Arbeitsblätter zur Mechanik

Helga Stadler

Die nachfolgenden Arbeitsblätter dienten Schülern und Schülerinnen einer fünften Klasse eines Realgymnasiums (34 Schüler) als Arbeitsgrundlage. Nach einer kurzen Einstimmung und einigen Erläuterungen wurden sie an die Schüler und Schülerinnen verteilt. Diese arbeiteten dann völlig selbständig an der Bearbeitung der einzelnen Punkte. Meine Arbeit als Lehrerin beschränkte sich auf Hilfestellungen, Zusatzerklärungen bei Unklarheiten (insofern sie die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt betrafen) und auf Fragen, die die Schüler - wenn die Arbeit einer Gruppe an einem Totpunkt angelangt war - zu weiterführenden Gedankengängen anregen sollten. Wesentlich ist bei dieser Art des Arbeitens, daß der Schüler bzw. die Schülerin genügend Zeit haben soll, eigene Lösungsvorschläge zu erarbeiten und sie auf ihre Validität zu überprüfen. Die Schüler arbeiteten in Gruppen zu dritt oder oder zu viert. Jeder Schüler mußte seine Arbeit protokollieren und dieses Protokoll am Ende einer Arbeitseinheit abgeben. Eine Einheit beansprucht etwa ein bis zwei Stunden.

Zu den Materialien:

Grafische Fahrpläne bekommt man evtl. über die ÖBB. Entsprechend vergrößert können auch die Fahrpläne aus Labudde, *Erlebniswelt Physik* verwendet werden. Die Fragestellungen müssen in jedem Fall entsprechend adaptiert werden. Information über grafische Fahrpläne enthält u.a. Laub, etc., *Lehrbuch der Mathematik*, Bd. 4

Blitzstartautos oder vergleichbare Autos erhält man imSpielzeughandel.

Die Anregungen zu den Experimenten stammen zum Teil von Helmuth Mayr, zum Teil sind sie der angegebenen Literatur entnommen.

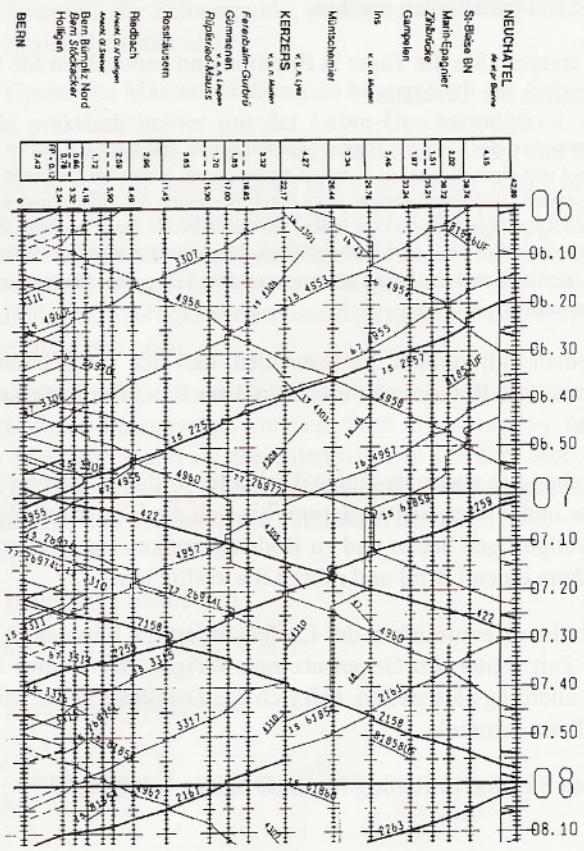
Arbeitsblatt "Der grafische Fahrplan"

Der grafische Fahrplan gehört noch immer zu den wichtigsten Informationsquellen der Fahrdienstleitung einer Eisenbahn.

