

Physikalische Spielzeuge

## Springtiere lehren Physik

**Nicht nur in Deutschland wird über Umfang, Inhalt und Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts diskutiert. Physik ist das unbeliebteste Fach bei Schülern. Und das wirkt bis zum Studium durch. Spielzeuge mit physikalischem Hintergrund können Schüler motivieren, sich doch für physikalische Fragestellungen zu interessieren. Der Einsatz derartiger Hilfsmittel stellt eine Herausforderung für Lehrer, Physikdidaktiker und Physiker dar. Am Lehrstuhl für Experimentelle Physik E 20 der TUM in Garching (Prof. Dietrich Menzel) wird der physikalische Hintergrund von Spielzeugen untersucht; die Ergebnisse werden publiziert und fließen in die Lehre ein.**

Ein Floh kann etwa drei- bis vierzig Zentimeter hoch springen. Er ist nur etwa ein bis zwei Millimeter groß, und auf diesen Millimetern muss er den Absprung bewerkstelligen. Mit einer einfachen Formel aus der Physik, wie sie in der Sekundarstufe 1 des Gymnasiums vermittelt wird, lässt sich abschätzen, dass er dabei einer Beschleunigung bis zum Hundertfachen (!) der Erdbeschleunigung ausgesetzt ist.\* Der Mensch hingegen muss sich beim Hochsprung aus dem Stand mit maximal dem Dreifachen der Erdbeschleunigung zu-frieden geben.

Flöhe sind allerdings schwierig zu untersuchen. Selbst Flohzirkusdompteure haben ihre Probleme, die Tierchen zu kontrollierten Aktivitäten zu bewegen. Ein einfaches Spielzeug, das in Deutschland unter dem Namen Springtier (Englisch: jumping animal oder Pop-Up) verkauft wird, bietet bessere Möglichkeiten für reproduzierbare Untersuchungen. Es lässt sich auch mit nicht allzuviel Aufwand selbst bauen: aus einem Gummisauger, einer Feder und einer Basis. Der Gummisauger wird auf die Basis gepresst, wobei die Feder zusammengedrückt wird. Nach einer nicht vorher-sagbaren Zeit - was den spiele-risch-spannenden Aspekt verstärkt - springt das Objekt etwa einen Meter hoch. Einfache Experimente und Rechnungen gestatten, die in der Feder gespeicherte Energie mit der aus der Sprunghöhe ermittelten potentiellen Energie zu ver-gleichen. Es ergibt sich eine erhebliche Diskrepanz, die Anlass zu Diskussionen und weiteren Untersuchungen darstellt. Ebenfalls sehr einfach berechnen lässt sich die Beschleunigung des Spielzeugs beim Start; sie beträgt etwa das Zweihundertfache der Erdbeschleunigung. Das ist auch ganz schön, aber der Floh bringt mehr.

Eine rechnerische Abschätzung der Startzeit ergibt, dass das Spielzeug nach wenigen Millisekunden vom Boden abhebt. Das kann man mit bloßem Auge nicht beobachten. Auch normale Videokameras lösen das nicht auf. In Zusammenarbeit mit Andreas Huber und Dr. Ferdinand Tunker vom Lehrstuhl für Be-

wegungs- und Trainingslehre der TUM wurde mit einer digitalen High-Speed-Video-Kamera der Startvorgang aufgenommen und ausgewertet. Aus der Bilderse-



Mit diesem vermutlich um 1970 in Deutschland erstmalig konstruierten Spielzeug lassen sich einige motivierende physikalisch-mechanische Untersuchungen anstellen. Foto: Christian Ucke

quenz lässt sich direkt am Rechner ein Weg-Zeit-Diagramm ermitteln, aus dem wiederum die Beschleunigung und Geschwindigkeit abgeleitet und mit Rechnungen verglichen werden können. Dabei ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung von Experiment und Theorie. Da die Kamera für Schulen zu teuer in der Anschaffung ist, wurde die komplette Videosequenz ins Internet gestellt und herunterladbar geschaltet (URL: <http://www.ph.tum.de/~cucke/>).

Schüler können mit heute verfügbaren Mitteln am Rechner individuell eine Auswertung machen. Auch Anregungen zu einer weitergehenden Analyse von Spielzeugen sind der angegebenen Webseite zu entnehmen.

Nur aus dem Video ist ein Phänomen zu erschlie-

ßen, das mit bloßem Auge gar nicht wahrnehmbar ist: Nach dem Absprung schwingt die Basis gegen den Kopf mit mehr als 70 Schwingungen pro Sekunde. Auch diese Schwingung lässt sich gut berechnen. Das Spielzeug ist nur ein Beispiel unter vielen, die auf diese Weise in den Physikunterricht eingebracht werden können. Gerade in Deutschland gibt es dazu eine reichhaltige Literatur mit sehr konkreten didaktischen Hinweisen. Eine Datenbank findet sich auf der angegebenen Internetseite. Nicht unterschätzt werden soll dabei die für den Lehrer pädagogisch schwierige Balance zwischen reinem Spielen und übertrieben strenger Phy-

sik. Fortbildungsveranstaltungen zur Physik der Spielzeuge in der Fakultät für Physik, Demonstrationen zu Tagen der offenen Tür bzw. Vorträge vor Schülern stoßen stets auf sehr großes Interesse.

Christian Ucke

\* Obwohl es heißt, dass jede Formel die Zahl der Leser halbiert, sei diese Formel hier angegeben: die Beschleunigung  $a$  ergibt sich aus  $a = h \cdot g / d$ .  $h$  ist die Sprunghöhe (0,3m);  $d$  die Beschleunigungsstrecke, die etwa gleich der Größe des Flohs zu setzen ist (0,01m);  $g$  ist die Erdbeschleunigung  $= 10 \text{ms}^{-2}$ .

### Hochschulpolitik in Berlin



Für eine Überraschung sorgte TU-Präsident Wolfgang A. Herrmann, als er Bundeskanzler Gerhard Schröder bei einem Arbeitssessen im kleinen Kreis einen Weihenstephaner Edelbierkrug überreichte. Im Mittelpunkt des Gesprächs, an dem auch namhafte Unternehmensvorstände teilnahmen, stand die Verbesserung der Umsetzungskompetenz wissenschaftlicher Erkenntnisse in praktische Verfahren, Produkte und Dienstleistungen. Auch für den Inhalt des Kruges hatte Herrmann gesorgt: »Dunkles Hefeweißbier, das schon die Nerven und macht Kraft«. Nachdem Wirtschaftsminister Werner Müller den Haltbarkeitsaufdruck überprüft hatte, ging man zur Tagesordnung über.

Foto: Bundeskanzleramt