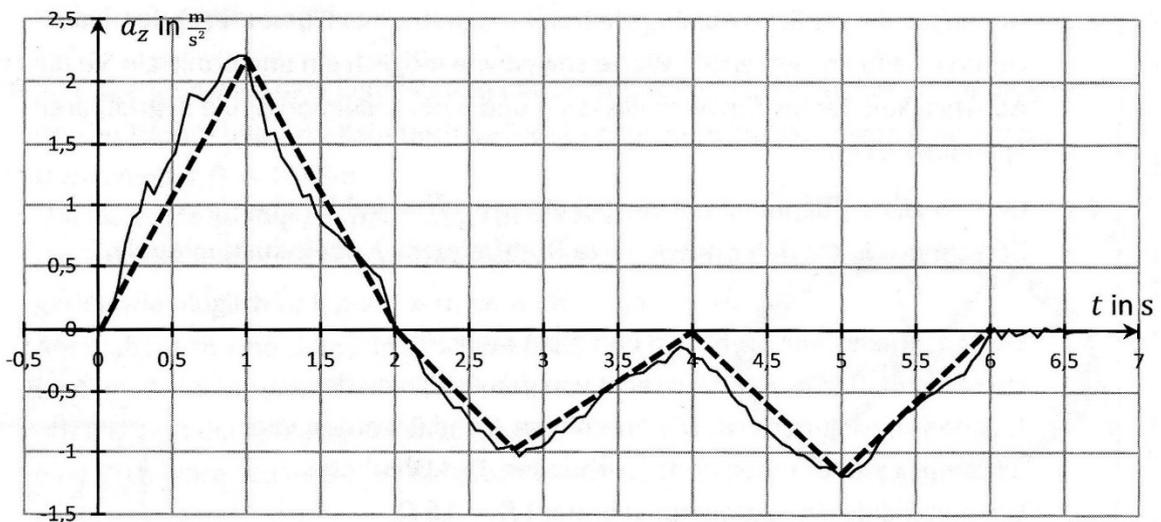


10.0 Auszug aus der Abschlussprüfung (AP) Physik aus dem Jahr 2019:

- 1.0** Ein Smartphone wird dazu benutzt, um die Beschleunigung zu messen, welche ein Fahrstuhl während seiner Fahrt von einer Etage direkt zu einer benachbarten Etage erfährt. Zur Beschreibung dieser Bewegung wird eine parallel zur Fahrstuhlfahrt verlaufende  $z$ -Achse festgelegt, die nach oben orientiert ist.
- Das folgende Diagramm zeigt die gemessene  $z$ -Koordinate  $a_z$  der Beschleunigung  $\vec{a}$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  als durchgezogene Linie. Die im Diagramm gestrichelt eingetragenen Geradenstücke geben in ihrem jeweiligen Zeitintervall den zeitlichen Verlauf von  $a_z$  näherungsweise wieder.
- Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  beginnt die Fahrt des Fahrstuhls aus der Ruhe heraus.
- Bearbeiten Sie die folgenden Teilaufgaben mithilfe des Diagramms.
- Für quantitative Auswertungen ist der aus gestrichelt eingezeichneten Geradenstücken bestehende Graph heranzuziehen.



- 1.1** Begründen Sie, ob der Fahrstuhl nach oben oder unten fährt.
- 1.2.0**  $v_z$  ist die  $z$ -Koordinate der Geschwindigkeit des Fahrstuhls.
- 1.2.1** Begründen Sie, dass  $v_z$  zum Zeitpunkt  $t_1 = 2,0$  s betragsmäßig am größten ist und ermitteln Sie näherungsweise  $v_z(t_1)$ .
- 1.2.2** Skizzieren Sie qualitativ das  $t$ - $v_z$ -Diagramm für  $0 \leq t \leq 2,0$  s.
- 1.2.3** Beschreiben Sie in Worten, wie sich  $v_z$  im Zeitintervall  $2,0$  s  $\leq t \leq 6,5$  s verändert.
- 1.3** Der Fahrstuhl hängt an einem Tragseil und hat samt Insassen die Masse  $m = 1,0$  t. Berechnen Sie den maximalen Betrag der Kraft, mit der das Tragseil während dieser Fahrt am Fahrstuhl zieht.

