



3.6 Windkraft

Autoren

Tony Kaiser (chair), Alstom, Baden; Reza Abhari, ETH Zürich; Reto Rigassi, Suisse Eole, Liestal; Jakob Vollenweider, Juvent SA, Saint-Imier

Die Windkraft ist in vielen Ländern die heute wichtigste neue erneuerbare Stromquelle. In der Schweiz trägt die Windenergie mit einem Anteil von 0,11 % (2011) erst einen bescheidenen Anteil zur Stromerzeugung bei. Die Windkraft wird aber auch bei uns einen nicht vernachlässigbaren Anteil an die Stromproduktion erbringen müssen.

3.6.1 Stand der Technologie heute

Mit einer weltweit installierten Leistung von über 194 GW kann die Windenergie als ausgereifte Technologie bezeichnet werden. Seit längerem besteht der Trend zu immer grösseren Anlagen. Allerdings sind die Erfahrungen in Bezug auf die Lebenserwartung von Multimegawattanlagen (die erst seit 2000 serienmässig installiert werden), die Offshore-Nutzung sowie die Nutzung an Onshore-Standorten mit extremen Bedingungen noch begrenzt. Zu den Onshore-Standorten mit extremen Bedingungen zählen auch die Gebirgsstandorte in der Schweiz, wo die Installation nur an gut erschlossenen Standorten möglich ist.

Anfangs 2011 waren in der Schweiz gemäss Suisse Eole 28 Windanlagen mit einer Leistung über 100 kW und 19 kleinere Anlagen installiert (Suisse Eole 2011). Die Leistung all dieser Anlagen beträgt 42,3 MW, die aktuelle jährliche Produktionserwartung liegt bei rund 74 GWh. Dies ist etwa 20 % der theoretisch erzeugbaren Energiemenge, wenn der Wind dauernd optimal blasen würde.

3.6.2 Ökologische und wirtschaftliche Aspekte

Der CO₂-Emissionsfaktor beträgt, über die Lebensdauer gerechnet, bei kleineren Windkraftanlagen rund 25,2 g CO₂eq/kWh und bei Grossanlagen rund 11,6 g CO₂eq/kWh. Für moderne Windenergieanlagen mit einer Leistung von über 1 MW dürften die Werte noch tiefer liegen.

Die gesamten Investitionskosten betragen in der Schweiz zwischen 2500 und 3300 Fr./kW installierter Leistung (ohne Speicher) und liegen aufgrund höherer Erschliessungskosten sowie grösserer Nabenhöhen und Rotordurchmessern rund 50 % über dem internationalen Durchschnitt. Die Stromgestehungskosten hängen zusätzlich stark von den lokalen Windverhältnissen ab; sie liegen heute in der Schweiz zwischen 15 und 25 Rp./kWh.

3.6.3 Potenzial bis 2050

Unter Berücksichtigung der Landschafts- und Naturschutzinteressen (BFE-BAFU-ARE 2010) schätzt Suisse Eole aufgrund des schweizerischen Windkonzeptes das Potenzial der Windenergienutzung bis 2035 auf 1,5 TWh pro Jahr (mit 375

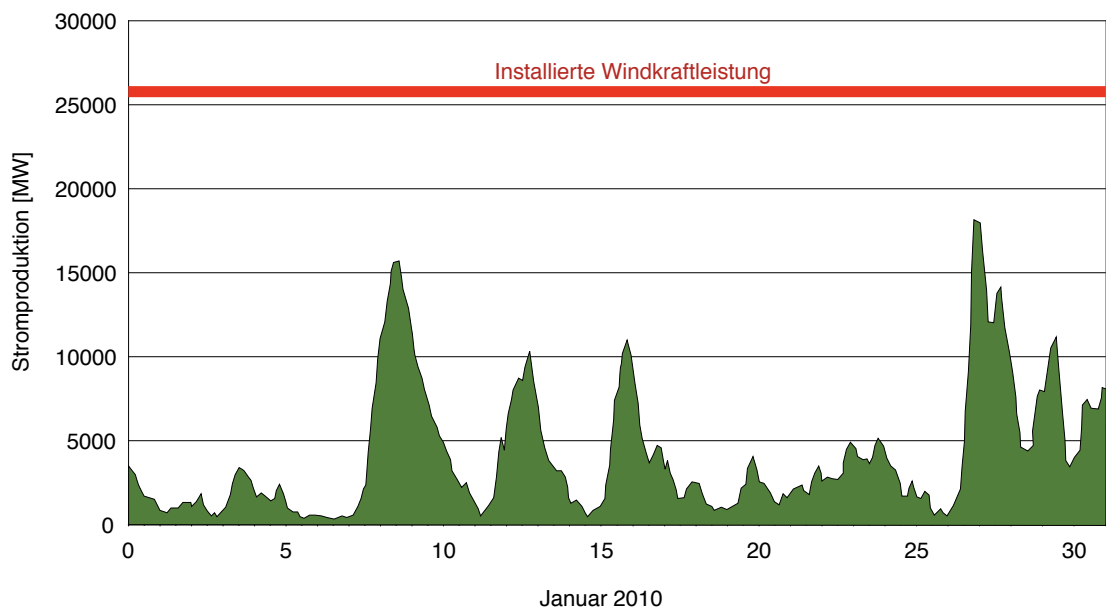


Abbildung 3.6: Die Windstromerzeugung in ganz Deutschland im Januar 2010: Nur an wenigen Tagen übersteigt die Produktion 20% der installierten Leistung von 26 GW. (Quelle VSE, Vattenfall)

