

# Physikunterricht

## Ideale junger Lehrer und Wirklichkeit

Gottfried Merzyn

### Unsere Lehrerbefragung

In einem zweijährigen Projekt befragten wir junge Gymnasiallehrer der Physik am Ende des Referendariats. Systematisch wurden zwei Examensjahrgänge in fünf deutschen Bundesländern erfasst. 180 Referendare antworteten bei dieser schriftlichen Befragung (Antwortquote 59%). Ergebnisse desjenigen Teils, der die Lehrerausbildung zum Inhalt hat, sind inzwischen in einem Buch (Merzyn 2004) und in mehreren Aufsätzen dargestellt worden. An dieser Stelle soll ein anderer Teil der Ergebnisse präsentiert werden. Es geht in ihm um „gelungenen Unterricht“.

### Gelungener Unterricht

Der Begriff „gelungener Unterricht“ wird in der fachdidaktischen Diskussion selten benutzt. Dieser Befund gilt auch dann, wenn man inhaltlich benachbarte Begriffe hinzunimmt, beispielsweise „guter Unterricht“ und „hohe Unterrichtsqualität“. Dennoch wird mit dem Begriff natürlich ein Kernanliegen der Schule und der Fachdidaktik bezeichnet. Was ist wichtig, wenn nicht dieses: guten Unterricht machen, Maßstäbe für guten Unterricht gewinnen, Rahmenbedingungen für guten Unterricht schaffen, Lehramtsstudenten ein Stück weit zu gelingendem Unterricht hinführen? Die unterrichtsbezogenen Zeitschriften dienen von der ersten bis zur letzten Seite diesem Anliegen; jedes Lehrbuch der Fachdidaktik und jeder Lehrplan handeln davon. Gerade aus der Fülle der Ratschläge und Forderungen, die sich in all dieser Literatur finden, ergeben sich für den jungen Lehrer Schwierigkeiten. Er muss lernen, Wichtiges und weniger Wichtiges zu unterscheiden. Er muss die Vielzahl der Erkenntnisse und Empfehlungen stark verdichten und vereinfachen. Nur so wird er seine anfängliche Unsicherheit überwinden. Nur so wird er bei der Unterrichtsplanung und dann auch vor der Klasse handlungsfähig bleiben. Der Begriff „gelungener Unterricht“ kann helfen, sich über das Ergebnis dieses Verdichtungsprozesses zu verständigen.

Zentral ist die Frage nach gelungenem Unterricht im Schulpraktikum und bei Vorführstunden im Referendariat. Die Unterrichtsnachbesprechungen haben anfangs als eine wesentliche Funktion die, zwischen dem Studenten und dem

Betreuer ein gemeinsames Gerüst an Merkmalen guten Unterrichts auszuhandeln. Dieses kann dann im weiteren Verlauf des Praktikums (Referendariats) eine Basis für Urteile geben, die auch vom Studenten als einigermaßen fair akzeptiert werden. Schlecht wird er sich bei der Nachbesprechung fühlen, wenn dort auf einmal Aspekte im Zentrum stehen, denen er bis dahin keine große Aufmerksamkeit glaubte schenken zu müssen. Um solchen Überraschungen zu begegnen, sind wiederholt Beurteilungskataloge und -raster verfasst worden. Auch in ihnen wird das komplexe Unterrichtsgeschehen stark komprimiert. Sie sind aufschlussreiche Beiträge zum Thema „gelungener Unterricht“.

### Kennzeichen gelungenen Unterrichts in der Befragung

In unserer Untersuchung fragten wir:

„Bei einer wirklich guten Physikstunde muss sehr vieles zusammenkommen. Nennen Sie ein bis drei besonders markante Kennzeichen für 'gelungenen' Unterricht!“

Die antwortenden jungen Lehrer hatten gerade die Gymnasiallehrausbildung fertig durchlaufen (also Universitätsstudium und ein in der Regel zweijähriges Referendariat). Sie alle hatten gerade das 2. Staatsexamen bestanden.<sup>\*)</sup> 169 von den 180 ausgewerteten Fragebögen enthielten ein oder mehrere Kennzeichen gelungenen Unterrichts. Insgesamt 446 Kennzeichen wurden genannt. Auf diese Zahl beziehen sich die nachfolgend angegebenen Prozentsätze.

### Schüleraktivität

Am häufigsten wird Schüleraktivität als Kennzeichen gelungenen Unterrichts angesehen. 41% aller Antworten zielen in diese Richtung. Typische Antworten sind „hohe Schülerbeteiligung“, „Schüler arbeiten selbständig“, „Schülerexperimente“, „Schüler stellen Fragen“, „Diskussion“, „Schüler finden Erklärung“.

Die jungen Lehrer wenden sich damit gegen einen Lehrer eine Physikvorlesung im Schulgebäude. Sie übernehmen

Univ. Prof. Dr. G. Merzyn, Universität Lüneburg, befasst sich mit Ausbildungsfragen.

