

## *Beispiel für eine Didaktikklausur*

(Autor: Dr. Thomas Wilhelm)

### **Staatsexamen Physik (Unterrichtsfach) / Fachdidaktik**

(Einzelprüfungsnummer 44018/44019/44021/34010)

### **Prüfungstermin Herbst 2006, Thema Nr. 1**

## **Hooke'sches Gesetz**

#### **Aufgaben für alle:**

1. Zeigen Sie am Beispiel des Hooke'sches Gesetzes mögliche Darstellungsformen einer direkten Proportionalität auf.
2. Planen Sie eine Unterrichtseinheit zum Thema „Hooke'sches Gesetz“ unter Angabe von Zielen, Sozialformen, Experimenten und didaktischen Überlegungen. Begründen Sie Ihre methodischen Entscheidungen.
3. Nennen und erläutern Sie zwei Fehlvorstellungen zum Begriff „Kraft“.

#### **Zusatzaufgabe für „Didaktiken einer Fächergruppe der Hauptschule (34010)“:**

4. Beschreiben Sie, woran man die Wirkungen von Kräften erkennen kann. Erläutern Sie diese an Alltagsbeispielen.

#### **Lösungsvorschlag Teilaufgabe 1:**

Die Aufgabenstellung ist unpräzise formuliert. Im Folgenden wird dargelegt, dass es verschiedene Arten der Darstellung von Messwerten gibt (tabellarische Darstellung, graphische Darstellung), dass es drei Erkennungsmerkmale für direkte Proportionalität gibt (n-faches ergibt n-faches, Quotientengleichheit, Ursprungsgerade) und dass man eine direkte Proportionalität unterschiedlich formulieren kann, aber auch bildlich darstellen kann.

Bei einem Experiment sollte man sich immer überlegen, welches die unabhängige Größe ist, die man vorgibt, und welches die abhängige Größe ist, die sich einstellt. Beim Beispiel des Hooke'schen Gesetzes könnte man die Kraft  $F$  vorgeben, mit der man zieht; es stellt sich dann eine Auslenkung  $s$  ein und man erhält  $s \sim F$  oder  $s = k \cdot F$  mit  $k = \text{konstant}$ . Geschickter ist es, jeweils bis zu einer vorgegebenen Auslenkung  $s$  zu ziehen und zu schauen, welche Kraft  $F$  dazu nötig war. Da wir zeigen wollen, dass  $F \sim s$  oder  $F = D \cdot s$  mit  $D = \text{konstant}$ , wählen wir diese zweite Methode. Sinnvollerweise zieht man mit der Hand mit einem Kraftmesser. Stattdessen Gewichtsstücke anzuhängen, ist nicht sinnvoll, da dann zusätzliches Wissen über den Zusammenhang von Masse und Gewichtskraft nötig ist. Man sollte außerdem den Schülern deutlich machen, dass das Stativ am anderen Ende der Feder jeweils mit gleicher Kraft in die andere Richtung zieht. Die Messwerte werden zunächst tabellarisch dargestellt. Beispiel:

|           |   |      |     |     |     |     |     |
|-----------|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $s$ in cm | 0 | 5    | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  |
| $F$ in N  | 0 | 0,55 | 1,1 | 1,8 | 2,3 | 3,0 | 3,6 |

