

# New Specific Power Installation in Wind Turbines

## Neue Leistungsauslegung von Windturbinen

J. P. Molly, DEWI GmbH, Wilhelmshaven



ENGLISH - DEUTSCH

Since the first publication in the February 2012 issue of DEWI Magazin about the cost-effective design of wind turbines in connection with storage systems some important changes in the lay-out of wind turbines could be observed. The latest wind turbines designed for the offshore area now feature a specific power installation between 300 and 350 W/m<sup>2</sup>, which is considerably lower than previously. In **Fig. 1** these wind turbines are shown on the curve corresponding to wind speeds prevailing in the North Sea, where they lie in the theoretical minimum of energy generation costs. Please note that for these wind turbines energy generation costs have not been calculated, they were merely allocated to the offshore wind speed reference line.

Previously, most offshore wind turbines were designed with a power installation of 450 up to 530 W/m<sup>2</sup>, which according to **Fig. 1** would have led to higher energy generation costs. In onshore wind turbines, too, the tendency towards significantly lower specific rated capacities compared to previous models can be noticed. This change is achieved by a significant increase of the rotor diameter, but, unlike in the past, without at the same time increasing the rated capacity according to the increase in rotor disc area.

Seit der ersten Veröffentlichung im DEWI Magazin vom Februar 2012 über die kostengünstigste Leistungsauslegung von Windturbinen in Zusammenhang mit Speichern hat sich einiges getan. Werden die neuesten Windturbinen für den Offshore-Bereich betrachtet, dann fällt auf, dass diese jetzt mit ihrer spezifische Leistung pro Quadratmeter Rotorkreisfläche zwischen 300 und 350 W/m<sup>2</sup> erheblich niedriger liegen, als früher. In **Abb. 1** sind diese Windenergieanlagen auf die Linie für die in der Nordsee herrschenden Windgeschwindigkeiten eingetragen, wo sie im Bereich des theoretischen Minimums der Energieerzeugungskosten zu liegen kommen. Bitte beachten, dass für diese Windturbinen keine Energieerzeugungskosten ermittelt wurden, sondern sie nur der Bezugslinie Offshore-Windgeschwindigkeit zugeordnet wurden.

Früher war es üblich Offshore-Windturbinen mit Leistungen von 450 bis zu 530 W/m<sup>2</sup> auszurüsten, was dann entsprechend **Abb. 1** zu höheren Energieerzeugungskosten geführt haben müsste. Auch Onshore ist die Tendenz zu erheblich niedrigeren spezifischen Nennleistungen im Vergleich zur Vergangenheit festzustellen. Erreicht wird das durch eine erhebliche Vergrößerung des Rotordurchmessers, wobei anders als früher die Leistung gleichzeitig eher nicht oder nur moderat erhöht wird.

