

Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.2003 -

Wind Energy Use in Germany - Status 31.12.2003

C. Ender, DEWI Wilhelmshaven



1. Stand der Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland sind mit Stand vom 31.12.2003¹ 15.387 Windenergieanlagen (WEA) mit 14.609,07 MW installierter Leistung in Betrieb. Die durchschnittliche installierte Leistung pro WEA liegt damit bei 949,44 kW. Allein im Jahr 2003 wurden 1.703 WEA mit einer installierten Leistung von 2.644,53 MW in Deutschland aufgestellt. Gegenüber der Entwicklung der Windenergienutzung im Vergleichszeitraum des Vorjahres [1] ist die Anzahl der neu installierten Anlagen um ca. 26,6 % und die neu installierte Leistung um 602,43 MW oder ca. 18,3 % gesunken. Die durchschnittliche Leistung der neu installierten WEA stieg im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um ca. 11 % und betrug im Jahr 2003 1.552,87 kW. Von den Herstellern werden auch die abgebauten und ersetzten (Repowering) WEA gemeldet. Demnach wurden 2003 68 WEA mit einer Leistung von 29,68 MW abgebaut und durch 46 WEA mit einer Gesamtleistung von 80,75 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 vom Jahr 2000, die für WEA verschiedener Leistungsklassen an unterschiedlichen Standorten ermittelt wurden. Außerdem wird angenommen, dass alle zum Jahresende gemeldeten WEA einen vollen Jahresenergieertrag beisteuern, was natürlich

1. Status of Wind Energy Use in Germany

As of 31.12.2003¹ 15,387 wind turbines (WT) with a rated power of 14,609.07 MW were installed in Germany. The average installed power per WT therefore is 949.44 kW. During 2003 alone, 1,703 WTs with a rated power of 2,644.53 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. 26.6 %, and the newly installed power went down by 602.43 MW or approx. 18.3 %. Compared with the previous year, the average rated power per wind turbine went up by approx. 11 % and reached 1,552.87 kW in 2003. Wind turbine manufacturers also informed us about the turbines removed and replaced (Repowering). According to this information, 68 WTs with a rated power of 29.68 MW were removed in 2003 and replaced by 46 bigger plants with a total of 80.75 MW. The figures on removal and repowering should be regarded with a certain caution, 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

	A Stand/Status 31.12.2003	B Nur/only 2003
1. Gesamte Anzahl WEA 1. Number of WT	15.387	1.703
2. Gesamte installierte Leistung, MW 2. Installed Capacity, MW	14.609,07	2.644,53
In 1. A berücksichtigte Anzahl abgebauter WEA Number of WT removed and taken into account in 1. A	84	68
In 2. A berücksichtigte abgebaute Leistung, MW Capacity (MW) removed and taken into account in 2. A	35,08	29,68
In 1. A, B berücksichtigte Anzahl WEA (Repowering) Number of WT (repowering) taken into account in 1. A, B	54	46
In 2. A, B berücksichtigte Leistung (Repowering) Capacity (repowering) taken into account in 2. A, B	93,45	80,75
durchschnittl. installierte Leistung, kW/WEA Average Installed Power, kW/WT	949,44	1.552,87

Tab. 1: Stand der Windenergienutzung in Deutschland

Tab. 1: Status of wind energy use in Germany

¹ Die Angaben basieren ausschließlich auf Herstellerangaben. Die Erhebung wurde im Dezember 2003/Januar 2004 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 2003/January 2004. The WTs reported were installed but do not have to be already connected to the grid.



WINDENERGIEANLAGEN

ZUVERLÄSSIG

LEISTUNGSSTARK

Sicherheit durch Erfahrung.

Mit mehr als 1275 verkauften Anlagen aller Größenordnungen und einer installierten Kraftwerkleistung von ca. 1200 MW, steht AN für zuverlässige Technik und langfristigen Erfolg. Geräuscharm und hohe technische Verfügbarkeit erhöhen die Akzeptanz und den ökonomischen Erfolg.

Fragen Sie uns nach:

AN BONUS 600 kW/44-3

AN BONUS 1 MW/54 CombiStall®

AN BONUS 1,3 MW/62 CombiStall®

AN BONUS 2 MW/76 CombiStall®

AN BONUS 2,3 MW/82 CombiStall®

AN windenergie

AN windenergie gmbh
Speicher 16 Cuxhavener Str. 10a
28217 Bremen

Fon ++ 49 (0) 421-69 458 -0

Fax ++ 49 (0) 421-64 22 83

info@anwind.de

www.anwind.de

Anlagengröße Unit Size	WEA WT	%	MW	%	GWh	%
5-80 kW	746	4,8	44,2	0,3	54	0,2
80,1 - 130 kW	619	4,0	94,1	0,6	153	0,5
130,1 - 310 kW	837	5,4	220,9	1,5	427	1,5
310,1 - 749,9 kW	5.806	37,7	3.316,8	22,7	5.984	21,0
750,0 - 1499,9 kW	2.335	15,2	2.569,5	17,6	4.409	15,5
1500,0 - 3100 kW	5.042	32,8	8.354,6	57,2	17.413	61,2
Über/above 3100 kW	2	0,0	9,0	0,1	23	0,1