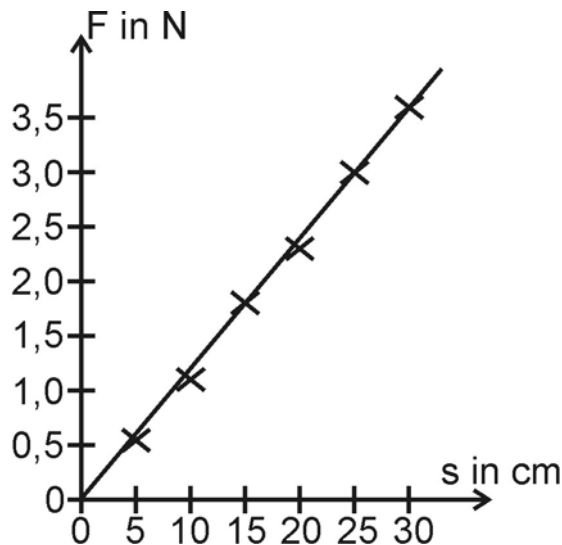
Als erstes fällt nun auf, dass für eine doppelte Auslenkung ca. die doppelte Kraft nötig ist und für eine dreifache Auslenkung ca. die dreifache Kraft. Allgemein ist für die  $n$ -fache Auslenkung die  $n$ -fache Kraft nötig. Damit ist bereits eindeutig festgelegt, dass es sich (innerhalb der Messgenauigkeit und innerhalb des gemessenen Bereiches) um eine direkte Proportionalität handelt.

Ein anderes Erkennungsmerkmal, das ebenfalls an der Tabelle gesehen werden kann, ist die Quotientengleichheit. Diesen Quotienten berechnet man sinnvollerweise in einer weiteren Zeile in der Tabelle. Im Beispiel:

|                                 |            |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
| $\frac{F}{s}$ in $\frac{N}{cm}$ | nicht def. | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
|---------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|

Im Rahmen der Messgenauigkeit erhalten wir hier stets den gleichen Wert. Dieser Wert bekommt einen eigenen Namen. Es ist die Federhärte  $D := \frac{F}{s}$ .

Schließlich kann man die Messwerte auch graphisch in einem Diagramm darstellen. Die  $x$ -Achse sollte dabei stets die unabhängige, eingestellte Größe darstellen, die  $y$ -Achse die abhängige Größe. Im Beispiel ergibt sich das folgende  $s$ - $F$ -Diagramm:



Hier wird das dritte Erkennungsmerkmal deutlich: die Ursprungsgerade. Ihre Geradengleichung ist:  $F = D \cdot s$  mit der Steigung  $D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{F}{s}$ . Wer  $s$  in Abhängigkeit von  $F$  gemessen hat und deshalb ein  $F$ - $s$ -Diagramm erhält, möchte nun natürlich nicht die Gleichung  $s = k \cdot F$  mit der Steigung  $k = \frac{s}{F}$  erhalten. Er wird nach Erkennen der direkten Proportionalität  $s \sim F$  dennoch die Gleichung  $F = D \cdot s$  einführen.

Die festgestellte direkte Proportionalität kann nun unterschiedlich formuliert werden. Eine qualitative Formulierung wie „Wenn ich eine Feder auslenke, dann geht es immer schwerer“ und eine halbquantitative Formulierung wie „Je weiter die Feder ausgelenkt werden soll, desto größer muss die ziehende Kraft sein“ sind nicht hinreichend, denn beides gilt auch bei einem quadratischen Zusammenhang  $F \sim s^2$  (oder  $s \sim F^2$ ). Dagegen ist die oben bereits erwähnte quantitativ-sprachliche Formulierung hinreichend: „Wenn eine Feder auf das n-fache ausgelenkt werden soll, ist dazu eine n-fache Kraft nötig.“ Kürzer und ohne Worte sind natürlich mathematische Formulierungen, wobei die folgenden gleichwertig sind:

$$F \sim s$$

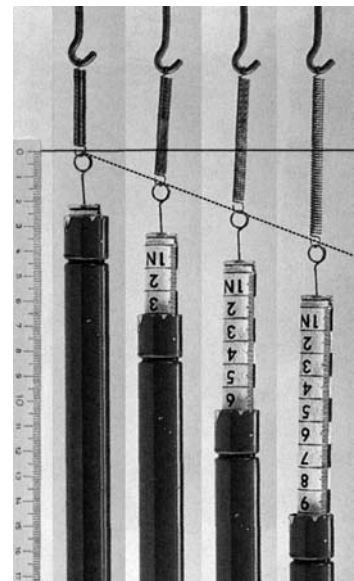
$$D = \frac{F}{s} = \text{konstant}$$

$$F = D \cdot s \text{ mit } D = \text{konstant}$$

Wie beim ohmschen Gesetz ist auch hier beim Hooke'schen Gesetz die Definition der Konstanten und das Gesetz klar zu unterscheiden. Die Definitionen heißen  $D := \frac{F}{s}$  bzw.  $R := \frac{U}{I}$ .

