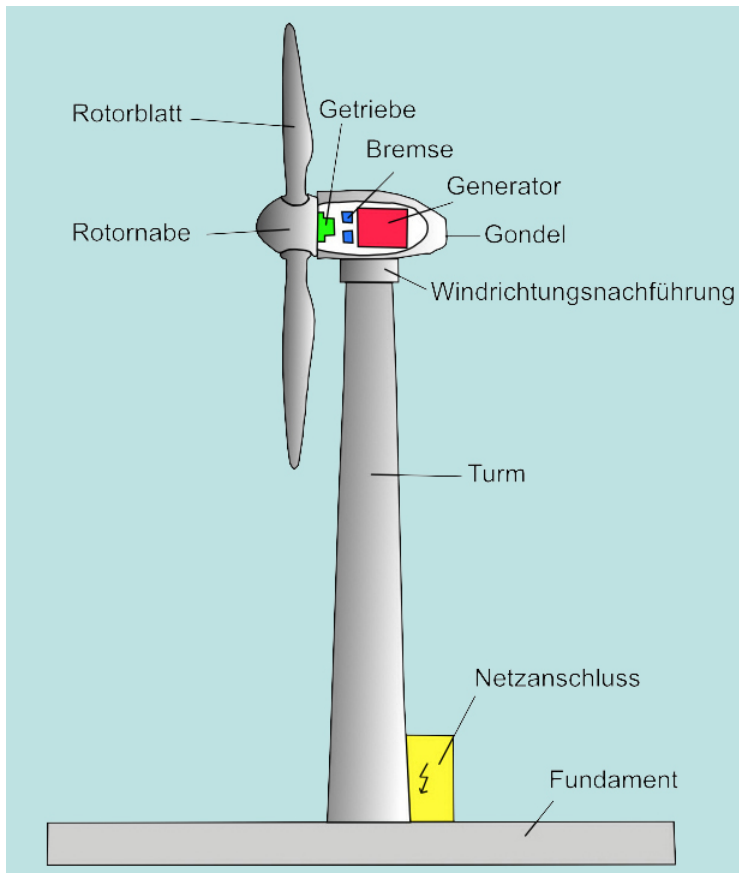


# WINDENERGIE



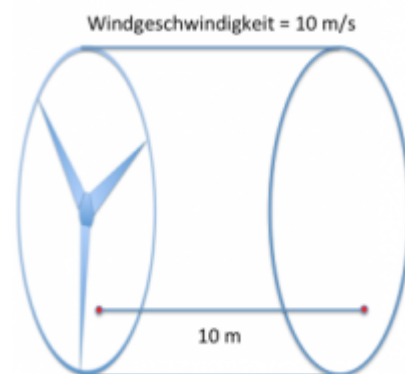
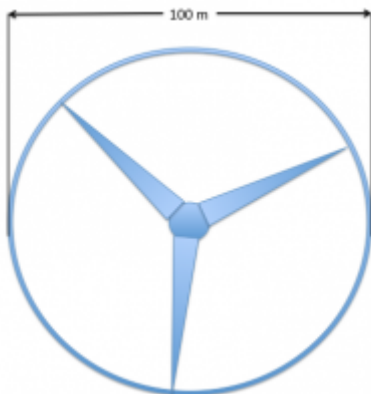
Man unterscheidet zwischen Onshore Windparks, die auf dem Festland zu finden sind und den Offshore Windparks, die auf See errichtet werden.

Wind entsteht durch regionale Luftdruckunterschiede, die sich natürlicherweise ausgleichen wollen. Je größer der Druckunterschied zwischen zwei Gebieten ist, desto stärker strömt der Wind und desto mehr Energie enthält er dementsprechend auch.

Die Luft strömt so lange vom Hochdruck- zum Tiefdruckgebiet, bis kein Unterschied mehr besteht. Für das Entstehen der Hochdruck- und Tiefdruckgebiete ist die Sonne verantwortlich, die Land-, Wasser- und Luftmassen unterschiedlich erwärmt.

Quelle: <https://prof.beuth-hochschule.de/fileadmin/prof/resnik/Diplomarbeiten/Pralat/Datenbank/3Grundlagen.htm>

Um herauszufinden, welches Potenzial ein Windkraftstandort hat, muss man zunächst die Windverhältnisse vor Ort genau untersuchen. Wie viele Stunden im Jahr weht der Wind mit welcher Windstärke? Mit zunehmender Höhe steigt die Windgeschwindigkeit und schwankt weniger. Es ist daher die Untersuchung nicht in Nähe des Erdbodens, sondern in der geplanten Nabenhöhe (die Nabenhöhe ist die Höhe der Rotornabe) der Anlage erforderlich.



Zur Bestimmung des Windpotenzials ist folgende Gleichung zu lösen:

Anmerkung:

$$P_{\text{Wind}} = \Delta E_{\text{kin}} / \Delta t \text{ für } \Delta t \rightarrow 0 \text{ gilt: } P_{\text{Wind}} = E_{\text{kin}}$$

Im Folgenden betrachten wir nur den (Luft-)Massenstrom, worunter man die zeitliche Änderung der Masse versteht:

$$P_{\text{Wind}} = \frac{1}{2} m v^2$$

und  $v$  dabei die Windgeschwindigkeit bezeichnet.

$$\text{Mit } m = \rho \cdot V \text{ folgt } \dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \dot{V} \cdot v^2$$

Für das Volumen  $V$  gilt  $V = A \cdot s$  folgt  $\dot{V} = A \cdot \dot{s}$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot \dot{s} \cdot v^2$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v \cdot v^2$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Berücksichtigt man die Rotorfläche vereinfacht als Kreisfläche  $A = r^2 \cdot \pi$ , so gilt:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot r^2 \cdot \pi \cdot v^3$$

### **BEISPIEL**

Die Dichte der Luft beträgt in etwa  $1,2 \text{ kg/m}^3$

Relevant für die Berechnung der Windleistung kann nur der Teil des Windes sein, der das Windrad auch antreiben kann. Das kann er nur, wenn er innerhalb des Rotorkreises (die von den drehenden Flügeln der Windkraftanlage überstrichene Fläche) das Windrad von vorne anströmt. Bei einem Rotordurchmesser von 100 m beträgt diese Rotorkreisfläche  $7.854 \text{ m}^2$ .

$$\dot{m} = 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot \rho \cdot \dot{V} \cdot 78540 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = 4712 \text{ kJ/s}$$

Im Jahr 2015 erreichten Windkraftanlagen in Deutschland durchschnittlich 1773

Vollbenutzungsstunden. Übertragen wir diese Auslastung auf unsere vorhergehende Rechnung, können wir abschätzen, dass der Wind eine Energiemenge von ca. 8.355.000 kWh im Jahr bereitstellt.

$$E_w = 30,08 \text{ TJ (das entspricht ca. 8.355.000 kWh)}$$

Der mechanische und elektrische Wandlungsprozess verursacht weitere Wirkungsgradverluste, so dass letztlich etwa 45 % der ursprünglich im Wind enthaltenen Energie als Strom in das öffentliche Netz eingespeist werden kann. Dies würde für unsere Berechnung bedeuten, dass insgesamt ca. 3.760.000 kWh für das Stromnetz zur Verfügung stehen.