

Einfluss von Temperatur, Druck und Feuchtigkeit auf die Windenergie Ertragsprognose

1) Standard für Windmessungen

Lufttemperatur und Luftdruck müssen bei Windmessungen gemessen werden, nach der Norm IEC 61400-121. Es wird empfohlen auch die Feuchtigkeit zu messen, bei höheren Lufttemperaturen.

2) Einfluss von Temperatur, Druck und Feuchtigkeit auf den Windenergie Ertrag:

Lufttemperatur, Luftdruck und die Luftfeuchtigkeit haben einen wesentlichen Einfluss auf das Windenergiepotential:

- Windenergie ist proportional zu der Luftdichte, gemäß des Betzschen Gesetz:

$$P_0 = 1/2 \rho \cdot A \cdot v^3$$

- Die Luftdichte ρ selber ist abhängig von Druck P und Temperatur T nach der Formel:

$$\rho = P / (R \cdot T)$$

ρ = Luftdichte in kg/m³; P = Luftdruck in hPa; T = Temperatur in Kelvin; R = Gaskonstante

Zusammenfassung:

In der Praxis können die gewöhnlichen Schwankungen der Lufttemperatur und des Luftdrucks schnell zu einer 10% Abweichung des Windenergieertrags bewirken.

3) Einfluss Temperatur

Ein 10°C Temperaturunterschied bewirkt eine ca. 4 prozentige Differenz in der Luftdichte und damit eine Abweichung des Windenergieertrags. Zwischen -10°C und +30°C entwickelt sich eine Abweichung von mehr als 15%. (Bitte sehen Sie dazu unsere Tabelle auf Seite 2)

4) Einfluss Luftdruck

Je nach Wetterlage schwankt der Luftdruck zwischen 980 und 1050 hPa, dies entspricht einer Spanne von +/- 4%.

Es ist ausgesprochen wichtig bei der Berechnung die Höhenlagen zu berücksichtigen. Der Luftdruck sinkt in Bodennähe um etwa 1hPa, je 8 Meter. Das bedeutet das in 800m Höhe der Luftdruck und damit auch die Windenergie um ca. 10% (100hPa aus 1013 hPa) niedriger ist.

5) Einfluss der Feuchtigkeit

Der Einfluss der Feuchtigkeit ist vor allem bei höheren Temperaturen bemerkbar.

Darstellung der Abhängigkeit zwischen Luftgewicht, Temperatur und Feuchtigkeit:

Luftdichte bei atmosphärischen Standarddruck

Temperatur Celsius	Temperatur Fahrenheit	Dichte, z.B. Masse der Luft pro kg/m ³	Max. Wassermenge pro kg/m ³
-20	-4	1,395	
-15	5	1,368	
-10	14	1,342	
-5	23	1,317	
0	32	1,292	0,005
5	41	1,269	0,007
10	50	1,247	0,009
15	59	1,225 *)	0,013
20	68	1,204	0,017
25	77	1,184	0,023
30	86	1,165	0,030
35	95	1,146	0,039
40	104	1,127	0,051

*) Die Dichte trockener Luft bei atmosphärischen Standarddruck auf Seehöhe von 15° C , wird als Standard genutzt von der Windindustrie.