

# Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.2000 -

Wind Energy Use in Germany - Status 31.12.2000

Rehfeldt, Knud; Stand, Christian; DEWI

## Summary

By December 31st, 2000, the assessment of wind energy use in Germany led to a number of 9,359 installed turbines with a rated power of 6,094.8 MW. 1,495 wind turbines (WT), each having a rated power of 5 or more kW, with a total of 1,665.26 MW rated power were installed only in the year 2000. Compared to 1999, there was a small increase in the newly installed capacity of 6.2 % while the number of newly erected turbines decreased by 10.8 %. The average size of the newly installed turbines reached 1,113.9 kW per unit. The estimated total volume of capital investment in 2000 in Germany sums up to about 3,660 Mio. DM.

The complete statistic can be downloaded from <http://www.dewi.de>.

## 1. Stand der Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland sind mit Stand vom 31.12.2000<sup>1</sup> 9.359 Windenergieanlagen (WEA) mit 6.094,8 MW installierter Leistung in Betrieb. Die durchschnittliche installierte Leistung pro WEA liegt damit bei 651,2 kW. Allein im Jahr 2000 wurden 1.495 WEA mit einer installierten Leistung von 1.665,26 MW in Deutschland aufgestellt. Gegenüber der Entwicklung der Windenergienutzung im Vorjahr [1] ist die neu installierte Leistung wiederum um 6,2 % angestiegen und dass obwohl das Jahr 1999 als absolutes Rekordjahr galt.

	Stand/Status 31.12.2000	Nur/only 2000
<b>Anzahl WEA</b> <i>Number of WT</i>	9.359	1.495
<b>installierte Leistung, MW</b> <i>Installed Capacity, MW</i>	6.094,8	1.665,26
<b>durchschnittl. installierte Leistung, kW/WEA</b> <i>Average Installed Power, kW/WT</i>	651,2	1.113,90

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 <i>Unit Size</i>	WEA <i>WT</i>	%	MW	%	GWh	%
<b>5-80 kW</b>	746	8,0	43,07	0,7	57	0,5
<b>80,1 - 200 kW</b>	620	6,6	94,20	1,6	170	1,5
<b>200,1 - 400 kW</b>	859	9,2	227,76	3,7	428	3,7
<b>400,1 - 750kW</b>	4913	52,5	2771,69	45,5	5146	44,8
<b>Über/above 750 kW</b>	2221	23,7	2958,05	48,5	5690	49,5

Tab. 2: Anteil von WEA unterschiedlicher Leistungsklassen am potentiellen Jahresenergieertrag

Tab. 2: Shares for WT of different power groups on the potential annual energy yield

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 des Jahres 1998 von 21,2 %, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 13,9 %, Sachsen-Anhalt mit 7,8 % und Niedersachsen mit 7,3 %. Aber auch Brandenburg weist mit einem Anteil am Nettostromverbrauch von

<sup>1</sup> Die Angaben basieren ausschließlich auf Herstellerangaben und damit deren Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Die Erhebung wurde im Dezember 2000 / Januar 2001 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.

Bundesland <i>Federal State</i>	Nettostromverbrauch 1998 [3] <i>Energy Consumption 1998 [3]</i> GWh	potentieller Jahresenergieertrag, <i>Potential Annual Energy Yield</i> GWh	Anteil bezogen auf den Nettostromverbrauch, <i>Share in the Energy Consumption</i> %
Schleswig-Holstein	13.131	2.788	21,2
Mecklenburg-Vorpommern	6.175	856	13,9
Sachsen-Anhalt	12.868	1.001	7,8
Niedersachsen	46.192	3.405	7,3
Brandenburg	13.730	768	5,6
Thüringen	9.902	267	2,7
Sachsen	18.473	426	2,3
Rheinland-Pfalz	25.647	399	1,6
Hessen	32.957	285	0,9
Nordrhein-Westfalen	133.553	1.067	0,8
Bremen	5.167	20	0,4
Hamburg	12.701	38	0,3
Saarland	7.336	21	0,3
Bayern	66.063	80	0,1
Baden-Württemberg	59.312	71	0,1
Berlin	13.845	0	0,0
gesamte Bundesrepublik <i>Total Germany</i>	<b>477.052</b>	<b>11.492</b>	<b>2,4</b>

Tab. 3: Anteil des potentiellen Jahresenergieertrags aus WEA am Nettostromverbrauch der Bundesländer und Deutschlands. Dieser Jahresenergieertrag wird auf der Basis der installierten Leistung zum 31.12.2000 bei einem 100 % Windjahr berechnet.

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

5,6 % bereits einen nennenswerten Anteil der Stromerzeugung aus Windenergie auf.

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

Wie die Abbildungen 1 und 2 verdeutlichen, bedingt das Größenwachstum der Windenergieanlagen, trotz der im Jahr 2000 im Vergleich zum Vorjahr um fast 100 MW höheren Leistungsinstallation, eine Abnahme der Anzahl um 181 Anlagen auf 1.495. Das Beispiel Niedersachsen belegt was das heißt: Im Jahr 1991 wurde dort ein erstes Ausbauziel der Windenergie mit 1.000 MW - installiert in 8.000 Windenergieanlagen - für das Jahr 2000 verkündet. Das ergibt eine Durchschnittsgröße von 125 kW pro Anlage. Mit durchschnittlich 684 kW pro WEA ist die installierte Leistung heute über fünfmal so groß wie vor 10 Jahren angenommen und es sind mit nur 2.572 WEA 1.759 MW in Betrieb.