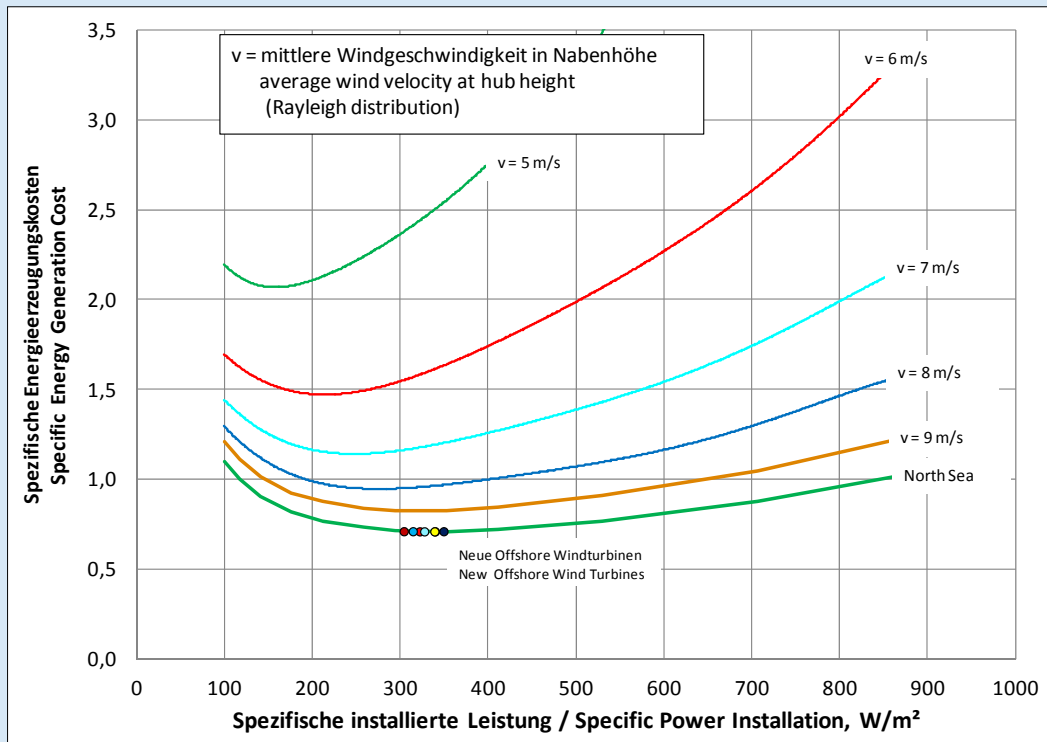


Fig. 1: Specific power installation of new offshore wind turbines of the years 2013/2014 [1]  
 Abb. 1: Spezifische installierte Leistung neuer Offshore Windturbinen der Jahre 2013/2014 [1]

Generally speaking, this is a very positive development, since it is a step towards the minimization of costs of the supply system consisting of wind turbines and storage units, as explained in the article in DEWI Magazin of February 2012 [1]. Since in Germany there are no requirements whatsoever for an optimization of the electric energy supply system, its components, i.e. generation, transport and distribution of energy, are optimized by the industry in such a way that each part system achieves the highest economic efficiency. For the wind turbine this means that it is designed by the manufacturer to enable the investor to operate a wind farm as economically efficient as possible. Therefore wind turbines are offered in already existing classes of rated capacity but with a distinctly larger rotor diameter, which due to the quadratic increase of the rotor area promises much more yield. At the same time this type of wind turbine design means an advantage as far as production costs of the wind turbine are concerned, meaning there is a win-win situation for manufacturer and investor. Economic efficiency can be interpreted very differently, depending on the kind of remuneration model existing. In case of a guaranteed purchase and feed-in tariff for electricity as in Germany, the only relevant criteria are the remuneration

Generell gesehen ist diese Entwicklung sehr positiv, denn sie kommt der Kostenminimierung des Versorgungssystems aus Windturbine und Speicher entgegen, wie der Artikel im DEWI Magazin Februar 2012 [1] darlegt. Da in Deutschland jegliche Vorgaben für eine Optimierung des Versorgungssystems fehlen, werden die Komponenten hierzu, nämlich die Erzeugung, der Transport und die Verteilung der Energie von der Industrie so optimiert, dass das jeweilige Teilsystem die größte Wirtschaftlichkeit erreicht. Für die Windturbine heißt das, sie wird so vom Hersteller ausgelegt, dass der Investor seinen Windpark möglichst wirtschaftlich betreiben kann. So werden dem Kunden vorhandene Leistungsklassen mit deutlich höherem Rotordurchmesser angeboten, der durch die quadratische Zunahme der Rotorkreisfläche sehr viel mehr Ertrag verspricht. Gleichzeitig entsteht für den Hersteller bei dieser Art der Windturbinenauslegung ein Vorteil bei den Herstellkosten der Windturbine, so dass für Hersteller und Investor eine Win-Win-Situation besteht. Was wirtschaftlicher Betrieb bedeutet, kann sehr unterschiedlich sein, je nachdem welche Vergütungsmodelle bestehen. Im Fall der garantierten Abnahme und Bezahlung der Energie wie in Deutschland, kommt es ausschließlich auf die bezahlte Vergütung pro kWh an, wie hoch die Inves-