Tab. 2: Anteil von WEA unterschiedlicher Leistungsklassen am potenziellen 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 m ²	bis/up to kW	D m	Fläche/Area m ²	bis/up to kW	D m	Fläche/Area m ²	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 Windenergieanlagen 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)

bezogen auf die Realität nicht der Fall ist. In Tab. 2 werden die Anteile am potenziellen Jahresenergieertrag aller in Deutschland errichteten WEA, unterteilt in sieben Leistungsklassen, dargestellt. Die Datengrundlage für die Ermittlung der mittleren Ausnutzungsgrade der WEA-Leistungsklassen in den verschiedenen Bundesländern bildet die Betreiberdatenbank [2]. Interessant ist zu sehen, dass die Klasse mit 1.500 bis 3.100 kW bei einem zahlenmäßigen Anteil von nur 32,8 % insgesamt 61,2 %, also fast 2/3, der aus Wind erzeugten elektrischen Energie liefert. Mit einer Anzahl von 5.042 Windturbinen liegt sie nur noch knapp hinter der Klasse mit 310,1 bis 749,9 kW (5.806 WEA). Die größte Klasse mit über 3.100 kW ist bisher nur mit zwei Enercon E-112 vertreten, d. h., sie hat das Prototypenstadium noch nicht verlassen. Dies bedeutet auch, dass mit einer serienreifen 4,5 bis 5 MW Windenergieanlage nicht so schnell gerechnet werden darf, vor allem nicht in Bezug auf eine Offshore Anwendung. In Tab. 4 sind die Anteile des potenziellen Jahresenergieertrags aus Windenergie am Nettostromverbrauch der Bundesländer und Deutschlands bezogen auf das Jahr 2000 aufgeführt. An der Spitze steht das nördlichste Bundesland, Schleswig-Holstein, mit einem Anteil am Nettostromverbrauch von 31,45 %, gefolgt von Sachsen-Anhalt mit 27,4 %, Meck-

year 2000 measured for WTs of different power classes at different sites. In addition we assume that all WTs installed at the end of the year contribute a full annual energy yield, which of course is not the reality. Table 2 shows the shares in the potential annual energy yield of all WTs erected in Germany, divided into seven power classes for determining the average degrees of utilisation of the WT classes in the individual Federal States are based on the Operator's Data Base [2]. It is an interesting development that the class of 1,500 to 3,100 kW, although accounting for only 32.8 % in actual numbers, supplies 61.2 %, almost two thirds, of the total electricity generated from wind. With a number of 5,042 wind turbines it is only just behind the class of 310.1 to 749.9 kW (5,806 WTs). The largest class of turbines of over 3,100 kW so far only features two Enercon E-112, i.e. this class is still in the prototype stage. This also means that it will take some time until a 4.5 to 5 MW wind turbine is ready for series production, especially with regard to offshore application. Table 4 gives the shares of the potential annual wind energy yield in the net energy con-

Bundesland Federal State	Nettostromverbrauch 2001 [3] Energy Consumption 2001 [3] GWh	potenzieller Jahresenergieertrag, Potential Annual Energy Yield GWh	Anteil am Nettostromverbrauch, Share on the Energy Consumption %
Schleswig-Holstein	13.353	4.200	31,45
Sachsen-Anhalt	12.807	3.509	27,40
Mecklenburg-Vorpommern	6.374	1.534	24,06
Brandenburg	18.044	3.243	17,97
Niedersachsen	49.627	7.982	16,08
Sachsen	18.398	1.122	6,10
Thüringen	10.755	645	6,00
Rheinland-Pfalz	26.159	1.271	4,86
Nordrhein-Westfalen	127.747	3.859	3,02
Hessen	36.539	521	1,43
Bremen	5.427	51	0,94
Saarland	7.569	57	0,75
Hamburg	14.187	46	0,32
Bayern	73.176	224	0,31
Baden-Württemberg	75.745	201	0,27
Berlin	13.103	0	0,00
gesamte Bundesrepublik Total Germany	509.010	28.463	5,59

Tab. 4: Anteil des potenziellen Jahresenergieertrags aus WEA am Nettostromverbrauch der Bundesländer und Deutschlands. Dieser Jahresenergieertrag wird auf der Basis der installierten Leistung zum 31.12.2003 bei einem 100 % Windjahr 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 31.12.2003 assuming a 100 % wind year.

lenburg-Vorpommern mit 24,06 %, und Brandenburg mit 17,97 %. Niedersachsen, das Land mit dem größten Windenergieausbau, rangiert mit 16,1 % auf Platz 5.

sumption of the Federal States and for Germany as a whole, referred to the year 2000. The northernmost state, Schleswig-Holstein, is at the top of the list, with a share of 31.45 %, followed by Saxony-Anhalt with 27.4 %, Mecklenburg-Vorpommern with 24.06 %, and Brandenburg with 17.97 %. Lower Saxony, the federal state with the largest wind energy installation, now is in the fifth position with 16.1 %.

