

# Wind Energy Use in Germany - Status 31.12.2014

## Windenergienutzung in Deutschland - Stand 31.12.2014

C. Ender; DEWI, Wilhelmshaven



ENGLISH - DEUTSCH

The year 2014 has been a year of records for the development of wind energy. All in all, according to GWEC [1] 51,477 MW of new wind power capacity were installed world-wide (Tab. 1), The world total capacity thus increased by 16 % compared to the end of last year and now is 369,553 MW. In 2014 record figures of new installations were reached in China with 23,351 MW, in Germany (6,182 MW) and in Brazil (2,472 MW). In the USA more wind turbines than in the previous year were installed (4,854 MW), but this figure is still distinctly below the earlier record values.

On the German market, an extraordinary growth could already be expected when the statistics for the first six months were evaluated, and these expectations were even exceeded at the end of the year. With gross installation figures totalling 6,182.31 MW<sup>1</sup> in the year 2014, a new record for the development of wind energy was achieved. Onshore alone, 1,761 new wind turbines (WT) with a total capacity of 4,745 MW were installed. This figure exceeds the previous record year 2002 by approx. 1,500 MW. 588 WT with a capacity of 386 MW were dismantled and replaced by 619 WT with 1,729 MW in the form of repowering projects. Therefore the „net growth“ of onshore wind energy is 4,359 MW, which is clearly more

Das Jahr 2014 war ein Jahr der Rekorde für den Ausbau der Windenergie. Insgesamt kamen weltweit nach Angaben von GWEC [1] 51.477 MW an neu installierter Leistung hinzu (Tab. 1), dadurch stieg die kumulierte Windenergieleistung gegenüber dem Vorjahresendwert um 16 % und liegt nun bei 369.553 MW. Bei den Neuaufstellungen im Jahr 2014 gab es u.a. in China mit 23.351 MW einen neuen Ausbaurekord und auch in Deutschland (6.182 MW) und in Brasilien (2.472 MW) wurden neue Rekordwerte in der jährlichen Neuinstallation erreicht. In den USA konnten gegenüber dem Vorjahr wieder mehr Anlagen errichtet werden (4.854 MW), aber dieser Wert liegt noch deutlich unter den bisherigen Rekordwerten.

Auf dem deutschen Markt hatte sich bei der Auswertung für das erste Halbjahr 2014 bereits ein außergewöhnlicher Zuwachs angekündigt und am Ende des Jahres wurden die Erwartungen sogar noch übertroffen. Mit einer Bruttoerrichtung von insgesamt 6.182,31 MW<sup>1</sup> im Jahr 2014 wurde ein neuer Rekord für den Ausbau der Windenergie aufgestellt. Allein an Land wurden 1.761 Windenergieanlagen (WEA) mit einer Gesamtleistung von 4.745 MW neu errichtet. Damit liegt der Wert um rund 1.500 MW über dem bisheriger Rekordjahr 2002. Im Rahmen eines Repowerings wurden 588 WEA mit 386 MW abgebaut und durch

### New Installations in 2014

Country	MW	% Share
China **	23.351	44,6%
Germany *	6.182	11,8%
USA	4.854	9,3%
Brazil ***	2.472	4,7%
India	2.315	4,4%
Canada	1.871	3,6%
UK	1.736	3,3%
Sweden	1.050	2,0%
France	1.042	2,0%
Turkey	804	1,5%
Rest of the World	6.702	12,8%
<b>Total TOP 10</b>	<b>45.677</b>	<b>87,2%</b>
<b>World Total</b>	<b>52.379</b>	

\* (Data: DEWI; incl. WTGS without grid connection)

\*\* Provisional Figure

\*\*\* Projects fully commissioned, grid connections pending in some cases

### Status End of 2014

Country	MW	% Share
China **	114.763	30,9%
USA	65.879	17,8%
Germany *	40.457	10,9%
Spain	22.987	6,2%
India	22.465	6,1%
UK	12.440	3,4%
Canada	9.694	2,6%
France	9.285	2,5%
Italy	8.663	2,3%
Brazil ***	5.939	1,6%
Rest of the World	58.275	15,7%
<b>Total TOP 10</b>	<b>312.572</b>	<b>84,3%</b>
<b>World Total</b>	<b>370.847</b>	

\* (Data: DEWI; incl. WTGS without grid connection)

\*\* Provisional Figure

Tab. 1: Status of wind energy use world-wide [1]

Tab. 1: Stand der Windenergienutzung weltweit [1]

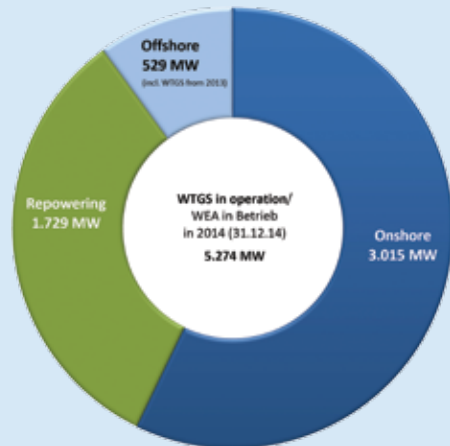
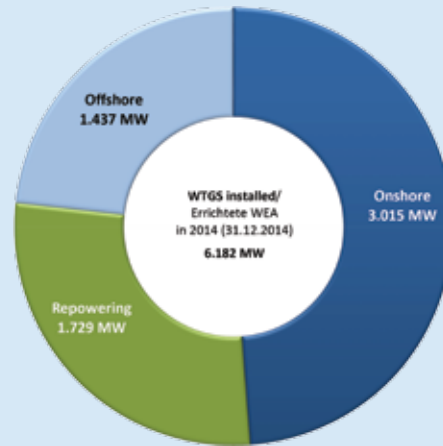


Fig. 1: Status of wind energy use in Germany

Abb. 1: Stand der Windenergienutzung in Deutschland



than the target corridor of 2,400-2,600 MW per year established by the federal government. With a share of approx 36.4 %, repowering has made a significant contribution to the development of onshore wind energy. At sea, several wind farms were installed completely and others are under construction. 324 new offshore wind turbines with a total capacity of 1,437 MW were installed in 2014 and 142 WT with 529 MW were newly connected to the grid and could start feeding electricity into the grid. All in all, by the end of the year 2014, 25,373 wind turbines with a total capacity of 40,457 MW were installed in Germany.

The reasons for the strong expansion of wind energy onshore are partly the revision of the Renewable Energy Sources Act (EEG), but also the availability of new wind priority areas in several regions, for example in Schleswig Holstein. The EEG revision of 2014 is certainly one of the reasons why – as far as possible – projects were pushed forward so that they could still benefit from the old support conditions. The EEG amendment also had a significant influence on the development of repowering in

619 Anlagen mit 1.729 MW ersetzt. Der „Nettozuwachs“ der Windenergie an Land beläuft sich somit auf 4.359 MW und liegt deutlich über dem von der Bundesregierung festgelegten Zielkorridor von 2.400-2600 MW pro Jahr. Das Repowering hat mit rund 36,4 % einen beachtlichen Beitrag zum Ausbau an Land geleistet. Auf See wurden mehrere Windparks komplett errichtet und weitere sind bereits im Bau. Im Jahr 2014 wurden 324 Offshore-WEA mit einer Gesamtleistung von 1.437 MW neu installiert, 142 WEA mit 529 MW konnten erstmals Strom in Netz einspeisen. Insgesamt waren zum Jahresende 2014 in Deutschland 25.373 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 40.457 MW errichtet.

Die Gründe für den starken Ausbau der Windenergie an Land sind z.T. in der Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zu sehen, aber auch in der Verfügbarkeit neu ausgewiesener Windenergie-Gebiete in einigen Regionen, wie z.B. in Schleswig-Holstein. Die EEG-Novelle 2014 hat sicherlich dazu beigetragen, dass – soweit möglich – einige Projekte vorgezogen wurden, um noch die alten Förderbedingungen für die Realisierung des Vorhabens

<sup>1</sup> The data are based exclusively on manufacturer information. The survey was carried out in December 2014/January 2015. The WTGS reported were installed but do not have to be already connected to the grid.

