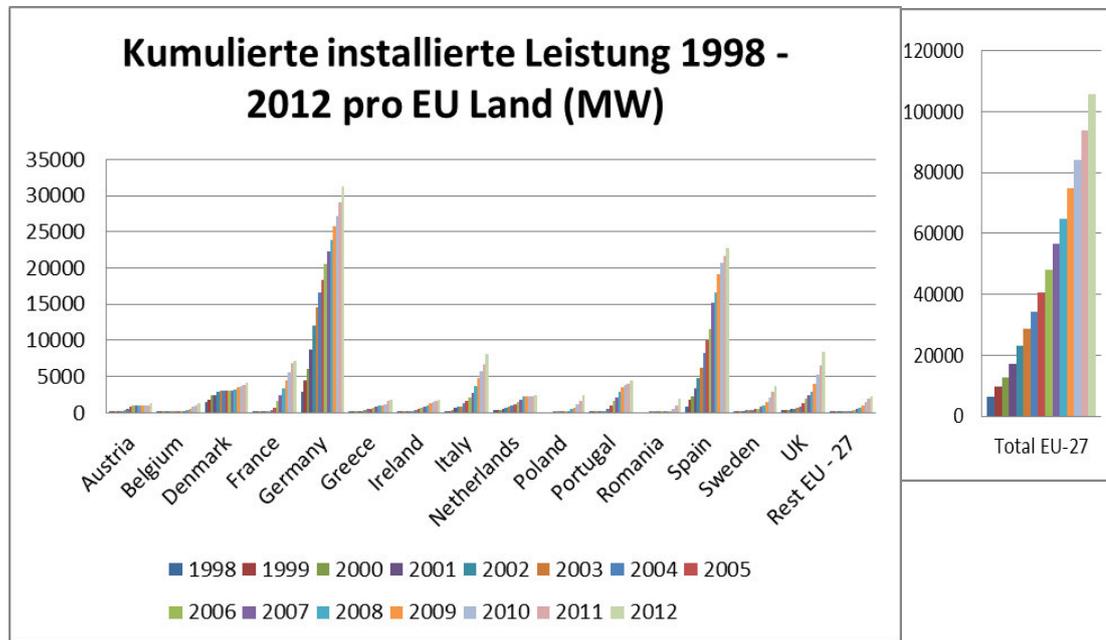


Abbildung 8: Kumulierte installierte Leistung von 1998-2012 der EU-27 (WWEA, 2011)

Auch bei den Zuwächsen der absoluten installierten Leistungen in dem Zeitraum von 2000-2012 muss sich die Windenergie nicht verstecken. Einzig und allein überstieg der Nettozuwachs der Gaskraftwerke mit 121 GW die Windenergie mit 97 GW, gefolgt von Photovoltaik mit 69 GW. Die Kapazitäten der fossilen Kraftwerke (Kohle, Nuklear und Öl) haben zwischen 13 GW und 17 GW abgenommen. Alle anderen Erneuerbaren Energieformen konnten nur leichte Zuwächse verbuchen.

Die Windenergie der EU-27 in 2012 hat 231 TWh produziert, was in etwa 6,4% der EU-27 Stromproduktion entspricht. Nur fünf Länder in Europa sind überdurchschnittlich. Angeführt von Dänemark mit 27% gefolgt von Portugal mit 17%, Spanien mit 16%, Irland mit 13% und Deutschland mit 11%. (EWEA, 2013)

Derzeit sind die konventionelle thermische (52%) und die nukleare Stromproduktion (27%) immer noch für über  $\frac{3}{4}$  der europäischen Stromproduktion verantwortlich. Die Produktion durch Wasserkraft liegt bei knapp 12%. Im europäischen Vergleich liegt die Stromproduktion durch Windenergie (6,4%) derzeit noch hinter den eben Genannten, jedoch hat Windenergie das höchste jährliche Wachstum zu

verzeichnen, wohingegen die fossile Stromproduktion an Marktanteilen verliert. (eurostat, 2012)

### **2.2.3 Österreich 1994 – 2012**

1994 wurde die erste netzgekoppelte Windenergieanlage Österreichs durch Herrn Gerhard Kern und Frau Aloisia Excel ins Leben gerufen. Trotz großer finanzieller Hürden konnte das Projekt in Wagram/Donau in Niederösterreich entstehen. Als zweites Projekt wurde Mitte des Jahres 1994 die von Hofrat Walter initiierte 110kW Anlage bei der Straßenmeisterei St. Pölten-West errichtet. Sechs Monate später folgte eine weitere in der Straßenmeisterei Zistersdorf. 1995 war der nächste Meilenstein in der Niederösterreichischen Windenergie vollbracht. In Michelbach wurde die erste Windenergieanlage mit der für Österreich so wichtigen Bürgerbeteiligung errichtet. Mittlerweile sind über 6000 begeisterte Österreicher der Beteiligungsform in Windenergie gefolgt. (Waltner, 2010)

Nach den Anfängen folgte eine mehrjährige Pionierphase wo einige „Kilowattanlagen“ entstanden. Erst mit dem ELWOG 2000 (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz) wurde eine Abnahmepflicht für erneuerbare Elektrizitätsproduktion zu Mindestpreisen festgelegt. Hier ist die Grundlage der Einspeisetarife entstanden, welche sich erstmals an den durchschnittlichen Kosten der Elektrizitätserzeugung richteten und somit eine abgestufte Form der Förderung von unterschiedlichen Technologien möglich war. Diese von den Ländern verwalteten Einspeisetarife belasteten jedoch die Budgets der Länder, vor allem diese mit einem höheren Windenergiepotential, als welche mit niedrigerem Potential, daher wurde ein bundesweiter Ausgleich angestrebt. Somit wurde nach längeren Verhandlungen im Sommer 2002 das Ökostromgesetz beschlossen. (Waltner, 2010)

Mit Anfang 2003 trat die Tarifverordnung in Kraft und damit auch das vorerst ausbaustärkste Jahr der Windenergie in Österreich mit 276 MW neu installierter Leistung, was erst 2012 mit 296 MW geschlagen wurde. Zwischen 2003 und 2006 wurden im Schnitt gut 200 MW an Leistung installiert, bis die Verordnung Mitte 2006 endete und die Bedingungen für den Windenergieausbau wieder an einem Tiefpunkt angelangt sind. In den Folgejahren 2007-2010 ist nahezu ein Stillstand in der österreichischen Windbranche eingetreten. Die wenigen Firmen die konnten, haben im Ausland investiert, wo wesentlich bessere Bedingungen gegeben waren. Erst durch die „große“ Ökostromnovelle im Jahr 2008, die durch langwierige Beihilfen-

Notifizierungsverfahren bei der EU-Kommission im Oktober 2009 in Kraft gesetzt wurde und den 2010 verordneten Einspeisetarif in der Höhe von 9,7 EuroCent/kWh kam der Windenergieausbau wieder in Schwung. Nach einem schwachen Start in 2010 und 2011, bedingt durch die Planungs- und Genehmigungsphase, war der Ausbau 2012 der stärkste der Geschichte Österreichs. Trotz schrittweiser Senkung des Einspeisetarifs von 9,5 EuroCent/kWh auf 9,45 EuroCent/kWh bis Ende 2012, wird für 2013 eine weitere gravierende Steigerung im Windenergieausbau bevorstehen. (IGW, 2011)

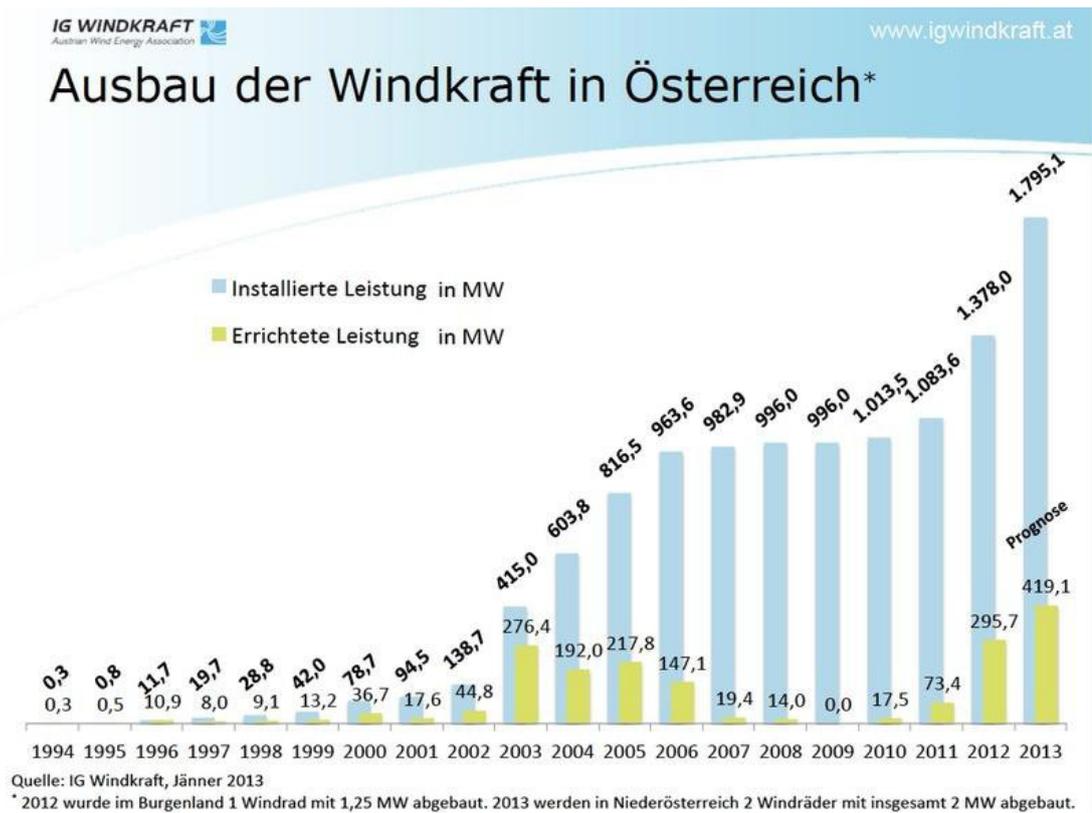


Abbildung 9: Ausbau der Windkraft in Österreich (IGW, IG Windkraft, 2013)

Die Verteilung der installierten Leistung auf die einzelnen Bundesländer sei auch noch kurz erwähnt. Niederösterreich mit 679,1 MW und Burgenland mit 612 MW teilen sich über 90% der österreichischen Windenergiekapazitäten auf. Dies kommt natürlich von der Landschaftsbeschaffenheit, da im Flachland die besten Windbedingungen herrschen. In der Steiermark bei den Alpenausläufern und im oberösterreichischen Alpenvorland gibt es auch vereinzelte Windkraftprojekte, mit 62,7 MW und 26,4 MW hält es sich jedoch noch in Grenzen. Wien verzeichnet 9 kleine Windkraftanlagen und in Kärnten gibt es eine 500 kW Maschine. In den

bergigen Bundesländern Salzburg, Tirol und Vorarlberg wurde bis dato noch kein Windkraftprojekt umgesetzt. Ein Überblick ist aus Tabelle 1 zu entnehmen.

*Tabelle 1: Installierte Windenergieleistung Österreich 2012 (IGW, IG Windkraft, 2013)*

<b>Bundesland</b>	<b>Leistung in MW</b>	<b>Anlagen</b>	<b>Anteil am Stromverbrauch</b>
<b>Österreich</b>	<b>1.378,0</b>	<b>763</b>	<b>4,9%</b>
Niederösterreich	679,1	410	13,8%
Burgenland	612,0	286	84%
Steiermark	52,7	34	
Oberösterreich	26,4	23	
Wien	7,4	9	
Kärnten	0,5	1	

## **3 Ziele der Windenergienutzung**

In diesem Kapitel werden die gegenwärtigen Zielsetzungen der Windenergie erläutert. Da die globalen Ziele für Österreich kaum relevant sind, werden hier „nur“ Europa, Österreich und die österreichischen Bundesländer behandelt.

### **3.1 Ziele Europa**

Die Eruiierung der europäischen Ziele und Vorgaben war und ist ein Wechselspiel zwischen der Europäischen Kommission und den Mitgliedsstaaten. Eingebettet in die Vorgabe der EU, übermittelten die Mitgliedsstaaten ihre Vorstellungen und Möglichkeiten an die Europäische Kommission. Die Kernthemen für die 2020 Zielsetzungen sind Beschäftigung, FuE und Innovation, Klimawandel und Energie, Bildung und Armut und soziale Ausgrenzung.

Unter dem Kernthema Klimawandel und Energie finden wir das Kernziel „*Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20 %*“, welcher maßgebend für den Ausbau der Windenergie ist.

#### **3.1.1 Leitinitiative EU 2020 – nachhaltiges Wachstum**

Zusätzlich zu den Kernzielen, gibt es noch verschiedene Leitinitiativen, welche z.B. für ein nachhaltiges Wachstum in der EU folgende sind:

##### **1. Ressourcenschonendes Europa**

Hier wird Unterstützung geboten, um eine ressourcenschonende, emissionsarme Wirtschaft zu gewinnen, indem man versucht das Wirtschaftswachstum von der Ressourcen- und Energienutzung abzukoppeln. Dies geschieht durch Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Verbesserung der Energieversorgungssicherheit und einen ressourcenschonenden Verbrauch.

##### **2. Industriepolitik im Zeitalter der Globalisierung**

Die EU benötigt eine Industriepolitik für Unternehmen, vor allem für die kleinen Unternehmen, zur Anpassung an die Globalisierung, der Bewältigung der Krise und der Umstellung auf eine emissionsarme Wirtschaft.

- Die Unternehmen sollen gefördert werden, um am internationalen Markt wettbewerbsfähiger zu sein
- Die Wertschöpfungskette soll vollständig durch Europa abgedeckt werden, angefangen vom Rohstoffzugang bis hin zum Kundendienst.
- Vorausgesetzt ist eine enge Zusammenarbeit von Unternehmen, Gewerkschaften, Wissenschaft, NRO und Verbraucherverbänden

### 3.1.1.1 Exkurs: Warum benötigt Europa überhaupt nachhaltiges Wachstum?

Europa hat eine zu starke Abhängigkeit von Energieimporten. Mit Ausnahme von Dänemark sind alle EU-Mitgliedsstaaten von Energieimporten abhängig. In Abbildung 10 ist ein erschreckender Überblick der Energieabhängigkeitsquoten:

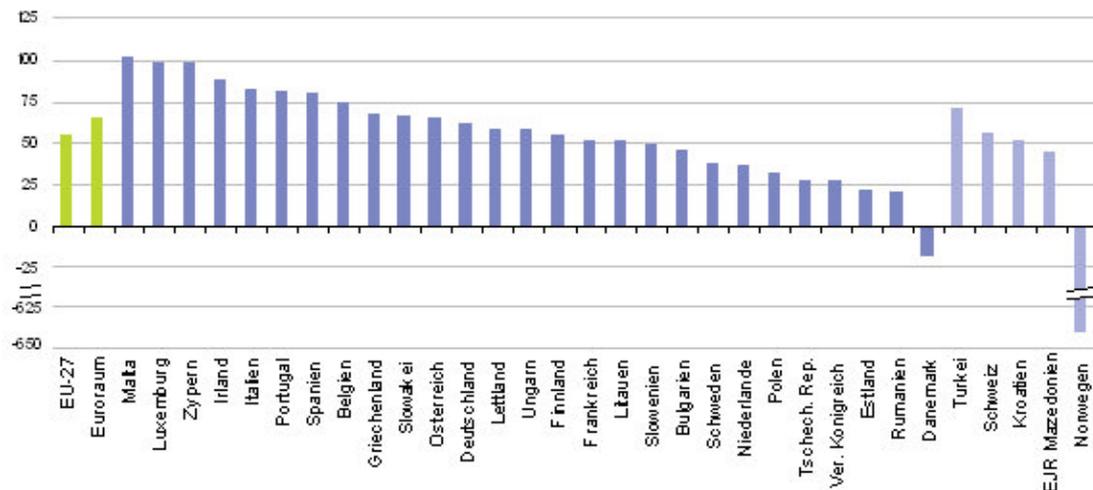


Abbildung 10: Energieabhängigkeitsquote (alle Erzeugnisse), 2009 (Anteil der Nettoeinfuhren an Bruttoinlandsverbrauch und Bunkerbeständen in %, basierend auf Tonnen Rohöleinheiten) (eurostat, Energy production and imports, 2012)

Die Energieabhängigkeit war immer schon relativ hoch, ist jedoch in den letzten Jahrzehnten weiter gestiegen. In den 1980er Jahren lag die Abhängigkeit der Energieeinfuhren vom Bruttoenergieverbrauch noch bei knapp 40%, 1999 waren es schon 45,1% und 2010 schon 54,1%. Die höchsten Quoten haben wir bei der Abhängigkeit von Rohöl (85,2%) und Erdgas (62,4%) zu verzeichnen, wobei die Abhängigkeit von Nicht-EU-Ländern bei festen Brennstoffen und Erdgas stärker zugenommen hat als bei Rohöl. Seit 2004 ist die EU von über der Hälfte ihres Energieverbrauches vom Ausland abhängig. Die Energieabhängigkeitsquoten sind aus Tabelle 2 zu entnehmen.

**Tabelle 2: Energieabhängigkeitsquote, EU-27, 1999-2009**  
(Anteil der Nettoeinfuhren an Bruttoinlandsverbrauch und Bunkerbeständen in %, basierend auf Tonnen Rohöleinheiten) (eurostat, Energy production and imports, 2012)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>All products</b>	47.8	48.6	48.8	50.2	51.6	53.9	55.2	54.5	56.3	55.2	54.1
<b>Solid fuels</b>	30.5	33.7	33.1	34.9	38.1	39.3	41.0	41.3	44.7	41.1	39.4
<b>Crude oil</b>	75.6	77.7	76.4	78.7	80.9	82.4	84.0	83.5	85.0	84.2	85.2
<b>Natural gas</b>	48.9	47.2	51.1	52.4	54.0	57.7	60.8	60.3	62.3	64.3	62.4

Dazu kommt noch, dass der Großteil der Einfuhren auf relativ wenige Partner aufgeteilt ist. 74,4% der Erdgaseinfuhren von 2010 kamen aus Russland, Norwegen und Algerien und 58,5% der Rohöleinfuhren kamen aus Russland, Norwegen und Libyen und 54,3% der Steinkohlevorkommen wurden von Russland, Kolumbien und den USA geliefert.

Bitte ein besonderes Augenmerk auf den jeweiligen Tabellenführer in Tabelle 3 zu richten. Die EU-27 ist zu knapp einem Drittel der Energieimporte von Steinkohle (27,1%), Rohöl (34,5%) und Erdgas (31,8%) von Russland abhängig. Das ist wohl mit ein Grund, warum Vladimir Putin erst kürzlich im Forbes Magazine zum mächtigsten Mann 2013 ernannt wurde. Solch immense Abhängigkeiten können schnell fatale Folgen mit sich ziehen. Daher der Apell an die selbstständige, möglichst breit gestreute Ökostromproduktion in allen Regionen.

**Tabelle 3: Primärenergieeinfuhren nach wichtigsten Herkunftsländern, EU-27, 2001-2010**  
(eurostat, Energy production and imports, 2012)

Hard coal									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Russia</b>	13.1	13.5	18.7	24.1	25.4	25.1	26.3	30.2	27.1
<b>Colombia</b>	12.6	12.5	12.1	12.1	12.0	13.0	12.5	17.6	20.2
<b>United States</b>	8.2	7.0	7.5	7.8	8.0	9.3	14.3	13.7	16.9
<b>Australia</b>	16.9	17.0	15.3	13.5	12.4	13.5	12.0	7.6	10.8
<b>South Africa</b>	31.4	31.5	26.6	25.7	24.3	20.8	17.1	16.0	10.0
<b>Indonesia</b>	6.7	7.1	7.0	7.4	9.7	7.9	7.4	7.1	5.8
<b>Canada</b>	3.2	2.9	2.5	3.3	2.8	3.1	2.7	1.4	2.1
<b>Ukraine</b>	2.0	1.3	2.0	2.1	1.6	1.7	2.2	1.6	1.8
<b>Norway</b>	1.0	1.2	0.6	0.6	0.3	0.6	0.6	0.8	0.8
<b>Others</b>	5.0	6.0	7.8	3.5	3.7	5.0	4.8	3.9	4.5
Crude oil									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Russia</b>	29.2	31.1	32.2	32.5	33.4	33.2	31.4	33.1	34.5
<b>Norway</b>	19.4	19.2	18.8	16.9	15.5	15.1	15.1	15.2	13.8
<b>Libya</b>	7.5	8.4	8.8	8.8	9.2	9.8	9.9	9.0	10.2
<b>Saudi Arabia</b>	10.1	11.3	11.3	10.6	9.1	7.2	6.9	5.7	5.9
<b>Iran</b>	4.9	6.4	6.3	6.1	6.2	6.2	5.4	4.7	5.7
<b>Kazakhstan</b>	2.4	2.7	3.4	4.5	4.6	4.6	4.8	5.4	5.5
<b>Nigeria</b>	3.5	4.3	2.6	3.2	3.6	2.7	4.0	4.5	4.2
<b>Azerbaijan</b>	1.0	1.0	0.9	1.3	2.2	3.0	3.2	4.0	4.2
<b>Iraq</b>	3.0	1.6	2.2	2.1	2.9	3.4	3.3	3.8	3.3
<b>Others</b>	18.8	14.2	13.4	14.0	13.2	14.7	16.1	14.6	12.8
Natural gas									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Russia</b>	45.0	45.1	43.8	40.6	39.3	38.4	37.6	34.3	31.8
<b>Norway</b>	26.2	25.5	24.9	24.4	25.5	28.2	28.9	30.7	28.2
<b>Algeria</b>	21.2	20.0	18.2	18.0	16.4	15.4	14.7	14.2	14.4
<b>Qatar</b>	0.9	0.7	1.4	1.6	1.8	2.2	2.2	4.6	8.6
<b>Nigeria</b>	2.2	3.1	3.7	3.5	4.3	4.7	4.0	2.4	3.6
<b>Libya</b>	0.3	0.3	0.4	1.7	2.5	3.0	2.9	2.9	2.8
<b>Trinidad and Tobago</b>	0.2	0.0	0.0	0.2	1.3	0.8	1.6	2.2	1.5
<b>Egypt</b>	0.0	0.0	0.0	1.6	2.5	1.8	1.7	2.1	1.3
<b>Turkey</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2
<b>Others</b>	4.1	5.3	7.5	8.4	6.4	5.5	6.2	6.5	7.7

### 3.1.2 RES Ziele EU 20-20-20

Ein Teilziel der Kernziele der Europäischen Union ist die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energie auf 20%. Laut NREAP's ist eine Steigerung der erneuerbaren Energiequellen am Gesamtenergieverbrauch (Brutto-Energieverbrauch) von 11,6% auf 20,7% vorgesehen. In der folgenden Tabelle ist auch zu erkennen, dass der „Transport“ die größte proportionale Steigerung aufweist. „Electricity“ und „Heating & Cooling“ hatte einen klaren Startvorteil. Einerseits durch die vorhandene Stromproduktion aus Wasserkraft und andererseits durch die Wärmeproduktion aus Biomasse.

