

Windenergienutzung in Deutschland - Stand 31.12.2005 -

Wind Energy Use in Germany - Status 31.12.2005

C. Ender; DEWI Wilhelmshaven



1. Stand der Windenergienutzung in Deutschland

In Deutschland sind mit Stand vom 31.12.2005¹ 17.574 Windenergieanlagen (WEA) mit 18.427,52 MW installierter Leistung in Betrieb. Die durchschnittliche installierte Leistung pro WEA liegt damit bei 1.048,57 kW. Allein im Jahr 2005 wurden 1.049 WEA mit einer installierten Leistung von 1.807,77 MW in Deutschland aufgestellt. Gegenüber der Entwicklung der Windenergienutzung im Vergleichszeitraum des Vorjahres [1] ist die Anzahl der neu installierten WEA um 12,7 % und die neu installierte Leistung um 229,13 MW oder 11,2 % gesunken. Die durchschnittliche Leistung der neu installierten WEA stieg im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um 1,6 % und betrug im Jahr 2005 1.723 kW. Die jährlichen Steigerungsraten der durchschnittlichen Leistung aller neu errichteten WEA liegen in den letzten fünf Jahren bei ca. 9,2% (12,7 % im Vorjahr). Von den Herstellern werden

1. Status of Wind Energy Use in Germany

	A Stand/Status 31.12.2005	B Nur/only 2005
1. Gesamte Anzahl WEA 1. Number of WT	17.574	1.049
2. Gesamte installierte Leistung, MW 2. Installed Capacity, MW	18.427,52	1.807,77
In 1. A berücksichtigte Anzahl abgebauter WEA Number of WT removed and taken into account in 1. A	147	18
In 2. A berücksichtigte abgebaute Leistung, MW Capacity (MW) removed and taken into account in 2. A	61,30	9,00
In 1. A, B berücksichtigte Anzahl WEA (Repowering) Number of WT (repowering) taken into account in 1. A, B	108	6
In 2. A, B berücksichtigte Leistung (Repowering) Capacity (repowering) taken into account in 2. A, B	168,45	12,00
durchschnittl. installierte Leistung, kW/WEA Average Installed Power, kW/WT	1.048,57	1.723,33

Tab. 1: Stand der Windenergienutzung in Deutschland

Tab. 1: Status of wind energy use in Germany

As of 31.12.2005¹, 17,574 wind turbines (WT) with a rated power of 18,427.52 MW were in operation in Germany. The average installed power per WT therefore is 1,048.57 kW. In the year 2005 alone, 1,049 WT with a rated power of 1,807.77 MW were installed in Germany. Compared to wind energy use in the same period of the previous year [1]

there was a decrease in newly installed turbines of approx. 12.7 %, and the newly installed power went down by 229.13 MW or approx. 11.2 %. Compared with the previous year, the average rated power per wind turbine went up by approx. 1.6 % and reached 1,723 kW in 2005. The annual rates of increase of the average capacity of all newly erected WTs in the past five years amounts to approx. 9.2 % (12.7 % last year). Wind turbine manufacturers also reported the turbines which were decommissioned and replaced with new ones (Repowering).

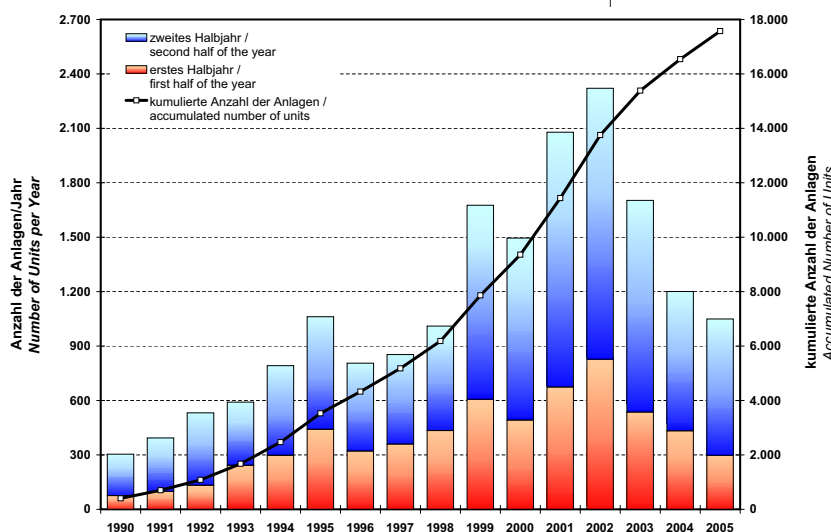


Abb. 1: Entwicklung der jährlich aufgestellten und kumulierten Anzahl von WEA.
Fig. 1: Development of the yearly installed and accumulated number of turbines.

¹ Die Angaben basieren ausschließlich auf Herstellerangaben. Die Erhebung wurde im Dezember 2005/Januar 2006 durchgeführt. Die gemeldeten WEA sind errichtet, müssen aber noch nicht ans Netz angeschlossen sein.
The data are based exclusively on manufacturer information. The survey was carried out in December 2005/January 2006. The WTs reported were installed but do not have to be already connected to the grid.

auch die abgebauten und ersetzten (Repowering) WEA gemeldet. Demnach wurden 2005 18 WEA mit einer Leistung von 9 MW abgebaut und durch 6 WEA mit einer Gesamtleistung von 12 MW ersetzt. Die Angaben über Abbau und Repowering sind mit Vorsicht zu betrachten, da nicht sichergestellt ist, dass alle diese Fälle gemeldet werden.