3. Entwicklung der Anlagenzahl und der installierten Leistung

3. Development of the Number of WTs and the Installed Power

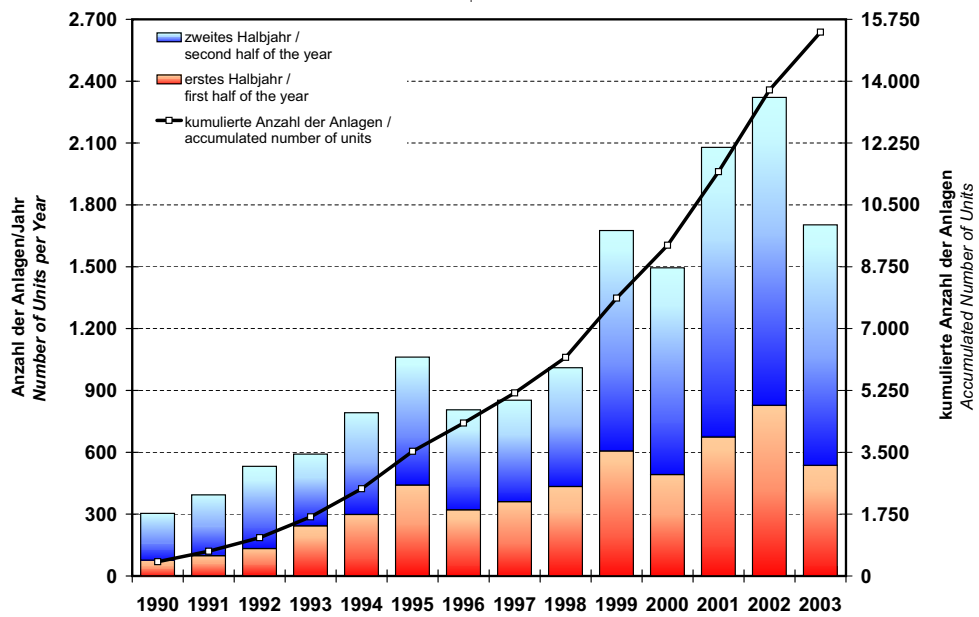


Abb. 1: Entwicklung der jährlich aufgestellten und kumulierten Anzahl von WEA.
 Fig. 1: Development of the yearly installed and accumulated number of turbines.

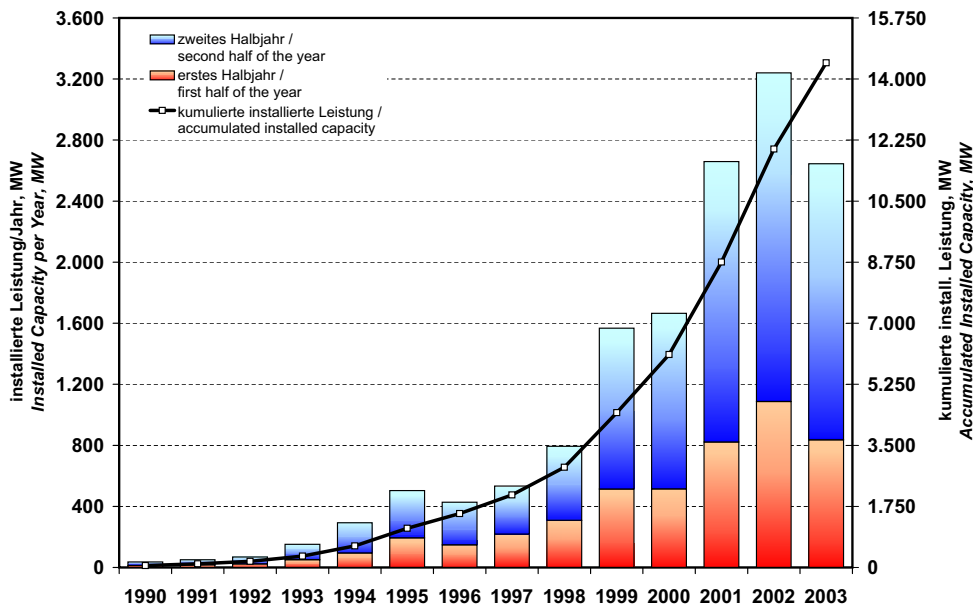


Abb. 2: Entwicklung der jährlichen und kumulierten installierten Leistung.
 Fig. 2: Development of the yearly and accumulated installed power.

4. Regionale Verteilung der Windenergienutzung

4. Regional Distribution of Wind Energy Use



Abb. 3: Regionale Verteilung der Windenergienutzung in Deutschland.
 Fig. 3: Regional distribution of wind energy utilisation in Germany.

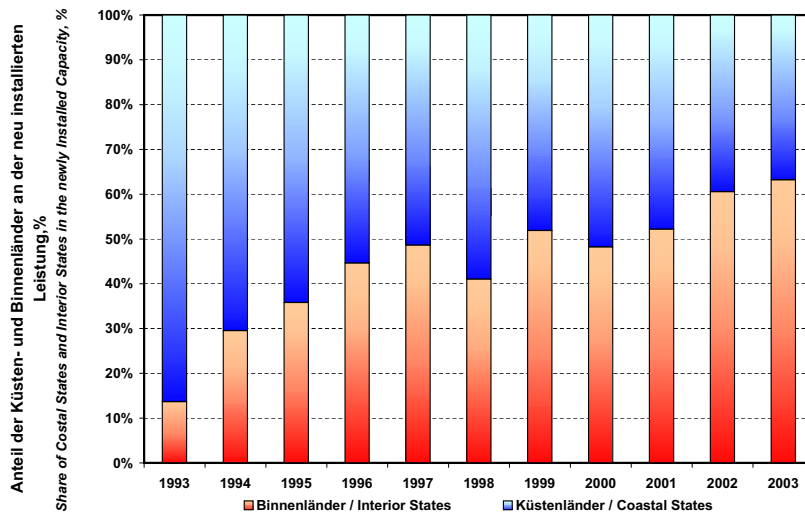


Abb. 4: Anteil der Bundesländer im Binnenland und an der Küste an der neu installierten Leistung
 Fig. 4: Shares of the inland and coastal states in the newly installed capacity

