

Zaubertricks aus der „Physik-Boutique“

Von Jürgen Becker und Christian Ucke

Zauberspiegel Mirage

Es handelt sich beim „Zauberspiegel Mirage“ um ein Spiegelsystem, das aus zwei gleich großen Hohlspiegeln besteht, die aufeinander gesetzt sind. Im Scheitelbereich des oberen Spiegels befindet sich ein Loch. Legt man auf den unteren Hohl-

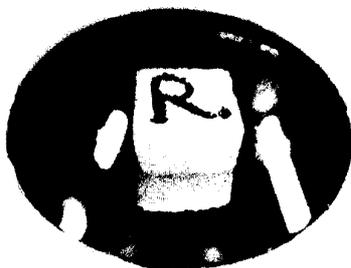


Abb. 1: Die Öffnung wirkt wie ein Spiegel, auf dem ein Gegenstand zu liegen scheint. In Wirklichkeit handelt es sich um das reelle Bild eines Gegenstandes, der im Spiegelsystem liegt

spiegel einen kleinen Gegenstand, so erscheint in der Öffnung des oberen Spiegels ein reelles Bild, das dem Gegenstand täuschend ähnlich sieht (Abb. 1).

Die Bedeutung dieses Spielzeugs für den Physikunterricht liegt zunächst darin, dass im Gegensatz zu den üblichen Versuchsanordnungen, bei denen reelle Bilder mit einem Schirm aufgefangen werden, hier ein reelles Bild frei schwebend und dreidimensional zu beobachten ist [1]. Auch im so genannten Tanagra-Theater (Abb. 2) wurden solche frei im Raum schwebenden Bilder z. B. eines Schauspielers erzeugt. Anstelle des zweiten Hohlspiegels verwendete man allerdings häufig einen ebenen Spiegel. Mit Hilfe des Zauberspiegels lässt sich also ein Bezug zu traditionellen optischen Zauberkunststücken herstellen.

Darüber hinaus regt die Faszination, die von diesem Spielzeug ausgeht, die Schülerinnen und Schüler zum Spielen, zum genauen Beobachten und zu weitergehenden Untersuchungen an. Es empfiehlt sich, das Spielzeug in Schülerübungen ein-

zusetzen, damit die Jugendlichen genügend Zeit zum Beobachten haben [2]. Auch als Schaukasten-Experiment ist der Zauberspiegel gut geeignet.

Beobachtungen

Bei schräger Beobachtungsrichtung gewinnt man den Eindruck, dass das Loch im oberen Hohlspiegel ebenfalls aus einem Spiegel besteht, auf dem ein Gegenstand liegt, von dem selbst wieder ein Spiegelbild entsteht. Gegenstand und Spiegelbild erscheinen leicht perspektivisch verzerrt.

Von Gegenständen außerhalb des Spiegelsystems können ebenfalls Bilder beobachtet werden. Da die Öffnung wie ein konvexer Wölbspiegel wirkt, sind diese Bilder verzerrt. Dass es sich nur um eine scheinbare Spiegelung an der Öffnung handelt wird deutlich, wenn man z. B. mit einem Stift möglichst nahe an diesen „Spiegel“ herangeht und ihn „durchstößt“.

Blickt man schräg in die Öffnung des oberen Hohlspiegels, den man u. U. etwas aus der horizontalen Lage in Richtung des Beobachters kippt, so kann man den Gegenstand selbst, teilweise sein virtuelles Spiegelbild am unteren Spiegel sowie das Bild von beiden zusammen einschließlich der Spiegelfläche in der Öffnung gleichzeitig sehen. Es handelt sich dabei um ein dreidimensionales, seitenrichtiges, umgekehrtes reelles Bild (s. Abb. 3).

Physikalische Erklärung

Die Abmessungen des Doppelhohlspiegels sind so gewählt, dass sich die Scheitel der Spiegel im Abstand des halben Krümmungsradius voneinander entfernt befinden, das ist gerade die Brennweite der beiden Hohlspiegel. Der Scheitel eines Spiegels fällt jeweils mit dem Brennpunkt des gegenüberliegenden Spiegels zusammen.