- Was läßt sich aus diesem Fahrplan ablesen? Welche Strekken sind eingleisig, welche zweigleisig?
- Wähle Dir einen Zug aus und stelle einen "Kursfahrplan" auf!
- Was unterscheidet die Züge T 5655 und 50045?
- Welchen Zügen begegnet der Zug T 764? Was bedeutet der "Knick" in der Linie dieses Zuges?
- Welche der Züge sind schneller, welche langsamer?
- Welche Geschwindigkeit hat der Zug 166 im letzten Strekkenabschnitt? Welche der Zug T 5670 auf derselben Strecke? Bei den von Dir berechneten Geschwindigkeiten handelt es sich um Durchschnittsgeschwindigkeiten. Warum eigentlich?
- Wie müßten die Linien aussehen, wenn Du Beschleunigungen und Verzögerungen berücksichtigst?

Mag. Helga Stadler, BG/BRG 10, Laaerbergstr. 1, 1100 Wien und AG Physikdidaktik am Institut für Theor. Physik, Univ. Wien

- Der Bundespräsident fährt mit einem Sonderzug von Bludenz nach Bregenz. Er soll aus "politischen Gründen" etwa um 21.00 in Bregenz eintreffen. Welche Möglichkeit siehst Du als Fahrdienstleiter, diesen Zug einzuschieben?



(aus Labudde; Erlebniswelt Physik)

Arbeitsblatt "Der freie Fall"

Nimm eine Kugel und laß sie aus etwa 3 m Höhe fallen. Mit welcher Geschwindigkeit fällt sie auf?

- *Hinweis für den Lehrer:* Die Schüler dürfen Materialien, die sie für ihre Messung benötigen, frei wählen. Die Lösung der Frage erfolgt über die Beziehung: Endgeschwindigkeit = 2 mal mittlere Geschwindigkeit. Diese Lösung wird von Schülern, soferne man ihnen genügend Zeit zur Verfügung stellt, tatsächlich gefunden. Voraussetzung ist der Begriff der Geschwindigkeit, den die Schüler z.T. aus der Unterstufe mitbringen, vor allem aber aus ihrer Alltagserfahrung kennen. Die Bearbeitung dieses Arbeitsblattes dient zusammen mit dem Arbeitsblatt "Der grafische Fahrplan" als Einführung in die Kinematik, aber zugleich auch als eine erste Einführung in die Arbeitsweise der Physik. Der Schüler lernt bei seiner Arbeit u.a.:
- zwischen mittlerer und Momentngeschwindigkeit zu unterscheiden
- den Einfluß der Reaktionszeit abschätzen

- erkennen, daß eine Mindestzahl von Messungen für ein vernünftiges Ergebnis nötig ist
- die Relevanz der Massse für die Fallgeschwindigkeit erkennen
- den Einfluß des Luftwiderstands zu diskutieren
- die Bedeutung einer auf mathematischem Weg gefundenen Lösung abschätzen
- die historische Bedeutung der Leistung Galileis erkennen

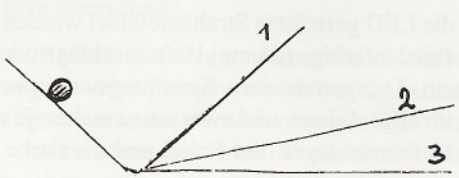
Arbeitsblatt "Der Blitzstart"

a) Berechne die Beschleunigung eines Blitzstartautos und vergleiche mit Dir bekannten Beschleunigungswerten.
Anleitung: Nimm an, daß es sich beim Startvorgang um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt.
b) Was geschieht, wenn Du das Auto mit einer zusätzlichen Masse belastest? Wie läßt sich dieses Verhalten erklären?
c) Führe analoge Berechnungen und Überlegungen mit einem Fahrrad durch.

Arbeitsblatt "Trägheitsprinzip"

Was geschieht, wenn .....