2. Der potenzielle Jahresenergieertrag aus WEA

Die Berechnung des potenziellen Jahresenergieertrags erfolgt auf der Basis mittlerer Ausnutzungsgrade aus dem Jahr 2004 [2], die unter Verwendung des Windindex IWET V03 [2] für WEA verschiedener Leistungsklassen an unterschiedlichen Standorten ermittelt wurden. In dieser Abschätzung wird des Weiteren angenommen, dass alle zum Jahresende gemeldeten WEA einen vollen Jahresenergieertrag beisteuern, was natürlich bezogen auf die Realität nicht der Fall ist. Durch die Verwendung des Windindex IWET V03 sank der Anteil der Windenergie am Nettostromverbrauch (Tab. 4) im Vergleich zu den Jahren vor 2004, da die Differenz zu einem 100%-Windjahr geringer ist. In Tab. 2 werden die Anteile am pot. Jahresenergieertrag aller in Deutschland errichteten WEA, unterteilt in sieben Leistungsklassen, dargestellt. Auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass die Klasse mit 1.500 bis 3.100 kW bei einem zahlenmäßigen Anteil von 39,6 % insgesamt 64,5%, also fast 2/3, der aus Wind erzeugten elektrischen Energie liefert. Mit einer Anzahl von 6.968 WEA liegt sie über der Klasse mit 310 bis 749 kW (5.854 WEA). Die größte Klasse mit über 3.100

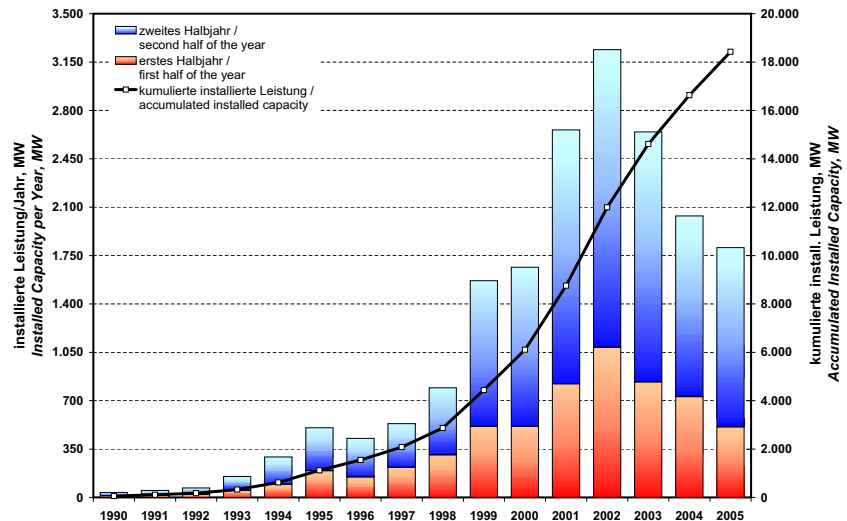


Abb. 2: Entwicklung der jährlichen und kumulierten installierten Leistung.
 Fig. 2: Development of the yearly and accumulated installed power.

According to this information, 18 WTs with a rated power of 9 MW were removed in 2005 and replaced with 6 WTs with a total installed power of 12 MW. The Repowering figures should be regarded with a certain caution, however, since it is not absolutely sure that all the cases were reported to us.

2. Potential Annual Energy Yield

The potential annual energy yield is calculated on the basis of average degrees of utilisation of the year 2004 measured for WTs of different power classes at different sites, using the wind index IWET V03 [2]. In addition we assume that all WTs reported by the end of the year contribute a full annual energy yield, which of course is not the case in reality. Due to the use of the new wind index IWET V03, the share of wind energy in the net energy consumption (table 4) went down in comparison with the years before 2004, since the difference to a 100 % wind year is smaller. Table 2 shows the shares in the potential annual energy

yield of all WTs erected in Germany, divided into seven power classes. In this connection it is remarkable that the class of 1,500 to 3,100 kW, although accounting for only 39.6 % in actual numbers, supplies 64.5 %, almost two thirds, of the total electricity generated from wind. With a number of 6,968 wind turbines it is above the 310 to 749 kW-class (5,854 WTs). The largest class of turbines of

Anlagengröße Unit Size	WEA WT	%	MW	%	GWh	%
5-80 kW	744	4,2	44,2	0,2	66	0,2
80,1 - 130 kW	618	3,5	94,0	0,5	167	0,5
130,1 - 310 kW	816	4,6	215,0	1,2	404	1,2
310,1 - 749,9 kW	5.854	33,3	3.347,9	18,2	6.127	18,1
750,0 - 1499,9 kW	2.564	14,6	2.781,2	15,1	4.728	14,0
1500,0 - 3100 kW	6.968	39,6	11.894,8	64,5	22.211	65,7
Über/above 3100 kW	10	0,1	50,5	0,3	123	0,4

Tab. 2: Anteil von WEA unterschiedlicher Leistungsklassen am pot. Jahresenergieertrag
 Tab. 2: Shares of WT of different power groups in the potential annual energy yield

Klein / Small			Mittel / Medium			Groß / Large		
D m	Fläche/Area m²	bis/up to kW	D m	Fläche/Area m²	bis/up to kW	D m	Fläche/Area m²	bis/up to kW
0,0-8	0,0- 50	10	16,1-22	200,1- 400	130	45,1-64	1600,1- 3200	1500
8,1-11	50,1- 100	25	22,1-32	400,1- 800	310	64,1-90	3200,1- 6400	3100
11,1-16	100,1- 200	60	32,1-45	800,1- 1600	750	90,1-128	6400,1- 12800	6400

Tab. 3: Einteilung der WEA in Größenklassen nach Rotordurchmesser D und Rotorfläche, mit den dazugehörigen Leistungswerten zur Information (Zahlenangaben gerundet)
 Tab. 3: Division of WTs in size groups according to rotor diameter D and rotor area, with their respective rated power value (figures are rounded)

