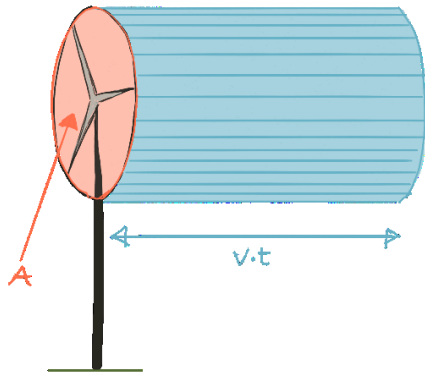




Herleitung der Masseformel für interessierte Schüler:



Grundidee:

Für eine sinnvolle Abschätzung der Masse stellen wir uns den Luftstrom als Zylinder vor, der mit der Geschwindigkeit v das Windrad durchdringt

Für die Dichte der kalten Luft nehmen wir als Mittelwert

$$\rho = 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ also gilt}$$

$$m = \rho \cdot V$$

Nun brauchen wir das Volumen des Luftzylinders

Quelle: http://ohne-heisse-luft.de/?page_id=347
Bild wird unter CC Commons Lizenz bereitgestellt

$V = \text{Grundfläche} \cdot \text{Höhe} = \text{Fläche des Windrads} \cdot \text{Länge des Schlauches} = A \cdot v \cdot t$, siehe Skizze.

Denn das Schlauchende bewegt sich ja näherungsweise mit $v \cdot t$ nach hinten weg.

$$m = A \cdot v \cdot t \cdot \rho$$

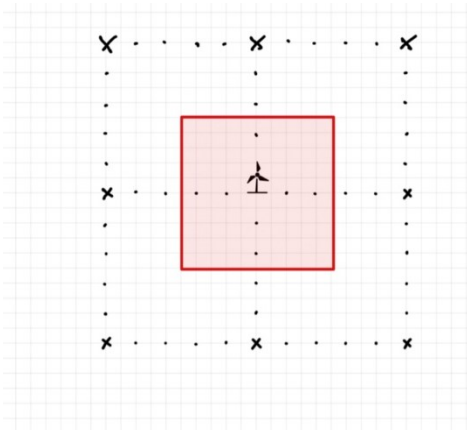
Nun nehmen wir unsere Werte $d=100\text{m}$ $t=1\text{h}=3600\text{s}$, $v=6,5\text{m/s} \Rightarrow A=7,8 \cdot 10^3\text{m}^2$,

$$m = 7,8 \cdot 10^3\text{m}^2 \cdot 6,5\text{m/s} \cdot 3600\text{s} \cdot 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,3 \cdot 10^8\text{kg} \text{ wie in der Aufgabe vorgeben}$$

Zur Erinnerung: Wir wollen nur Abschätzen. Natürlich ist die Windgeschwindigkeit vor dem Windrad größer als danach, wir wandeln ja ein Teil der Energie um, die Dichte der Luft hängt von der Höhe ab und der Schlauch ist in Wirklichkeit kein perfekter Zylinder, denn die Luft verwirbelt sich ja, aber die Formel reicht aus, um die Zusammenhänge zu verstehen und das ist uns hier wichtig.



Herleitung der Formel, dass 4 Windräder mit $d=100\text{m}$ auf 1km^2 passen.



Schnappt euch, zur besseren Vorstellung, einen Stift und ein kariertes Blatt. Zeichnet in die Mitte des Blattes ein Kreuz, welches ein Windrad darstellt, das modellhaft einen Rotordurchmesser von einem Zentimeter hat. Zeichne jetzt nach dem $5d$ -Abstand weitere Windräder ein. Jetzt könnt ihr erkennen, dass jedes Windrad die Fläche eines Quadrats mit Kantenlänge $5d$ belegt.

Ermittelt mithilfe eurer Skizze die Fläche für ein Windrad und gebt den Wert in km^2 an. Nun könnt ihr leicht berechnen, wie viele Windräder auf 1km^2 passen.