

## Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.1999 -

Wind Energy Use in Germany - Status 31.12.1999

Rehfeldt, Knud; DEWI

### Summary

By December 31st, 1999, the assessment of wind energy use in Germany led to a number of 7879 installed turbines with a rated power of 4444.5 MW. 1676 turbines (each having a rated power of 5 or more kW) with a total of 1567.7 MW rated power were installed only in 1999. Compared to 1998, there was an increase in the newly installed capacity of 97,6 % while the number of newly erected turbines increased by 65.9 %.

The average size of the newly installed turbines now comes up to 935.4 kW per unit. The estimated total volume of capital investment in 1999 in Germany sums up to about 3,450 Mio. DM, round about 1,700 Mio. DM more compared to 1998.

This article is also published in English under <http://www.dewi.de>.

### 1. Stand der Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland sind mit Stand vom 31.12.1999<sup>1</sup> 7.879 Windenergieanlagen (WEA) mit 4.444,51 MW installierter Leistung in Betrieb. Die durchschnittliche installierte Leistung pro WEA liegt damit bei 935,4 kW. Allein 1999 wurden 1676 WEA mit einer installierten Leistung von 1567,68 MW in Deutschland aufgestellt. Gegenüber der Entwicklung der Windenergienutzung im Vorjahr [1] ist die neu installierte Leistung um 97,6 % angestiegen.

	Stand 31.12.1999 Status 31.12.1999	nur 1999 Only 1999
<b>Anzahl WEA</b> Number of WTs	7879	1676
<b>installierte Leistung, MW</b> Installed Capacity, MW	4444,51	1567,68
<b>durchschnittl. installierte Leistung, kW/WEA</b> Average Installed Power, kW/WT	564,1	935,4

Tab. 1: Stand der Windenergienutzung in Deutschland  
Tab. 1: Status of wind energy use in Germany

### 2. Der potentielle Jahresenergieertrag aus WEA

Die Berechnung des potentiellen Jahresenergieertrags erfolgt auf der Basis mittlerer Ausnutzungsgrade, die für WEA verschiedener Leistungsklassen an unterschiedlichen Standorten ermittelt wurden. Eine Unterteilung aller in Deutschland errichteten WEA in fünf Leistungsklassen liefert die in Tab. 2 dargestellten Anteile je Leistungsklasse am potentiellen Jahresenergieertrag.

Anlagengröße Unit Size	WEA WTGS	%	MW	%	GWh	%
<b>5-80 kW</b>	745	9,5	43,04	1,0	56	0,7
<b>80,1 - 200 kW</b>	620	7,9	94,20	2,1	167	2,0
<b>200,1 - 400 kW</b>	858	10,9	227,46	5,1	427	5,2
<b>400,1 - 750kW</b>	4409	56,0	2455,11	55,2	4597	55,7
<b>über 750 kW</b>	1247	15,8	1624,70	36,6	3004	36,4

Tab. 2: Anteil von WEA unterschiedlicher Leistungsklassen am potentiellen Jahresenergieertrag  
Tab. 2: Shares for WTs of different power groups on the potential annual energy yield

<sup>1</sup> Die Angaben basieren ausschließlich auf Herstellerangaben und damit deren Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Die Erhebung wurde im Dezember 1999 / Januar 2000 durchgeführt. Im Mittel sind die Daten zutreffend. Sie beruhen darauf, daß die Hersteller für die letzten Wochen vor dem Stichtag die tatsächlich aufgestellten Anlagen angeben.

In Tab. 3 sind die Anteile des potentiellen Jahresenergieertrags aus Windenergie am Nettostromverbrauch der Bundesländer und für Deutschland aufgeführt. An der Spitze steht das nördlichste Bundesland Schleswig-Holstein mit einem Anteil am Nettostromverbrauch von 17,5 %, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 10,8 % und Niedersachsen mit 5,0 %. Aber auch Bundesländer wie Brandenburg und Sachsen-Anhalt weisen mit Werten von 4,6 % bereits einen nennenswerten Anteil der Stromerzeugung aus Windenergie am Nettostromverbrauch auf.

<b>Bundesland</b> Federal State	<b>Nettostromverbrauch 1998[3]</b> <b>GWh</b> Energy Consumption 1998[3], GWh	<b>potentieller Jahresenergieertrag,</b> <b>GWh</b> Potential Annual Energy Yield, GWh	<b>Anteil am Nettostromverbrauch, %</b> Share on the Energy Consumption, %
<b>Schleswig-Holstein</b>	13.131	2.300	17,5
<b>Niedersachsen</b>	46.192	2.318	5,0
<b>Mecklenburg-Vorpommern</b>	6.175	668	10,8
<b>Brandenburg</b>	13.730	628	4,6
<b>Sachsen-Anhalt</b>	12.868	587	4,6
<b>Sachsen</b>	18.473	353	1,9
<b>Thüringen</b>	9.902	105	1,1
<b>Rheinland-Pfalz</b>	25.647	220	0,9
<b>Hessen</b>	32.957	232	0,7
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	133.553	692	0,5
<b>Bremen</b>	5.167	16	0,3
<b>Hamburg</b>	12.701	27	0,2
<b>Saarland</b>	7.336	11	0,2
<b>Bayern</b>	66.063	57	0,1
<b>Baden-Württemberg</b>	59.312	37	0,1
<b>Berlin</b>	13.845	0	0,0
<b>gesamte Bundesrepublik</b> Total Germany	<b>477.052</b>	<b>8.251</b>	<b>1,7</b>

Tab. 3: Anteil des potentiellen Jahresenergieertrags aus WEA am Nettostromverbrauch der Bundesländer und Deutschlands. Der potentielle Jahresenergieertrag wird auf der Basis der installierten Leistung zum 31.12.1999 bei einem 100 % Windjahr berechnet. Es handelt sich also um einen Jahresenergieertrag, der mit dem Anlagenbestand des Jahresende 1999 erreicht werden könnte.

Tab. 3: Shares of the potential annual energy yield of the netto energy consumption for the Federal States and for the Federal Republic of Germany.

Die Datengrundlage für die Ermittlung der mittleren Ausnutzungsgrade der WEA-Leistungsklassen in den verschiedenen Bundesländern bildet die Betreiberdatenbank [2].

