

# Windkraft – die zukunftsweisende Energieform

**Dr. Norbert Pillmayr**  
KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft

21. Juni 2013





## Allgemein

Windenergie ist ...

- ... eine indirekte Form der Sonnenenergie und zählt daher zu den erneuerbaren Energien.
- ... eine bekannte Möglichkeit, um Energie aus der Umwelt zu schöpfen.

## Physik der Windenergie

- Windenergie ist kinetische Energie der Luftteilchen, welche sich mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegen.
- Kreisfläche mit dem Radius  $r$  steht senkrecht zur Windrichtung und wird dabei in der Zeit  $t$  von folgender Masse durchströmt:

$$m = \rho V = \rho \cdot A v t = \rho \cdot \pi r^2 v t$$

- Somit ergibt sich eine Energie und Leistung mit

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{\pi}{2} \rho r^2 t \cdot v^3 \quad \text{somit} \quad P_{wind} \propto v^3$$

Die Windenergienutzung ist seit dem Altertum bekannt (Schifffahrt, Windmühlen). Heute ist die Stromerzeugung mittels Windkraftanlagen die mit großem Abstand wichtigste Form der Nutzung.



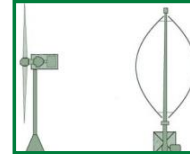
## Meilensteine

- **12. Jahrhundert in Europa**  
die ersten Windmühlen
- **Ende 19. Jahrhundert**  
die ersten Anlagen zur Stromerzeugung
- **1920, Albert Betz**  
physikalisch bedingt sind höchstens 59,3% der Energie des Windes nutzbar.
- **1957, Ulrich W. Hütter**  
legte die Grundlage für alle modernen Windkraftanlagen.
- **Anfang 1980er Jahre**  
dänisches Konzept setzte sich durch.



## Leistung und Ertrag

- **Nennleistung**  
ist größer als die Auslegungsgeschwindigkeit und liegt meist zwischen 12 m/s und 16 m/s
- **Windgutachten**  
die lokalen Windeigenschaften können routinemäßig ermittelt werden
- **Volllaststunden**  
Binnenland 2000 h  
Küstennähe 2500 h  
Off-Shore-Anlagen 3400 h
- **Abschätzung Jahresertrag**  
für den Standort der WKA wird die so genannte mittlere Windgeschwindigkeit angegeben



## Bauformen

- **Horizontale Rotationsachse**  
muss der Windrichtung nachgeführt werden. Die Gondel ist mit einem Azimutlager (Horizontalwinkel) horizontal drehbar auf den Turm angebracht. Die Ausrichtung des Rotors in den Wind erfolgt dann mittels Stellmotoren.
- **Vertikale Rotationsachse**  
je nach vorherrschenden Standortbedingungen eine gute oder sogar bessere Alternative zu Anlagen mit horizontaler Rotordrehachse.

Eine Windkraftanlage wandelt die kinetische Energie des Windes bzw. der Luftteilchen in elektrische Energie um und speist diese dann in das Stromnetz ein.

# Die Windkraftanlage (2/2)



## Motor

- Der Motor besteht aus der langsamen Welle, dem Getriebe und der schnellen Welle.
- Das Getriebe liegt nun zwischen den beiden Wellen und bewirkt eine Umsetzung der Drehzahl.
- Die schnelle Antriebswelle läuft circa 50-mal so schnell wie die langsame Antriebswelle.
- Die schnelle Antriebswelle ist meistens mit einer mechanischen Bremse ausgestattet.



## Generator

- Die elektrische Ausrüstung lässt sich in den Generator, in das System zur Netzeinspeisung und in das Steuer- und Überwachungssystem für den Anlagenbetrieb unterteilen.
- Die Stromumwandlung beruht auf der Lorentzkraft. Die Lorentzkraft ist jene Kraft, die ein elektromagnetisches Feld auf eine bewegte elektrische Ladung ausübt.

