

## **Qualitative Analyse des volkswirtschaftlichen Nutzens von Repowering in der Stromproduktion aus Windkraft**

15. Symposium Energieinnovation 2018

Mag. Martin Baresch

Graz, 15.02.2018

## Agenda

1. Bisheriger Ausbau und Förderung von Windkraft in Österreich
2. Volkswirtschaftliche Aspekte des Repowerings von Windkraftanlagen
3. Diskussion eines vorzeitigen Repowerings
4. Zusammenfassung und Fazit

# 1. Bisheriger Ausbau und Förderung von Windkraft in Österreich

## Stand 2016/17

- 1.260 Windkraftanlagen (WKA) mit Leistung von ca. 2.800 MW
- Windkraft deckte 2016 ca. 8,5 % des heimischen Strombedarfs
- Einsparungen von ca. 4,8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>
- Ca. 4.700 Beschäftigte in Windkraftbranche
- Neubau von WKA rückläufig

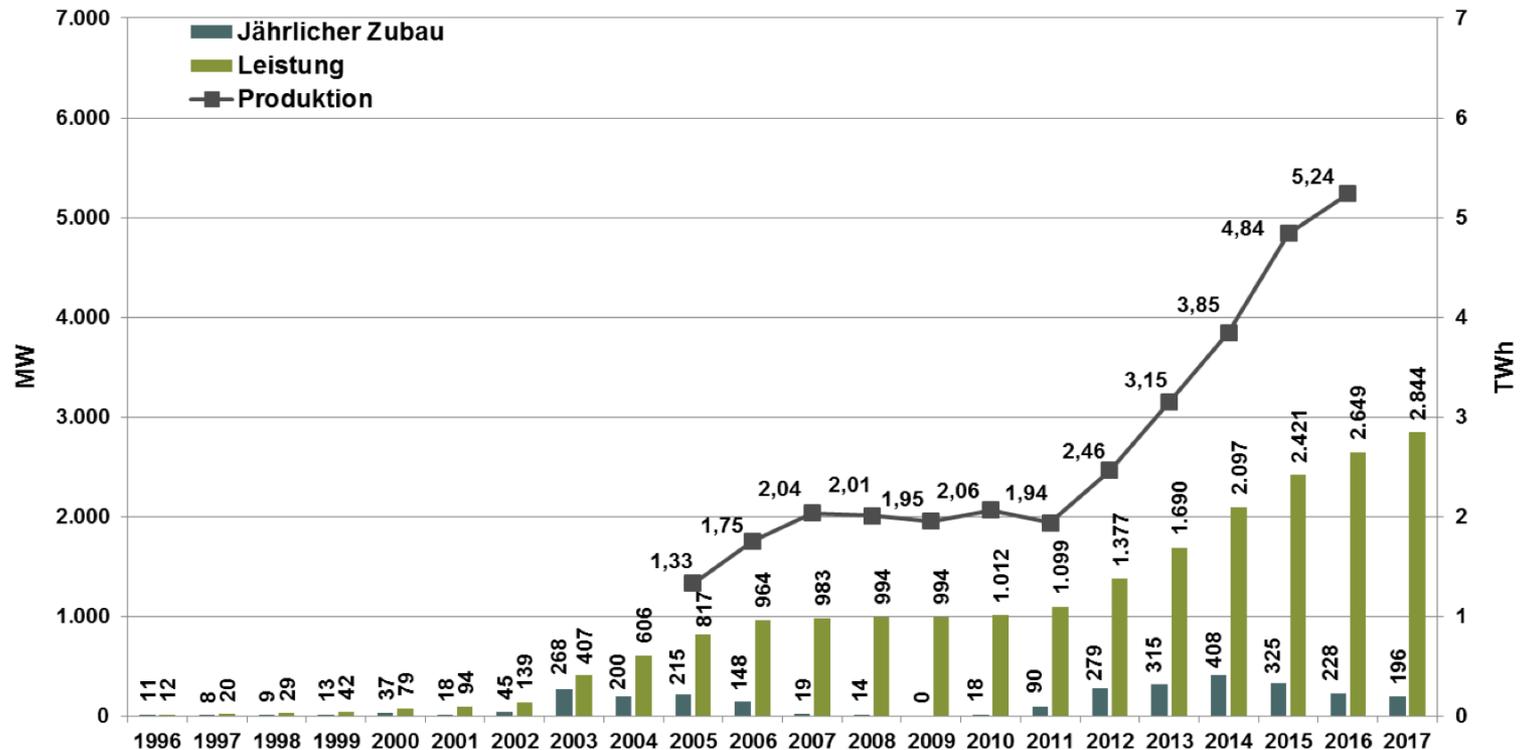
## Ausbau wird vor allem beeinflusst von:

- Topografische Gegebenheiten (z.B. Windverhältnisse)
- Rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen (z.B. Einspeisetarife)

# 1. Bisheriger Ausbau und Förderung von Windkraft in Österreich

## Bisheriger Ausbau

Abbildung 1: Jährlicher Zubau (in MW), Gesamtleistung (in MW) und –produktion (TWh) von Strom durch Windkraft in Österreich

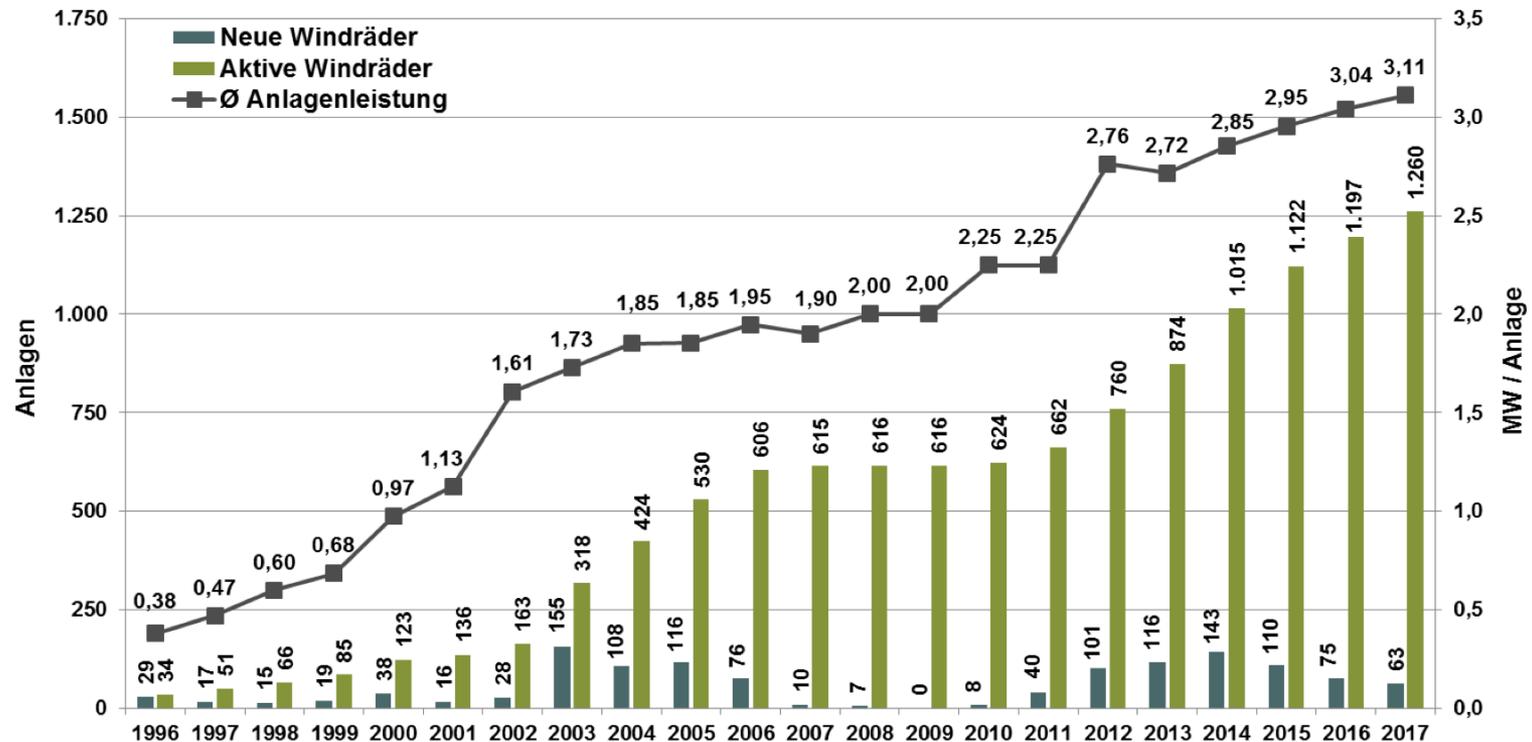


Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten der Statistik Austria [26] und IG Windkraft [17].