Bundesland <i>Federal State</i>	Installierte Leistung bis 31.12.2005 <i>Installed Capacity until 31.12.2005</i> MW	potenzieller Jahresenergieertrag, <i>Potential Annual Energy Yield</i> GWh	Nettostromverbrauch 2001 [3] <i>Energy Consumption 2001 [3]</i> GWh	Anteil am Netto- stromverbrauch, <i>Share on the Energy Consumption</i> %
Schleswig-Holstein	2.274,91	4.697	13.353	35,17
Sachsen-Anhalt	2.193,26	4.391	12.807	34,28
Mecklenburg-Vorpommern	1.094,90	2.004	6.374	31,45
Brandenburg	2.619,56	4.492	18.044	24,89
Niedersachsen	4.906,97	9.265	49.627	18,67
Thüringen	509,88	928	10.755	8,63
Sachsen	703,07	1.222	18.398	6,64
Rheinland-Pfalz	810,38	1.335	26.159	5,10
Nordrhein-Westfalen	2.224,64	3.910	127.747	3,06
Hessen	426,16	670	36.539	1,83
Bremen	52,30	93	5.427	1,72
Saarland	57,40	100	7.569	1,32
Bayern	257,83	357	73.176	0,49
Hamburg	33,68	59	14.187	0,41
Baden-Württemberg	262,58	302	75.745	0,40
Berlin	0,00	0	13.103	0,00
gesamte Bundesrepublik <i>Total Germany</i>	18.427,52	33.826	509.010	6,65

Tab. 4: Anteil des pot. Jahresenergieertrags aus WEA am Nettostromverbrauch der Bundesländer und Deutschlands. Dieser Jahresenergieertrag wird auf der Basis der installierten Leistung zum 31.12.2005 bei einem 100 % Windjahr (Basis: IWET V03) berechnet.

Tab. 4: *Shares of the potential annual energy yield of the net energy consumption for the Federal States and for the Federal Republic of Germany. The potential annual energy yield is calculated on the basis of the rated power installed as per 31.12.2005 assuming a 100 % wind year (basis IWET V03).*

kW ist bisher nur mit zehn WEA vertreten. In Tab. 4 sind die Anteile des potenziellen Jahresenergieertrags aus Windenergie am Nettostromverbrauch der Bundesländer und Deutschlands bezogen auf das Jahr 2001 aufgeführt. An der Spitze steht das nördlichste Bundesland, Schleswig-Holstein, mit einem Anteil am Nettostromverbrauch von 35,2 %, dicht gefolgt von Sachsen-Anhalt mit 34,3 % und Mecklenburg-Vorpommern mit 31,5 %. Niedersachsen, das Land mit dem größten Windenergieausbau (Anzahl an WEA und gesamt installierter Leistung), liegt mit einem Anteil von 18,7 % hinter Brandenburg (24,9 %) auf Platz 5.

over 3,100 kW so far is represented by only ten wind turbines. Tab. 4 gives the shares of the potential annual wind energy yield in the net energy consumption of the Federal States and for Germany as a whole, referred to the year 2001. The northernmost state, Schleswig-Holstein, is at the top of the list, with a share of 35.2%, closely followed by Saxony-Anhalt with 34.3% and Mecklenburg-Vorpommern with 31.5%. Lower Saxony, the federal state with the largest wind energy installation (number of WTs and total installed power), is in the fifth position with 18.7%., behind Brandenburg (24.9%).

3. Regionale Verteilung der Windenergienutzung

3. Regional Distribution of Wind Energy Use

Bundesland <i>Federal State</i>	In 2005 errichtete WEA <i>WT installed in 2005</i>			In 2005 abgebaute WEA <i>WT pulled down in 2005</i>	
	Anzahl der WEA <i>Number of WT</i>	Installierte Leistung <i>Installed Capacity</i> MW	installierte WEA-Durchschnittsleistung <i>Average Installed Power per WT</i> kW	Anzahl der WEA <i>Number of WT</i>	Installierte Leistung <i>Installed Capacity</i> MW
Niedersachsen	243	444,27	1.828,3	16	8,00
Brandenburg	257	440,35	1.713,4	0	0,00
Sachsen-Anhalt	190	339,20	1.785,3	0	0,00
Nordrhein-Westfalen	118	172,60	1.462,7	2	1,00
Rheinland-Pfalz	67	106,60	1.591,0	0	0,00
Schleswig-Holstein	52	100,90	1.940,4	0	0,00
Mecklenburg-Vorpommern	42	77,00	1.833,3	0	0,00
Sachsen	21	36,55	1.740,5	0	0,00
Bayern	20	33,60	1.680,0	0	0,00
Hessen	18	24,90	1.383,3	0	0,00
Baden-Württemberg	9	13,60	1.511,1	0	0,00
Thüringen	8	12,40	1.550,0	0	0,00
Bremen	3	5,20	1.733,3	0	0,00
Saarland	1	0,60	600,0	0	0,00
Berlin	0	0,00	0,0	0	0,00
Hamburg	0	0,00	0,0	0	0,00

Tab. 5: Regionale Verteilung der im Jahr 2005 in Deutschland errichteten und abgebauten WEA.

Tab. 5: *Regional distribution of WT erected and pulled down in the year 2005*

Im Jahr 2005 wurden in Niedersachsen 243 WEA mit einer installierten Leistung von 444,27 MW neu errichtet. Dies sind ca. 19,6 % weniger installierte Leistung als im Vergleichszeitraum des Vorjahres. In Brandenburg wurde das Vorjahresergebnis mit einer neu installierten Leistung von 440,35 MW um 18,2 % überschritten. An dritter Stelle liegt das Bundesland Sachsen-Anhalt mit neu aufgebauten 190 WEA bei einer installierten Leistung von 339,2 MW (52,6 % mehr als im Vorjahr). Danach kommen die Bundesländer Nordrhein-Westfalen mit 172,6 MW und Rheinland-Pfalz mit 106,6 MW. In den restlichen Bundesländern wurden in 2005 weniger installierte Leistung aufgestellt als im Vergleich zum Vorjahreszeitraum.