Die Gesetze heißen  $D = \text{konstant}$  bzw.  $R = \text{konstant}$ . Die Gleichung  $F = D \cdot s$  gilt auch für nicht-Hooke'schen Materialien wie Gummiringe;  $D$  ist dabei eine Funktion von  $F$  (oder  $s$ ) und nicht konstant.

Wäre die Masse und deren Gewichtskraft bereits bekannt, kann der Zusammenhang auch in einem Parallelexperiment bzw. einem Bild eines solchen dargestellt werden. Dazu hängt man an identische parallele Federn das Ein-, Zwei-, Drei- und Vierfache einer Ausgangsmasse. Da man aber nicht an mehreren Federn entsprechend ziehen kann, kann man es mit Federn nur als Fotomontage wie in der nebenstehenden Abbildung präsentieren.



### **Lösungsvorschlag Teilaufgabe 2:**

Vorkenntnisse: Das Thema „Hooke'sches Gesetz“ kann im ersten Jahr im Physikunterricht behandelt werden (bayerische Realschule: 7/I oder 8 II/III). Deshalb sollte der Unterricht lebendig und alltagsnah gestaltet werden und auf eine große Selbstbeteiligung der Schüler geachtet werden. Das Thema „Längenmessung“ geht dem Thema voraus und ist auch Voraussetzung. Außerdem wurde der Begriff „Kraft“ eingeführt und Kraftwirkungen betrachtet. Schließlich wurde die Kraftmessung behandelt, wozu die Gleichheit von Kräften, die Bestimmungsstücke einer Kraft, die Vielfachheit von Kräften, die Einheit von Kräften, ihre Darstellung durch Pfeile und Messgeräte für Kräfte gehören. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Schüler nach wie vor ihre Alltagsvorstellungen zum Begriff „Kraft“ haben und allenfalls

ansatzweise zusätzlich den physikalischen Kraftbegriff aufgebaut haben. Die Masse wird in dieser Jahrgangsstufe noch nicht behandelt. Das Hooke'sche Gesetz ist zwar im Lehrplan nicht vorgeschrieben, ist aber eine gute Anwendungsmöglichkeit der Kraftmessung und eine Vertiefung der Verformungswirkung von Kräften. Auch der eingeführte Kraftmesser lässt sich im Nachhinein dadurch vertieft verstehen.

Im Mathematikunterricht wurden bereits die Proportionalitäten behandelt und die Schüler haben damit bereits die Erkennungsmerkmale einer direkten Proportionalität kennen gelernt, die hier wiederholt werden.

Schließlich ist davon auszugehen, dass die Schüler in dieser Jahrgangsstufe bereits im Themenbereich Optik Erfahrungen mit Schülerübungen gemacht haben. Ein angemessenes Verhalten sollte trainiert sein, wie z.B. einer aus jeder Gruppe holt die Experimentiergeräte und räumt sie wieder weg.

Ziele: Das Grobziel der Unterrichtseinheit ist: „Die Schüler sollen das Hooke'sche Gesetz kennen lernen.“

Feinziele sind:

- Die Schüler sollen erkennen, dass in der Technik häufig Spiralfedern verwendet werden, da sich diese elastisch verformen.
- Praktische Fähigkeiten, wie Aufbauen eines Versuches, Messwerte aufnehmen und in eine Wertetabelle eintragen, sollen geübt werden.
- Die Schüler sollen erkennen, dass für eine n-fache Dehnung eine n-fache Kraft nötig ist und deshalb eine direkte Proportionalität vorliegt.
- Die Schüler sollen erkennen, dass der Quotient  $\frac{F}{s}$  bei jeder Feder konstant und für die Feder typisch ist.
- Die Schüler sollen eine Formulierung des Hooke'schen Gesetzes und dessen eingeschränkten Gültigkeitsbereich kennen lernen.
- Die Schüler sollen erkennen, dass der zugehörige Graph eine Ursprungshalbgerade ist.