Wir betrachten nun einen punktförmigen Körper, von dem zwei Lichtstrahlen ausgehen (Abb. 4). Diese Lichtstrah-

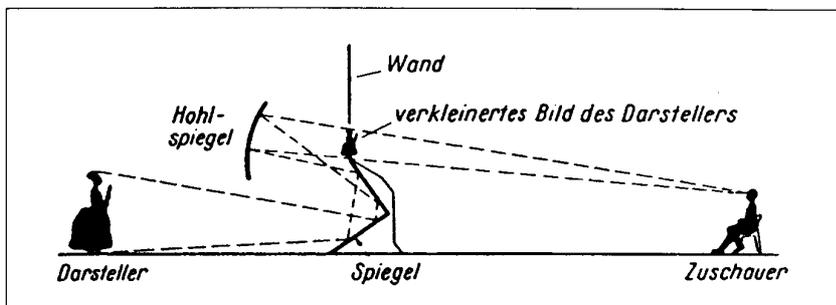


Abb. 2: Im so genannten Tanagra-Theater wurden reelle, dreidimensionale und frei im Raum schwebende Bilder z. B. eines Schauspielers erzeugt

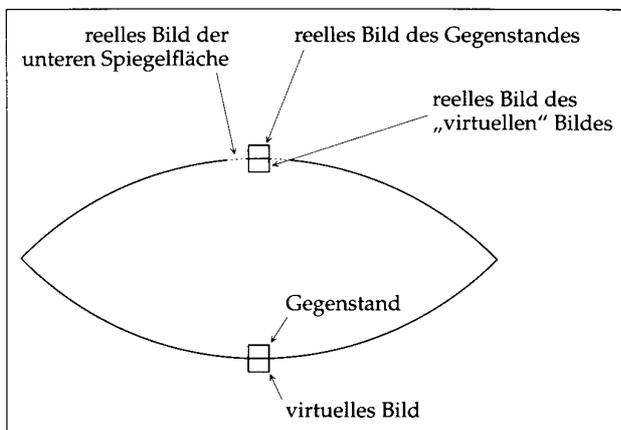


Abb. 3: Schnittbild des Doppelhohlspiegels mit Gegenstand, virtuellem Bild und reellen Bildern

