



Aufgaben Impuls

Europa-Gymnasium Würth



Physik 8 – Europa-Gymnasium Wörth am Rhein

1. Auflage, August 2015

Autoren: Karin Hammann, Dr. Holger Hauptmann, Martin Holländer, Dr. Erik Meinköhn, Dr. Christian Rupp, Marcus Rutz-Lewandowski

Layout und Redaktion: Dr. Holger Hauptmann, Marcus Rutz-Lewandowski

<http://physik.egwoerth.de> – physik@egwoerth.de

© 2015 bei den Autoren

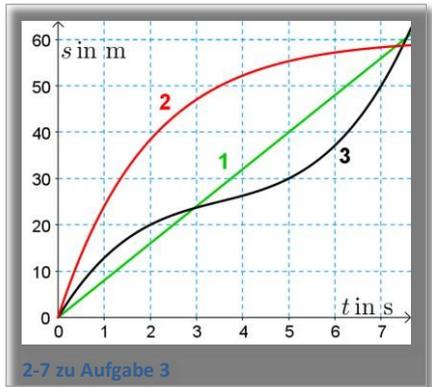
Teile mit freundlicher Genehmigung des Autors entnommen aus:

„Der Karlsruher Physikkurs“ von Prof. F. Herrmann

(www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/Material_KPK.html)

Aufgaben 2.1 Impuls und Geschwindigkeit

- Ein Fahrzeug fährt mit einer Geschwindigkeit von $20 \frac{m}{s}$.
 - Berechne, welche Strecke das Auto in 14 s zurücklegt.
 - Berechne, wie lange das Fahrzeug braucht, um eine Strecke von 1000 m zurückzulegen.
 - Zeichne das t - s -Diagramm.
- Welcher Körper hat mehr Wucht? Ordne die folgenden Körper nach der Größe ihres Impulses. Fange mit dem Körper mit dem kleinsten Impuls an: a) Fahrradfahrer mit Fahrrad bei einer Geschwindigkeit von $20 \frac{km}{h}$
 - straff geschlagener Tennisball
 - straff geschossener Fußball
 - straff geschmetterter Tischtennisball
 - Rennauto bei Höchstgeschwindigkeit
 - mit halber Kraft fahrender Supertanker
- Beschreibe die Bewegung der drei Fahrzeuge in Abbildung 2-7 mit Worten und berechne bei der ersten Bewegung die Geschwindigkeit.
- Ein Tennisball wiegt 58 g. Im Jahr 2012 wurde mit $263 \frac{km}{h}$ ein neuer Geschwindigkeitsrekord im Tennis erreicht. Berechne den Impuls des Balles.



Aufgaben 2.2 Eigenschaften des Impulses

1. Ein Fahrzeug, das eine Impulsmenge von 1 500 Hy enthält, stößt gegen vier ruhende Fahrzeuge. Alle Fahrzeuge sind gleich gebaut und hängen nach dem Stoß fest aneinander. Wie groß ist der Gesamtimpuls aller fünf Fahrzeuge nach dem Stoß? Wie viel Impuls steckt in jedem einzelnen?
2. Zwei zusammengekoppelte Wagen mit dem Gesamtimpuls 12 000 Hy stoßen gegen einen dritten, der sich zunächst nicht bewegt. Alle Wagen sind gleich gebaut und hängen nach dem Stoß zusammen. Wie viel Impuls enthält jeder Wagen vor dem Stoß? Wie viel Impuls enthält jeder Wagen nach dem Stoß?
3. Zwei gleich gebaute Gleiter laufen mit entgegengesetzt gleicher Geschwindigkeit aufeinander zu. Sie sind mit elastischen Federpuffern ausgerüstet. Der linke Gleiter enthält die Impulsmenge +5 Hy, der rechte enthält $\square 5$ Hy. Was passiert während des Zusammenstoßes mit dem Impuls der Gleiter?
4. Drei Fahrradfahrer fahren nach rechts. Sie haben die Geschwindigkeiten $v_1 = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_2 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_3 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. In welchem Fahrradfahrer steckt der meiste Impuls? ($m_1 = 80 \text{ kg}$, $m_2 = 90 \text{ kg}$, $m_3 = 90 \text{ kg}$). Was ändert sich, wenn die Fahrradfahrer nach links fahren?
5. Zwei Wagen mit zusammen 500 Hy rollen nach rechts und stoßen gegen einen dritten, der ihnen entgegenkommt. Der dritte hat -200 Hy. Alle drei Wagen sind gleich gebaut und hängen nach dem Stoß aneinander. Wie viel Impuls hat jeder Wagen nach dem Stoß? In welche Richtung bewegen sich die Wagen?
6. Ein Ball fliegt waagrecht gegen eine Wand und prallt ab, so dass er mit der entgegengesetzten Geschwindigkeit von der Wand wegfiegt. Sein Impuls war vor dem Aufprallen 1 Hy. Wie groß ist sein Impuls nach dem Aufprallen? Wie groß ist der Impulsunterschied zwischen vorher und nachher? Wo ist der fehlende Impuls des Balls geblieben?
7. Womit wirfst Du den Holzklotz am ehesten um, Abb. 2-10? Mit einer Gummikugel oder einer Stahlkugel? Beide Kugeln haben