An dieser Stelle sollte man auch den absoluten Anteil der Energiequellen erwähnen, um einen besseren Überblick zu erhalten. Im Großen und Ganzen kann man sagen, dass der Wärme & Kälte Bereich knapp die Hälfte, der Transport knapp über einem Viertel und der Elektrizität ziemlich genau ein Viertel ausmachen. Durch die Effizienzsteigerungen soll der Anteil an Wärme & Kälte und Transport leicht sinken und der Anteil an Elektrizität dadurch relativ leicht ansteigen. Diese Änderungen bewegen sich jedoch im 1-2%Bereich.

Um es noch einmal hervorzuheben, den Löwenanteil am Energieverbrauch hat die Wärme & Kälte, nicht wie so oft angenommen Elektrizität oder Transport.

Nichtsdestotrotz wird die hochwertige Energieform Ökostrom eine erwartete Steigerung vom Marktanteil von 19,4% auf 33,9% erleben. Elektrizität ist auch im Vergleich zu anderen Energieträgern, eine Energieform die eine relativ starke Steigerungsrate, nicht zuletzt durch ihr breites Anwendungsgebiet aufweist.

Um einen Vergleich mit allen Energieformen zu erhalten, hier die Stromproduktionsanteile der EU-27 von 2012:

6% aus Windenergie, 12% aus Wasserkraft, 27% aus Kernenergie, 52% thermische Energie und 3% andere Energietechnologien. (EuropeanCommission, 2012)

Die hohen Anteile der Kern- und Fossilenergieerzeugung gilt es natürlich zu verdrängen. Mit 33,9% in 2020, wie in der Aufschlüsselung von Tabelle 4 ersichtlich ist, wäre einmal ein erster Schritt dazu gesetzt.

*Tabelle 4: Anteil an erneuerbaren Energiequellen laut NREAPs; relative (European Commission, JRC Reference Report, 2011)*

**Share of Renewable Energy Sources as of NREAPs; relative**

	2005	2010 (from NREAP)	2020	2020/2010
Electricity	15.2%	19.4%	33.9%	+75%
Heat & Cooling	9.8%	12.5%	21.4%	+71%
Transport	1.4%	5.1%	11.7%	+129%
All sectors	8.5%	11.6%	20.7%	+78%

In Tabelle 5 sind die einzelnen REN-Technologien und deren geplanter Anteil für 2020 angegeben. Wasser, Wind und Solar stehen für über 90% der Stromproduktion aus Erneuerbaren. Auch hier bitte wieder darauf zu achten, dass die Stromproduktion nur einen verhältnismäßig kleinen, trotz allem wichtigen Teil der Gesamtenergie ausmacht. Wenn man die einzelnen Technologien betrachtet ist die traditionelle Biomasse mit 57,2% vom gesamten REN-Anteil weit abgeschlagen. Umso bemerkenswerter ist der zweite Platz, durch die doch sehr junge Windenergietechnologie mit 17,4%. Danach folgen noch Wasser mit 12,4%, Solar und Geothermie mit jeweils 6,3%.

*Tabelle 5: Anteil der einzelnen REN-Technologie laut NREAPs (European Commission, JRC Reference Report, 2011)*

**Technology Pathways in 2020 according to NREAPs**

	NREAP 2020 Energy [Mtoe]	Share of RES	RES Share of Energy Consumption
Hydro	30.1	12.4%	2.6%
Wind	42.5	17.4%	3.6%
Solar	15.2	6.3%	1.3%
Geothermal	15.2	6.3%	1.3%
Biomass	140	57.2%	11.9%
Other	1	0.4%	0.0%
	<b>244</b>	<b>100.0%</b>	<b>20.7%</b>

Bevor wir in die erneuerbare Stromlandschaft eintauchen, entnehmen Sie von Abbildung 11 noch ein Überblick der Entwicklung der erneuerbaren Energien allgemein von 2005 – 2020. Das Endziel für 2020 stellt 20,7% der Energieproduktion der EU-27 Länder dar. Jede der angegebenen Technologien erwartet eine Zunahme. Die nahezu ausgereizte Technologie der Wasserkraft kaum, dafür erfährt z.B. die Photovoltaik, die Windenergie oder auch die Biomasse einen beachtlichen Ausbauschub.

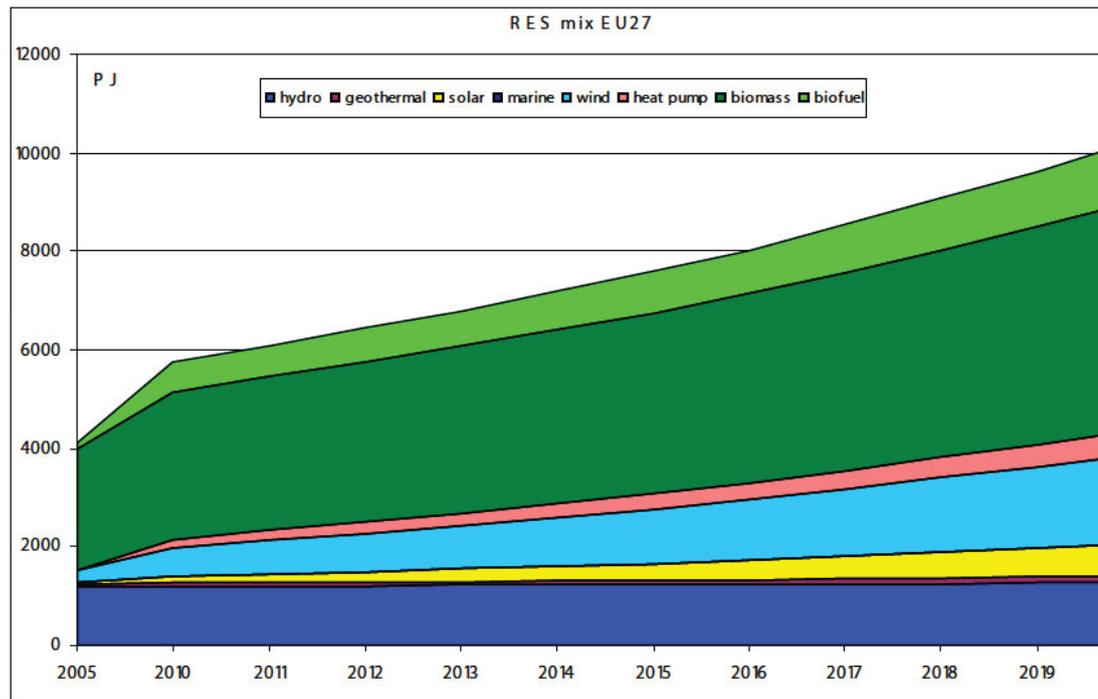


Abbildung 11: Erneuerbarer Energie-Mix in der EU-27 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Trotz des massiven Ausbaus verliert sogar die Biomasse an Marktanteil innerhalb der Erneuerbaren. Sie kann selbst mit Bio-Treibstoffen gemeinsam die 60% Marke nicht halten. Verursacht wird das hauptsächlich durch das rapide Wachstum der Windenergie, Photovoltaik und teilweise noch von den Wärmepumpen. Da Wasserkraft nahezu keine zusätzliche Energie produzieren wird, verliert es auch massiv an Marktanteil. Diese Entwicklungen kann man sehr gut in Abbildung 12 auf der rechten Seite erkennen.

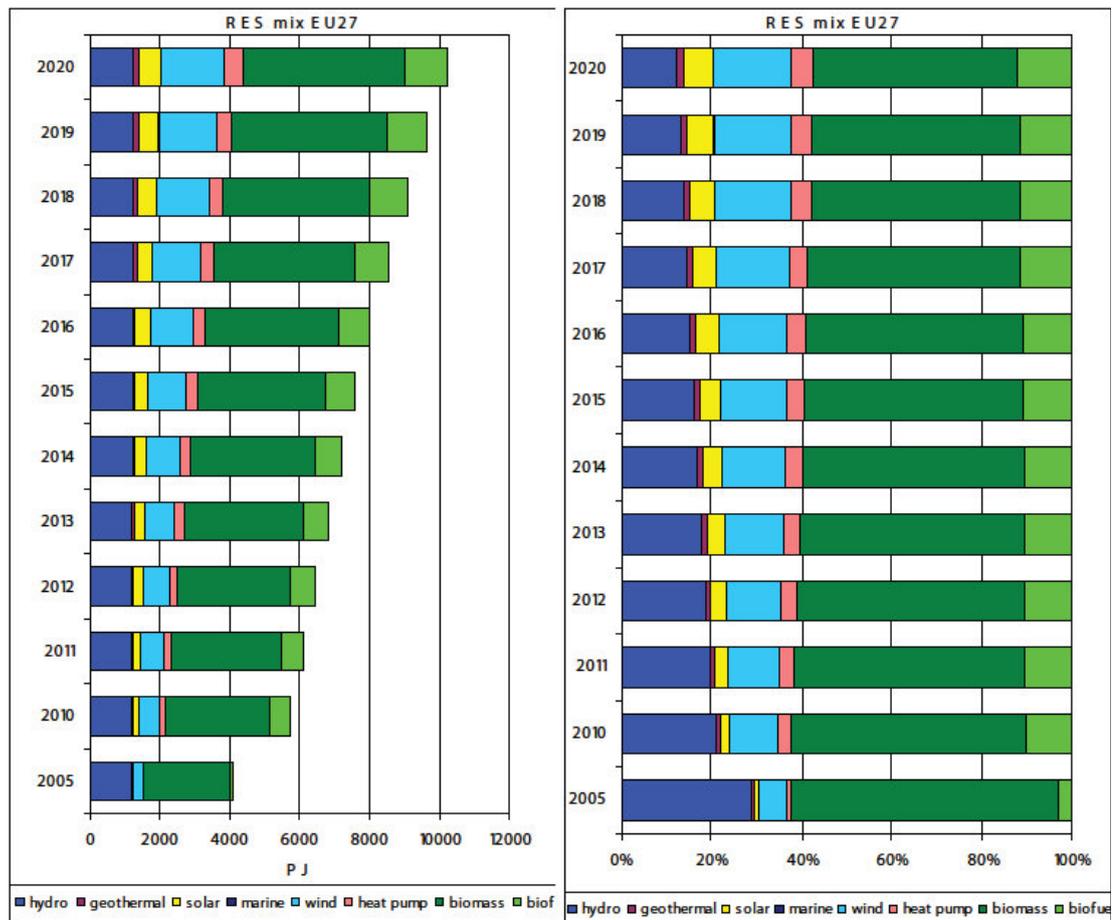


Abbildung 12: REN-Mix in der EU-27 bis 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Diese dynamische Entwicklung der Windenergie, wird auf den folgenden Seiten für Sie dargestellt und Sie können die europäische Landschaft der erneuerbaren Stromproduktion und deren geplante Entwicklung durch eine grafische Übersicht erleben. Nochmal die Relationen kurz zusammengefasst. Wir reden von ca. 20% erneuerbarer Energie im Jahr 2020, wo ca. 1/4 davon der Elektrizität zukommt.

Zum Einstieg sehen Sie in Abbildung 13 eine meiner Lieblingsgrafiken, vor allem für den Windsektor. Es handelt sich um die erneuerbare Elektrizitätsproduktion der Jahre 2005, 2010 und 2020. Den Bereich Gezeiten-, Wellenkraftwerk, Biomasse und Geothermie will ich an dieser Stelle nicht mehr näher betrachten. Umso interessanter ist der Windsektor. Hier kann man mehr als eine Verdoppelung von 71,11 TWh im Jahr 2005 auf 164,56 TWh im Jahr 2010 erleben. Vom Jahr 2010 bis 2020 ist sogar eine Verdreifung auf 494,57 TWh geplant, was einem Anteil der Windstromproduktion (innerhalb der Erneuerbaren) von 41,3% im Jahr 2020 darstellt. Mit 29,3% Anteil von Wasserkraft wird schon ein deutlicher Abstand zur Windenergie sichtbar. Solarstrom erreicht beachtliche 8,6% im Jahr 2020. Erwähnenswert ist hier, dass Solarstrom mehr als eine Verelffachung von 2005 auf 2010 hinter sich und eine Verfünffachung von 2010 und 2020 vor sich hat.

Den größten Zuwachs von 15% (2005) auf 41,3% (2020) hat jedoch die Windenergie zu verzeichnen, was umso beachtlicher ist, da die 2020 Produktion der Erneuerbaren dreimal höher ist, als die von 2005.

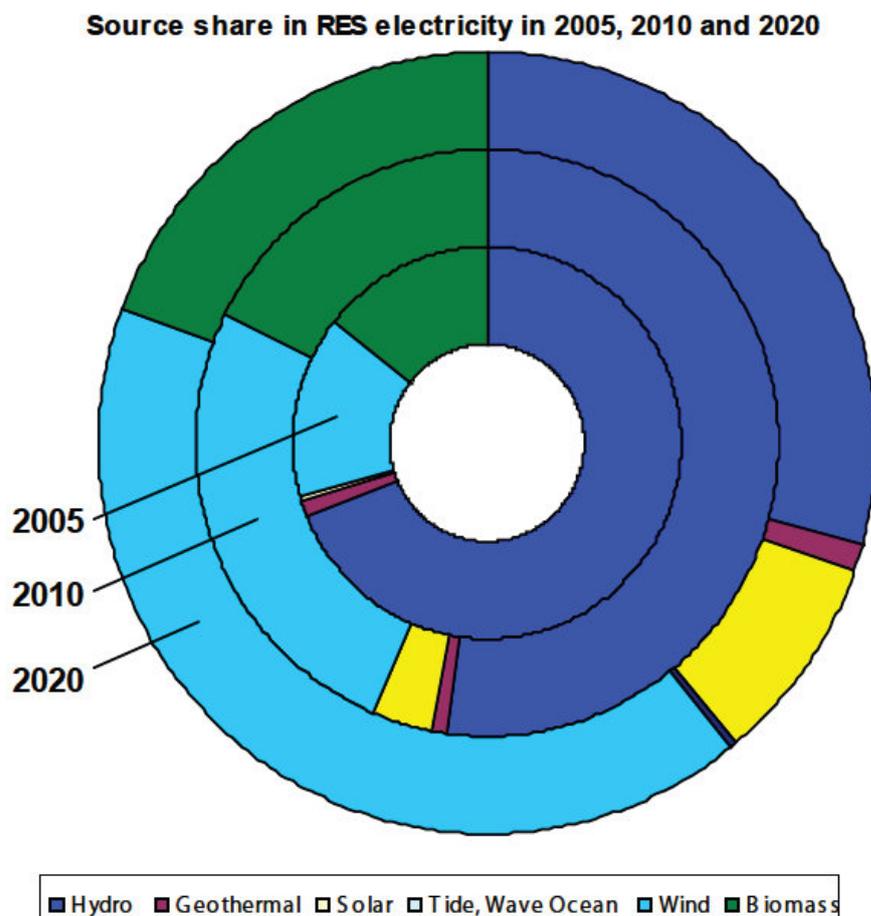


Abbildung 13: Anteil Erneuerbarer Stromproduktion der EU-27 in 2005, 2010 und 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

In Abbildung 14 kann man auf der linken Seite die absoluten Stromproduktionen aus Erneuerbaren erkennen. Die größeren Länder wie Deutschland, Spanien, Frankreich und Großbritannien sind auch die größten Produzenten von erneuerbarem Strom im Allgemeinen und auch in dieser Reihenfolge von Windstrom. Die prognostizierten Mengen von Spanien könnten jedoch durch die politisch schwierige Lage der Nation, von ihren Zielen abweichen und den zweiten Platz verlieren. Auf der rechten Seite ist die prozentuelle Aufteilung der einzelnen Nationen ersichtlich. Österreich hat nach Slowenien den zweithöchsten Wasserkraftanteil mit über 80% (der Erneuerbaren), daher ist auch verhältnismäßig wenig Raum für Windenergie. Prozentuell gesehen ist Irland mit über 70% Windenergieanteil Spitzenreiter was den erneuerbaren Stromanteil betrifft, gefolgt von Griechenland mit rund 60%. Hier gilt wohl ähnliches, wie für Spanien, was derzeit jedoch schwer beurteilt werden kann.

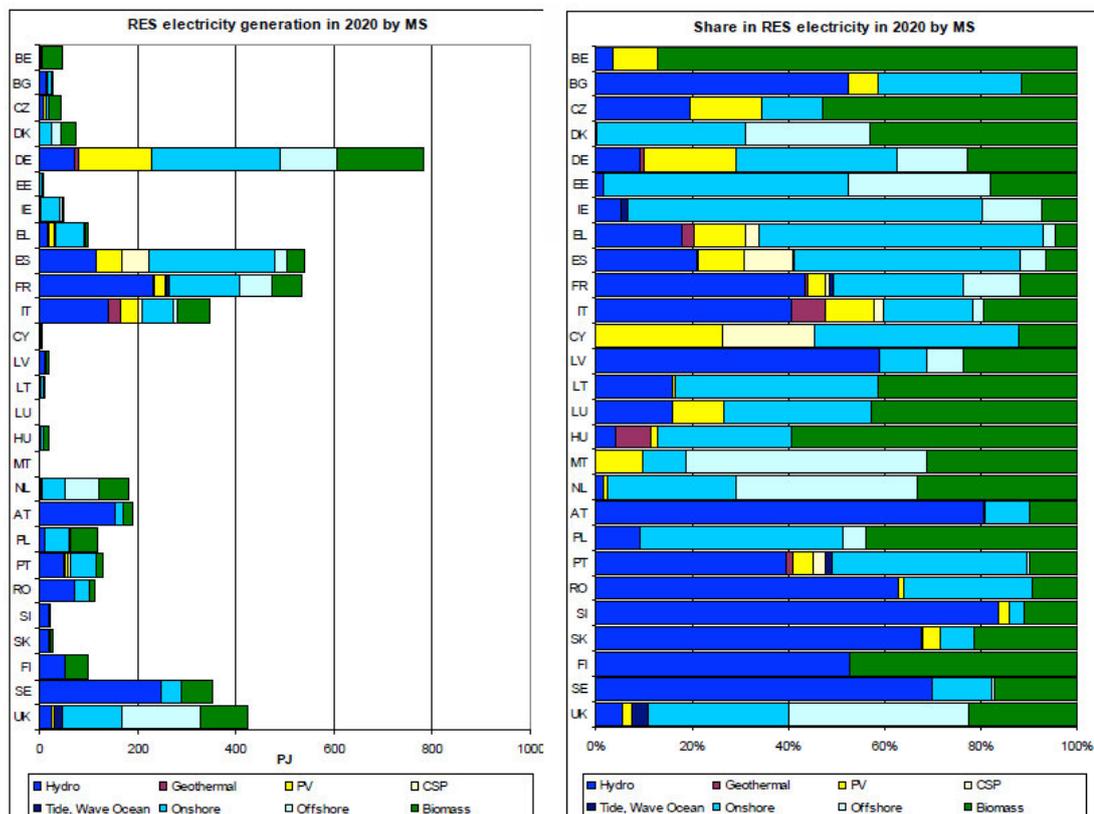


Abbildung 14: REN Stromproduktion in 2020 nach EU-Mitgliedsstaaten (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Für diese großen Steigerungen in der Stromproduktion, müssen natürlich auch Kapazitäten geschaffen werden. Der Zubau von 2005-2010 kann in der linken Spalte von Abbildung 15 betrachtet werden. Die größeren Staaten sind wieder führend. Interessanter für den zukünftigen Ausbau ist jedoch die rechte Spalte, wo der Zubau von 2010-2020 abgebildet ist. Nahezu in allen Nationen, auch in Österreich, wird die Windenergie den größten Zubau der erneuerbaren Kapazitäten erleben. In einigen küstennahen Regionen, wird auch schon verstärkt auf Offshore gesetzt. Die größte Insel, Großbritannien, hat hier die ambitioniertesten Pläne vor sich.