### 3. Entwicklung der Anlagenzahl und der installierten Leistung

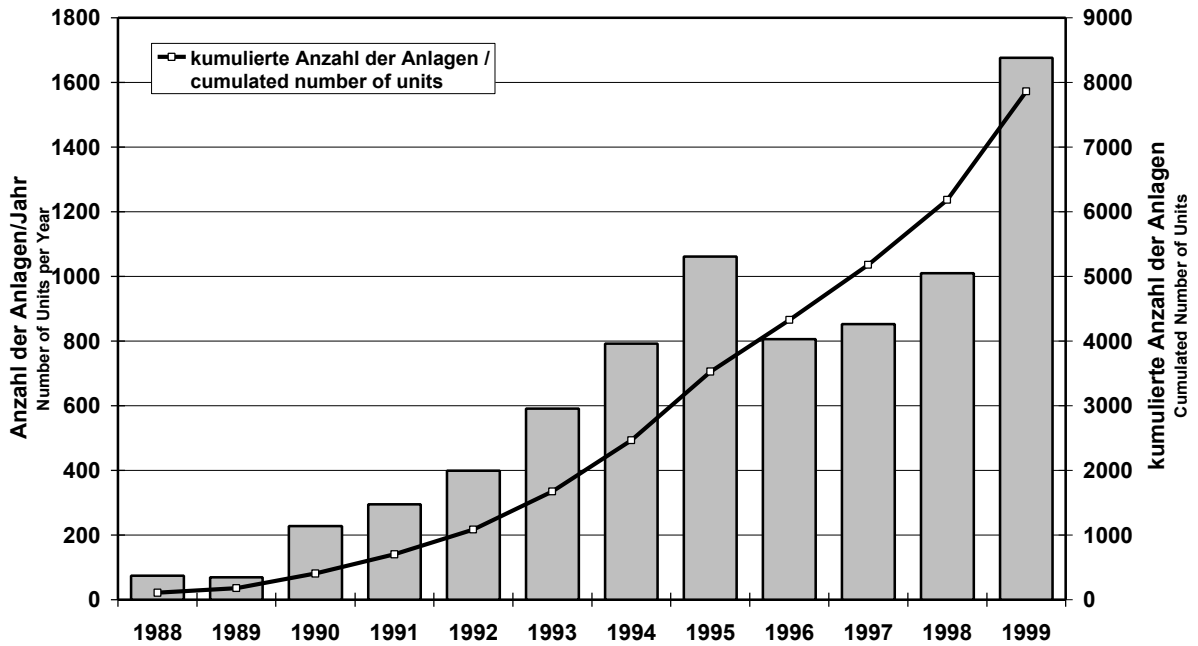


Abb. 1: Entwicklung der jährlich aufgestellten und kumulierten Anzahl von WEA.  
 Fig. 1: Development of the yearly installed and cumulated number of turbines.

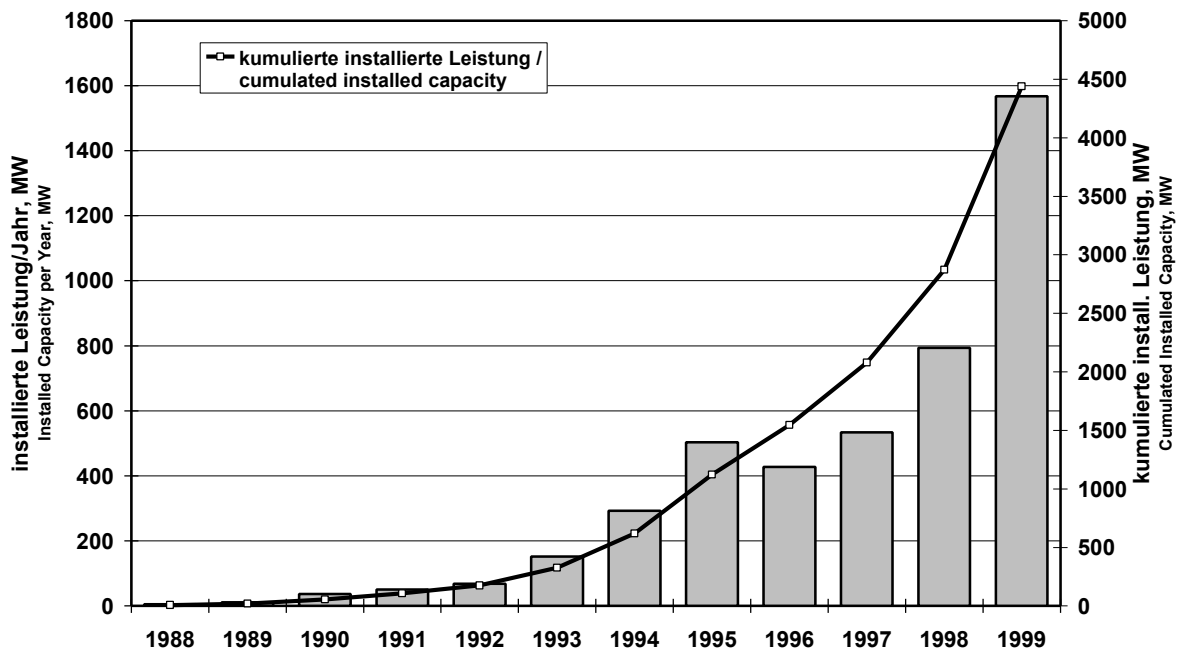


Abb. 2: Entwicklung der jährlichen und kumulierten installierten Leistung.  
 Fig. 2: Development of the yearly and cumulated installed power.

## 4. Regionale Verteilung der Windenergienutzung

<b>Bundesland</b> Federal State	<b>Anzahl der WEA</b> Number of WTs only 1999	<b>Installierte Leistung, MW</b> Installed Capacity, MW only 1999	<b>Durchschnittliche installierte Leistung pro WEA, kW/Anlage</b> Average Installed Power per WT, kW/unit
<b>Niedersachsen</b>	<b>409</b>	<b>385,23</b>	<b>941,88</b>
<b>Schleswig-Holstein</b>	<b>227</b>	<b>226,11</b>	<b>996,08</b>
<b>Brandenburg</b>	<b>232</b>	<b>215,26</b>	<b>927,84</b>
<b>Sachsen-Anhalt</b>	<b>206</b>	<b>210,73</b>	<b>1022,96</b>
<b>Mecklenburg-Vorpommern</b>	<b>166</b>	<b>139,79</b>	<b>842,11</b>
<b>Sachsen</b>	<b>110</b>	<b>109,41</b>	<b>994,64</b>
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	<b>120</b>	<b>95,24</b>	<b>793,67</b>
<b>Thüringen</b>	<b>68</b>	<b>76,9</b>	<b>1130,88</b>
<b>Rheinland-Pfalz</b>	<b>77</b>	<b>62,92</b>	<b>817,14</b>
<b>Bayern</b>	<b>22</b>	<b>17,8</b>	<b>809,09</b>
<b>Hessen</b>	<b>18</b>	<b>12,04</b>	<b>668,89</b>
<b>Baden-Württemberg</b>	<b>13</b>	<b>10,75</b>	<b>826,92</b>
<b>Bremen</b>	<b>5</b>	<b>3,0</b>	<b>600,00</b>
<b>Saarland</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>833,33</b>
<b>Hamburg</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Berlin</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Tab. 4: Regionale Verteilung der 1999 in Deutschland errichteten WEA.