gleiche Masse und Geschwindigkeit. ($m = 40 \text{ g}$, $v = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)
Begründe.

8. Ein voll beladener LKW fährt über eine Rampe auf die Rheinfähre in Neuburg und bremst ab. Leider wurde vergessen, die Fähre am Ufer zu vertäuen. Beschreibe, was passiert, und erläutere, welcher der obigen Fahrbahnversuche zu dieser Situation passt.
9. Zwei Inline-Skater stehen sich gegenüber und stoßen sich gegenseitig mit den Händen ab. Der rechte Skater wiegt 80 kg und fährt mit einer Geschwindigkeit von $0,6 \text{ m/s}$. Erkläre, wie sich der linke Skater bewegt, der nur 60 kg wiegt.



Aufgaben 2.3 Größen mit Richtung

1. Berechne die fehlenden Werte in der Tabelle und zeichne für die drei Autos die Geschwindigkeitspfeile und die Impulspfeile in einem geeigneten Maßstab.

	rot	schwarz	grün
p			50000 Hy
m	800 kg	1000 kg	1,5 t
v	50 m/s	210 km/h	

2. Bei einer Explosion fliegen drei Trümmerteile auseinander. Der Impuls von zwei der drei Teile ist in Abbildung 2-17 dargestellt. Bestimme den Impuls des dritten Teils.



Aufgaben 2.4 Wechselwirkung

1. Woher bekommt das Segelschiff seinen Impuls?
2. Erkläre mithilfe des Impulses, was beim Fahrradfahren geschieht,
 - a) wenn du im Leerlauf fährst.
 - b) wenn du bremst.
 - c) wenn du beim Losfahren in die Pedale trittst.
3. Eine Rakete die mit Druckluft und Wasser befüllt und gestartet wird ist ein beeindruckendes Schauspiel, Abb. 2-27. Erkläre, warum sie viel weiter fliegt als eine nur mit Druckluft gefüllte Rakete.
4. Jan springt vom Boot ins Wasser, Abb. 2-28. Erkläre mithilfe des Impulses was mit dem Boot passiert, wenn
 - a) der Anker nicht geworfen ist.
 - b) der Anker geworfen ist.
5. Paul sitzt mit einem Haufen Steine in einem Boot und hat die Ruder vergessen. Da fängt er an, die Steine nach hinten aus dem Boot zu werfen, Abb. 2-29. Erkläre mithilfe des Impulses, ob er das Boot so antreiben kann.
6. Erläutere, was das Fahrbahnexperiment aus Abbildung 2-30 mit dem Wechselwirkungsprinzip zu tun hat.



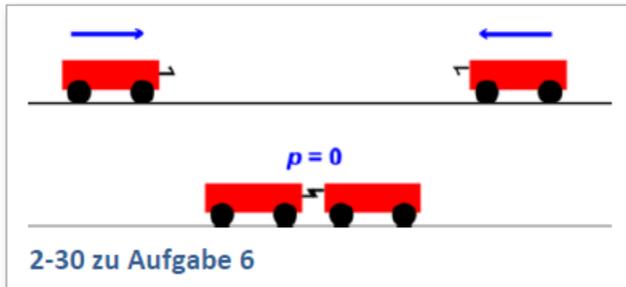
7. Erläutere was passiert, wenn man das Experiment aus Abbildung 2-23 mit Wagen unterschiedlicher Masse durchführt.