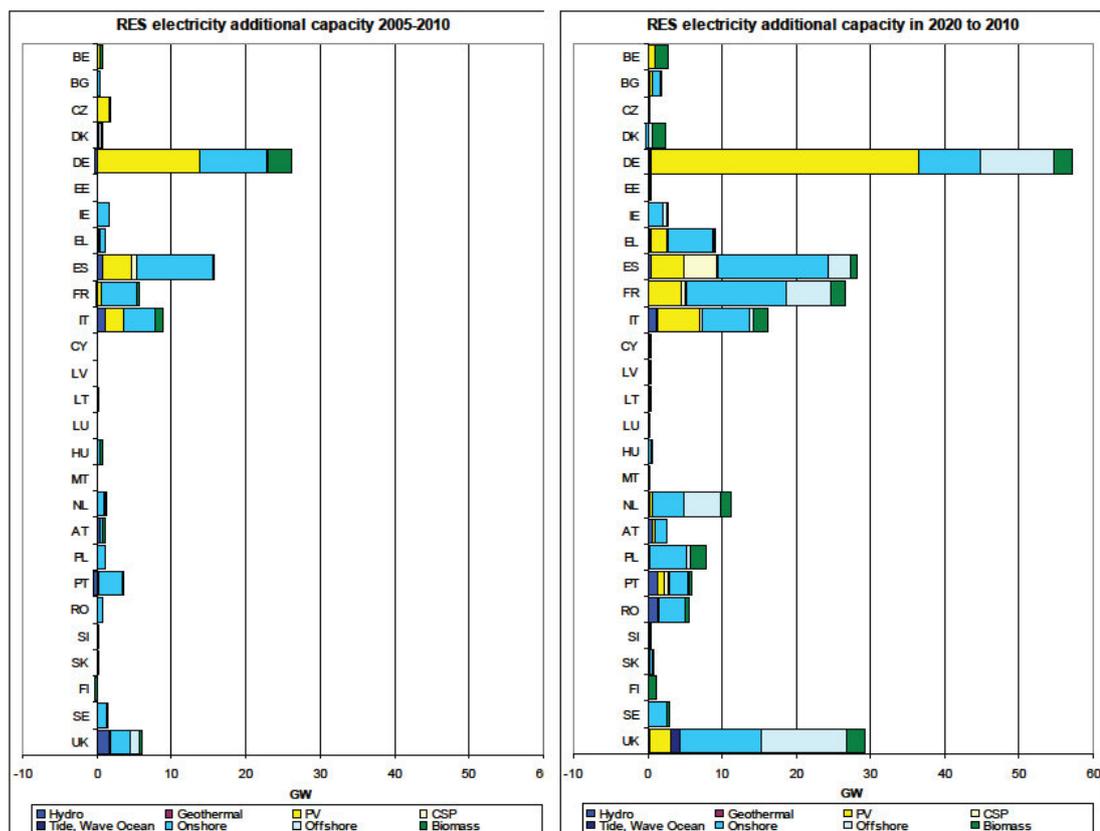


Abbildung 15: Zusätzlicher REN Stromkapazitätswachstum von 2005-2010 und 2010-2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Europa hatte auch vor der Zielsetzung der 2020 Ziele schon einen Grundstock durch erneuerbare Energien ausgebaut, was in der ersten Abstufung in Abbildung 16 gut zu erkennen ist. Der Bestand von 2005 ist stark von Wasserkraft geprägt. Gerade Länder wie Österreich, Schweden oder Lettland, mit einem traditionell hohen Anteil an erneuerbarer Stromproduktion, können daher in dieser Statistik keine sehr großen Zuwächse mehr verbuchen, was jedoch positiv zu sehen ist. Österreich will mit 70,6% Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen sogar Europameister werden, gefolgt von den eben erwähnten Ländern Schweden (62,9%) und Lettland (59,8%). Um es nochmal zu wiederholen, Europa will im Schnitt auf 34% Stromproduktion aus Erneuerbaren kommen.

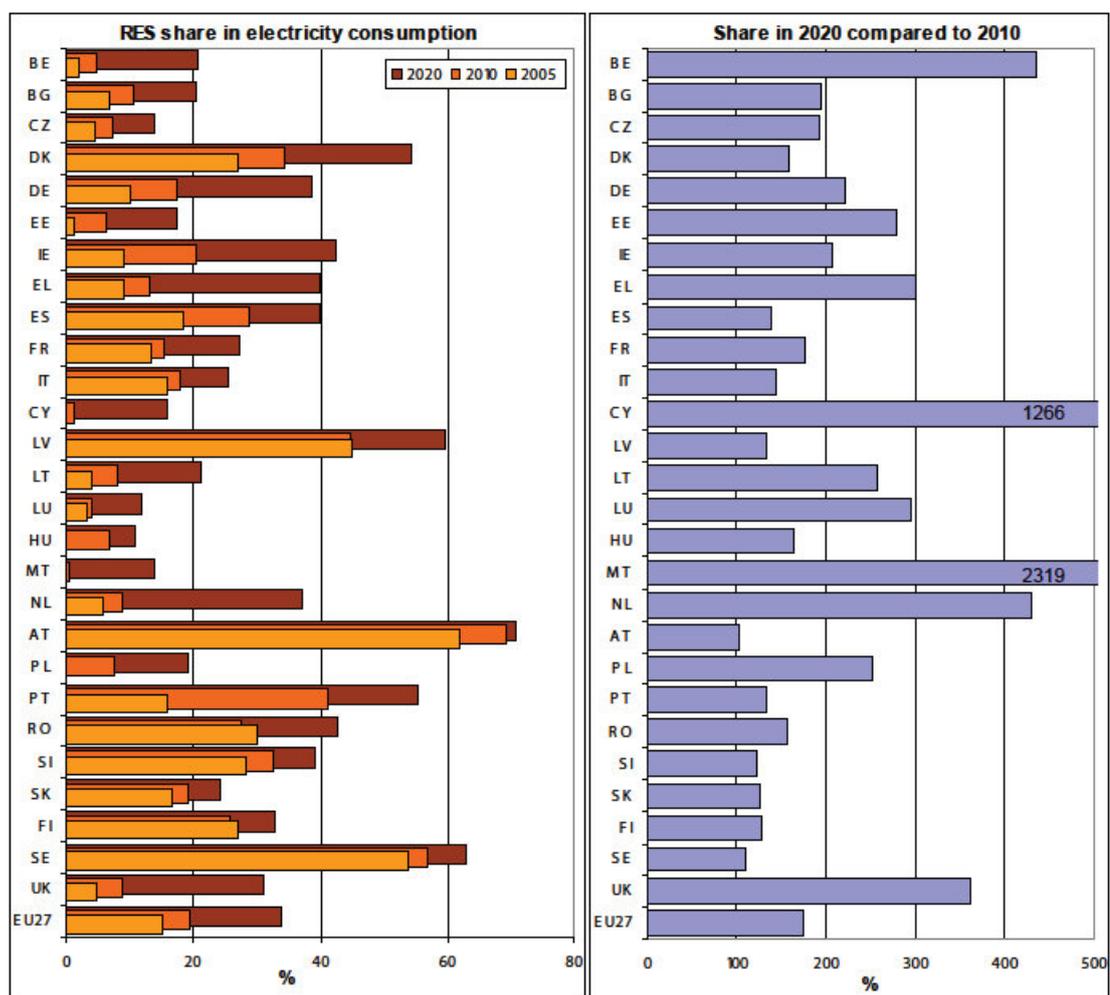


Abbildung 16: Anteil vom REN Stromverbrauch von 2005, 2010 und 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Um die ganze Sache abzurunden und noch einmal einen Überblick über die erneuerbare Energielandschaft (Wärme und Kälte, Strom und Transport) der EU-27 Nationen zu erhalten, sollen Ihnen die Abbildung 17 nicht vorenthalten werden.

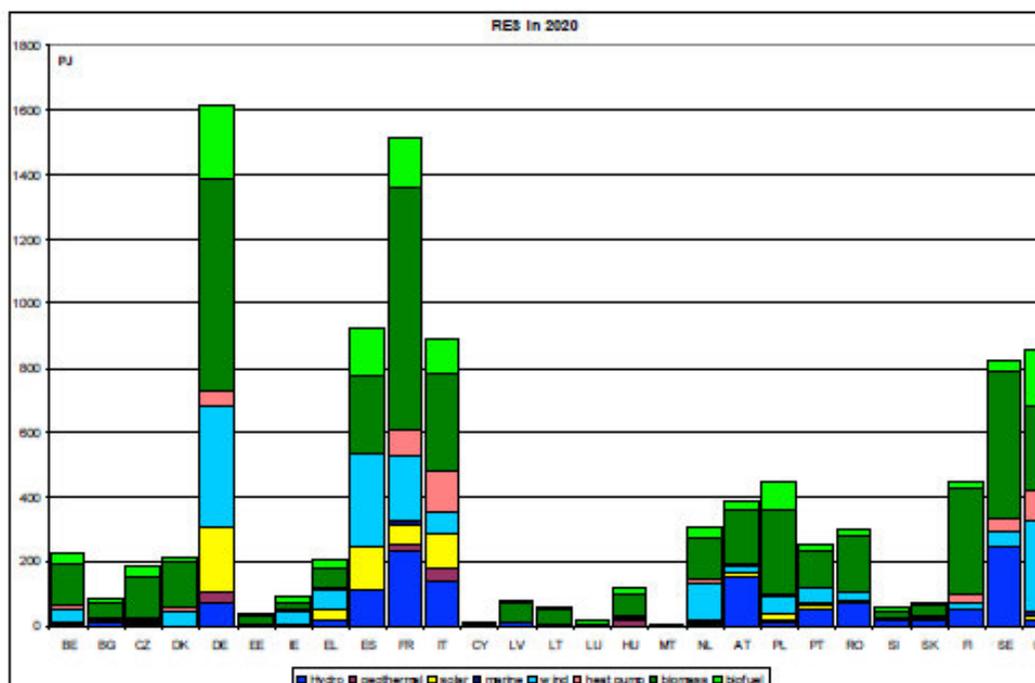
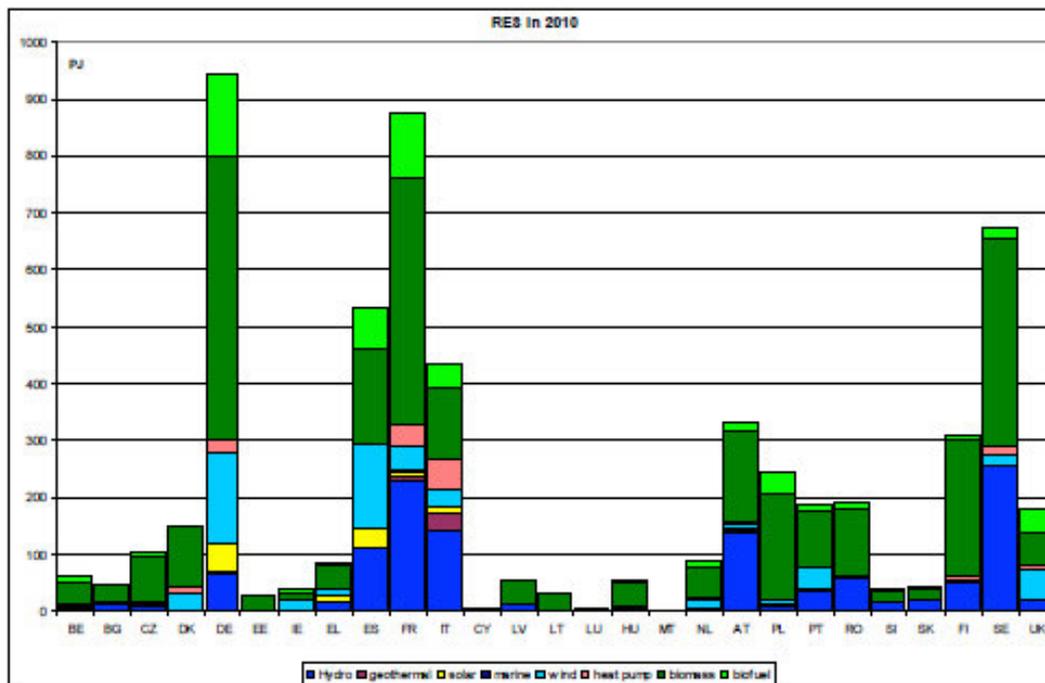


Abbildung 17: REN Aufteilung der EU-27 in 2010 und 2020 in PJ (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Wie erwartet produzieren auch hier die großen Nationen wie Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien und Großbritannien die meiste Energie mit Erneuerbaren Quellen. Ein Zuwachs der Energieproduktion ist bei allen Nationen deutlich. Den erkennbarsten Unterscheid von 2010 und 2020 ist jedoch die Zunahme von Wind- und von Photovoltaikenergie. Einen beachtlichen Schub von unter 200 PJ auf über 800 PJ in der erneuerbaren Energieproduktion hat sich Großbritannien vorgenommen.

Österreich, wie auch Schweden, können durch ihre bereits gut verankerte erneuerbare Energiepolitik, nur mehr „klein“ Zuwächse verbuchen, daher ist in diesen Ländern für neue erneuerbare Energieformen auch nur ein kleinerer Zuwachs zu erwarten. Wenn man das 100% - Ziel anstrebt, warten jedoch immer noch fast 90% der Energie darauf, auf erneuerbare Energieformen umgestellt zu werden.

Die Wachstumsraten für onshore Wind (Abbildung 18) liegen im Vergleich mit den restlichen Erneuerbaren mit durchschnittlichen 10% im unteren Bereich, da sich Windenergie schon etabliert hat.

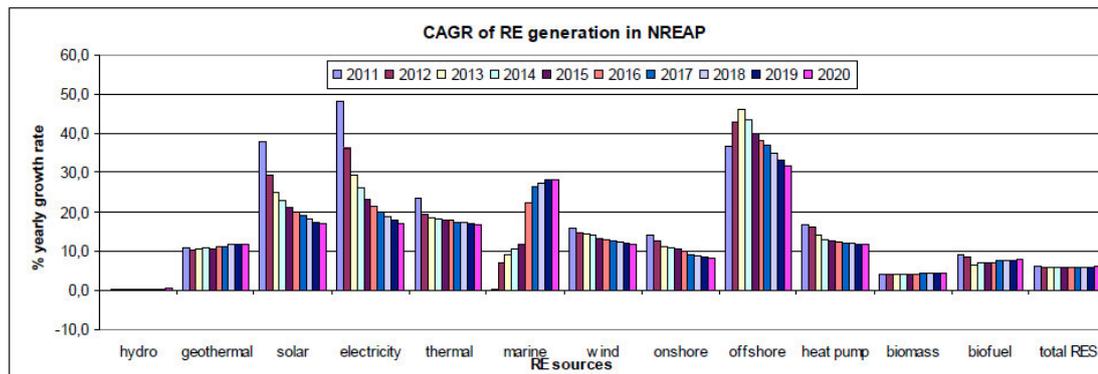


Abbildung 18: REN Wachstumsrate laut NREAPs der EU27 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

## **3.2 Ziele Österreich**

Die österreichische Zielsetzung für Windenergie (und auch erneuerbare Energie im Allgemeinen) kann von mehreren Seiten bzw. Ebenen betrachtet werden. Ausgehend von Europa mit einem Action Plan für jede Nation, über die österreichischen Bundesgesetze, wo beispielsweise das Fördervolumen und die Förderhöhe bestimmt wird, bis hin zu den Landesgesetzen, wo unter anderem die Potentialflächen vorgeschlagen und schlussendlich auch freigegeben werden. Das Positive bis dato ist, dass es keinen Widerspruch der einzelnen Ebenen gibt. Tendenziell nehmen die Ziele der Energieproduktion in den niedrigeren Ebenen zu, was bei Einhaltung der Landesziele zu einer Überschreitung der österreichischen und europäischen Ziele führen würde.

### **3.2.1 Ziele nach Aktionsplan 2010 und Ökostromgesetz**

Im „Nationalen Aktionsplan 2010 für erneuerbare Energie für Österreich“ (NREAP-AT) gemäß Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, wurde gemeinsam mit Österreich ein Energiefahrplan entwickelt. Laut NREAP und der Baseline von 1.011 MW installierter Leistung im Jahr 2010 sollen weitere 1.567 MW bis 2020 installiert werden.

Im Ökostromgesetz 2012 – ÖSG 2012 werden die nationalen Ziele von Österreich beschrieben und auch die Förderhöhen und –volumen festgesetzt.

Gem. § 4 (3) Ökostromgesetz 2012 ist eine zusätzliche Errichtung 700 MW Windkraft für das Jahr 2015 anzustreben.

Im § 4 Abs. 4 Ökostromgesetz 2012 sind die mengenmäßigen Ausbauziele von 2010 bis 2020 definiert. Demnach sollen in diesem Zeitraum 2.000 MW Windkraft ausgebaut werden, soweit eine Verfügbarkeit der Standorte gegeben ist. (Ökostromgesetz\_2012, 2011)

Bei Windkraftanlagen wurden mit Beschluss des ÖSG 2012 im Juli 2011 zusätzlich 80 Mio. Euro für den Abbau der Warteliste zur Verfügung gestellt. Es wird erwartet, dass die zur Verfügung stehenden Mittel in den kommenden Jahren weiterhin zur Gänze ausgeschöpft werden.

In Tabelle 6 sind die geförderten Erneuerbaren in produziertem Strom (GWh) angeführt. Die Windkraft löst somit die Biomasse an der Tabellenspitze ab und kann in weiterer Folge ihren Anteil massiv ausbauen.

Tabelle 6: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern Zielerreichung bzw. Ausbaupläne gemäß Ökostromgesetz 2012

Ausbauplan zur Zielerreichung gem. Ökostromgesetz 2012	IST 2011	Planwerte 2015	Ausbauplanwerte 2010 bis 2020
	GWh	GWh	GWh
Öffentliche Netze - Abgabe an Endverbraucher (Prognose)	58.714	57.811*	60.760
<b>15 % Zielwert</b>		<b>8.672</b>	
Kleine und mittlere Wasserkraft	988	3.008	3.258
Windkraft	1.883	3.519	6.019
Photovoltaik	39	526	1.226
Biomasse und Biogas	2.489	3.126	3.826
sonstiger Ökostrom	53	74	74
<b>Gesamtanteil Stromerzeugung aus Erneuerbaren 2015</b>	<b>5.452</b>	<b>10.255</b>	<b>14.330</b>
<b>Anteil Erneuerbare an der Abgabemenge an Endverbraucher aus öffentlichen Netzen</b>	<b>9,3%**</b>	<b>17,7%</b>	<b>23,6%</b>

\* Ausgangswert 2010 55.005 GWh (exklusive Verlusten und Verbrauch Pumpspeicherung) , jährliche Steigerung 1 %

\*\*bezogen auf Abgabe aus dem öffentlichen Netz (inklusive Verlusten und Verbrauch Pumpspeicherung) 64.845 GWh im Jahr 2011 ergeben sich 8,4%

Quelle: E-Control

Wenn man den realen Ausbau mit dem geplanten Ausbau der 2020 Ziele und den Zielen vom Ökostromgesetz vergleicht (Abbildung 19), ist es leicht zu erkennen, dass Österreich derzeit gut im Plan, ja sogar über Plan vom Windenergieausbau liegt. Dazu muss man sagen, dass die Windenergieausbauziele verglichen mit anderen Staaten nicht sehr ambitioniert sind, was jedoch stark mit den geografischen Verhältnissen und dem doch eher geringen Windenergiepotential zusammenhängt.

Für das Jahr 2013 kann ein MW-Ziel laut Action Plan mit 1.481 MW und laut Ökostromgesetz mit 1.611 MW angenommen werden, wenn man der Zielerreichung einen linearen Ausbau unterstellt. Laut Prognosen werden wir jedoch 1795 MW

erreichen, was einer Zielerreichung für die EU-Vorgaben von 2015 und der österreichischen von 2014 gleichsteht. Österreich liegt also derzeit gut im Rennen, was jedoch ganz klar fehlt(e), ist eine Stabilität vom Ausbau. Dass es keine Konsistenz gibt, konnten wir schon in der Abbildung 9 sehen.

In Abbildung 19 ist der eben angesprochene österreichische Windenergiezuwachs (MW) zu sehen. Verglichen wird hier der aliquote Zuwachs lt. EU-2020 Zielen und Ökostromgesetz mit dem realen Zuwachs.

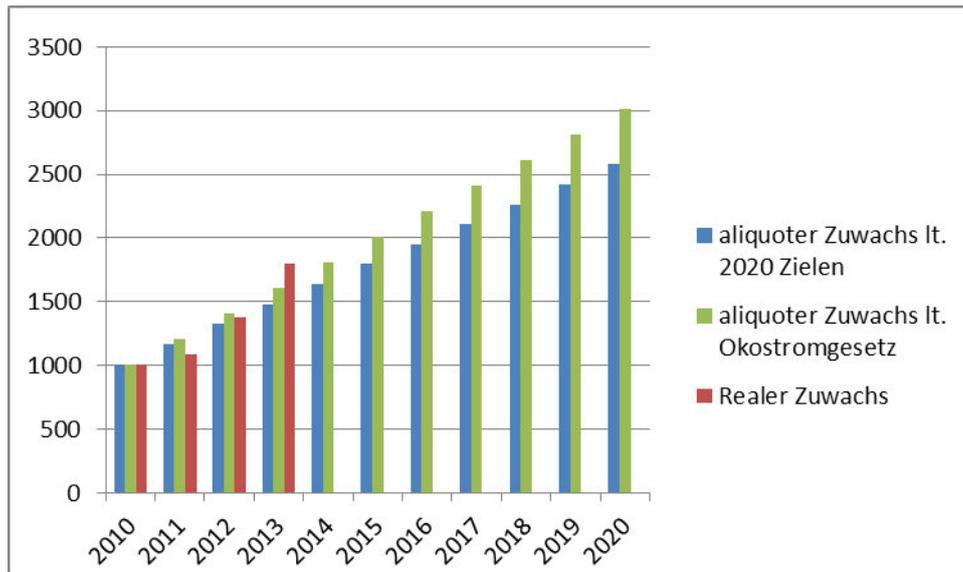


Abbildung 19: Vergleich vom aliquoten Windenergiezuwachs lt. EU-2020 Zielen, Ökostromgesetz und dem realen Zuwachs in MW in Österreich

### 3.2.2 Niederösterreich

Niederösterreich ist das Bundesland mit dem größten Potential und dem größten Bestand von Windenergie in Österreich. Das Amt der Niederösterreichischen Landesregierung hat hierfür einen Energiefahrplan 2030 erstellt, indem unter anderem die Ziele für Windenergie festgelegt wurden. Erst kürzlich, unmittelbar nachdem der Landeshauptmann Erwin Pröll die Landtagswahl knapp für sich entscheiden konnte, hat er einen Widmungsstopp veranlasst, um einen Zonierungsplan für Niederösterreich erstellen zu lassen. Dieser Widmungsstopp bedeutet für Österreich wieder einmal einen radikalen und unvorhersehbaren Richtungswechsel, welcher die Plansicherheit für Investoren und österreichische Unternehmen mildert, und somit auch die Ökostromproduktion verringert. Mehr dazu gibt es im nächsten Kapitel.

