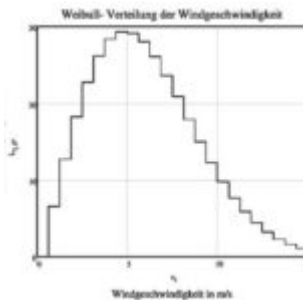


# Statistik und Verfügbarkeit von Wind- und Solarenergie in Deutschland



## Windkraft

Wetter ist ein zufälliges Phänomen – vor einem Ausflug ins Grüne kann die Wettervorhersage schon mal eine spannende Sendung sein. Wir sind diesem Zufall auch ausgeliefert – nicht umsonst können Ausflüge buchstäblich ins Wasser fallen. Und obwohl Wind und Wetter zufällig sind, hat jeder ein vernünftiges Gefühl dafür: Im Sommer kommen sonnige Tage öfter vor als etwa im Spätherbst. Mit windigem Wetter verhält es sich eher umgekehrt. Wie würden wir uns ein Bild davon machen, ob es an einem bestimmten Ort eher windiger oder weniger windig ist? Wir würden die Windintensität als Windgeschwindigkeit messen und dann die Tage oder Stunden auszählen, an denen die Windgeschwindigkeit z. B. zwischen 2 und 2,5m/s liegt. Das ganze würden wir in einem Diagramm auftragen – dieses Häufigkeitsdiagramm, auch Histogramm genannt, charakterisiert die Windigkeit an einem Ort. In diesem Diagramm kann man ablesen, wie sich die Windgeschwindigkeit im Verlaufe eines Zeitraums auf niedrige und hohe Windgeschwindigkeiten verteilt. Für diese Verteilung hat sich in der Szene der Begriff Windhöffigkeit eingebürgert.

Diese Wind-Häufigkeitsdiagramme haben überwiegend eine ähnliche Struktur, gleichgültig wo man sie gemessen hat: Lediglich die durchschnittliche Geschwindigkeit und die Höhe der Histogramm – Linien verschiebt sich etwas. Bei großen Windgeschwindigkeiten verschieben sich die Linien zu höheren, bei kleinen Windgeschwindigkeiten zu niedrigeren Werten hin. Es ist allgemein anerkannt, dass der Wind nach einem ganz bestimmten Häufigkeitsschema verteilt ist, das nach dem schwedischen Mathematiker Weibull benannt ist. Man spricht daher von einer Weibull-Verteilung.

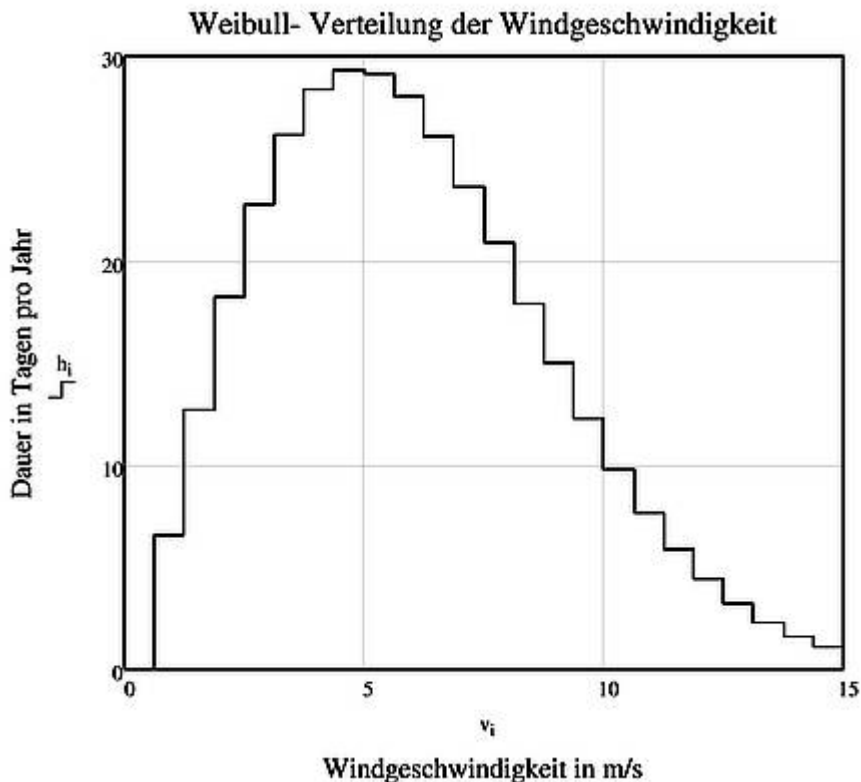


Abbildung 1: Weibull- Verteilung bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 5,75m/s