Tab. 4: Regional distribution of WTs erected in 1999.

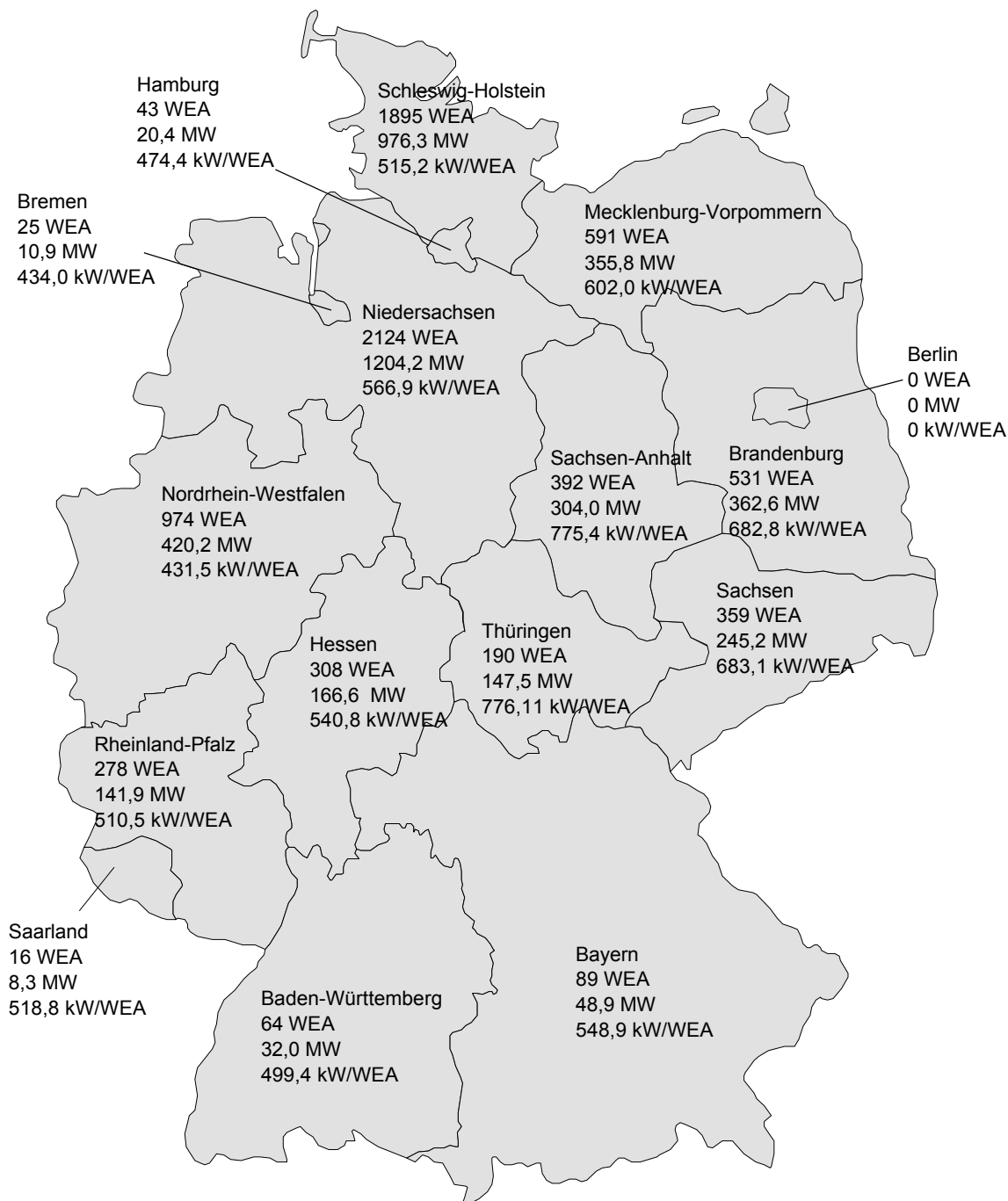


Abb. 3: Regionale Verteilung der Windenergienutzung in Deutschland. Aufgrund der Aufstellungszahlen 1999 konnte das Bundesland Niedersachsen seine Spitzenposition der windenergienutzenden Länder Deutschlands weiter ausbauen.

Fig. 3: Regional distribution of wind energy utilisation in Germany. On account of the installed capacity of 1999 the federal state Lower Saxony could increase its lead in front of the wind energy using states of the Federal Republic of Germany.

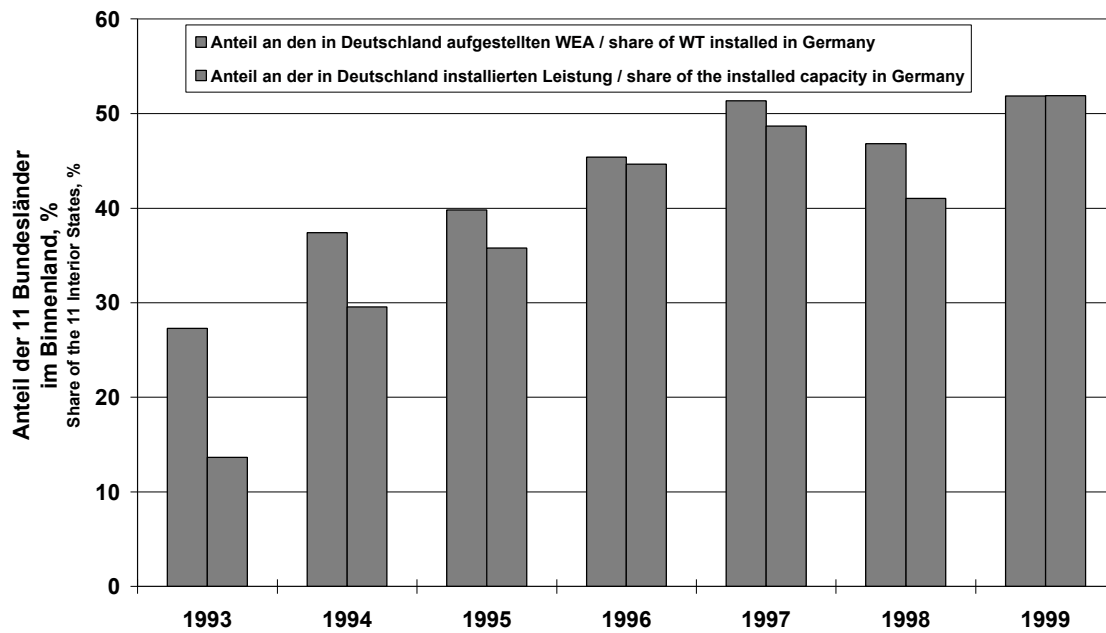


Abb. 4: Anteil der 11 Bundesländer im Binnenland an der Windenergienutzung in Deutschland  
 Fig. 4: Shares of the 11 interior states of the wind energy use in Germany