Die Zielsetzung vom Energiefahrplan 2030 Tabelle 7 hat sich bis jetzt jedoch nicht geändert, und ist auch mit der Zonierung eine realistische Vorstellung.

*Tabelle 7: Quantitative Ziele für Energie aus Windkraft für Niederösterreich (Landesregierung, 2010)*

	2009	2015	2020	2030
<b>GWh</b>	1.080	2.500	4.000	7.000
<b>MW</b>	540	1.200	1.900	3.200
<b>Anlagenzahl</b>	345	550	650	950

Weitere Punkte vom Energiefahrplan 2030:

- *„Bekanntnis zur Nutzung von Windenergie in Wirtschaftswäldern*
- *Verstärkte Einbeziehung der positiven Klimaschutzeffekte und ökologischen Vorteile der Substitution von fossilen und atomaren Energieträgern durch Windenergie bei naturschutzrechtlichen Beurteilungen.*
- *Das Land bekennt sich zur Notwendigkeit von Netzausbauten und erwartet dies auch von Bund und den Gemeinden.“* (Landesregierung, 2010)

### **3.2.3 Burgenland**

Das übergeordnete Ziel von Burgenland bis 2050 ist die vollständige Energieautonomie. Hier wird für die Stromproduktion vor allem Windkraft herangezogen. Vorausgesetzt wird ein erfolgreiches Repowering und eine optimierte Nutzung der Windenergie, was eine Umwandlungstechnologie von Strom in Gas und damit die saisonale Speicherung ermöglicht. Für das 2020 Ziel in Burgenland gilt ein Zuwachs der Erneuerbaren Energien um ca. 15%, was eine Steigerung von 38,5% (2010) auf 53,5% bedeutet.

Wie zu erkennen ist, drückt das Burgenland ihre Ziele meist nur sehr vage aus, hat jedoch einen hohen Drang zur Umsetzung, was vor allem von der Politik, allen voran Landeshauptmann Hans Niessl, getragen wird. So konnten sie auch das Zwischenziel für 2013 erreichen, was eine vollständige Energieautonomie beim Strom bedeutet. Dies ist vor allem beachtlich wenn man bedenkt, dass das Burgenland 2011 gerade nur 62% Strom durch Erneuerbare erzeugt hat. Seit Anfang 2013 wird im Burgenland mit 286 Windrädern und 612 MW Ökostrom produziert. Hans Niessl will bis 2015 1.300 MW installiert haben. Das doch hohe Ausbaupotential befindet sich hauptsächlich im Nord- und auch in Teilen des Mittelburgenlandes. Parallel zum Ausbau der Windkraft werden im Burgenland begleitende Studien hinsichtlich der Verträglichkeit für Flora und Fauna durchgeführt. (TOB, 2013)

### **3.2.4 Steiermark**

Durch die geografischen Gegebenheiten, scheint es in der Steiermark schwieriger zu sein, Windenergie umzusetzen. Nichtsdestotrotz gibt es einen Energiestrategie 2025 der Steiermärkischen Landesregierung, wo folgendes Ziel definiert ist:

...“den Energiebedarf zu senken, verstärkt Energieträger einzusetzen, die mehr Unabhängigkeit garantieren, den Klimaschutz vorantreiben und zugleich eine leistbare Versorgung zu garantieren“ (Landesregierung, 2013)

Es wird auch in der Energiestrategie 2025 von 4% des Stromverbrauches gesprochen. Durch die Gegenerschaften scheinen die Ziele nicht klar definierbar zu sein, obwohl die Standorte hinsichtlich ihrer ökologischen Verträglichkeit und technischen und logistischen Machbarkeit geprüft wurden.

Die Zielgröße der in der Steiermark zu installierende Windenergie liegt bei 300 MW. Hierfür wurde auch im „Sachprogramm Windenergie“ eine detaillierte Karte mit Eignungs-, Vorrang-, Abwägungs- und Ausschlusszonen erstellt, welche in Abbildung 20 zu sehen ist. (Landesregierung A. d., Energiestrategie Steiermark 2025, 2013)

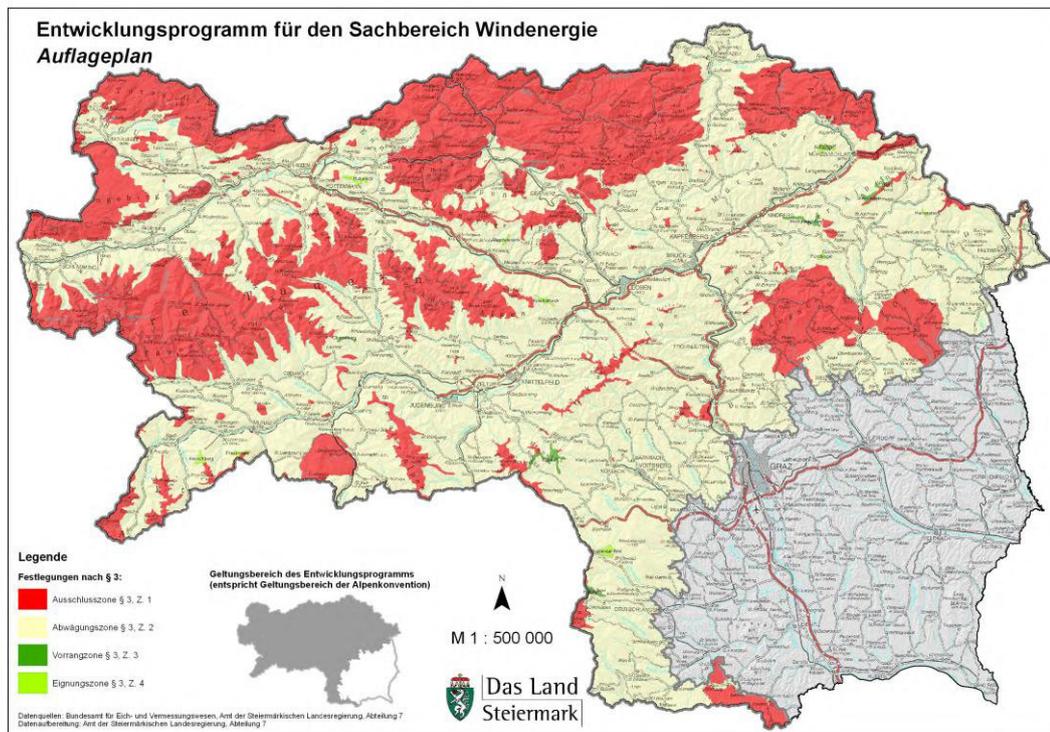


Abbildung 20: Auflageplan zu Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Windenergie in der Steiermark (Landesregierung S. , Sachprogramm Windenergie, 2013)

### 3.2.5 Oberösterreich

Am 27.06.2011 wurde von der oberösterreichischen Landesregierung beschlossen, dass die „Arbeitsgruppe Windenergie“ unter der Leitung der Energiewirtschaftlichen Planung einen „Windenergiemasterplan Oberösterreich“ erarbeiten sollen. Hierbei wurden Vorrangzonen und Negativzonen ausgewiesen. Kriterien waren:

- konzentrierte Standorte
- Windkraftnutzung mit wirtschaftlich nutzbarer Energiedichte
- Einhaltung ökologischer Rahmenbedingungen
- Landschaftsbild

Auf diesen Kriterien basierend wurden die Vorrangzonen und Ausschlusszonen für Windenergie festgelegt. Die Ausweisung ist einerseits eine Hilfestellung für Projektentwickler und andererseits eine Entscheidungsgrundlage für die Behörden im Genehmigungsverfahren. Im UVP-Verfahren (Umweltverträglichkeit) werden die einzelnen Schutzgüter danach genauer untersucht. Ein konkretes MW-Ziel gibt es demnach nicht in Oberösterreich, sondern Abbildung 21 ersichtliche Vorrangzonen: (Landesregierung A. d., 2013)

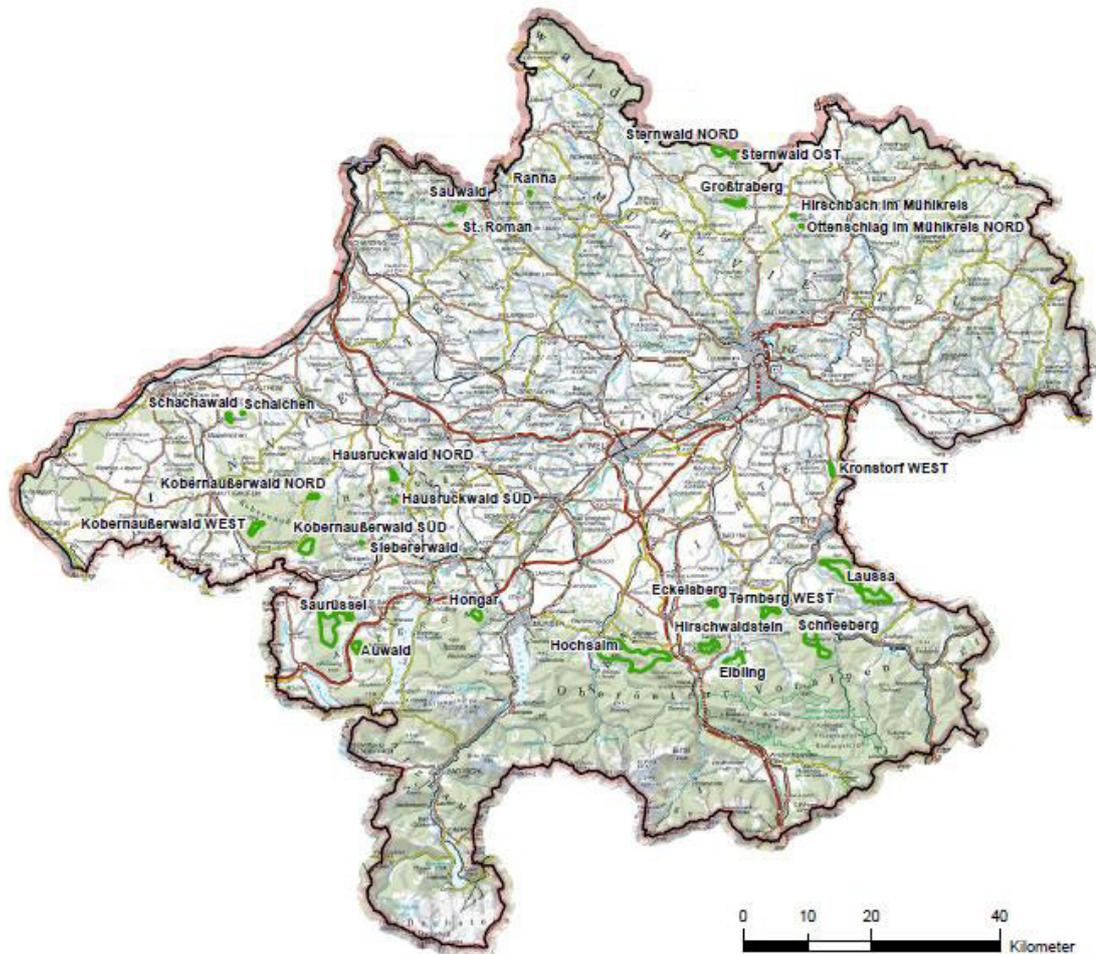


Abbildung 21: Windenergiemasterplan Oberösterreich (Landesregierung A. d., 2013)

### 3.2.6 Kärnten

In Kärnten (wie auch Salzburg, Tirol und Vorarlberg) herrschen durch die alpine Landschaft keine vorteilhaften Bedingungen für Windenergie. Nichtsdestotrotz ist es möglich Windenergie in geringerem Ausmaß wie z.B. in Niederösterreich zu planen, um den erneuerbaren Energiemix so breit als möglich zu aufzuteilen.

In Kärnten gab es noch unter Uwe Scheich (FPÖ) einen Entwurf zur Verordnung der Kärntner Landesregierung, mit der ein Sachgebietsprogramm für Standorträume von Windkraftanlagen erlassen werden sollte, die „Windkraftstandorträume – Verordnung“. Hier wurden keine MW-Ziele festgesetzt, dafür jede Menge nahezu unüberwindbare Kriterien formuliert. Ein kleiner Ausschnitt der Verordnung:

- Freihaltung geschützter Landschaftsteile und Lebensräume
- Weitgehende Freihaltung der Alpinregion mit den fernwirksamen Gipfeln und weiträumig einsehbaren Bergkuppen;
- Freihaltung der Tourismuszonen Kärntens vor großtechnischer Bebauung;
- Keine visuelle und funktionelle Beeinträchtigung der landschaftsgebundenen Erholungsnutzung und des Fremdenverkehrs;
- Nur geringst mögliche Sichtbarkeit vom Dauersiedlungsraum und von Tourismusgebieten

Unter diesen Rahmenbedingungen schließt die Kärntner Landesregierung einen Windenergieausbau weitgehend aus, entgegen der Bevölkerung, die für einen Ausbau ist. Bis jetzt sind keine weiteren Ziele bekannt.

### 3.2.7 Salzburg

In Salzburg liegt der Anteil der Erneuerbaren auf 43,3%. Bis 2020 sollen 50% erreicht werden und bis 2050 100%. Windkraftanlagen gibt es bis jetzt noch keine, es wurden jedoch Anfang 2013 einheitliche Genehmigungskriterien erstellt. Die Arbeitsgruppe Windkraftanlagen hat hierfür einen Kriterienkatalog erstellt. Laut einem Fachbericht der österreichischen Energieagentur für das Land Salzburg, wurde das Ziel 100 Windkraftanlagen á 2MW vorgeschlagen. Diese Zahl scheint jedoch nicht praxisnah, wenn man die unzähligen gescheiterten Versuche der einzelnen Projektentwickler, unter anderem vom Energieversorger Salzburg AG, betrachtet. (Energieagentur, 2010)

### **3.2.8 Tirol**

In Tirol gibt es ebenfalls keine MW-Zielsetzung von der Landesregierung. Es gibt lediglich einen einstimmigen Antrag vom Mai 2012 die: „Grundlagen für die Windkraftnutzung in Tirol zu erarbeiten, auf deren Basis Voraussetzungen für die Errichtung von Windparks und Windrädern in Tirol definiert werden können. Neben energiewirtschaftlichen Kriterien sollen auch andere Aspekte wie Nachhaltigkeit, Naturverträglichkeit, Raumordnung und Baurecht sowie Landschaftsästhetik einfließen und entsprechend bewertet werden.“

Auf der Homepage der Landesregierung wurde der Kriterienkatalog „Windenergie in Tirol“ leider nicht veröffentlicht, jedoch von den Grünen Tirol. In dem Kriterienkatalog werden mögliche Ziele mit 100-150 MW formuliert, die jedoch derzeit nicht von der Politik getragen werden (Grünen, 2013)

### **3.2.9 Vorarlberg**

Auch in dem vorchristlichen, jedoch sehr kleinen und bergigen Vorarlberg sind keine Ziele für den Windenergieausbau zu finden. Es werden immer wieder kleine Projektgebiete untersucht und diskutiert, jedoch erwies sich das als schwierig, daher gibt es auch von der Landesregierung bis jetzt noch keine Zielsetzung.

## **4 Windenergiepotentialstudien**

Hier soll ein Überblick über die bereits bestehenden Potentialstudien von Österreich verschafft und am Ende eine gemeinsame Auswertung erstellt werden.

### **4.1 Analyse vorhandener Potentialstudien zur Windkraft in Österreich**

Es gibt eine hohe Anzahl an Potentialstudien oder –abschätzungen. Im Folgenden werden sieben ausgewählte Studien von 1981 bis 2011 vorgestellt.

#### **4.1.1 Das österreichische Windenergiepotential – Windenergiekarte Österreich**

Walter Pokorny 1981

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Forschung

Die Studie von Walter Pokorny war die erste systematisch erfasste Windenergiepotentialstudie von Österreich. Bereits Ende der Siebziger beauftragte das Bundesministerium für Wirtschaft und Forschung DI Pokorny, um das nutzbare Windenergiepotential von Österreich zu ermitteln. Dieses Potential wurde anhand von vorhandener Daten verschiedener meteorologischen Stationen ermittelt und die Studie 1981 fertiggestellt.

Von der Aufgabenstellung her, sollte nicht eine flächendeckende Windgeschwindigkeitskarte mit einer bestimmten Höhe über Grund entstehen, sondern das realistische Windenergiepotential, sprich eine Aussage zum möglichen Energiegewinn.

Für die realistische Einschätzung des Gesamtpotentials von Österreich, mussten in dem topografisch sehr unterschiedlichen Regionen möglichst viele Windmessdaten gesammelt, ausgewertet und schlussendlich der mögliche Energiegewinn berechnet werden. Es wurden für die Berechnungen eine Nabenhöhe der WEA von 20 m angenommen und die Windgeschwindigkeiten in Klassen von 0,5 m/s eingeteilt. Der Mittelwert der Windgeschwindigkeiten lag zwischen 3,5 und 4 m/s.

Für die Berechnung wurden vier verschiedene Turbinenarten mit unterschiedlichen technischen Konzepten verwendet. Die Windenergieanlagen hatten nach damaligem Stand der Technik Dimensionen mit 15 m Rotordurchmesser und ca. 50 kW Leistung. Um die Werte besser vergleichen zu können, hat Pokorny die

Windenergiedichte in Leistung pro Quadratmeter überstrichener Rotorfläche angegeben.

Pokorny selbst hat auf die Ungenauigkeit von den meteorologischen Daten hingewiesen. Einerseits war das Messnetz mit relativ wenigen Messstationen sehr locker, was für die topografisch unterschiedlichen Gebiete die Umrechnung erschwerte, andererseits die kurzen Messreihen, was die Potentialeinschätzung nur mit Vorbehalten ermöglichte. Ein wesentlicher Punkt ist noch die Bodenrauigkeit, welche die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe bestimmt. Gerade im bodennahen Bereich hatte das massive Auswirkungen. Weiters fehlten Messergebnisse über einen ausreichend langen Zeitraum in verschiedenen Höhen. Daher musste die Rauigkeit aus Berechnungen von Literaturangaben geschätzt werden.

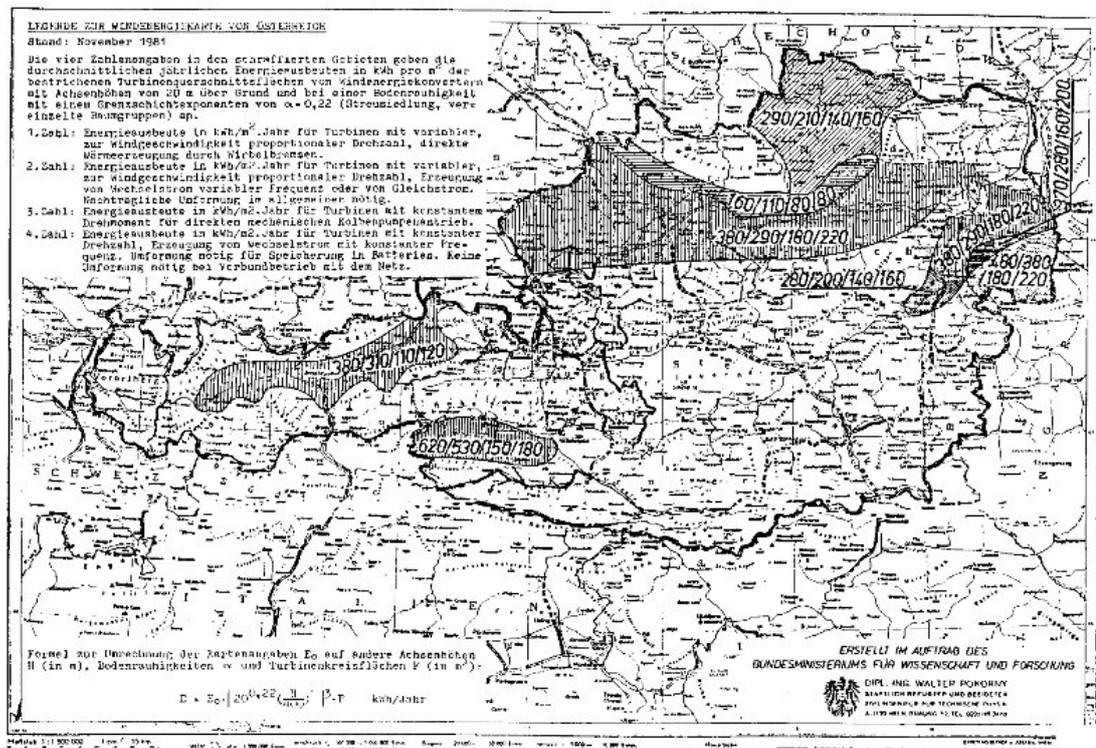


Abbildung 22: Windenergiekarte von Österreich (Pokorny, 1981)

Pro Quadratkilometer Potentialfläche, mit den Annahmen von 10 Rotordurchmessern Abstand der Anlagen zueinander und 250 kWh/m<sup>2</sup>, sollen laut Studie 2 GWh Strom produziert werden können. Pokorny kommt auf ein technisch realisierbares Windenergiepotential für Österreich von 6.000 -10.000 GWh. Sein Umsetzungskonzept besteht aus 150.000 Windenergieanlagen mit 15 m Rotordurchmesser und 20 m Nabenhöhe. (Pokorny, 1981)

#### 4.1.2 Windenergie in Österreich

Christian Salletmaier und Hans Winkelmeier 1994

Im August 1994 wurde eine umfangreiche Studie von der Energiewerkstatt (heute Energiewerkstatt Verein) zum Thema Windenergie abgeschlossen. Wirtschaftliche, meteorologische und technische Voraussetzungen wurden geprüft und sogar auf energie- und weltpolitische Fragen wurde eingegangen.