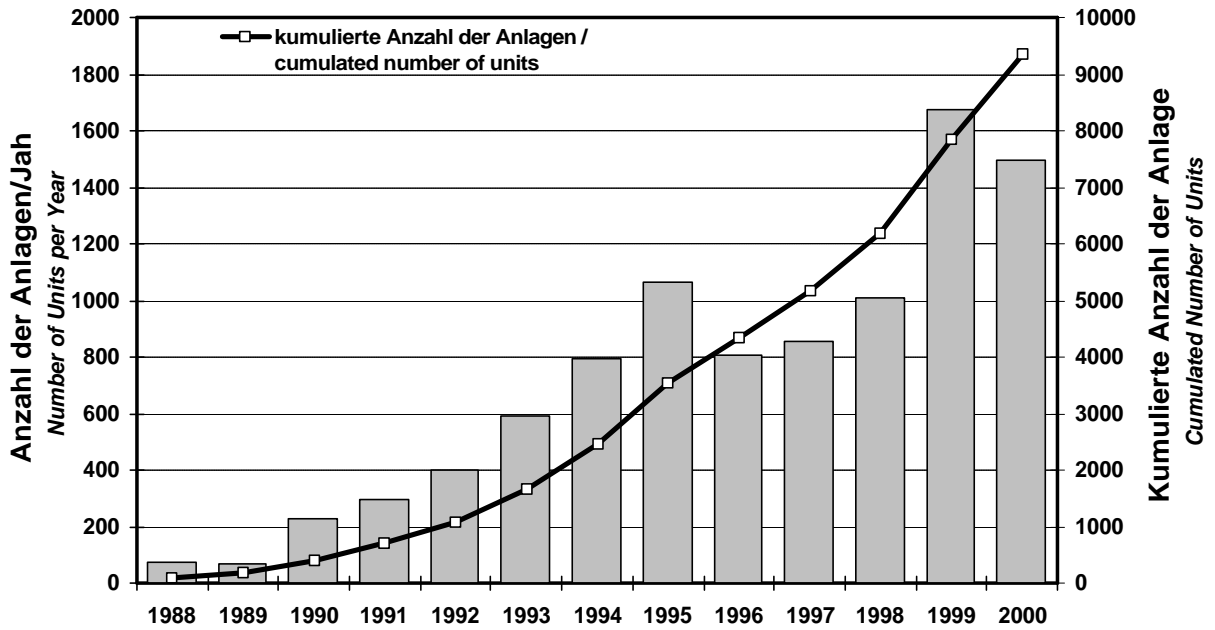


Abb. 1: Entwicklung der jährlich aufgestellten und kumulierten Anzahl von WEA.  
 Fig. 1: Development of the yearly installed and cumulated number of turbines.

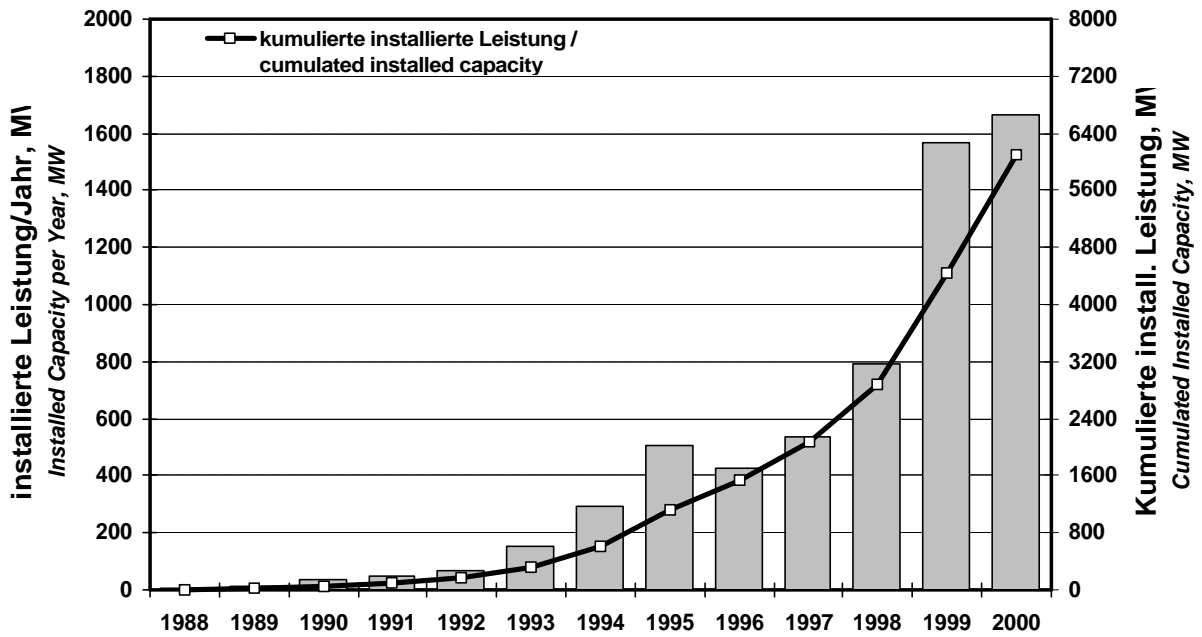


Abb. 2: Entwicklung der jährlichen und kumulierten installierten Leistung.  
 Fig. 2: Development of the yearly and cumulated installed power.

## 4. Regionale Verteilung der Windenergienutzung

Bundesland <i>Federal State</i>	Anzahl der WEA <i>Number of WT</i>	Installierte Lei- stung <i>Installed Capacity</i>  MW	installierte WEA- Durchschnittsleistung <i>Average Installed Power per unit kW</i>
Niedersachsen	448	554,50	1.237,8
Nordrhein-Westfalen	223	228,63	1.025,2
Schleswig-Holstein	157	199,31	1.269,5
Sachsen-Anhalt	159	189,77	1.193,5
Rheinland-Pfalz	101	113,96	1.128,3
Mecklenburg-Vorpommern	112	100,61	898,3
Brandenburg	91	84,45	928,0
Sachsen	54	55,09	1.020,2
Hessen	48	45,26	924,9
Thüringen	32	33,82	1.056,9
Baden-Württemberg	34	29,38	864,1
Bayern	24	18,63	776,3
Hamburg	5	5,40	1.080,0
Saarland	5	4,20	840,0
Bremen	2	2,25	1.125,0
Berlin	0	0,00	0,0

Tab. 4: Regionale Verteilung der 2000 in Deutschland errichteten WEA.