Bundesland <i>Federal State</i>	Bis 2005 errichtete WEA WT installed until 2005		
	Anzahl der WEA <i>Number of WT</i>	Installierte Leistung <i>Installed Capacity MW</i>	installierte WEA-Durchschnittsleistung <i>Average Installed Power per WT kW</i>
Niedersachsen	4510	4.906,97	1.088,0
Brandenburg	2033	2.619,56	1.288,5
Schleswig-Holstein	2740	2.274,91	830,3
Nordrhein-Westfalen	2393	2.224,64	929,6
Sachsen-Anhalt	1648	2.193,26	1.330,9
Mecklenburg-Vorpommern	1135	1.094,90	964,7
Rheinland-Pfalz	761	810,38	1.064,9
Sachsen	695	703,07	1.011,6
Thüringen	448	509,88	1.138,1
Hessen	522	426,16	816,4
Baden-Württemberg	261	262,58	1.006,1
Bayern	271	257,83	951,4
Saarland	54	57,40	1.063,0
Bremen	46	52,30	1.137,0
Hamburg	57	33,68	590,9
Berlin	0	0,00	0,0

Tab. 6: Regionale Verteilung der Windenergienutzung in Deutschland
Tab. 6: Regional distribution of wind energy utilisation in Germany

Die regionale Verteilung der Neuinstallationen hat sich über die Jahre hinweg verändert. Abb. 4 macht deutlich, wie sich die Aufstellung mehr und mehr Richtung Binnenland verla-

Concerning the regional distribution, 243 new WTs with an installed capacity of 444.27 MW were installed in Lower Saxony, which is approx. 19.6 % less capacity than in the same period last year. In Brandenburg, the result of the previous year was exceeded by 18.2 % with a newly installed capacity of 440.35. In the third position is Saxony-Anhalt where 190 WT with an installed capacity of 339.2 MW (52.6 % more than last year) were erected, followed by the states of North-Rhine Westphalia with 172.6 MW and Rhineland-Palatinate with 106.6 MW. In the other federal states less wind power was installed in 2005 than in the previous year.

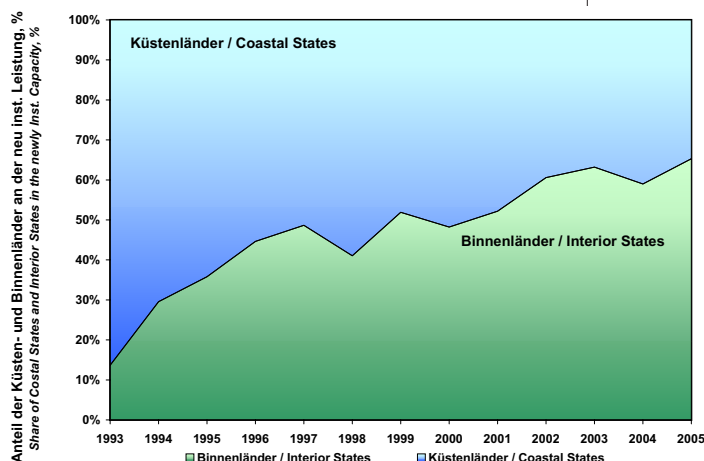


Abb. 4: Anteil der Bundesländer im Binnenland und an der Küste an der neu installierten Leistung
Fig. 4: Shares of the inland and coastal states in the newly installed capacity

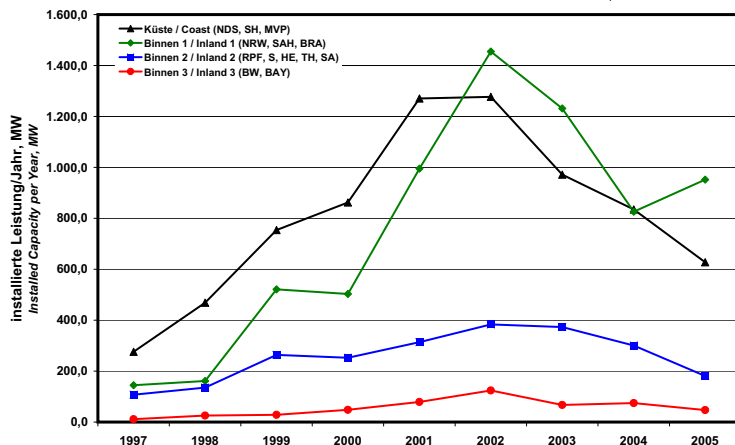


Abb. 5: Jährlicher Ausbau der Windenergienutzung in den in Richtung Binnenland gestaffelten Ländergruppen
Fig. 5: Annual development of wind energy use in the states graded according to distance from the coast.

The regional distribution of new installations has changed over the years. Fig. 4 shows that the installation of new wind turbines has shifted more and more towards inland areas. In simplified terms, inland areas are those federal states which do not border on the coast. In reality, however, in the coastal states there are also areas which according to their wind resources should be defined as inland areas. A more differentiated view is given in Fig. 5. By grouping the federal states in strips running parallel to the coast, we get one coastal strip and three inland strips. With increasing distance from the coast the wind resources normally decline. Thus it is possible to analyse the development of wind energy use year by year and in strips of increasing distance from the coast.

gert. Unter Binnenland werden vereinfacht die Länder zusammengefasst, die nicht an die Küste angrenzen. In Wahrheit weisen aber auch die Küstenländer Gebiete auf, die eigentlich vom Windpotenzial her unter den Begriff Binnenland fallen würden. Differenzierter lässt sich diese Entwicklung in Abb. 5 darstellen. Werden die Bundesländer in Streifen parallel zur Küste zusammengefasst, dann ergeben sich ein Küstenstreifen und 3 Binnenlandstreifen. Da mit der Entfernung zur Küste in der Regel auch das Windpotenzial geringer wird, kann der Ausbau der Nutzung durch die Windenergie Jahr für Jahr streifenförmig, mit wachsendem Abstand zur Küste ermittelt werden. Danach nahm der Leistungsausbau im Küstenstreifen (Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern) zunächst kontinuierlich zu und erreichte im Jahr 2001/2002 den Höhepunkt, der nun zweifelsfrei überschritten ist. Eine ähnliche Tendenz weist die "zweite Reihe" (Binnen 1 = Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg) auf, mit dem Maximum ein Jahr später (2002) und nach einem deutlichen Rückgang wieder leicht ansteigender Tendenz im Jahr 2005. Der Ausbau der Windenergie in der zweiten Binnenlandreihe (Binnen 2 = Saarland, Rheinland-Pfalz,