Für die Untersuchung des Windpotentials diente unter anderem die Studie von Pokorny als eine der Grundlagen. Mit Ende des Jahres 1994 gab es 18 Windenergieanlagen wovon 5 netzgekoppelt waren (Tabelle 8). Der Startschuss der professionellen und kommerziellen Windenergienutzung ist gefallen.

Tabelle 8: Netzgekoppelte Windkraftanlagen in Betrieb 1994 (Christian Salletmaier, 1994)

<b>NETZGEKOPPELTE WINDKRAFTANLAGEN IN BETRIEB</b>		
<i>Standort</i>	<i>Leistung (kW)</i>	<i>Jahresertrag (kWh)</i>
WKA Kern, Wagram/Donau, N.Ö.	150,0	310.000
WKA St.Pölten, Straßenmeisterei, N.Ö.	110,0	160.000
WKA Zistersdorf, Straßenmeisterei, N.Ö.	30,0	40.000
WKA Sonne-Wind-Energieprojekt, Salzburg	10,0	9.600
WKA Gerasdorf	0,6	400
<b>GESAMT</b>	<b>300,6</b>	<b>520.000</b>

Durch die technische Weiterentwicklung konnte auch das Windenergiepotential anders eingeschätzt werden. Mit 12 exemplarischen Standorten in Österreich (Tabelle 9) wurde ein Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit in 30m Höhe zwischen 4,6 und 6,7 m/s herangezogen. Um eine Potentialabschätzung machen zu können, befanden sich die Messungen in verschiedenen Regionen wie im hochalpinen Raum, im Alpenvorland, auf der pannonischen Platte, im Marchfeld etc.. Diese 12 Standorte wurden auch mit Standorten aus dem Binnenland in der BDR verglichen und es konnten überraschend gute Verhältnisse für Österreich festgestellt werden. Pokorny hat 1981 noch einen Wert von 250 kWh/m<sup>2</sup> errechnet, was jetzt mit neuen Messungen in 30m Höhe auf (für die spezifischen Energieerträge) 310 bis 950 kWh/m<sup>2</sup>\*a gestiegen ist. Dazu kommt noch der technische Fortschritt, was ca. eine Verzehnfachung der Energieproduktion von Windkraftanlage bedeutet. Das von Pokorny beschriebene Windenergiepotential Österreichs von 6.600 – 10.000 GWh, kann mit dem „neuen“ Stand der Technik von

1994 mit „nur“ 12.000 – 15.000 Windkraftanlagen (250-600kW) erreicht werden, anstatt mit 150.000.

Tabelle 9: 12 exemplarische Messungen von Österreich (Christian Salletmaier, 1994)

Nr.	Standort	V <sub>med</sub> (30m) (m/s)	Leistung s- Dichte (30 m) (W/m <sup>2</sup> )	Energie- Dichte (30 m) (kWh/m <sup>2</sup> )	Ertrag 50 kW- Anlage (kWh/m <sup>2</sup> )	Ertrag 150 kW- Anlage (kWh/m <sup>2</sup> )	Ertrag 225 kW- Anlage (kWh/m <sup>2</sup> )	Ertrag 500 kW- Anlage (kWh/m <sup>2</sup> )	Durch- schnittl. Ertrag (kWh/m <sup>2</sup> )
A/01	Bisamberg, W	6,7	321	2.815	134.049	353.725	530.698	1.215.383	858
A/02	Eberschwang, OÖ	5,7	255	2.236	93.201	256.442	387.272	885.911	619
A/03	Feuerkogel, OÖ	5,8	344	3.009	91.796	237.776	372.373	888.850	600
A/04	Golling, Sbg	6,2	476	4.167	122.170	33.514	504.388	1.236.226	823
A/05	Guntersdorf, NÖ	4,7	141	1.234	65.246	166.243	250.584	609.140	414
A/06	Lasseesee, NÖ	5,6	212	1.857	95.704	249.434	374.757	893.021	614
A/07	Michelbach, NÖ	5,7	176	2.417	97.779	258.982	388.664	855.203	621
A/08	Neusiedl/Zoll, Bgl.	5,7	274	2.402	103.408	274.438	409.913	956.491	667
A/09	Regelsbrunn, NÖ	5,8	241	2.111	102.120	267.365	400.045	941.170	654
A/10	Straßwalchen, Sbg	4,6	130	1.141	59.665	150.743	225.269	525.505	421
A/11	Wagram, NÖ	5,2	215	1.881	87.094	228.900	341.228	802.243	558
A/12	Wiesmath, NÖ	6,1	291	2.549	109.597	287.392	435.806	993.464	702

Bei der Kosten/Nutzen Analyse sind Winkelmerier und Salletmaier auf Produktionskosten zwischen 35 ct/kWh und 6,9 ct/kWh gekommen. Anlagen über 500 kW sollen günstigere spezifische Investitions- und Betriebskosten aufweisen und daher wirtschaftlicher betrieben werden können, als Anlagen unter 100 kW.

Zur Potentialabschätzung wird ein Ausblick in die Zukunft formulieren, wo es Anlagen mit 1 MW Leistung und 1.300 Volllaststunden geben soll. Hier wird von einer installierten Leistung von 3.500 MW ausgegangen, was eine Produktion von 4.550 GWh/a entspricht. (Christian Salletmaier, 1994)

### **4.1.3 Das Windenergiepotential in Österreich – seine Erfassung und regionale Verteilung**

Georg Kury, Hartwig Dobesch 1999

In der Potentialstudie von Kury und Dobesch wurde das Windenergiepotential mit besseren meteorologischen Daten ermittelt. Zusätzlich wurde auch auf die technischen und rechtlichen Beschränkungen eingegangen.

Zu diesem Zeitpunkt waren für Niederösterreich die meisten Daten wie auch Windkraftanlagen vorhanden und es wurde in der Studie ein spezielles Augenmerk auf Niederösterreich gelegt. Es gab eine Datengrundlage 56 Standorten. Die durchschnittliche Nabenhöhe steigerte sich auf 65m. Für die Berechnung der

Volllaststunden beim damaligen Ausbaustand ergaben sich folgende:

Niederösterreich Ost: 1.940 h/a

Niederösterreich Südwest: 1.760 h/a

Waldviertel: 1.620 h/a

Für einen maximalen Ausbau, mit teilweise schlechteren Standorten, wurden folgende Volllaststunden geschätzt:

Niederösterreich Ost: 1.800 h/a

Niederösterreich Südwest: 1.760 h/a

Waldviertel: 1.500 h/a

Für Niederösterreich konnte man durchschnittliche Volllaststunden von 1690 h/a bestimmen werden, mit der Annahme einer regionale Verteilung von 15% im Waldviertel, 30% im Südwesten und 55% im Osten von Niederösterreich.

Für das restliche Österreich, wo weniger Daten vorhanden waren, wurden ebenfalls die Volllaststunden angegeben. Unter Berücksichtigung der mittleren Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe und der Annahme einer Windturbine, könnte man so die Energieproduktion berechnen.

Für weitere windreiche Regionen von Österreich wurden folgende Volllaststunden angegeben:

Burgenland Nord:	1.800 h/a
Burgenland Mitte:	1.400 h/a
Burgenland Süd:	900 h/a
Oberösterreich (Hügelkuppen):	1.500 h/a
Oberösterreich (sonstige):	1.400 h/a
Übrige Bundesländer (alpine Kammlagen):	1.500 h/a
Übrige Bundesländer (Tallagen):	800 h/a

Für die Berechnung des Energiepotentials wurden einige Annahmen getroffen. Die Turbinenleistung wurde mit 1 MW und der Rotordurchmesser mit 55m angenommen. Bei einem Turbinenabstand mit 4 Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung und 8 Rotordurchmessern in Hauptwindrichtung, ergab das einen Flächenbedarf von 0,1 km<sup>2</sup>/Turbine.

Für die Potentialabschätzung wurden zusätzlich noch einige Gebiete ausgeschlossen. Windschwache Standorte mit Volllaststunden unter 1.400 h/a wurden aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen. Ebenfalls Gebiete wie z.B. Nationalparks, Naturschutzgebiete, Wohngebietsnähe von 800m, Sicherheitszonen von Flughäfen oder militärischen Anlagen und Gewässer sind nicht als Potentialflächen eingeflossen. In den gebirgigen Bundesländern wie Steiermark, Salzburg, Tirol, Vorarlberg und Kärnten sind nur die Kammlagen berücksichtigt worden.

Laut Einschätzungen der Studie gibt es eine Potentialfläche von 185 km<sup>2</sup>, was bei dem genannten Flächenbedarf von 0,1 km<sup>2</sup> und dem Einsatz von 1 MW Turbinen eine installierbare Leistung von 1.850 MW mit einem Ertrag von 3.040 GWh/a ergab. (Kury Georg, 1999)

#### **4.1.4 Ökologische Leitlinie für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich**

Stefan Moidl, Dieter Hornbachner, Dieter Moor, Ulrich Eichelmann, Herbert Schaupp, Jutta Jahrl, Fiona Schweitzer

In der von der E-Control beauftragten Studie wurden die ökologischen Aspekte von den stromerzeugenden erneuerbaren Energieformen, Kleinwasserkraft, Windkraft, feste Biomasse und Biogas untersucht. Primär ging es um die Auswirkungen auf Klima, Luft, Natur, Boden und Wasser. Es wurden Leitlinien formuliert, wie die Umsetzung vom Ökostromausbau ermöglicht werden kann. Für die Zielsetzung wurden EU-Ziele herangezogen und über verschiedene Stromverbrauchszenarien konnte der Ausbaubedarf festgestellt werden.

Zur Quantifizierung möglicher Potentialflächen wurde die Parndorfer Platte als Beispiel herangezogen. Von der Burgenländischen Landesregierung wurde die Erstellung von Eignungs- und Ausschlusszonen in dem ornithologisch sensiblen Bereich in Auftrag gegeben. Von dem untersuchten Gebiet, wurden ca. 8% als Eignungszone ausgewiesen, was ca. 30 km<sup>2</sup> entspricht. Mit der damals üblichen Anlagengröße von 1,5 MW – 1,8 MW und einem Flächenbedarf von 0,1 km<sup>2</sup> kommt man auf 300 Anlagen und ca. 500 MW Leistung. Wenn man das noch mit den dortigen Volllaststunden von 1.900 h/a multipliziert, kommt man allein auf der Parndorfer Platte auf eine Stromproduktion von 950 GWh/a.

Die zweitgrößte Region mit Windenergiepotential ist das Marchfeld. Die Studie geht beim Marchfeld ebenfalls von 8% nutzbarer Fläche aus. Dies würde eine zusätzliche Fläche von 75 km<sup>2</sup> für Windparks bedeuten. Es wird berechnet, dass 1.300 MW oder 2.500 GWh Stromproduktion erzielt werden kann.

Neben den großen Gebieten, werden auch noch weitere kleinere Flächen erwähnt und ergibt ein gesamtes Potential vom Osten Österreichs zwischen 5.000 und 10.000 GWh an.

Im Südwesten Niederösterreichs, dem Waldviertel und der Steiermark werden auch noch Potentiale von 600 MW oder 1.000 GWh/a gesehen.

In Kärnten und Salzburg spricht die Studie von 50 – 100 MW. Oberösterreich hätte zwar gute Windverhältnisse, kann jedoch diese durch die dichte Siedlungsstruktur kaum nutzen. In den restlichen Bundesländern kann ebenfalls kaum mit einem realisierbaren Potential gerechnet werden. (Stefan Moidl, 2003)

#### **4.1.5 Dynamic cost-resource curves for electricity from renewable energy sources and their application in energy policy assessment**

Gustav Resch 2005

In der Dissertation von Gustav Resch wählt er einen neuen Ansatz im Bereich der Modellierung energiepolitischer Instrumente. Er entwickelt dynamische Kosten Potentialkurven speziell für Strom aus erneuerbaren Quellen, welche folgende Aspekte beinhalten:

- Eine Beschreibung von Kosten und Potentialen von Erneuerbarer Energie
- Modellierung von technologischen Veränderungen, also dynamischen Kosten- und Effizienzentwicklung, wie z.B. Lernkurven
- Einbringung von nicht-ökonomischen Barrieren (Technologiediffusion)

Für die Ermittlung vom Energiepotential werden verschiedene Berechnungsgrundlagen angegeben. Die Investitionskosten werden zwischen 945 und 1050 EUR/kW und die Betriebskosten zwischen 36 und 40 EUR/kW\*a angenommen. Die Erhebung des realisierbaren Potentials wird Schritt für Schritt festgesetzt. Wesentlich sind bestehende Forschungsprojekte, Expertendiskussionen und sogenannte „constrain indicators“. Diese Indikatoren sind beispielsweise der Windenergieanteil am gesamten Stromverbrauch, Windkraftpotential pro Einwohner oder Windenergiepotential pro Landfläche. Mit Informationen über die Landnutzung, werden Landpotentiale erstellt. Diese Gebiete werden danach in eine Windressourcenkarte implementiert, um mit Hilfe von mittlerer Windgeschwindigkeit und Rauigkeitsgrad, den Energiegehalt zu berechnen. Es wurde in dieser Dissertation eine Windenergieanlage mit einer durchschnittlichen Anlagengröße von 2 MW angenommen.

Als realisierbares Windenergiepotential bis 2020 werden ca. 5.000 GWh/a angegeben.

#### **4.1.6 REGIO Energy – Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotentiale in den Jahren 2012/2020**

Gregori Stanzer, Stephanie Novak 2010

Regio Energy untersuchte 2010 zum ersten Mal die österreichischen erneuerbaren Energiepotentiale auf Bezirksebene. Hierbei wurden zehn verschiedene erneuerbare Energietechnologien genauer betrachtet. Neben dem Gesamtpotential werden auch zwei Zukunftsszenarien für 2012 und 2020 entwickelt.

Für die Modellierung der technischen und der reduzierten technischen Potentiale wurde der Top-Down Ansatz gewählt. Hierbei werden geeignete Flächen, in unserem Fall für Windkraft, unter bestimmten Kriterien bestimmt und mit dem möglichen Energieertrag pro Fläche multipliziert. Im ersten Abstufungsschritt wird über einen GIS-Rasterdatensatz (250x250m) die mittlere Windgeschwindigkeit in 100m Höhe über Grund festgestellt. Es werden nur mehr die Flächen mit einer mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit von  $> 4$  m/s in 100m Höhe über Grund für die weitere Beurteilung herangezogen und bilden somit die Basis der Annahmen.

Die Winddaten stammen vom Projekt „Alpine Windharvest“, wo für den gesamten Alpenraum in den Jahren 2002-2005 länderübergreifend eine gemeinsame Karte erstellt worden ist. Die Standardabweichungen der Modellierung reicht von  $\pm 1,5$  m/s. Diese Angaben sind wichtig, da die enthaltene Leistung im Wind, überproportional von der Windgeschwindigkeit abhängt. Um genau zu sein, steigt der Energieinhalt des Windes mit der dritten Potenz seiner Geschwindigkeit, was für den betrachteten Bereich in etwa eine Abweichung vom Doppelten oder der Hälfte der Energieproduktion bedeutet.

Als weiteren Schritt werden die Potentiale Schritt für Schritt, wie Abbildung 23 abgebildet, abgeschichtet:



Abbildung 23: Kriterien zur Ermittlung der Potentiale (Stanzer, 2010)

### Abschichtungsschritt – Technisches Potential 2008

Es werden die Basis-Potentialflächen mit einer mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit von > 4 m/s herangezogen. Ausgeschlossen von diesen Flächen werden Flächen mit bestehenden Nutzungen wie z.B. Siedlungsflächen, fließende und stehende Gewässer, Flächen  $\geq 2.000$  m Seehöhe und steile Flächen  $\geq 20\%$  Hangneigung. Die technische Potentialfläche für Windenergie österreichweit beträgt unter Berücksichtigung der Kriterien  $7.300 \text{ km}^2$ . Dies ergibt in weiterer Folge ein technisches Potential von  $110 \text{ TWh/Jahr}$ .

### Abschichtungsschritt – Reduziertes technisches Potential 2008

Das reduzierte technische Potential baut auf dem technischen Potential auf. Es werden im Rahmen einer GIS-Modellierung folgende Ausschlusszonen abgezogen:

- 1.000m Abstand zu Siedlungen
- 200m Abstand zu Nationalparks, Landschaftsschutzgebiete, Naturschutzgebiete und Natura 2000 Gebieten
- 200m Abstand zu hochrangigem Verkehrsnetz (Eisenbahn, Autobahn, Schnellstraßen, Bundesstraßen)
- 1.000m Abstand zu Flughäfen

Unter Berücksichtigung all dieser Faktoren, ergibt sich ein wesentlich kleineres Potential mit 2.800 km<sup>2</sup> und in weiterer Folge ein reduziertes technisches Potential von 42 TWh/Jahr.

In Abbildung 24 kann das reduzierte technische Potential auf Bezirksebene gesehen werde. Die Top Bezirke sind Neusiedl am See, Gänserndorf, Mistelbach, Bruck an der Leitha und Waidhofen an der Thaya.

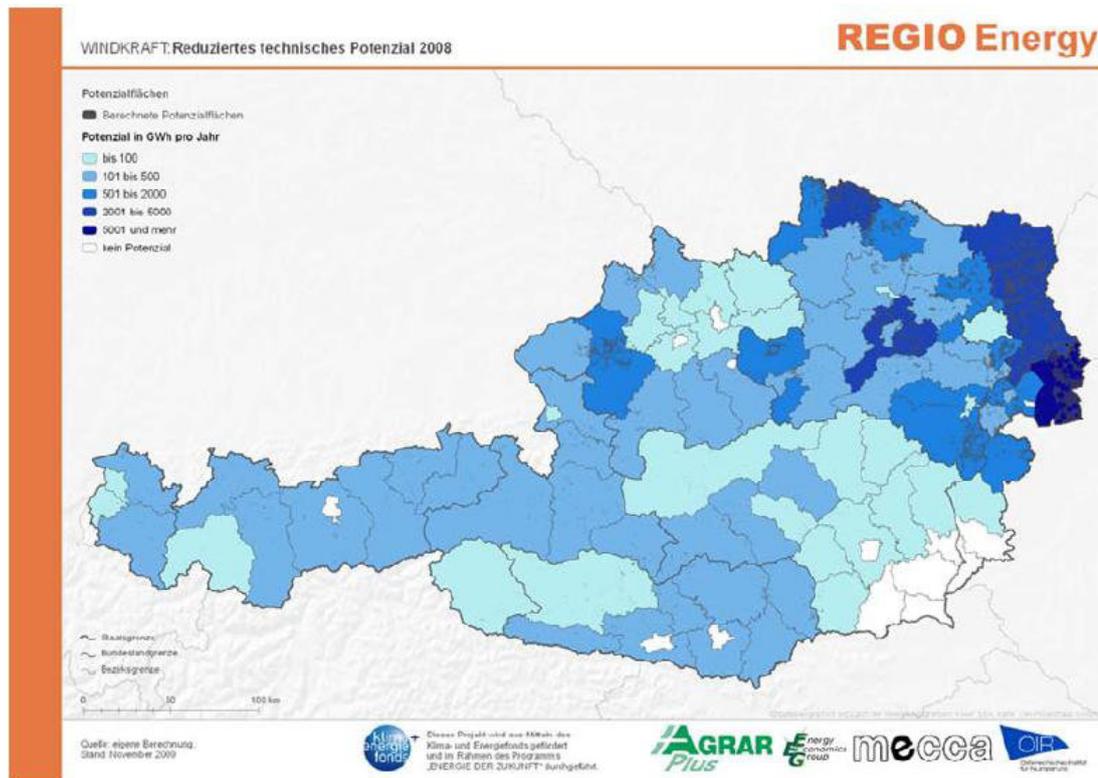


Abbildung 24: Reduziertes technisches Windenergiepotential 2008 auf Bezirksebene (Stanzer, 2010)

In der Studie wurden auch Zukunftsszenarien für 2012 und 2020 erstellt. Hier wurde jedoch der Bottom-up Ansatz gewählt, wo die Anlagendiffusion und deren Wachstumsrate der Windkraft seit Mitte der 1990er zugrunde liegt. Es wurden drei Szenariotypen, MINI, MIDI und MAXI mit folgenden Kriterien erstellt:

**MINI** – Schwächster historischer Anlagenzuwachs (2006-2008)

**MIDI** – Stärkster historischer Anlagenzuwachs (2002-2006)

moderates Repowering

Leistungszuwächse ab 2014

**MAXI** – Stärkster historischer Anlagenzuwachs (2002-2006)

Starkes Repowering

Leistungszuwächse ab 2014 und Starke Förderungen

Das Ergebnis für das Zukunftsszenario 2020:

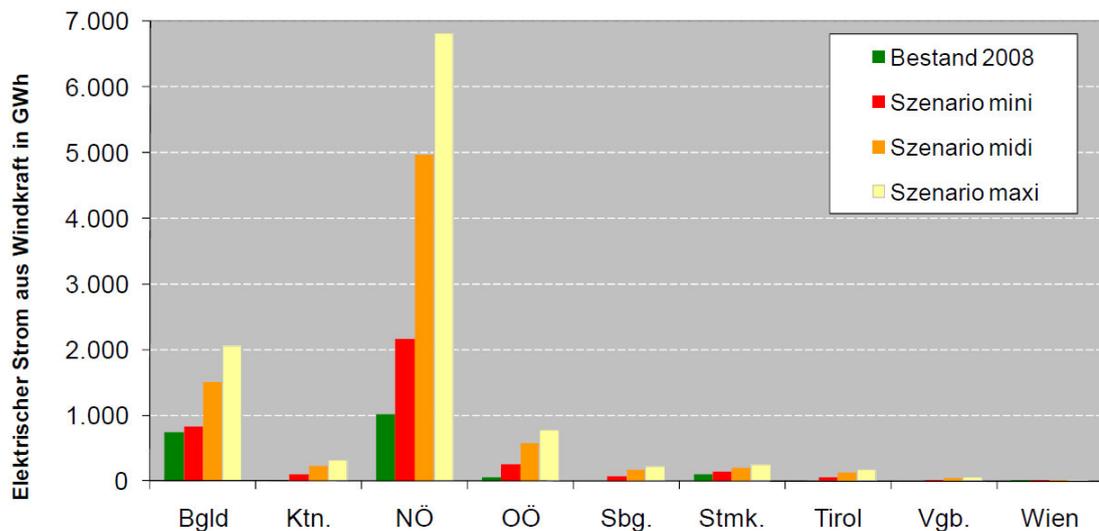


Abbildung 25: Zukunftsszenarien 2020 Bundesländervergleich (Stanzer, 2010)

Es ist klar zu erkennen, dass Niederösterreich das mit Abstand höchste Potential aufweist. Bis 2020 soll es sogar für etwas mehr als für die Hälfte vom österreichischen Windenergieausbau verantwortlich sein. Burgenland folgt mit ca. 1/4 des österreichischen Ausbaus. Der Rest verteilt sich auf Oberösterreich, Steiermark, Kärnten, Salzburg, Tirol, Vorarlberg und Wien.