Tab. 4: *Regional distribution of WT erected in 2000*

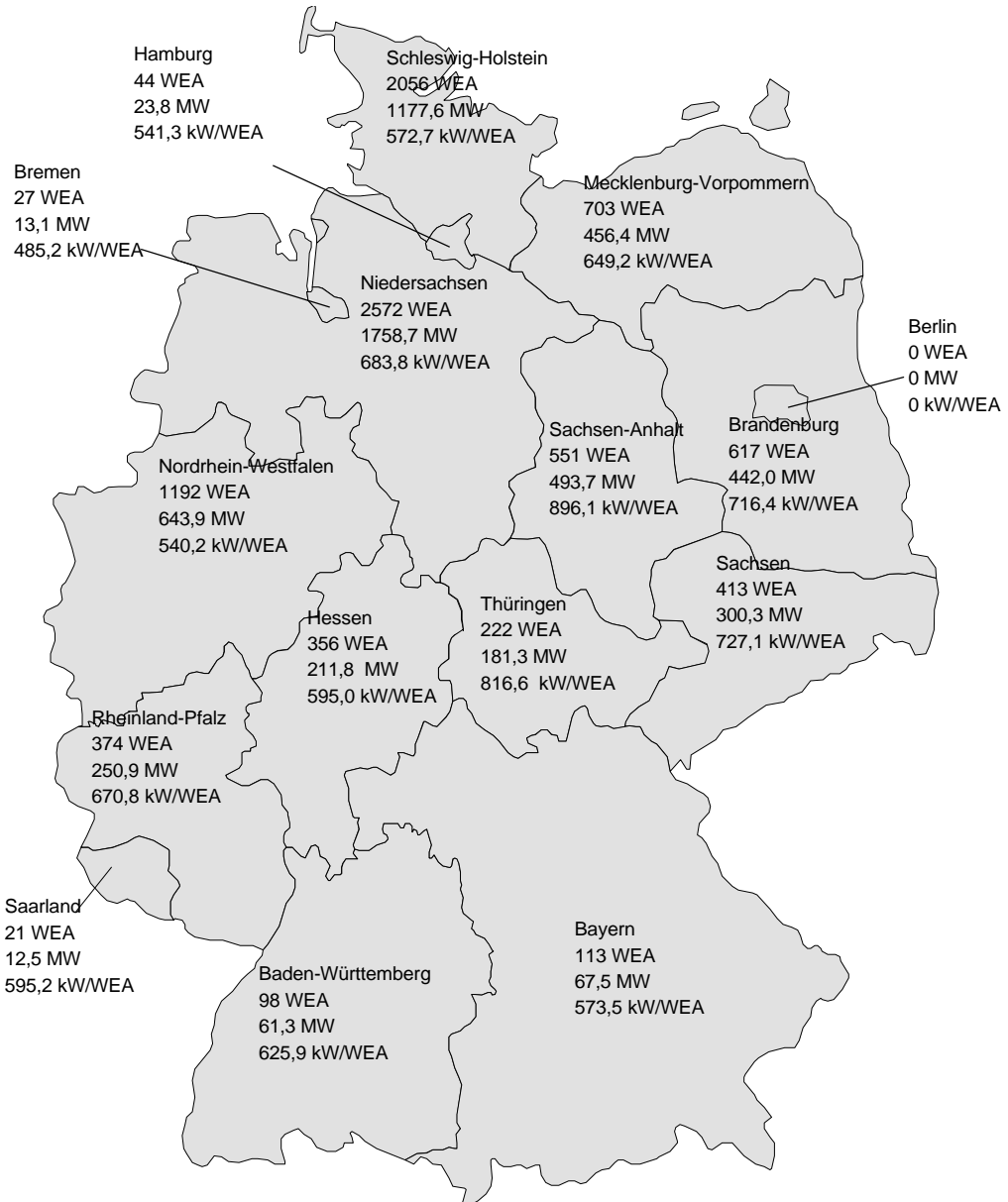


Abb. 3: Regionale Verteilung der Windenergienutzung in Deutschland.  
 Fig. 3: Regional distribution of wind energy utilisation in Germany.

In den letzten zwei Jahren waren die Entwicklungen in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich. Während in Niedersachsen, dem nach Schleswig-Holstein wahrscheinlich windreichsten Land, die Windenergie in einer ihrer dynamischsten Phasen war und sich die Leistungsinstallation mehr als verdoppelte, ist in Schleswig-Holstein, dem früheren Spitzenreiter den Entwicklung, der Schwung der frühen Jahre raus. Sachsen-Anhalt, mit heute fast 500 MW konnte in diesen zwei Jahren die installierte Leistung mehr als verfünffachen und nimmt jetzt die vierte Stelle nach Nordrhein-Westfalen ein. Mit stolzen 250 MW liegt das weit im windärmeren Süden liegende Land Rheinland-Pfalz in der Zwischenzeit vor Hessen.