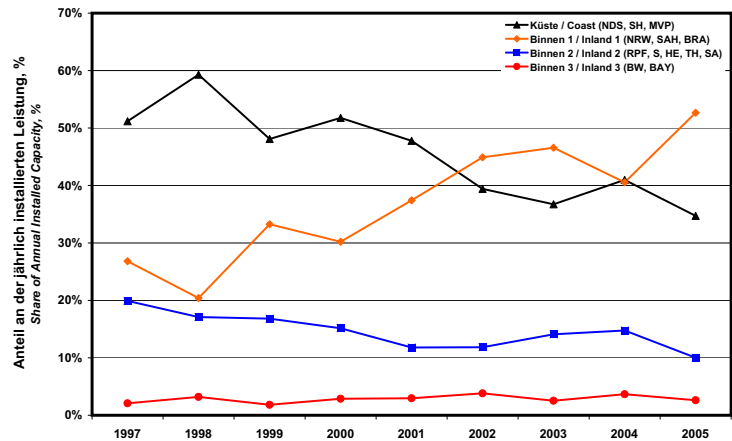


Abb. 6: Prozentualer Anteil am jährlicher Ausbau der Windenergienutzung in den angegebenen Ländergruppen

Fig. 6: Percentage of annual development of wind energy use in the different groups of states

The figure shows that new installations in MW in the coastal strip (Lower Saxony, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern) first increased continuously, reaching their peak in 2001/ 2002, and now, without doubt, are on the decline. The "second row" (inland 1 = North Rhine West-phalia, Saxony-Anhalt, Brandenburg) shows a similar tendency, reaching the maximum one year later (2002) and, after a noticeable decline, a slightly rising tendency in 2005. Wind energy development in the second row (inland 2 = Saarland, Rhineland-Palatinate, Hes-se, Thurin-gia, Saxony) also incre-

Hessen, Thüringen, Sachsen) steigt moderat über die Jahre bis 2002 an, erfährt aber im Jahr 2005 wiederum einen Rückgang auf einen Zubau ähnlich dem im Jahr 1998. In der dritten Binnenlandreihe (Binnen 3 = Baden-Württemberg, Bayern) kann im Jahr 2005, nach einem weiteren Rückgang, ein Zubau ähnlich dem im Jahr 2000 verzeichnet werden. Ein tendenzielles Bild gibt die Darstellung in Abb. 6. Danach nimmt der prozentuale Anteil der Küstenländer im Durchschnitt der letzten Jahren kontinuierlich ab, während in den Ländern "Binnen 1" ein langfristig ungebrochener Aufwärtstrend zu verzeichnen ist. Binnen 2 zeigt in seinen prozentualen Anteil einen langfristig abnehmenden Anteil auf, während Binnen 3 eher konstant bleibt.

4. Marktanteile der Anbieter

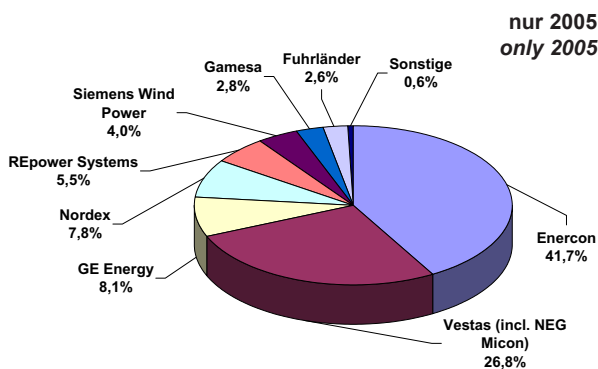


Abb. 8: Anteile der Anbieter an der gesamten im Jahr 2005 in Deutschland installierten Leistung in %.

Fig. 8: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed rated power in 2005.

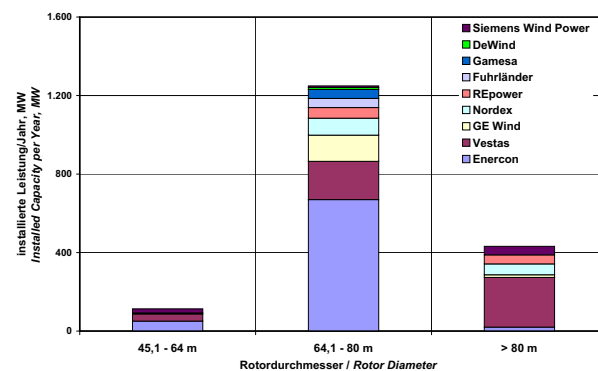


Abb. 9: Anteile der Anbieter an der im Jahr 2005 in Deutschland installierten Leistung in MW (links) und in Prozent (rechts) in den Rotorklassen über 45 m Durchmesser.

Fig. 9: Shares of suppliers in the capacity installed in Germany in 2005 in MW (left) and in per cent (right) in the rotor classes above 45 m diameter.