10.1 Fertigen Sie eine Textanalyse der Aufgabe an.

10.2 Lösen Sie die Aufgaben fachlich.

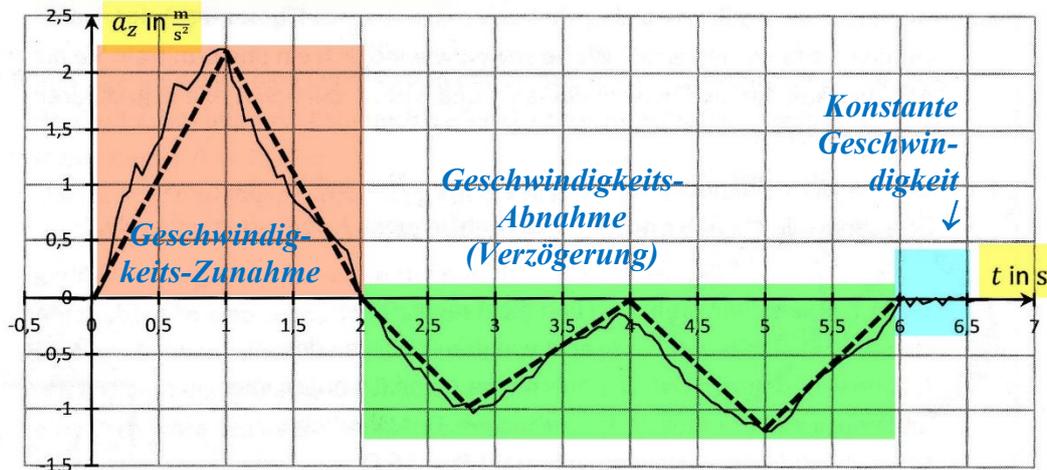


# Musterlösung zu 01-10

## Textanalyse

### 10.1 Fertigen Sie eine Textanalyse der Aufgabe an.

- 1.0** Ein Smartphone wird dazu benutzt, um die Beschleunigung zu messen, welche ein Fahrstuhl während seiner Fahrt von einer Etage direkt zu einer benachbarten Etage erfährt. Zur Beschreibung dieser Bewegung wird eine parallel zur Fahrstuhlfahrt verlaufende  $z$ -Achse festgelegt, die nach oben orientiert ist.
- Das folgende Diagramm zeigt die gemessene  $z$ -Koordinate  $a_z$  der Beschleunigung  $\vec{a}$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  als durchgezogene Linie. Die im Diagramm gestrichelt eingetragenen Geradenstücke geben in ihrem jeweiligen Zeitintervall den zeitlichen Verlauf von  $a_z$  näherungsweise wieder.
- Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  beginnt die Fahrt des Fahrstuhls aus der Ruhe heraus.
- Bearbeiten Sie die folgenden Teilaufgaben mithilfe des Diagramms.
- Für quantitative Auswertungen ist der aus gestrichelt eingezeichneten Geradenstücken bestehende Graph heranzuziehen.



- 1.1** Begründen Sie, ob der Fahrstuhl nach oben oder unten fährt.
- 1.2.0**  $v_z$  ist die  $z$ -Koordinate der Geschwindigkeit des Fahrstuhls.
- 1.2.1** Begründen Sie, dass  $v_z$  zum Zeitpunkt  $t_1 = 2,0$  s betragsmäßig am größten ist und ermitteln Sie näherungsweise  $v_z(t_1)$ .
- 1.2.2** Skizzieren Sie qualitativ das  $t$ - $v_z$ -Diagramm für  $0 \leq t \leq 2,0$  s.
- 1.2.3** Beschreiben Sie in Worten, wie sich  $v_z$  im Zeitintervall  $2,0$  s  $\leq t \leq 6,5$  s verändert.
- 1.3** Der Fahrstuhl hängt an einem Tragseil und hat samt Insassen die Masse  $m = 1,0$  t. Berechnen Sie den maximalen Betrag der Kraft, mit der das Tragseil während dieser Fahrt am Fahrstuhl zieht.