Die Angaben basieren ausschließlich auf Herstellerangaben. Die Erhebung wurde im Dezember 2014/Januar 2015 durchgeführt. Die gemeldeten WEA sind errichtet, müssen aber noch nicht ans Netz angeschlossen sein.

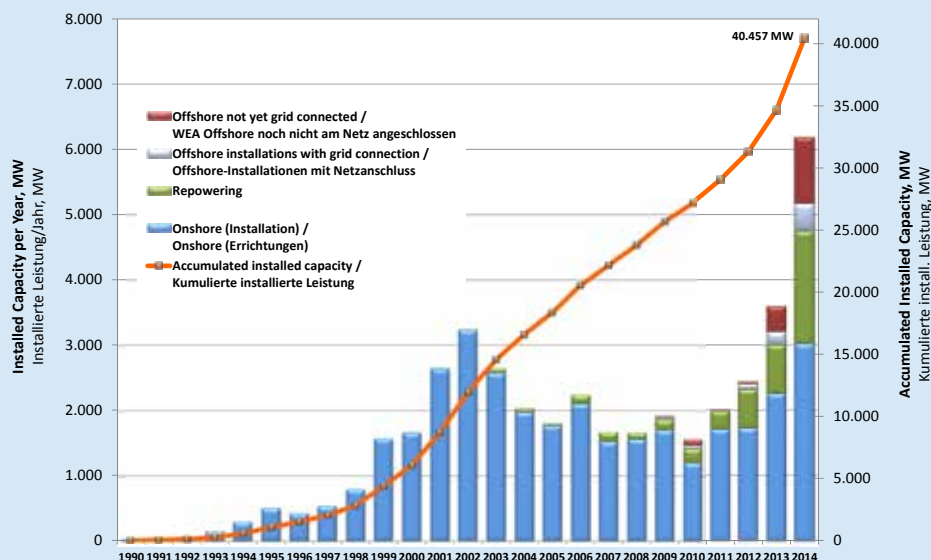


Fig. 2: Development of the yearly and accumulated installed power.

Abb. 2: Entwicklung der jährlichen und kumulierten installierten Leistung.

Status 31.12.2014	WTGS installed in 2014 In 2014 errichtete WEA			WTGS pulled down in 2014 In 2014 abgebaute WEA		Repowering in 2014	
	Number of WTGS Anzahl der WEA	Installed Capacity Installierte Leistung MW	Average Installed Power per WTGS installierte WEA-Durchschnittsleistung kW	Number of WTGS Anzahl der WEA	Pulled Down Capacity Abgebaute Leistung MW	Number of WTGS Anzahl der WEA	Installed Capacity Installierte Leistung MW
Schleswig-Holstein	457	1.311,35	2.869,5	218	152,23	197	565,85
Niedersachsen	223	604,86	2.712,4	82	32,21	97	276,31
Brandenburg	196	501,35	2.557,9	85	90,12	67	191,88
Rheinland-Pfalz	168	466,70	2.777,9	42	33,74	64	177,85
Bayern	154	412,13	2.676,1	9	5,70	10	28,95
Mecklenburg-Vorpommern	141	368,28	2.611,9	32	13,74	36	89,38
Nordrhein-Westfalen	124	307,71	2.481,5	61	24,04	61	163,88
Sachsen-Anhalt	109	293,13	2.689,2	15	5,43	27	72,13
Hessen	81	213,42	2.634,8	25	15,82	29	78,85
Thüringen	61	146,13	2.395,5	8	8,50	18	49,35
Saarland	15	37,60	2.506,7	2	1,20	0	0,00
Sachsen	14	35,98	2.569,6	4	1,40	11	29,98
Baden-Württemberg	9	21,00	2.333,3	0	0,00	0	0,00
Bremen	6	18,60	3.100,0	0	0,00	1	3,05
Hamburg	2	4,40	2.200,0	5	1,88	1	2,00
Berlin	1	2,30	2.300,0	0	0,00	0	0,00
Nordsee	290	1.315,00	4.534,5	0	0,00	0	0,00
Ostsee	34	122,40	3.600,0	0	0,00	0	0,00
<b>Total / Gesamt</b>	<b>2085</b>	<b>6.182,31</b>	<b>2.965,1</b>	<b>588</b>	<b>386,00</b>	<b>619</b>	<b>1.729,44</b>

Tab. 2: Regional distribution of WTGS newly erected, pulled down and repowered in 2014

Tab. 2: Regionale Verteilung der im Jahr 2014 in Deutschland neu errichteten, abgebauten und repowerten WEA

2014, because from 2015 on the repowering bonus will no longer be granted.

A compact overview of the results of 2014 is shown in Fig. 1, showing among others the new installations, repowering and the offshore area. Fig. 2 shows the development of wind energy in Germany during the last years and includes the cumulative values as well as the new installations added each year, as well as the offshore capacity of wind turbines installed but not yet connected to the grid.

### Regional Distribution of Wind Energy Use

When considering the installed capacity in the individual federal states, Lower Saxony remains in the number one

nutzen zu können. Spürbar beeinflusst wurde auch die Entwicklung des Repowerings in 2014, da der Repowering-Bonus ab 2015 nicht mehr gewährt wird

Eine kompakte Übersicht über das Ergebnis des Jahres 2014 gibt die Abb. 1, wo u.a. die Neuinstallationen, das Repowering und der Bereich Offshore dargestellt sind. Die Abb. 2 zeigt den Ausbau der Windenergie in Deutschland in den letzten Jahren und enthält neben den jährlichen Errichtungen auch die kumulierten Werte sowie die im betrachteten Jahr noch nicht ans Netz angeschlossene Offshoreleistung.

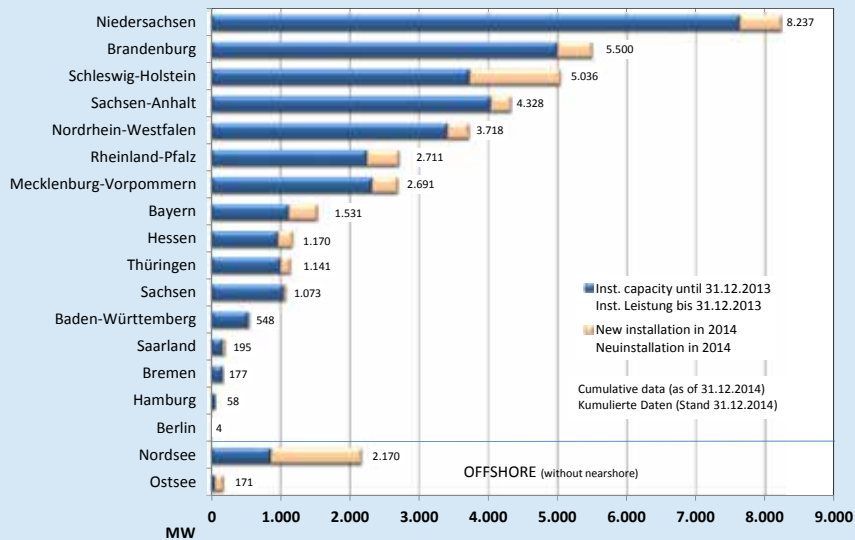


Fig. 3: Regional distribution of wind energy utilisation in Germany.

Abb. 3: Regionale Verteilung der Windenergienutzung in Deutschland.