Bei einem Windrad erzeugt nun der Wind auf die Rotorflügel einen Druck, der den Rotor in Drehung versetzt. Diese Kraft auf den Rotor erzeugt im Generator den Strom, den ein Windrad ins Netz einspeist. Die Menge an produziertem Strom wird nach Kilowattstunden (kWh) bemessen – so wie im Privathaushalt die Strommenge nach kWh abgerechnet wird, wird auch die Stromproduktion so gemessen. Genau genommen verbirgt sich hinter der Kilowattstundenzahl nicht die Strommenge, sondern der Gegenwert an Energie, den ein Windrad produziert. Wenn ein Windrad nun gemütlich vor sich hin trudelt, wird es einen längeren Zeitraum brauchen, um eine bestimmte Strommenge zu produzieren. Bei schwachem Wind (Windgeschwindigkeit 4 m/s) braucht ein 3000 kW Windrad ungefähr 20 Stunden, um den Jahresverbrauch eines Haushalts von 2500 kWh zu erzeugen. Bei starkem Wind (Windgeschwindigkeit 10 m/s) kann es die gleiche Strommenge in nur einer Stunde produzieren – das Windrad läuft mit weitaus höherer Anstrengung und leistet mehr. Der Grad der Anstrengung einer Maschine wird in der Fachsprache als deren Leistung bezeichnet. Die größte Leistung einer Maschine ist deren Nennleistung. Die Leistung wird in der Einheit kW gemessen- bei Autos hat sich bis heute die Angabe in PS gehalten. Die PS-Zahl ist beim Auto die Nennleistung des Motors.

Strom muss im Augenblick des Verbrauchs produziert werden- die Leistung der Stromquelle muss in jedem Augenblick mit der Leistung des Verbrauchers übereinstimmen. Aus diesem Grund ist für die Beurteilung der Verfügbarkeit die sogenannte momentane Leistung (kW) und nicht die Strommenge (physikalisch korrekter: die Arbeit, gemessen in kWh) für die Beurteilung maßgeblich.

Die Leistung (kW) eines Windrads steigt und fällt mit der Windgeschwindigkeit. Die im Windrad produzierte elektrische Leistung schwankt

mit der Windgeschwindigkeit. Man würde salopp sagen, je höher die Windgeschwindigkeit ist, desto höher ist auch die Leistung des Windrads. Leider ist es nicht ganz so einfach, weil die Leistung sehr viel stärker anwächst als die Windgeschwindigkeit selbst: Wie man sagt, ist dieser Zusammenhang bei einem Windrad „kubisch“, d. h. die Leistung des Windrads ändert sich mit der 3. Potenz der Windgeschwindigkeit. Dieser Zusammenhang ist bekannt, seit man Ventilatoren, Propeller und Schiffsschrauben baut. Das bedeutet, dass sich die Leistung verachtfacht, wenn sich die Windgeschwindigkeit verdoppelt. Die Leistung eines Windrads reagiert also sehr empfindlich auf Änderungen der Windgeschwindigkeit. Das kann man auch daran ablesen, dass die Produktion der gleichen Strommenge mal fast einen ganzen Tag und bei günstigem Wind nur eine Stunde dauert. Bei einem Windrad mit einer Leistung von 3000 kW bedeutet das, dass die Leistung von 37 kW auf 480 kW anwächst, wenn sich die Windgeschwindigkeit von 3 m/s auf 6 m/s erhöht. Die genannten Zahlen stammen aus einem Datenblatt für eine Enercon 101- Windkraftanlage. Diese Leistungscharakteristik könnte für eine Stromversorgung ungünstiger nicht sein – schließlich ändert sich die Windgeschwindigkeit zufällig je nach Wetterlage. Eine kaum spürbare Erhöhung der Windgeschwindigkeit um 10% bewirkt eine Leistungserhöhung von 30%. Bei schwachem Wind trudelt ein Windrad eher gemütlich vor sich hin, bei starkem Wind läuft es zur Höchstleistung auf. Ein Auto mit zufälligen Zündaussetzern, das mit Vollgas gefahren wird, hat ein ähnliches Leistungsverhalten.