# 1. Bisheriger Ausbau und Förderung von Windkraft in Österreich

## Bisheriger Ausbau

Abbildung 2: Jährlicher Neubau von Windrädern, Anzahl aller aktiven Windräder und durchschnittliche Anlagenleistung von WKA



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten der Statistik Austria [26] und IG Windkraft [17].

## 2. Volkswirtschaftliche Aspekte des Repowerings von Windkraftanlagen

### Repowering Allgemein

- Stromerzeugungsanlagen nur für eine bestimmte Lebensdauer ausgelegt
- Nach Ablauf Lebensdauer erfolgt entweder Stilllegung oder es kommt zum Repowering
- Repowering: Austausch alter Kraftwerksteile durch neue Komponenten (z.B. mit höherem Wirkungsgrad) unter Weiterverwendung der bestehenden Infrastruktur
- Günstigste Zeitpunkt für Repowering hängt von verschiedensten Faktoren ab
- Insbesondere der technologische Fortschritt seit Inbetriebnahme der bestehenden Anlage ist entscheidend
- Durch Technologiesprünge steigt auch die Bedeutung von Repowering für WKA

## 2. Volkswirtschaftliche Aspekte des Repowerings von Windkraftanlagen

### Volkswirtschaftliche Teil-Aspekte von Repowering gegenüber Altanlagen

	Positive Aspekte	Negative Aspekte
<b>Windkraftanlagen-Betreiber</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Effizientere Nutzung der Standorts</li> <li>+ Höhere Winderträge</li> <li>+ Zuverlässigere und wartungsärmere WKA</li> <li>+ Verkauf oder Ersatzteile von alten WKA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorübergehende Reduktion von Einnahmen</li> <li>- Unsicherheiten (Fundamente, Übertragungslizenzen, etc.)</li> </ul>
<b>Anwohner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Geringerer Eingriff ins Landschaftsbild</li> <li>+ Leiser</li> <li>+ Ruhiger / langsamer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neue WKA größer, d.h. besser sichtbar und evtl. Beleuchtung notwendig</li> </ul>
<b>Öffentliche Hand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Geringerer Eingriff ins Landschaftsbild</li> <li>+ Planungsfehler beheben</li> <li>+ Einzelstandorte auflassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herausforderungen durch höhere Windkraftanlagen</li> </ul>
<b>Energieunternehmen und Konsumenten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Höhere Verträglichkeit für Stromnetze</li> <li>+ Konstantere Produktion</li> <li>+ Regelbare Blindleistung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktionsentfall während Umbauarbeiten</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf [6, 7, 11, 19, 20, 23, 24, 25]

### 3. Diskussion eines vorzeitigen Repowerings

#### Definition des Energieinstitutes an der JKU Linz

Vorzeitiges Repowering erfolgt durch den Ersatz einer bestehenden WKA nach Ablauf der Förderung durch den Staat (13 Jahre nach ÖSG) und vor einer neuen technischen Zertifizierung (20 Jahre).

- Repowering somit deutlich vor Ende der technischen Lebensdauer (ca. 30 Jahre)
- Opportunitätskosten da die alten WKA in profitabler Betriebsphase
- Nur dann volkswirtschaftlich zweckmäßig, wenn weitere Verfügbarkeit von guten Standorten nicht mehr vorhanden
- ABER: Besten Standorte (größten Windpotential) historisch als erste bebaut
- Volkswirtschaftliche Zweckmäßigkeit, wenn die Opportunitätskosten durch einen besseren Windertrag (als Standorte mit weniger Windpotential) kompensiert werden