Bundesland Federal State	In 2003 errichtete WEA WT installed in 2003			In 2003 abgebaute WEA WT pulled down in 2003	
	Anzahl der WEA Number of WT	Installierte Leistung Installed Capacity MW	installierte WEA-Durchschnittsleistung Average Installed Power per WT kW	Anzahl der WEA Number of WT	Installierte Leistung Installed Capacity MW
Niedersachsen	381	603,10	1.582,9	25	6,60
Brandenburg	339	550,12	1.622,8	0	0,00
Nordrhein-Westfalen	279	377,60	1.353,4	2	0,58
Sachsen-Anhalt	184	303,70	1.650,5	0	0,00
Schleswig-Holstein	139	229,76	1.652,9	40	22,00
Mecklenburg-Vorpommern	88	137,90	1.567,0	0	0,00
Thüringen	81	132,95	1.641,4	0	0,00
Sachsen	59	102,45	1.736,4	0	0,00
Rheinland-Pfalz	59	92,40	1.566,1	1	0,50
Hessen	30	34,60	1.153,3	0	0,00
Bayern	29	34,55	1.191,4	0	0,00
Baden-Württemberg	25	32,40	1.296,0	0	0,00
Saarland	7	10,80	1.542,9	0	0,00
Hamburg	3	2,20	0,0	0	0,00
Bremen	0	0,00	0,0	0	0,00
Berlin	0	0,00	0,0	0	0,00

Tab. 5: Regionale Verteilung der im Jahr 2003 in Deutschland errichteten und abgebauten WEA.
Tab. 5: Regional distribution of WT erected and pulled down in the year 2003

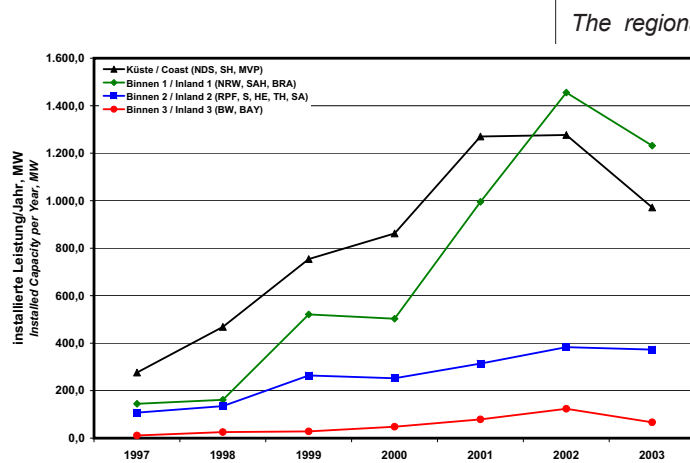


Abb. 5: Jährlicher Ausbau der Windenergienutzung in den in Richtung Binnenland gestaffelten Ländergruppen
Fig. 5: Annual development of wind energy use in the states graded according to distance from the coast.

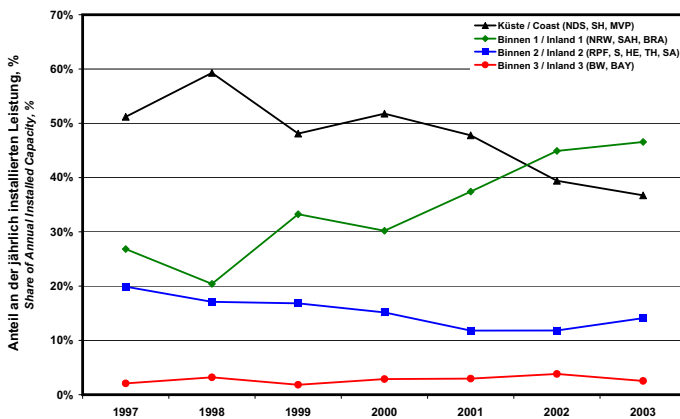


Abb. 6: Prozentualer Anteil am jährlicher Ausbau der Windenergienutzung in den angegebenen Ländergruppen
Fig. 6: Percentage of annual development of wind energy use in the different groups of states

The 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. The figure shows that new installations in the coastal strip (Lower Saxony, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern) first increased continuously, reaching its peak in 2001, and now, without doubt, is on the decline. The "second row" (Inland 1 = North Rhine Westphalia, Saxony-Anhalt, Brandenburg) shows a similar tendency, reaching the maximum one year later (2002) with a downward trend in the year 2003. Wind energy development in the second row (Inland 2 = Saarland, Rhineland-Palatinate, Hesse, Thuringia, Saxony) also increased over the

	01.01. - 31.12.2002	01.01. - 31.12.2003	+/- zum Vorjahr as against previous year (last) %
Bundesland Federal State	Installierte Leistung Installed capacity MW	Installierte Leistung Installed capacity MW	
Niedersachsen	899,65	603,10	-32,96%
Brandenburg	487,81	550,12	12,77%
Nordrhein-Westfalen	435,42	377,60	-13,28%
Sachsen-Anhalt	531,85	303,70	-42,90%
Schleswig-Holstein	245,87	229,76	-6,55%
Mecklenburg-Vorpommern	107,75	137,90	27,98%
Thüringen	83,50	132,95	59,22%
Sachsen	96,41	102,45	6,26%
Rheinland-Pfalz	137,36	92,40	-32,73%
Hessen	60,10	34,60	-42,43%
Bayern	54,50	34,55	-36,61%
Baden-Württemberg	69,34	32,40	-53,27%
Saarland	6,00	10,80	80,00%
Hamburg	2,40	2,20	-8,33%
Bremen	22,00	0,00	
Berlin	0,00	0,00	0,00%

