

Kann Physik populär unterrichtet werden?

Leo Ludick

Dass Physik „per se“ als unbeliebt und zu „schwer“ gilt, kann streng genommen nicht vertreten werden. Zum einen freuen sich die meisten Schülerinnen und Schüler in der zweiten Klasse der Sekundarstufe I auf das neue Fach Physik, zum andern gehen Hunderttausende in Science Center und war ein Millionenpublikum von der Fernsehsendung „clever! - Die Show, die Wissen schafft“ begeistert. Andererseits gibt es aber auch unzählige Befunde, dass die Schüler in den nächsten Jahren, ja schon in den ersten Monaten der 2. Klasse, diese Freude an Physik verlieren.

Gesellschaftlich wird es durchaus akzeptiert, von Physik nichts zu verstehen. Man entschuldigt dieses Defizit dadurch, dass man Physiker für „äußerst gescheit“ hält. Etwa nach dem Motto: „Ich verstehe Physik nicht, also musst du, der du Physik verstehst, sehr gescheit sein.“

Physikalische Erklärungen kommen sowohl bei TV-Wissenschaftsshow wie auch in Science Center bestens an, obwohl sich beide grundlegend unterscheiden: Hier reiner, passiver Konsum und dort notwendige Selbsttätigkeit.

In Wissenschafts-TV-Sendungen werden Showeffekte, Trickfilmsequenzen, Zeitraffer- und Zeitlupenaufnahmen eingesetzt und es wird oft mit Alltagsgeräten gearbeitet. Ein weiterer entscheidender Punkt ist, dass Wissen nicht aufgebaut wird, sondern dass man stets von einem beobachteten Phänomen ausgeht, das – wenn möglich – verblüffend sein soll. Man geht also von Fragestellungen aus. Es ist das Experiment, das verblüfft, und nun will der Zuschauer wissen, wie es funktioniert.

Ein wichtiger Aspekt dabei ist: Die Experimente sind einfach und übersichtlich gestaltet, oder es wird das Phänomen mit der Kamera überdimensional gezeigt.

Und noch etwas muss festgehalten werden: Bei den erfolgreichen Wissenschaftssendungen kommt dem Erklärer oder dem Moderatorenteam eine entscheidende Bedeutung zu: Sie sprechen eine klare, einfache Sprache frei von Fachbegriffen.

HR Mag. Leo Ludick, AHS-Lehrer für Physik, Mathematik und Chemie seit 1971, Fachdidaktiker an der JKU-Linz von 1987 bis 2000, Direktor des BRG Wels von 1992 – 2010, pädagogischer Berater des Science Centers WELIOS in Wels. Er wurde 2011 mit dem Roman-Ulrich-Sexl-Preis ausgezeichnet. E-Mail: leo.ludick@eduhi.at

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen nur eine Geschlechtsform gewählt. Dem Autor ist es ein besonderes Anliegen darauf hinzuweisen, dass dies keine Diskriminierung des nicht explizit erwähnten Geschlechts bedeutet.

Sehen wir uns nun die Didaktik der Science Center an: Es sind drei herausragende Bedingungen, dass aus dem Zuschauer ein aktiv Arbeitender wird:

- 1) Man darf selbst etwas tun. Selbsttätigkeit führt den Besucher direkt ins Experiment hinein. Und wenn Laotse formuliert hat, dass man etwas dann aufnimmt, wenn man es selbst getan hat, so hat er vollkommen Recht. Lernt man Schwimmen dadurch, dass einem ein Lehrer sagt, wie es geht, oder indem man jemandem beim Schwimmen zusieht? Nein, das Schwimmen lernt man durch Tun!
- 2) Im Science Center bestimmt nicht der Lehrer sondern der Besucher selbst, wie tief er in die Materie eindringen will. Ob er sich nur am Phänomen erfreuen will oder ob er auch die Hintergründe erfahren möchte.
- 3) Science Center bieten zumeist einladende Räume, in denen man sich wohlfühlen kann. Wir wissen aus der Lernpsychologie: Wenn man sich wohlfühlt, lernt man leichter.

Bedeutet dies für den Unterricht, dass man diesen „science-center-artig“ gestalten und als Entertainer oberflächlich über die Physik huschen soll? Kann man so den Lehrplan erfüllen und Studierfähigkeit erreichen? Physikunterricht als reines Entertainment ist nicht anzustreben. Es wäre zu wenig, wenn die einzige Erinnerung der Schüler an den Physikunterricht durch die Aussage, „des waren immer klasse Stunden“, abgedeckt wäre. Trotzdem müssen sich Physiklehrer und Fachdidaktiker die Frage stellen, was man denn von Science Center und TV-Wissenschaftsshow in den Unterricht übernehmen kann. Und das ist doch einiges!