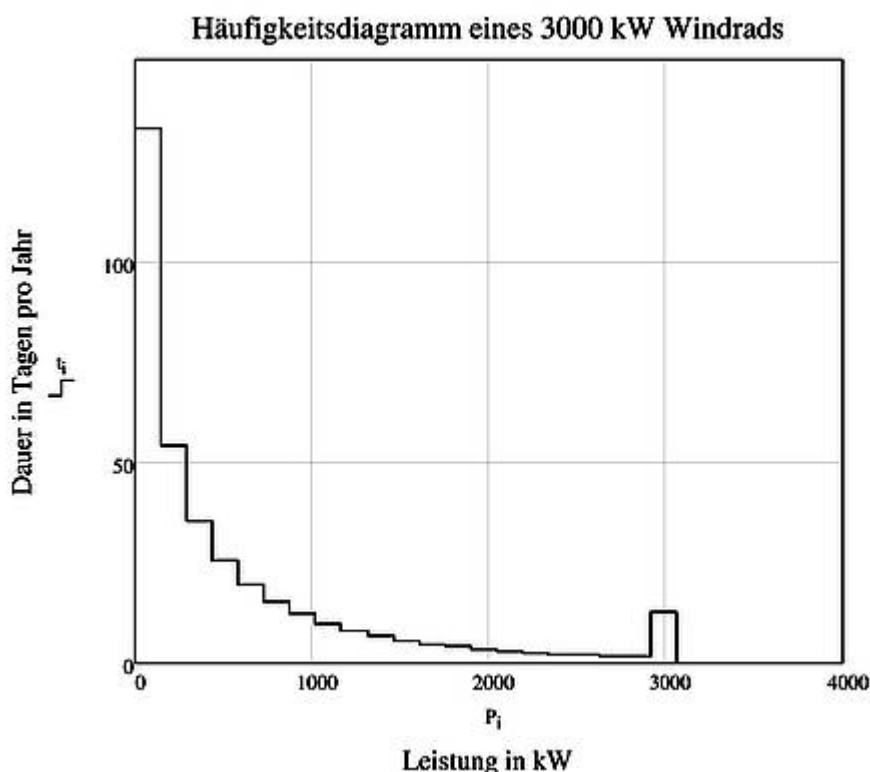


Abbildung 2: Häufigkeitsdiagramm eines 3000 kW- Windrads

Wenn man nun das Häufigkeitsdiagramm der Windgeschwindigkeit kennt, wie kommt man nun auf das Häufigkeitsdiagramm der eingespeisten Leistung? Hier hilft die Mathematik: Man kann das Häufigkeitsdiagramm der Windgeschwindigkeit umrechnen auf das Häufigkeitsdiagramm der eingespeisten Leistung. Hier kommt man zunächst zu dem überraschenden Ergebnis, dass die Häufigkeit der

eingespeisten Leistung einer gänzlichen anderen Gesetzmäßigkeit folgt als die Windgeschwindigkeit. Diese Tatsache ergibt sich aus der kubischen Abhängigkeit der Leistung von der Windgeschwindigkeit. Das Häufigkeitsdiagramm eines 3000 kW Windrads ist in Abbildung 2 dargestellt. Unschwer kann man erkennen, daß niedrige Leistungen sehr häufig und hohe Leistungen eher die Ausnahme sind. In dieser Abbildung kann man ablesen, dass die Leistung eines 3000 kW Windrads an 132 Tagen im Jahr (also mehr als 4 Monate) zwischen 0 und 145kW (das sind rund 5 % der Nennleistung) liegt. Die volle Leistung (hier 3000 kW) erreicht ein Windrad nur selten. Dass Windräder häufig still stehen, ist also kein subjektiver Eindruck, sondern eine mathematisch beweisbare und damit erwiesene Tatsache. In einer Propagandaschrift der Windlobby unter dem Titel ‚A bis Z- Fakten zur Windenergie‘ wird dieser Zusammenhang wie folgt umschrieben „Allerdings drehen sich die Rotoren nicht immer mit maximaler Leistung“.

Aus diesem Grund ist die weit verbreitete Behauptung der Windlobby unzutreffend, dass Windräder Haushalte mit Strom versorgen können – die Versorgungsaufgabe scheitert schon daran, dass Windräder keinen Strom liefern wenn, und das ist sehr häufig, der Wind nur mäßig weht und Leistung daher klein ist. Letztlich ist dies Folge aus der Weibull-Verteilung der Windgeschwindigkeit und dem (kubischen) Zusammenhang zwischen eingespeister Leistung und Windgeschwindigkeit.

Betrachtet man nun eine größere Fläche, in der eine große Anzahl von Windkraftanlagen verteilt ist, stellt sich die Frage, in welchem Umfang sich diese Windräder untereinander ergänzen können. Produzieren die einen Windräder Strom, wenn andere still stehen? Weht der Wind immer irgendwo? Ohne eine genaue statistische Analyse vorzunehmen, kann man sich dieser Frage vorläufig ganz anschaulich nähern: Hohe Windgeschwindigkeiten treten typischerweise bei Tiefdruckwetterlagen auf und die Größe des Tiefdruckgebiets bestimmt die Fläche, in der mit erhöhten Windgeschwindigkeiten zu rechnen ist. In der gesamten Fläche sind dann hohe eingespeiste Windleistungen zu erwarten. Die umgekehrte Aussage gilt in der gleichen Weise: Bei geringen Windgeschwindigkeiten sind die Windleistungen in der gesamten Fläche niedrig. In beiden Fällen können sich Windräder in dieser Fläche nicht untereinander ergänzen. Bei Hochdruckwetterlagen können diese Flächen schon mal so groß wie ganz Deutschland sein. Mittlere Tiefdruckgebiete haben praktisch immer die Größe von mindestens mehreren Bundesländern, normale Tiefdruckgebiete überdecken fast immer ganz Deutschland.