2-29 Paul beim Steinwerfen



2-28 zu Aufgabe 4



2-30 zu Aufgabe 6

Aufgaben 2.5 Fließgleichgewichte

1. Beschreibe die folgenden Fahrzustände eines Autos, indem du angibst, was mit dem Impuls geschieht.
 - a) Das Auto fährt an.
 - b) Das Auto rollt langsam im Leerlauf.
 - c) Das Auto bremst.
 - d) Das Auto fährt mit hoher, konstanter Geschwindigkeit.
2. Wir hatten früher einen Vorgang kennen gelernt, bei dem sich ein Körper mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, obwohl kein Fließgleichgewicht vorliegt. Warum blieb dort der Impuls konstant?
3. Ein Radrennfahrer möchte eine möglichst hohe Geschwindigkeit erreichen. Was würdest Du ihm raten? Begründe.
4. Carolin fährt Fahrrad.
 - a) Sie tritt in die Pedale und ab geht die Post, Carolin wird schneller und schneller. Ihr Impuls nimmt zu. Wie kommt der Impuls ins Fahrrad?
 - b) Carolins Tacho zeigt $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Carolin strampelt immer noch, die Tachoanzeige bleibt aber bei $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ stehen. Wie kann das sein?
 - c) Plötzlich ist die Ampel rot! Carolin bremst. Wie wird sie ihren Impuls wieder los?

Aufgaben 2.6 Druck und Zug

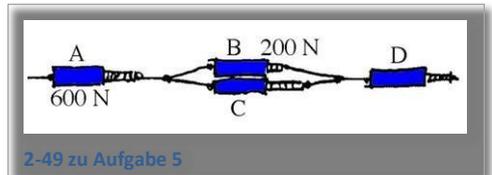
1. Seile sind zwar auf Zug, aber nicht auf Druck belastbar.
 - a) Findest du einen Impulsleiter, der zwar auf Druck, aber nicht auf Zug belastbar ist?
 - b) Findest Du weitere Materialien die sehr unterschiedlich auf Zug und Druck belastbar sind?
2. Lilly beschleunigt einen Wagen nach links, und zwar indem sie schiebt. Dabei herrscht in ihren Armen eine Druckspannung. In welche Richtung fließt der Impulsstrom in den Armen?
3. Ein Lastzug fährt mit konstanter, hoher Geschwindigkeit. Unter was für einer Spannung (Druck oder Zug) steht die Anhängerkupplung? Skizziere den Weg des Impulses.
4. Der Wagen in Abbildung 2-37 wird an der Stangenkonstruktion nach links gezogen. Skizziere den Weg des Impulses und erläutere, an welchen Stellen Zug-, Druck- und Biegespannung vorliegen.



Aufgaben 2.7 Impulsstromstärke

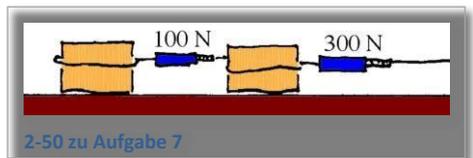
1. In einen sehr gut gelagerten Wagen fließt ein Impulsstrom konstanter Stärke hinein. In 10 Sekunden hat sich eine Impulsmenge von 200 Huygens angesammelt. Wie groß war die Stromstärke?
2. Beim Anfahren eines Lastzuges fließt durch die Anhängerkupplung ein Impulsstrom von 6000 N. Welchen Impuls hat der Anhänger nach 5 s? (Die Reibungsverluste des Anhängers seien vernachlässigbar.)
3. An einem Seil wird mit 40 N gezogen. Nach welcher Zeit sind 180 Hy Impuls durch das Seil geflossen?
4. Beim Anfahren eines LKW fließt durch die Anhängerkupplung ein Impulsstrom von 8000 N.
 - a) Welchen Impuls sollte der Anhänger nach 4 s haben?
 - b) Tatsächlich hat der Anhänger 25 000 Hy Impuls. Wie ist der Unterschied zu erklären?

5. Was zeigen die Kraftmesser C und D in Abbildung 2-49 an?



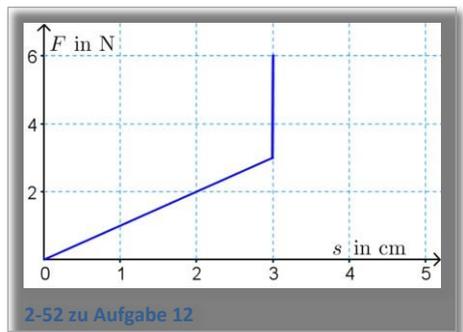
2-49 zu Aufgabe 5

6. Eine Person zieht mit 8 N an einem Seil. Was zeigen zwei Kraftmesser an, wenn er sie
 - a) hintereinander (in Reihe) bzw.
 - b) nebeneinander (parallel) in das Seil einbaut?
7. Die Kisten in Abbildung 2-50 werden mit konstanter Geschwindigkeit über den Boden gezogen. Wie stark ist der Impulsstrom, der von der linken Kiste in die Erde fließt? Wie stark ist der, der von der rechten Kiste in die Erde fließt?



