Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 71 (2013)
Heft: 378

Artikel: Astronomie erlebbar machen : Modell-Astronomie unter freiem Himmel
Autor: Baer, Thomas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-897652

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Astronomie erlebbar machen

Modell-Astronomie unter freiem Himmel

Astronomie didaktisch geschickt und anschaulich zu vermitteln, erfordert nicht nur eine grosse Portion an fachlichem Wissen und pädagogischem Geschick, sondern vielmehr Ideenreichtum.

Von Thomas Baer

Abbildung 1: Simulation einer totalen Sonnenfinsternis. Deutlich sieht man auf der Modell-Erde den dunkleren Kern- und den aufgehellten Halbschatten. (Bild: Thomas Baer)

Im Zeitalter von genialen Apps und Planetariumprogrammen vergisst man oft, dass das Himmelsgeschehen nicht virtuell am Bildschirm, sondern am Firmament stattfindet. Es ist manchmal nicht ganz einfach vor allem die junge Generation aus der «verelektronisierten» Welt weg hin zum realen Erlebnis zu führen. Mit dem Computer gross geworden, sind Kinder und Jugendliche von den Möglichkeiten dieser elektronischen Geräte fasziniert. Gerade bei Planetariumprogrammen wie Interstellarum oder Starry Night stelle ich jedoch immer wieder fest, dass mehr herumgespielt, als wirklich verstanden wird! Zwar lassen sich rasch die Sternbilder einblenden, Sternnamen anschreiben, Planetenpositionen darstellen und Linien wie Himmelsäquator, Ekliptik oder Meridian ziehen; aber schon beim ersten Blick an den Himmel hapert es mit dem Identifizieren gehörig. Viele Leute, nicht nur junge, hängen bald ab, wenn man von der Himmelskuppel spricht, die sich über unseren Köpfen wölbt und an der sich die Gestirne scheinbar zu bewegen scheinen. Warum wollen wir Pädagogen nicht wieder vermehrt handfeste Astronomie betreiben und die Schülerinnen und Schüler mit ganz einfachen Modellen zum Staunen bringen? Das Aha-Erlebnis unter freiem Himmel ist meist viel grösser als die zweidimensionale Theorie auf der Leinwand.

In ORION 369 (2/2012) hat uns Erich Laager bereits eine Reihe didakti-

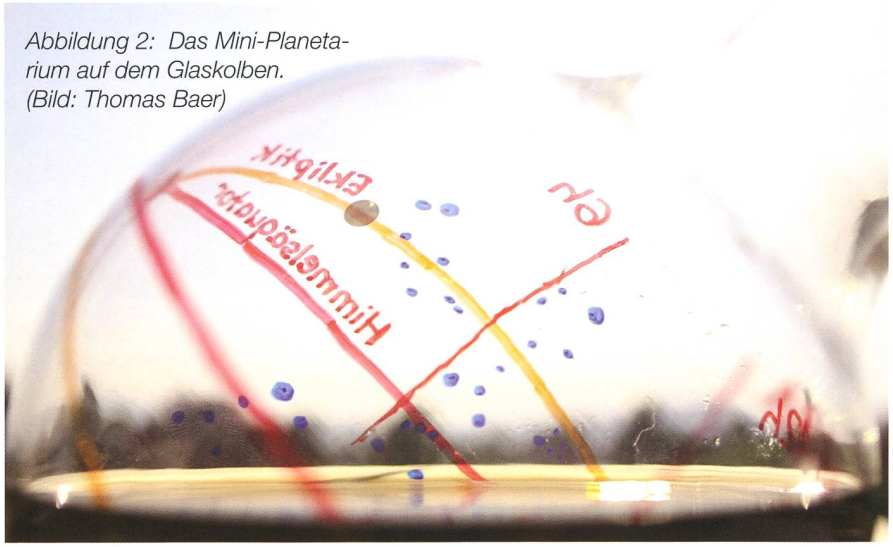


Abbildung 2: Das Mini-Planetarium auf dem Glaskolben. (Bild: Thomas Baer)

scher Unterrichtsmaterialien anhand selbst gebauter Modelle als Vorstellungshilfen präsentiert. In dieser ORION-Ausgabe zeige ich einfache Methoden, wie man den Schülerinnen und Schülern die Himmelsmechanik näherbringen kann. Selbstverständlich taugt das, was in der Schule gelehrt wird, auch an einer gewöhnlichen Führung in einer Sternwarte. Oft vergessen wir, dass der Wissensstand der breiten Bevölkerung in Sachen Astronomie meist auf dem Niveau eines 6. Klässlers liegt.