### 3. Diskussion eines vorzeitigen Repowering

#### Volkswirtschaftliche Teil-Aspekte von Repowering gegenüber Anlagen an neuen Standorten

	Positive Aspekte	Negative Aspekte
<b>Windkraftanlagen-Betreiber</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Besseres Windpotential</li> <li>+ Weiterverwendung von Infrastruktur</li> <li>+ Vorhandene Daten</li> <li>+ Vorhandene Akzeptanz</li> <li>+ Kürzere Planungsverfahren</li> <li>+ Verkauf oder Ersatzteile von alten WKA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opportunitätskosten</li> <li>- Vorübergehende Reduktion von Einnahmen</li> <li>- Unsicherheiten (Fundamente, Übertragungslizenzen, etc.)</li> </ul>
<b>Anwohner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Weniger WKA</li> </ul>	
<b>Öffentliche Hand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Besseres Landschaftsbild</li> <li>+ Planungsfehler beheben</li> <li>+ Einzelstandorte auflassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opportunitätskosten</li> </ul>
<b>Energieunternehmen und Konsumenten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Höhere Verträglichkeit für Stromnetze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktionsentfall während Umbauarbeiten</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf [7, 11, 14, 20, 23, 24]

### 3. Diskussion eines vorzeitigen Repowerings

#### Vorzeitiges Repowering-Potential Österreich

	Windräder (Anzahl)	Leistung (in MW)	Stromproduktion (in TWh)
Vor 2006 errichtete Anlagen	500	780	1,3
Durch Repowering	250	1600	3,8

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf BWE (2012) [6]

Für Österreich würde sich (inkl. dem verbleibenden WKA-Bestand 2006-2016):

- Anzahl an WKA auf 915 reduzieren (- 23 % gegenüber 2016)
- Leistung auf 3.400 MW erhöhen (+ 29 %)
- Stromproduktion auf 8,2 TWh erhöhen (+ 48 %)

## 4. Zusammenfassung und Fazit

- ✓ Neubau von WKA rückläufig trotz ökologischem und ökonomischem Mehrwert
- ✓ Ausbau wird beeinflusst von topografischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen
- ✓ Durch Technologiesprünge steigt die Bedeutung von Repowering für WKA
- ✓ Für ältere Windkraftanlage (am Ende der Lebensdauer) überwiegen positive Aspekte von Repowering
- ✓ Bei vorzeitigen Repowering entstehen gesamtwirtschaftliche Opportunitätskosten (gegenüber Projekten auf un bebauten Flächen), die durch größere Winderträge kompensiert werden müssen
- ✓ Bei Ausschöpfung des vollen Repowering-Potentials könnte die österreichische Windkraft-Stromproduktion um ca. 48 % erhöht werden (Stand 2016)

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Mag. Martin Baresch**

Tel.: +43 732 2468 5677

e-mail: [baresch@energieinstitut-linz.at](mailto:baresch@energieinstitut-linz.at)

**Dr. Robert Tichler**

Tel.: +43 732 2468 5659

e-mail: [tichler@energieinstitut-linz.at](mailto:tichler@energieinstitut-linz.at)

**Dr. Sebastian Goers**

Tel.: +43 732 2468 5654

e-mail: [goers@energieinstitut-linz.at](mailto:goers@energieinstitut-linz.at)