Federal State Bundesland	Installed Capacity Installierte Leistung		Difference	
	in 2013	in 2014	in MW	in %
Baden-Württemberg	34,65	21,00	-13,7	-39,4%
Bayern	253,08	412,13	159,0	62,8%
Berlin	0,00	2,30	2,3	
Brandenburg	261,00	501,35	240,4	92,1%
Bremen	7,00	18,60	11,6	165,7%
Hamburg	2,40	4,40	2,0	83,3%
Hessen	184,20	213,42	29,2	15,9%
Mecklenburg-Vorpommern	401,49	368,28	-33,2	-8,3%
Niedersachsen	383,74	604,86	221,1	57,6%
Nordrhein-Westfalen	240,15	307,71	67,6	28,1%
Rheinland-Pfalz	406,40	466,70	60,3	14,8%
Saarland	34,10	37,60	3,5	10,3%
Sachsen	35,50	35,98	0,5	1,3%
Sachsen-Anhalt	219,95	293,13	73,2	33,3%
Schleswig-Holstein	427,95	1311,35	883,4	206,4%
Thüringen	105,50	146,13	40,6	38,5%
Nordsee	594,60	1315,00	720,4	121,2%
Ostsee	0,00	122,40	122,4	
<b>Total / Gesamt</b>	<b>3.591,71</b>	<b>6.182,31</b>	<b>2.590,6</b>	<b>72,1%</b>

Tab. 3: Changes in new installations in 2014 compared to the previous year

Tab. 3: Veränderung bei den Neuaufstellungen in 2014 gegenüber dem Vorjahr

position and its total capacity has exceeded the 8,000 MW threshold (8.237 MW). At some distance, Lower Saxony is followed by the federal states Brandenburg (5,500 MW), Schleswig-Holstein (5,036 MW) and Saxony-Anhalt (4,328 MW). Concerning the annual new installations 2014, by far the most wind turbines were erected in Schleswig-Holstein (1,311 MW). This was only partly due to repowering, the main reason being that state-wide additional wind priority areas have been made available. With 605 MW, Lower Saxony achieved a little less than half the expansion of Schleswig-Holstein, followed by Brandenburg (501 MW) and Rhineland-Palatinate (467 MW). Among the top five federal states, as far as annual new installations are concerned, is Bavaria, the southernmost

### Regionale Verteilung der Windenergienutzung

Bei der Betrachtung je Bundesland ist Niedersachsen weiterhin Spitzenreiter und hat die Schwelle von 8.000 MW an Gesamtleistung überschritten (8.237 MW). Mit Abstand folgen die Bundesländer Brandenburg (5.500 MW), Schleswig-Holstein (5.036 MW) und Sachsen-Anhalt (4.328 MW). Was den jährlichen Ausbau betrifft, so wurden die mit Abstand meisten Anlagen im Jahr 2014 in Schleswig-Holstein errichtet (1.311 MW). Dies lag aber nur zum Teil am Repowering, da in diesem Bundesland auch flächendeckend neue Windeignungsgebiete ausgewiesen wurden. Mit 605 MW erreichte Niedersachsen etwas weniger als die Hälfte des Ausbaus in Schleswig-Holstein, gefolgt von

Federal State Bundesland	District / Landkreis (LK)			Rest
	1.	2.	3.	
Baden-Württemberg	Ostalbkreis (5,5 MW)	Heilbronn (4,7 MW)	Main-Tauber-Kreis (4,7 MW)	2 LK (6,1 MW)
Bayern	Hof (59,65 MW)	Bad Kissingen (41,6 MW)	Ansbach (35,25 MW)	26 LK (275,625 MW)
Brandenburg	Elbe-Elster (103,075 MW)	Dahme-Spreewald (77,25 MW)	Prignitz (66,625 MW)	9 LK (254,4 MW)
Bremen	Bremerhaven (16,3 MW)	Bremen (2,3 MW)		0 LK (0 MW)
Hamburg	Hamburg (4,4 MW)			0 LK (0 MW)
Hessen	Vogelsbergkreis (48,21 MW)	Marburg-Biedenkopf (23,25 MW)	Kassel (23,15 MW)	11 LK (118,805 MW)
Mecklenburg-Vorpommern	Rostock (121 MW)	Ludwigslust-Parchim (104,4 MW)	Mecklenburgische Seenplatte (73,55 MW)	4 LK (69,325 MW)
Niedersachsen	Aurich (95,25 MW)	Cuxhaven (60,45 MW)	Cloppenburg (51,85 MW)	23 LK (397,31 MW)
Nordrhein-Westfalen	Paderborn (70,45 MW)	Rhein-Erft-Kreis (42,4 MW)	Düren (35,85 MW)	17 LK (159,01 MW)
Rheinland-Pfalz	Donnersbergkreis (84,195 MW)	Rhein-Hunsrück-Kreis (78,85 MW)	Bad Kreuznach (59,37 MW)	13 LK (244,28 MW)
Saarland	Merzig-Wadern (24,725 MW)	Neunkirchen (9,8 MW)		0 LK (0 MW)
Sachsen	Meißen (16,2 MW)	Zwickau (7,075 MW)	Mittelsachsen (4,3 MW)	3 LK (8,4 MW)
Sachsen-Anhalt	Stendal (102,625 MW)	Jerichower Land (57,15 MW)	Altmarkkreis Salzwedel (41,2 MW)	7 LK (92,15 MW)
Schleswig-Holstein	Nordfriesland (556,65 MW)	Schleswig-Flensburg (299 MW)	Dithmarschen (259,325 MW)	4 LK (196,375 MW)
Thüringen	Unstrut-Hainich-Kreis (41,975 MW)	Gotha (20,55 MW)	Sömmerda (18,65 MW)	8 LK (64,95 MW)

Tab. 4: TOP-3 districts per federal state in 2014  
 Tab. 4: TOP-3 Landkreise je Bundesland in 2014

District Landkreis	Federal State Bundesland	Inst. Capacity (MW) Inst. Leistung (MW)
Nordfriesland	Schleswig-Holstein	556,7
Schleswig-Flensburg	Schleswig-Holstein	299,0
Dithmarschen	Schleswig-Holstein	259,3
Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	121,0
Rendsburg-Eckernförde	Schleswig-Holstein	106,9
Ludwigslust-Parchim	Mecklenburg-Vorpommern	104,4
Elbe-Elster	Brandenburg	103,1
Stendal	Sachsen-Anhalt	102,6
Aurich	Niedersachsen	95,3
Donnersbergkreis	Rheinland-Pfalz	84,2

Tab. 5: TOP-10 districts in 2014  
 Tab. 5: TOP-10 Landkreise in 2014

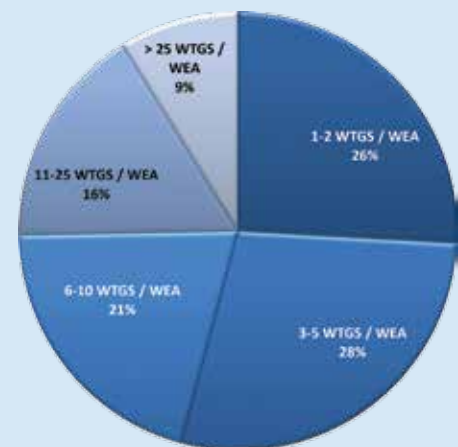


Fig. 4: Share of the districts related to the quantity of the installed turbines  
 Abb. 4: Anteil der Landkreise bezogen auf die Menge an errichteten Anlagen

state of Germany with a newly installed capacity of 412 MW. These and other cumulative figures can be found in Fig. 3, where the accumulated installed capacity as per 31.12.2013 is shown in blue and the new installations in 2014 are marked orange. The figures given are referring to the total installed capacity at the reference date 31.12.2014.

A detailed overview of the changes in the new installations in 2014 compared to the previous year is given in Tab. 3. The biggest variation, in percentage terms, occurred in Schleswig-Holstein, where new installations increased from 428 MW in the year 2013 to 1,311 MW in 2014.

As in our last annual statistics, the new installations have been evaluated also at district level. Based on the postal code/location supplied by the wind turbine manufacturers, the installed capacity and number of wind turbines were summarized for rural and urban districts.

An overview of districts with the top three for each federal state and information about the remaining districts is given in Tab. 4. When looking at the new installations at district level, the largest growth is observed in Schleswig-Holstein especially in the districts of Nordfriesland with

Brandenburg (501 MW) und Rheinland-Pfalz (467 MW). Unter den TOP-5 Bundesländern beim jährlichen Ausbau ist ganz im Süden der Republik auch Bayern mit einer neu errichteten Windleistung von 412 MW. Diese und weitere Gesamtzahlen sind in Abb. 3 zu finden, wo zum einen grafisch die Gesamtleistung zum 31.12.2013 (blau) und zum anderen die Neuerrichtungen in 2014 (orange) dargestellt sind. Die Zahlenangaben beziehen sich auf die gesamte installierte Leistung zum Stichtag 31.12.2014.

