

# Mal anders erklärt, Teil 1: Windkraft



Jedoch ein Hinweis: „Strom“ kommt hier nur am Rande vor. Mein Eindruck ist, dass viele Menschen vor Strom großen Respekt haben (Strom ist gefährlich, man kann eine „gewischt“ bekommen“ und außerdem kommt der ja aus der Steckdose).

„Windkraft“ bedeutet völlig korrekt: Die Kraft des Windes – die wollen wir ausnutzen, d.h. umleiten in etwas, das eine Mühle antreibt oder auch einen Generator, dann heißt es: umformen (oder konvertieren). All das ist immer mit Verlusten verbunden!

Unsere Sprache hat viele Ausdrücke für bewegte Luft, hier einige von **wenig** bis **sehr viel** bewegte Luft:

1. Es ist windstill
2. Der Wind säuselt oder fächelt – ist angenehm
3. Ein frisches Lüftchen – kann noch angenehm sein
4. Es ist windig – hmm, muss nicht sein
5. Der Wind ist böig – das ist schon teilweise unangenehm, aber es bläst nicht pausenlos
6. Es ist stürmig – da bleiben wir lieber drinnen
7. Orkanartig – Vorsicht ist geboten

Nennenswerte Energie der bewegten Luft, können wir nur bei obigen Verhältnissen 4 bis 6 erwarten. Darunter läuft ein Windrad nicht an, darüber kann die Technik Schaden nehmen.

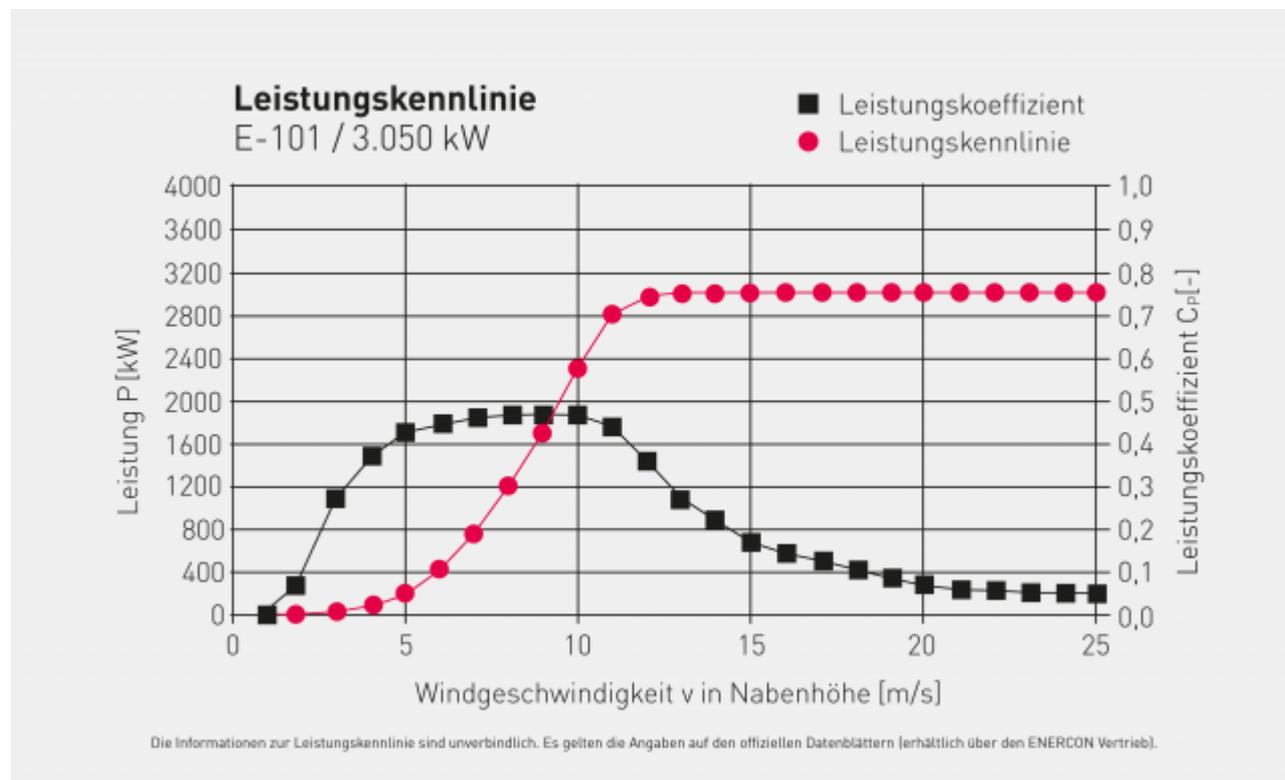
Bewegte Luft drückt nun gegen die Flügel eines Windrades oder Windmühle und überträgt somit Energie. Die Flügel können nur seitlich ausweichen, die Welle dreht sich und treibt damit etwas an – einen Mahlstein, eine Pumpe oder einen Generator. Das funktioniert natürlich auch andersrum, beim Ventilator, Gebläse, Flugzeugpropeller oder Schiffsschraube.