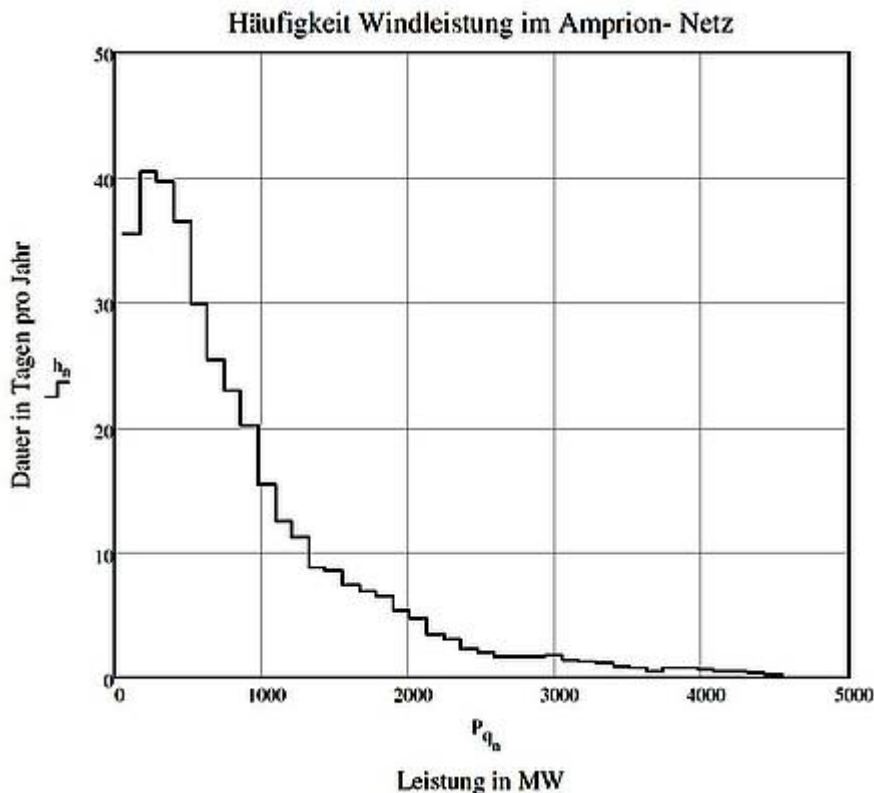


Abbildung 3: Häufigkeitsdiagramm der Windleistung im Amprion- Netz

Wenn man nun das Häufigkeitsdiagramm der eingespeisten Windleistung in einem kleineren Gebiet, wie etwa das vom Netzbetreiber Amprion, erstellt, findet man diese Überlegungen bestätigt:

Auch in einem Gebiet von der Größe des Amprion-Netzes ergänzen sich Windräder untereinander nicht. Das Häufigkeitsdiagramm zeigt noch immer den fallenden Verlauf: Niedrige Leistungen bis zum Stillstand sind besonders häufig, große Leistungen sind eher selten. Auch eine große Zahl von Windrädern verhält sich offensichtlich ähnlich wie ein einzelnes Windrad. Auch in einer mittleren Fläche ist der häufigste Betriebszustand aller Windräder zusammen der Stillstand.

Nimmt man die eingespeiste Leistung von ganz Deutschland (Abbildung 5), kann man im Häufigkeitsdiagramm zumindest erkennen, dass kleine Leistungen seltener werden. Die Leistung Null kommt, anders als bei Flächen von der Größe Niedersachsens oder Nordrhein- Westfalens, nicht mehr vor. Windräder können sich in geringem Umfang durchaus ergänzen: Gleichwohl sinken die Leistungen im großflächigen Verbund auf sehr geringe Werte ab. Bei einer installierten Windrad-Leistung von 31000 MW im Jahre 2012 ist die niedrigste Einspeiseleistung aller Windräder in Deutschland zusammen auf 170 MW (also auf 0,5% der installierten Leistung) gesunken. Dieser Wert ist so nahe bei Null, dass man die Aussage treffen kann, dass die gesicherte Leistung aller Windkraftanlagen in Deutschland zusammen mit Null anzusetzen ist. Damit ist nachgewiesen, dass sich die Anlagen auch bei einer Fläche von der Größe Deutschlands nicht untereinander zu einer gesicherten Leistung ergänzen.