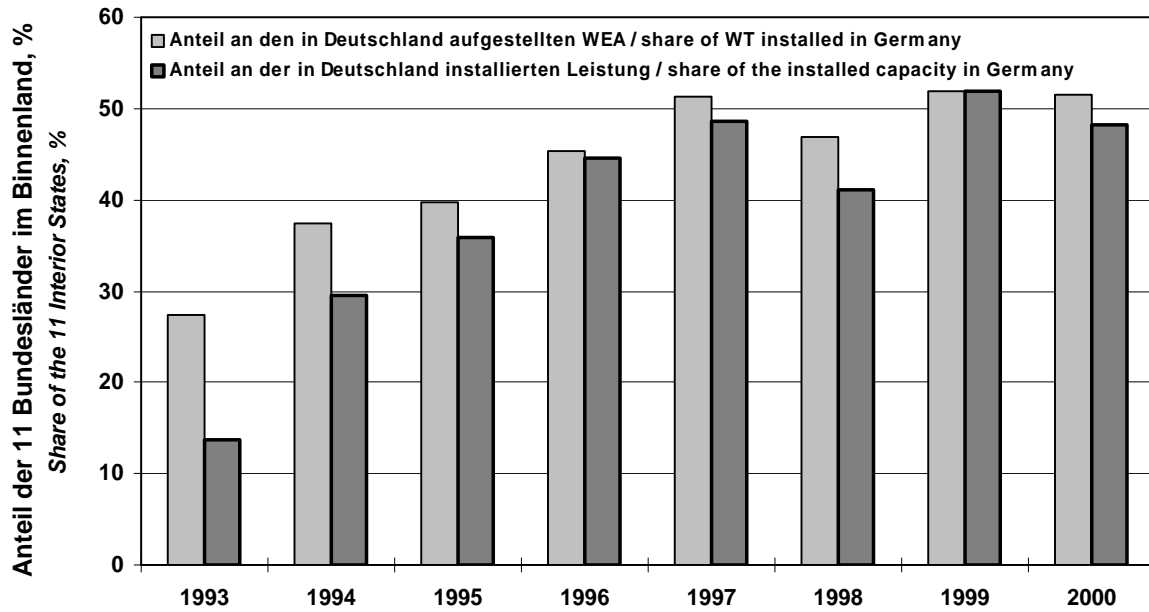


Abb. 4: Anteil der 11 Bundesländer im Binnenland an der Windenergienutzung in Deutschland  
 Fig. 4: Shares of the 11 interior states of the wind energy use in Germany

### 5. Entwicklungstendenzen bei der Anlagengröße

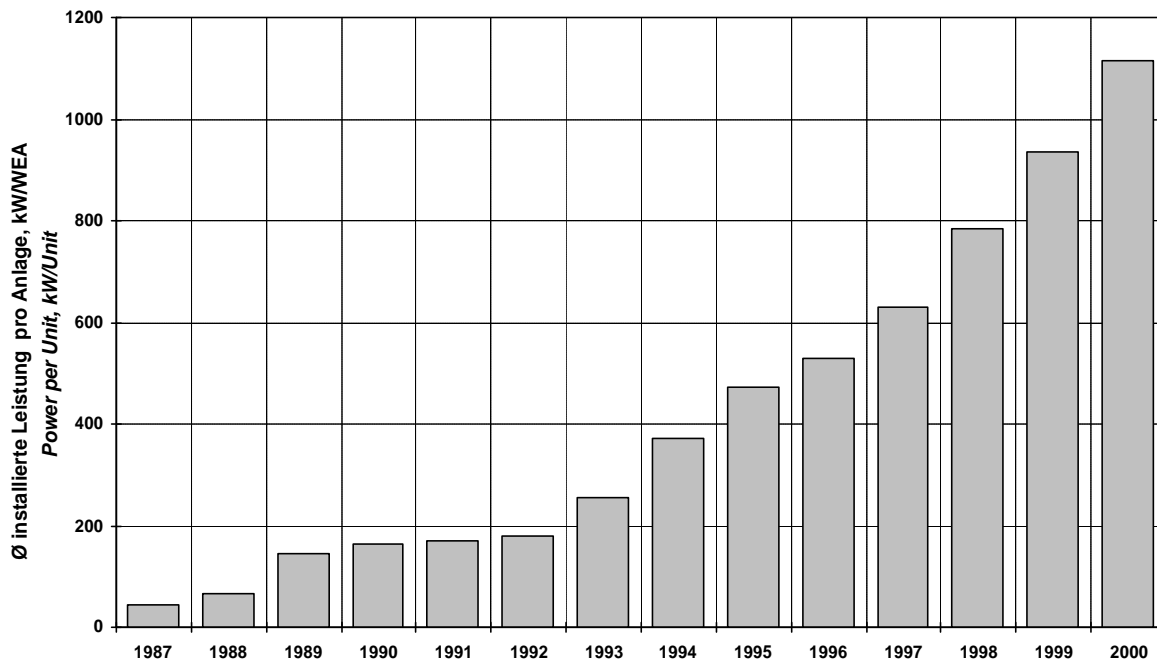


Abb. 5: Entwicklung der durchschnittlich installierten Leistung pro Windenergieanlage. Mit einer durchschnittlichen installierten Leistung im Jahr 2000 von 1113,9 kW/Anlage liegt dieser Wert um 19,1 % über dem Wert von 1999.  
 Fig. 5: Development of the average installed power per unit. The introduction of the megawatt-class leads to an increase of the average installed capacity per WT. The value of 1113.9 kW/unit for 2000 is 19.1 % higher than in 1999.