(Hinweis: Anstatt Flügel gibt auch Kolbenmaschinen: „Luft bewegt“ entspricht dem Dampf bei einer Dampfmaschine, andersrum ist das ein Kompressor oder Kolbenmotor)

Luft wiegt auch etwas, hat „Masse“: Ein Liter Luft hat 1,293 Gramm, ein Liter Wasser 1000 Gramm = 1 kg. Die Formel für Energie ist einfach: Masse x Bewegung. Daran erkennt man sofort: Mehr bewegte Masse oder schnellere Bewegung bedeutet mehr (kinetische d.h. bewegte) Energie. Deshalb werden die Windkraftanlagen auch immer größer, damit die Flügel möglichst viel Luftmasse einfangen können.

Ein Windrad kann die Luftbewegung in eine andere Energieform umsetzen, hier

mechanisch oder elektrisch, was dann wie gewünscht genutzt werden kann. Der Zusammenhang zwischen der Luftbewegung und der vom Windrad abgegebenen Energie ist kubisch. Beispielhaft zeigt das die von Enercon veröffentlichte Grafik: Bei etwa 6 m/s (~22 km/h) kann das Windrad 400 kW bereitstellen, bei 12 m/s (~ 43 km/h) sind es jedoch schon 2.800 kW. [[ nach der Theorie müssten es sogar schon 3.200 kW sein (doppelte Windgeschwindigkeit hoch drei =  $2^3 = 8$ )].



Grafik Quelle: <https://www.enercon.de/produkte/ep-3/e-101/>

Erläuterung des Leistungskoeffizienten bzw. ...- ausbeute: Die Praxis zeigt, dass die Leistungsausbeute mit zunehmender Luftgeschwindigkeit sinkt. Fachlich sehr salopp ausgedrückt: Die Luft strömt zu schnell am Flügel vorbei, da sich die Luft(-pakete) vor dem Hindernis (des Flügels) stauen und den Weg blockieren. Macht aber nichts, die Luft kostet ja nichts.

Das Optimum des Leistungskoeffizienten liegt theoretisch bei 59,3%, nach dem Physiker, Albert Betz, 1920 (alles ohne weitere Verluste)

Umgekehrt leuchtet die Misere der Windausbeute schon eher ein: Bei böigen Winden, können die Flügel nach obigem Beispiel vielleicht 2.800 KW bereitstellen ( – in das Stromnetz drücken), weht der Wind nur halb so schnell, dann sinkt die verfügbare Leistung schnell auf 400 KW ab!.

Denke ich dabei zum Beispiel an den Strombedarf für ein Bearbeitungszentrum für Zylindermotoren, dann muss der Strom unbedingt gleichmäßig und in genügender Menge (Zeitdauer) kommen, sonst gibt es Schrott, somit hat der Mann im konventionellen Kraftwerk ziemlich was zu tun!