#### 4.1.7 Windatlas und Windpotentialstudie Österreich

Andreas Krenn 2011

In diesem Kapitel, soll ähnlich wie in den Punkten zuvor, ein Überblick und die Ergebnisse vom Windatlas vorgestellt werden. Im nächsten Kapitel wird der Windatlas ausführlicher erklärt, da es als Basistool für die Berechnung des realistischen Potentials dienen wird.

Der Windatlas ist die letzte, breit aufgesetzte Windpotentialstudie Österreichs. In dieser Studie wird das „theoretisch maximal mobilisierbare“ Windenergiepotential dargestellt. Als Berechnungsansatz hierfür wurde zum ersten Mal eine Verschränkung einer dynamischen Modellierung mit einem geostatischen Interpolationsverfahren verwendet. Durch die Kombination dieser entscheidenden Faktoren, konnte die Einschätzung der unterschiedlichen Geländestrukturen und Windressourcen verbessert werden. Eine der wesentlichsten Qualitätsmerkmale der Studie ist die große Anzahl der Daten. Es sind über 250 reale Windmessungen und Energieerträge von bestehenden Windkraftanlagen eingeflossen.

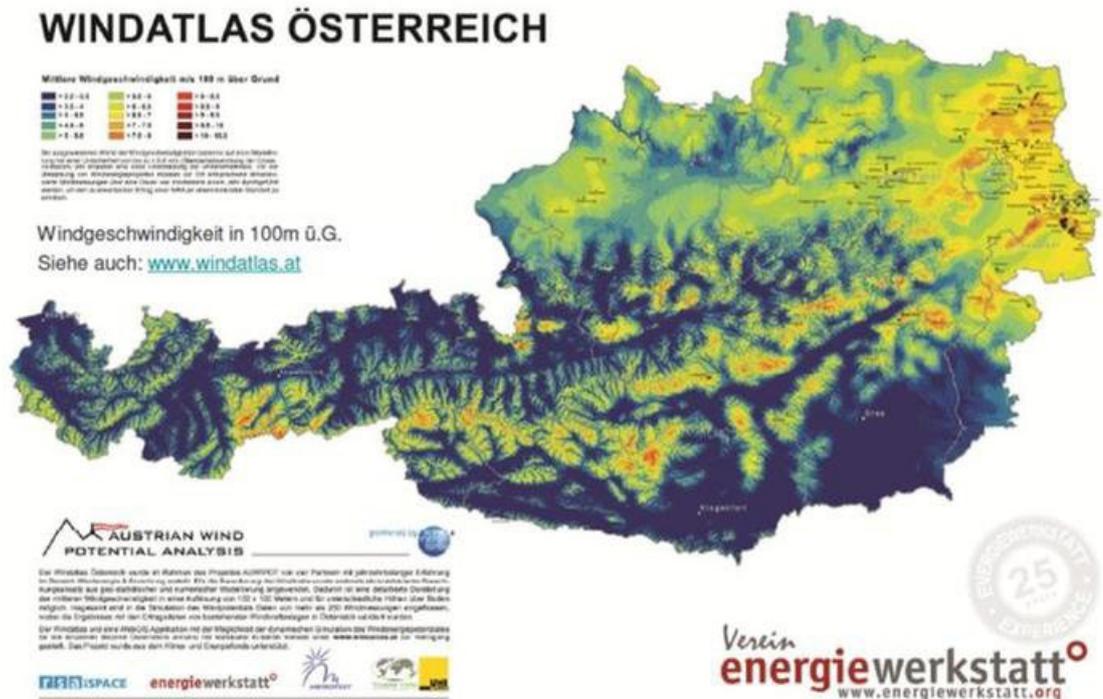
In die Studie eingeflossene Messungen:

- Private Messungen 124 Stationen
- ZAMG 65 Stationen
- Landesregierung 36 Stationen
- Deutscher Wetterdienst 8 Stationen
- Südtiroler Wetterdienst 6 Stationen
- Universität Innsbruck 2 Stationen
- MeteoSchweiz 13 Stationen

Zuerst wurde eine Windfeldmodellierung erstellt und danach folgte die anfangs erwähnte Verschränkung mit einem Geografischen Informationssystem (GIS), um die Modellierung durchzuführen. Es wurde ein räumliches Modell entwickelt, welches das „theoretisch maximal mobilisierbare“ Windkraftpotential von Österreich abbilden kann.

Die Kriterien wurden in internationalen Expertenworkshops definiert, um möglichst unparteiische und breite Erfahrung mit einfließen lassen zu können.

Das Ergebnis kann sich durchaus zeigen lassen. Das Zusammenspiel der numerischen Modellierung und dem geostatistischen Ansatz weist schlussendlich eine absolute Ungenauigkeit mit 0,8m/s auf, was ein besseres Resultat ist, als bisher mit rein geostatistischen Windkarten erreicht werden konnte.



Als Standard sind 2,0 MW Anlagen mit einem etwas geringen Abstand zu Siedlungsgebieten mit 903m und Verkehrslagen mit 165m angegeben. Für mehr Details darf ich auf die Homepage [www.windatlas.at](http://www.windatlas.at) verweisen.

Als Ergebnis erhalten wir das theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential von Österreich mit einer installierten Leistung von 13.138 MW oder einer Produktion von 31.063 GWh/a. (Krenn, 2011)

## 4.2 Zusammenfassung vorhandener Potenzialstudien

In den vorangegangenen Seiten wurden sieben ausgewählte Studien beschrieben. Es gäbe noch viele mehr, doch erschien mir diese Auswahl als ausreichend, um einen Überblick der Studien der vergangenen gut 30 Jahre zu erhalten.

Die Ergebnisse reichen von einer Stromproduktion von 3.040 GWh/a (Kury) bis 41.659 GWh/a (Stanzer, Novak).

**Pokorny** beispielweise kommt 1981 auf ein technisch realisierbares Windenergiepotential für Österreich von 6.000 -10.000 GWh. Sein Umsetzungskonzept besteht aus 150.000 Windenergieanlagen mit 15m Rotordurchmesser und 20m Nabenhöhe. (Pokorny, 1981)

Basierend auf Pokorny haben **Salletmaier und Winkelmeier** 1994 einen Ausblick in die Zukunft formuliert, wo es Anlagen mit 1 MW Leistung und 1.300 Volllaststunden geben soll. Hier wird von einer installierten Leistung von 3.500 MW ausgegangen, was eine Produktion von 4.550 GWh/a entspricht. (Christian Salletmaier, 1994)

**Kury** erstellte 1999 eine Studie mit einem großen Augenmerk auf Niederösterreich, wo unter anderem 56 Windmessstandorte mit eingeflossen sind. Laut seinen Einschätzungen es eine Potentialfläche von 185 km<sup>2</sup>, was bei dem genannten Flächenbedarf von 0,1 km<sup>2</sup> und dem Einsatz von 1 MW Turbinen eine installierbare Leistung von 1.850 MW mit einem Ertrag von 3.040 GWh/a ergab. (Kury Georg, 1999)

Stefan **Moidl**, Geschäftsführer der Interessensgemeinschaft Windkraft arbeitete 2003 bei der Studie „Ökologische Leitlinie für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich“ mit. Er gibt ein gesamtes Potential von Österreich zwischen 6.000 und 11.000 GWh an, wobei 5.000 – 10.000 GWh auf den Osten Österreichs fallen. (Stefan Moidl, 2003)

Gustav **Resch** wählte einen neuen Ansatz im Bereich der Modellierung energiepolitischer Instrumente. Er entwickelte dynamische Kosten Potentialkurven speziell für Strom aus erneuerbaren Quellen. Für die Abschätzung über ca. 5.000 GWh/a des realisierbaren Windenergiepotentials bis 2020, bediente er sich auch einer Windressourcenkarte und nahm eine Anlagengröße von 2 MW an.

Gregori **Stanzer** und Stephanie **Novak** untersuchten im Rahmen von „Regio Energy“ zum ersten Mal im Jahr 2010 die österreichischen erneuerbaren Energiepotentiale auf Bezirksebene. Kommend von der Raumordnung haben sie über verschiedene Abschichtungsprozesse eine Einschätzung über das österreichische Windenergiepotential getroffen. Nach der ersten Abschichtung wurde das *technische* Potential von 110 TWh/a auf 7.300 km<sup>2</sup> festgestellt. Im zweiten Schritt wurden noch verschiedene Abstandsregelungen zu Windkraft berücksichtigt und sie kamen auf ein wesentlich kleineres Potential mit 2.800 km<sup>2</sup> und in weiterer Folge ein *reduziertes technisches* Potential von 42 TWh/Jahr.

Der Windatlas von Andreas **Krenn** ist die letzte, breit aufgesetzte Windpotentialstudie Österreichs. In dieser Studie wird das „theoretisch maximal mobilisierbare“ Windenergiepotential dargestellt. Die Stärke vom Windatlas ist die Genauigkeit durch die vielen Messungen und Ertragsdaten, und die Verschränkung einer dynamischen Modellierung mit einem geostatistischen Interpolationsverfahren. Für die Berechnungen wurden die Standarddaten angenommen. Als Ergebnis erhalten wir das theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential von Österreich mit einer installierten Leistung von 13.138 MW oder einer Produktion von 31.063 GWh/a. (Krenn, 2011)

In Abbildung 27 sind die Windpotentiale Gesamt (dunkelblau), die Windpotentiale bis 2020 (hellblau), die Ziele bis 2020 und der Bestand von 2012 nochmal zusammengefasst dargestellt.

Bei einer Betrachtung der dunkelblauen Gesamtpotentiale ist ein Trend zur Steigerung erkennbar. Die Studien von 1981 bis 2003 bewegen sich zwischen 3 und 11 TWh, wohingegen die neueren Studien von 2010 und 2011 sich bei gut 30 bis gut 40 TWh einpendeln.

Die 2020 Prognosen decken sich relativ gut mit den EU 2020 und den Ökostromzielen, wobei eine leichte Übererfüllung prognostiziert wird.

Die Produktion 2012 soll nur einen Vergleichswert liefern. Es ist zu erkennen, dass in etwa eine Verdoppelung der Windstromproduktion für die Zielerreichung notwendig sein wird.

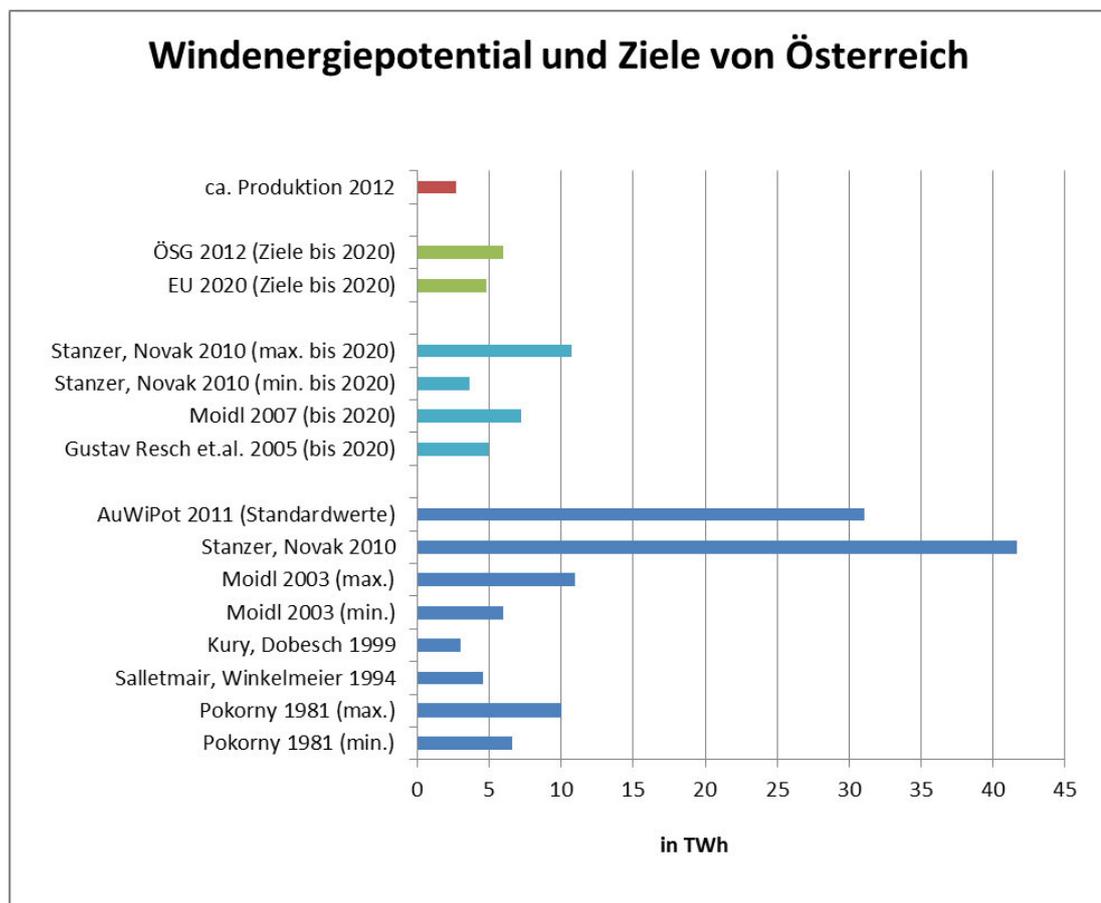


Abbildung 27: Windenergiepotentiale und Ziele von Österreich (eigene Zusammenstellung)

## 5 Realistisches Windenergiepotential

Die Ermittlung vom realistischen Windenergiepotential wird in zwei Phasen aufgeteilt:

Phase 1: Ermittlung vom theoretisch maximal mobilisierbaren Potential

Phase 2: Politische und fachliche Abschtichtung basierend auf Phase 1

Für Phase 1, zur Ermittlung vom theoretisch maximal mobilisierbaren Potential bedienen wir uns dem vorher schon erwähnten Tool dem Windatlas. In diesem Tool kann man durch Eingabe von einer Vielzahl von Parametern eigene Szenarien erstellen und eine Auswertung auf Bezirksebene erlangen. Nach der Auswertung vom maximal mobilisierbaren Potential, gehen wir in Phase 2 über, und ermitteln den Reduktionsbedarf, bedingt durch politische und fachliche Faktoren.

### 5.1 Theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential (Phase 1)

Der Windatlas, auch unter AuWiPot (Austrian Wind Potential Analysis) bekannt, wurde unter der Leitung von DI Andreas Kenn (Energiewerkstatt Verein) von 2009-2011 entwickelt. Ziel der Studie war es, eine möglichst genaue Windkarte zu erstellen indem man durch einen kombinierten Modellierungsansatz die bekannten Fehler minimierte.

Als Ergebnis erhielt man eine flächendeckende Ressourcenkarte auf Bezirksebene für Österreich. Um die Erstellung der Ressourcenkarte zu verstehen, soll hier ein kleiner Überblick über Methodik geschaffen werden.

Für die Erstellung der Ressourcenkarte, sind drei wesentliche Arbeitsschritte notwendig:

1. Erstellung einer Windfeldkarte – sammeln, auswerten und modellieren von Winddaten
2. Kriterienfestlegung für Potentialmodellierung
3. Modellierung vom theoretischen Potential – Verschränkung der Windfeldkarte mit GIS-Daten basierend auf der Kriterienfestlegung

### 5.1.1 Erstellung einer Windfeldkarte

Für die Erstellung der Windfeldkarte wurde im ersten Schritt die Sammlung von möglichst vielen Windmessungen notwendig. Der aufwendige Prozess der Datensammlung ergab am Ende einen Datensatz von 254 Messungen. Die größte Anzahl und qualitativ sehr wertvollen Messungen von 124 Privaten, trug einen wesentlichen Teil zur Genauigkeit der Studie bei. Aus dem dichten Stationsmessnetz der ZAMG wurden ebenfalls 65 Messstationen zur Verfügung gestellt. Teilweise war es jedoch schwierig die 10m Messungen auf 100m hoch zu skalieren. Nichts aussagende Messungen wie z.B. eine 10m Messung neben einem Baum oder einem Haus wurden daher aussortiert. Zum Schluss flossen in etwa 200 Messungen mit ein.

Bei der Modellierung wurden die Ergebnisse vom numerischen Wettermodell MM5, die Windmessungen und das digitale Höhenmodell SRTM verwendet, um die gewünschte horizontale Auflösung von 100x100m abbilden zu können.

Als letzte Verbesserung des Modells wurden noch Ausreißer von lokalen Messungen ausgeschlossen.

Für die Unsicherheitsanalyse (Abbildung 28) wurde ein Kreuzvalidierungs-Verfahren angewandt, indem man einzelne Messpunkte entfernte und mit dem Modell nachrechnete.

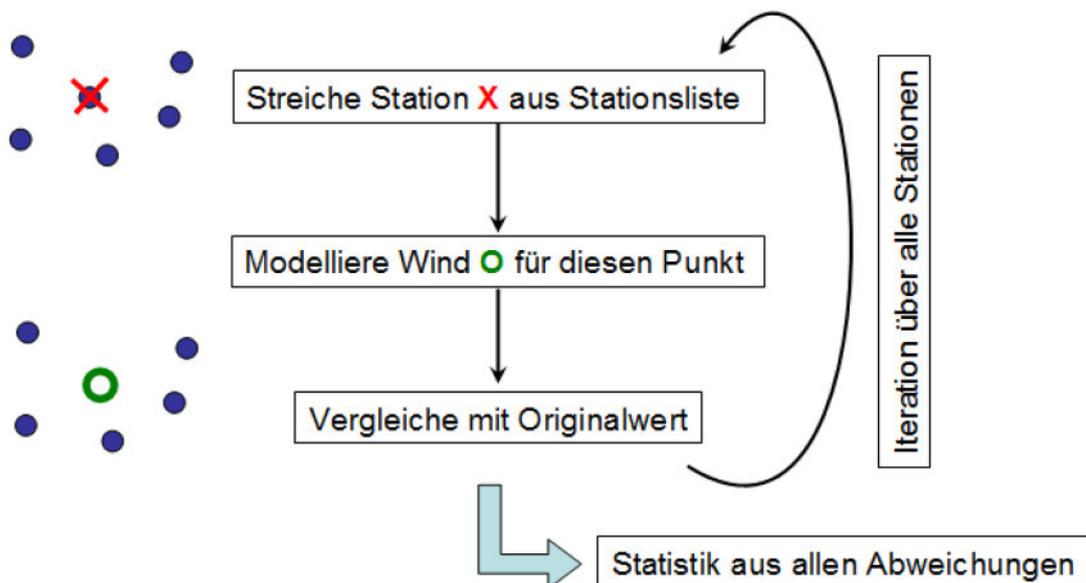


Abbildung 28: Schematischer Ablauf der Unsicherheitsanalyse (Krenn, 2011)

Die Differenzen der Messpunkte und der modellierten Werte ergab die statische Unsicherheit. Aus der Variabilität der Differenzwerte kann die Standardabweichung ermittelt werden, welche bei 0,8m/s liegt, was auch als generelle Unsicherheit bei der Karte angegeben wird.

In Abbildung 29 sind die Konturen der Unsicherheiten der mittleren Windgeschwindigkeit auf 100m über Grund für ganz Österreich zu erkennen. Entscheidend ist hier, die regionale Verteilung der Potentiale. Wie schon unter Punkt 4.1.4 von Moidl erwähnt wurde, ist in den östlichen Regionen von Österreich mit dem größten Potential zu rechnen und genau hier kann auch von geringsten Unsicherheiten ausgegangen werden. (Dies ist bedingt durch die vielen bestehenden, meist privaten Messungen und Bestandsanlagen sowie durch das verhältnismäßig wenig komplexe Gelände)

0,4m/s Unsicherheit ist für eine Windfeldkarte in diesem Ausmaß ein hochpräziser Wert und gilt im Falle von Österreich für ca.  $\frac{3}{4}$  der nutzbaren Potentialflächen. Dies stellt eine privilegierte Ausgangslage für eine aussagekräftige Potentialstudie dar.