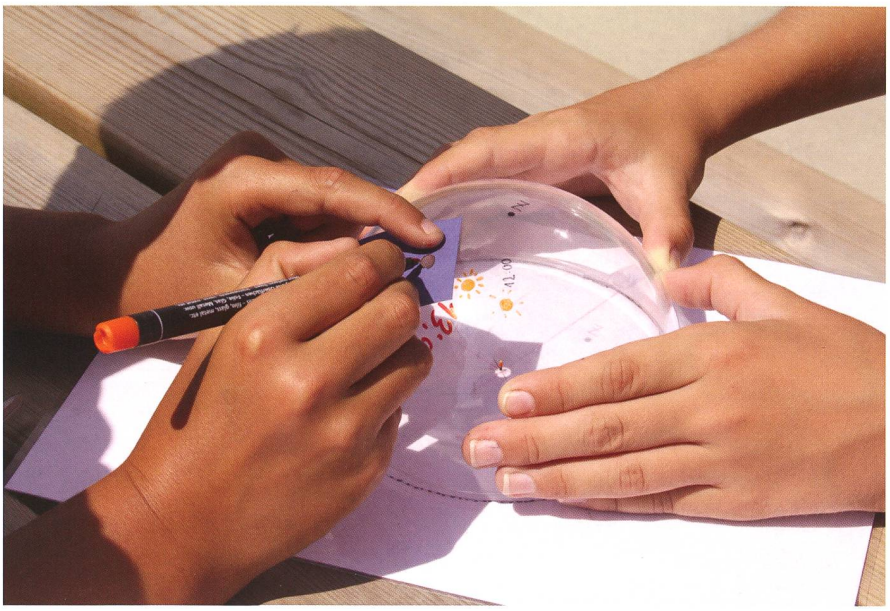


Abbildung 3: Durch eine Lochblende wird die Sonnenposition auf die PVC-Halbkugel aufgezeichnet. Wichtig ist, dass das Modell-Männchen in der Mitte vom Lichtstrahl getroffen wird. (Bild: Thomas Baer)

Ein «Mini-Planetarium»

Ein Glaskolben, ein paar wasserfeste Hellraumprojektorstifte (mit Brennsprit gut abwischbar) und ein Geodreieck genügen bereits, um ein einfaches «Mini-Planetarium» zu bauen. Zu Beginn stellt man den Glaskolben senkrecht und füllt ihn mit Sirup (zur Farbgebung) genau zur Hälfte. Der Wasserspiegel stellt später unseren mathematischen Horizont dar. Mit roter Farbe wird nun der Himmelsäquator gezogen, indem der Kolben sachte um 360° langsam gedreht wird.

Jetzt wird die Kolbenöffnung soweit gekippt, bis sich der gezeichnete Äquator genau 23.5° (so genau lässt es sich natürlich kaum messen!) über den Wasserspiegel schwingt. Mit oranger Farbe kann nun entlang der Wasserlinie die Ekliptik (scheinbare jährliche Sonnenbahn) gezogen werden. Die Sonne wandert von aussen betrachtet von links nach rechts auf der Ekliptik. Stünden wir im Kolbeninnern, genau in der Mitte der kreisförmigen Horizontebene, würde die Sonne an der «Himmelskugel» von rechts nach links, also von Westen nach Osten, auf der Ekliptik laufen. Warum erwähne ich dies? Dort, wo die Sonnenbahn den Äquator nordwärts schneidet, haben wir den Frühlingspunkt oder die Stunde 0 Uhr. Genau diametral gegenüber können wir den Herbstpunkt (12 Uhr) markieren. Exakt 90° versetzt, kann man ausserdem die 6 h- und 18 h-Rektaszension noch einzeichnen. Wer geschickt ist, wagt sich eventuell an einige markante Sternbilder (etwa Orion). Achtung! Die Sternbilder müssen spiegelverkehrt aufgezeichnet sein, denn wir «sässen» als Betrachter ja genau in der Kolbenmitte unseres «Mini-Planetariums»!