Einen genauen Überblick zur Veränderung bei den Neuaufrichtungen in 2014 gegenüber dem Vorjahr gibt die Tab. 3. Hier lag die prozentual größte Veränderung in Schleswig-Holstein, wo sich die Aufstellung von 428 MW im Jahr 2013 auf 1.311 MW in 2014 gesteigert hat.

Wie bereits bei den letzten Jahresbetrachtungen wurden die Neuerrichtungen auch auf Landkreisebene ausgewertet. Auf Basis der gemeldeten PLZ/Ortsangaben der Hersteller wurden die installierte Leistung und die Anzahl der Anlagen auf der Ebene der Landkreise/Kreisfreien Städte zusammengefasst.

Eine Übersicht je Bundesland mit den jeweiligen Top 3 sowie eine Angabe zu den restlichen Landkreisen gibt die



Wind Zone	Number Anzahl WEA	inst. Capacity inst. Leistung MW	Ø Hub Height Ø Nabhöhe m	Ø Rotor Diameter Ø Rotordurchmesser m	Ø Specific Power Installation Ø spezif. installierte Leistung W / m <sup>2</sup>
Zone 1	454	1.205,7	135	105	318,4
Zone 2	722	1.867,7	122	98	352,1
Zone 3	178	543,7	103	105	350,1
Zone 4	407	1.127,7	89	93	433,2

Tab. 6: New installations by wind zones in 2014  
 Tab. 6: Neuinstallationen nach Windzonen für 2014

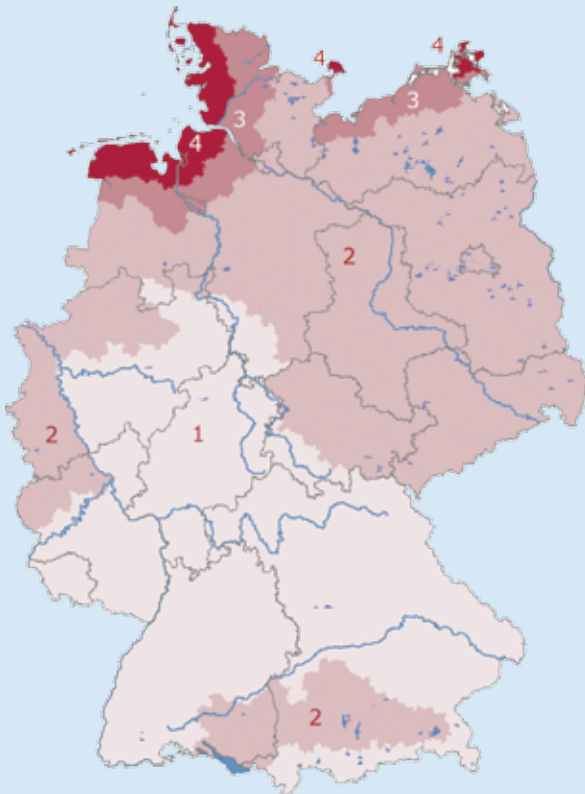


Fig. 5: Distribution of wind zones in Germany [3]  
 Abb. 5: Verteilung der Windzonen innerhalb Deutschlands [3]

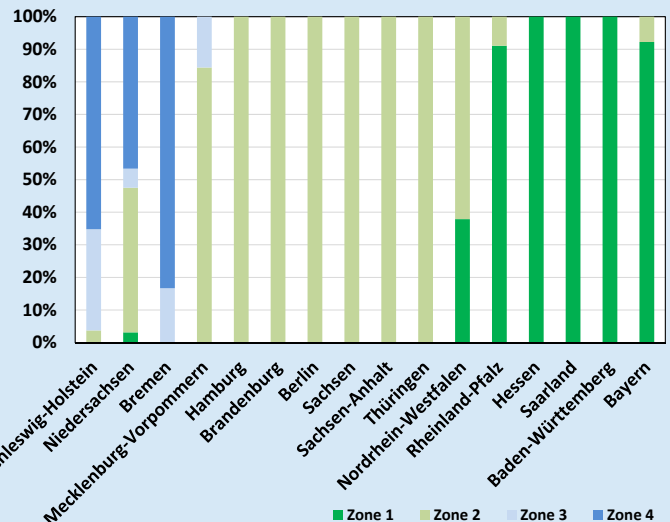


Fig. 6: Share of wind zones in the federal states related to the quantity of the installed turbines in 2014  
 Abb. 6: Anteil der Windzonen in den einzelnen Bundesländern bezogen auf die Menge an errichteten Anlagen in 2014

557 MW, Schleswig-Flensburg (299 MW) and Dithmarschen (259 MW), followed by the district of Rostock (Mecklenburg-Vorpommern) with 121 MW (TOP 10 in Tab. 5). It should be noted, however, that many rural districts in Eastern Germany extend over very large regions and therefore cover much more area than rural districts in West German federal states. All in all, new installations were made in 170 districts, but in 92 of these (54 %) only between 1 and 5 wind turbines were erected (Fig. 4).

In previous evaluations of the annual statistics, sites were distinguished according to coastal/inland areas on the basis of federal states. For some federal states, however, this type of analysis is inaccurate because they have coastal as well as different inland sites. For this reason we have carried out a new, more differentiated evaluation of the installation data based on the classification according to wind zones as established in the DIBt guideline for wind turbines [2]. Fig. 5 shows the regional distribution of wind zones ranging from areas with low wind conditions (wind zone 1) to wind-rich coastal sites (wind zone 4). Tab. 6 shows how the wind turbines newly installed in the year 2014 are allocated following the new system. It can be

Tab. 4. Bei der Betrachtung des Ausbaus in den Landkreisen ist zu erkennen, dass der größte Zuwachs in Schleswig-Holstein erfolgt ist, und zwar in den Landkreisen Nordfriesland mit 557 MW, Schleswig-Flensburg (299 MW) und Dithmarschen (259 MW), gefolgt vom Landkreis Rostock (Mecklenburg-Vorpommern) mit 121 MW (TOP 10 in Tab. 5). Dabei ist aber zu beachten, dass sich viele Landkreise im Osten Deutschlands über sehr große Regionen erstrecken und dementsprechend größere Flächen als in den westdeutschen Bundesländern umfassen. Insgesamt gab es Neuaufstellungen in 170 Landkreisen, wobei in 92 Landkreisen (54 %) nur 1 bis 5 Anlagen errichtet wurden (Abb. 4).

In bisherigen Auswertungen der jährlichen Statistik wurde nur eine Unterscheidung nach Küsten-/Binnenländern auf Basis der Bundesländer vorgenommen. Diese Art der Analyse ist bei einigen Bundesländern sehr ungenau, da sie sowohl über Küstenstandorte als auch über verschiedene Binnenstandorte verfügen (z.B. Niedersachsen). Aus diesem Grund wurde eine neue, differenziertere Auswertung der Errichtungsdaten entsprechend der Klassifizierung nach den Windzonen der DIBt-Richtlinie für Windenergie-

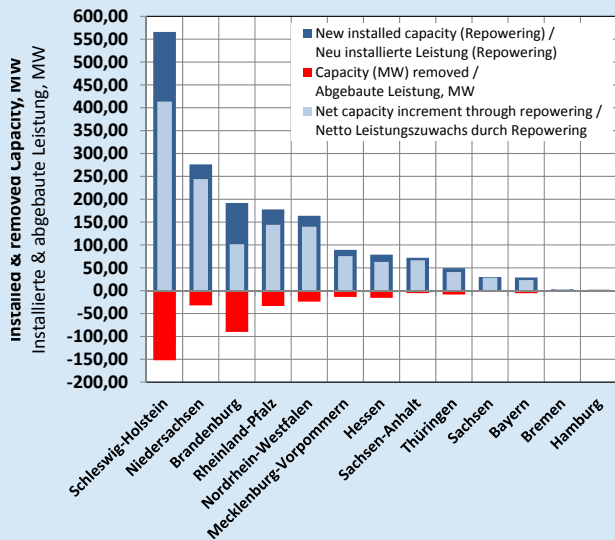


Fig. 7: Net capacity increment in the federal states caused by repowering in 2014