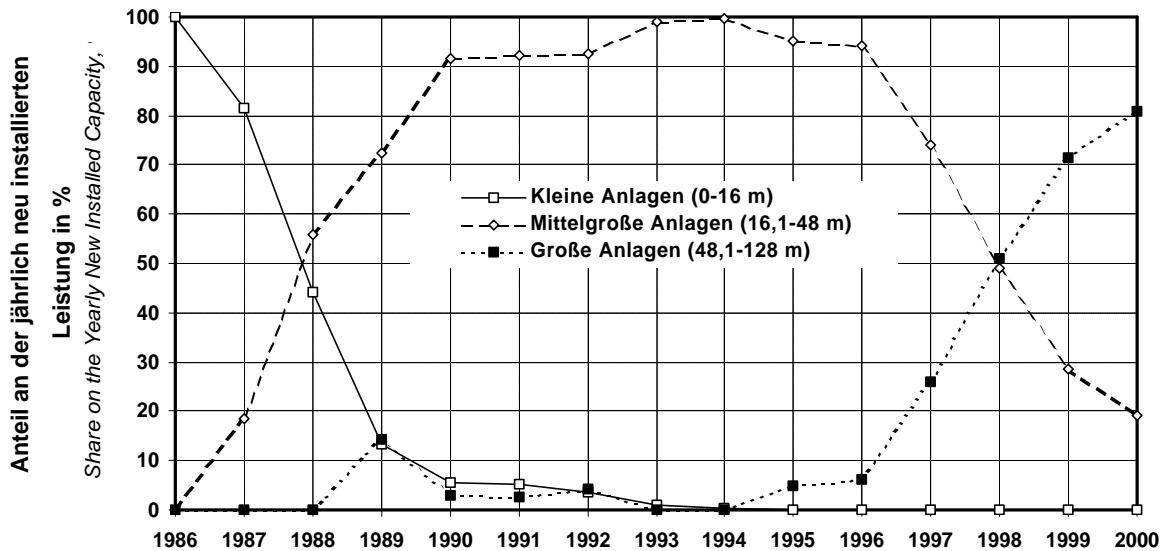


Abb. 6: Anteile unterschiedlicher Anlagengrößenklassen an der jährlich neu installierten Leistung. Kleine WEA mit 0-16 m, mittelgroße WEA mit 16,1-48 m und große WEA mit mehr als 48,1 m Rotordurchmesser. Der Anteil der jährlich neu installierten Leistung der großen Anlagenklasse ist 2000 weiter stark angestiegen und liegt derzeit bei 80,97 %.

Fig. 6: Shares on the annually installed power of different sized units. Small WT with 0-16 m, medium-size WT with 16.1-48 m and large WT 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 2000. The value now amounts to 80.97 %.

### 6. Marktanteile der Anbieter

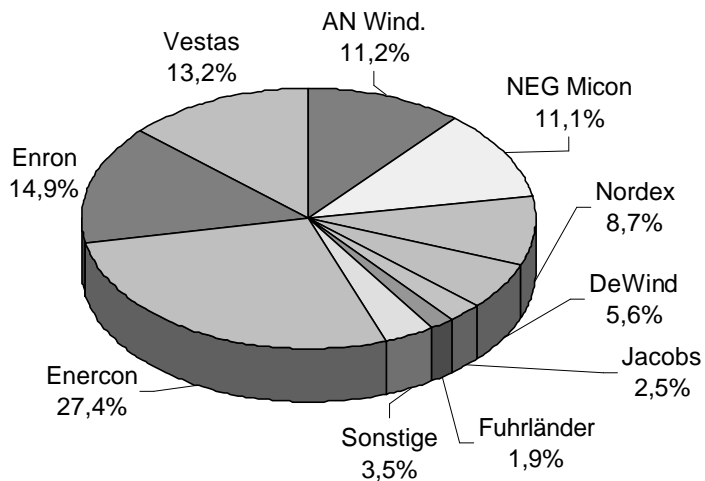


Abb. 7: Anteile der Anbieter an der gesamten im Jahr 2000 in Deutschland installierten Leistung in %.

Fig. 7: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed rated power in 2000.

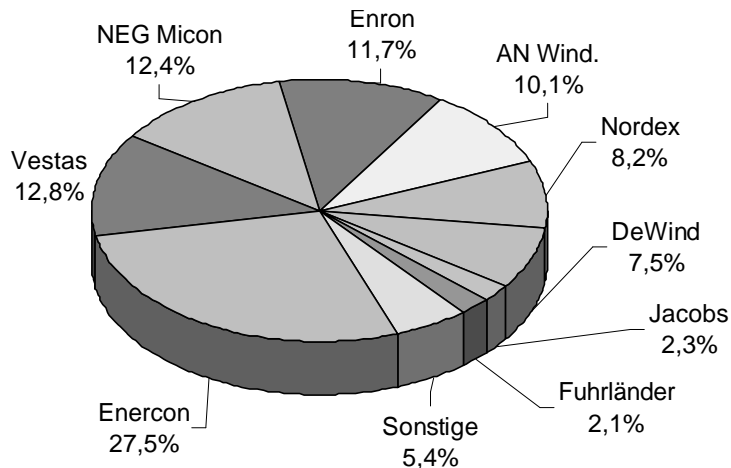


Abb. 8: Anteile der Anbieter an der Anzahl der im Jahr 2000 in Deutschland aufgestellten WEA in %.

Fig. 8: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the number of units installed in 2000.

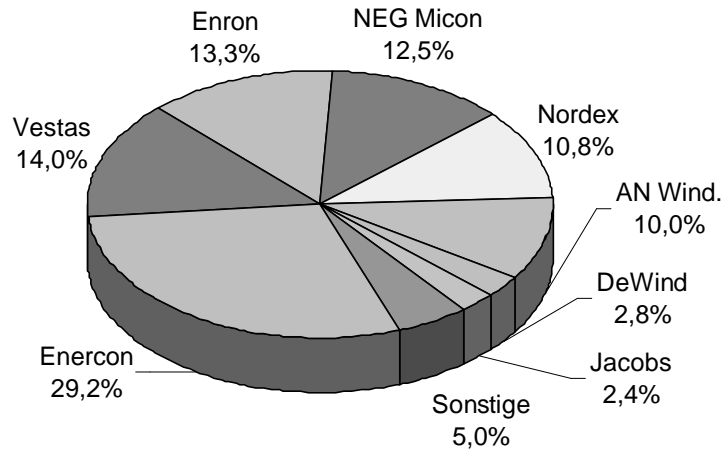


Abb. 9: Anteile der Anbieter an der gesamten in Deutschland installierten Leistung seit 1982 in %.  
 Fig. 9: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed rated power since 1982.