2-50 zu Aufgabe 7

8. In ein Fahrzeug, dessen Reibung vernachlässigbar ist, fließt ein konstanter Impulsstrom von 40 N hinein. Stelle den Impuls als Funktion der Zeit graphisch dar.
9. Eine Feder habe eine Federkonstante von $D = 150 \text{ m}^{\text{N}}$. Um wie viel verlängert sie sich, wenn ein Impulsstrom von a) 12 N und b) 24 N durch sie hindurchfließt?
10. Eine Feder verlängert sich bei einem Impulsstrom von 20 N um 5 cm.
 - a) Wie groß ist die Federkonstante der Feder?
 - b) Wie stark verlängert sich die Feder bei 50 N?
 - c) Mit wieviel N muss man ziehen, um die Feder um 8 cm zu verlängern?
11. Für ein bestimmtes Seil wurde der in Abbildung 2-51 dargestellte s - F Zusammenhang gemessen.
 - a) Um wie viel verlängert sich das Seil, wenn ein Impulsstrom von 15 N hindurchfließt? Um wie viel verlängert es sich bei einer Stromstärke von 30 N?
 - b) Wie stark ist der Impulsstrom, wenn sich das Seil um 20 cm verlängert hat?
 - c) Was spürt man, wenn man das Seil mit den Händen auseinander zieht? Vergleiche mit einer Stahlfeder.
12. Wie könnte man eine Anordnung bauen, deren s - F Zusammenhang wie der in Abbildung 2-52 aussieht?
13. Zwei Federn werden aneinander gehängt und in ein Seil eingebaut, durch das ein Impulsstrom fließt. Die eine Feder verlängert sich viermal so stark wie die andere. Wie verhalten sich die Federkonstanten zueinander?



14. Weshalb verwendet man in Kraftmessern meist Stahlfedern? Gummibänder wären doch viel billiger? Wie würde die Skala bei einem Kraftmesser mit Gummiband aussehen?
15. Thomas führt die zwei Hunde Zeus und Apollo an Leinen spazieren. Durch einen Knall erschreckt zieht Zeus plötzlich mit 250 N nach Osten, gleichzeitig zieht Apollo ebenfalls mit 250 N nach Norden.
 - a) In welche Richtung schlägt es Thomas der Länge nach auf den Boden, falls er nicht aufgepasst hat?
 - b) Wie stark hätte ein einzelner Hund in diese Richtung ungefähr ziehen müssen, um den gleichen Effekt zu haben?
16. Erkläre, warum ein Messer eine möglichst scharfe Klinge haben sollte.
17. Wird man von einem Stein am Kopf getroffen ist es sehr schmerzhaft. Warum kann man bei einem gleich schnellen und schweren Fußball problemlos einen Kopfball machen?
18. Warum verwendet man beim Bungee-Springen keine Tauen, sondern elastische Gummiseile? Bei Tauen wäre es doch viel einfacher, die richtige Länge zu bestimmen!
19. Ein Auto soll abgeschleppt werden. Es ist mit einem Impulsstrom von 2000 N zu rechnen. Leider haben die Fahrer kein Abschleppseil dabei. Sie finden schließlich eine große Rolle Bindfaden. Dieser verträgt aber nur einen Impulsstrom von 100 N. Was schlägst du ihnen vor?

Aufgaben 2.8 Kraft und Newton'sche Gesetze

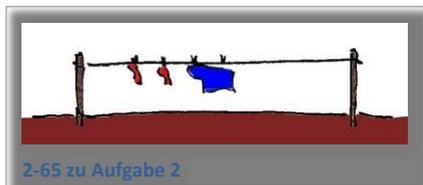
1. Übersetze in die Kraftsprache: Aus der Erde fließt ein Impulsstrom der Stärke 20 N in den Wagen.
2. Übersetze in die Impulsstromsprache: Auf den Ball wirkt eine Kraft von 70 N.
3. Ein Auto fährt mit Höchstgeschwindigkeit und Vollgas über die Autobahn. Beschreibe die Situation mit Impulsen und mit Kräften.
4. Klaus wirft einen schweren Stein aus dem ruhenden Boot in den See. Erkläre was passiert einmal mit Impulsen und einmal mit Kräften.