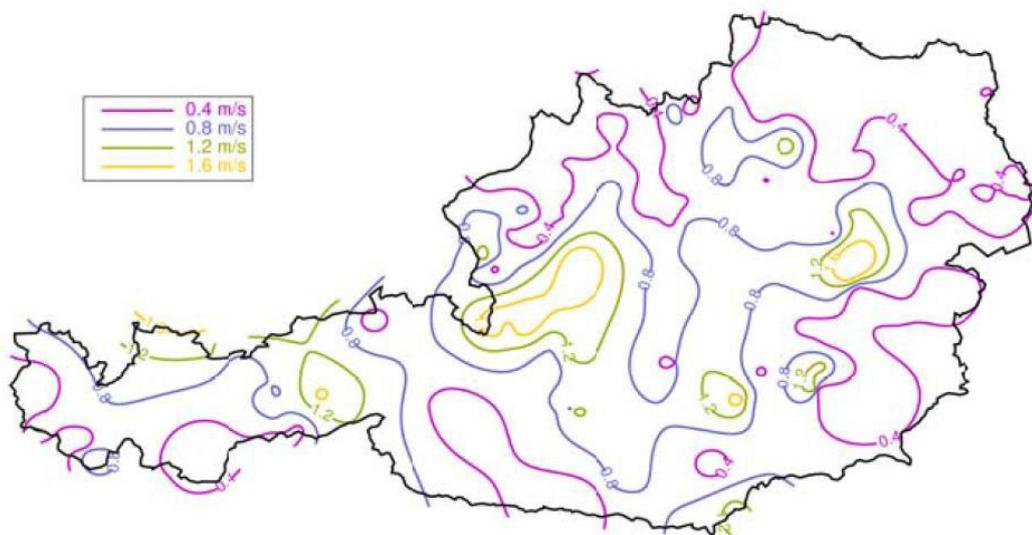


Abbildung 29: Konturen der Unsicherheiten der mittleren Windgeschwindigkeiten auf 100m über Grund (Krenn, 2011)

Die Daten wurden für das Windpotentialmodell aufbereitet, um einen möglichst freien Kriterienfestlegung zu ermöglichen, welche im nächsten Punkt folgt.

### **5.1.2 Kriterienfestlegung für Potentialmodellierung**

Der Windatlas verfügt über eine WEB-Applikation, mit dem eigene Szenarien generiert werden können. Diese Oberfläche machen wir uns zum Nutzen und erstellen ein angepasstes Szenario. Die Kategorien sind in drei Teilbereiche aufgeteilt:

- Technisch-ökonomische Parameter
- Landnutzung & Schutzgebiete
- Topographische Parameter

Die Parameter wurden in Expertenrunden von namhaften Windkraftbetreibern in einem mehrstufigen Prozess erarbeitet und werden folgend noch detaillierter erläutert.

### **Sammeln der Datensätze**

Für die GIS basierende Auswertungen ist eine große Anzahl an Datensätzen von verschiedenen Instituten mit eingeflossen.

Verwendete geografische Datensätze (und deren Ursprung):

- Topographie (digitales Geländemodell des BEV)
- Landnutzung (CORINE LANDCOVER)
- Siedlungen und Gebäude (Gebäuderasterdatensatz der Statistik Austria)
- Verkehrswege (Open Street Map)
- Schutzgebiete
- Windturbinen Bestand

### 5.1.2.1 Technisch-ökonomische Parameter

In Abbildung 30 ist exemplarisch die Eingabemaske der technisch-ökonomischen Parameter in dem web-gestützten Onlinetool darstellt.

Abbildung 30: Eingabemaske Windatlas für technisch-ökonomischen Parameter (Krenn, 2011)

#### Strompreisszenario

Für die Eingabe beim Strompreisszenario wurden die 9,7 ct/kWh gewählt. Dieser Wert stammt von 2011 und wurde mittlerweile auf 9,45 ct/kWh gesenkt. Es werden auch in Zukunft weitere Tarifabsenkungen erwartet. Um die Tariffdifferenz zu kompensieren, wurden im Gegenzug die Basiskosten im Verhältnis dazu großzügiger angenommen.

Ein energiepolitisch finanzieller Anreiz, wie z.B. die bewährte Tarifförderung, wird jedoch nötig sein, um den Unterschied vom Marktpreis zu kompensieren. Der Einbruch vom Windenergieausbau 2007 welcher in Abbildung 9 zu erkennen war, resultierte genau aus einer zu starken Senkung vom Einspeisetarif auf 7,55 ct/kWh. Der Vorteil bei Windenergie ist jedoch, dass der Preis der Stromproduktion für die

nächsten zwanzig Jahre relativ genau vorhersagbar ist, da es keine nachträglichen Preisschwankungen von der verwendeten Ressource Wind geben wird. Diese Sicherheit bekommt man von der intransparent, ja teilweise sogar versteckt geförderten fossilen Produktion nicht.

### Technische Parameter des Anlagentyps

Der Trend geht immer mehr in Richtung Schwachwindanlagen, was einen größeren Rotordurchmesser und einen kleineren Generator mit sich bringt. In den letzten Jahren sind die Anlagengeneratoren jedoch rapide gewachsen (Abbildung 31). Dieser sensationelle Technikfortschritt scheint noch nicht beendet zu sein. In dem kleinstrukturierten Österreich, mit den verhältnismäßig kleinen Potentialflächen ist jedoch nicht nur die Technik entscheidend. Je größer der Generator ist, desto größer müssen auch der Rotor und die Nabenhöhe werden. Diese mächtigen Anlagen stoßen immer mehr auf Widerstand in der Bevölkerung. Die Kombination vom technischen Fortschritt und der Akzeptanz im kleinstrukturierten Österreich hat das Ergebnis von einer durchschnittlichen Leistung der zukünftigen Anlagen mit 3.500 kW ergeben.

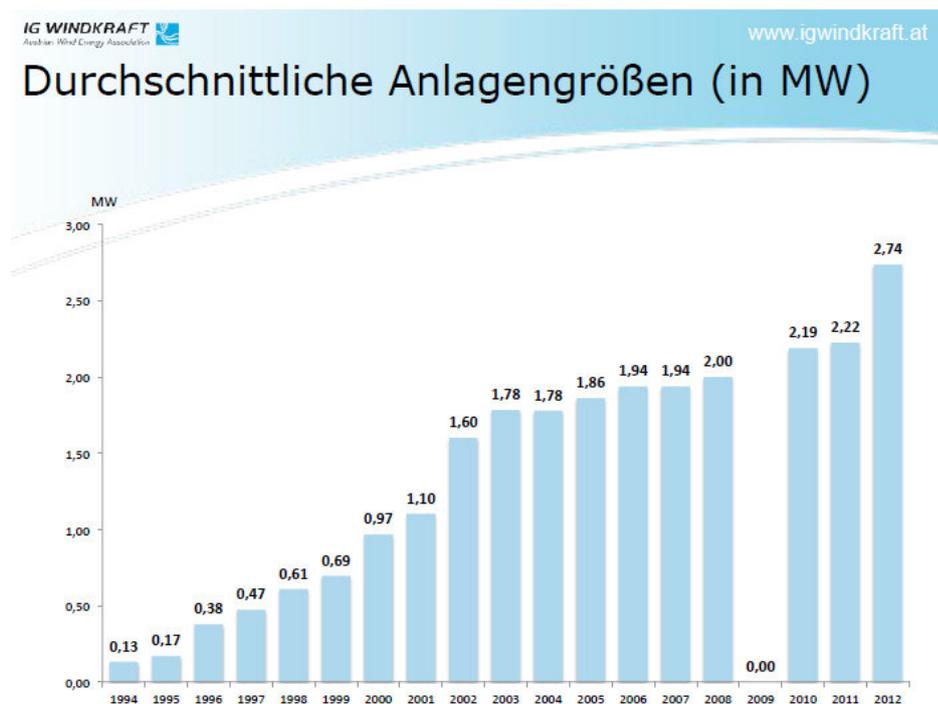


Abbildung 31: Durchschnittliche installierte Anlagengröße (in MW) in Österreich (IGW)

Die spezifische Leistung kann zwischen 400, 500 und 600 W/m<sup>2</sup> gewählt werden. Hier wurde 400 W/m<sup>2</sup> ausgewählt, um auch die windschwächeren Regionen in das Potential mit aufzunehmen.

### **Ökonomische Parameter**

Die Basiskosten wurden, wie schon erwähnt, leicht erhöht auf 600 €/m<sup>2</sup> für die Bundesländer Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich und Wien angenommen. Für die restlichen Bundesländer, wurde für die Erschwernis durch die Hügel und Berglagen ein Zuschlag von 50 €/m<sup>2</sup> aufgeschlagen.

Der interne Zinssatz wurde für das doch etwas risikoreichere Windgeschäft auf 8,5%, die Abschreibung auf 13 Jahre (Tariflaufzeit), die Betriebskosten auf 4% von den Investitionskosten und die jährliche Betriebskostensteigerung auf 2% festgelegt.

### **5.1.2.2 Landnutzung & Schutzgebiete**

#### **Landnutzung**

Für die Generierung des theoretischen Potentials wurden folgende Landnutzungskategorien inkludiert:

- Ackerland / agrarwirtschaftliche Nutzflächen
- Grünland und naturnahe Flächen
- Waldflächen

Nicht inkludierte Landnutzungskategorien waren folgende:

- Feuchtflächen
- Abbauf Flächen, Deponien, Konversionsflächen
- Städtische / städtisch geprägte Grünflächen
- Wasserflächen / Gletscher / Industriegebiete / städtisch geprägte Flächen

## Schutzgebiete

Inkludierte Schutzgebiete:

- Landschaftsschutzgebiete

Nicht inkludierte Schutzgebiete:

- Natura 2000 / Pflanzenschutz- / Ruhegebiete / geschützte Landschaftsteile
- Nationalparks / Naturschutzgebiete / Schutzgebiet Park

Die inkludierten Flächen sind meist schon bewirtschaftete Acker-, Grün- oder Waldflächen, wo die Möglichkeit einer weiteren Erntefläche im 2. Stock ermöglicht wird. Auch Landschaftsschutzgebiete sind hier inkludiert, da diese auch in der Praxis nicht kategorisch ausgeschlossen werden können. Sehr wohl sind Naturschutzgebiete und jegliche Flächen mit hohem Naturschutzbezug und sensible Flächen, von denen es oft nur wenige gibt (z.B. Wasserflächen, Gletscher, städtisch geprägte Grünflächen), ausgenommen.

Bestehende Anlagenstandorte wurden natürlich als Potentialgebiet behandelt, um das gesamte theoretische Potential von Österreich zu erhalten.

### 5.1.2.3 Topographische Parameter

Als topographische Beschränkung wurden folgende Parameter festgelegt:

- Maximale Seehöhe von 2000m
- Maximale Hangneigung von 15°
- 1350m Distanz zu Siedlungsgebieten
- 270m Distanz zum übergeordneten Straßen- und Schienennetz

Die erhöhte Distanz zu Siedlungsgebieten von 1.200m auf 1.350m ist für eine realistische Bewertung notwendig, da einerseits die Gemeinden tlw. mehr Abstand verlangen und andererseits die strengen Schallrichtlinien dies in der Regel erfordern.

Der Abstand von 270m zu übergeordneten Straßen- und Schienennetzen entsteht durch mehrere Faktoren. Der ausschlaggebendste ist jedoch die Personensicherheit, die unter anderem auch bei Eisabfall gegeben sein muss. Gutachten vom Risikoforscher Prof. Kromp, ergeben einen nötigen Sicherheitsabstand von Gesamthöhe der WEA +10%. Dies würde in etwa einen

Abstand von 220m erfordern. Durch wachsende Anlagenhöhe und die Genehmigungspraxis der Amtssachverständigen (welche naturgetreu auf Nummer Sicher gehen müssen), wurde dieser Wert auf ein realistisches Niveau angehoben.

### 5.1.3 Ergebnisanalyse vom theoretischen Potential

Nach Erstellung/Erläuterung der Windfeldkarte, Erhebung der GIS-Daten und Eingabe der genannten Kriterien, wurde das theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential ermittelt.

**Österreich hat ein theoretisch maximal mobilisierbares Windenergiepotential von 12.547 MW oder 35.532 GWh/a.**

Niederösterreich ist mit 50,74% absoluter Spitzenreiter und hat die Möglichkeit mehr als die Hälfte der österreichischen Windressourcennutzung umzusetzen. Mit 25,99% nimmt Burgenland klar den zweiten Platz ein und Steiermark gehört jedenfalls noch zu den großen Drei mit 16,46% des theoretischen Potentials. Mit 6,81% teilen sich die restlichen Bundesländer ihre doch sehr geringen Anteile auf. Hier die genaue Aufteilung aller Bundesländer:

### Theoretisches Windenergiepotential Österreich

*Tabelle 10: Theoretisch maximal mobilisierbare Windenergiepotential Österreich (eigene Berechnung)*

Land	MW	GWh/a	Anteil
Vorarlberg	10	26	0,07%
Tirol	106	276	0,78%
Salzburg	27	68	0,19%
Kärnten	362	957	2,69%
<b>Steiermark</b>	<b>2.107</b>	<b>5.847</b>	<b>16,46%</b>
<b>Burgenland</b>	<b>3.232</b>	<b>9.236</b>	<b>25,99%</b>
Oberösterreich	411	1.077	3,03%
<b>Niederösterreich</b>	<b>6.285</b>	<b>18.028</b>	<b>50,74%</b>
Wien	7	17	0,05%
<b>Österreich</b>	<b><u>12.547</u></b>	<b><u>35.532</u></b>	100,00%

Auf Bezirksebene schaut das Bild ähnlich aus. Unter den Top 10 Bezirken sind nur Niederösterreich, Burgenland und die Steiermark vertreten. Die drei potentialreichsten Bezirke Neusiedl am See, Gänserndorf und Mistelbach erreichen gemeinsam ein Potential von 41,6%.

### Top 10 Windpotentialbezirke

Tabelle 11: Top 10 Bezirke des theoretisch maximal mobilisierbaren Windenergiepotentials (eigene Berechnung)

Bundesland	Bezirk	MW	GWh/a
<b>Niederösterreich</b>	<b>Gänserndorf</b>	<b>1.720</b>	<b>5.272</b>
<b>Burgenland</b>	<b>Neusiedl am See</b>	<b>1.835</b>	<b>5.244</b>
<b>Niederösterreich</b>	<b>Mistelbach</b>	<b>1.493</b>	<b>4.262</b>
Niederösterreich	Bruck an der Leitha	832	2.461
Burgenland	Oberpullendorf	666	1.819
Steiermark	Bruck an der Mur	638	1.807
Burgenland	Eisenstadt und Rust	548	1.629
Niederösterreich	Korneuburg	558	1.589
Steiermark	Mürzzuschlag	319	890
Niederösterreich	Hollabrunn	274	740

## 5.2 Politische und fachliche Abschichtung (Phase 2)

Für die politische und fachliche Abschichtung ist es schwierig ein Modell zu erstellen, welches rein auf Fakten basiert, da vor allem der politische Wille einen gravierenden Faktor ausmacht und dieser oft ein sehr differenzierter ist.

Für die Ermittlung der Werte von diesem Abschichtungsschritt wurde das Land mit dem größten Potential ausgewählt. Die niederösterreichische Topografie und auch der politische Wille Windenergie umzusetzen, ist ähnlich wie im Burgenland und der Steiermark gemeinsam, was somit repräsentativ für über 90% von Österreich ist.

Für diesen Abschichtungsschritt wurden das Expertengespräch und die repräsentative Befragung ausgewählt. Es flossen die Meinungen von hochrangigen Experten aus dem Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Bürgermeister, Raumplaner, Ornithologen und Windkraftbetreiber mit ein.

Der politische und fachliche Abschichtungsprozess kann in drei Punkte unterteilt werden:

- Abschichtung nach NÖ ROG 1976 §19 Abs. 3b (niederösterreichische Raumordnungsgesetz 1976)
- Abschichtung durch Gemeinden
- Abschichtung durch Ornithologie

Nach einer Erläuterung der Hintergrundinformation vom Abschichtungsprozess wird das Ergebnis präsentiert.

### **5.2.1 Abschichtung nach NÖ ROG 1976 §19 Abs. 3a und 3b**

Für Abschichtung des niederösterreichische Raumordnungsgesetzes 1976 in dieser Stufe ist primär §19 Abs. 3b von Interesse. Der Vollständigkeit halber sei hier trotzdem noch der Abs. 3a, welcher größtenteils (etwas großzügiger) unter Punkt 5.1.2.3 berücksichtigt wurde:

*(3a) Bei der Widmung einer Fläche für Windkraftanlagen müssen*

- 1. eine mittlere Leistungsdichte des Windes von mindestens 220 Watt/m<sup>2</sup> in 130 m Höhe über dem Grund vorliegen und*
- 2. folgende Mindestabstände eingehalten werden:*
  - *1.200 m zu gewidmetem Wohnbauland und Bauland- Sondergebiet mit erhöhtem Schutzanspruch*
  - *750 m zu landwirtschaftlichen Wohngebäuden und erhaltenswerten Gebäuden im Grünland (Geb), Grünland Kleingärten und Grünland Campingplätzen*
  - *2.000 m zu gewidmetem Wohnbauland, welches nicht in der Standortgemeinde liegt. Wenn sich dieses Wohnbauland in einer Entfernung von weniger als 800 m zur Gemeindegrenze befindet, dann beträgt der Mindestabstand zur Gemeindegrenze 1.200 m. Mit Zustimmung der betroffenen Nachbargemeinde(n) kann der Mindestabstand von 2.000m auf bis zu 1.200m reduziert werden.*

*Bei der Widmung derartiger Flächen ist auf eine größtmögliche Konzentration von Windkraftanlagen hinzuwirken und die Widmung von Einzelstandorten nach Möglichkeit zu vermeiden. (NÖROG, 2013)*

Seit dem am 5. Juli 2013 in Kraft getretene Novelle des NÖ ROG gibt es zusätzlich den §19, Abs. 3b, welcher als gesetzliche Grundlage für eine Potentialausweisung (Zonierung) von Windkraft in Zukunft maßgebend sein wird.

*(3b) Die Landesregierung hat durch die Erlassung eines Raumordnungsprogrammes Zonen festzulegen, auf denen die Widmung "Grünland – Windkraftanlage" zulässig ist. Dabei ist insbesondere auf die im Abs. 3a festgelegten Abstandsregelungen, die Interessen des Naturschutzes, der ökologischen Wertigkeit des Gebietes, des Orts- und Landschaftsbildes, des Tourismus, des Schutzes des Alpenraumes, auf die vorhandenen und geplanten Transportkapazitäten der elektrischen Energie (Netzinfrastruktur) und auf Erweiterungsmöglichkeiten bestehender Windkraftanlagen (Windparks) Bedacht zu nehmen. Nach Möglichkeit ist eine regionale Ausgewogenheit anzustreben. Im Raumordnungsprogramm können weitere Festlegungen getroffen werden (z.B. Anzahl der Windkraftanlagen in einer Zone).*

Es wird einerseits unter 3a auf die *größtmögliche Konzentration von Windkraftanlagen* hingewiesen, andererseits soll unter 3b eine *regionale Ausgewogenheit* angestrebt werden. Der Lösungsansatz vom Land ist eine Mindestgröße von Potentialflächen als leicht variable Grundregel anzuwenden. In Regionen mit viel Potential sollen 40 ha als Untergrenze gelten und in Regionen mit wenig Potential 35 ha.

Diese Richtlinien gehen Hand in Hand mit den Vorgaben des Orts- und Landschaftsbildes. Hier sollen vorbelastete Zonen weiter ausgebaut werden, dafür sind teilweise große Bereiche und Sichtachsen von Windkraftpotentialen freizuhalten.

Der Bereich Naturschutz betrifft von den ausgewiesenen Gebieten vor allem Naturschutz- und Natura 2000 Gebiete. Von den nicht ausgewiesenen Gebieten wird dieser Bereich von der Ornithologie bestimmt. Da die Ornithologie ein wesentlicher Punkt ist, wird dieser eine eigene Abschichtung unter Punkt 5.2.3 gewidmet.

Der Bereich Tourismus fließt in den letzten Abstufungsprozess mit ein. Hier werden vor allem Kurhäuser, jedoch auch andere Regionen oder Bereiche die touristische Relevanz haben, ausgenommen. Dies geschieht durch Absprache mit den Touristenverbänden.

Der Alpenraum im südlichen Niederösterreich wird durch die Kumulation aus mehreren Fachbereichen, wie in etwa Naturschutz, Landschaftsbild oder Tourismus komplett von Windenergie freigehalten.

Unter Berücksichtigung all dieser Faktoren wird das Land Niederösterreich Windkraftpotentialzonen ausweisen. Es ist absehbar, dass neben Abs. 3a der Naturschutz und der Schutz vom Landschaftsbild für die größten Reduzierungen von Windkraftpotentialflächen verantwortlich sein werden. Für den aktuell laufenden Prozess, gibt es schon relativ genaue und durchaus interessante Ergebnisse, welche in der finalen Analyse vorgestellt werden.

### **5.2.2 Abschichtung durch Gemeinden**

Die Abschichtung durch Gemeinden ist eine differenzierte. Jede Gemeinde kann selbst bestimmen ob sie einen Windpark will oder nicht. Der Großteil der Gemeinden ist sich seiner globalen Verantwortung bewusst und befürwortet die Ökostromproduktion durch Windenergie. Es gibt jedoch Windenergiepotentialflächen, welche nicht in das Konzept einzelner Gemeinden passen, und dadurch nicht genutzt werden können. Wachsende Gemeinden wollen beispielsweise öfters in freien Gebieten einer Bauländerweiterung durchführen, was nach einer sehr knappen Windkraftwidmung nicht mehr möglich wäre. Andere Gemeinden wiederum wollen nur einen Teil von ihrem Potential nutzen, um Sichtachsen meist Richtung Süden freizuhalten. Durch die breite Diskussion, wurden in letzter Zeit die Bürger immer mehr direkt befragt. Obwohl diese Befragungen meist positiv ausgehen, gibt es doch immer wieder einzelne Gemeinden mit negativen Bürgerbefragungen, womit das Potentialgebiet zumindest für mehre Jahre, nicht genutzt werden kann. Weiters können Gemeinden unter bestimmten Voraussetzungen auch Potentialgebiete von Nachbargemeinden beeinspruchen (siehe „2.000m Regelung“ unter 5.2.1 Abs. 3a, Pkt. 2).

