



7. "actio = reactio" – das Wechselwirkungsgesetz

actio = reactio

128  Wir wissen schon, dass ein Körper, welcher eine Kraft erfährt, offenbar durch einen andern Körper, welcher die Kraft verursacht, beeinflusst wird. Durch den Begriff Kraft drücken wir (zumindest vorerst noch) die Wechselwirkung zwischen zwei Körpern aus. In unseren bisherigen Untersuchungen haben wir aber jeweils nur den einen Körper betrachtet, ohne zu fragen, was mit dem zweiten Körper, jenem der die Kraft verursacht, geschieht. Dies holen wir nun nach:

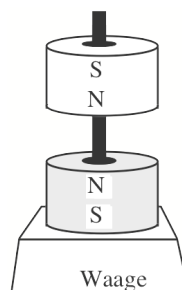
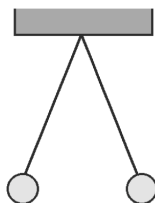
129  **Protokollieren** Sie in Ihrem Zusatzheft die Beispiele, die Ihnen im Unterricht vorgeführt werden und halten Sie im Kasten das **Gesetz** fest, das Sie (hoffentlich) in den Beispielen erkennen können.


130  Zeichnen Sie **sämtliche Kräfte** ein, welche auf die dargestellten Körper wirken.

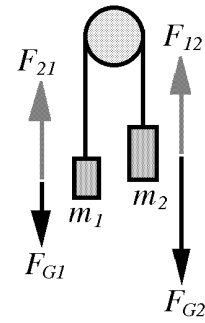
Ziele dieses Kapitels

1. Sie erkennen das Wechselwirkungsprinzip an verschiedenen Beispielen.
2. Sie können das Wechselwirkungsgesetz korrekt anwenden bei der Berechnung der Dynamik zweier Körper.

Wechselwirkungsgesetz actio = reactio



131  **Fall im Zeitlupentempo:** Dies ist ein experimenteller Test von $F_{Res} = m \cdot a$ an Hand der **Atwoodschen Fallmaschine**. Protokollieren Sie sorgfältig die Berechnung der Beschleunigung, welche die Massen erfahren, sobald m_1 nicht gleich gross ist wie m_2 . Wie gehen bei der Berechnung davon aus, dass die Reibung der Rolle vernachlässigt werden kann.



132? **Raketenantrieb:** Sie können jetzt verstehen wie der Raketenantrieb **prinzipiell** funktioniert. Erklären Sie.

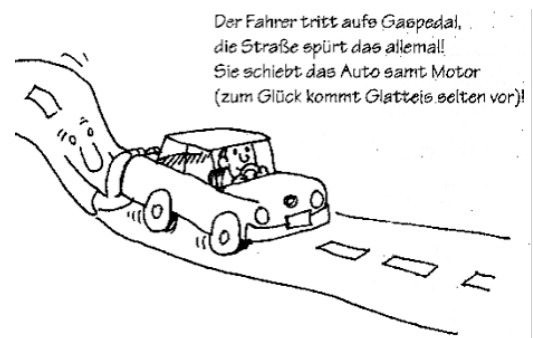
Was ist der Unterschied zwischen einem Raketenantrieb und einem **Düsentriebwerk**?

133? Eine schwere **Kiste** steht auf einer horizontalen Unterlage. Eine Person will diese Kiste wegschieben und stemmt sich "mit aller Kraft" gegen diese Kiste. Die Kiste bewegt sich aber nicht im Geringsten.

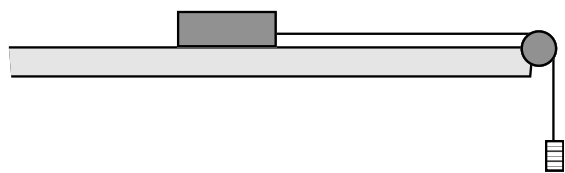
Stellen Sie die Situation in einer Skizze dar und zeichnen Sie darin mit einer Farbe alle Kräfte ein, die auf die Kiste und mit einer anderen Farbe alle Kräfte, die auf die Person einwirken.

134? Finden Sie die richtige Aussage: Die Tatsache, dass man auf horizontaler Unterlage **gehen** kann, ist eine Folge ..

- a) ... des Wechselwirkungsgesetzes aber nicht der Haftreibung.
- b) ... des Wechselwirkungsgesetzes und der Haftreibung.
- c) ... der Haftreibung aber nicht des Wechselwirkungsgesetzes.



135 R Auf einem Tisch liegt ein Holzklötz von 300 g, der durch eine Schnur mit einem Gewicht verbunden ist, das neben dem Tisch herunterhängt. Die Schnur wird bei der Tischkante über eine reibungsfreie Rolle geführt. Beträgt das angehängte Gewicht 1.7 N, so gleitet der Holzklötz mit konstanter Geschwindigkeit über den Tisch. Wird hingegen ein Gewicht von 2 N angehängt, so wird der Holzklötz beschleunigt. Bestimmen Sie den Betrag dieser **Beschleunigung**.