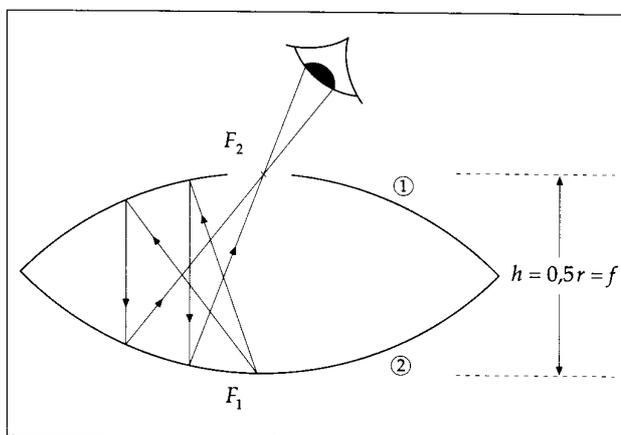


Abb. 4: Strahlengang im Doppelhohlspiegel zur Erklärung des reellen Bildes

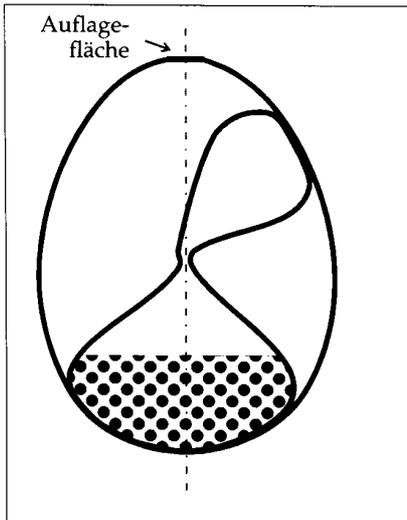


Abb. 5: Das Trick-Ei mit der Sanduhr in symmetrischem Zustand

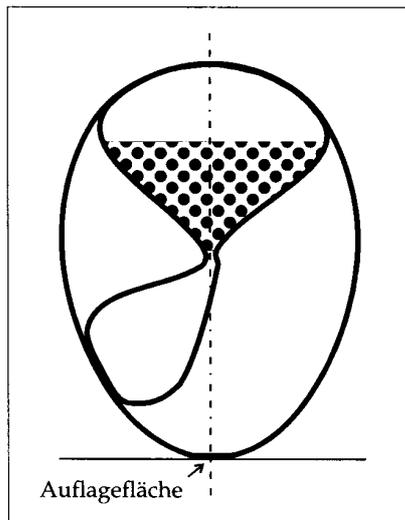
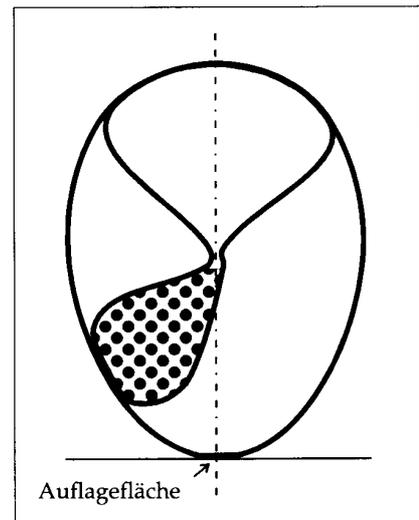


Abb. 6: a) Das Trick-Ei mit der Sanduhr in noch gerade symmetrischem Zustand;



b) Der Schwerpunkt befindet sich nicht mehr über der Auflagefläche

len werden am oberen Spiegel so reflektiert, dass sie zu Parallelstrahlen werden. Nach der Reflexion am unteren Spiegel verlaufen die Strahlen durch dessen Brennpunkt. So konvergiert das vom Gegenstand ausgehende Lichtbündel im Loch des oberen Spiegels, ein Gegenstandspunkt wird also auf einen Bildpunkt abgebildet. Man kann ein reelles Bild sehen, weil das Lichtbündel nicht in der Öffnung des oberen Spiegels endet, sondern das Auge trifft. Weitergehende Darstellungen von Strahlengängen zur Erklärung sämtlicher Beobachtungen finden sich in [2] und [3].

Das Trick- oder Kolumbus-Ei

Fast jeder hat irgendwie schon vom „Ei des Kolumbus“ als Synonym für eine kreative Lösung eines scheinbar unlösbaren Problems gehört. Aber die dazugehörige Legende ist meist nicht genau bekannt. In üblichen, auch großen Konversationslexika ist dazu nichts vermerkt. In [4] findet sich eine knappe und klare Darstellung. Ein kleines, schon länger vergriffenes Büchlein [5] führt die Anekdote ebenfalls aus: Anlässlich eines großen Gastmahls bei Kardinal Mendoza nach seiner erfolgreichen Entdeckungsreise behaupteten seine Neider, auch andere hätten diese Leistung vollbringen können. Kolumbus hätte darauf in der Runde die berühmte Frage aufgeworfen „Wer kann ein Ei auf die Spitze stellen?“. Niemand schaffte es. Kolumbus stellte es dann mit eingedrückter Spitze auf die Tafel und beschämte so seine missgünstigen Landsleute.

Vasari berichtet [4] von dem italienischen Architekten Brunelleschi, dass dieser anlässlich einer Versammlung von Kollegen im Jahre 1420 mit dem beschriebenen Trick die Stabilität einer Kuppel in Eiform demonstrierte und daraufhin den Zuschlag für den Bau des Florentiner Doms bekam. Diese Version klingt ganz plausibel, da die Florentiner Domkuppel wirk-

lich eine Eiform aufweist. Letztlich ist es unerheblich, wer nun wirklich als erster die Idee hatte. Zum Erzählen beim Vorführen des Trick-Eis eignet sich die Anekdote vorzüglich.