### 5. Entwicklungstendenzen bei der Anlagengröße

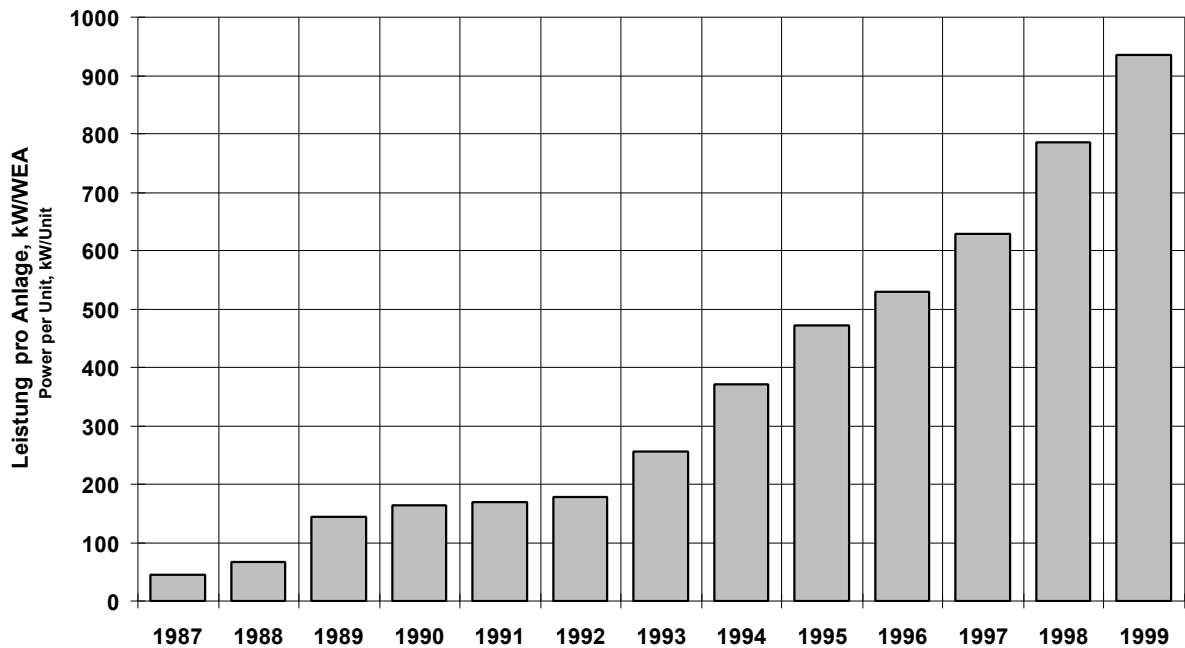


Abb. 5: Entwicklung der durchschnittlich installierten Leistung pro Windenergieanlage. Mit einer durchschnittlichen installierten Leistung 1999 von 935,4 kW/Anlage liegt dieser Wert um 19,1 % über dem Wert von 1998.

Fig. 5: 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 935.4 kW/unit for 1999 is 19.1 % higher than in 1998.

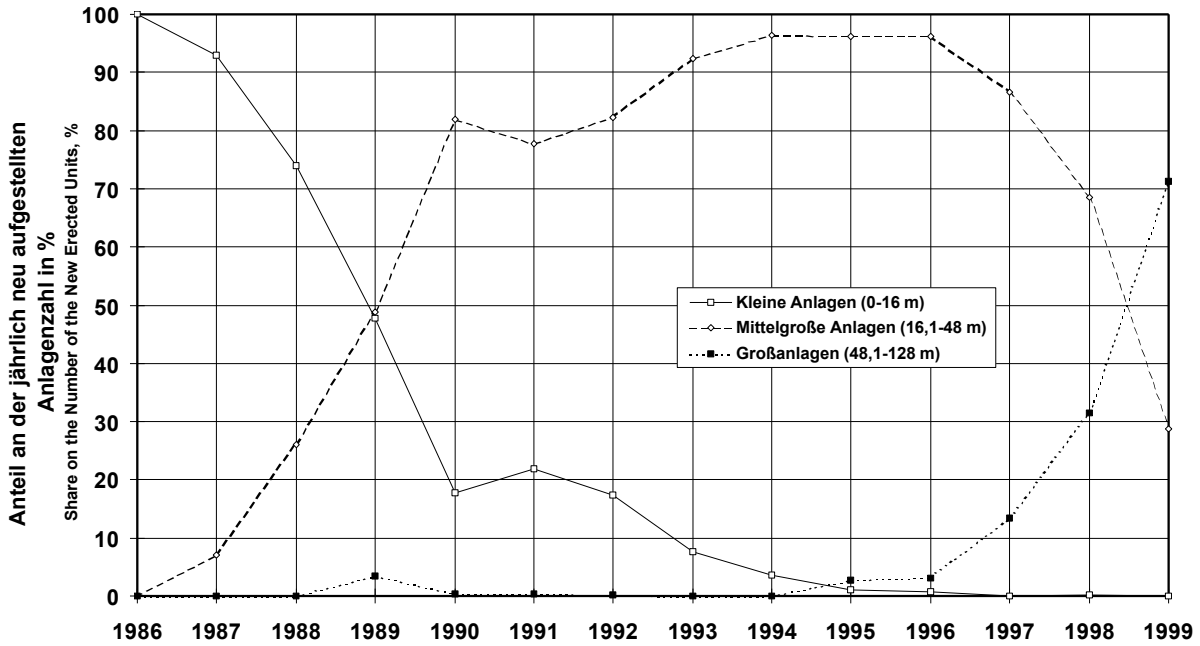


Abb. 6: Anteile unterschiedlicher Anlagengrößenklassen an der Anzahl neu aufgestellter Anlagen. Kleine WEA mit 0-16 m, mittelgroße WEA mit 16,1-48 m und große WEA mit mehr als 48,1 m Rotordurchmesser.

Fig. 6: Shares on the number of units of different sized units. Small WTs with 0-16 m, medium-size WTs with 16.1-48 m and large WTs with more than 48.1 m rotor diameter.