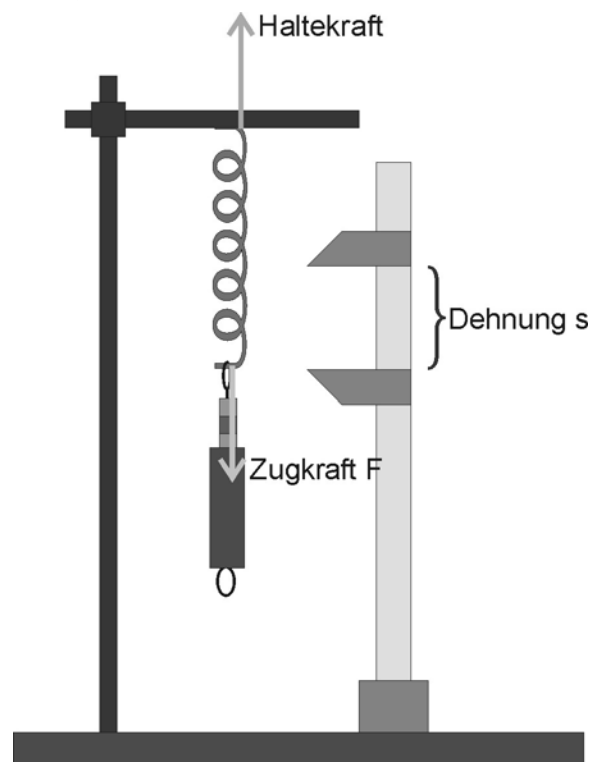
Sozialform: Als Sozialform eignet sich hier sehr gut das Schülerexperiment in kleinen Gruppen von ca. drei Schülern. Hier ist es sinnvoll, dass die Gruppen im Verfahren arbeitsteilig experimentieren, aber das Verfahren auf verschiedene Federn anwenden, so dass es sich um eine Übergangsform zum arbeitsteiligen Experimentieren handelt. Sollten die Schüler wenig Erfahrung mit Experimentieren haben, können auch gleiche Federn verwendet werden. Das erleichtert die Auswertung, da junge Schüler oft noch Probleme beim Notieren der Ergebnisse haben und so die Lehrkraft genügend Spielraum hat, die richtigen Ergebnisse bei der Auswertung zu verwenden. Es ist also damit zu rechnen, dass beim Experimentieren Fehler auftreten, z.B. bei der Messung der Dehnung, denn es darf nicht die Länge der ganzen Feder gemessen werden. Für die Schülerexperimente spricht, dass die Schüler das Thema mit allen Sinnen erfahren, dadurch die Motivation steigt und sich das Gelernte besser einprägt. Schließlich werden damit Teamfähigkeit und soziale Kompetenzen gefördert. Deshalb ist auch eine Dreiergruppe zu bevorzugen, in denen die Möglichkeit eines gedanklichen Austausches eher ge-

geben ist. Hier kommen Diskussionen leichter zustande als in einer Zweiergruppe, in der eher nur einer redet oder auch einer die ganze Arbeit macht. In Vierergruppen kann sich dagegen leichter einer ausklinken. Zu empfehlen ist, dass einer schreibt und zwei experimentieren.

Vor und nach der Experimentierphase steht jeweils der Klassenunterricht mit dem Lehrer-Schüler-Gespräch. Vor der Versuchsdurchführung ist es z.B. wichtig, den Schülern genaue Instruktionen zu geben (die zusätzlich noch auf einem Arbeitsblatt stehen sollten). Nach der Experimentierphase sollte die Auswertung auch gemeinsam im Klassenunterricht stattfinden.