Abb. 7: Netto Leistungszuwachs in den einzelnen Bundesländern aufgrund des Repowering in 2014

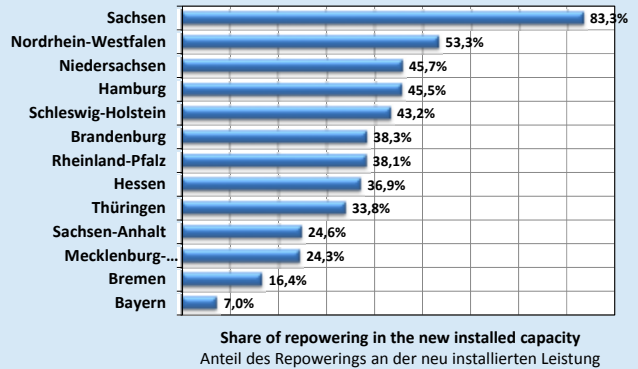


Fig. 8: Share of the installed capacity from repowering in the total new capacity in 2014

Abb. 8: Anteil der installierten Leistung aus Repowering an der neu installierten Leistung in 2014

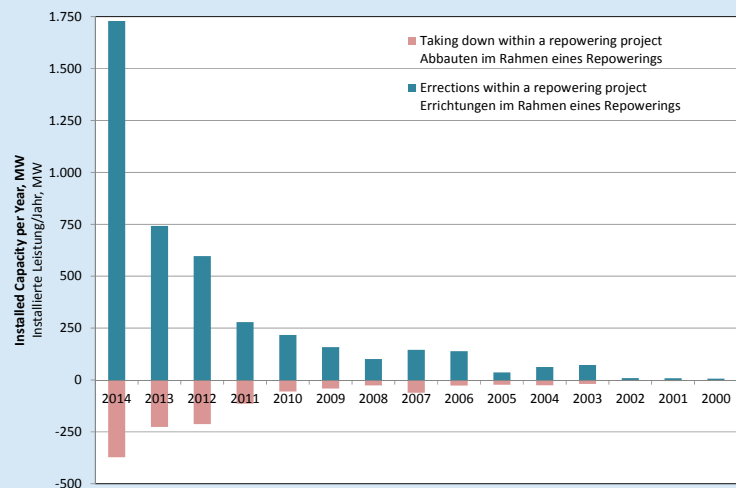


Fig. 9: Development of installations in MW within repowering projects

Abb. 9: Entwicklung der Errichtungen in MW im Rahmen von Repowering-Projekten

seen clearly that the hub height is rising from the coastal to the inland areas in accordance with the wind conditions and that the specific capacity of the wind turbines is decreasing. Furthermore the table shows that the smallest number of wind turbines was erected in zone 3 and the highest number in zone 2. The numbers of new installations in zones 1 and 4 are in a similar range. Since the various wind zones are found in different parts of the country (Fig. 5), an evaluation of the wind zones was carried out on federal state level. Fig. 6 shows the shares of the individual zones based on the number of wind turbines erected.

### Repowering

In the year 2014 a total of 619 WTGS with 1,729 MW were installed in repowering projects (status January 2015). For these new installations, 588 wind turbines (386 MW) were pulled down. Mostly old turbines in the range of up to 1 MW rated capacity were replaced, but about one third of all turbines dismantled were within a higher range of capacity. The average capacity of the new turbines is

anlagen [2] durchgeführt. Abb. 5 zeigt die regionale Verteilung der Windzonen, die von Schwachwindstandorten (Windzone 1) bis zu windgünstigen Küstenstandorten (Windzone 4) reicht. In Tab. 6 ist das Ergebnis der Zuordnung für die im Jahr 2014 neu errichteten WEA dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Nabenhöhe entsprechend der Windbedingungen von den Küstenzonen zu den Binnenlandzonen ansteigt und dass die spez. Leistung der eingesetzten WEA abnimmt. Darüber hinaus ist zu sehen, dass die wenigsten Anlagen in der Zone 3 errichtet wurden und die meisten in der Zone 2. Die Zahl der Neuerrichtungen in den Zonen 1 und 4 liegen in einer ähnlichen Größenordnung. Da die einzelnen Zonen in verschiedenen Landesteilen zu finden sind (Abb. 5), wurde eine Auswertung der Windzonen auf Bundeslandebene durchgeführt. In Abb. 6 sind die Anteile der einzelnen Zonen auf Basis der Anzahl der errichteten Anlagen dargestellt.

# WE MEASURE WIND



scanning LiDAR system

remote sensing and  
mast-based  
measurement solutions for

- wind
- wind profile
- meteorology

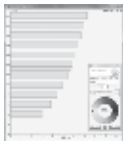
sales - service - rental



sensors



SoDAR



data service



LiDAR



systems

GWU-Umwelttechnik GmbH

GWU-Umwelttechnik GmbH



+49.(0) 22 35.9 55 22-0

info@gwu-group.de

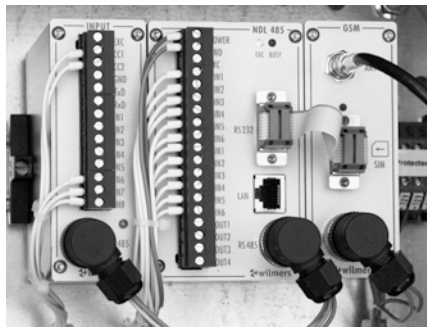
www.gwu-group.de

## WIND MEASUREMENT SOLUTIONS



### autonomous power supply

- up to 10 months autonomy
- remote access via Internet
- ideal supply for heated sensors



### modular data logger systems

- direct Internet access
- measured data are sent via e-mail and FTP
- integrated, intuitive web interface



### wind measurement masts

- mountable lattice masts
- including complete instrumentation
- worldwide installation



Environment • Measurement • Systems

Capturing the Future



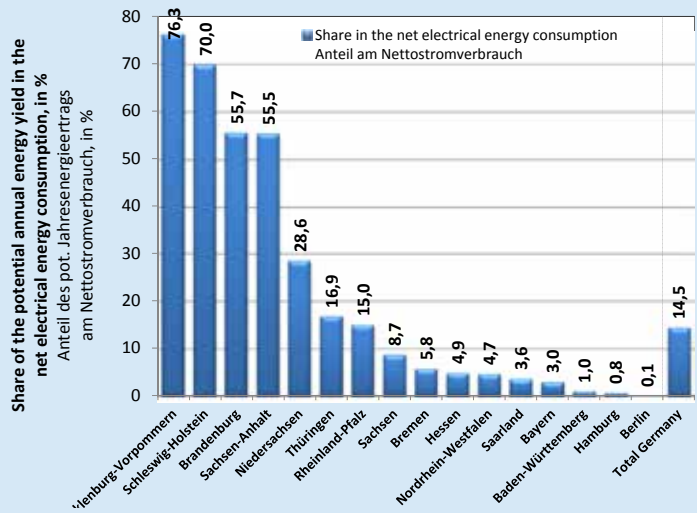


Fig. 10: Shares of the potential annual energy yield in the net electrical energy consumption for the Federal States

Abb. 10: Anteil des potenziellen Jahresenergieertrags aus WEA am Nettostromverbrauch der Bundesländer