**Mit dem Suchbegriff „Windkraft“ oder auch „Windenergie“**

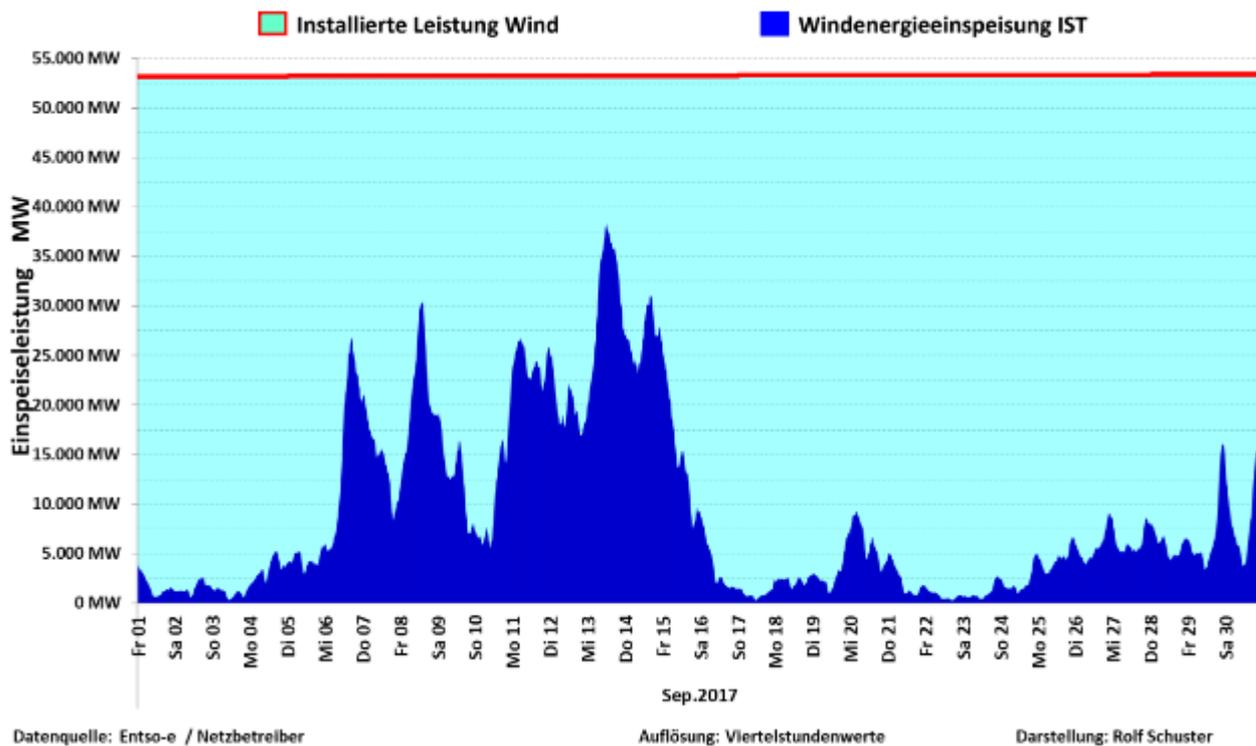
werden sehr viele Webseiten mit Informationen angezeigt: Wen es interessiert, hier einige wenige: [Hersteller Enercon](#), [de.Wikipedia](#) hat einen [längeren Beitrag](#), ein [Fan von Windenergie](#) bietet ebenfalls viel Informationen.

Lassen Sie sich jedoch nicht in die Irre führen, durch die vielen Fachbegriffe und die vielen positiven Darstellungen, was technisch alles erreicht wurde und wie toll das ist. Bestimmt ist das nicht falsch, es steckt viel Entwicklungsarbeit hinter einer modernen Windkraftanlage.

Denken Sie jedoch mal an die Autos und die Entwicklungen von verbrauchsarmen Motoren. Anfang der 70er Jahre war ich Student und fuhr einen kleinen Fiat 850. Der brauchte zwischen 5 und 6 L / 100km in der Stadt. Mit Freunden fuhren wir mal nach Paris, ich hinter deren 2CV (Ente). Mein Fiat brauchte bei der Fahrweise nur 4,2 l /100. Klar, das Autochen wog leer keine 700 kg. Dann überlegen Sie mal, was seitdem an Entwicklung in die Automotoren hineingesteckt wurde, damit die heutigen (schwereren und sicheren) Autos auch auf etwa den gleichen Spritverbrauch kommen. Liest man die Geschichte der ganzen Verbesserungen an Automotoren, kann man sich wundern, warum die heutigen Autos nicht noch weniger brauchen?

### Zurück zur Windkraft:

Die ganzen Entwicklungen können die Energiequelle: „Wie kräftig und dauerhaft bläst der Wind“ nicht beeinflussen. Das ist das, was ich als Grundübel der Stromerzeugung aus Wind bezeichne. Mir wurde auch schon mal gesagt: „Dann müssen wir kleinere Windräder bauen, die bewegen sich dann schon bei weniger Wind“ – „Klar – aber da ist eben auch wenig Energie vorhanden.“