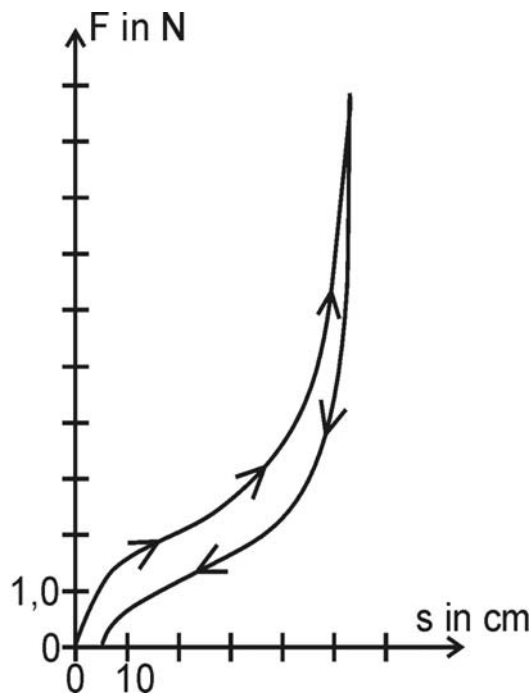
Experimente: Für den Grundaufbau des Experimentes brauchen die Schüler eine Tischklemme, eine lange Stativstange, eine Muffe, eine kurze Stativstange, einen Meterstab mit zwei Schieberreitern, einen passenden Tonnenfuß, einen Kraftmesser und natürlich eine Spiralfeder. Außerdem erhalten sie ein Arbeitsblatt mit einer auszufüllenden Wertetabelle.

Der Versuchsaufbau sieht folgendermaßen aus:

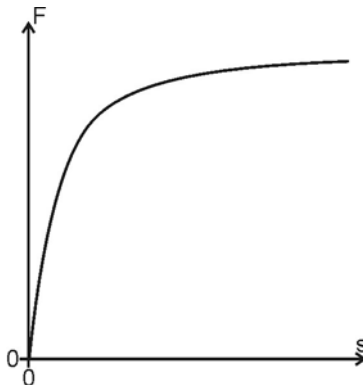


Dieses Grundexperiment kann variiert werden. Man kann verschiedene Federn oder Gummiringe ausmessen oder in Reihe oder parallel geschaltete Federn. Auch eine Überdehnung einer Feder ist möglich.

Ablauf der Unterrichtseinheit: Schüler sind keineswegs überrascht, wenn eine direkte Proportionalität festgestellt wird. Sie erwarten solche Zusammenhänge, obwohl diese in der Physik nur als Spezialfall auftreten. Deshalb ist es sinnvoll, in der Stunde vor der Unterrichtseinheit das Dehnungsverhalten eines Gummiringes zu untersuchen. Hier wird erst noch einmal wiederholt, was elastische und plastische Verformungen sind und verschiedene Beispiele betrachtet. Dann wird die plastische Verformung eines Gummibandes untersucht, wobei der Lehrer den Versuch durchführt und ein Schüler die Werte an der Tafel notiert. Es ergibt sich folgendes Diagramm:



Die Betrachtung verschiedener Gummis führt zu dem Merksatz: „Die Dehnung ist von Zugkraft, dem Material, der Länge und dem Querschnitt abhängig.“ Als Kontrast kann auch noch ein Diagramm von der plastischen Verformung eines Metalldrahtes gezeigt werden:



Zu Beginn der eigentlichen Unterrichtseinheit zeigt der Lehrer verschiedene Spiralfedern und Fotos, auf denen man sieht, wo diese in Alltag und Technik verwendet werden, und fragt nach der Besonderheit solcher Federn. Dass man sie meist auch stauchen kann, ist hier nicht so wichtig. Entscheidend ist ihr elastisches Verhalten, das nun untersucht werden soll. Der Lehrer gibt genaue Anweisungen und die Schüler führen die Messung mit verschiedenen Federn in den Gruppen durch. Der Lehrer übernimmt dann die Messwerte einer Gruppe auf die Tafel oder auf Folie. Er fragt, was den Schülern an den Messwerten auffällt und evtl. was bei doppelter oder dreifacher Dehnung festzustellen ist. Nachdem die Schüler dieses Merkmal erkannt haben, fragt er, wie man solche Zusammenhänge nennt. Es wird notiert: „Es gilt:  $F$  ist direkt proportional zu  $s$ :  $F \sim s$ “. Dann fragt der Lehrer, was immer gleich bleibt, wobei ein Hinweis auf die Proportionalität von gekaufter Wurstmenge und Kaufpreis hilfreich sein kann. Schließlich berechnen alle Schüler den Quotienten, der in jeder Gruppe ungefähr kon-