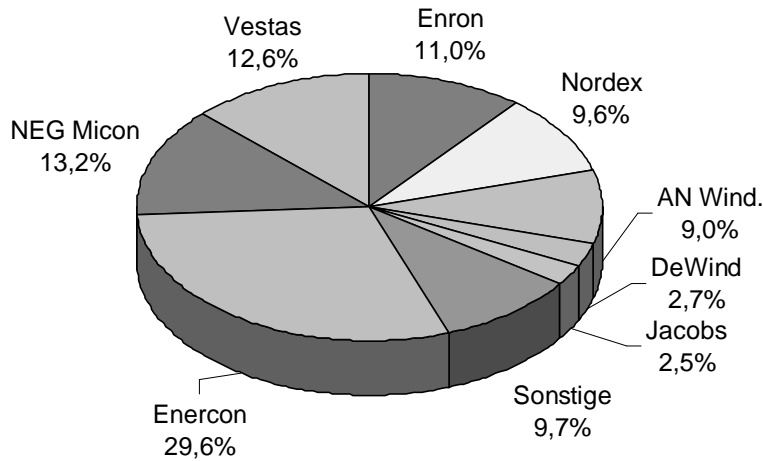


Abb. 10: Anteile der Anbieter an der Anzahl der seit 1982 in Deutschland aufgestellten WEA in %  
 Fig. 10: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed number of units since 1982.

	AN Winden.	Enercon	ENRON	NEG Micon	Nordex	Vestas
Niedersachsen	19,7%	45,3%	14,3%	5,7%	6,0%	6,5%
Schleswig-Holstein	5,7%	8,4%	2,3%	27,1%	7,9%	37,6%
Nordrhein-Westfalen	9,3%	18,7%	23,3%	12,3%	7,7%	16,0%
Mecklenburg-Vorpommern	5,0%	13,6%	19,4%	2,2%	16,8%	17,1%
Hessen	34,5%	16,6%	0,0%	35,4%	2,9%	1,5%
Sachsen-Anhalt	2,8%	31,5%	16,6%	6,1%	10,6%	9,0%
Brandenburg	3,6%	7,0%	24,9%	11,4%	5,0%	21,5%
Thüringen	34,6%	13,0%	4,4%	5,9%	11,5%	3,9%
Rheinland-Pfalz	0,0%	9,6%	14,2%	11,8%	19,1%	12,2%
Sachsen	0,0%	39,9%	40,3%	3,8%	0,0%	9,4%
Sonstige	5,3%	36,0%	0,0%	22,6%	15,5%	6,1%

Tab. 5: Marktanteile der verschiedenen Anbieter von WEA bezogen auf die 2000 installierte Leistung je Bundesland.  
 Tab. 5: Market shares of the different suppliers of WT with respect to the capacity installed in 2000 in the different states of Germany.

## 7. Export

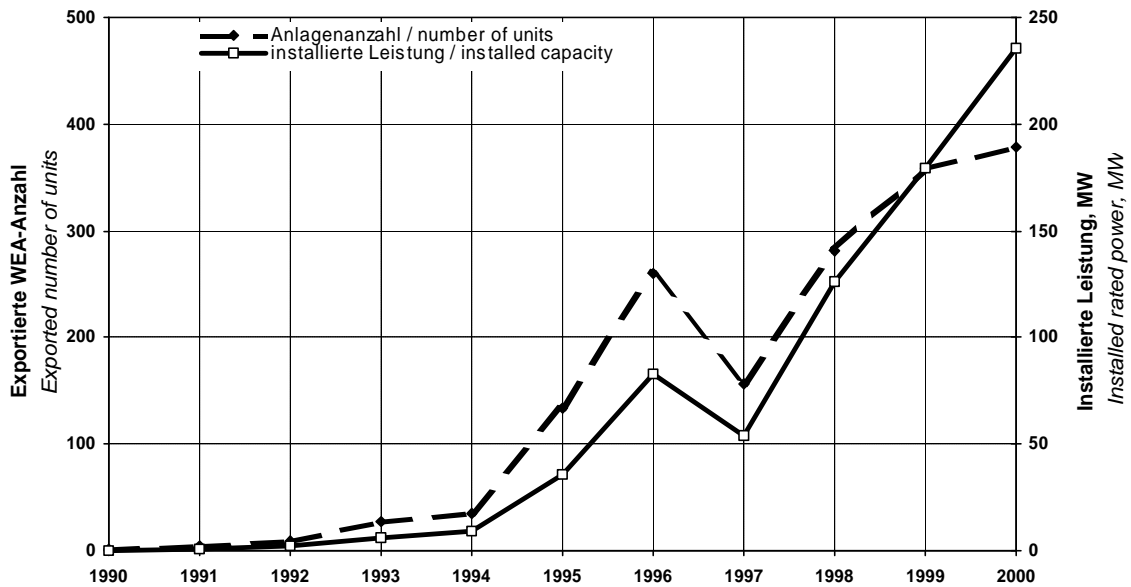


Abb. 11: Entwicklung der absoluten jährlichen Exportzahlen seit 1990.

Fig. 11: Development of the German wind energy export since 1990.

