

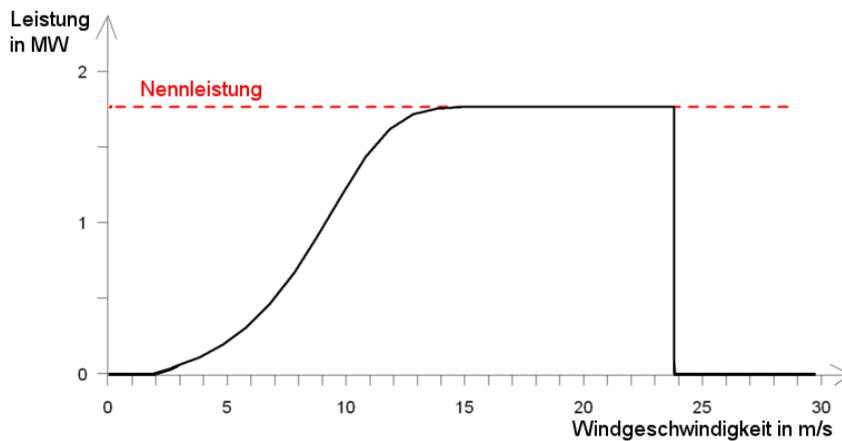
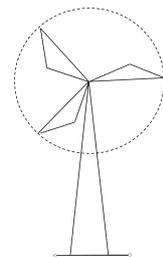
# Windkraftanlage

Aufgabennummer: A\_020

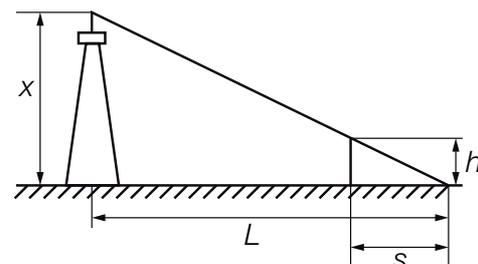
Technologieeinsatz:                      möglich                       erforderlich

Eine Windkraftanlage setzt Bewegungsenergie in elektrische Energie um. Ihre Nennleistung (= maximal mögliche Leistung) wird in Megawatt (MW) angegeben. Die tatsächlich erreichte Leistung hängt von den Windverhältnissen vor Ort ab und liegt im Jahresschnitt zwischen 20 % und 40 % der Nennleistung.

- a) Eine Windkraftanlage mit einer Nennleistung von 1,5 MW erreicht an einem bestimmten Standort im Jahresschnitt 28 % der Nennleistung.
  - Berechnen Sie, wie viel Energie in Megawattstunden (MWh) diese Anlage durchschnittlich pro Jahr (365 Tage) liefert (Energie ist Leistung mal Zeit).
  
- b) Bei voller Leistung schafft der Rotor 17 Umdrehungen pro Minute.
  - Berechnen Sie für diesen Fall die Geschwindigkeit, mit der sich ein Punkt am äußeren Ende eines 32 m langen Rotorblatts bewegt, in Kilometern pro Stunde (km/h).
  
- c) Der unten stehende Graph stellt die Leistung einer 1,75-MW-Windkraftanlage in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit dar.
  - Interpretieren Sie den Graphen dahingehend, wie sich die Windgeschwindigkeit auf die Leistung auswirkt.



- d) 2 Personen möchten die Turmhöhe  $x$  einer Windkraftanlage mithilfe ihrer Schattenlänge  $L$  bestimmen.
  - Argumentieren Sie, welche Strecken gemessen werden müssten, damit man die Höhe des Turmes mithilfe ähnlicher Dreiecke näherungsweise berechnen kann.
  - Erstellen Sie eine geeignete Gleichung.



*Hinweis zur Aufgabe:*  
 Lösungen müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben.

## Möglicher Lösungsweg

- a) 1 Jahr =  $24 \cdot 365 \text{ h} = 8\,760 \text{ h} \Rightarrow 28\%$  davon sind  $2\,452,8 \text{ h}$  Betriebszeit  
Energie pro Stunde:  $1,5 \text{ MW} \Rightarrow$  Energie pro Jahr:  $1,5 \cdot 2\,452,8 = 3\,679,2 \text{ MWh}$   
Die Anlage liefert durchschnittlich  $3\,680 \text{ MWh}$  pro Jahr.
- b) Kreisumfang außen:  $u = 2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot 32 \cdot \pi = 201,06 \text{ m}$   
17 Umdrehungen:  $17 \cdot 201,06 = 3\,418,05 \text{ m}$  in einer Minute  
Umrechnung:  $3\,418,05 \text{ m/min} = 3,41805 \text{ km/min} = 205,08 \text{ km/h}$   
Die äußeren Enden der Rotorblätter bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von ca.  $205 \text{ km/h}$ .
- c) Bis zu einer Windgeschwindigkeit von ca.  $2 \text{ m/s}$  ist die Leistung gleich null.  
Von ca.  $2 \text{ m/s}$  bis ca.  $11 \text{ m/s}$  nimmt die Leistung zu.  
Bei ca.  $14 \text{ m/s}$  wird die Nennleistung (= Höchstleistung) erreicht.  
Bis zu einer Windgeschwindigkeit von ca.  $24 \text{ m/s}$  bleibt nun die Leistung gleich.  
Nimmt die Windgeschwindigkeit weiter zu, dann schaltet die Anlage ab, und die Leistung fällt plötzlich auf null zurück.

*(Es sind auch andere Erklärungen zulässig, sofern sie sinngemäß richtig sind.)*

- d) Ähnliche Dreiecke:  
die Größe  $h$ , z. B. einer Person, und die Länge ihres Schattens  $s$  abmessen, die Schattenlänge des Turms  $L$  messen

eine Proportion aufstellen:  $x : h = L : s$  oder  $x : L = h : s$

Proportion auflösen  $\rightarrow$  gesuchte Gleichung:  $x \cdot s = h \cdot L$

*(Man kann auch die Proportion als Verhältnisgleichung gelten lassen.)*

## Klassifikation

Teil A       Teil B

Wesentlicher Bereich der Inhaltsdimension:

- a) 1 Zahlen und Maße
- b) 2 Algebra und Geometrie
- c) 3 Funktionale Zusammenhänge
- d) 2 Algebra und Geometrie

Nebeninhaltsdimension:

- a) —
- b) 1 Zahlen und Maße
- c) —
- d) —

Wesentlicher Bereich der Handlungsdimension:

- a) B Operieren und Technologieeinsatz
- b) B Operieren und Technologieeinsatz
- c) C Interpretieren und Dokumentieren
- d) A Modellieren und Transferieren

Nebenhandlungsdimension:

- a) —
- b) —
- c) —
- d) D Argumentieren und Kommunizieren

Schwierigkeitsgrad:

- a) mittel
- b) schwer
- c) mittel
- d) mittel

Punkteanzahl:

- a) 1
- b) 2
- c) 1
- d) 2

Thema: Umwelt

Quellen: —