Tab. 6: Vergleich des regionalen Ausbaus der Windenergie im Jahr 2003 mit dem Jahr 2002

Tab. 6: Comparison of regional development of wind energy in 2003 with the year 2002

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 verlagert. 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 (Nie-

years, experiencing a slight decline in 2003, which is much stronger in the third inland row (Inland 3 = Baden-Württemberg, Bavaria), states in which wind energy use had also increased continuously in the past. Fig. 6, on the other hand, shows a different trend. The percentage of the coastal states has decreased continuously over the past few years, whereas the "Inland 1" states show a continuous upward trend. Development in "Inland 2" states really is on the decline, if we assume that the rise in the year 2003 could have been a unique event within the statistical deviations. The states of the category "Inland 3" only play a minor part with negligible deviations in the percentage over the years, and with a downward tendency in the German market shares.

5. Market Trends in Turbine Size and Technology

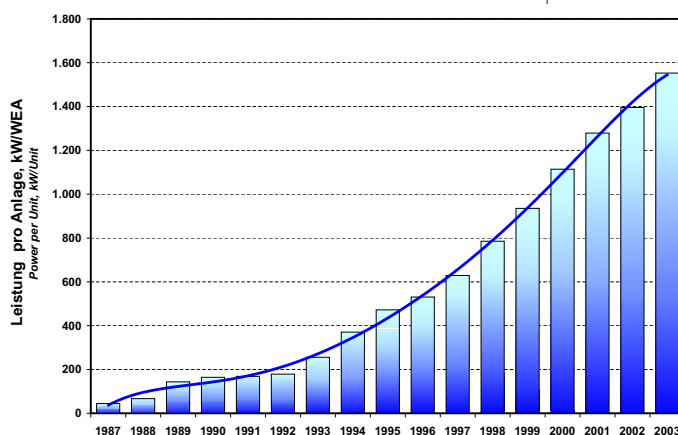


Abb. 7: Entwicklung der durchschnittlich installierten Leistung pro Windenergieanlage. Mit einer durchschnittlichen installierten Leistung im Jahr 2003 von 1.552,87 kW/Anlage liegt dieser Wert um ca. 11 % über dem Wert des Vergleichszeitraumes des Vorjahres.

Fig. 7: 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 1,552.87 kW/unit in the year 2003 is ca. 11 percent higher than for the same period of 2002.

Fig. 8 clearly shows that in 2003 mainly turbines of rotor class 60 to 90 m diameter were erected. They account for a market share of almost 90 %. The duration of these so-called product cycles shown in Fig. 8 since 1987 is an indication of how long a turbine size was able to establish itself on the German market. 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 depends on 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 with-

dersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern) zunächst kontinuierlich zu und erreichte im Jahr 2001 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 ebenfalls rückläufiger Tendenz im Jahr 2003. Der Ausbau der Windenergie in der zweiten Binnenlandreihe (Binnen 2 = Saarland, Rheinland-Pfalz, Hessen, Thüringen, Sachsen) steigt moderat über die Jahre an, erfährt aber im Jahr 2003 einen leichten Rückgang, der in der dritten Binnenlandreihe (Binnen 3 = Baden-Württemberg, Bayern), die in der Vergangenheit ebenfalls einen kontinuierlichen Anstieg aufwies, noch wesentlich ausgeprägter ausfällt. Ein tendenziell anderes Bild gibt die Darstellung in Abb. 6. Danach nimmt der prozentuale Anteil der Küstenländer in den letzten Jahren kontinuierlich ab, während die Länder "Binnen 1" einen ebenso kontinuierlichen Aufwärtstrend verzeichnen. Binnen 2 hingegen weist eher einen Rückgang auf, wenn davon ausgegangen wird, dass der Anstieg im Jahr 2003 ein singuläres Ereignis im Rahmen der statistischen Abweichungen sein könnte. Die Länder der Rubrik Binnen 3 spielen dagegen nur eine geringe Rolle und verhalten sich über die Jahre im prozentualen Anteil indifferent, mit einer Tendenz zur Abnahme ihres Anteils am deutschen Marktgeschehen.

5. Markttendenzen bei der Anlagengröße und -technik

Abb. 8 zeigt ganz eindeutig, dass im Jahr 2003 hauptsächlich Anlagen in der Rotorgrößenklasse 60 bis 90 m Durchmesser aufgestellt wurden. Sie nehmen einen Marktanteil von fast 90 % ein. An der Dauer dieser in Abb. 8 seit 1987 dargestellten sogenannten Produktzyklen kann abgelesen werden, welche Größenordnung sich wie lange auf dem deutschen Markt etablieren konnte. 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 das Kriterium, im statistisch relevanten Größenbereich oberhalb 25 m Rotordurchmesser werden auf dem deutschen Markt ausschließlich luv-laufende dreiblättrige WEA ange-

