

# Leistung einer Windkraftanlage

$$P = c_p \cdot \overset{\rho_{\text{ho}}}{\rho} \cdot A \cdot v^3$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3 \text{ Luftdichte}$$

$$A = \pi \cdot r^2, \quad r = 80 \text{ m}$$

$v$  = Windgeschwindigkeit

Rotorfläche

aus 20 Messungen  
bei dem Ergebnis

$c_p$  : Leistungsbeiwert

$$c_p = 0,4 \pm 0,02$$

$$\bar{v} = 12 \text{ m/s} \quad S_v = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vollständiges Messergebnis für  $P$  ist gefragt.

$$\Delta v = \frac{1}{120} \cdot t_{20,95} \cdot S_v \quad \text{Unsicherheit von } \bar{v}$$

$$\approx 0,2236 \cdot 2,09 \cdot 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \approx 0,187 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 0,836 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

In welchem Bereich liegen  
35% der  
die Einzelmesswerte der  
 $v$ -Messreihe?

$$v_i : 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \pm 0,836 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Fehlerfortpflanzung

$$\Delta P_{c_p} = \left| \frac{\partial P}{\partial c_p} \cdot \Delta c_p \right| = \frac{\rho}{2} A v^3 \cdot \Delta c_p = P \cdot \frac{\Delta c_p}{c_p}$$

$$\Delta P_v = \left| \frac{\partial P}{\partial v} \cdot \Delta v \right| = c_p \cdot \frac{\rho}{2} A \cdot 3 \cdot v^2 \cdot \Delta v = P \cdot 3 \cdot \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta P_{\text{Ges}} = \sqrt{\Delta P_{c_p}^2 + \Delta P_v^2} = P \cdot \sqrt{\left(\frac{0,02}{0,4}\right)^2 + \left(3 \cdot \frac{0,187}{12}\right)^2}$$

$$P = 0,4 \cdot \frac{1,2}{2} \cdot \pi \cdot 80^2 \cdot 12^3 \text{ W} \approx 8,34 \text{ MW}$$

$$\left( 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \right. \\ \left. = 1 \text{ W} \right)$$

$$\Delta P \approx 0,571 \text{ MW}$$

$$\frac{\Delta P}{P} \approx 7\%$$

$$\hat{P} = (8,34 \pm 0,571) \text{ MW}, \quad (1-d) = 95\%$$