5. Erläutere drei Situationen, in denen sich ein Körper im Kräftegleichgewicht befindet.
6. Was ist der Unterschied zwischen den beiden gleich großen, entgegengerichteten Kräften im 3. Newton'schen Gesetz und den beiden gleich großen, entgegengerichteten Kräften beim Kräftegleichgewicht?
7. In Bussen und Bahnen sollte man sich als Passagier immer gut festhalten. Erkläre diese Vorsichtsmaßnahme mithilfe eines der drei Newton'schen Gesetze.
8. Petra und Claudia stehen sich auf Inline-Skates gegenüber, beide halten das Ende eines Seils in der Hand.
 - a) Petra und Claudia ziehen jeweils mit 30 N an ihrem Ende des Seils. Was zeigt ein Kraftmesser in der Mitte des Seils an?
 - b) Ist es möglich, dass Claudia schwächer zieht als Petra? Begründe mit Impulsströmen oder Kräften.

Aufgaben 2.9 Impulsstromkreise

1. In Abbildung 2-64 versucht ein Traktor einen Baum auszureißen. Skizziere den Weg des Impulsstroms.
2. Abbildung 2-65 zeigt eine gespannte Wäscheleine.
 - a) Skizziere den Weg des Impulsstroms.
 - b) Wo herrscht Zug-, wo herrscht Druckspannung?
 - c) Gibt es auch Stellen mit Biegespannung?
3. Beton ist ein häufig verwendeter Baustoff. Werden Metallstreben oder Metallgitter in den Beton eingegossen spricht man von Stahlbeton. Kannst du dir vorstellen warum man Stahlbeton verwendet?



Aufgaben 2.10 Das Schwerfeld

1. Die Schwerkraft zieht die Gegenstände auf der Erde nach unten. Vergleiche dein „unten“ mit dem „unten“ eines Australiers. Was bedeutet bei der Schwerkraft eigentlich „unten“?
2. Wie groß ist die Erdanziehung auf deinen Körper? Wie groß wäre die Anziehung auf dem Mond, auf der Sonne, auf einem Neutronenstern?
3. Welche Masse hat ein Körper mit einer Erdanziehung von 45 N? Wie groß wäre die Schwerkraft auf diesen Körper auf dem Merkur?
4. Eine 300 g schwere Tafel Schokolade wird auf der Erde an einen Kraftmesser gehängt.
 - a) Was zeigt der Kraftmesser an?
 - b) Wieviel Impuls fließt in 8 s durch das Schwerfeld in die Schokolade?
 - c) Wo kommt dieser Impuls her? Wo fließt der Impuls hin?
5. Um einen 100 kg schweren Gegenstand mit einem Seil nach oben zu ziehen, befestigst du eine Rolle an der Decke, über die du das Seil ziehst. Ist zur Befestigung der Rolle ein Dübel mit 1500 N Tragkraft ausreichend?
6. Ein Astronaut mit 80 kg wird durch die Schwerkraft mit etwa 300 N angezogen. Wo befindet er sich vermutlich? (Verwende Tabelle 2-71)
7. In der Tabelle 2-71 mit den Ortsfaktoren unterscheiden sich die Werte auf der Erde für die Pole, Mitteleuropa und den Äquator. Kannst du dir diese Unterschiede erklären? Was kann man über die Form der Erde schlussfolgern?
8. Abbildung 2-72 zeigt eine Lampe, die an vier Ketten hängt. Beschreibe die Situation mithilfe des Impulses und in der Kraftsprache.
9. Herr Müller stellt sich morgens auf seine Personenwaage. Angezeigt werden 75 kg.
 - a) Würde seine Waage auf dem Mond dasselbe anzeigen?
 - b) Die Waage zeigt zwar kg an, aber misst sie tatsächlich die Masse? Was misst sie eigentlich? Wie hat der Hersteller das Problem gelöst?

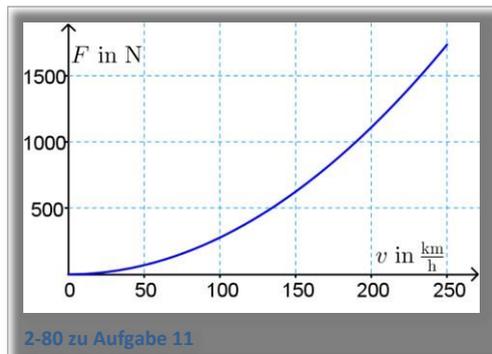
10. Ein 0,5 kg schwerer Gegenstand wird auf der Erde an zwei Kraftmessern aufgehängt.
- a) Was zeigen die Kraftmesser an, wenn man sie hintereinander hängt?
 - b) Was zeigen die Kraftmesser an, wenn man sie nebeneinander hängt?