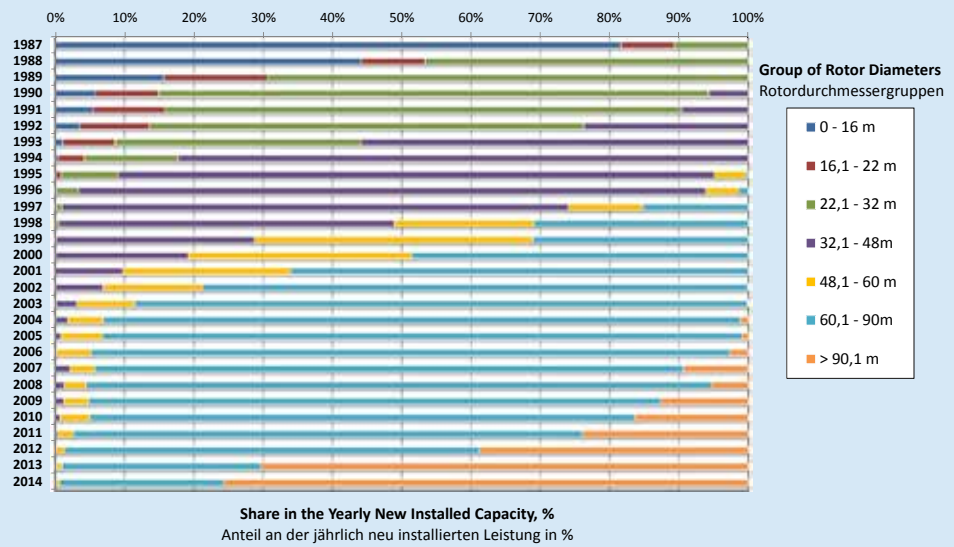


Fig. 11: Shares of different unit sizes in the annually installed power

Abb. 11: Anteile unterschiedlicher Anlagengrößenklassen an der jährlich neu installierten Leistung

around 2.8 MW. Apart from the coastal states Schleswig-Holstein and Lower Saxony, repowering projects were also realized in other federal states (Tab. 2). These projects include the repowering of entire wind farms as well as the replacement of individual wind turbines. Apart from looking at the new installations within the scope of repowering projects, it is also interesting to know how much net growth in capacity has been achieved by these projects. This information is given in Fig. 7 where the capacity removed (red) was deducted from the new installations (dark blue). The largest growth in capacity (light blue) in the year 2014 was registered in Schleswig-Holstein, followed by Lower Saxony. Repowering has gained in importance and has already assumed a significant share in the new installations in several federal states (Fig. 8). For more details about the subject of repowering see the article on page 39.

### Offshore

In 2014 altogether 324 WT with a total capacity of 1,437 MW were installed off the German coast, 34 of

### Repowering

Im Jahr 2014 wurden insgesamt 619 WEA mit 1.729 MW im Rahmen eines Repowering errichtet (Stand Januar 2015). Hierfür wurden 588 Anlagen (386 MW) abgebaut. Ersetzt wurden hauptsächlich Altanlagen im Leistungsbereich bis 1 MW, aber rund ein Drittel aller abgebauten WEA gehörten zu einem höheren Leistungsbereich. Die durchschnittliche Leistung der Neuanlagen liegt bei rund 2,8 MW. Neben den Küstenländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen wurden auch in den anderen Bundesländern Repowering-Projekte realisiert (Tab. 2). Zum einen handelt es sich um die Erneuerung von Windparks und zum anderen um den Austausch von einzelnen WEA. Neben den reinen Neuerrichtungen im Rahmen des Repowerings ist vor allem interessant, welchen Netto-Leistungszuwachs dieses gebracht hat. Eine solche Betrachtung ist in Abb. 7 zu finden, wo von den Neuaufstellungen (dunkelblau) der Abbau (rot) abgezogen wurde. Der größte Leistungszuwachs (hellblau) war im Jahr 2014 in Schleswig-Holstein gefolgt von Niedersachsen. Repowering macht in mehreren Bundesländern (Abb. 8) bereits einen hohen Anteil an den

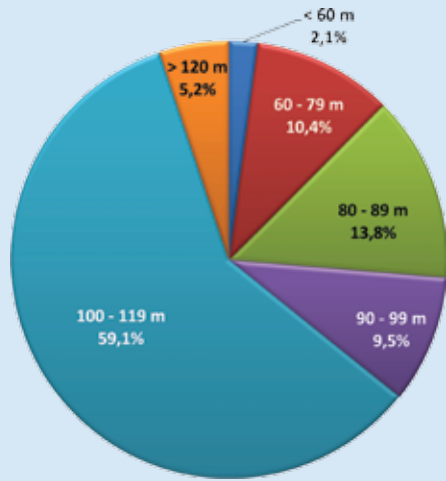


Fig. 12: Shares of different rotor diameters in the annually new installed WT

Abb. 12: Anteile unterschiedlicher Rotordurchmesser an den jährlich neu installierten WEA

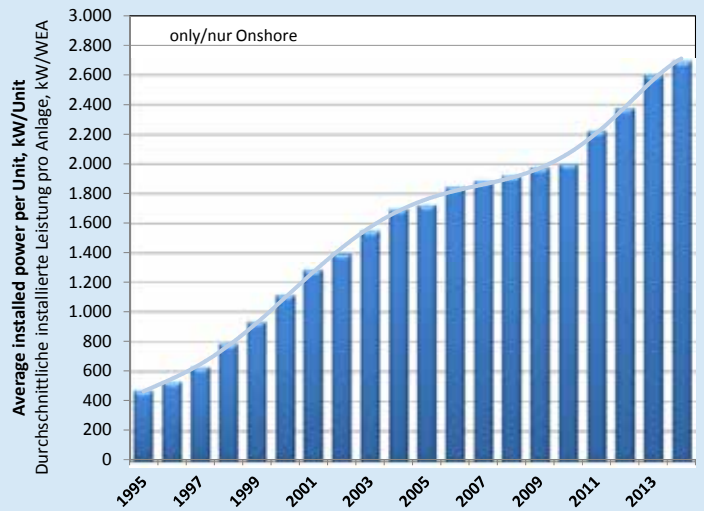


Fig. 13: Development of the average installed power per unit

Abb. 13: Entwicklung der durchschnittlich installierten Leistung pro WEA

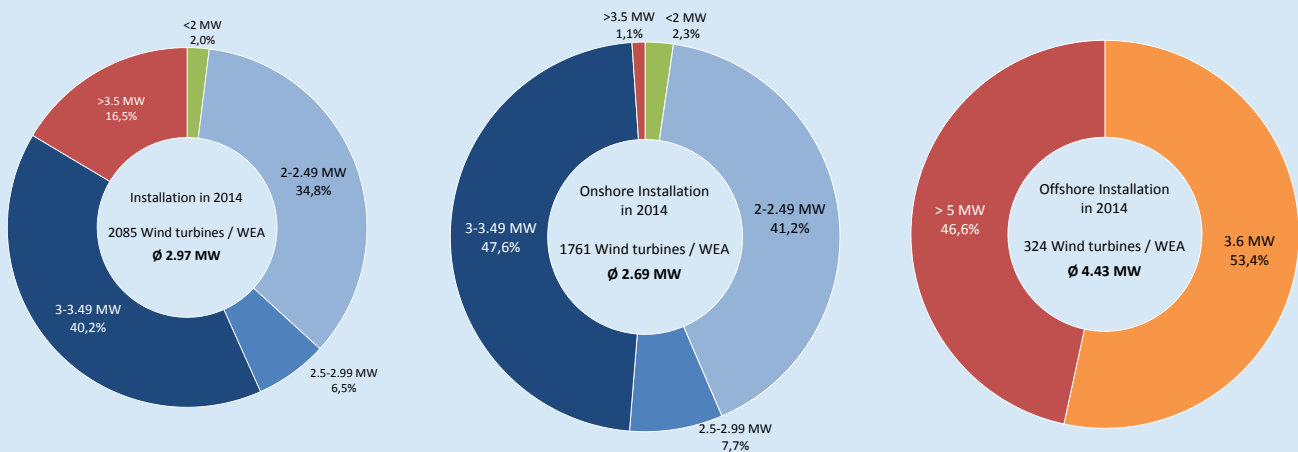


Fig. 14: Share of individual WTGS size classes (rated capacity) in the newly installed WTGS (from the left: total, onshore, offshore)

Abb. 14: Anteil der einzelnen WEA-Größen (Nennleistung) an den neu installierten WEA (von links: Gesamt, Onshore, Offshore)

these wind turbines with a capacity of 122 MW were installed in the Baltic Sea. 142 WT with 529 MW were connected to the grid in 2014 and started to feed electricity into the grid – approx. 60% of the wind turbines, however, had already been erected in 2013. All in all at the end of the year 2014, 543 offshore WT with 2,352 MW had been installed completely, but only 258 WT of these with a capacity of 1,049 MW were provided with an operational grid connection. An overview on the current status of offshore wind energy development is given in the article on page 47.