5. Markttendenzen bei der Anlagengröße und -technik

Abb. 11 zeigt ganz eindeutig, dass im Jahr 2005 hauptsächlich Anlagen in der Rotorgrößenklasse 60 bis 90 m Durchmesser aufgestellt wurden. Sie nehmen einen Marktanteil von knapp über 92 % ein. An der Dauer dieser in Abb. 11 seit 1987 dargestellten sogenannten Produktzyklen kann abge-

ased moderately over the years until 2002, but experienced a decline in 2005, back to the level of new installations as in 1998. In the third inland row (inland 3 = Baden-Württemberg, Bava-ria), after another decline, new installations in 2005 will be back to a level similar to the year 2000. Fig. 6 shows a tendency. According to this tendency, the average percentage share of the coastal states over the past few years has decreased continuously, whereas the "inland 1" states show an upward trend, which is unbroken in the long term. "Inland 2" in the long run shows decreasing percentages, whereas "inland 3" more or less remains constant

4. Market Shares of Suppliers

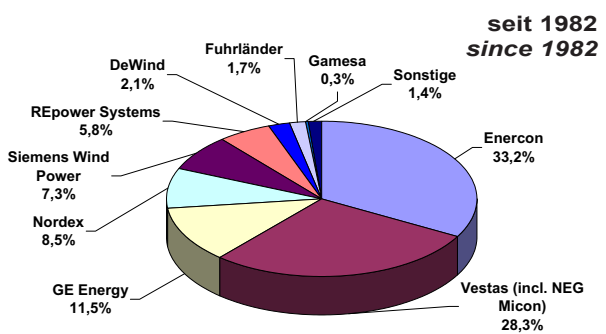
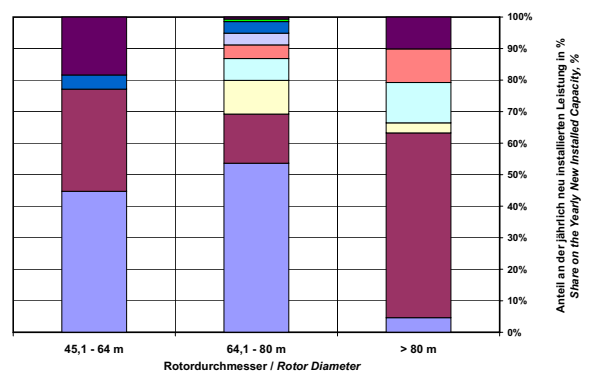


Abb. 7: Anteile der Anbieter an der gesamten in Deutschland installierten Leistung seit 1982 in %.

Fig. 7: Shares of the suppliers in the German market in per cent of the installed rated power since 1982.



5. Market Trends in Turbine Size and Technology

Fig. 11 clearly shows that in 2005 mainly turbines of the rotor class 60 to 90 m diameter were erected. They account for a market share of just over 92 %. The duration of these so-called product cycles shown in Fig. 11 since 1987 is an indicator for how long a turbine size was able to establish

lesen werden, welche Größenordnung sich wie lange auf dem deutschen Markt etablieren konnte. Hervorzuheben an dieser Stelle wäre noch die „Auferstehung“ der Anlagenklasse von 48,1 bis 60 m, die im Jahr 2005 einen Anteil von knapp 6 % nach 5 % in 2004 haben.

Wie Abb. 10 verdeutlicht, ist das während der letzten Jahren zu verzeichnende stetige Wachstum der durchschnittlichen installierten Leistung der WEA fast zum Stillstand gekommen. Erklärt werden kann das durch den hohen Marktanteil der Firma Enercon, die bisher ihren Verkaufsschwerpunkt bei Anlagen bis 80 m Rotordurchmesser hat (sh. Abb. 9).

Doch ist nicht allein die Größe der Anlagen ein Erkennungsmerkmal einer WEA; Blattzahl, Regelungsart etc. charakterisieren verschiedene Technologien, die, wie in Tabelle 7 [4] zu sehen ist, offensichtlich von der Anlagengröße abhängen. Die Zahl der verwendeten Rotorblätter ist dabei nicht

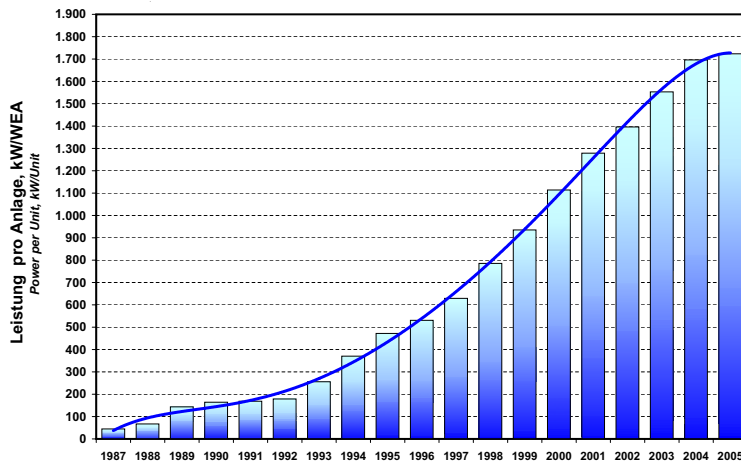


Abb. 10: Entwicklung der durchschnittlich installierten Leistung pro WEA. Mit einer durchschnittlichen installierten Leistung im Jahr 2005 von 1.723 kW/Anlage liegt dieser Wert um ca. 1,6 % über dem Wert des Vergleichszeitraumes des Vorjahres.

Fig. 10: Development of the average installed power per unit. The introduction of the megawatt-class leads to an increase of the average installed capacity per WT. The value of 1,723 kW/unit in the year 2005 is approx. 1,6 percent higher than for the same period of the previous year.