paid per kWh, the investment cost needed for developing the wind farm and the operating cost required. There are, however, other remuneration models, in which it makes sense to adjust the design of a wind turbine with regard to its rated capacity. In Brazil, for example, wind turbines are used which promise a very high capacity factor (=average power output / rated capacity of the wind turbine) because wind projects participate in public auctions and have to fulfill certain criteria. The project with the lowest energy generation cost will win the auction. For the actual operation of the project, additional regulatory conditions apply which may influence the economic success. To put it simply, a wind farm operator has to fulfill the following requirements: according to the long-term wind speeds determined for each month, the amounts of energy corresponding to these wind speeds must be supplied to the grid operator/utility for a period of 20 years. If the monthly volume of energy supplied is more than 10% below the quantity guaranteed, severe financial "penalties" can be imposed. Exceeding the guaranteed monthly quantities will also have financial repercussions. The operator of a wind farm therefore will be keen to avoid any major deviation from the guaranteed supply. The higher the capacity factor the better, because it reduces the risk of falling below or exceeding the guaranteed monthly energy generated. This is easily explained by an example: a wind turbine with a theoretical capacity factor of 100% would never deviate from the guaranteed energy volume, i.e. the risk of falling below or exceeding this value would be zero.

During the past nine auctions since 2009, the average capacity factor was 46.6%. The highest mean value of an auction was 54%, the lowest 41.7%. Individual wind farm values exceeded 60%. Of course this is partly due to the excellent wind speeds in Brazil, but also to wind turbines designed for a capacity of 220 to 260 W/m<sup>2</sup>, in other words, a very low power installation.

titionskosten zur Erstellung des Windparks sind und welche Betriebskosten abgedeckt werden müssen. Es gibt aber auch andere Vergütungsmodelle, die eine Anpassung der Windturbinenauslegung sinnvoll machen. In Brasilien bspw. werden Windturbinen eingesetzt, die einen sehr hohen Kapazitätsfaktor (= Durchschnittsleistung / Nennleistung der Windturbine) versprechen. Dort werden die Windparkprojekte öffentlich nach bestimmten Kriterien versteigert, wobei die angebotenen niedrigsten Stromerzeugungskosten gewinnen. Für den späteren Betrieb gelten bestimmte zusätzliche Randbedingungen, die den wirtschaftlichen Erfolg beeinflussen. Vereinfacht gesagt muss der Windparkbetreiber folgende Vorgaben erfüllen: entsprechend der für jeden Monat ermittelten Langzeitwindgeschwindigkeiten müssen 20 Jahre lang die daraus abgeleiteten Energiemengen an den Netzbetreiber/Energieversorger geliefert werden. Wird diese garantierte Energieliefermenge um mehr als 10% unterschritten, dann wird dies mit empfindlichen finanziellen „Strafen“ geahndet. Auch das Überschreiten der monatlich garantierten Energielieferungen ist mit finanziellen Nachteilen verbunden. Dem Betreiber liegt daher sehr daran, dieses zu vermeiden. Ein möglichst hoher Kapazitätsfaktor ist dann sehr hilfreich, da damit das Risiko des Unter- bzw. Überschreitens entsprechend abnimmt. Dass dem so ist, ist leicht zu verstehen. Würde die Windturbine einen Kapazitätsfaktor von 100% haben, würde es nie zu einer Abweichung vom garantierten Energiebetrag kommen, d.h., das Risiko des Unter- oder Überschreitens ist gleich Null.

In den zurückliegenden neun Versteigerungen seit 2009 lag der durchschnittliche Kapazitätsfaktor bei 46,6%. Der höchste Durchschnittswert einer Versteigerung lag bei 54% der niedrigste bei 41,7%. Einige Einzelwerte lagen bei über 60%. Natürlich ist dies auch eine Konsequenz der sehr guten Windgeschwindigkeiten, aber es werden darüber hinaus Windturbinen angeboten, die im Bereich 220 bis 260 W/m<sup>2</sup> liegen, also mit einer sehr niedrigen Leistungsinstallation aufwarten.

#### Reference/Literatur

- [1] Molly, Jens Peter: Design of Wind Turbines and Storage: A Question of System Optimisation. DEWI Magazin 40, 2012, pages 23 - 29

#### List of Advertisers

Adolf Thies, Göttingen	39
Bremer Landesbank, Bremen	U2
DEWI, Wilhelmshaven	17,26,27,31,53,67
GWU-Umwelttechnik, Erftstadt	21
LEINE LINDE SYSTEMS, Hamburg	41
Mitsubishi Electric Europe B.V., Ratingen	45
smart dolphin GmbH, Hamburg	7
UL, Northbrook, USA	U4
Wilmers Messtechnik, Hamburg	21
Windspeed Ltd., Rhyl, UK	15