stant ist und deshalb als charakteristisch für die Feder bezeichnet wird. Hefteintrag: „Merke: Federhärte = Zugkraft : Dehnung,  $D = \frac{F}{s}$ “. Nun kann das Hooke'sche Gesetz gemeinsam formuliert werden und auf den Engländer Robert Hooke hingewiesen werden. Hefteintrag: „Das Gesetz von Hooke: Bei elastischen Körpern gilt bei nicht zu großer Belastung:  $D = \frac{F}{s} =$  konstant.“

Schließlich zeichnet noch jede Gruppe ein Diagramm, das jeweils als Halbgerade, die durch den Nullpunkt geht, erkannt wird.

Zur Vertiefung bieten sich nun verschiedene Möglichkeiten an: Man kann über die Elastizitätsgrenze reden und z.B. eine Kugelschreiberfeder bewusst überdehnen. Auch auf Messgenauigkeiten und geltende Ziffern kann eingegangen werden oder Rechenaufgaben bearbeitet werden.

### **Lösungsvorschlag Teilaufgabe 3:**

Die Schülervorstellungen können zwar von Schüler zu Schüler variieren, sie weisen aber gemeinsame Grundzüge auf, die es ermöglichen, verallgemeinerbare Aussagen zu machen, obwohl es Vorstellungen individueller Schüler sind. Die physikalischen Begriffe sind in den Schülervorstellungen wie in der Umgangssprache Sammelbegriffe, die vielfältige Bedeutungen haben können. Die konkret gemeinte Bedeutung eines Begriffs ergibt sich häufig erst an dem jeweiligen Kontext, in dem das Wort benutzt wird. So ist es auch beim Begriff „Kraft“. „Kraft“ ist dabei nur ein sprachliches Zeichen für den Clusterbegriff Energie/Kraft/Schwung/Wucht/Stärke/Gewalt usw.; es sind verschiedene Namen, die den gleichen Clusterbegriff beschreiben. Konkrete Fehlvorstellungen:

#### **1.) Sich bewegende Körper haben Kraft:**

Häufig wurde und wird bei Schülern die Vorstellung gefunden, dass ein sich in Bewegung befindender Körper eine Kraft besitzt, die man auch Wucht, Schwung oder innere Kraft nennen könnte. Man spürt diese Kraft, wenn man z.B. von einem sich bewegenden Körper getroffen wird, wie einem Fußball oder einem Auto. Man erkennt diese Kraft einmal in seiner Eigenbewegung (Durchsetzung gegen Bewegungswiderstände) und zum anderen in der Beeinflussung anderer Körper beim Stoß. Beim Stoß wird aber nur die Kraft sichtbar, die der Körper schon davor in sich hatte. Diese Kraft ist eine Eigenschaft des bewegten Körpers und abhängig von der Masse und der Geschwindigkeit des Körpers. Er hat die Kraft beim In-Bewegung-Setzen erhalten und kann sie bei Gelegenheit abgeben. Man spricht hier von der Kraft (bzw. Energie) *in* der Bewegung. Man könnte diesen Kraftbegriff annähernd mit dem physikalischen Begriff „Energie“ oder auch „Impuls“ beschreiben. Diese Kraft ist nach Schülervorstellungen proportional zur Gesamtwirkung bei einem Stoß, die z.B. an der Verformung eines Körpers zu sehen ist. Dabei spielt die Zeit der Einwirkung keine Rolle, sondern nur das Ergebnis. So hängt die Größe der Kraft z.B. auch von der erreichten Endgeschwindigkeit eines Beschleunigungsvorgangs ab, aber nicht vom Beschleunigungsvorgang selbst. Diese

Kraft kann beim Stoß auch von einem Körper auf einen anderen übertragen werden („Kraftübertragung“). Man kann also sagen, dass hier eine Vermischung mit den Begriffen „Energie“ oder „Impuls“ vorliegt und Erfahrungen mit Kraftstößen eine Rolle spielen.