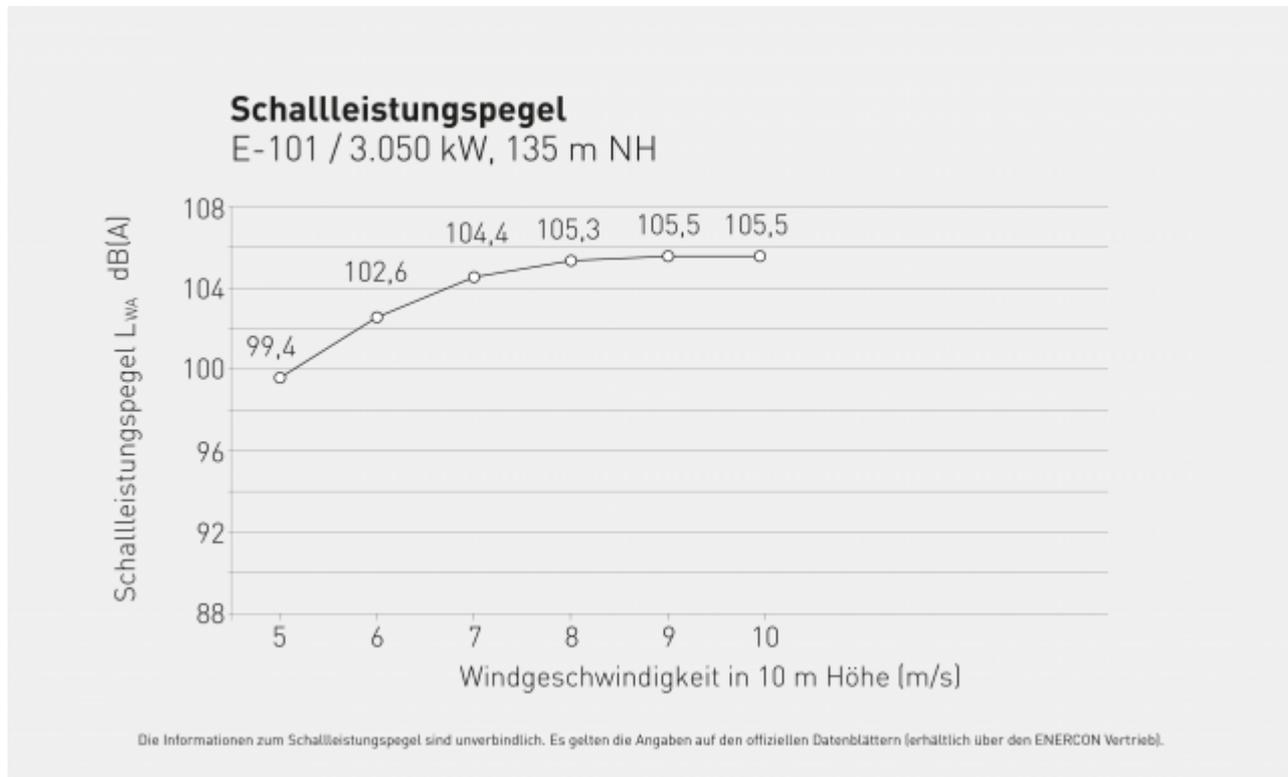
Rolf Schuster, Wind-Germany-2017-Sep

Hier dazu die Ihnen schon bekannte Grafik, deren gezeigte Windstrom-Energie-Einspeisung nicht die geringste Hoffnung auf eine zuverlässige Energie-Quelle aufkommen lässt.

Ein weiterer Gedanke ist, man könnte an der Umdrehung der Flügel eines Windrades auch die Windgeschwindigkeit bestimmen. Dann wären die Windkraftanlagen nichts als riesige Windmesstationen. Mental hilft mir so

eine Vorstellung.

\*\*\*



Grafik Quelle: <https://www.enercon.de/produkte/ep-3/e-101/>

Zum Abschluss noch obiges Diagramm von Enercon: Der Schalleistungspegel, d.h. wie laut ist es in 135 m Höhe NH (Nabenhöhe). Die 105 db(A) werden bereits bei rd. 8 m/s (29 km/h) (10m Höhe) erreicht. Ich denke, die Zahlen sprechen für sich, da hilft nur Abstand. Hier ein [Lautstärke Vergleich](#) .

Und hier die [Suchergebnisse zum Thema Infraschall auf Eike](#).

Zusammenstellung von Andreas Demmig

Update vom 11.04.2019, 14:00

Obige Zusammenhänge Windbewegung, abgebbare Leistung besser formuliert.

\*\*\*

Angeregt durch lobende Kommentare auf Eike und Gespräche im privaten Kreis, bin ich auf die Idee gekommen, wissenswerte Grundlagen zum Thema Energie und vor allem Strom zusammenzustellen Die Zielgruppe sind unsere Leser, deren fachliche Kompetenz auf anderen Gebieten als Physik und Elektrotechnik liegt. Ich bemühe mich daher, es in möglichst „normalen Worten“ und einfach darzustellen. Auch für mich ist es ein Ausflug in die Grundlagen der Elektrotechnik. Wollte nach meinem Studium der Energietechnik keiner mehr von mir wissen.

Weitere Themen, an die ich denke sind z.B.

- Wie wird Strom in großen Mengen produziert?
- Was hat es mit dem Sinus auf sich?
- Können wir Energie erzeugen?
- Warum Wechselstrom?
- Energieübertragung über große Entfernungen

Ich lasse mich aber gerne durch unsere Leser inspirieren.