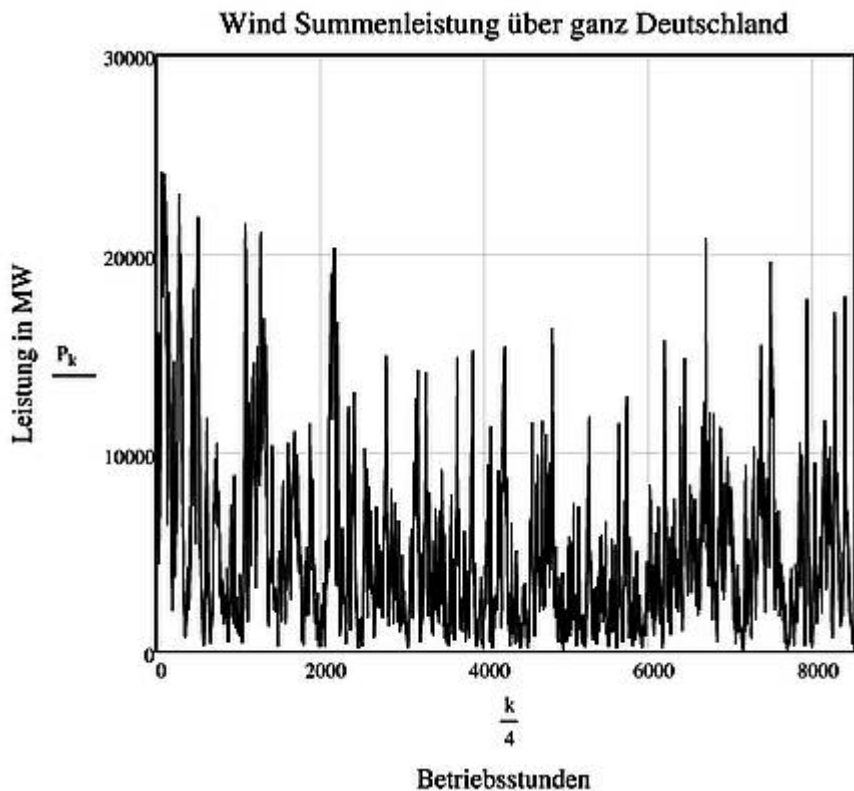


Abbildung 4: Zeitverlauf der Windleistung in ganz Deutschland

Immer wieder, so auch im IWES Windenergie Report 2012, wird behauptet, „andererseits erreicht man nur durch eine gleichmäßige geografische Verteilung über eine große Fläche eine Glättung der Netzeinspeisung“. Abgewandelt findet sich diese These auch in der Agora Kurzstudie Entwicklung der Windenergie in Deutschland in der Form „Ein geographisch verteilter Ausbau führt zu einer stetigeren Einspeisung aus Windenergieanlagen.“

Alle 23000 Windkraftanlagen in Deutschland verhalten sich in ihrem Häufigkeitsdiagramm ungefähr so, wie ein einzelnes Windrad (Abbildung 2). Daraus ergibt sich, dass die Einspeisungen der einzelnen Windräder untereinander stark korreliert sind- wenn ein Windrad hohe Leistungen einspeist, ist das auch für eine große Zahl anderer Windräder der Fall. Das erklärt den ausgeprägt ungleichmäßigen Verlauf der Einspeisung in Abbildung 4. Ein weiterer Ausbau der Windenergie bewirkt aufgrund dieser Korrelation keine stetigere Einspeisung, sondern vielmehr einen Anstieg der Ungleichmäßigkeit. Diese Aussage fußt auf einem Satz aus der mathematischen Statistik, demzufolge die Ungleichmäßigkeit (mathematisch korrekter: Streuung bzw. Standardabweichung) korrelierter zufälliger Größen mit dem Mittelwert anwächst. Am IWES- Institut hat man durchaus richtig erkannt, dass es „eine grundsätzliche Korrelation der Erzeugung aus Wind in ganz Deutschland“ gibt. Dass diese Aussage mathematisch im Widerspruch zur behaupteten „stetigeren Einspeisung“ steht, gehört dort offenbar (noch) nicht zum Stand des Wissens.

Der nunmehr von der Politik beschlossene weitere Ausbau der Windkraft in Deutschland wird daher die bekannten technischen und ökonomischen Probleme mit der schlichten Strenge mathematischer Notwendigkeit weiter verschärfen.

Dass sich technisch vorgebildete Autoren zu der ganz offensichtlich

unzutreffenden Behauptung „Aufgrund der Distanz von über 600 km, flaut der Wind üblicherweise nicht zum selben Zeitpunkt in Hamburg und München ab“ hinreißen lassen und bei einem Zeitverlauf wie in Abbildung 4 von „Glättung“ sprechen, wirft ein Schlaglicht auf die Qualität und Seriosität wissenschaftlicher Arbeit einschlägiger Studien und Konzepte.