### Potential Annual Energy Yield

According to the preliminary figures provided by BDEW (German Association of Energy and Water Industries) approx. 56,000 GWh were generated from wind in 2014 [3]. These figures are based on the annual reports by the distribution grid operators, and it can sometimes take several months until the final data are released. To be able to give an indication of the contribution of wind energy, the potential annual energy yield is estimated, assuming a 100%

Neuaufstellungen aus. Im Detail befasst sich der Beitrag auf Seite 39 mit dem Repowering.

### Offshore

2014 wurden insgesamt 324 WEA mit einer Gesamtleistung von 1.437 MW vor der deutschen Küste errichtet, davon 34 WEA mit 122 MW in der Ostsee. 142 WEA mit 529 MW konnten 2014 erstmals Strom ins Netz einspeisen – rund 60 % dieser Anlagen waren allerdings bereits 2013 errichtet worden. Insgesamt waren zum Jahresende 2014 in Deutschland 543 Offshore-WEA mit 2.352 MW vollständig errichtet, wovon allerdings nur 258 WEA mit 1.049 MW Strom einspeisten. Eine aktuelle Übersicht zum Stand des Offshore-Windergieausbaus gibt der Artikel auf Seite 47.

### Der potenzielle Jahresenergieertrag

Im Jahr 2014 wurden lt. vorläufigen Zahlen des BDEW insgesamt rund 56.000 GWh aus Wind erzeugt [4]. Die Zahlen beruhen auf den Jahresmeldungen der Verteilnetzbetreiber und es dauert mitunter einige Monate, bis das endgültige

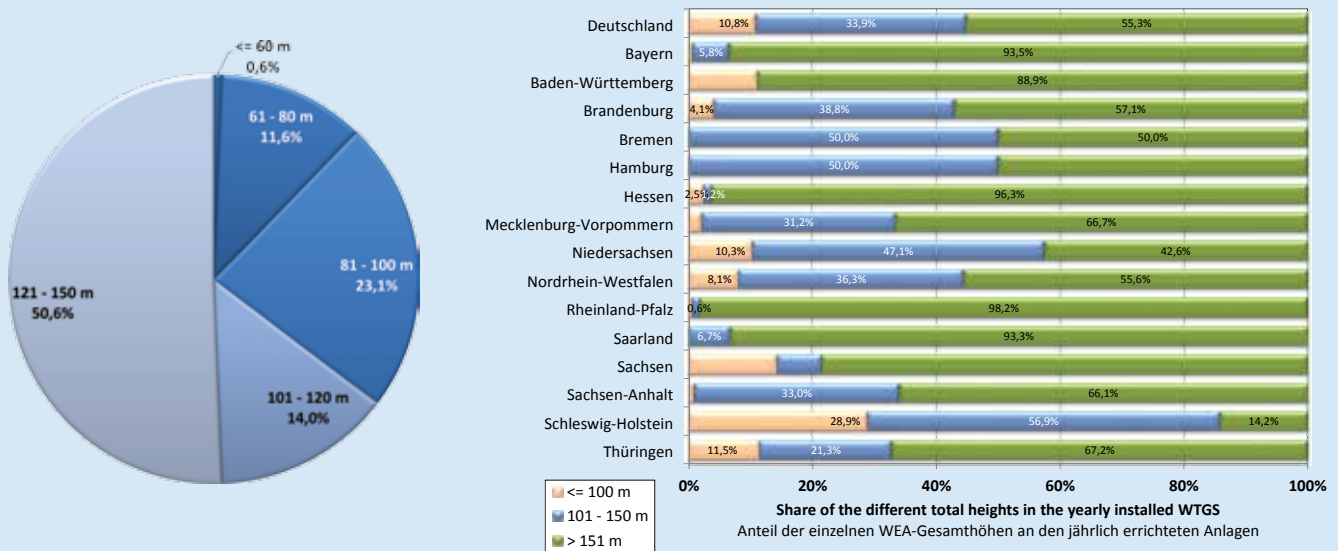


Fig. 15: Share of the different hub height classes in the WTGS erected in Germany (left) and the overall heights (incl. rotor blade) of all WTGS erected in Germany and in the federal states (right), both for 2014 (only onshore)  
 Abb. 15: Anteil der einzelnen Nabenhöhenklassen an den in Deutschland errichteten WEA (links) und der Gesamthöhen (einschl. Rotorblatt) aller errichteten WEA in Deutschland sowie in den Bundesländern (rechts), Angaben jeweils für das Jahr 2014 (nur onshore)

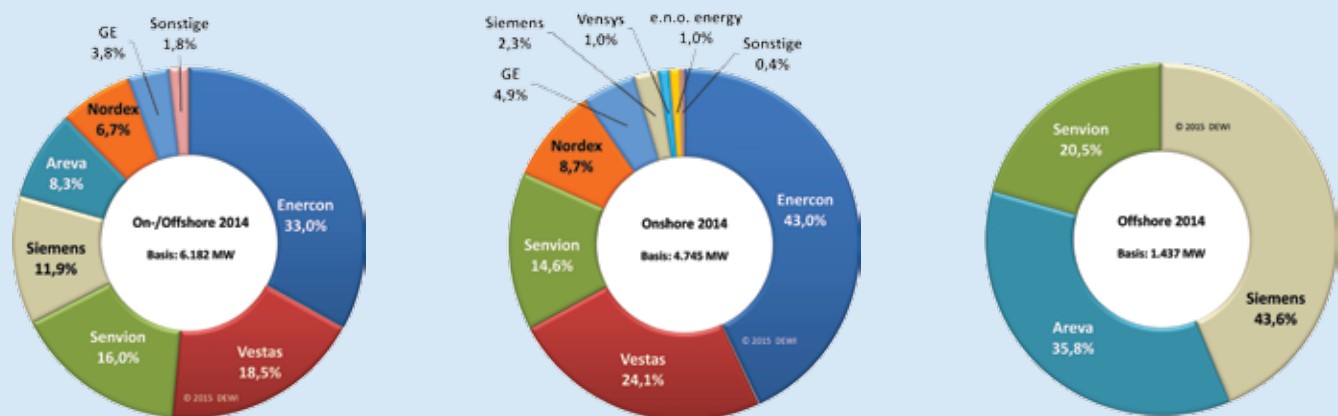


Fig. 16: Shares of the suppliers on the German market in per cent of the installed rated power (from left: total, onshore, offshore)  
 Abb. 16: Anteile der Anbieter an der in Deutschland neu installierten Leistung in % (von links: Gesamt, Onshore, Offshore).