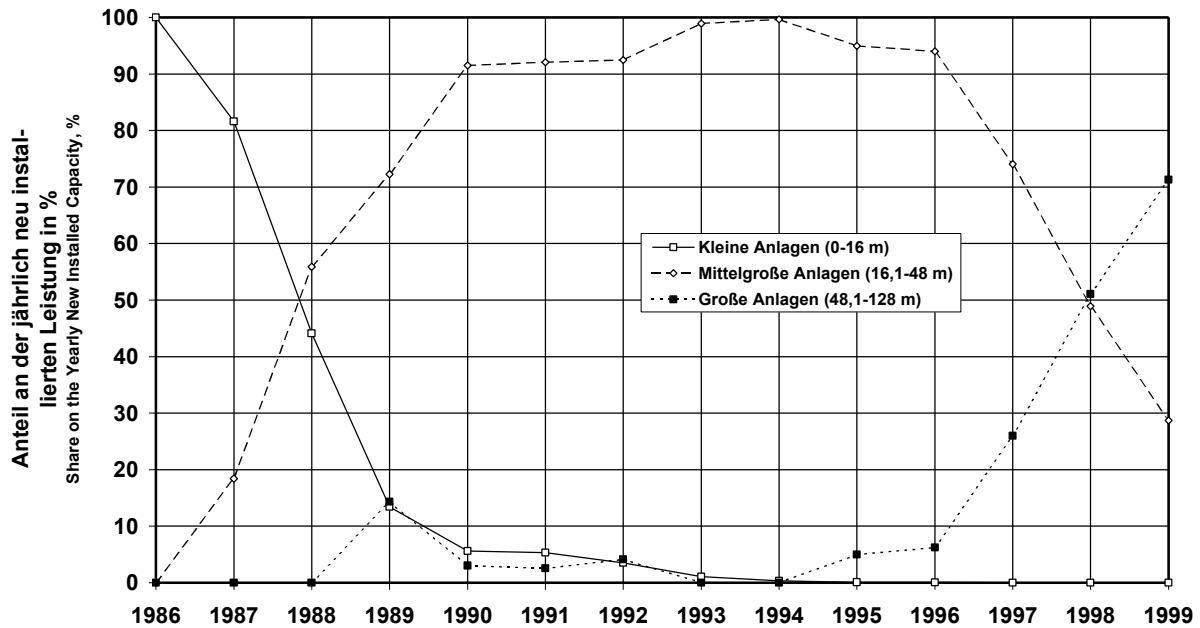


Abb. 7: Anteile unterschiedlicher Anlagengrößenklassen an der jährlich neu installierten Leistung. Kleine WEA mit 0-16 m, mittelgroße WEA mit 16,1-48 m und große WEA mit mehr als 48,1 m Rotordurchmesser. Der Anteil der jährlich neu installierten Leistung der großen Anlagenklasse ist 1999 weiter stark angestiegen und liegt derzeit bei 71,3 %.

Fig. 7: Shares on the annually installed power of different sized units. Small WTs with 0-16 m, medium-size WT with 16.1-48 m and large WTs with more than 48.1 m rotor diameter. The share on the yearly new installed capacity of the large sized wind turbine class increased rapidly in 1999. The value now amounts to 71.3 %.

6. Marktanteile der Anbieter

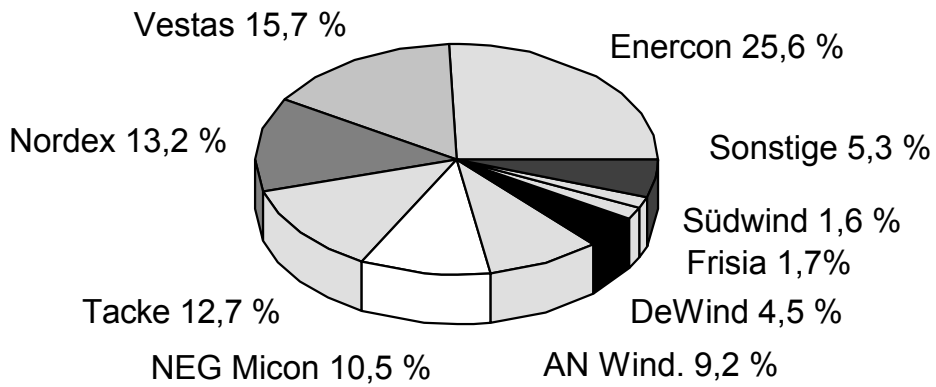


Abb. 8: Anteile der Anbieter an der gesamten 1999 in Deutschland installierten Leistung in %.  
 Fig. 8: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed rated power in 1999.

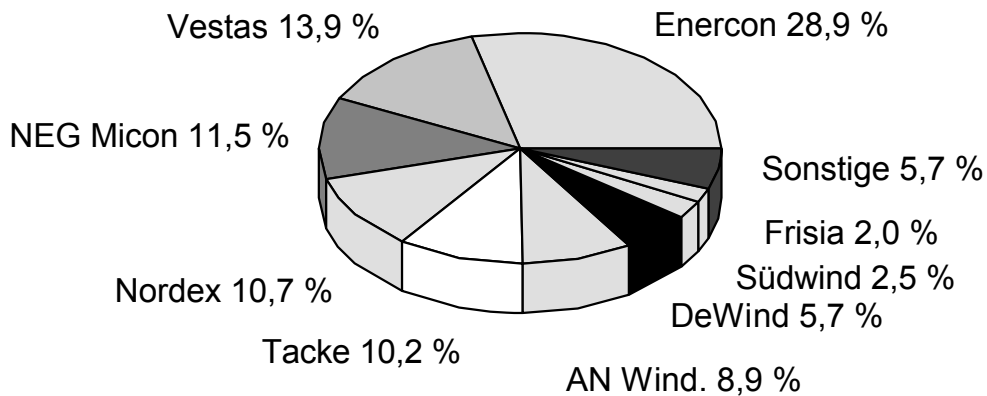


Abb. 9: Anteile der Anbieter an der Anzahl der 1999 in Deutschland aufgestellten WEA in %.  
 Fig. 9: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the number of units installed in 1999.

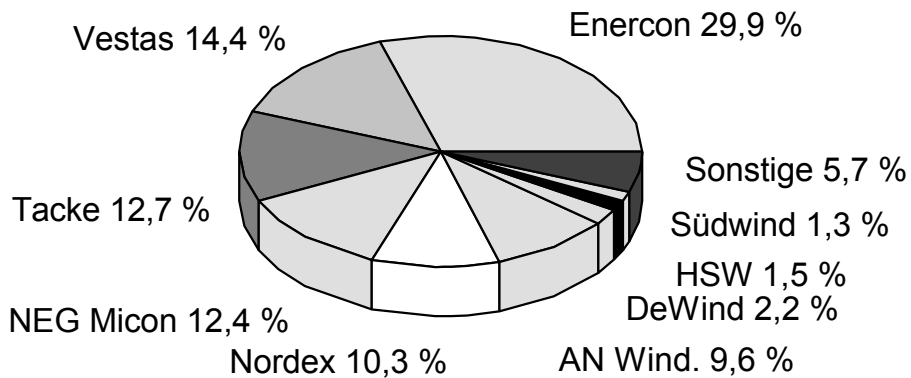


Abb. 10: Anteile der Anbieter an der gesamten in Deutschland installierten Leistung seit 1982 in %.  
 Fig. 10: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed rated power since 1982.

