

<https://www.silentwindgenerator.com/de/maritim/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Winddruck>

<https://www.e-genius.at/lernfelder/erneuerbare-energien/grundlagen-windenergie/leistung-einer-windkraftanlage>

<https://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/balken-biegung/209-biegung-berechnen>

### Windgenerator: (Biegung-Rohr) Windkraft mit projizierter Fläche ausgerechnet:

#### Allgemeine Formeln:

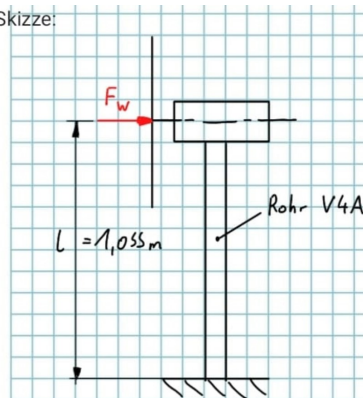
$$\sigma_b = M_b / W$$

$$W = \pi / 32 \times (D^4 - d^4) / D$$

$$M_b = F \times l$$

$$P = (\rho \times r^2 \times \pi \times v^3) / 2$$

Skizze:



$\sigma_b$ .....Biegespannung  
 $M_b$ .....Biegemoment  
 $W$ .....Widerstandsmoment  
 $F$ .....Windkraft  
 $l$ .....Hebelarm  
 $P$ .....Leistung des Windes  
 $\rho$ .....Dichte  
 $r$ .....Rotorradius  
 $v$ .....Windgeschwindigkeit

#### Formeln für Windkraft:

$$WD = c_p \times \rho / 2 \times v^2$$

$$c_p = 1 - (c/c_u)^2$$

$$w = A \times WD$$

$WD$ .....Winddruck [N/mm<sup>2</sup>]  
 $w$ .....Windlast [N]  
 $c_p$ .....Druckbeiwert [-]  
 $\rho$ .....Dichte [kg/m<sup>3</sup>]  
 $v$  &  $c$ .....Geschwindigkeit  
 $c_u$ .....Anströmgeschw. vor Kontakt mit Objekt

#### Angabe:

$$\rho := 1.204 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{bei } 20^\circ\text{C}$$

$$r := 0.6 \text{ m}$$

$$v_{max} := 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$l := 1055 \text{ mm}$$

$$c_u := 9.271 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c := 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$c$  = angenommen geschw. nach kontakt

$$D := 60 \text{ mm}$$

$$d := 54 \text{ mm}$$

Rechnung:

$$c_p := 1 - \left( \frac{c}{c_u} \right)^2 = 0.43$$

$$W_D := c_p \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v_{max}^2 = (8.385 \cdot 10^{-5}) \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{Ges.} := 79147.1776 \text{ } mm^2$$

AGes.....projizierte Fläche

$$w := W_D \cdot A_{Ges.} = 6.637 \text{ } N$$

w = Windkraft/last

$$M_b := w \cdot l = (7.002 \cdot 10^3) \text{ } N \cdot mm$$

$$W := \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(D^4 - d^4)}{D} = (1.459 \cdot 10^4) \text{ } mm^3$$

$$\sigma_b := \frac{M_b}{W} = 0.48 \frac{N}{mm^2}$$

Die Berechnung bezieht sich auf das Rohr. Der Windgenerator arbeitet in diesem zustand nicht und es wurde mit der projizierten Fläche gerechnet. (Windgenerator dreht sich nicht, Kraft ist größer wenn sich der Windgenerator nicht dreht)