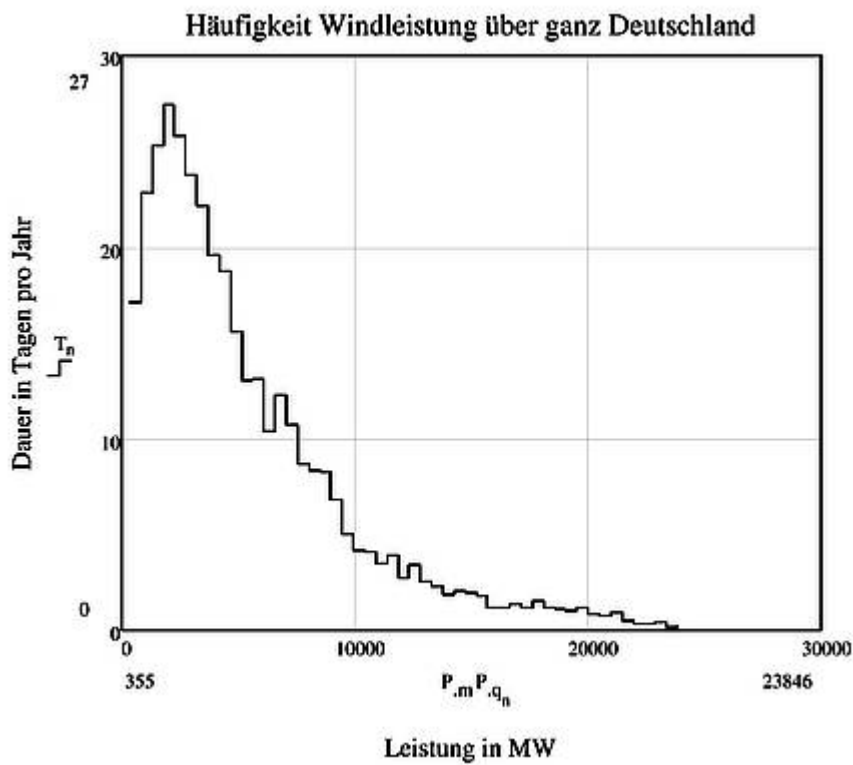


Abbildung 5: Häufigkeitsdiagramm der Windleistung in ganz Deutschland

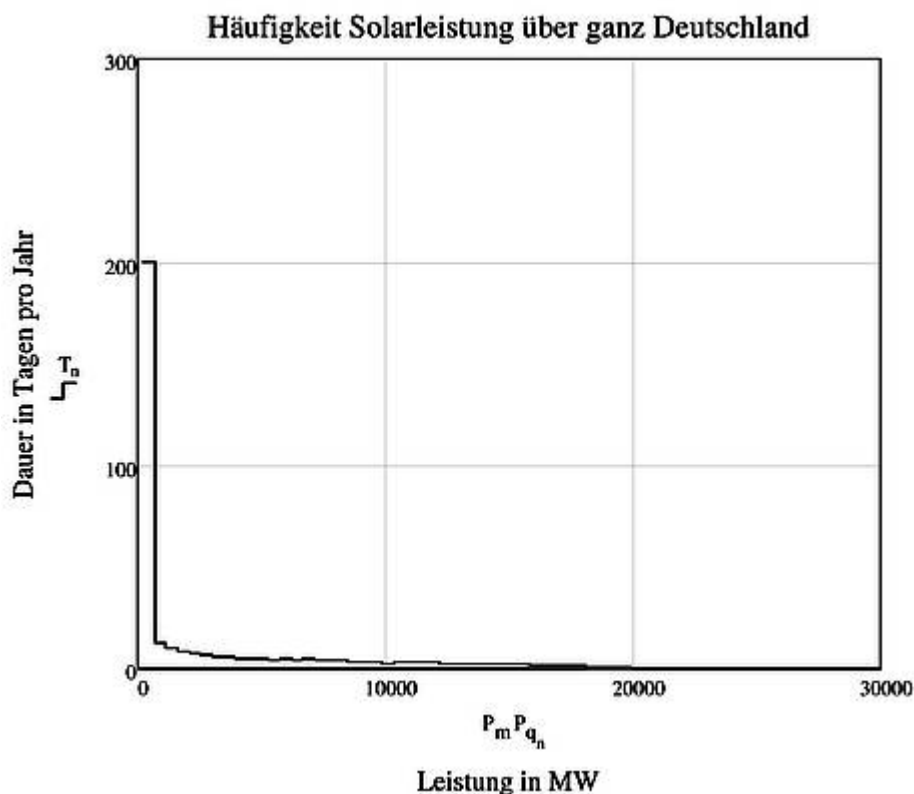
Leistung immer sicher zur Verfügung zu stellen, wird als Grundlastfähigkeit bezeichnet. Die oft verbreitete Aussage, der Wind wehe immer irgendwo ist erwiesenermaßen unzutreffend. Auch über das ganze Land gesehen sind Windkraftanlagen nicht grundlastfähig. Ohne zusätzliche grundlastsichere Kraftwerke ist eine unterbrechungsfreie sichere Stromversorgung mit Windrädern in Deutschland schon aus Gründen der statistischen Verfügbarkeit nicht möglich. In dem Häufigkeitsdiagramm für die gesamte bundesweit eingespeiste Windleistung kann man außerdem ablesen, dass die Windleistung an 120 Tagen (also rund 4 Monaten) im Jahr unterhalb von 10% der installierten Leistung liegt.

Fazit:

Bei einem Versorgungsgebiet von der Größe Deutschlands ist Windkraft nicht in der Lage, einen Beitrag zur Sicherung der Grundlast bei der Stromversorgung zu leisten.

## Photovoltaik

Die Nennleistung aller Photovoltaikanlagen in Deutschland belief sich per Ende 2012 auf rund 32.700 MW. Diese Leistung steht aus naheliegenden Gründen bei Dunkelheit nicht zur Verfügung, womit klar, ist, dass Photovoltaikanlagen keinen Beitrag zur Sicherung der Grundlast leisten. Das Häufigkeitsdiagramm in Abbildung 6 zeigt, dass alle Solaranlagen zusammen in 52% ihrer Betriebsdauer (das sind rund 190 Tage im Jahr) keinen Strom liefern.





## **Abbildung 6: Häufigkeitsdiagramm der Solarleistung in ganz Deutschland**

**An 292 Tagen (diese Zeitspanne entspricht ungefähr neuneinhalb Monaten) liegt die Leistung unter 6700 MW, also unter 20% der Nennleistung. Diese Zahlen verdeutlichen, dass die Angabe der Nennleistung nichts über die Verfügbarkeit einer Energieform aussagt. Die durchschnittliche Leistung aller Solaranlagen in Deutschland liegt bei 3200 MW, also bei 10% der installierten Leistung.**