Rotordurchmesser rotor diameter	25 - 45 m	45,1 - 64 m	64,1 - 80 m	> 80 m
getriebelos gearboxless	4	3	4	1
mit Getriebe gearbox	3	33	23	27
Pitch pitch	4	22	25	26
Stall stall	3	12	0	0
Aktive-Stall active-stall	0	2	2	2
1 feste Drehzahl 1 fixed rotor speed	1	3	2	6
2 feste Drehzahlen 2 fixed rotor speeds	2	15	3	2
variable Drehzahl variable speed	4	18	22	20
Anzahl der WEA-Typen Number of the WT types	7	36	27	28

Quelle: BWE Marktübersicht 2005

Tab. 7: Übersicht über die in 2005 am Markt erhältlichen Anlagentypen [4], unterteilt in einzelne Technologiegruppen

Tab. 7: Overview of all in 2005 on the market available WT Types[4], divided in different WT technology

Rotordurchmesser rotor diameter	25 - 45 m	45,1 - 64 m	64,1 - 80 m	> 80 m
getriebelos gearboxless	23	61	337	4
mit Getriebe gearbox	0	62	350	212
Pitch pitch	23	94	654	137
Stall stall	0	13	0	0
Aktive-Stall active-stall	0	16	33	79
1 feste Drehzahl 1 fixed rotor speed	0	0	89	6
2 feste Drehzahlen 2 fixed rotor speeds	0	29	33	79
variable Drehzahl variable speed	23	94	565	131
Anzahl der WEA Number of the WT	23	123	687	216

Tab. 8: Anteil der einzelnen Technologie- und Typengruppen an den im Jahr 2005 aufgestellten Anlagen

Tab. 8: Share of the technology and type groups on the installed WT in the year 2005

itself on the German market. Remarkable in this connection is the “resurrection” of the turbine class of 48.1 to 60 m, which in 2005 has a share of nearly 6 % compared to 5 % in 2004.

As can be seen in Fig. 10, the continuous growth of the average installed power per wind turbine which could be noted during the past years has almost come to a standstill. This can be explained by the large market share of wind turbine manufacturer Enercon, whose sales up to now have focused on wind turbines up to 80 m rotor diameter (see Fig. 9)

The size is of course not the only distinguishing feature of a wind turbine; blade number, type of control etc. characterise different technologies, the choice of which, as can be seen in table 7 [4], obviously changes with the size of the turbine. The number of rotor blades used is not a decisive criterion, because in the statistically relevant range above 25 m rotor diameter, only upwind three-bladed wind turbines are available on the German market. Wind turbines without gearbox are produced, at least in the categories above 64 m diameter and below 45 m, by only one manufacturer offering ten different types; in the category 45-64 m by two manufacturers. All other manufacturers offer only turbines with gearboxes. There are more variations available for rotor speed and type of control, but with increasing size these choices are restricted, too. In the classes up to 64 m rotor diameter there is a large choice of stall-controlled turbines, but not a single stall-controlled turbine is to be found among the very large diameters. Active-stall turbines are found in all categories from 45 m diameter upwards, but only two models per class are

das Kriterium, im statistisch relevanten Größenbereich oberhalb 25 m Rotordurchmesser werden auf dem deutschen Markt ausschließlich luv-laufende dreiblättrige WEA angeboten. Die Anzahl der Hersteller von WEA ohne Getriebe ist dabei, zumindest in den Klassen oberhalb 64m und unterhalb 45m Durchmesser auf einen Hersteller und zehn Typen beschränkt, in der Klasse 45-64m auf zwei Hersteller. Alle anderen Anbieter wählen eine Konstruktion mit Getriebe. Für die Rotordrehzahl und die Regelungsart gibt es größere Variationen, die sich jedoch mit zunehmender Größe eingrenzen. So ist in den Klassen bis 64m Rotordurchmesser noch ein höheres Angebot an stall-geregelten Anlagen zu finden, bei den sehr großen Durchmessern allerdings keine einzige mehr. Aktiv-Stall-Anlagen sind zwar ab 45 m Durchmesser in allen Größenklassen präsent, es werden aber nur zwei Modelle pro Gruppe auf dem Markt angeboten. Ähnlich sehen die Tendenzen bei den verwendeten Rotor-

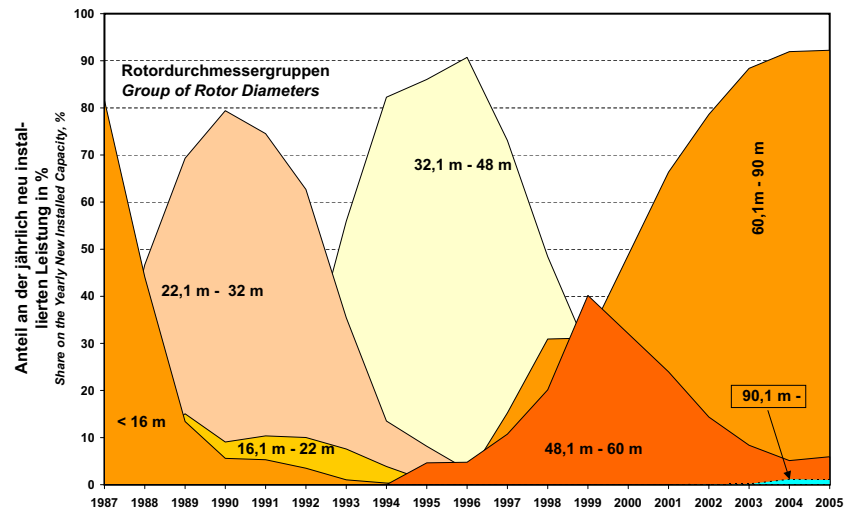


Abb. 11: Anteile unterschiedlicher Anlagengrößenklassen an der jährlich neu installierten Leistung. Kleine WEA mit 0-16 m, mittelgroße WEA mit 16,1-22 m, 22,1-32 m und 32,1-48 m und große WEA mit 48,1-60 m und 60,1-90 m Rotordurchmesser. Der Anteil der jährlich neu inst. Leistung der großen Anlagenklassen ist im Jahr 2005 gestiegen und liegt derzeit bei 99,16 %.