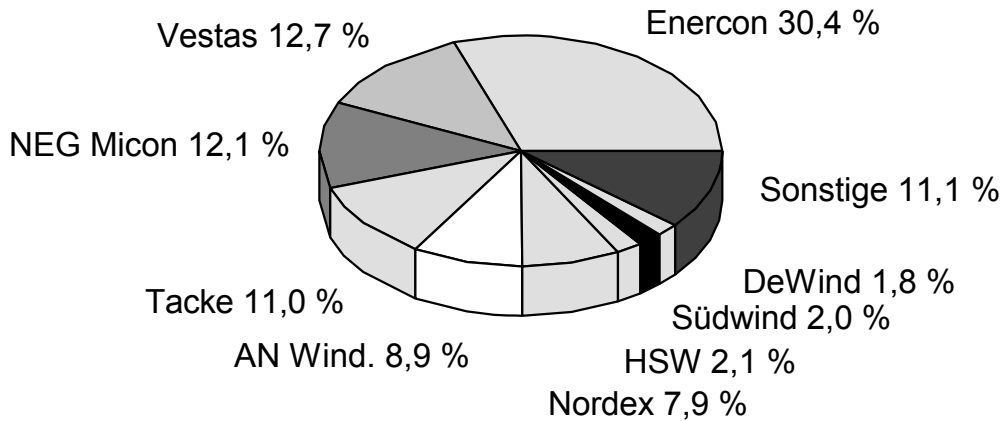


Abb. 11: Anteile der Anbieter an der Anzahl der seit 1982 in Deutschland aufgestellten WEA in  
 Fig. 11: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed number of units since 1982.

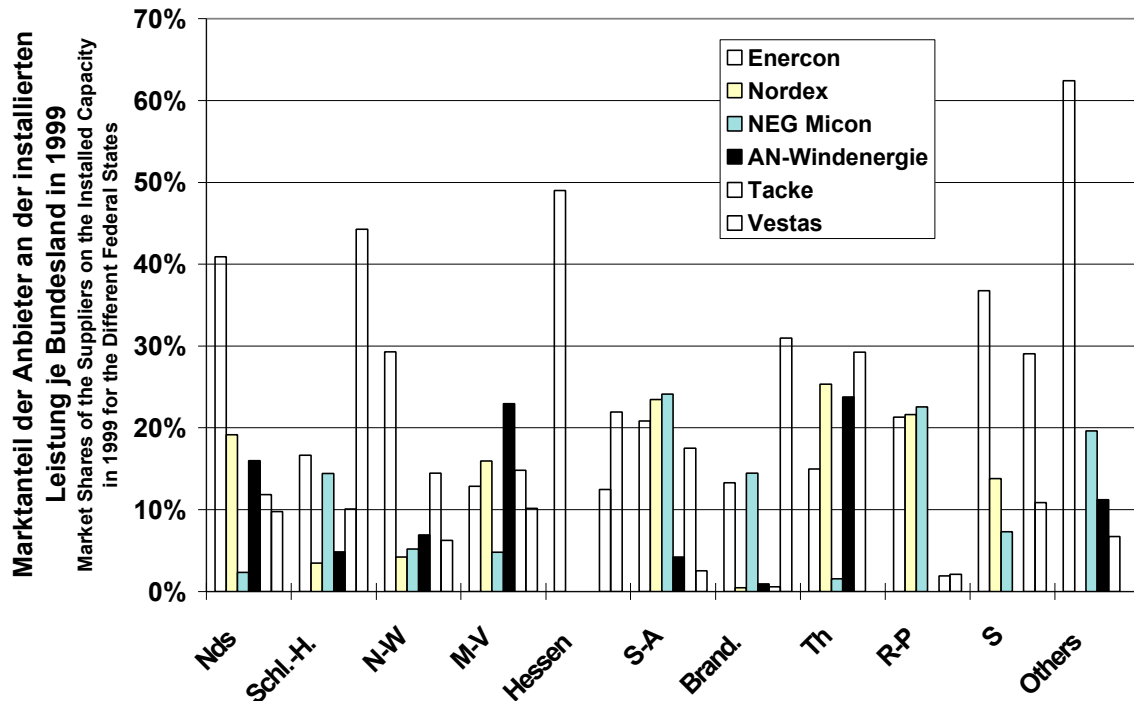


Abb. 12: Marktanteile der verschiedenen Anbieter von WEA bezogen auf die 1999 installierte Leistung je Bundesland. Nds = Niedersachsen, Schl.-H. = Schleswig Holstein, N-W = Nordrhein-Westfalen, M-V = Mecklenburg-Vorpommern, Hessen, S-A = Sachsen-Anhalt, Brand. = Brandenburg, Th = Thüringen, R-P = Rheinland-Pfalz, S = Sachsen, Others = Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Bremen, Hamburg, Saarland.

Fig. 12: Market shares of the different suppliers of WT with respect to the capacity installed in 1999 in the different states of Germany. Nds = Lower Saxony, Schl.-H. = Schleswig Holstein, N-W = North Rhine Westfalia, M-V = Mecklenburg-Vorpommern, Hessen = Hessia, S-A = Saxony-Anhalt, Brand. = Brandenburg, Th = Thuringia, R-P = Rhineland-Palatine, S = Saxony, Others = Baden-Württemberg, Bavaria, Berlin, Bremen, Hamburg, Saar District.

7. Export

Die deutsche Windenergieindustrie konnte den Absatz ihrer Anlagen im Ausland weiter ausbauen. Wurden 1998 noch 125,83 MW exportiert so ist dieser Wert 1999 um 42,2 % auf 179,01 MW angestiegen (Abb. 13). Aufgrund des überragenden Absatzes im Inland sind die relativen Exportzahlen (Abb. 14) gegenüber 1998 allerdings gesunken.