- Ein Pferd zieht einen Wagen. Das Pferd bleibt stehen. Der Wagen ....
- Ein Auto bewegt sich mit 130 km/h auf der Autobahn. Der Autofahrer hört auf, Gas zu gebe. Das Auto .....
- Eine Kugel rollt eine schiefe Ebene herab. Du nimmst an,, die Flächen seien völlig reibungsfrei. Was geschieht? Beschreibe den Weg der Kugel im Fall 1, 2 und 3.
- Die Voyagersonden bewegen sich seit vielen Jahren antriebslos durch das Weltall. Wie funktioniert das eigentlich? Wieso brauchen sie keinen Motor?
- Warum braucht der Mond eigentlich keinen Motor? Wirkt die Anziehungskraft der Erde auch bis zum Mond? Wenn ja, was bewirkt sie dann eigentlich?

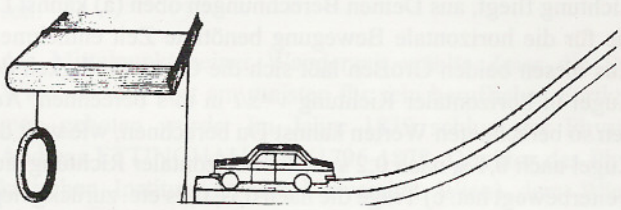


Hinweise für den Lehrer: Inhaltliche Voraussetzung für die Bearbeitung dieser beiden Blätter ist das Verständnis des Begriffs der Beschleunigung. Lehrziel ist in beiden Fällen der dynamische Kraftbegriff. In diesem Zusammenhang ist es auch angebracht, in derDiskussion nach der Bearbeitung Zentripetalkräfte als Ursache für Richtungsänderungen anzusprechen. Experimentell kann hier eine Analogie zwischen der Bewegung des Mondes um die Erde und der Ablenkung eines Wasserstrahls durch elektrische Kräfte bzw. eines fahrenden Wagens, in dem sich ein Stabmagnet befindet, durch einen weiteren Magneten hergestellt werden. Kräfte werden damit als Ursache von Geschwindigkeitsänderungen "sichtbar" gemacht.

Arbeitsblatt "Wurfbewegungen"

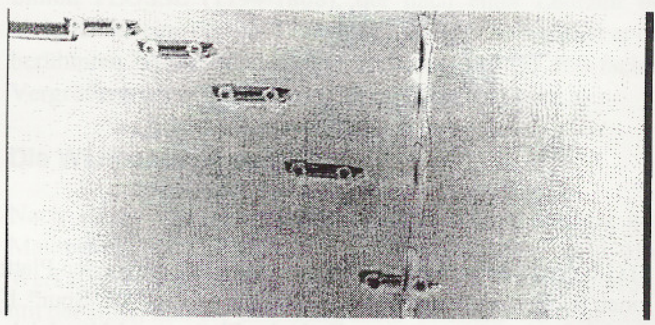
Hinweise für den Lehrer:Die Untersuchung der Horizontalkomponente der Wurfbewegung in der Stroboskopaufnahme führt zu einer neuerlichen Diskussion des Trägheitsprinzips. Fehlt diese Diskussion, gewinnen Schüler den Eindruck, daß auch die Horizontalbewegung durch eine ständig wirkende Kraft hervorgerufen wird, oder wie es ein Schüler formulierte hat, der Körper die Kraft "mit sich trägt". (Historisch- genetisch betrachtet entspricht dies der Impetus-Theorie).

1. Lehrerexperiment: Der Autozirkus (nach J. Wittmann Trickkiste 1, S. 100, Bayerischer Schulbuchverlag)



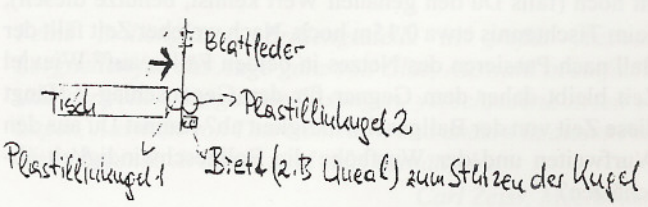
(aus Labudde; Erlebniswelt Physik)

Fragen:
Was beobachtest Du?
Wie kannst Du Deine Beobachtungen erklären? (Nimm dazu die Stroboskopaufnahme zu Hilfe. Der Abbildung kannst Du auch entnehmen, was man unter einer Stroboskopaufnahme versteht!)