Nun kann der Kolben in die gewünschte geografische Lage (z. B. 47° Nord) gekippt werden. Die Öffnung zeigt dabei auf den Himmelspol. Klebt man für die Sonne auf die Ekliptik ein Sternchen oder «Bätzchen» auf, lassen sich anschaulich die unterschiedlichen Sonnenstände (Winter, Frühling, Herbst und Sommer) darstellen. Kippt man den Kolben noch weiter, kann sogar der äquatornahe Sternenhimmel simuliert werden. Was für viele schwierig nachvollziehbar ist, kann unter freiem Himmel nun dreidimensional erlebt werden! Fortgeschrittene sehen rasch, wie unterschiedlich steil die Sonnenbahn über die Horizontlinie steigt. Das «Mini-Planetarium» lässt sich beliebig ausbauen. Auch der Mondlauf könnte dargestellt werden (Kolben noch einmal 5° gegen die Ekliptik kippen). Wer es genau haben will, sollte sich zuerst über die aktuelle Lage der Mondknoten (Schnittpunkte zwischen Mondbahn und Ekliptik) schlau machen.

Der Tagbogen der Sonne als Uhr

Ein anderes praktisches Erlebnis im Freien ist es, den Lauf der Sonne während eines ganzen Tages zu verfolgen. Im Coop-Baumarkt findet man in der Bastelabteilung transparente PVC-Halbkugeln (Durchmesser 14 cm). Auf ein weisses Blatt Papier zeichnet man einen Kreis mit 7 cm Radius und viertelt diesen. Norden ist oben, Osten rechts, Süden unten und Westen links. Das Schnittkreuz der vier Haupthimmelsrichtungen wird mit einem kleinen Punkt versehen. Wir haben ein kleines Modellbau-Figürchen in die Mitte geklebt. Zur besseren Stabilität empfiehlt sich, das Papier vorher zu laminieren oder man wählt von Anfang an einen etwas dickeren Karton. Nun wird die PVC-Halbkugel so ausgerichtet, dass die Öse der Aufhängung genau mit der eingezeichneten Nordrichtung übereinstimmt. Damit sich die «Himmelskuppel» nicht verschiebt, befestigt man sie mit einem Tesa-Kleber.

Jetzt muss das Modell genau nach Norden ausgerichtet werden. Exakt über dem Schnittkreuz oder dem Modell-Männchen kann der Zenit markiert werden (genau senkrecht über dem Beobachter). Wo die Halbkugel das Papier berührt, liegt der Horizont.

Jetzt wird mit einem gelochten Stück festerem Papier Stunde für Stunde die Sonnenposition auf die PVC-Halbkugel mit einem wasserfesten Hellraumprojektorstift eingezeichnet, indem der durch das Loch fallende Lichtstrahl das Modellmännchen im Achsenkreuz genau trifft. Am Schluss des Tages erhält man den gesamten Tagbogen, welchen die Sonne an diesem Tag durchlaufen hat, im Modell! Je genauer man arbeitet, desto präziser das Resultat!

Abbildung 4: Die perfekte Sonnenuhr für einmal anders. Die auf das Modell-Männchen projizierten Sonnenbilder geben jeweils die volle Stunde an. Hier ist der Sonnentagbogen vom 15. Juli dargestellt. (Bild: Thomas Baer)

Tags darauf kann man das Modell als Sonnenuhr gebrauchen. Überstreicht die volle Stunde das Modellfigürchen, kann die genaue Uhrzeit abgelesen werden. Reizvoll wäre natürlich, die Sonnen-Tagbogen (z. B. immer am 15. eines Monats) einzuzeichnen. Im Winter sähe man das Tagesgestirn kurz nach 8 Uhr MEZ im Südosten auf- und bereits gegen 16:30 Uhr MEZ im Südwesten untergehen. Im Frühling und Herbst ginge die Sonne genau im Osten auf und im Westen unter.