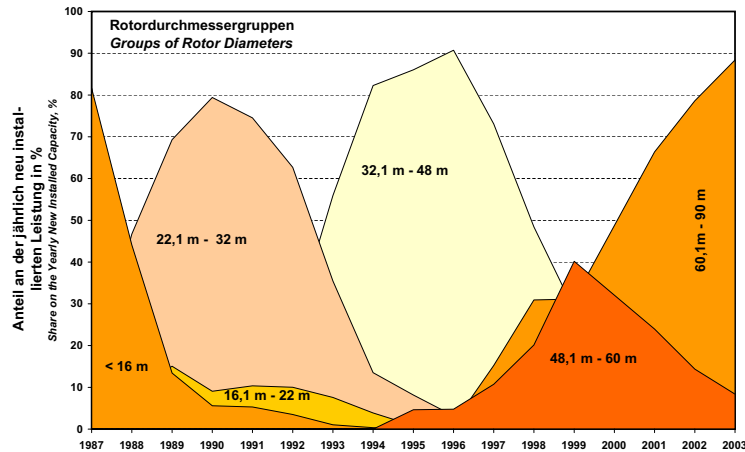


Abb. 8: Anteile unterschiedlicher Anlagengrößenklassen an der jährlich neu installierten Leistung. Kleine WEA mit 0-16 m, mittelgroße WEA mit 16,1-22 m, 22,1-32 m und 32,1-48 m und große WEA mit 48,1-60 m und 60,1-90 m Rotordurchmesser. Der Anteil der jährlich neu installierten Leistung der großen Anlagenklassen ist im Jahr 2003 gestiegen und liegt derzeit bei 96,9 %.

Fig. 8: 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 2003. The value now amounts to 96.9 percent.

Rotordurchmesser rotor diameter	25 - 45 m	45,1 - 64 m	64,1 - 80 m
getriebelos gearboxless	2	1	1
mit Getriebe with gearbox	6	23	15
Pitch pitch	4	10	14
Stall stall	4	12	0
Aktive-Stall active-stall	0	2	2
1 feste Drehzahl 1 fixed rotor speed	1	1	0
2 feste Drehzahlen 2 fixed rotor speeds	4	15	2
variable Drehzahl variable speed	3	8	14
Anzahl der WEA-Typen Number of the WT types	8	24	16

Quelle: BWE Marktübersicht 2003

Tab. 7: Übersicht über die in 2003 am Markt erhältlichen Anlagentypen [4], unterteilt in einzelne Technologiegruppen

Tab. 7: Overview of all in 2003 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
getriebelos gearboxless	96	77	419
mit Getriebe with gearbox	4	204	792
Pitch pitch	96	185	1159
Stall stall	4	58	31
Aktive-Stall active-stall	0	38	21
1 feste Drehzahl 1 fixed rotor speed	0	0	0
2 feste Drehzahlen 2 fixed rotor speeds	4	100	52
variable Drehzahl variable speed	96	181	1159
Anzahl der WEA Number of the WT	100	281	1211

Tab. 8: Anteil der einzelnen Technologie- und Typengruppen an den im Jahr 2003 aufgestellten Anlagen

Tab. 8: Share of the technology and type groups on the installed WT in the year 2003

► Ecological wind fund marketing

- 150 MW of output marketed
- more than EUR 50 m attracted
- above-average payout
- "Sandbank 24" venture capital fund



Projekt ÖkoveSt
GmbH

Alexanderstraße 416 c
D-26127 Oldenburg

Tel. +49-441-9 61 70-0
info@projekt-oekovest.de
www.projekt-oekovest.de

► Experienced project planners

- own prototype operation
- more than 300 MW of installed power realised
- projects in France, Poland, Brazil
- planning of "Sandbank 24", currently the world's biggest offshore farm

► Operational management service

- ongoing support for 15 wind farms
- online monitoring with start-up service
- 24-h support (specialist personnel, on-site service)
- regular expert visual checks

► Expert surveys

- noise and shadow casting
- energy yield forecasts
- project checking (repowering)



Projekt
GmbH

Alexanderstraße 416 c
D-26127 Oldenburg

Tel. +49-441-9 61 70-0
info@projekt-gmbh.de
www.projekt-gmbh.de

Turning Wind into Power:
We know how!

Consultancy Network
Energy and Environment

► Hydrogen technology

- storage
- filling stations
- infrastructure network planning
- feasibility studies



PLANET
GbR

Donnerschwer Straße 89/91
D-26123 Oldenburg

Tel. +49-441-8 50 51
info@planet-energie.de
www.planet-energie.de

► System development

- Optifarm for wind farm management
- shadow casting

► Independent CMS consulting

- field tests of condition monitoring systems
- integration in wind farm management

► Consulting (in Germany and abroad)

- feasibility studies
- wind potential studies
- wind farm layout
- shadow casting and acoustics



Overspeed
GmbH & Co. KG

Marie-Curie-Straße 1
D-26129 Oldenburg

Tel. +49-441-36 11 63-00
info@overspeed.de
www.overspeed.de

boten. Die Anzahl der Hersteller von WEA ohne Getriebe ist dabei, zumindest in den Klassen oberhalb 45 m Durchmesser auf einen Hersteller und einen Typ beschränkt, in der Klasse 25-45 m 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 64 m 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 Rotordrehzahl- 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 2003 nach Größenklassen aufgestellte Anzahl der WEA, sortiert nach den verwendeten Techniken. Die Klasse oberhalb 80 m Durchmesser ist weggelassen, da sie noch nicht mit einer repräsentativen Zahl an aufgestellten WEA aufwarten kann. In der Klasse darunter ist der Trend zur pitch-geregelten WEA mit variabler Drehzahl deutlich erkennbar, wobei das getriebeleose Konzept (ein Hersteller) durch eine große Zahl von Anlagen vertreten ist.

