

Theorie & Physik der Windenergie-Nutzung

Die erste systematische Entwicklung, die Windkraft zur Stromerzeugung zu nutzen, fand in Dänemark statt. Seitdem entwickelt sich die Windenergie rasant. Der Großteil der installierten Windkraftanlagen weltweit ist in Europa zu finden. Vorreiter ist hier Deutschland, gefolgt von Spanien und Dänemark.

Österreich:

Laut einer EU-Richtlinie soll der Anteil an erneuerbarer Energie im Vergleich zum Gesamtenergieverbrauch 78,1% betragen (davon 71% Wasserkraft, 4% Alternativenergie wie Biomasse, Wind, Gas, Sonnenenergie und 3% andere alternative Energiequellen).

Stand Ende 2005: 819 MW Windkraft in Österreich installiert

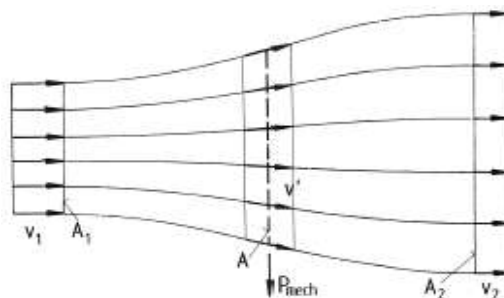
Physik

Windenergiesysteme machen sich die aerodynamische Hebung zugute (vergleiche Flugzeugflügel: An der Oberseite der Rotorblätter entsteht ein Unterdruck, an der Unterseite ein Überdruck. Dadurch werden sie in die Höhe gehoben und drehen sich). Die Turbine dreht sich immer in die vorherrschende Windrichtung. Durch Verstellen der Rotorblätter um ihre Längsachse kann die Leistungsabgabe geregelt und Überdrehzahlen verhindert werden.

Das Betz'sche Gesetz

Ein Luftstrom trifft auf eine Turbine => Wieviel mechanische Leistung läßt sich durch die Turbine dem Luftstrom entziehen?

Diese Berechnung erfolgt durch Ansätze mit kinetischer Energie und dem Massenstrom. Wichtige Größen sind dabei die Geschwindigkeit der Luft, die Querschnittsfläche der Turbine und die Dichte der Luft.

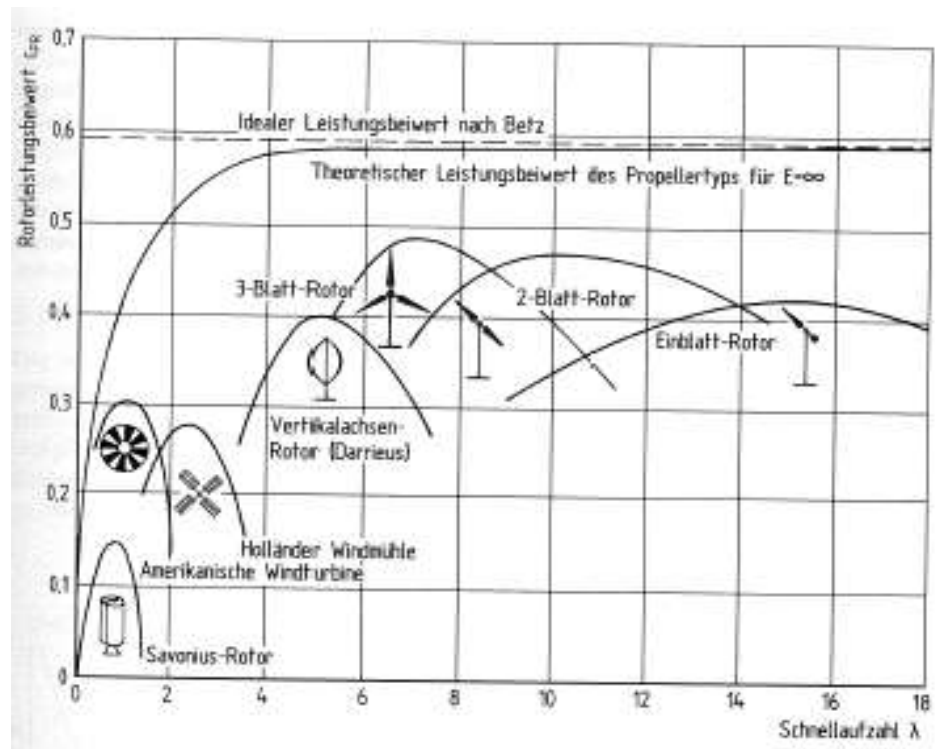


Man betrachte die Strömungsverhältnisse vor und hinter dem Energiewandler. Die Luft strömt mit der Geschwindigkeit v_1 und dem Querschnitt A_1 heran. Aufgrund der Kontinuitätsgleichung ist der Massenstrom konstant und somit wird hinter dem Wandler der Querschnitt A_2 größer und die Geschwindigkeit der Luft v_2 kleiner.

Diese Theorie berücksichtigt: die Leistungsdifferenz des Luftstromes vor der Turbine und hinter der Turbine entspricht der entzogenen Leistung. Diese beträgt, wenn keine Reibungsverluste auftreten, **60%** der Energie des ungestörten Luftstromes.

Die folgende Graphik zeigt, warum meist 3-blättrige Turbinen aufgestellt werden. Sie haben den besten Leistungsbeiwert, können der Luft also am meisten Leistung entziehen.

Der Bereich der maximalen Leistungsausbeute von Windturbinen liegt bei 12 bis 16 m/s (je nach Typ) . Der Arbeitsbereich liegt zwischen 4 und 24 m/s (24 m/s \sim 86 km/h).



Windturbinen im kalten Klima

Bei tiefen Temperaturen und hoher Luftfeuchte tritt die Gefahr der Vereisung der Rotorblätter auf. Daher gibt es in Österreich ein Gesetz, dass jede Windturbine mit einem Eisdetektor ausgerüstet sein muss, um Eiswurf zu verhindern. Sobald ein Eisdetektor Eisansatz meldet, müssen die Turbinen ausgeschaltet werden. Für Turbinen, die im kalten Klima verwendet werden, gibt es beispielsweise Rotorblattheizungen oder spezielle Anti-Haftbeschichtungen.

Windparks

Jede Turbine stellt ein Hindernis dar. Hinter dem Rotor bilden sich Wirbel. In einer Entfernung von 10 Rotordurchmessern ist das ursprüngliche Windprofil wieder hergestellt, also sollte der Abstand zwischen den einzelnen Windturbinen in der vorherrschenden Windrichtung 5 bis 9 und in der Windrichtung normal dazu 3 bis 5 Rotordurchmesser sein.

Windenergie ist unerschöpflich, umweltfreundlich, verringert die Importabhängigkeit, schafft Arbeitsplätze und ist die ideale Ergänzung zur Wasserkraft.