### 2.) Für eine konstante Geschwindigkeit ist eine konstante Antriebskraft nötig:

Ebenso weit verbreitet ist die Vorstellung, dass für eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit der Einfluss einer von außen wirkenden, konstanten Kraft in Bewegungsrichtung nötig ist, die man mit Triebkraft, Bewegungskraft oder Antriebskraft bezeichnen könnte. Man spricht hier von der Kraft (bzw. Energie) *zum* Bewegen. Diese wirkende Kraft ist proportional zu der Geschwindigkeit des Körpers und eine Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit kommt von einer Zu- oder Abnahme der Kraft. Ist jedoch kein externer Beweger vorhanden, bewegt der Körper sich zwar noch weiter durch die innere Kraft, die er von der vorher wirkenden äußeren Kraft gespeichert hat, wird aber immer langsamer und kommt zum Stillstand, weil er die gespeicherte Antriebskraft verbraucht. Diese Vorstellung hängt sehr eng mit der erstgenannten Vorstellung „Sich bewegende Körper haben Kraft“ zusammen. Ohne Antriebskräfte befindet sich ein Körper also in Ruhe oder kommt zur Ruhe. Diese Vorstellungen entsprechen unseren Erfahrungen in einer Welt, in der es stets Reibung gibt, und ohne Antrieb jede Bewegung zur Ruhe kommt. Wirken mehrere Kräfte auf einen Körper gleichzeitig ein, bewegt er sich je nach Vorstellung in Richtung der resultierenden oder in Richtung der stärksten Kraft.

### 3.) Aktive Körper üben Kräfte aus, passive Körper leisten Widerstand:

Allgemein findet man bei Schülern die Tendenz, die Körper, die bei einem Vorgang beteiligt sind, in *aktive und passive Körper* einzuteilen. Nur den aktiven Körpern wird die Fähigkeit zugesprochen, eine Kraft auszuüben, während ein passiver Körper keine Kraft ausüben kann, sondern lediglich aktive Kräfte oder Bewegungen hemmen kann. In einer engeren Vorstellung zählen nur belebte Körper als aktive, in einer weiteren Vorstellung auch solche, die sich in Bewegung befinden oder sich wie eine Feder in einem Spannungszustand befinden. Schließlich gehören auch magnetische Körper oder eventuell bei Fallvorgängen schwere Körper durch ihre Gewichtseigenschaft dazu. Passive Körper sind dagegen solche, die sich nicht bewegen und sich in entspannten, stabilen Lagen befinden. Eng damit verbunden sind *Vorstellungen von Absichten und Zielen*. Aktive Kräfte dienen in Schülervorstellungen einem bestimmten Ziel, d.h. sie können mit einem bestimmten Ziel auf sich oder auf andere Körper einwirken. Passive Widerstände sind ohne Absicht nur Hemmnisse. Demnach sind Reibungskräfte immer nur Widerstände gegen Bewegungen, aber keine wirklichen Kräfte.

Beispielsweise wurden Schüler mit der Aussage konfrontiert, dass es beim Anfahren eines Autos die Straße ist, die die beschleunigende Kraft ausübt, was von den Schülern entschieden als völlig absurd abgelehnt wurde: Die Straße, die einfach nur so daliege (passiv, absichtslos), könne doch keine Kraft ausüben und kein Auto beschleunigen (aktiv, zielgerichtet). Ebenso gilt für die Schüler, dass ein Sprinter sich selbst durch seine eigene Kraft vom Startblock abstoßen kann, während der Startblock keine Kraft ausübt, sondern als Widerstand ein Wegrutschen des Fußes verhindert. Ein Tisch übt auf ein auf ihm liegendes Buch keine Kraft aus. Er verhindert lediglich als Hemmnis, dass das Buch auf den Boden fällt.