## Anhang

### Literatur

- [1] **Armaroli, N., und V., Balzani (2011)**: Towards an electricity-powered world. *Energy and Environmental Science* 4, S. 3193–3222.
- [2] **Ardente F., M., Beccali, M., Cellura und V., L., Brano (2008)**: Energy performances and life cycle assessment of an Italian wind farm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12, S. 200–217.
- [3] **BMWFJ (Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend) und Lebensministerium (2010)**: EnergieStrategie Österreich.
- [4] **BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) (2017)**: Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2016. *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 13.
- [5] **Böttcher, J. (2012)**: Handbuch Windenergie. Onshore-Projekte: Realisierung, Finanzierung, Recht und Technik.
- [6] **BWE (Bundesverband Windenergie) (2012)**: Repowering von Windenergieanlagen. *Effizienz, Klimaschutz, regionale Wertschöpfung*.
- [7] **Cohen, J., J., J., Reichl und M., Schmidthaler (2014)**: Re-focussing research efforts on the public acceptance of energy infrastructure: A critical review. *Energy* 76, S. 4-9.
- [8] **Dreze, J. und N., Stern (1987)**: The Theory of Cost-Benefit Analysis. S. 911-989 In: *Handbook of Public Economics*, Vol. II, edited by A.J. Auerbach und M. Feldstein, 1987, Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland).
- [9] **Europäische Kommission (2014)**: Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.
- [10] **E-Control (2015)**: Monitoring Report - Versorgungssicherheit Strom.
- [11] **Filgueira, A., Seijo, M., A., Munoz, E., Castro, L., und Piegari, L. (2009)**: Technical and Economic Study of Two Repowered Wind Farms in Bustelo and San Xoán, 24.7 MW and 15.84 MW, respectively. 2009 International Conference on Clean Electrical Power, Capri, S. 545-549.
- [12] **Fraunhofer ISE (Institut für Solar Energiesystem) (2013)**: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien.
- [13] **Gasch, R., und J., Twele (2013)**: Windkraftanlagen. Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb. Springer, Wiesbaden. ISBN 978-3-322-99446-2.
- [14] **Goyal, M., (2010)**: Repowering - Next big thing in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, S. 1400–1409.
- [15] **Heier, S. (2016)**: Nutzung der Windenergie. 7. aktualisierte Auflage, Bonn.
- [16] **Herbert, G., M., J., S., Iniyand D., Amutha (2014)**: A review of technical issues on the development of wind farms. *Renew. and Sust. Energy Reviews* 32, S. 619–641.

## Anhang

### Literatur

- [17] **IG Windkraft (2018)**: Windkraft in Österreich. Jahrespressekonferenz.
- [18] **Jacobson, M., Z., (2009)**: Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. *Energy and Environmental Science* 2, S. 148–173.
- [19] **Madlener, R. und M., Schumacher (2011)**: Ökonomische Bewertung des Repowering von Onshore-Windenergieanlagen in Deutschland. *Z. für Energiew.* 35, S.297–320.
- [20] **Meyerhoff, J., C., Ohl, und V., Hartje (2010)**: Landscape externalities from on-shore wind power. *Energy Policy* 38, S. 82–92.
- [21] **Ökostromgesetz 2012 (2011)**: 75. Bundesgesetz über die Förderung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern. BGBl. I Nr. 75/2011.
- [22] **Ökostromnovelle (2017)**: 108. Bundesgesetz, mit dem das Ökostromgesetz 2012, das Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010, das Gaswirtschaftsgesetz 2011, das KWK-Punkte-Gesetz und das Energie-Control-Gesetz geändert werden, sowie das Bundesgesetz, mit dem zusätzliche Mittel aus von der Energie-Control Austria verwalteten Sondervermögen bereit gestellt werden, erlassen wird. BGBl. I Nr. 108/2017.
- [23] **Rio, P. del, A., C., Silvosa, G., I., Gómez (2011)**: Policies and design elements for the repowering of wind farms: A qualitative analysis of different options. *Energy Policy* 39, S. 1897–1908.
- [24] **Santos-Alamillos, F., J., N., S., Thomaidis, J., Usaola-García, J., A., Ruiz-Arias und D., Pozo-Vazquez (2017)**: Exploring the mean-variance portfolio optimization approach for planning wind repowering actions in Spain. *Renew. E.* 106, S. 335-342.
- [25] **Serria, L., E., Lemboa, D., Airoidia, C., Gellib, und M., Beccarello (2017)**: Wind energy plants repowering potential in Italy: technical-economic assessment. *Renewable Energy*, Accepted Manuscript.
- [26] **Statistik Austria (2016)**: Energiebilanzen Österreich 1970-2015.
- [27] **Tichler, R., C., Friedl und F. Schneider (2010)**: Volkswirtschaftliche und energiepolitische Bedeutung der oberösterreichischen Zulieferunternehmen für Windkraftanlagen sowie der Errichtung neuer Windkraftparks in Oberösterreich.
- [28] **Varone, A., und M. Ferrari (2015)**: Power to liquid and power to gas: An option for the German Energiewende. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 45, S. 207-218.
- [29] **Zhen-Yu Z., P.-H., Wu, B., Xia und M. Skitmore (2016)**: Development route of the wind power industry in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 34, S. 1–7.