Zu Beginn dieser Auseinandersetzung muss wohl klargestellt werden, für wen der Physikunterricht an den Schulen, insbesondere an den Gymnasien, sein soll. Da gibt es eine klare Priorität: Nicht künftige Physikstudenten müssen im Fokus stehen. Der Unterricht im Regelfach Physik muss jene im Blick haben, für die der Physiklehrer der letzte Physiker ist, mit dem sie es im Leben zu tun haben. Wenn heute in der Gesellschaft das Image der Physik schlecht ist, dann hat unser Physikunterricht versagt. Denn alle haben bereits in der Sekundarstufe I mehrere Jahre Physikunterricht genossen. Für künftige Studenten der Physik ist Raum genug in Begabtenkursen, Wahlpflichtgegenständen, Olympiadekursen und ähnlichen zusätzlichen Angeboten.

Daraus ergibt sich eine erste Forderung an die Physiklehrer:

- **Nehmen Sie Verantwortung wahr, dass Sie für einen Großteil der Bevölkerung das Bild des Physikers und der Physik prägen!**

Den vorhin dargestellten Institutionen gelingt es, dass Physik positiv bewertet wird. Daraus kann etwas Wichtiges gelernt werden: Der Unterricht soll von den Fragestellungen der Schüler ausgehen. Nicht zuerst die Dispersion des Lichts erklären, um dann zu sagen, dass wir den Regenbogen damit erklären können. Bis zu diesem Ziel haben einen die Schüler in ihrer Aufmerksamkeit schon längst verlassen. Warum nicht von der Frage ausgehen, weshalb der Regenbogen gebogen ist, oder ob man unter einem Regenbogen durchgehen kann? In einem offenen Unterricht kommen auch von den Schülern viele Fragen, an denen man Physik „aufhängen“ kann.

- **Der Unterricht in Physik sollte, so oft es geht, von Fragestellungen ausgehen!**

Man hört oft, dass der Physikunterricht deshalb unbeliebt sei, da man zu wenig Alltagsbezug findet. In der Tat glaubt einem Physiklehrer kaum jemand, dass alle Körper gleich schnell fallen, denn das tun sie ja auch nicht im „wirklichen“ Leben. In den Köpfen der Schüler haften die sogenannten „Präkonzepte“. Darunter versteht man Vorstellungen, die man sich als Kind zur Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene zurechtgelegt hat. Und solche Präkonzepte sind extrem langlebig. Ich staunte immer wieder über die Antworten, die Lehramtsstudenten auf die Frage „Warum die Astronauten schwerelos sind?“, gaben. Zu oft wurde da die Erdanziehungskraft durch die Fliehkraft kompensiert. Also selbst Lehramtsstudenten führen noch falsche Präkonzepte mit sich.

Der Satz, dass die im Schmelzpunkt zugeführte Wärme die Temperatur eines Körpers nicht erhöht, wird zwar als Merksatz bei Prüfungen richtig wiedergegeben, geglaubt wird er allerdings nicht, wie ich selbst in meinem Unterricht feststellen konnte. Nachdem am Beginn der Unterrichtsstunde der Merksatz „abgeprüft“ und richtig von Schülern formuliert wurde, folgte das Experiment: Es wurden mehrere Bechergläser mit Schnee und Eis gefüllt. In Schülergruppen wurde nun mittels Brenner bzw. Kerzen Wärme zugeführt und nach Umrühren die Temperatur abgelesen. Nach drei oder viermaligem Ablesen rief eine Schülerin plötzlich: „Das wird ja wirklich nicht wärmer!“. Merksätze, die einem Präkonzept widersprechen, werden gelernt, aber nicht verinnerlicht!

- **Falsche Präkonzepte lassen sich durch Erfahrung leichter verändern!**

Von den Science Centers kann man noch etwas anderes lernen: Die Eindringtiefe in ein Gebiet bestimmt der Besucher selbst. Natürlich gehört zur physikalischen Ausbildung in der Oberstufe die Mathematisierung, aber dass aus dem Physikunterricht zwei oder drei weitere Mathematikstunden

werden, ist mit aller Schärfe abzulehnen. Brauchen das wirklich alle Oberstufenschüler? Der Lehrplan gibt dazu nicht die Legitimation. Dort heißt es in den didaktischen Grundsätzen „Die individuell verschiedene Leistungsfähigkeit ist durch differenzierte Aufgabenstellungen zu berücksichtigen. Neben dem kognitiven Bereich sind Handlungsfähigkeit und Problemlösungskompetenz zu berücksichtigen. Geeignet sind dafür beispielsweise Interpretation fachbezogener Medienberichte, Planung, Durchführung, Auswertung und Protokollierung von Experimenten, Fragenformulierung und Hypothesenbildung.“

Natürlich soll man, um richtig verstanden individuell zu unterrichten, exemplarisch das eine oder andere Mal in die Tiefe und auch in die Mathematisierung eindringen.