Verschiedene Versionen von realen Kolumbus-Eiern sind mitgeteilt worden [6]. Eine heute käufliche Version beinhaltet eine unsymmetrische Sanduhr. Hält der Lehrer das Ei hinreichend lange wie in Abbildung 5 gezeigt mit der Spitze nach oben, läuft der ganze Sand in den symmetrisch zur Achse liegenden Teil der Sanduhr. Während dieser Zeit erzählt der Lehrer die Kolumbus-Anekdote inklusive Ergänzungen. Er umfasst dabei das Ei mit beiden Händen und überstreicht es mit den Fingern. Er begründet dies damit, dass durch die „innige“ Berührung sein so genanntes „Fluidum“ in das Ei strömt. Erst dieses „Fluidum“ ermöglicht, dass das Ei auf der Spitze stehen bleibt. Dreht er das Ei jetzt schnell um, steht es auf der Spitze, ohne dass man zu der etwas gewaltsamen Lösung von Kolumbus greifen muss. Der Schwerpunkt befindet sich zunächst noch über der relativ kleinen Auflagefläche. Der Sand läuft aber in den unsymmetrisch gelegenen Teil der Sanduhr und nach etwa 10 Sekunden fällt das Ei um (Abb. 6a, b). Nun fordert man die Schülerinnen und Schüler auf, das Ei wie gehabt auf die Spitze zu stellen. Dies gelingt nicht, weil „das Fluidum entwichen ist“.

Die Physik dazu ist einfach. Das Trick-Ei stellt somit eine unterhaltsame Einführung in die Begriffe Schwerpunkt, Gleichgewicht, Drehmoment dar.

Literatur

- [1] Schneider, W. B.: Bemerkungen zur Sichtbarkeit reeller Bilder bei einem Hohlspiegel. In: Physik und Didaktik 2 (1989), S. 150–153.
 [2] Becker, J.: Zauberspiegel Mirage. In: Physik-Boutique. Unterrichts Anregungen für Lehrkräfte. (Hrsg.: Becker, J.; Ucke, Chr.).

Freising: Stark Verlag, 1994 f.

[3] Muckenfuß, H.: Der Doppelhohlspiegel. In: NiU-P/C 33 (1985), Heft 6, S. 198–200.

[4] Büchmann, G.: Geflügelte Worte (Hrsg. v. Hofmann, W.). Frankfurt am Main: Ullstein Verlag, 1993 (39. Aufl.).

[5] Lanners, Edi: Kolumbus-Eier – Tricks, Spiele, Experimente. Reinbek: Rowohlt, 1979.

[6] Dussler, G.: Spiel und Spielzeug im Physikunterricht. Frankfurt/M.: Verlag Otto Salle, 1933; Reprint 1995 im Stark-Verlag, Postfach 1852, 85318 Freising.

Anmerkung

Der „Zauberspiegel Mirage“ (Best.-Nr. 1179; 126 DM) und das Trick-Ei (Best.-Nr. 1114; 5,90 DM) sind zu beziehen bei: Physik-Boutique, Stark-Verlag, Postfach 1852, 85318 Freising, <http://www.stark-verlag.de>. Den Zauberspiegel gibt es auch günstiger (79 DM) bei Gabriele Hund, Lehr- und Lernmittel, Zauberkunst, Postfach 324, 91212 Herrbruck, http://www.jhs-online.de/firmen/g_hund/index.htm.

Der Zauberspiegel wird mittlerweile auch in diversen Ladengeschäften in einer optisch nicht so hochwertigen, aber voll funktionstüchtigen Version weitaus billiger angeboten, da das Patent aus dem Jahre 1972 ausgelaufen ist.

OSiR Jürgen Becker, geb. 1954, unterrichtet seit 1981 Physik und Erdkunde.

Simon-Schöffel-Str. 58
90427 Nürnberg

Dr. Christian Ucke, geb. 1942, interessiert sich schon seit 1975 für physikalische Spielzeuge.

Physikdepartment E 20
TU München
85747 Garching
<http://www.e20.physik.tu-muenchen.de/~cucke>