

Luftdruck (1)

Aufgabennummer: A_003

Technologieeinsatz:

möglich

erforderlich

Der Zusammenhang zwischen Luftdruck und Höhe lässt sich bei konstanter Temperatur näherungsweise mit der folgenden Funktion beschreiben:

$$p(h) = a \cdot e^{-\lambda \cdot h} \text{ mit } a, \lambda \in \mathbb{R}^+$$

h ... Höhe in Metern (m)

$p(h)$... Luftdruck in der Höhe h in Hektopascal (hPa)

Villach liegt 501 m über dem Meeresspiegel (ü. d. M.). Man misst dort einen durchschnittlichen Luftdruck von 962 hPa.

In der Nähe von Villach erhebt sich der Dobratsch auf eine Höhe von 2 167 m ü. d. M. mit einem durchschnittlichen Luftdruck von 790 hPa auf dem Gipfel.

Empfehlung:

Wählen Sie bei dieser Aufgabe das Koordinatensystem so, dass für Villach $h = 0$ m gilt.

- a) – Beschreiben Sie, was die angegebene Funktion über den Zusammenhang zwischen Luftdruck und Höhe aussagt.
– Beschreiben Sie die Bedeutung der Parameter a und λ im gegebenen Sachzusammenhang.
- b) – Ermitteln Sie aus den vorliegenden Messwerten von Villach und dem Dobratsch die Parameter a und λ .

Der Gipfel des Mount Everest liegt auf 8 850 m ü. d. M. Es herrscht dort im Durchschnitt ein Luftdruck von 326 hPa.

- Berechnen Sie, um wie viel hPa sich der durchschnittliche Luftdruck auf dem Gipfel des Mount Everest von dem Wert unterscheidet, der sich bei Verwendung der Funktion p ergibt.

- c) Ein anderes Rechenmodell beschreibt den Luftdruck in Abhängigkeit von der Höhe näherungsweise mit der folgenden quadratischen Funktion:

$$p_q(h) = 4,87 \cdot 10^{-6} \cdot h^2 - 0,11 \cdot h + 962$$

$h = 0$ m entspricht der Höhe von Villach (501 m ü. d. M.).

- Zeichnen Sie den Graphen der Funktion p_q für Höhen von 0 bis 20 000 m.
- Erklären Sie, warum diese Näherungsfunktion ab $h \approx 11\,300$ m nicht mehr gültig ist.

Hinweis zur Aufgabe:

Lösungen müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.

Möglicher Lösungsweg

- a) Der Druck nimmt mit der Höhe exponentiell ab. Das bedeutet, dass der Luftdruck mit jedem zusätzlichen Höhenmeter um den gleichen Prozentsatz abnimmt.

a ist der Druck, der bei $h = 0$ m herrscht.

Das negative Vorzeichen vor λ definiert eine Abnahme der Funktionswerte mit steigenden h -Werten.

Für $\lambda > 0$ ist $e^{-\lambda \cdot h}$ eine fallende Exponentialfunktion. Je größer λ ist, umso stärker fällt der Druck.

- b) Für die Annahme „Villach $h = 0$ m“ gilt:

$$\rho(0) = 962 \Rightarrow a = 962$$

Der Gipfel des Dobratsch liegt 1 666 m über Villach.

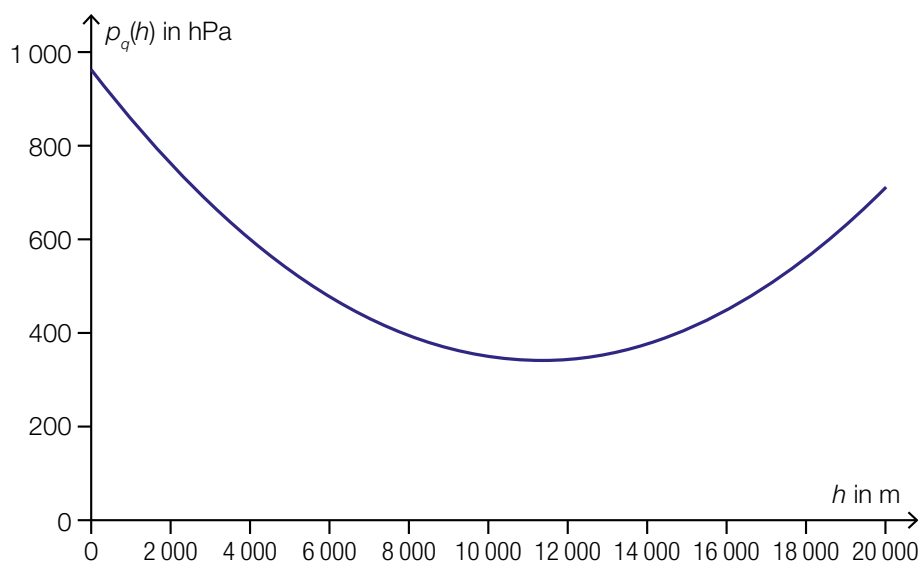
$$\rho(1\,666) = 790 \Rightarrow 962 \cdot e^{-\lambda \cdot 1\,666} = 790 \Rightarrow \lambda = 0,000118\dots$$

Der Gipfel des Mount Everest liegt 8 349 m über Villach.

$$\rho(8\,349) = 358,4\dots$$

Für den Mount Everest ergibt die Rechnung einen Druck von rund 358 hPa, die Abweichung vom tatsächlichen durchschnittlichen Luftdruck ist rund 32 hPa.

- c)



Die Näherungsfunktion eignet sich ab $h \approx 11\,300$ m nicht mehr, da sie ab dieser Stelle steigt. Das würde bedeuten, dass der Druck in sehr großen Höhen zunimmt, was nicht der Realität entspricht.

Klassifikation

Teil A Teil B

Wesentlicher Bereich der Inhaltsdimension:

- a) 3 Funktionale Zusammenhänge
- b) 3 Funktionale Zusammenhänge
- c) 3 Funktionale Zusammenhänge

Nebeninhaltsdimension:

- a) —
- b) —
- c) —

Wesentlicher Bereich der Handlungsdimension:

- a) C Interpretieren und Dokumentieren
- b) B Operieren und Technologieeinsatz
- c) B Operieren und Technologieeinsatz

Nebenhandlungsdimension:

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

Schwierigkeitsgrad:

- a) leicht
- b) mittel
- c) leicht

Punkteanzahl:

- a) 2
- b) 2
- c) 2

Thema: Physik

Quellen: —