Aufgaben 2.11 Fallbewegungen

1. Du lässt dich vom 3-m-Brett ins Wasser fallen. Der freie Fall dauert etwa 0,77 s. Mit welcher Geschwindigkeit und mit welchem Impuls erreichst du die Wasseroberfläche?
2. Im Fallturm der Universität Bremen machen Wissenschaftler in einer evakuierten Stahlröhre Experimente im freien Fall. Wie lange dauert ein Experiment, wenn die Kapsel mit 47 m/s den Boden erreicht?
3. Wie groß ist die Geschwindigkeit eines frei fallenden Körpers nach einer Fallzeit von 0,5 s auf der Erde, auf dem Mond und auf der Sonne?
4. Du wirfst einen Stein mit der Geschwindigkeit 8 m/s von einer Turmspitze nach unten. Welche Geschwindigkeit hat der Stein, wenn er 0,7 s später auf der Erde aufschlägt? (Die Reibung kannst du vernachlässigen.)
5. Ein Stein wird mit der Geschwindigkeit 15 m/s nach oben geworfen. Die Reibung ist vernachlässigbar.
 - a. Nach welcher Zeit erreicht er den höchsten Punkt seiner Flugkurve?
 - b. Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit landet er wieder auf der Erde?
6. Ein Stein wird mit einer Schleuder senkrecht oben geschossen. Nach 2 s trifft er wieder auf der Erde auf? Kannst du daraus berechnen, wie schnell der Stein beim Abschuss war?
7. Je schwerer ein Gegenstand, desto stärker wird er von der Erde angezogen. Deshalb sollte er im freien Fall auch schneller fallen. Nimm Stellung zu dieser Aussage.
8. Welche Grenzggeschwindigkeit erreicht ein 3 g schwerer Luftballon mit 15 cm Durchmesser, wenn man ihn auf der Erde fallen lässt? (Verwende Diagramm 2-77)
9. Erläutere: Warum muss ein Fallschirm umso größer sein, je schwerer der Springer ist?
10. Warum erreicht ein Fallschirmspringer, der in 8000 m Höhe aus einem Flugzeug springt, bis zum Öffnen des Schirms eine höhere Fallgeschwindigkeit als ein Springer, der nur bei 1000 m aus dem Flugzeug springt?

11. Im Diagramm in Abbildung 2-80 ist der Impulsverlust durch den Luftwiderstand für einen typischen PKW in Abhängigkeit von seiner Geschwindigkeit dargestellt.
- Welche Geschwindigkeit erreicht das Auto, wenn der Motor einen Impulsstrom von 1000 N aus der Erde in das Auto pumpen kann?
 - Welche Geschwindigkeit erreicht es, wenn der Motor nur „mit halber Kraft“ arbeitet?



Aufgaben 2.12 Schwerelosigkeit

1. Die ISS umrundet die Erde in einer Höhe von ca. 400 km. Wie jeder im Fernsehen beobachten kann, sind die Raumfahrer im Shuttle schwerelos. Die meisten Leute erklären das damit, dass sich die Raumfahrer außerhalb des Anziehungsbereiches der Erde befinden. Stimmt das?
2. Leider ist der Flug zur ISS zu teuer, und selbst der Vergnügungspark im Moment zu weit weg. Wie kannst du ohne weitere Hilfsmittel zumindest für kurze Zeit das Gefühl der Schwerelosigkeit erleben?
3. Recherchiere über Parabelflüge: Für welchen Zeitraum kann man dabei Schwerelosigkeit erzeugen?
4. Ein Astronaut in der Schwerelosigkeit hat in seinem Raumschiff zwei völlig gleich aussehende Gegenstände. Wie kann er herausfinden, welcher Gegenstand die größere Masse hat?
5. Ein Raumschiff befindet sich so weit vom Sonnensystem weg, dass praktisch kein Schwerfeld mehr vorhanden ist. Die Astronauten möchten wieder einmal ihre Schwere spüren. Was können sie tun, ohne zu einem Planeten oder einer Sonne zu fliegen?

Alle Abbildungen und Fotos sind selbst erstellt oder gemeinfrei oder mit freundlicher Genehmigung des Autors entnommen aus „Der Karlsruher Physikkurs“ von Prof. F. Herrmann (www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/Material_KPK.html).