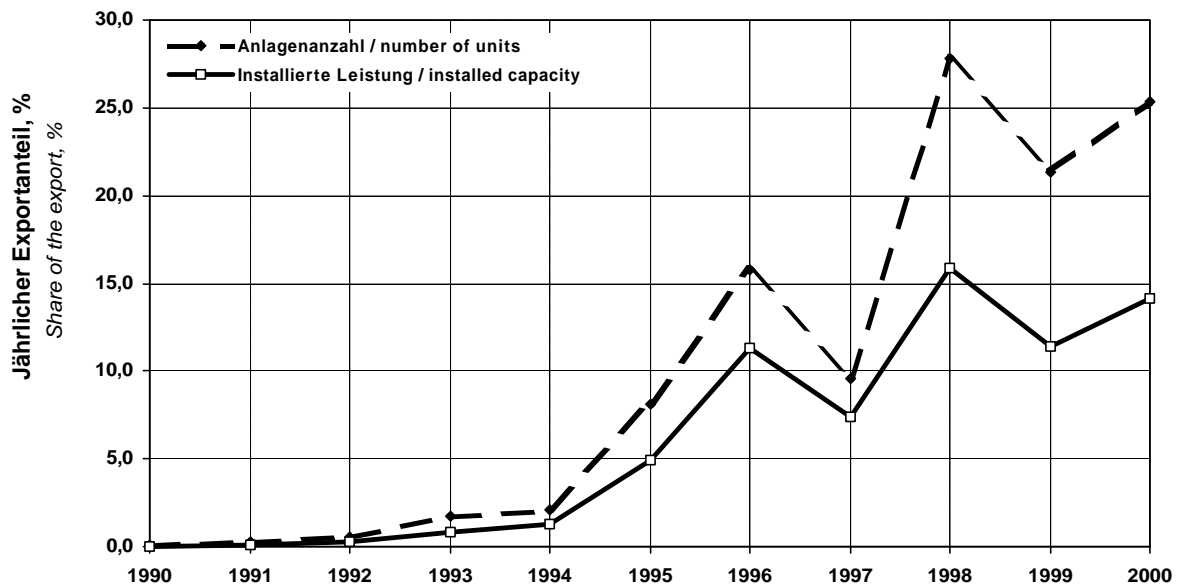


Abb. 12: Entwicklung der relativen, auf den deutschen Markt bezogenen Exportzahlen seit 1990.

Fig. 12: Development of the German wind energy export since 1990 related to the installation values in Germany.

Der Export der deutschen Windenergieindustrie weist vom Umsatzvolumen her ein kontinuierliches Wachstum auf, das sich jedoch im Vergleich zu den dänischen Exportzahlen immer noch auf einem niedrigen Niveau befindet [4]. Damit scheinen sich die Bemühungen der deutschen Hersteller, auf dem internationalen Markt Fuß zu fassen, zu verbessern. Im Jahr 2000 wurden von deutschen Herstellern 379 WEA mit einer installierten Leistung von 235,58 MW im Ausland errichtet (Abb. 13). Dies entspricht einer Steigerung gegenüber den Exportzahlen 1999 von 41,6 % bezogen auf die im Ausland installierte Leistung und 5,9 % bezogen auf die im Ausland errichteten WEA. Durch diese Zahlen wird deutlich, dass auch die im Ausland errichteten WEA immer größer werden und mit durchschnittlich 622 kW/WEA an der oberen Grenze der mittleren Anlagengröße angekommen sind.

Wegen des sehr guten Ergebnisses in Deutschland im Jahr 2000 konnte der relative Auslandsmarktanteile gegenüber 1999 nur leicht ansteigen (Abb. 14). Er bewegt sich bei der verkauften Leistung seit drei Jahren zwischen mäßigen 12 - 15% des deutschen Umsatzes. Wird die Vorstellung des Industrieverbandes VDMA zur Grundlage gemacht, dann ist die deutsche Windenergieindustrie noch weit von dem für notwendig erachteten Exportanteil von 70% entfernt.

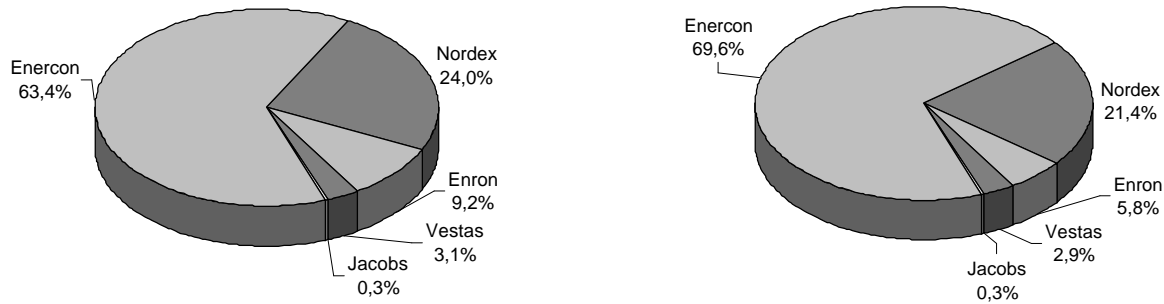


Abb. 13: Verkaufsanteile der im Ausland von in Deutschland ansässigen Herstellern im Jahr 2000 errichtete Leistung von WEA (links) und im Jahr 2000 errichteten Anzahl von WEA (rechts).

Fig. 13: Sale shares of installed power erected abroad by in Germany located manufacturers in the year 2000 (left) and the number of WT (right).

Im Gegensatz zum Vorjahr wurde die Spitzenstellung des deutschen Exports von WEA wieder vom deutschen Marktführer Enercon eingenommen. Die Firma Nordex, die im letzten Jahr die Spitzenstellung innehatte, konnte im Jahr 2000 am deutschen Export lediglich 23,9 % für sich beanspruchen. Neu in der Liste der exportierenden deutschen Hersteller ist der deutsche Ableger des amerikanischen Herstellers Enron, der immerhin 9,1 % im Ausland verkaufen konnte.