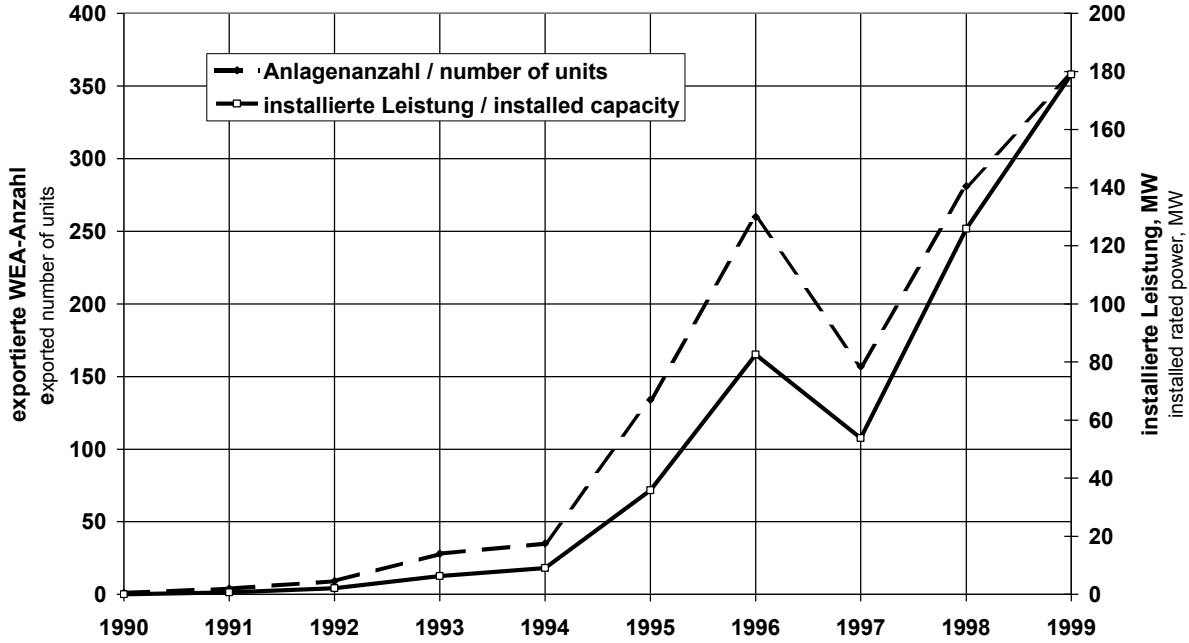


Abb. 13: Entwicklung der absoluten jährlichen Exportzahlen seit 1990  
 Fig. 13: Development of the German wind energy export since 1990

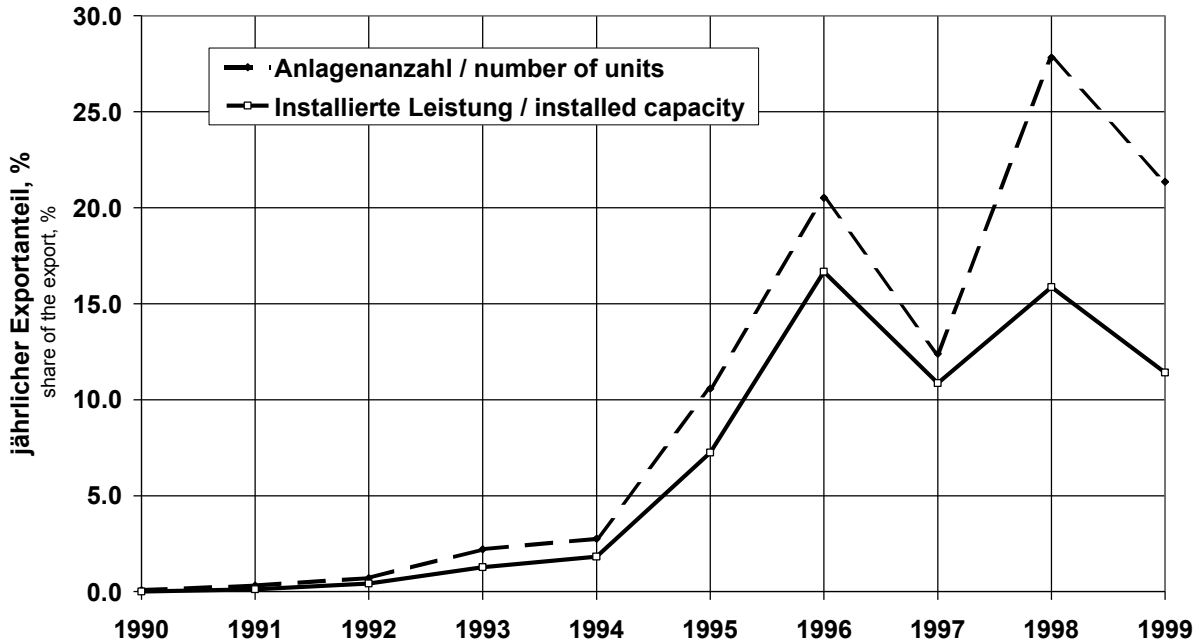


Abb. 14: Entwicklung der relativen, auf den deutschen Markt bezogenen Exportzahlen seit 1990  
 Fig. 14: Development of the German wind energy export since 1990 related to the installation values in Germany

Betrachtet man die Marktanteile der von Deutschland ins Ausland verkauften WEA, so fällt auf, daß die Firma Nordex ihre Exportaktivitäten deutlich forciert hat und mittlerweile vor dem Auricher Unternehmen Enercon mit 40,7 % auf Platz eins in der Export-Hitliste liegt (Abb. 15).

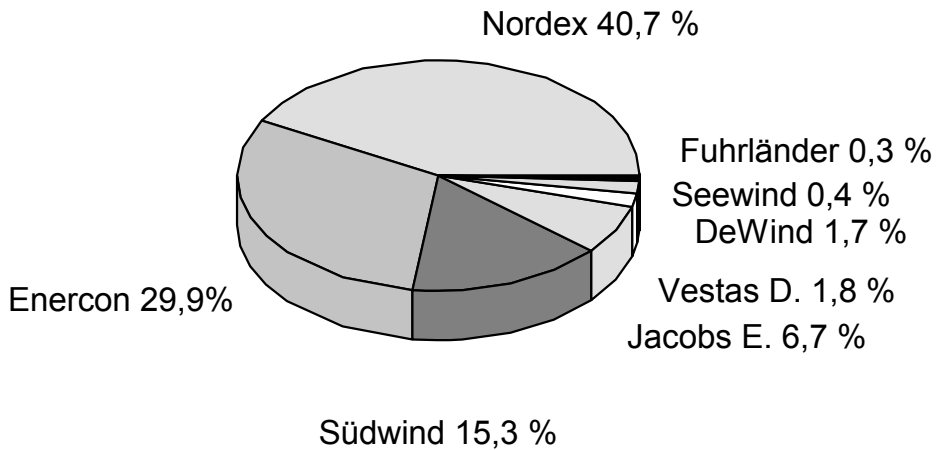


Abb. 15: Anteile der Anbieter an der 1999 von Deutschland aus exportierten installierten Leistung in Prozent.