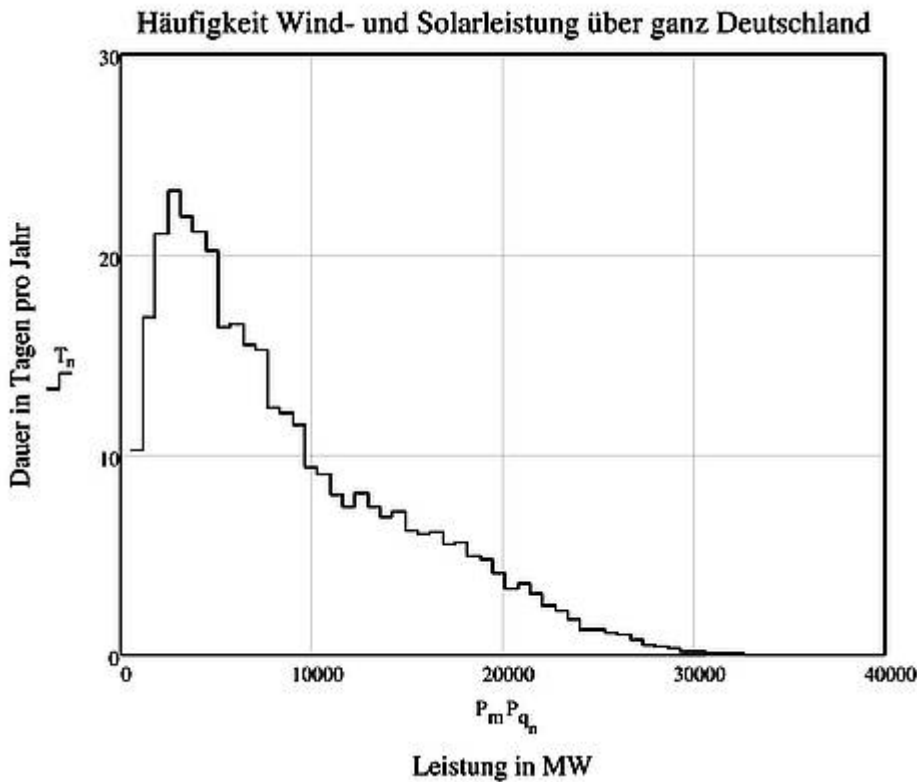
## **Windkraft und Photovoltaik**

**Der Gedanke, dass die aus Wind- und**

**Photovoltaikanlagen  
gewonnenen Energien  
sich gegenseitig  
ergänzen, hat etwas  
Verlockendes und  
scheint zunächst  
sogar naheliegend.  
Schließlich  
überwiegt im Sommer  
der Sonnenschein  
und in den eher  
dunklen**

**Wintermonaten der  
Wind. In  
Deutschland sind  
per Ende 2012 Wind-  
und Solarkraftwerke  
mit einer  
Nennleistung von  
rund 64.000 MW  
installiert. Einen  
Beitrag zur  
sicheren Grundlast  
können beide**

**Energieformen nicht  
leisten, weil die  
Grundlast von Wind-  
und Photovoltaik  
einzeln und auch  
zusammen bei Null  
liegt.**



**Abbildung 7:  
Häufigkeitsdiagramm  
der Wind- und  
Solarleistung in  
ganz Deutschland**

**Das Häufigkeitsdiagramm in Abbildung 7 zeigt, dass die summarische Leistung aus Wind- und Sonnenenergie an 90 Tagen im Jahr (3 Monate) unter 3200 MW (entsprechend 5% der installierten**

**Leistung) und an  
180 Tagen (6  
Monate) unter 6550  
MW (entsprechend  
10% der  
installierten  
Leistung) liegt.  
Während eines  
halben Jahres  
stehen die  
sogenannten  
erneuerbaren**

**Energien nur zu einem Bruchteil der Nennleistung zur Verfügung. Die Behauptung, dass sich beide Energieformen im Mix ergänzen, ist daher unzutreffend.**

**Bei einem Versorgungsgebiet von der Größe**



**Deutschlands sind  
Wind- und  
Solarenergie nicht  
in der Lage, einen  
Beitrag zur  
Sicherung der  
Grundlast bei der  
Stromversorgung zu  
leisten. Auch im  
Verbund liegt deren  
sichere zur  
Verfügung stehende**

**Leistung bei Null –  
ein Netz kann mit  
diesen Kraftwerken  
ohne Speicher bzw.  
zusätzliche  
Kraftwerke nicht  
betrieben werden.  
Ohne Stromspeicher  
benötigt jede Wind-  
oder Solaranlage  
ein konventionelles  
Kraftwerk, das bei**

**zurückgehender  
Leistung  
einspringen kann.**

**Da bis heute  
Speicher von  
nennenswerter Größe  
nicht vorhanden  
sind und auch nicht  
absehbar ist, dass  
eine Technologie  
zur Speicherung in  
ausreichendem**

**Umfang zur  
Verfügung steht,  
können Windkraft-  
und Solaranlagen  
nur im  
Zusammenspiel mit  
konventionellen  
Kraftwerken  
betrieben werden-  
hierbei ist es  
zunächst  
gleichgültig, ob**

**diese Kraftwerke  
mit Kohle oder  
Erdgas befeuert  
werden. Diese  
konventionellen  
Kraftwerke laufen  
im Hintergrund und  
werden in ihrer  
Leistung zurück  
gefahren, wenn die  
Leistung aus Wind-  
und Solarkraft**

**ansteigt und wieder  
hoch gefahren, wenn  
die Leistung sinkt.  
Hierzu sind diese  
Kraftwerke im  
allgemeinen in der  
Lage, weil sie  
schnell auf  
Lastwechsel  
reagieren können  
und müssen. Ein  
modernes**

**Kohlekraftwerk ist ohne weiteres in der Lage, die Leistung um 60% der Nennleistung in 15 Minuten also beispielsweise von 200 MW auf 500 MW zu erhöhen. Dieser Lastwechselbetrieb einer Kraftmaschine ist für jeden**