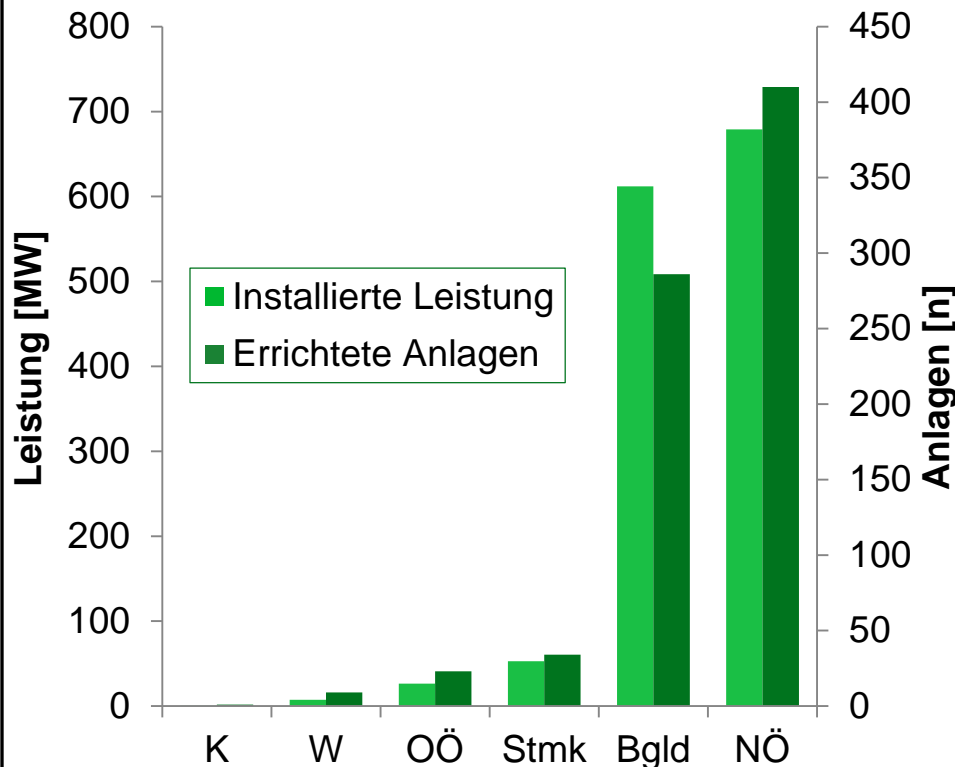


## Regelung und Betriebsführung

- Für regionale Anlagen existieren verschiedene Konzepte, die sich zum Teil auch auf die Anlagenkonstruktion und deren Bestandteile auswirken.
- Die Windkraftanlagen werden von der Regelelektronik bei zu ertragsversprechenden Windgeschwindigkeiten angefahren und bei zu großen Windgeschwindigkeiten wieder abgeschaltet.
- Ab einer Windgeschwindigkeit von 2-4m/s schaltet die Steuerung der Windkraftanlage ein, da erst dann nennenswerte Energiemengen abgegeben werden können.

**Die zentralen Bestandteile einer Windkraftanlage sind die Rotorblätter, die Nabe, das Getriebe, die Bremse und der Generator.**

## Regionale Verteilung – Leistung und Anlagen (Stand Ende 2012)



### Gesamt 2012:

- 763 Anlagen
- 1.378 MW Leistung
- Über 2,9 Mrd kWh Stromerzeugung
- Knapp 5% des Stromverbrauches

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

Die 763 in Österreich installierten Windkraftanlagen (Stand 2012) befinden sich zu über 90% in Ostösterreich in den beiden Bundesländern Niederösterreich und Burgenland.



Alternative Energies / Jürgen from Sandesneben, Montage Kelag

## Investitionen

### Investitionen in Windenergie

- 2012 – 295,7 MW – EUR 490 Millionen
- 2013 – 419,1 MW – EUR 690 Millionen

## Einsparung CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Windenergieausbau 2012/2013

- 2012 – 195,7 MW – 415.000 Tonnen/Jahr
- 2013 – 419,1 MW – 620.000 Tonnen/Jahr

### Windenergiebestand 2012/2013

- 2012 – 1378,0 MW – 1,8 Millionen Tonnen/Jahr
- 2013 – 1795,1 MW – 2,5 Millionen Tonnen/Jahr

**Die hohen Summen, die in den Ausbau der Windenergie investiert werden, führen auch zur Nachhaltigkeit — durch die deutlich messbaren Einsparungen bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen.**

# Anteil der Windenergie am elektrischen Endenergieverbrauch

Bundesland	Anteil 2012	Anteil 2013
Niederösterreich	13,8%	16,9%
Burgenland	84%	113,9%
Österreich	4,9%	6,4%



Nazomi PLC, renewable energy, Kelag Montage

Durch die installierten Windkraftanlagen im Burgenland ist die Selbstversorgung dieses österreichischen Bundeslandes mittels erneuerbarer Energie möglich geworden.

**Wie können Windkraftanlagen in Zukunft Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen bzw. Kernkraftwerke in ausreichendem Maß ersetzen?**

**Ist Windenergie sicher bzw. welche Einflüsse auf Mensch und Umwelt haben Windenergiekraftanlagen?**

**Wir benötigen in der Zukunft eine Energiepolitik die Nachhaltigkeit und Sicherheit vereint und den notwendigen Energiebedarf in Europa zu leistbaren Preisen sicherstellt.**



**Dr.  
Norbert Pillmayr  
CIO**

T +43(0)463 525-1420

F +43(0)463 525-1679

[norbert.pillmayr@kelag.at](mailto:norbert.pillmayr@kelag.at)

[www.kelag.at](http://www.kelag.at)



**KELAG**

Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft

Arnulfplatz 2

9020 Klagenfurt

Österreich

Windkraft – die zukunftsweisende Energieform

21. Juni 2013