Fig. 15: Shares of the suppliers of installed rated power exported from Germany in per cent in 1999

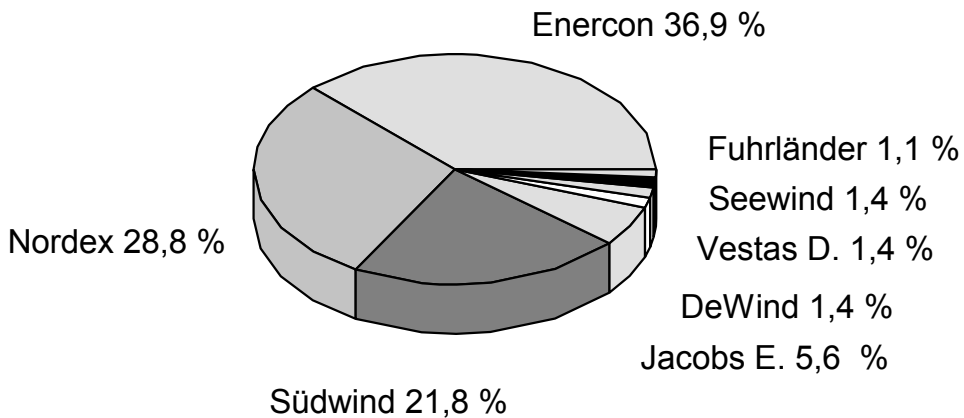


Abb. 16: Anteile der Anbieter an der 1999 von Deutschland aus exportierten Anzahl von WEA in Prozent.

Fig. 16: Shares of the suppliers of WTs exported from Germany in per cent in 1999

In Tabelle 5 sind die Exportländer aufgeführt. Angeführt wird diese Liste durch Indien, wo immerhin 38,1 MW durch deutsche Unternehmen verkauft wurden. Danach kommen Länder des Europäischen Auslands wie Griechenland mit 28,85 MW, Dänemark mit 20,7 MW und Spanien mit 19,2 MW.

Exportland Export country	Anzahl der WEA Number of WECs	Installierte Leistung, MW Rated power, MW
Ägypten	22	13,2
Brasilien	5	2,5
China	21	12,6
Dänemark	19	20,7
Finnland	5	5,1
Frankreich	5	3,0
Griechenland	54	28,85
Indien	132	38,1
Japan	13	4,1
Lettland	1	1,0
Luxemburg	6	6,0
Niederlande	1	0,5
Österreich	14	8,45
Polen	5	0,66
Portugal	8	4,8
Schweden	12	8,0
Spanien	32	19,2
UK	1	1,5
Uruguay	1	0,15
USA	1	0,6
<b>Summe</b>	<b>358</b>	<b>179,01</b>

Tab. 5: Länder, in die 1999 von Deutschland aus WEA exportiert wurden.

Tab. 5: Countries of the German wind energy export of 1999

## 8. Zusammenfassung

Im Jahr 1999 wurde, wie so oft in den vergangenen Jahren, wieder ein Rekordergebnis hinsichtlich der Windenergienutzung in Deutschland erzielt. Allerdings ein ganz besonderes Ergebnis. Denn mit einer neu installierten Leistung von 1567,8 MW wurde das Vorjahresergebnis (793,46 MW in 1998) fast verdoppelt. Derartige Steigerungen sind in den vergangenen Jahren nicht sehr häufig vorgekommen. Lediglich 1994 gab es aufgrund der Auswirkungen des 1991 in Kraft getretenen Stromeinspeisungsgesetzes schon einmal Steigerungsraten von 100 %. Allerdings lag das damalige Niveau der Neuinstallationen mit ca. 300 MW deutlich niedriger als heute. Einen überproportionalen Zuwachs gab es in den neuen Bundesländern wo die bis zum Jahresende 1998 installierte Leistung von insgesamt 664,1 MW [1] allein im Jahr 1999 um 752,09 MW angestiegen ist. Besonders die Bundesländer Brandenburg und Sachsen-Anhalt weisen 1999 Neuinstallationen in der Größenordnung von der Schleswig-Holsteins auf. Spitzenreiter sowohl bei den Neuinstallationen als auch bei den gesamten Installationszahlen bleibt das Bundesland Niedersachsen. Hier wurden 1999 385,23 MW neu installiert, so daß die gesamte in Niedersachsen installierte Leistung aus WEA zum Jahresende 1204,2 MW betrug. Die politische Zielsetzung Niedersachsens bis 2005 1.300 MW zu installieren, wird angesichts der Installationszahlen bis Ende 1999 wohl weit überschritten werden.

Auch die durchschnittlich installierte Leistung je WEA ist weiter gestiegen und beweist mit einem Wert von 935,4 kW/WEA, daß sich die Megawattklasse in Deutschland endgültig durchgesetzt hat. Allein der Anteil jener neu errichteter WEA, die einen Rotordurchmesser größer 48 m aufweisen, liegt mittlerweile über 70 % (Abb. 6).

Deutliche Verschiebungen haben sich 1999 bei den Marktanteilen der Hersteller von WEA ergeben. Das Auricher Unternehmen Enercon, das in den vergangenen Jahren seinen Marktanteil hinsichtlich der neu installierten Leistung kontinuierlich auf bis 33,1 % [1] ausbauen konnte, ist 1999 auf 25,6 % zurückgefallen (siehe Abb. 8). Hiermit steht Enercon weiterhin an der Spitze der Hitliste allerdings hat sich ein starkes Mittelfeld etabliert, welches durch die Firmen Vestas, Nordex, Tacke, NEG Micon und

AN Windenergie mit Marktanteilen zwischen 15,7 % und 9,2 % gebildet wird. Deutliche Zuwächse verzeichnet auch das Unternehmen DeWind aus Lübeck mit 4,5 % Marktanteil.

Der Export von WEA aus Deutschland verzeichnet im Jahr 1999 ebenfalls einen deutlich positiven Trend mit Zuwachsraten gegenüber 1998 von 42,2 %. Allerdings liegt der relative Anteil des Exports mit 179,01 MW aufgrund des überragenden Inlandergebnisses weiterhin lediglich bei 11,42 %. Dieses Ergebnis darf aber nicht darüber hinweg täuschen, daß sich hiermit erste Erfolge der Exportbemühungen der deutschen Windenergieindustrie eingestellt haben. Besonders das Unternehmen Nordex hat 1999 eine überproportionale Steigerung der Exportzahlen erzielt und steht nun mit 40,7 % Exportmarktanteil vor Enercon mit 29,9 % (siehe Abb. 15).

Die Entwicklung der Windenergienutzung im Jahr 2000 wird stark geprägt sein von dem Ergebnis des Gesetzes zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG), dessen Zeitpunkt der Verabschiedung sich immer weiter in die Jahresmitte verschiebt. Im günstigsten Fall wird das Gesetz im April 2000 in Kraft treten. Diese zeitliche Verschiebung wird deutliche Auswirkungen auf die Entwicklung der Windenergienutzung haben.

## 9. Literatur

- [1] Rehfeldt, Knud: Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.1998. DEWI-Magazin (1999) Nr. 14, S. 6-22.
- [2] Ingenieurwerkstatt Energietechnik (Rade) (Hrsg.): Monatsinfo: Betriebsvergleich umweltbewußter Energienutzer 1999.
- [3] Statistisches Bundesamt: Stromverbrauch aus dem Netz der Energieversorger. Vorläufige Zahlen v. 30.8.1999.