Fig. 11: Shares of different unit sizes in the annually installed power. Small WT with 0-16 m, medium-size WT with 16.1-22 m, 22.1-32 m and 32.1-48 m and large WT with 48.1-60 m and 60.1-90 m rotor diameter. The share in the yearly new installed capacity of the large sized wind turbine class increased in the year 2005. The value now amounts to 99.16 percent.

available on the market. The rotor speeds and generator concepts used follow similar tendencies. With increasing size, turbines tend to be equipped with variable speed systems, in order to better fulfil the requirements for connecting large wind farms to the grid. The reasons for favouring one or

available on the market. The rotor speeds and generator concepts used follow similar tendencies. With increasing size, turbines tend to be equipped with variable speed systems, in order to better fulfil the requirements for connecting large wind farms to the grid. The reasons for favouring one or

GH WindFarmer

Visit us at
EWEC 2006
Stand 392

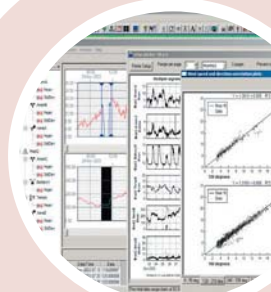
Wind Farm Design and Optimisation Software


GH WindFarmer is used by the major international developers and consultancies to design wind farms with maximum yield and minimum environmental impact.

- NEW • Wind sector management
- NEW • Chinese, Portuguese, Turkish, ...
- NEW • Close spacing wake calculations
- NEW • Optimiser with distance penalty
- NEW • Manual adjustment of wind resource

- Global 24hr expert support
- Visualisation and photomontage
- Shadow flicker and noise level maps
- Free WAsP offer available with software
- Electrical layout, design and loss analysis

For further information on our products / services / training, please visit our website:
www.garradhassan.com





Garrad Hassan and Partners Limited
Katharinenstr. 18, 26121 Oldenburg, Deutschland
Tel: +49 (0)441 957 2387 Fax: +49 (0)441 957 2388
Email: windfarmer@garradhassan.com www.garradhassan.com
Australien, China, Dänemark, Deutschland, England, Frankreich, Italien, Japan, Kanada, Neuseeland, Niederlande, Schottland, Spanien, USA

drehzahl- bzw. Generatorkonzepten aus. Mit steigender Größe ist eine Zunahme hin zum variablen Drehzahlkonzept zu verzeichnen. Sicherlich auch eine Forderung der Netzeinbindung großer Windparks. Die Gründe für das Favorisieren der einen oder der anderen Technologie sollen an dieser Stelle nicht bewertet werden. Neben wirtschaftlichen Gründen sind Materialeinsparungspotenziale, die Maschinendynamik der großen Bauteile sowie Netzeinbindung und Netzqualitätsanforderungen maßgebliche Parameter. Eine deutliche Tendenz zur pitch-geregelten WEA mit variabler Drehzahl ist mit zunehmendem Rotordurchmesser zu verzeichnen. Die Tab. 8 zeigt die im Jahr 2005 nach Größenklassen aufgestellte Anzahl der WEA, sortiert nach den verwendeten Techniken. In der Klasse größer 80m sind 63 % der aufgestellten Anlagen pitch-geregelte WEA mit variabler Drehzahl, die restlichen 37 % sind Anlagen mit Aktive-Stall-Regelung. In der Klasse darunter ist der Trend zur pitch-geregelten WEA mit variabler Drehzahl deutlich erkennbar, wobei das getriebelose Konzept (ein Hersteller) durch eine große Zahl von Anlagen vertreten ist.


6. Literatur / References

- [1] Ender, Carsten: Windenergienutzung in Deutschland - Stand 31.12.2004. DEWI-Magazin (2004) Nr. 26, S. 24-36.
- [2] Ingenieurwerkstatt Energietechnik (Rade) (Hrsg.): Monatsinfo: Betriebsvergleich umweltbewusster Energienutzer 2004.
- [3] Statistisches Bundesamt: Stromverbrauch aus dem Netz der Energieversorger. Vorläufige Zahlen v. 30. Juni 2001.
- [4] Bundesverb. Windenergie: Windenergie 2005 Marktübersicht, April 2005

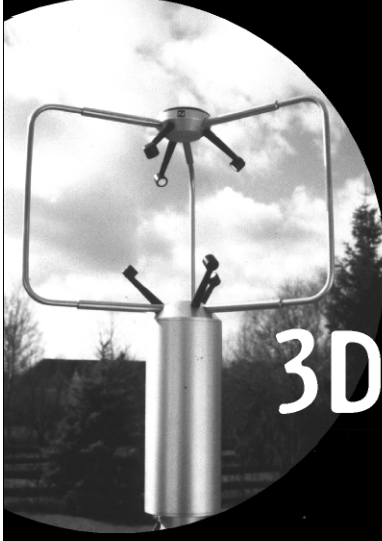
the other technology are not discussed here; apart from economical aspects, material-saving potentials, the machine dynamics of large components as well as grid connection and power quality requirements are relevant parameters. With increasing rotor diameter there is a clear tendency towards pitch-controlled turbines with variable speed. Table 8 gives the number of wind turbines installed in 2005, arranged in size categories and sorted according to the technologies used. In the category above 80 m, 63 % of the turbines installed are pitch-controlled with variable speed, the remaining 37 % are active-stall turbines. In the next lower class the tendency towards pitch-controlled turbines with variable speed is clearly obvious, and the gearless concept (one manufacturer) is represented by a large number of wind turbines.

Continous windprofiles without mast

High resolution wind profiles up to 200m height




miniSodar



Anemometer for precise high resolution wind measurements

3D-Sonic


3-dimensional wind and turbulence measurement



SALES AND SERVICE BY:

GWU-Umwelttechnik

Talstraße 3
D-50374 Erftstadt-Friesheim
Phone + 49 (0) 22 35/95 52 20
Fax + 49 (0) 22 35/7 56 32
E-mail: info@gwu-group.de
Web: www.gwu-group.de



Professional solutions for wind and weather measurements!