**Autofahrer völlig  
selbstverständlich,  
wenn er beim  
Beschleunigen auf  
das Gaspedal tritt:  
Binnen einiger  
Sekunden steht die  
Nennleistung zur  
Verfügung. Dieses  
Regelverhalten  
eines Kraftwerks  
ist für den**



**sicheren Betrieb  
eines Stromnetzes  
unabdingbar, weil  
Kraftwerke in der  
Lage sein müssen,  
Schwankungen der  
Last augenblicklich  
auszugleichen! Die  
Grenzen der  
Regelungsfähigkeit  
von Kraftwerken  
sind erreicht, wenn**

**die eingespeiste  
Leistung aus  
sogenannten  
erneuerbaren  
Energien schneller  
ansteigt, als ein  
Dampfkraftwerk  
zurückgefahren  
werden kann. Um das  
Stromnetz vor einem  
Zusammenbruch zu  
bewahren, werden**

**konventionelle  
Kraftwerke dann im  
sogenannten  
Drosselbetrieb  
gefahren: Der Dampf  
aus dem  
Dampferzeuger wird  
an der Turbine  
vorbei geleitet und  
im Kondensator  
wieder zu Wasser  
kondensiert. Diese**

**Kraftwerke  
verbrauchen dann  
zwar Brennstoff und  
produzieren CO<sub>2</sub>,  
liefern aber keinen  
Strom. Der  
Verbundbetrieb von  
konventionellen  
Kraftwerken mit  
Windkraft- und  
Solaranlagen  
bestimmt auch die**

**Grenze des weiteren Ausbaus. Wenn die konventionellen Kraftwerke auf ihre kleinste Leistung zurückgefahren sind, kann die Leistung aus Solar- und Wind vom Netz nicht mehr aufgenommen werden, die Anlagen müssen**

**abgeregelt, also in  
ihrer Leistung  
begrenzt werden,  
weil der Strom dann  
vom Netz nicht mehr  
aufgenommen werden  
kann oder ins  
Ausland verkauft  
werden muss.**

**Mit der  
beschlossenen  
Abschaltung der**

**Kernkraftwerke in  
Deutschland steht  
deren Leistung zur  
sicheren Versorgung  
der Netze in  
wenigen Jahren  
nicht mehr zur  
Verfügung. Da die  
gesicherte  
Grundlast von  
Photovoltaik und  
Windenergie bei**

**Null liegt, muss  
diese Leistung  
durch  
konventionelle  
Kraftwerke ersetzt  
werden. Ein Zubau  
an Kapazitäten ist  
eine physikalische  
und technische  
Notwendigkeit, will  
man das Stromnetz  
auch in Zukunft**



**sicher betreiben.  
Hierfür kommen nur  
Gas- oder  
Kohlekraftwerke in  
Frage – die  
Abschaltung der  
Kernkraftwerke ist  
daher nur mit einem  
Ausbau der  
konventionellen  
Kraftwerkskapazität  
en möglich. Wer die**

**Abschaltung von  
Kohlekraftwerken  
fordert, oder den  
Neubau von  
konventionellen  
Kraftwerken  
verhindern will,  
hat die Physik  
gegen sich.**

**Es ist daher  
fragwürdig, ob sich  
die CO<sub>2</sub>- Emissionen**

**durch Solar- und  
Windkraftanlagen  
senken lassen- es  
ist eher zu  
erwarten, dass  
diese Emissionen in  
Zukunft -wie im  
letzten Jahr-  
weiter ansteigen  
werden.**

**Literatur**

**Hennig, H.-M.,  
Palzer, A.:**

**100 % erneuerbare  
Energien für Strom  
und Wärme in  
Deutschland**

**Fraunhofer-Institut  
für Solare  
Energiesysteme ISE**

**Stuttgart, Kassel,**

**Teltow, 2012**

**NN:**

**A bis Z**

**Fakten zur  
Windenergie**

**Hrsg.:**

**Bundesverband**

**Windenergie e.V.,**

**Berlin**

**Rohrig, K.:**

**Windenergie Report  
Deutschland 2012**

**Hrsg.: Fraunhofer-  
Institut für  
Windenergie und  
Energiesystemtechni  
k (IWES), Kassel,  
2012**

**Pape, C. et. al:**

# **Entwicklung der Windenergie in Deutschland**

**Agora Kurzstudie  
erstellt vom  
Fraunhofer- IWES,  
Kassel, Juni 2013**

**Über den Autor:  
Dr.-Ing. Detlef  
Ahlborn**

ist bei [Vernunftkraft](#) Leiter Fachbereich Technologie

**Jahrgang 1960,  
selbständiger  
Unternehmer, Vater  
von 2 Kindern,  
Motorradfahrer und  
Naturwissenschaftle  
r aus Leidenschaft,  
aus Großalmerode in  
Hessen.**

**Bürgerinitiative  
Pro Kaufunger Wald  
und Hirschberg.**



**Fachgebiet: Energie  
- und  
Kraftwerkstechnik,  
Speicherung von  
erneuerbaren  
Energien,  
statistische  
Analyse und  
Verfügbarkeit von  
Wind- und  
Solarenergie.**