Grossanlagen) und bis 2050 auf 4 TWh (mit 800 Grossanlagen), was ungefähr 6% der heutigen Stromerzeugung entsprechen würde (Swiss Eole 2011). Der Energie Trialog Schweiz schätzt das Potenzial auf 1 bis 2 TWh bis 2035 und auf 2 bis 3 TWh bis 2050 (ETS 2009). In der Schweiz liegen die günstigen Standorte auf den Juraketten und an ausgesuchten Lagen in den Alpen.

Längerfristig kann die Ausnutzung weiter auf deutlich über 20% der Anlageleistung gesteigert werden. Diese Steigerung ist primär auf grössere Rotordurchmesser und Gesamthöhen (>100 m) zurückzuführen. Dadurch kann die Anzahl Volllaststunden deutlich erhöht und die Nutzung von schwachen Winden verbessert werden. Anlagen mit grossen Rotordurchmessern drehen überdies langsamer, wodurch sich die optische Störwirkung vermindert. Die Nutzung der Potenziale setzt jedoch voraus, dass bei der Interessenabwägung zwischen der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien und dem Landschaftsschutz der Stromproduktion künftig ein höheres Gewicht eingeräumt wird.

Mittel- bis längerfristig wird auf europäischer Ebene ein bedeutend grösseres Potenzial von Wind-

strom aus Anlagen auf dem Meer zur Verfügung stehen. Diese so genannten Offshore-Windparks erreichen einerseits eine höhere Ausnutzung der installierten Leistung als Windparks in der Schweiz. Andererseits sind die Installationskosten höher und die Umwelteinflüsse (z.B. Korrosion durch Salzwasser) grösser als auf dem Land. Ob und in welchem Mass die Schweiz ihren Bedarf durch Import von Strom aus Offshore-Windparks decken können, ist heute offen.

3.6.4 Technologiespezifische Bewertung und Folgerungen

Die Einspeisung des Windstroms ins Netz erfolgt unregelmässig. Durch Netzverbände über mehr als 1000 km Distanz lassen sich unterschiedliche Windverhältnisse grossräumig ausgleichen. Zudem sind grössere Stromspeicher- und Übertragungskapazitäten erforderlich, um Überschussenergie zu absorbieren oder kurzfristig die fehlende Energie bereitzustellen. Die europaweit stark zunehmende Erzeugung von Windstrom insbesondere an der Nordsee bedeutet eine grosse Herausforderung an die Speicher- und Regelfähigkeit des Stromsystems

und der Netze (vgl. Abbildung 3.6). Eine Glättung der Stromspitzen vor der Einspeisung vor Ort könnte die Anforderungen an die Netze und Pumpspeicher entlasten, wird bisher jedoch nur in wenigen Fällen eingesetzt. Für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft ergeben sich grosse Marktchancen, falls die Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke sowie die Hochspannungsnetze ausgebaut werden. Siehe dazu die Analyse der Windenergie und deren Einspeisung ins europäische Stromnetz für Europa, EWEA 2010.

Das Gefährdungspotenzial durch Eiswurf, Mast- oder Rotorblattbruch ist sehr gering. Relevant sind hingegen die finanziellen Risiken: Ins Gewicht fallen insbesondere die hohen Kosten für Projektentwicklungen bei geringer Planungssicherheit und die unsicheren Ertragsprognosen

an Standorten mit komplexer Topografie. In der Schweiz besteht zudem ein Konfliktpotenzial mit dem Landschaftsschutz. Auch die Geräuschbelastung kann zu Widerständen in der Bevölkerung führen. Damit das geschätzte Potenzial der Windstromerzeugung ausgeschöpft werden kann, müssen die Planungsrisiken und Unsicherheiten abgebaut werden.

Wenn die Schweiz den Anschluss an den global stark wachsenden Markt nicht verlieren will, muss sie die lokale Industrie durch interdisziplinäre Projekte und durch das Zusammenbringen von bestehenden Kompetenzen in Industrie und Forschung stärken. Damit sich die Industrie entwickeln kann, braucht es einen Heimmarkt für Produkte, damit Prototypen vor Ort getestet und weiter entwickelt werden können.

Literatur

BFE-BAFU-ARE 2010: Empfehlung zur Planung von Windenergieanlagen, BFE, BAUFU, ARE, März 2010. www.proclim.ch/news?2394

ETS 2009 (Energie Dialog Schweiz): Energie-Strategie 2050 – Impulse für die schweizerische Energiepolitik. Grundlagenbericht. Zürich. 144 Seiten. www.proclim.ch/news?877

EWEA 2010: Wind energy and the electricity grid, European Wind Energy Association, November 2010. www.proclim.ch/news?2398

Suisse Eole 2011: Jahresbericht 2010, März 2011. www.proclim.ch/news?2395