136 R Warum können zwei Kräfte, die ein **Kräftegleichgewicht** bewirken, keine Wechselwirkungskräfte sein?

137 R Damit sich ein Gegenstand aus der Ruhe in Bewegung setzt, muss eine Kraft in Bewegungsrichtung auf den Gegenstand wirken. Diese Kraft kann nur von einem **Wechselwirkungspartner** hervorgerufen werden. Welches ist der Wechselwirkungspartner, wenn sich eine **Auto**, ein **Schiff**, ein **Flugzeug** in Bewegung setzt?

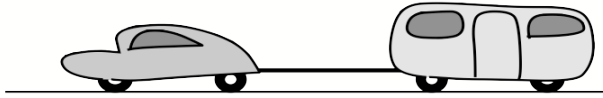
Eine **Rakete** kann auch im luftleeren Raum beschleunigen. Welches sind die Wechselwirkungspartner?



138 R Ebenso wie Münchhausen sich nicht an den eigenen Haaren aus dem Sumpf ziehen konnte, ist es auch nicht

möglich, **Globis Fluggerät** (siehe Titelbild des Heftes) zum Fliegen zu bringen. Begründen Sie!

- 139 R** Das abgebildete Gefährt ist am **Anfahren** auf trockener Strasse. Die Geschwindigkeit sei noch so klein, dass die Luftreibungskraft gegenüber der Rollreibungskraft vernachlässigt werden kann. Die Masse des Autos sei 800 kg und diejenige des Wohnwagens 2000 kg.



- Welche **Motorkraft** ist erforderlich, um mit 0.6 m/s^2 zu beschleunigen?
- Mit welcher Kraft zieht der **Wohnwagen am Auto**?

Die Newtonschen Axiome

- 140 i** Mit diesem Kapitel haben wir nun auch das dritte der von Newton entdeckten **Grundprinzipien** der Mechanik kennengelernt. Newton hat die drei Prinzipien (**Axiome**) lateinisch wie folgt ausgedrückt.

Lex I

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Lex II


Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Lex III

Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.

Ihre Sprachkenntnisse reichen wohl aus, um die drei, Ihnen ja vom Unterricht her bekannten, Prinzipien wenigstens wiederzuerkennen und zu benennen.

- 141 i** Neben der Formulierung der Axiome gehört die Erkenntnis des **Gravitationsgesetzes** ebenso zu Newtons grosser Leistung in der Entdeckung der Mechanik. Wir werden und im nächsten Kapitel dem Gravitationsgesetz zuwenden. Hinweise auf weitere wichtige Arbeiten Newtons entnehmen Sie den biografischen Daten rechts.

- 142**  Halten Sie unter dieser Nummer die **Ergänzungen** fest, die wir im Unterricht zu diesem Kapitel (vielleicht) gemacht haben.

- Wir haben keine Ergänzungen gemacht.
- Ja, wir haben Ergänzungen vorgenommen, nämlich:

Sir Isaac Newton

(Siehe auch Seite 6 dieses Skripts.)

1642 24. 12. (nach Julianischem Kalender) N. kommt in Woolsthorpe auf die Welt

Ab **1661** Besuch der Universität Cambridge

1665–67 wegen der Pestepidemie in England bleibt N. auf dem elterlichen Hof. In dieser Zeit hat N. wichtige Ideen für spätere Arbeiten.

1668, 71 Untersuchungen zur Lichtbrechung und zum **Farbspektrum** des Sonnenlichtes: Das weisse Licht ist aus Lichtstrahlen verschiedener Farben zusammengesetzt. Konstruktion von Spiegelteleskopen (**Newton-Reflektor**)

1704 erste Veröffentlichungen der **Optics**

1669 N. wird Nachfolger seines Mathematikprofessors in Cambridge. Erforschung unendlicher Reihen, Grenzwertbetrachtungen und Entwicklung der **Infinitesimalrechnung** (Integral- und Differentialrechnung). Die heutige Schreibweise stammt allerdings von *Leibniz* (1664 - 1716), der diese Rechenmethode zur gleichen Zeit entwickelte.

Legende: Beim Betrachten des senkrechten Falls eines Apfels soll Newton jene Erleuchtung gehabt haben, die ihm die Formulierung des **Gravitationsgesetzes** ermöglichte.

1682–86 Entstehung von Newtons Hauptwerk: **Pilosophiae naturalis principia mathematica** (Mathematische Grundlagen der Naturwissenschaften). **Vereinheitlichung** von Himmelsmechanik und irdischer Mechanik. Berechnung der Planetenbahnen und der Gezeiten mit Hilfe des Gravitationsgesetzes.

1696 - 99 N. leitet erfolgreich die dringend notwendige Münzreform in England. Durch Königin Anna wird er geadelt und zum **Münzverwalter** befördert.

Weitere Arbeiten zu: Wärmelehre, Bau starker Linsen, Infinitesimalrechnung, erweiterte Ausgaben der "Prinzipien". Alchemistische Studien. Prioritätskämpfe mit *Hooke* und *Leibniz*.

Theologie: Nach der Anstrengung für sein Hauptwerk setzt sich N. mit theologischen Fragen auseinander (biblische Chronologie, Kirchenväter, Deutung der prophetischen Schriften: Buch Daniel, Apokalypse), denn "das naturwissenschaftliche Werk dient dazu, den Glauben an ein göttliches Wesen zu stärken." Physik ist "**Betrachtung Gottes aufgrund der sich vollziehenden Erscheinungen**".

1727 20. 3. gestorben in Kensington