Exportland <i>Export country</i>	Anzahl der WEA <i>Number of WECs</i>	Installierte Leistung, MW <i>Rated power, MW</i>
Ägypten	25	15,00
Argentinien	2	1,20
Australien	18	10,80
China	39	23,05
Dänemark	2	1,60
England	3	3,70
Indien	80	26,17
Italien	47	28,20
Japan	9	10,75
Marokko	7	3,50
Niederlande	3	2,70
Österreich	27	25,06
Portugal	25	22,00
Schweden	20	18,30
Spanien	53	32,85
Türkei	17	10,20
Ungarn	1	0,25
Weissrussland	1	0,25
<b>Summe</b>	<b>379</b>	<b>235,58</b>

Tab. 6: Länder, in die im Jahr 2000 von Deutschland aus WEA exportiert wurden.

Tab. 6: Countries of the German wind energy export of 2000.

In Tab. 6 sind alle Länder aufgeführt, in denen im Jahr 2000 WEA von deutschen Herstellern aufgebaut wurden. In Spanien wurden 53 WEA mit 32,85 MW von deutschen Herstellern errichtet, danach kommt Italien mit 47 WEA und 28,2 MW gefolgt von Indien, Österreich, China, Portugal und Schweden. Damit haben deutsche Hersteller den Eintritt in die Märkte der europäischen Nachbarländer geschafft, die vor ein paar Jahren noch ganz durch dänische Hersteller beliefert wurden.

## 8. Zusammenfassung

Obwohl das Jahr 1999 als absolutes Rekordjahr galt, konnten die Aufstellungszahlen des Jahres 2000 die Vorjahreswerte nochmals übertreffen. Zwar sind die Steigerungsraten deutlich geringer ausgefallen als im Vorjahr, aber mit 1.665,26 MW neu installierter Leistung in Deutschland liegt dieser Wert um 6,2% über dem Vorjahresergebnis. Somit wurde zum Jahresende 2000 die 6000 MW-Grenze in Deutschland deutlich überschritten. Niedersachsen konnte die Installationsergebnisse des Vorjahres nochmals deutlich erhöhen. Mit 448 neu errichteten WEA und einer neu installierten Leistung von 554,5 MW konnte der Vorjahreswert um 43,9 % gesteigert werden. Die politische Zielvorstellung Niedersachsens bis zum Jahr 2005 WEA mit einer installierten Leistung von 1.300 MW zu errichten,

wurde bereits Ende 2000 mit 1758,7 MW mehr als erfüllt. Als zweites Bundesland wurden in Nordrhein-Westfalen 223 WEA neu errichtet mit einer installierten Leistung von 228,63 MW. Danach kommen die Bundesländer Schleswig-Holstein mit 199,31 MW neu installierter Leistung und Sachsen-Anhalt mit 189,77 MW. Aber auch in Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg wurden im Jahr 2000 gute Ergebnisse erzielt.

Der Anteil des potentiellen Jahresenergieertrags bezogen auf den Nettostromverbrauch ist zum Jahresende 2000 in Schleswig-Holstein über die 20 %-Marke (21,2 %) gestiegen. In Mecklenburg-Vorpommern liegt dieser Wert bei 13,9 %, gefolgt von Sachsen-Anhalt mit 7,8 % und Niedersachsen mit 7,3 %. Somit nimmt die Windstromerzeugung in Norddeutschland mittlerweile einen bedeutenden Anteil an der Stromerzeugung dieser Region ein.

Das Größenwachstum der WEA hält auch im Jahr 2000 weiter an. Die durchschnittliche installierte Leistung aller neu errichteten WEA beträgt im Jahr 2000 1.113,9 kW. Damit liegt dieser Wert um 19,1 % über dem Vorjahreswert. Die jährlichen Steigerungsraten der durchschnittlichen Leistung aller neu errichteten WEA liegt in den letzten vier Jahren somit bei ca. 20 %.

Das Auricher Unternehmen Enercon, das 1999 gegenüber dem Vorjahr hinsichtlich des Marktanteils in Deutschland Einbußen hinnehmen musste, hat im Jahr 2000 wieder aufgeholt und steigerte den Marktanteil von 25,6 % im Jahr 1999 auf 27,4 % im Jahr 2000. Einen deutlichen Sprung nach vorn machte die Firma Enron, die als Nachfolger des ehemaligen Unternehmens Tacke Windenergie im Jahr 2000 den zweiten Platz mit 14,9 % zurückeroberte, den sie zuletzt 1996 belegt hatte. Vestas erreichte den dritten Platz mit 13,2 % gefolgt von AN Windenergie mit 11,2 % und NEG Micon mit 11,1 %. Deutliche Einbußen musste Nordex hinnehmen, die nach dem dritten Platz des Jahres 1999 und 13,2 % nur noch 8,7 % verzeichnen kann und somit auf den sechsten Platz abrutschte.

Der positive Trend der Exportzahlen wurde auch im Jahr 2000 weitergeführt, auch wenn im Vergleich zum Inlandsmarkt der Exportmarkt für die deutschen Hersteller noch sehr klein ist. Aber die Bemühungen der deutschen Hersteller erste Projekte im Ausland für sich zu gewinnen, zeigen erste Erfolge. Mit 235,6 MW im Ausland installierter Leistung aus WEA konnte die deutsche Windenergieindustrie ihr Vorjahresergebnis um 41,6 % verbessern. Allerdings nimmt dieses Ergebnis nur einen Anteil von 14,1 % an der in Deutschland neu installierten Leistung ein. Die deutsche Windenergieindustrie wird daher auch in Zukunft sich stark um die ausländischen Märkte bemühen müssen, um bei einem prognostizierten, rückläufigen Markt in Deutschland bevorstehende Umsatzeinbußen kompensieren zu können.

## 9. Literatur

- [1] Rehfeldt, Knud: Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.1999. DEWI-Magazin (2000) Nr. 16, S. 19-36.
- [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.
- [4] K. Rehfeldt: Internationale Entwicklung der Windenergienutzung. DEWI-Magazin (2000) Nr. 17, S. 43-48