Aber: Ist es nicht auch eine sehr gute Leistung, wenn ein Schüler das Phänomen der Lichtbrechung sauber mit eigenen Worten erklären kann. Muss man von jedem Schüler das Snelliussche Brechungsgesetz in mathematischer Form verlangen? Verstecken nicht Physiklehrer manchmal die Physik hinter mathematischen Formulierungen?

Zum individuellen Unterrichten gehören auch individuelle Leistungsanforderungen. Am Ende des Artikels stelle ich zwei Modelle vor, die in Pflichtleistungen und Kürleistungen aufgefächert sind, mehrfach erprobt wurden und mit denen ich gute Erfahrungen gemacht habe.

- **Es sollen individuelle Leistungsanforderungen gestellt werden, die den Schülern Freiräume der Beschäftigung geben!**

Dass eine zentrale Vermittlungsform im Physikunterricht das Experiment sein soll, müsste eigentlich nicht erwähnt werden. Ich habe allerdings bei Unterrichtsbesuchen als Fachdidaktiker zu oft die Erfahrung machen müssen, dass der frontale Kreideunterricht erschreckend verbreitet ist.

- **Im Mittel sollte in jeder Unterrichtsstunde zumindest ein Experiment vorkommen!**

Damit die Lehrer diesen Forderungen nachkommen können, muss sich in der Ausbildung an den Universitäten einiges ändern.

Lernt man im Studium, wie man Sachverhalte einfach und klar erklärt? Damit man einen Sachverhalt mit einfachen Worten erklären kann, braucht man den Durchblick. Man muss selbst über den Dingen stehen, um etwas einfach ausdrücken zu können. Es darf nicht weiterhin der Satz gelten, den ich in einer Studienkommissionssitzung von einem ausgezeichneten Universitätslehrer gehört habe: „Wer nicht gut genug für technische Physik ist, kann ja immer noch Lehrer werden!“ Es liegt an den Universitätslehrern, wie die zukünftige Lehrergeneration ausgebildet in die Klassen geschickt wird. Es sollte nur jemand Physik unterrichten, der im Fach top ist und didaktisches Geschick mitbringt. Also nur jene, denen es ein Anliegen ist, zur Popularisierung von Physik etwas beizutragen.

- **Nur die besten Fachphysiker, die auch didaktisch-methodisch vorgehen können, dürfen an die Schulen entlassen werden!**

Um das didaktisch-methodische Geschick zu testen müssen die Lehramtsstudenten vor realen Klassen stehen. Es ist ihnen zuzumuten, mehrmals kurze Unterrichtssequenzen „in freier Wildbahn“ absolvieren zu müssen.

Man kann auch Schulklassen, die an die Universität kommen, mit Lehramtsstudenten zusammenbringen. Im heutigen Internetzeitalter lassen sich Partnerschaften zwischen Schulen bzw. Klassen und den Lehramtseinrichtungen etablieren. Motto: „Schüler fragen Lehramtsstudenten“. Die Antworten könnten, ebenso wie die Fragen, auf einer Internetplattform aufscheinen.

- **Im Rahmen der Lehramtsausbildung ist die Praxiserprobung so weit wie möglich zu berücksichtigen!**

Den Lehramtsstudierenden ist im Rahmen der universitären Ausbildung das nötige Rüstzeug mitzugeben, um einfache Schalexperimente erfolgreich durchführen zu können!

- **Den Wert des einfachen Experiments müssen die zukünftigen Lehrer erfahren!**

Es ist klar, dass im Rahmen dieses Artikels das Thema der Attraktivitätssteigerung von Physik nicht erschöpfend behandelt werden kann. Ich habe nur einige, mir zentral erscheinende Schlaglichter, gesetzt. Diese sollen weitergehende Diskussionen anregen.

Dazu zwei Zitate:

Der Erfolg der Erziehung liegt nicht in der Gedächtnisleistung eines Schülers sondern in dessen Lebensführung.

Michel de Montaigne (1533 – 1592)

Ein Physiker zeichnet sich nicht dadurch aus, dass er mehr physikalische Formeln kennt als der Nichtphysiker; es zeichnet ihn aus, dass er anders an Aufgabenstellungen herangeht.

Herbert Pietschmann

Individualisierte Leistungsbeurteilung / Pflicht und Kür

Leistungsbeurteilung im Fach Physik in der 8. Klasse

Zielsetzung: Durch die individuelle Gestaltung der geforderten Leistungen soll mehr Freude an Physik entstehen.

Grundzüge: Die Gesamtbeurteilung ergibt sich aus Pflichtleistungen und aus individuellen Leistungen.