**z-Achse:**  
Bewegungs-  
richtung

**Gestrichelte**  
(begradigte) Kurve  
auswerten !

Sehen Sie sich  
bereits beim Lesen  
des Aufgabentextes  
dieses Diagramm  
genau an und analysieren  
Sie es. Das ist u.U.  
wichtig, um den  
weiteren Aufgabentext  
zu verstehen.  
Markieren Sie  
wichtige Stellen in  
dem Diagramm.  
Fertigen Sie Notizen  
direkt in das  
Diagramm ein.

**Operator:**  
Begründen

**Operator:**  
Begründen

**Skizze**  
(Keine Zeichnung!)

**Operator:**  
Beschreiben

**Vorgabewert !**

**maximale Kraft !**

# Fachliche Lösung

## 10.2 Lösen Sie die Aufgaben **fachlich**.

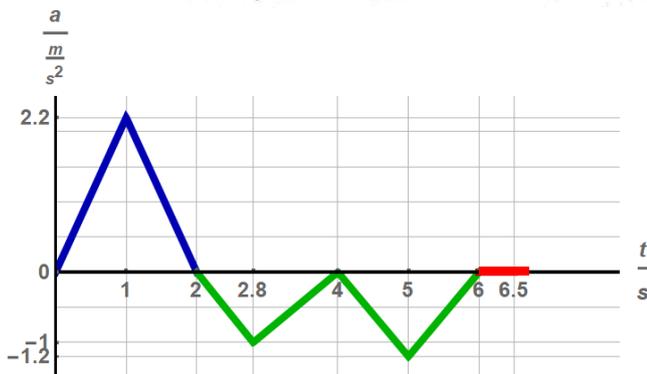
**1.0** Ein Smartphone wird dazu benutzt, um die Beschleunigung zu messen, welche ein Fahrstuhl während seiner Fahrt von einer Etage direkt zu einer benachbarten Etage erfährt. Zur Beschreibung dieser Bewegung wird eine parallel zur Fahrstuhlfahrt verlaufende z-Achse festgelegt, die nach oben orientiert ist.

Das folgende Diagramm zeigt die gemessene z-Koordinate  $a_z$  der Beschleunigung  $\vec{a}$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  als durchgezogene Linie. Die im Diagramm gestrichelt eingetragenen Geradenstücke geben in ihrem jeweiligen Zeitintervall den zeitlichen Verlauf von  $a_z$  näherungsweise wieder.

Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  beginnt die Fahrt des Fahrstuhls aus der Ruhe heraus.

Bearbeiten Sie die folgenden Teilaufgaben mithilfe des Diagramms.

Für quantitative Auswertungen ist der aus gestrichelt eingezeichneten Geradenstücken bestehende Graph heranzuziehen.



←Blau:  
Beschleunigung in positive  
Richtung (nach oben):

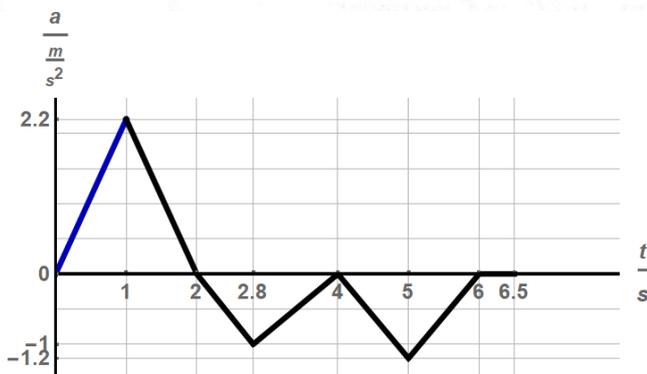
←Grün:  
Negative Beschleunigung  
(Verzögerung)

←Rot:  
Bewegung ohne Beschleunigung

**Abbildung und Text nicht gefragt**

Sehen Sie sich bereits beim Lesen des Aufgabentextes Diagramme in der Angabe an (siehe auch Randbemerkung auf der vorhergehenden Seite).