6. Marktanteile der Anbieter

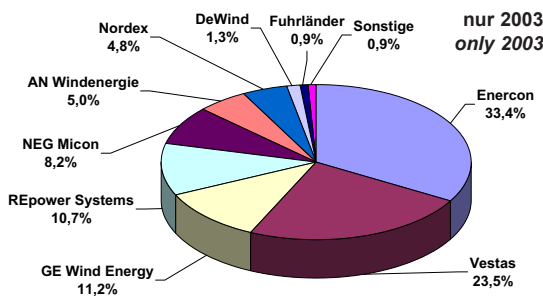


Abb. 9: Anteile der Anbieter an der gesamten im Jahr 2003 in Deutschland installierten Leistung in %.
 Fig. 9: Shares of the suppliers on the German market in percent of the installed rated power in 2003.

7. Zusammenfassung

Die Aufstellungszahlen des Jahres 2003 konnten die Vorjahreswerte nicht nochmals übertreffen. Mit 1.703 WEA und einer neu installierter Leistung von

out gearbox are restricted, at least in the categories above 45 m diameter, to one manufacturer and one type, in the category 25-45 m they are offered by two suppliers. 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 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 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 2003, arranged in size categories and sorted according to the technologies used. The category above 80 m diameter was left out, because a representative number of WTs has not yet been installed. 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 turbine types.

6. Market Shares of Suppliers

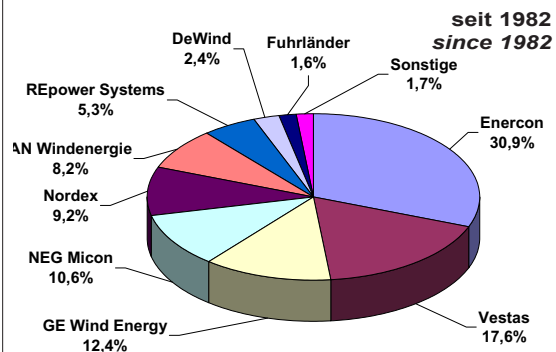


Abb. 10: Anteile der Anbieter an der gesamten in Deutschland installierten Leistung seit 1982 in %.
 Fig. 10: Shares of the suppliers in the German market in percent of the installed rated power since 1982.

7. Summary

The installation figures of the year 2003 could not exceed last year's result once more. With 1,703 WT and a newly installed power of 2,644.53 MW in Germany the value of installed power is approx. 18.3 % below last year's result. In all, the result at

Marktanteile 2003 / Market shares 2003							
	AN Winden.	Enercon	GE Wind Energy	NEG Micon	REpower	Nordex	Vestas
Niedersachsen	9,3%	54,7%	8,2%	4,7%	1,5%	4,5%	16,4%
Schleswig-Holstein	9,6%	15,7%	0,0%	5,5%	27,9%	10,0%	31,3%
Nordrhein-Westfalen	2,8%	41,3%	21,1%	3,5%	8,1%	2,4%	16,8%
Mecklenburg-Vorpommern	0,0%	1,7%	27,2%	2,4%	21,8%	3,6%	43,3%
Hessen	0,0%	18,5%	0,0%	0,0%	34,7%	4,3%	0,0%
Sachsen-Anhalt	11,8%	22,3%	10,9%	18,4%	3,1%	1,1%	32,4%
Brandenburg	1,3%	20,9%	10,4%	18,9%	12,0%	5,3%	30,4%
Thüringen	1,0%	28,4%	3,4%	0,0%	36,1%	11,3%	18,7%
Rheinland-Pfalz	0,0%	42,1%	21,1%	0,0%	0,0%	11,9%	14,9%
Sachsen	0,0%	50,8%	14,6%	0,0%	3,4%	0,0%	18,5%
Sonstige	0,0%	52,8%	0,0%	0,0%	14,0%	3,8%	5,0%

Tab. 9: Marktanteile der verschiedenen Anbieter von WEA bezogen auf die im Jahr 2003 installierte Leistung je Bundesland.

Tab. 9: Market shares of the different suppliers of WT with respect to the capacity installed in 2003 in the different federal states of Germany.

2.644,53 MW in Deutschland liegt dieser Wert in der Leistung um 18,3 % unter dem Ergebnis des Vorjahreszeitraums. Insgesamt wurde Ende des Jahres 2003 die 15.000 MW-Grenze in Deutschland verfehlt. Die Hersteller meldeten ein Repowering von 68 WEA mit einer installierten Leistung von 29,68 MW, die durch 46 WEA mit 80,75 MW ersetzt wurden.

Niedersachsen konnte den Abstand zu Schleswig-Holstein weiter ausbauen. Im Jahr 2003 wurden 381 WEA mit einer installierten Leistung von 603,1 MW neu errichtet. Dies sind allerdings ca. 33 % weniger installierte Leistung als im Vergleichszeitraum des Vorjahres. In Brandenburg wurde das Vorjahresergebnis mit einer neu installierten Leistung von 550,1 MW um 12,7 % übertroffen. An dritter Stelle liegt das Bundesland Nordrhein-Westfalen mit neu aufgebauten 279 WEA bei einer installierten Leistung von 377,6 MW (13,28 % weniger als im Vorjahr). Danach kommen die Bundesländer Sachsen-Anhalt mit 303,7 MW und Schleswig-Holstein mit 229,8 MW. In fast allen Bundesländern, außer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen und dem Saarland, wurden im Jahr 2003 weniger installierte Leistung aufgestellt als im Vergleich zum Vorjahreszeitraum.