Diese legitimen Potentialreduzierungen wurden im Zuge von unzähligen Zonierungsgesprächen mit allen relevanten Gemeindevertretern durchgeführt, um so eine aussagekräftige Abschichtung auf Gemeindeebene zu erhalten.

### **5.2.3 Abschichtung durch Ornithologie**

Die ornithologische Abschichtung ist durchaus eine fachliche, es wird jedoch eine hohe Kompromissbereitschaft der einzelnen Parteien verlangt.

Birdlife Österreich setzt sich bekanntermaßen für den Erhalt und die Vermehrung von Vögeln ein. Die Betreiber und die Politik wollen unter Berücksichtigung von Birdlife, den Ausbau der Ökostromproduktion vorantreiben. Hier sind natürlich Kompromisse zu suchen. Seitens Birdlife gilt es primär Brutplätze und Nahrungsflächen von gefährdeten Arten, wie z.B. Kaiseradler, Sakerfalke, Rotmilan, Schwarzstorch, etc..., zu schützen. Die Untersuchungen und das Bündeln der GIS-Daten (vor allem in den windreichen Regionen) sind größtenteils abgeschlossen und daher liegen auch hier schon belastbare Daten vor.

Im Osten Niederösterreichs an der March, sind beispielsweise sehr große und windreiche Bereiche wegen der Ornithologie gefallen, dafür war Birdlife bei weniger sensiblen Flächen wieder kompromissbereiter.

Es konnte eine seriöse Abschichtung mit Bedacht auf die Ornithologie erfolgen, welche mit dem Amt der Landesregierung und den Betreibern abgestimmt wurden.

### **5.2.4 Ergebnis für das realistische Windenergiepotential von Niederösterreich**

Am 22.10.2013 wurde im Landhaus St. Pölten das aktuell realisierbare Windenergiepotential im Detail vorgestellt. Hierfür gab es genaue Karten (Endversion noch nicht veröffentlicht), wo jede einzelne Potentialfläche, Ausschlusszone, Vorbehaltszone und wissenschaftliche Vorbehaltszone dargestellt wurde. Aufgrund der detaillierten Daten konnte eine präzise Abschätzung vom Leiter der Energiewirtschaft vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, DI Franz Angerer, präsentiert werden (Szenario Aktuell).

Die erste und letzte Abschichtung erfolgte durch das Land mit Bezug auf das NÖ ROG. Die zweite und dritte Abschichtung durch die Gemeindebefragung und den Birdlife-Kompromissen. Es wurden die aktuellen Zahlen präsentiert und ein weiteres Potential für die Zukunft in Aussicht gestellt. Durch die sehr kurzfristige und rasche Umsetzung der Zonierung, wurden größere Gebiete ausgenommen, welche in einer zukünftigen Novelle durchaus eine Eignung für Windkraft erhalten können. Es wurden z.B. alle grenznahen Standorte ausgenommen, da in diesem Schritte aus Zeitgründen eine grenzübergreifende SUP (Strategische Umweltprüfung) vermieden

werden sollte. Auch die Region um Radlbrunn wurde unüblich großzügig ausgenommen, was sich in wenigen Jahren durchaus wieder ändern kann. Es ist daher noch mit einem zukünftigen Potential von +700 MW zu rechnen, welche jedoch noch durch Gemeinde, Ornithologie und Raumordnung abgeschichtet wurden.

Die präsentierten Ergebnisse vom wegweisenden Bundesland Niederösterreich sind in Tabelle 12 zusammengefasst und mit dem theoretischen Potential und deren prozentuellen Anteil ergänzt:

Tabelle 12: Realistische Windenergiepotential von Niederösterreich(eigene Berechnung)

	Szenario Aktuell		Szenario Zukunft + 700MW	
Abschichtung	MW		MW	
theor. Potential	<b>6.285</b>	100,00%	<b>6.285</b>	100,00%
Raumordnung	<b>3.567</b>	56,75%	(+700 MW) <b>4.267</b>	67,89%
Gemeinde	<b>2.961</b>	47,11%	<b>3.542</b>	56,36%
Ornithologie	<b>2.502</b>	39,81%	<b>2.993</b>	47,62%
Raumordnung	<b>2.352</b>	<b>37,42%</b>	<b>2.814</b>	<b>44,77%</b>

### 5.3 Ergebnis für das realistische Windenergiepotential von Österreich

Die Herleitung vom Abschichtungsfaktor von Niederösterreich wurde im vorigen Punkt erläutert. Für die Abschichtung der weiteren Bundesländer wurden die gleichen Werte unterstellt, da vor allem in Burgenland und der Steiermark gemeinsam, sehr ähnliche Verhältnisse herrschen und diese für den Großteil von Potential stehen. Es sind somit derzeit knapp 45% vom theoretischen Potential auch wirklich umsetzbar.

Österreich hat jedoch verglichen mit den anderen europäischen Ländern, bedingt durch Größe und Topographie, ein relativ kleines Windenergiepotential. Trotzdem gibt es vor allem im Osten, jedoch auch im Norden Österreichs und auf den Hügel- und Gebirgskuppen sehr gute Windstandorte.

In Abbildung 32 ist die regionale Verteilung des produzierbaren Stroms aus Windenergie dargestellt. In Dunkelblau sind die Top-Drei Bezirke zu erkennen. Je mehr die Farben abschwächen, umso geringer ist auch Potential. Im flachen Osten ist natürlich das größte Potential beherbergt, im Westen und den hochalpinen Regionen hingegen, ist nahezu kein Potential vorhanden. Die Alpenausläufer der Nordsteiermark, das Wald- und das westliche Weinviertel werden jedoch noch durchaus zu einer zukünftigen Stromproduktion beitragen. Das kaum vorhandene Potential der flacheren Regionen von Oberösterreich und der Südsteiermark ist durch die dichte Siedlungsstruktur bedingt.

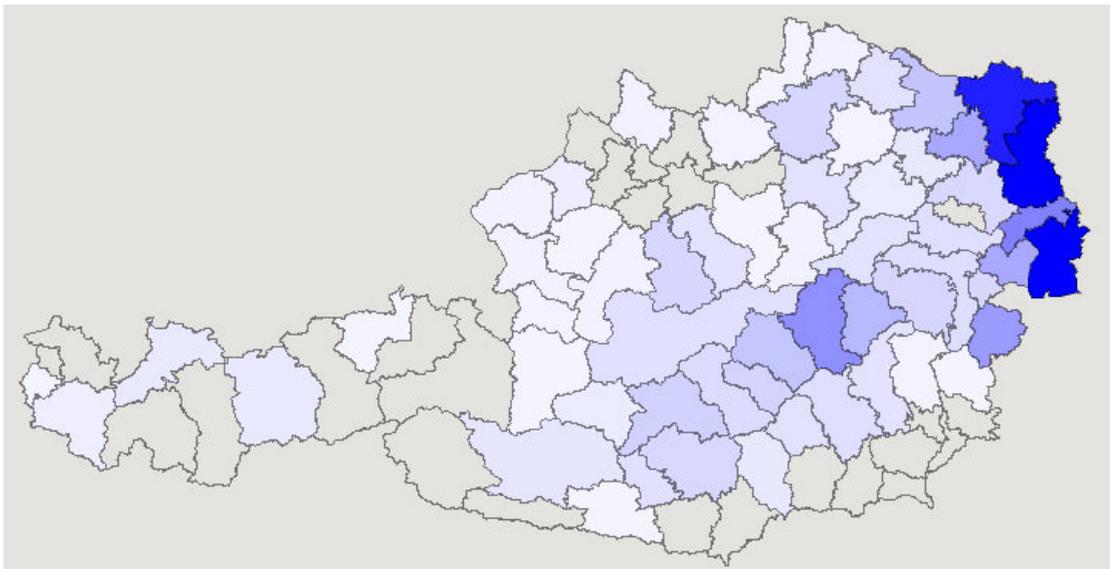


Abbildung 32: Verteilung Windenergiepotential Österreich (eigene Berechnung mit AuWiPot)

In absoluten Zahlen ausgedrückt hat Österreich ein:

**realistisches Windenergiepotential von 5.617 MW oder 15.906 GWh/a**

was ¼ vom österreichischen Stromverbrauch 2010 entspricht.

Das theoretische und realistische Potential Österreichs ist in Tabelle 13 für alle Bundesländer aufgelistet:

*Tabelle 13: Realistische Windenergiepotential von Österreich (eigene Berechnung)*

Bundesland	theor. Pot. [MW]	theor. Pot. GWh/a	real. Potential [MW]	real. Potential GWh/a	Anteil	Volllaststunden
<b>Niederösterreich</b>	6.285	18.028	<b>2.814</b>	<b>8.070</b>	<b>50,74%</b>	2.868
<b>Burgenland</b>	3.232	9.236	<b>1.447</b>	<b>4.135</b>	<b>25,99%</b>	2.858
<b>Steiermark</b>	2.107	5.847	<b>943</b>	<b>2.617</b>	<b>16,46%</b>	2.775
Oberösterreich	411	1.077	184	482	3,03%	2.620
Kärnten	362	957	162	428	2,69%	2.644
Tirol	106	276	47	124	0,78%	2.604
Salzburg	27	68	12	30	0,19%	2.519
Vorarlberg	10	26	4	12	0,07%	2.600
Wien	7	17	3	8	0,05%	2.429
<b>Österreich</b>	<b>12.547</b>	<b>35.532</b>	<b>5.617</b>	<b>15.906</b>	<b>100,00%</b>	<b>2.832</b>

Niederösterreich steht alleine für mehr als die Hälfte vom realisierbaren Windenergiepotential und gemeinsam mit Burgenland und der Steiermark kommen die drei Bundesländer auf über 93% vom realistischen Windenergiepotential Österreichs. Die restlichen Bundesländer tragen mit knapp 7% nur einen sehr kleinen Anteil an dem möglichen Ausbau bei.

Zuletzt dürfen noch die Volllaststunden erwähnt werden, welche ebenfalls wie die Potentiale in den windreichen Regionen tendenziell höher sind. Der durchschnittliche Wert von 2.832 Volllaststunden ist durchwegs ein hoher, welcher primär durch die größeren Nabenhöhen der neuen Anlagentypen erreicht werden kann.

## 6 Schlussfolgerungen

Das Windenergiepotential ist ein durchaus begrenztes, trotzdem gibt es vor allem im Osten Österreichs, jedoch auch im Norden und auf den Hügel- und Gebirgskuppen sehr gute Windstandorte. Niederösterreich verfügt über 50% vom österreichischen Potential, gefolgt vom Burgenland mit 26% und der Steiermark mit 16%.

Das realistische Gesamtpotential beträgt 5.617 MW oder 15.906 GWh/a, was in etwa  $\frac{1}{4}$  des österreichischen Strombedarfs gleich kommt.

Der Ausbau erreicht bis Ende 2013 knapp 1.800 MW an installierter Leistung. Weitere gut 1.000 MW sind bereits genehmigt oder befinden sich in der Genehmigungsphase. Dies entspricht einer baldigen Umsetzung von der Hälfte vom gesamten realistischen Ausbaupotential. Ein Vergleich auf europäischer Ebene zeigt, dass Österreich 2020 in seiner Potentialausschöpfung mit knapp 70% mit Abstand am weitesten fortgeschritten sein wird. Diese Einschätzungen werden auch von Österreichischen Experten geteilt oder teilweise noch höher eingestuft. Kein anderes Land soll die 30% Marke überschreiten. Obwohl dies auch auf dem verhältnismäßig geringen Potential basiert, unterstreicht Österreich durch die hohe Potentialausnutzung seine Vorreiterrolle in der Ökostromproduktion.

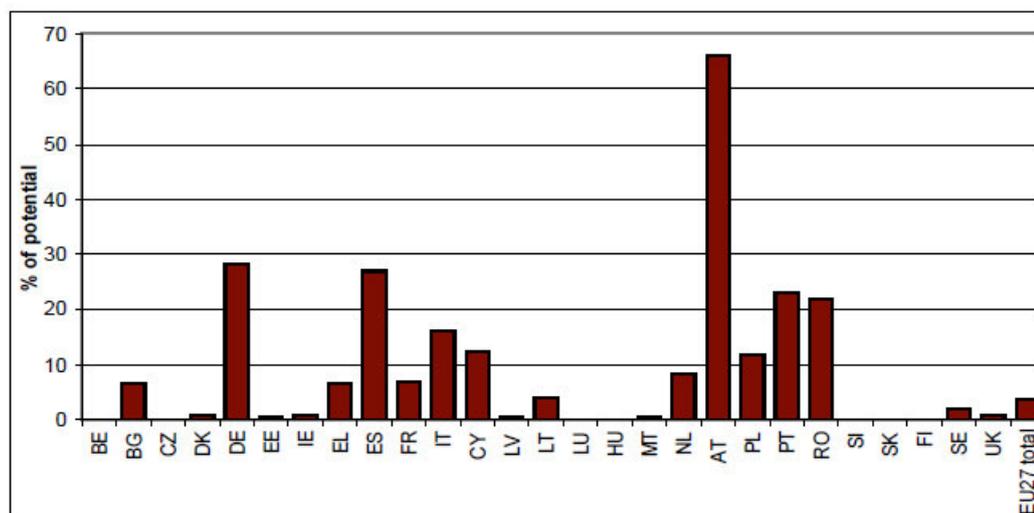


Abbildung 33: Nutzung vom onshore Wind in % der landschaftlich und wirtschaftlich konkurrenzfähigen Potentiale in 2020 (European Commission, JRC Reference Report, 2011)

Das realistische Windenergiepotential basiert jedoch auf Gesetzen, politischen Einstellungen und fachlichen Kompromissen. Wir haben gesehen dass derzeit „nur“ ca. 45% vom theoretischen Potential umgesetzt werden können. Sollten in Zukunft weitere schwerwiegende Unglücke wie z.B. Fukushima passieren, werden sich die

Einstellungen ändern, die Kompromissbereitschaft erhöht und der Wunsch nach weitere Windenergiepotentialflächen aufkommen und somit ein wesentlich höherer Anteil an der Stromproduktion ermöglichen.

Die größte Stellschraube liegt hier in der großzügigen Abschichtung der Raumordnung und der Gemeinden. Wenn sich die Politik massiv für Windenergie einsetzt, kann das derzeitige realistische Potential sogar verdoppelt werden, ohne größere ornithologische Folgen mit sich zu ziehen. Der politische Wille kann sich jedoch nur ändern, wenn das von der Bevölkerung vor Ort unterstützt und gefordert wird.

Eine weitere Stellschraube ist die Erhöhung vom finanziellen Anreiz, um auch windschwächeren oder schwerer erschließbaren Potentialflächen wirtschaftlich zu gestalten.

Um jedoch „nur“ den prognostizierten Ausbau zu ermöglichen, müssen die politischen Rahmenbedingungen jedenfalls stabil bleiben. Derzeit werden 9,45 ct/kWh über 13 Jahre vergütet, danach wird der Strom am freien Markt verkauft. Eine Absenkung um knapp 25% vom Tarif, wie es 2007 zu einem Ausbaustopp geführt hatte, würde wieder das gleiche Ergebnis erzielen. Leichte Absenkungen im Prozentbereich konnten und können auch in mittelfristiger Zukunft durch die Weiterentwicklung der Technik kompensiert werden.

Um die Energiewende im gleichen Maße fortzuführen sind stabile politische Verhältnisse, und damit verbundene finanzielle Anreize, unerlässlich. In weiterer Zukunft sollte auch über differenzierte Anreize, abhängig vom Windaufkommen, diskutiert werden, da in den Schwachwindregionen ebenfalls noch ein großes Potential gegeben ist und dieses im derzeitigen Tarifsystem kaum genutzt werden kann. Siehe auch

Österreich ist derzeit auf einem guten Weg und hat auch noch in ferner Zukunft ein zusätzliches Potential, sofern es breit getragen wird.

Themen die in weiterer Folge Potential für Untersuchungen haben sind die Tarifgestaltung, die Strompreisentwicklung, die technische Weiterentwicklung der Windenergieanlagen und last but not least die Speicherung.

*„Wenn der Wind des Wandels weht, bauen die Einen Schutzmauern, die Anderen bauen Windmühlen.“*

Chinesische Weisheit

*Friedensprojekt Windenergie.*

## 7 Literaturverzeichnis

- Anon. (20. Dezember 1890). Mr. Brush's Windmill Dynamo. *Scientific American*, vol 63 no. 25, S. 54.
- Christian Salletmaier, H. W. (1994). *Windenergie in Östterich*.
- Dörner, H. (8. Juni 2013). *heiner-doerner-windenergie*. Abgerufen am 8. Juni 2013 von heiner-doerner-windenergie: [www.heiner-doerner-windenergie.de](http://www.heiner-doerner-windenergie.de)
- Energieagentur, Ö. (12. 01 2010). *Mittel- und langfristige Handlungsfelder für eine nachhaltige Salzburger Energiepolitik*. Abgerufen am 01. 10 2013 von [http://www.salzburg.gv.at/handlungsfelder\\_salzburg\\_final1.pdf](http://www.salzburg.gv.at/handlungsfelder_salzburg_final1.pdf)
- Europäische Kommission. (01. 09 2013). *Europäische Kommission*. Abgerufen am 01. 09 2013 von [http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_de.htm)
- EuropeanCommission. (2012). *eurostat*. Abgerufen am 20. 09 2013 von eurostat: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Main\\_Page](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Main_Page)
- eurostat. (08 2012). *Energy production and imports*. Abgerufen am 14. 09 2013 von [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports)
- eurostat. (31. 12 2012). *European Commission, eurostat*. Abgerufen am 8. Juni 2013 von European Commission, eurostat: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php?title=File:Electricity\\_Statistics\\_2012\\_\(in\\_GWh\).png&filetimestamp=20130429063622](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Electricity_Statistics_2012_(in_GWh).png&filetimestamp=20130429063622)
- EWEA. (2013). *Wind in Power, 2012 European Statistics*.
- Grünen, D. (2013). *Kriterienkatalog Windenergie in Tirol*. Abgerufen am 01. 10 2013 von [http://tirol.gruene.at/artikel/windenergie\\_in\\_tirol\\_\\_der\\_kriterienkatalog](http://tirol.gruene.at/artikel/windenergie_in_tirol__der_kriterienkatalog)
- GWEC. (2012). *Global Wind Report, Annual Market Update 2012*.
- Hau, E. (2008). *Windkraftanlagen*. Berlin: Springer.
- IGW. (2011). *IG Windkraft*. Abgerufen am 8. Juni 2013 von IG Windkraft: [http://www.igwindkraft.at/?mdoc\\_id=1014570](http://www.igwindkraft.at/?mdoc_id=1014570)
- IGW. (2013). *IG Windkraft*. Abgerufen am 8. Juni 2013 von IG Windkraft: [http://www.igwindkraft.at/?xmlval\\_ID\\_KEY\[0\]=1047](http://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY[0]=1047)

- Kjeldsen, A. (8. Juni 2013). *wikipedia*. Abgerufen am 8. Juni 2013 von wikipedia:  
<http://no.wikipedia.org/wiki/Tvindkraft>
- Krenn, A. (2011). *Windatlas und Windpotentialstudie Österreich*. Friedburg.
- Kury Georg, D. H. (1999). *Das Windenergiepotential in Österreich – seine Erfassung und regionale Verteilun.*
- Landesregierung, N. (2010). *Energiefahrplan 2030*.
- Landesregierung, O. (2013). *Masterplan Windenergie Oberösterreich*. Abgerufen am 30. 09 2013 von [https://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/ooe/hs.xsl/110625\\_DEU\\_HTML.htm](https://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/ooe/hs.xsl/110625_DEU_HTML.htm)
- Landesregierung, S. (2013). *Energiestrategie Steiermark 2025*.
- Landesregierung, S. (2013). *Sachprogramm Windenergie*.
- Lohrmann, D. (1995). *Von der östlichen zur westlichen Windmühle*. Archiv für Kulturgeschichte 77.
- NÖROG. (5. 7 2013). *NÖ ROG 1976 - (NÖ Raumordnungsgesetz 1976)*. Abgerufen am 31. 10 2013 von [http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/LrNo/LRNI\\_2013035/LRNI\\_2013035.pdf](http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/LrNo/LRNI_2013035/LRNI_2013035.pdf)
- Ökostromgesetz\_2012. (29. 07 2011). *Ökostromgesetz 2012*. Abgerufen am 28. 09 2013 von [http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/oeko-energie/dokumente/pdfs/%C3%96SG%202012\\_Kundmachung\\_BGBLA\\_2011\\_I\\_75\\_29.07.2011.pdf](http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/oeko-energie/dokumente/pdfs/%C3%96SG%202012_Kundmachung_BGBLA_2011_I_75_29.07.2011.pdf)
- Pokorny, W. (1981). *Das österreichische Windenergiepotential – Windenergiekarte Österreich*.
- Stanzer, G. (2010). *REGOI Energy - Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020*.
- Stefan Moidl, D. H. (2003). *Ökologische Leitlinien für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich*.
- Theißen, P. (2001). *Mühlen im Münsterland*. Waxmann .
- TOB, T. B. (2013). *ESPAN*. Wien.
- Waltner, H. (2010). *Helmut Waltner*. Abgerufen am 8. Juni 2013 von Helmut Waltner: [http://www.waltner.co.at/wind/wind\\_1.html](http://www.waltner.co.at/wind/wind_1.html)
- WWEA. (2011). *The World Wind Energy Report 2011*.

## 8 Appendix

*Tabelle 14: Potentialverteilung mit derzeitiger Tarifgestaltung*

Volllaststunden	GWh/a	Anteil
2.300 - 2.399	138	0,90%
2.400 - 2.499	227	1,47%
2.500 - 2.599	763	4,94%
2.600 - 2.699	953	6,17%
2.700 - 2.799	2.265	14,68%
2.800 - 2.899	6.229	40,36%
2.900 - 2.999	2.254	14,60%
3.000 - 3.099	2.606	16,88%