**1.1** Begründen Sie, ob der Fahrstuhl nach oben oder unten fährt.



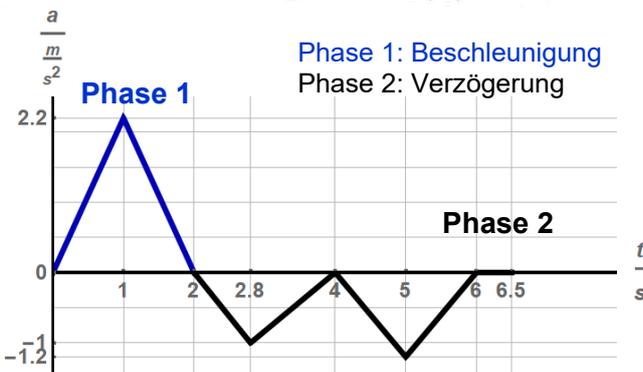
Die Beschleunigung zum Zeitpunkt  $t=0$  ist positiv und auf der z-Achse nach oben gerichtet. Der Aufzug bewegt sich daher nach oben.

←Abbildung links: Der Aufzug beginnt aus dem Stand heraus ( $t=0$ ) seine Bewegung mit einer zunehmendem positiven Beschleunigung nach oben

**Abbildung nicht gefragt**

**1.2.0**  $v_z$  ist die z-Koordinate der Geschwindigkeit des Fahrstuhls.

**1.2.1** Begründen Sie, dass  $v_z$  zum Zeitpunkt  $t_1 = 2,0$  s betragsmäßig am größten ist und ermitteln Sie näherungsweise  $v_z(t_1)$ .



Zwischen den Zeitpunkten  $t=0$  und  $t=2,0$  s ist die Beschleunigung positiv oder Null (**Phase 1:  $a_z \geq 0$** ). Danach ist die Beschleunigung negativ oder Null (**Phase 2:  $a_z \leq 0$** ). Eine Geschwindigkeitszunahme erfolgt also nur im Zeitraum zwischen  $t=0$  und  $t=2,0$  s, d.h. zum Zeitpunkt  $t=2,0$  s bewegt sich

**Abbildung nicht gefragt.**

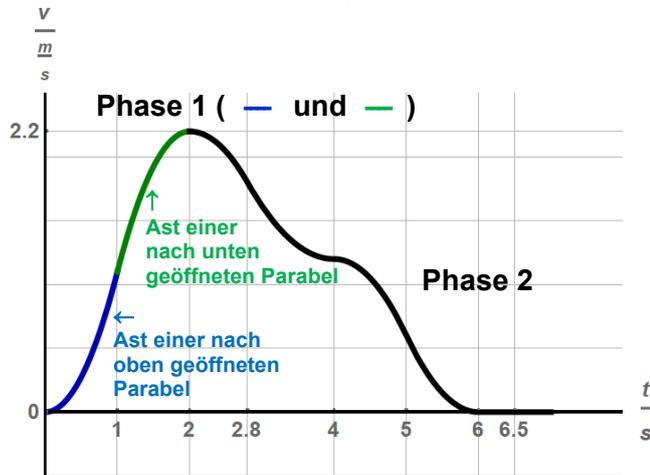
Achtung: Es ist nicht nach der maximalen Geschwindigkeit gefragt, sondern nach dem maximalen Geschwindigkeitsbetrag. Es muss also auch überprüft werden, ob sich der Aufzug in Phase 2 (Beschleunigung nach unten) nach einer gewissen Zeit nach unten bewegt und dabei eine betragsmäßig höhere (negative) Geschwindigkeit erreicht.

der Körper mit der maximalen (positiven) Geschwindigkeit. Die Fläche unter der  $a(t)$ -Kurve in **Phase 1** ergibt die zum Zeitpunkt  $t = 2,0$  s erreichte Geschwindigkeit  $v_1$  und beträgt

$$v_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \text{ s} \cdot 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{Dreiecksberechnung}).$$

Die Fläche unter der  $a(t)$ -Kurve in **Phase 2** ergibt die Geschwindigkeitsänderung  $v_2$  zwischen  $t=2,0\text{ s}$  und  $t=6,0\text{ s}$  mit  $v_2 = \frac{1}{2} \cdot 2,0\text{ s} \cdot (-1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) + \frac{1}{2} \cdot 2,0\text{ s} \cdot (-1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = -2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Die zum Zeitpunkt  $t=6,0\text{ s}$  erreichte Geschwindigkeit beträgt somit  $v_1 + v_2 = 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Der Aufzug erreicht seinen maximalen Geschwindigkeitsbetrag somit zum Zeitpunkt  $t=2,0\text{ s}$ .