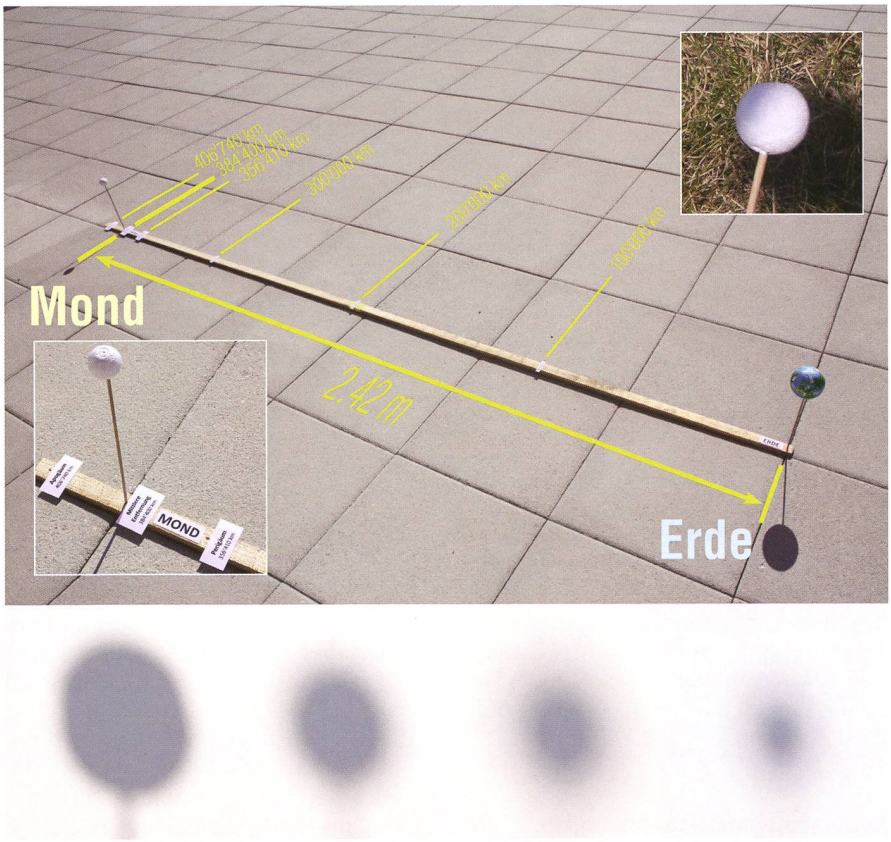


Abbildung 5: Hier die genauen Abmessungen des Erde-Mond-Modells. Im kleinen Bild oben rechts sieht die Simulation einer partiellen Mondfinsternis mit Halb- und Kernschatten ziemlich realistisch aus. Von der Praxis zur Theorie könnte man die Bildsequenz ganz unten betiteln: Im Modell sieht man schön, wie mit grösserer Entfernung der Modell-Kugel der Kernschattenbereich immer kleiner wird, während sich der Halbschatten konisch vergrössert. (Bild: Thomas Baer)

Sonnen- und Mondfinsternis «fast» echt

Kern- und Halbschatten kann man prinzipiell an jedem Schattenwurf entdecken. Nur achten die wenigsten Leute darauf, wie ein Schatten wirklich aussieht und noch weniger macht man sich über deren Entstehung ernsthafte Gedanken. In Zeichnungen sind die Abstandsverhältnisse von Sonne, Erde und Mond natürlich nie real darstellbar. Die Sonne ist ja rund 400-mal weiter von der Erde entfernt als der Mond! Was in der Theorie mit Zirkel und Massstab leicht konstruiert werden kann, lässt sich wiederum in der Natur eindrücklich veranschaulichen. Der Kernschatten des Mondes läuft, bedingt durch die scheinbare Grösse der Sonne, konisch zusammen, während sich der umgebende Ring des Halbschattens mit zunehmender Entfernung ausweitet und gegen seinen Rand hin stark aufhellt.

Im Modell habe ich für die 12'700 km grosse Erde eine 8 cm durchmessende Styroporkugel mit Acrylfarben bemalt. Die Mondkugel (3470 km) wäre dann massstäblich 2.2 cm gross. In einer 2.6 m langen Fichtenlatte wird nun am einen Ende ein Loch für die auf einen 3 mm Rundstab gesteckte Styropor-Erde gebohrt. Ein weiteres Loch wird in mittlerer Mondentfernung (384'400 km), im Modell 2.42 m, angebracht; hier steckt dann das Mond-Modell. Wer mag, kann auch noch in Erdnähe (356'410 km), umgerechnet 2.24 m, und in Erdferne (406'740 km), in 2.56 m Abstand, Löcher setzen. Selbstverständlich ist die «richtige Sonne» für unser Finsternismodell zu weit entfernt. Das 8.8 m grosse Sonnen-Modell müsste in 945 m Entfernung stehen. Nichtsdestotrotz lassen sich die Schattenwürfe für eine Sonnen- oder Mondfinsternis «fast» echt darstellen. Bei der Sonnenfinsternis erkennt man unschwer, dass der vom Kernschatten getroffene Teil der Erde wirklich klein ist, während sich der Halbschatten über ein wesentlich