Pflichtleistungen:

- Fragen zum Stoff der letzten (ca. 5) Unterrichtsstunden beantworten können - Initiative geht vom Lehrer aus. Kurzwiederholungen können auch in schriftlicher Form gegeben werden.
- Rechnungen nachvollziehen können
- Verlangtes bringen (z.B. HÜ)
- Mitarbeit in den Arbeitsformen

Individuelle Leistungen:

Im Laufe des Jahres sind mindestens drei der folgenden Leistungen zu erbringen (geschieht dies nicht, wird die Note um 1 Grad schlechter; durch besonders gute bzw. viele Leistungen aus diesem Bereich kann die Note auch verbessert werden) - Initiative geht vom Schüler aus.

Rahmenbedingung: Die Leistungen müssen aus mindestens zwei verschiedenen Bereichen stammen.

- Ein Gesetz herleiten und Schritt für Schritt erklären können.

oder

- Kurzreferat (maximal 10 Minuten) zu einem Thema, das zum Stoff passt, und vom Schüler selbst ausgewählt wurde, halten.

oder

- die Inhalte der letzten Physikstunde werden frei wiederholend vorgetragen, wobei Unklarheiten angesprochen werden und Fragen der Mitschülerinnen und Mitschüler sowie der Lehrkraft beantwortet werden sollen.

oder

- zum Thema passende Zeitungsartikel bzw. Buchbesprechungen exzerpieren (maximal 1 DIN A4 Seite) oder vortragen (maximal 10 Minuten).

Leistungsbeurteilung mit Portfolio

Unter Portfolio (im Unterricht) versteht man eine Sammlung von Arbeiten, die der Schüler selbst verfasst / angefertigt hat bzw. schriftlich vorliegende Rückmeldungen vom Lehrer bzw. schriftliche Protokolle über Lehrer / Schülergespräche. Ziel des Portfolios ist es, Schüler zu selbsttätigem und kritischem Arbeiten anzuregen.

Portfolios als Leistungsbeurteilungsgrundlage gestatten, individuell auf die einzelnen Begabungen eingehen zu können.

Was versteht man unter Portfolio?

Portfolios sind eine Auswahl von Schülerarbeiten, die zeigen, wie gut der Schüler die Lernziele beherrscht.

Portfolios enthalten:

- Schulische Arbeitsergebnisse
- Außerschulische Dokumente
- Lehrerrückmeldungen
- Schülerreflexionen

Im Portfolio sollen/können enthalten sein:

- **Schulische Arbeitsergebnisse**
Versuchsauswertungen – Internetrecherchen zu vorgegebenen Themen – ausgearbeitete Referate – Mitarbeiterüberprüfungen - ...

- **Außerschulische Arbeitsergebnisse**
Exzerpte – sämtliche freiwilligen Arbeiten aus dem Bereich Physik (z.B. Berichte von einem Besuch in einem Science Center/Ars Electronica Center/ ...) ...
- **Lehrerrückmeldungen**
Schriftliche Lehrerrückmeldungen ...
- **Schülerreflexionen**
Eigenbeurteilung von Arbeiten ...

Äußere Form des Portfolios:

Das Portfolio ist die „Visitenkarte“ des Schülers. Deshalb sollen die Ergebnisse und Protokolle ein durchgängiges, aber für jeweils passendes Design haben. Praktisch ist eine Ringmappe, die entsprechend beschriftet ist.

Die Beurteilungskriterien orientieren sich an der Rückmeldung. Die Umsetzung in eine Ziffernote erfolgt in einem Lehrer-Schüler-Gespräch am Ende des Beurteilungszeitraumes.

Meine Rückmeldung zu Deiner Portfolioarbeit

- **Ich habe dein Portfolio und die darin enthaltenen Materialien und Arbeiten**
 - angesehen.
 - teilweise gelesen.
 - sorgfältig gelesen.
- **Besonders gut gefallen hat mir an dem Portfolio,**
 - dass es alle wesentlichen Elemente beinhaltet.
 - dass es insgesamt übersichtlich angelegt ist.
 - dass es über ein einheitliches Layout verfügt.
 - dass es eingehende Selbstbeurteilungen enthält.
 - dass es ...
 - dass es ...
- **Weniger gut gefallen hat mir an dem Portfolio,**
 - dass die Materialien und Arbeiten offensichtlich nicht vollständig sind.
 - dass es insgesamt ziemlich unübersichtlich angelegt ist.
 - dass es kein einheitliches Layout hat
 - dass es wenig aussagende, nur einzelne oder keine Selbstbeurteilungen enthält.
 - dass es ...
 - dass es ...
- **Ansonsten ist mir noch aufgefallen:**
- **Ein Tipp für Dich**

.....
Datum

.....
Mag. Leo Ludick, Physiklehrer