Bei diesen Aussagen merkt man schon, dass das 3. *newtonsche Axiom überhaupt nicht verstanden* wird. Die Formulierungen „*actio gleich reactio*“ bzw. „Kraft gleich Gegenkraft“ verleiten allerdings auch zu der beschriebenen Einteilung in eine aktive Ursache und in eine passive Wirkung. In der newtonschen Sichtweise sind jedoch beides völlig gleichberechtigte Kräfte. Das 3. Axiom wird von den Schülern meistens so verstanden, dass beide Kräfte am gleichen Körper angreifen. Die 'Gegenkraft' wird von einem Körper als passiver Widerstand gegen eine von außen einwirkende Kraft mobilisiert. Wirkt also auf einen ruhenden Körper eine äußere Kraft ein, bewirkt seine Gegenkraft, dass er sich nicht oder nur allmählich in Bewegung setzen lässt.

#### **Lösungsvorschlag Teilaufgabe 4:**

Wie die physikdidaktische Forschung gezeigt hat, ist es nicht sinnvoll, Kräfte über die Statik einzuführen, sondern geschickter, sie über die Dynamik einzuführen. Eine Definition könnte etwa lauten: „Jede Einwirkung auf einen Körper, die dessen Schnelligkeit oder Bewegungsrichtung ändert, heißt in der Physik Kraft“. Damit haben wir eine Gruppe von Wirkungen, die Bewegungsänderungen, in der Physik Beschleunigung genannt. Eine andere Gruppe von Wirkungen von Kräften sind vorübergehende oder dauerhafte Verformungen.

Es gibt drei Arten von Beschleunigungen: Schellerwerden, langsamerwerden und Richtungsänderung. Im Alltag ist das Schnellerwerden zu beobachten, wenn ein Fahrzeug anfährt oder ein Lebewesen losläuft. Ein Auto übt z.B. über die Räder eine Kraft auf die Straße nach hinten aus und die Straße auf das Auto eine Kraft nach vorne, so dass es schneller wird. Ein einfacheres Beispiel sieht man im Alltag, wenn man einen Körper fassen lässt; beim Fallen wird er schneller. Das Langsamerwerden ist im Alltag zu sehen, wenn ein Fahrzeug bremst. Wenn ein Autofahrer weder bremst noch Gas gibt, wird das Auto auch langsamer durch die Rollreibungskraft und insbesondere die Luftreibungskraft. Eine Richtungsänderung ist beim Kurvenfahren zu sehen, wobei die Straße durch die Reibung die nötige nach innen gerichtete Kraft auf das Auto ausübt. Fährt ein Kind im Karussell, übt das Karussell eine nach innen gerichtete Kraft auf das Kind aus. Und die Erde kann sich nur deshalb auf einer Ellipsenbahn um die Sonne bewegen, da ständig eine Gravitationskraft die Erde nach innen zieht.

Andere Wirkungen von Kräften sind zeitweilige Verformungen (elastische Verformungen) und dauerhafte Verformungen (plastische Verformungen). Federn als Beispiele für elastische Verformungen findet man in Fahrzeugen, Uhren, Spielzeugautos, Kugelschreibern, Sesseln usw. Eine Spiralfeder wird z.B. gestaucht oder gedehnt, wenn an beiden Enden zwei gegen- gleiche Kräfte auf die Feder einwirken. Einen Bogen spannt man, indem man mit zwei Händen auf beiden Seiten nach außen zieht. In gewissen Grenzen können Stahl, Glas, Holz, Gummi und einige Kunststoffe elastisch verformt werden. Überschreiten die Kräfte bestimmte Grenzen, dann kann sich der Körper dauerhaft verformen. Drückt man z.B. auf eine auf einem Tisch liegende Knetkugel, dann drückt ein stabiler Tisch auch entsprechend stark auf der anderen Seite auf die Knetkugel, so dass diese Kräfte die Knetkugel dauerhaft verformen.