grösseres Gebiet erstreckt. Auch die Mondfinsternis lässt sich mit dem leicht diffusen Kernschattenrand sehr schön darstellen.

Die Mondphasen anhand der Sonne

Dasselbe Erde-Mond-Modell lässt sich auch gut zur Erläuterung der Mondphasen im Freien nutzen. Steht etwa die zunehmende Mondsichel am Abendhimmel, kann man den Schülern oder dem Sternwartenpublikum gleich anhand der noch nahe am Horizont stehenden Sonne die räumliche Geometrie von Sonne, Erde und Mond erläutern, indem das Modell soweit gedreht wird, bis von der Modell-Erde aus die Lichtphase des Modell-Mondes mit jener des richtigen Mondes übereinstimmt.

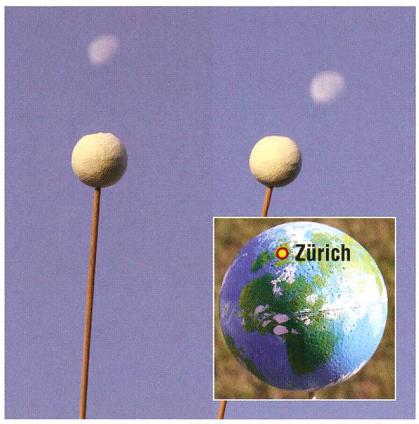
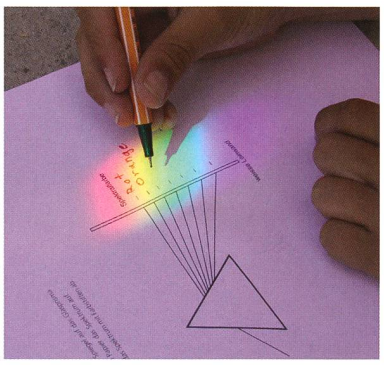


Abbildung 6: Am 26. (rechts) und 27. Juli 2013 (links) stand der abnehmende Dreiviertelmond am Morgenhimmel. Das Erde-Mond-Modell wurde so ausgerichtet, damit die reale Stellung der Himmelskörper erlebbar wird. (Bild: Thomas Baer)

Vor allem wenn der Mond am Taghimmel steht, wie dies am vergangenen 26. und 27. Juli 2013 gegen 06:45 Uhr MESZ der Fall war, bekunden viele Leute Mühe, zu verstehen, warum dies so ist. In der Schule lernen wir ja das Tagesgestirn «Sonne» und das Nachtgestirn «Mond» kennen. Wiederum hilft auch hier die räumlich richtige Ausrichtung unseres Modells zum Verständnis und führt zum gewünschten «Aha-Erlebnis»! Zeigt man, dass auf der Erde in Europa eben erst die Sonne aufgegangen ist und wir uns somit bereits im hellen Bereich der Tagseite, allerdings noch nahe des Terminators, befinden, fällt es leicht, sich den abnehmenden Dreiviertelmond am blauen Taghimmel vorzustellen, zumal man ihn ja genau in Richtung des Mondmodells in exakt identischer Lichtgestalt sieht (Abbildung 6)!