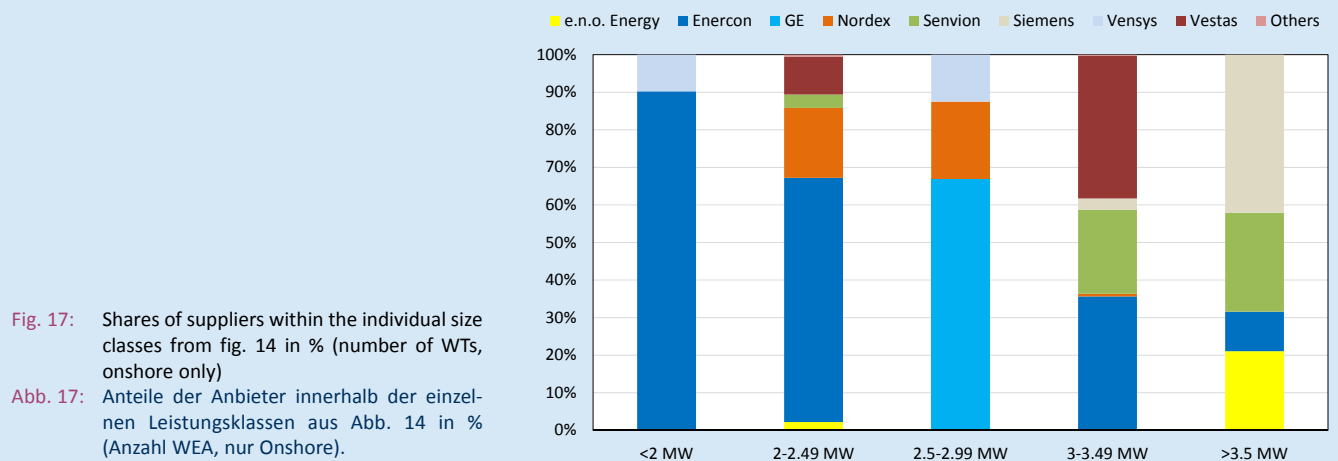


Fig. 17: Shares of suppliers within the individual size classes from fig. 14 in % (number of WTs, onshore only)  
 Abb. 17: Anteile der Anbieter innerhalb der einzelnen Leistungsklassen aus Abb. 14 in % (Anzahl WEA, nur Onshore).

wind year. This is based on the average load factors calculated for wind turbines of different power classes for each federal state, using the wind index IWET V11 [4] (average of the load factors of the years 2003 to 2012). The calculation furthermore is based on the assumption that all wind turbines reported by the end of the year contribute a full

Ergebnis vorliegt. Um einen Anhaltspunkt zu bekommen, was die Windenergie zu leisten vermag, erfolgt eine Abschätzung des potenziellen Jahresenergieertrags bei einem 100%-Windjahr. Diese beruht auf den mittleren Ausnutzungsgraden, die unter Verwendung des aktuellen Windindex IWET V11 [5] für WEA verschiedener Leistungs-

annual energy yield, i.e. downtimes due to maintenance, repair, grid overload etc. are not taken into account. The potential share of wind energy in the net energy consumption [5] is shown in Fig. 10. In this diagram the shares of the calculated potential annual energy yields are illustrated.

### Market Trends in Turbine Size

From year to year more wind turbines with rotor diameters of 90 m and more are installed in Germany (Figs. 11 and 12), and in 2014 the share of this class has reached approx. 73 %. The biggest increase compared to the previous year could be noted for wind turbines with rotor diameters of 100 m and more. Their share went up from approx. 57 % to 64 %. Accordingly, the average installed power onshore increased from 2.6 MW (2013) to 2.7 MW (Fig. 13). This is due to an increasing number of wind turbines in the range above 3 MW, whose share in onshore new installations has risen to around 49 % in 2014 (Fig. 14). The average installed power in offshore wind turbines was 4.4 MW. Apart from the installed capacity and the rotor diameter another important feature of wind turbines is the hub height. In 2014 almost 65% of the new installations had a hub height of over 100 m (Fig. 15, left). Another parameter is the total height of the wind turbine which consists of hub height plus rotor radius, and which in some regions is subject to restrictions. Fig. 15 (right) shows the shares of total heights of wind turbines per federal state for wind turbines erected in 2014, divided into 3 height classes based on the requirements for obstruction lighting.

### Market Shares of Manufacturers

The first three positions of market shares of German manufacturers are still held by the same companies as last year (Fig. 16). Additionally, market shares are distinguished according to onshore and offshore, because in 2014 offshore had a major share in the new installations and not every manufacturer is active in both segments. The diagram includes all of the wind turbines installed in 2014. Only a part of these newly erected offshore turbines is already feeding electricity into the grid

klassen je Bundesland ermittelt wurden (Mittelwert der Ausnutzungsgrade der Jahre 2003 bis 2012). Weiterhin wird in dieser Abschätzung angenommen, dass alle zum Jahresende gemeldeten WEA einen vollen Jahresenergieertrag beisteuern, d.h. Stillstandszeiten aufgrund von Wartung, Reparatur, Netzüberlastung etc. werden nicht berücksichtigt. Wie hoch der Anteil der Windenergie am Nettostromverbrauch [6] sein könnte, zeigt die Abb. 10, wo die Anteile des rechnerisch ermittelten potentiellen Jahresenergieertrages aufgetragen sind.

### Markttendenzen bei der Anlagengröße

Von Jahr zu Jahr werden immer mehr Anlagen mit einem Rotordurchmesser von 90 m und größer in Deutschland errichtet (Abb. 11 und 12), im Jahr 2014 lag der Anteil bezogen auf die Anlagenanzahl bei rund 73 %. Die deutlichste Steigerung gegenüber dem Vorjahr liegt bei den Anlagen mit 100 m Rotordurchmesser und größer. Deren Anteil stieg von ca. 57 % auf 64 %. Dementsprechend erhöhte sich auch leicht die durchschnittlich installierte Leistung an Land im vergangenen Jahr von 2,6 MW (2013) auf 2,7 MW (Abb. 13). Ursächlich hierfür ist die vermehrte Aufstellung von Anlagen im Bereich von über 3 MW, deren Anteil an den Onshore-Neuerrichtungen in 2014 rund 49 % erreichte (Abb. 14). Die durchschnittliche installierte Leistung der Offshore-WEA lag bei 4,4 MW. Neben der installierten Leistung und dem Rotordurchmesser ist die Nabenhöhe ein weiteres wichtiges Kriterium. Im Jahr 2014 hatten rund 65 % der errichteten Anlagen eine Nabenhöhe von über 100 m (Abb. 15 links). Wird zur Nabenhöhe noch der Rotorradius hinzugerechnet, so ergibt sich die Gesamthöhe der WEA, welche in einigen Regionen Beschränkungen unterliegt. Die Abb. 15 (rechts) zeigt den Anteil der Gesamthöhen je Bundesland für die in 2014 errichteten Anlagen, unterteilt in 3 Höhenklassen auf Basis der Bestimmungen zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen.

### Marktanteile der Anbieter

Die Reihenfolge bei den Marktanteilen der WEA-Hersteller in Deutschland ist auf den ersten drei Plätzen im Vergleich zum Vorjahr gleich geblieben (Abb. 16). Zusätzlich werden die Marktanteile nach On- sowie Offshore unterteilt dargestellt, da Offshore im Jahr 2014 einen guten Anteil an den Neuerrichtungen hatte und nicht jeder Hersteller in beiden Segmenten aktiv ist. Es ist zu beachten, dass die Darstellung alle in 2014 neu errichteten WEA berücksichtigt. Nur ein Teil der neu installierten Offshore-WEA speist bereits Strom ins Netz.

#### References / Literatur:

- [1] [www.gwec.net/global-figures/graphs/](http://www.gwec.net/global-figures/graphs/)
- [2] Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012; Hrsg.: Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [3] [www.fos.de/de/NEU-Windzone-jetzt-einfach-ermitteln\\_376.htm](http://www.fos.de/de/NEU-Windzone-jetzt-einfach-ermitteln_376.htm)
- [4] Stromerzeugung [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/26D9A4DD8C2D8808C12579F40048E521/\\$file/Erzeugung%20Windkraft%20Vergleich%20monatlich%202013\\_2014\\_online\\_o\\_monatlich\\_Ba\\_16012015.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/26D9A4DD8C2D8808C12579F40048E521/$file/Erzeugung%20Windkraft%20Vergleich%20monatlich%202013_2014_online_o_monatlich_Ba_16012015.pdf)
- [5] Ingenieurwerkstatt Energietechnik (Rade) (Hrsg.): Monatsinfo: Betriebsvergleich umweltbewusster Energienutzer 2003-2012.
- [6] Nettostromverbrauch 2013 lt. BDEW, Bundesländer hochgerechnet ([https://www.bdew.de/internet.nsf/id/8DFG22-DE\\_Grafiken](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/8DFG22-DE_Grafiken))