1.2.2 Skizzieren Sie qualitativ das  $t$ - $v_z$ -Diagramm für  $0 \leq t \leq 2,0\text{ s}$ .

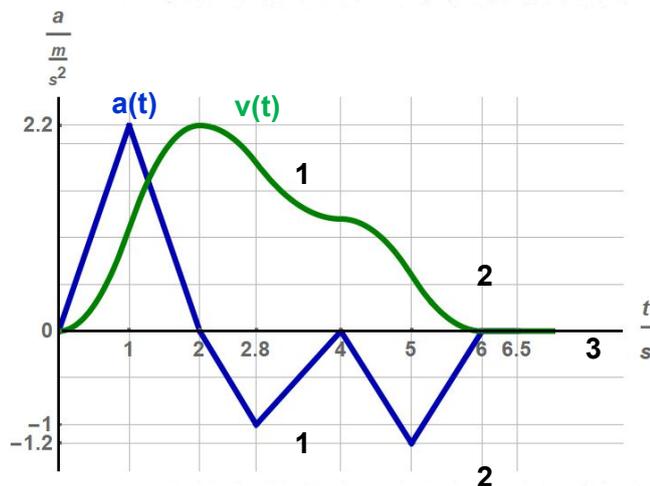


$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{v}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}$
0.	0
0.5	0.275
1.	1.1
1.5	1.925
2.	2.2

Nur der blaue und grüne Teil der Geschwindigkeitskurve  $v(t)$  zwischen  $t=0$  und  $t=2,0\text{ s}$  sind gefragt.

Auch wenn im Rahmen einer Skizze nicht unbedingt notwendig: Hier empfiehlt es sich, eine Wertetabelle anzulegen, um den parabelförmigen Verlauf der Kurve von  $v(t)$  zu erkennen.

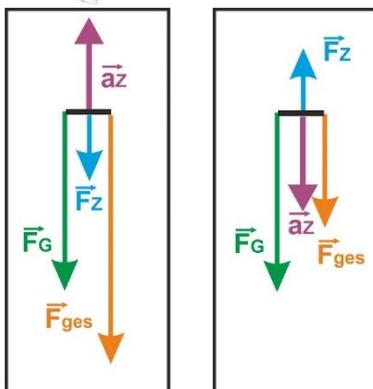
1.2.3 Beschreiben Sie in Worten, wie sich  $v_z$  im Zeitintervall  $2,0\text{ s} \leq t \leq 6,5\text{ s}$  verändert.



Zwischen  $t=2,0\text{ s}$  und  $t=4,0\text{ s}$  wird der Aufzug durch die Verzögerung langsamer. Zum Zeitpunkt  $t=4,0\text{ s}$  tritt kurz keine Verzögerung ein. Zwischen  $t=4,0\text{ s}$  und  $t=6,0\text{ s}$  wird der Aufzug erneut gebremst, bis er zum Stillstand kommt. Zwischen  $t=6,0$  und  $t=6,5\text{ s}$  bleibt der Aufzug stehen

Abbildung nicht gefragt

1.3 Der Fahrstuhl hängt an einem Tragseil und hat samt Insassen die Masse  $m = 1,0\text{ t}$ . Berechnen Sie den maximalen Betrag der Kraft, mit der das Tragseil während dieser Fahrt am Fahrstuhl zieht.



Die maximale Beschleunigung tritt auf, wenn der Aufzug maximal nach **oben** beschleunigt (siehe Kräfteplan ganz links). Das ist zum Zeitpunkt  $t=1,0\text{ s}$  mit  $a_z = 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  der Fall.

Der Betrag der resultierenden Gesamtkraft setzt sich dann zusammen aus

$$F_G = m \cdot g = 1000\text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9810\text{ N}$$

$$F_Z = m \cdot a_z = 1000\text{ kg} \cdot 2,20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2200\text{ N}$$

$$F_{\text{ges}} = F_Z + F_G = 12010\text{ N} = 12\text{ kN}$$

Diese maximale Kraft wirkt nach unten.

Kräftepläne nicht gefragt, aber u.U. sinnvoll