Weitere praxisnahe Experimente

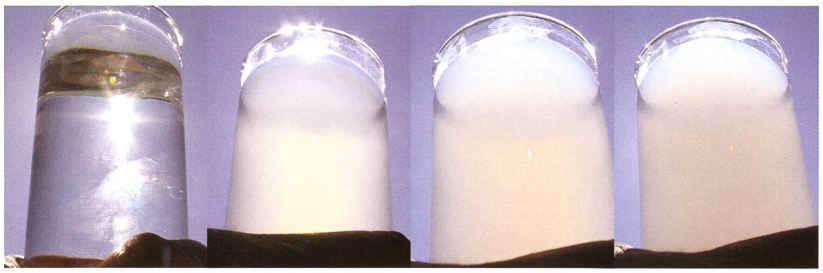
Lichtbrechung



Welche Farbreihenfolge hat denn der Regenbogen? Alle haben dieses malerische Naturschauspiel schon gesehen, doch wenn man sich überlegt, welches Licht am stärksten und welches am schwächsten gebrochen wird, kommen die Schülerinnen und Schüler rasch ins Rätseln. Auf ein vorbereitetes Arbeitsblatt, auf dem der Vorgang der Lichtbrechung bereits aufgezeichnet ist, wird mit einem Glasprisma das Spektrum so projiziert, dass die Kinder die Farben nur noch hinzuschreiben brauchen. Nicht selten hört man ein «Wow» ob der Klarheit und Intensität der Spektralfarben (Bild oben).

Lichtstreuung

Immer wieder taucht die Frage auf, warum sich Sonne und Mond am Horizont röten. Derselbe Effekt, nämlich die unterschiedlich starke Lichtstreuung in der Erdatmosphäre, sorgt dafür, dass ein total verfinsterter Mond nicht einfach schwarz, sondern kupferrot verfärbt wird.
Um die Rötung der Sonne während ihres Auf- oder Untergangs zu erläutern, füllt man ein Trinkglas mit Wasser. Dieses simuliert die mehr oder minder transparente Atmosphäre der Erde. Betrachtet man durch das Glas hindurch die Sonne (bitte nur kurz durch das Glas in die Sonne blinzeln!) oder den Mond, erscheinen diese klar. Nun geben wir ein Tröpfchen Kaffeerahm hinzu und mischen das Wasser, bis eine homogene trübe Flüssigkeit entsteht. Wieder schauen wir durch das Glas (trübe Atmosphäre) die Sonne an. Jetzt erscheint sie gelblich. Nach einem weiteren Tropfen Kaffeerahm färbt sich die Sonnenscheibe immer mehr nach rot; wir erleben im Modellversuch, was die Erdatmosphäre mit der tiefstehenden Sonne macht (Bildreihe unten).



Astronomieunterricht am Objekt

Kommen wir abschliessend noch einmal auf die eingangs erwähnten elektronischen Hilfsmittel zurück. So gut einige, sinnvoll eingesetzt, auch sein mögen, so wenig vermitteln sie das reale Erlebnis. Als Pädagoge und Didaktiker plädiere ich daher vermehrt und verstärkt auf das entdeckende Lernen. Wenn wir die Schülerinnen und Schüler dazu anleiten, genau zu beobachten, ein bestimmtes Phänomen zu beschreiben und allenfalls aufzuzeichnen, mögliche Erklärungen zu finden und sogar «eigene Theorien» zu formulieren, die dann überprüft und mit der professionellen Erklärung verglichen werden – erst dann wird für die Kinder Unterricht wirklich spannend. Sie lernen an ganz einfachen alltäglichen Phänomenen, die

Vorbildfunktion: Die Junglehrerin erschien als Letzte!