(aus Labudde; Erlebniswelt Physik)

2. Führe das folgende Experiment durch. Dazu benötigst Du: 1 Blattfeder, 2 Plastillinkugeln, eventuell Stativmaterial zum Halten der Blattfeder.



Eine kurze Bewegung der Blattfeder bewirkt, daß beide Plastillinkugeln gleichzeitig gelöst werden und ihre "Fallbewegung" beginnen. Was beobachtest Du?

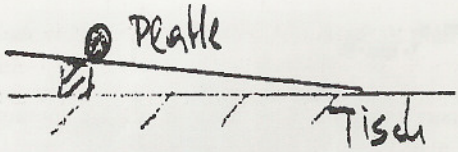
Um Deine Beobachtungen möglichst genau zu erklären, fertige folgende Diagramme an:

a) Bewegung der Plastillinkugel 1: Miß die Fallhöhe. Berechne: Wo befindet sich die Kugel nach 0,l s, nach 0,2 s etc.? Nach welcher Zeit trifft sie am Boden auf?

b) Bewegung der Plastillinkugel 2: Miß die Wurfweite. Die Bewegung der Kugel besteht aus einer horizontalen gleichförmigen Bewegung und einer vertikalen Fallbewegung. Dies ist auf der Stroboskopaufnahme gut zu erkennen. Die horizontale Bewegung ist eine gleichförmige Bewegung. Wie läßt sich dies aus der Stroboskopaufnahme ableiten? Deinen Messungen kannst Du entnehmen, wie weit die Kugel in horizontaler Richtung fliegt, aus Deinen Berechnungen oben (a) kannst Du die für die horizontale Bewegung benötigte Zeit entnehmen. Aus diesen beiden GröBen läßt sich die Geschwindigkeit der Kugel in horizontaler Richtung $v=s/t$ in m/s berechnen. Aus den so berechneten Werten kannst Du berechnen, wie weit die Kugel nach 0,1 s, nach 0,2 s etc. in horizontaler Richtung sich weiterbewegt hat. c) Trage die nach 0,ls, 0,2s etc. zurückgelegten Wege auf einer vertikalen Achse (a) und auf einer horizontalen Achse (b) auf. Vervollständige zu einer Grafik, die die tatsächliche Bewegung der Kugel 2 wiedergibt.

3.) Die so erhaltene "Wurfparabel" wird auch in folgendem Experiment gut sichtbar:

Du benötigst: eine Glasplatte o.ä., Mehl zum Bestäuben der Platte, eine Stahlkugel, ein Brett o.ä. zum Anheben der Platte



a) Gib der Kugel auf der bemehlten, leicht angehobenen Platte einen leichten horizontalen Stoß und beobachte ihre "Spur". b) Stoße die Kugel am unteren Ende der Platte an. c) Vergleiche die so erhaltenen "Spuren" mit der Bewegung eines horizontal geworfenen Balls, der Bewegung eines schräg nach oben geworfenen Balls, einem Wasserstrahl aus einem Gartenschlauch, den du zuerst horizontal, dann schräg hältst.

4) Beschreibe die Bewegung von Tennisbällen und Tischtennisbällen bei einem Match. Die Netze beim Tennis sind etwa lm hoch (falls Du den genauen Wert kennst, benutze diesen), beim Tischtennis etwa 0,15m hoch. Nach welcher Zeit fällt der Ball nach Passieren des Netzes in beiden Fällen auf? Wieviel Zeit bleibt daher dem Gegner für den Gegenschlag ? Hängt diese Zeit von der Ballgeschwindigkeit ab? Kannst Du aus den Wurfweiten und der Wurfhöhe die Ballgeschwindigkeit abschätzen?

Literaturverzeichnis:

Labudde, Peter, *Erlebniswelt Physik*. Bonn 1993
Wittmann, Josef, *Trickkiste 1*. München 1986
Zeier, Ernst, *Physikalische Freihandversuche*. Köln 1994