Der Anteil des potenziellen Jahresenergieertrags am Nettostromverbrauch ist zum Ende des Jahres 2003 in Schleswig-Holstein auf fast ein Drittel (31,45 %) gestiegen. In Sachsen-Anhalt liegt dieser Wert bei über einem Viertel (27,40 %), gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 24,06 %, Brandenburg mit 17,97 % und Niedersachsen mit 16,06 %. Die Windstromerzeugung in Norddeutschland liefert damit einen bedeutenden Anteil am Strombedarf dieser Region.

Das Größenwachstum der WEA hält auch im Jahr 2003 weiter an. Die durchschnittliche installierte Leistung aller neu errichteten WEA beträgt 1.552,87 kW. Damit liegt dieser Wert um ca. 11 % über dem Vorjahreswert.

the end 2003 exceeded the 14,500 MW limit in Germany. The figures on repowering given by the manufacturers for 2003 were 68 WTs with an installed capacity of 29.68 MW, replaced by 46 WTs with 80.75 MW.

Concerning the regional distribution of installation figures, the gap between Lower Saxony and Schleswig-Holstein has again increased. In 2003, 381 new turbines with an installed capacity of 603.1 MW were erected. This is, however, approx. 33% less installed power than in the same period last year. In Brandenburg, last year's result was exceeded

Die jährlichen Steigerungsraten der durchschnittlichen Leistung aller neu errichteten WEA liegen in den letzten fünf Jahren bei ca. 15 %.

Betrachtet man die einzelnen Technologien, die in den WEA vorkommen, so wird deutlich, dass sich der Markttrend 2003 bei den Anlagen mit oder ohne Getriebe in den einzelnen Größenklassen unterscheidet. Während die getriebelosen Anlagen im Bereich von 25-45 m Rotordurchmesser 96 % der gesamten neu installierten Anlagen ausmachen, sieht es bei den größeren Rotordurchmessern anders aus. Hier überwiegen zur Zeit die Anlagen mit Getriebe, allerdings gibt es auch nur einen Hersteller, der getriebelose Serien-WEA anbietet. Bei der Art der Leistungsbegrenzung haben die Anlagen mit einer Pitch-Regelung einen wachsenden Anteil mit wachsendem Rotordurchmesser. Genau das selbe Bild zeigt sich beim Vergleich konstanter zur variablen Rotordrehzahl. Je größer der Rotor desto mehr WEA-Typen mit variabler Rotordrehzahl werden angeboten und aufgestellt. Anhand der hier dargestellten Übersicht über die verschiedensten Anlagentechnologien wird deutlich, dass der Trend sich bei größer werdenden WEA in die Richtung Pitch-Regelung und variabler Rotordrehzahl bewegt. Über die letzten Jahre hinweg hat sich damit ein erheblicher Wandel in der bevorzugten Anlagentechnik ergeben.

9. Literatur / References

- [1] Ender, Carsten: Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.2002. DEWI-Magazin (2002) Nr. 22, S. 7-19.
- [2] Ingenieurwerkstatt Energietechnik (Rade) (Hrsg.): Monatsinfo: Betriebsvergleich umweltbewusster Energienutzer 2000.
- [3] Statistisches Bundesamt: Stromverbrauch aus dem Netz der Energieversorger. Vorläufige Zahlen v. 30.6.2001.
- [4] Bundesverband Windenergie: Windenergie 2003 Marktübersicht, Feb. 2003

ed by 12.7% with a newly installed power of 550.1 MW. In the third position is North-Rhine Westphalia where 279 WT with an installed capacity of 377.6 MW 13.28 % less than last year) were erected, followed by the states of Saxony-Anhalt with 303.7 MW and Schleswig-Holstein with 229.8 MW. In almost all the states, with the exception of Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Thuringia und Saarland, less power was installed in 2003 compared to the same period last year.

The share of the potential annual energy yield in the net power consumption in Schleswig-Holstein has risen to almost a third (31.45 %) by the end of 2003. In Saxony-Anhalt this value has reached more than a quarter (27.40 %), followed by Mecklenburg-Vorpommern with 24.06 %, Brandenburg with 17.97 % and Lower Saxony with 16.06 %. These figures show that in Northern Germany the share of wind power in the electricity consumption of this region has reached a remarkable level.

The trend towards larger wind turbines has continued in 2003. The average installed capacity of all newly erected turbines is 1,552.87 kW, which corresponds to an increase of approx. 11 % as against last year's value. The annual rates of increase of the average capacity of all newly erected WTs in the past five years therefore amounts to approx. 15 %.

When taking a closer view at the technologies used in wind turbines, it is evident that the market trend of 2003 for WT with or without gearbox is different in the individual size classes. Whereas in the range of 25-45 m rotor diameter 96 % of all newly installed turbines come without a gearbox, the situation is different with the larger rotor diameters. Here the majority of turbines is still equipped with a gearbox, but on the other hand only one manufacturer offers series-produced gearless wind turbines. As far as the type of power control is concerned, turbines with pitch control have a growing share with increasing rotor diameter. The same applies when comparing fixed and variable rotor speed. The larger the rotor, the more wind turbine types with variable rotor speed are offered and installed. The survey of the various technologies given here shows that with increasing rotor size, there is a tendency towards pitch control and variable rotor speed. This means that there has been a considerable change in the preferred turbine technology over the past years.