Eine Klasse führen, klare und verbindliche Ansagen machen, intervenieren, wenn es nötig ist, scheinen heute leider je länger je mehr Fremdworte, vor allem bei Junglehrerinnen und -lehrern, zu sein. Kürzlich erlebte ich wieder einmal eines dieser denkwürdigen Müsterchen, wo man sich ernsthaft fragt, ob es bei der Behebung des Lehrermangels überhaupt eine Qualitäts- und Fähigkeitskontrolle bei den rekrutierten Lehrpersonen gibt. Da sollte eine 3. Primarschulklasse um 20 Uhr in der Sternwarte eintreffen. Doch um die besagte Zeit war von den Kindern weit und breit keine Spur. Nicht einmal vom nahegelegenen Parkplatz hörte man, dass bald eine Gruppe unsere Sternwarte besuchen würde. Also wartete ich. Gegen 20:10 Uhr fuhr dann ein Kindsvater mit seinem Sprössling im BMW mit stark übersetzter Geschwindigkeit den Sternwarteweg hoch – notabene im Fahrverbot! Trotz der Weisung in unseren Führungsbestätigungen an die Lehrpersonen, Besammlungsort sei der öffentliche Parkplatz an der Hauptstrasse, meinen gewisse Eltern, sie müssten ihre Kinder direkt vor die Sternwarte karren, am liebsten vor den Haupteingang! Langsam trafen einzelne Schülerinnen und Schüler – die meisten ohne Elternbegleitung – bei der Sternwarte ein. Von der Lehrerin auch um 20:20 Uhr noch weit und breit keine Spur! Schliesslich war die Unterstufenklasse mit ein paar Eltern komplett. Gegen 20:30 Uhr – als Letzte – stiess auch die Junglehrerin mit vielen entschuldigenden Worten dazu. Sie schaffte es nicht, die quirligen Kinder zu besammeln, mich vorzustellen und vielleicht noch einmal, wie ich dies als Lehrer tun würde, an die Disziplin zu appellieren. Langsam riss mir der Geduldsfaden ob der Unfähigkeit dieser Person, und so demonstrierte ich ihr und den Eltern einen Abend lang, was Klassenführung eigentlich hiesse; klare Ansagen, «Ich-Botschaften», aktiver Miteinbezug der Kinder... Von der Lehrerin hörte man den ganzen Abend kein Sterbenswörtchen, selbst dann nicht, als es darum ging, sich zu verabschieden und wieder zum Parkplatz hinunter zu spazieren! Als zwischenzeitlich auch die Eltern während des kurzen virtuellen «Planetenspaziergangs» ihre Privatgespräche immer störender zu führen begannen, überfiel ich sie mit der Weiterführung der mit den Kindern begonnenen Planetenaufzählung. Hei, hat das Wunder gewirkt! Plötzlich wurden auch die Mamis und Papis ganz still!

Leider, und das ist wirklich bedenklich, ist der geschilderte Vorfall kein Einzelfall. Immer häufiger muss ich – selbst ausgebildeter Pädagoge – feststellen, wie führungsschwach und unqualifiziert gewisse Lehrpersonen, vor allem junge, sind! Auch von anderen Sternwarten sind mir solche Geschichten zu Ohren gekommen. Zuspätkommen ist heute anscheinend nicht mehr schlimm. Nur fragt sich, wie glaubwürdig Lehrpersonen, die selbst unpünktlich erscheinen, als Vorbilder auf ihre Kinder wirken! Wenn mir ein Lehrerkollege und Schulpfleger berichtet, dass er bei einem kürzlich absolvierten Schulbesuch einen Morgen lang nicht wusste, ob er in der Schule oder an einem Kindergeburtstag sei, spricht diese Aussage Bände und zeigt – bedauerlicherweise – einen Trend, der in den vergangenen Jahren mehr und mehr Einzug gehalten hat. (Kommentar: Thomas Baer)

mancher Erwachsene nicht im Stande zu erklären ist, was «wissenschaftlich» Arbeiten heisst. Ich habe lange Jahre in der Regelklasse in verschiedenen Fächern mit der Methode des entdeckenden Lernens (dialogisches Lernen) gearbeitet und ungeahnte und vor allem nachhaltige Erfolge damit erzielt. Leider ist diese Art Unterricht im Zeitalter der zu bewältigenden Stofffülle und Schnelllebigkeit kaum mehr möglich, denn er ist zeitintensiv. Trotzdem wäre es wünschenswert, wenn auf der Primarschule, aber auch auf der Oberstufe vermehrt wieder so gearbeitet und die Kinder und Jugendlichen an elementare Sachverhalte herangeführt würden. Kein iPad, kein iPhone, nicht einmal eine App, die für uns Sterne, Planeten und Sternbilder ortet, vermag den astronomischen Modell-Unterricht unter freiem Himmel toppen!

Schon Johann Wolfgang von Goethe bemerkte: *«Es gibt viele Menschen, die sich einbilden, was sie erfahren, verstünden sie auch.»* Seien wir ehrlich; die virtuelle Welt eines Planetariumprogramms oder einer App lässt uns tatsächlich einbilden, etwas verstanden zu haben. Viele vergessen aber, dass die Erfahrung und das Wissen erst dann zum persönlichen Eigentum gemacht wird, wenn man einen Sachverhalt mit den eigenen Augen gesehen, physisch erlebt und mit dem eigenen Kopf begriffen hat.

Thomas Baer
Bankstrasse 22
CH-8424 Embrach
thomas.baer@orionzeitschrift.ch