<sup>\*)</sup> Die volle Lehrbefugnis für Gymnasien wird in Deutschland mit zwei Staatsprüfungen und einem zweijährigen Praktikum erreicht.

zentrierten Unterricht, gegen einen Frontalunterricht, gegenpädagogische Leitideen, die sich im Ansatz schon bei den Philanthropen finden. Arbeitsschulbewegung und Reformpädagogik stellten dann vor knapp 100 Jahren die Selbsttätigkeit der Schüler ins Zentrum ihrer Bestrebungen. Neuerdings wird diese pädagogische Leitidee als Element des „Konstruktivismus“ fortgeführt.

Der Sammelbegriff „Schüleraktivität“ umfasst theoretisch eine Vielzahl unterschiedlicher Tätigkeiten und Unterrichtsformen. In der alltäglichen Unterrichtspraxis spielen nur wenige Handlungen eine nennenswerte Rolle. „Schüleraktivität“ im Physikunterricht bedeutet weit überwiegend „Schülerversuch“ (vgl. Abb. 2 unten), und eine Diskussion um Schüleraktivität verengt sich leicht auf die Frage „Schüler- oder Lehrerexperiment?“ (Merzlyn 1996).

## Interesse und Motivation

Mit deutlichem Abstand auf dem zweiten Platz landet eine Gruppe von Antworten (26%), die die affektive Seite des Unterrichts betonen. Interesse, Spaß, Motivation sind Schlüsselbegriffe in dieser Antwortgruppe. Das ausgeprägte Eintreten der jungen Lehrer für einen Physikunterricht, der stark am Schülerinteresse ausgerichtet ist, kommt nicht überraschend. Ein ganz ähnliches Votum findet sich bereits in einer großen, schulformübergreifenden Physiklehrerbefragung von 1994 (Merzlyn 1994). Dort hatten die Lehrer Stellung nehmen sollen zur Aussage „Es ist wichtiger, Interesse und Freude an Physik zu wecken, als möglichst viele Fachkenntnisse zu vermitteln.“ Abb. 1 zeigt, wie stark die Lehrer damals dem Satz zustimmten.

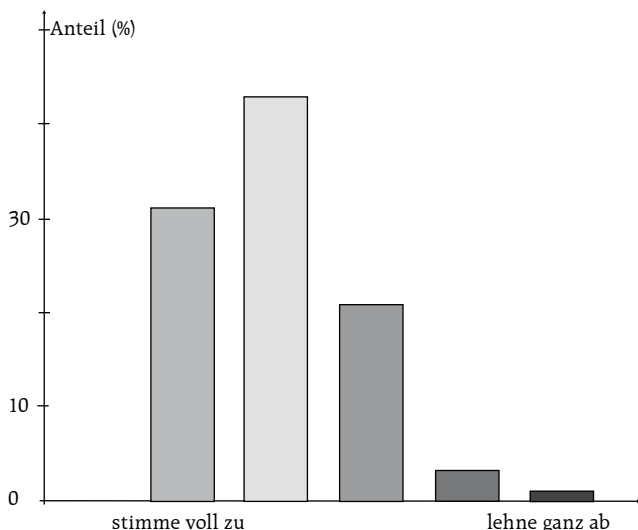


Abb. 1: Physiklehrer nehmen Stellung zur Aussage „Es ist wichtiger, Interesse und Freude an Physik zu wecken, als möglichst viele Fachkenntnisse zu vermitteln“. Antwortverteilung (Merzlyn 1994)

Die erste und die zweite Gruppe von Kennzeichen gelungenen Unterrichts ergänzen einander. Während die erste mehr den kognitiven Aspekt im Blick hat, ist die zweite klar auf die affektive Seite gerichtet. Beide Gruppen gleichermaßen stellen den Schüler in den Mittelpunkt. Beide Gruppen zusammen

wenden sich gegen eine Lern- und Paukschule alten Stils, in der die Schüler nur Objekt der Unterweisung sind.

## Alltagsbezug

Den dritten Platz unter den Antworten nimmt eine Gruppe ein, in der es stärker um die Unterrichtsinhalte geht. Kennzeichen ist hier der Alltagsbezug des Unterrichts. Typische Antworten lauten „Alltagserfahrung ist Ausgangspunkt der Stunde“, „Anwendungen des Gelernten verdeutlichen“. Auch „Schülvorstellungen“ und „Naturphänomene“ wurden dieser Gruppe zugeordnet. Zu dieser dritten Gruppe gehören 13% der Antworten – also wieder ein deutlicher Abstand zur vorhergehenden Gruppe.

Wer Alltagsbezug und Anwendungsnahe für den Physikunterricht fordert, wendet sich damit, grob gesagt, gegen eine reine Fachorientierung. Er wendet sich gegen einen Unterricht, bei dem Auswahl der Inhalte und ihre Abfolge allein der innerfachlichen Sicht der Hochschuldisziplin „Physik“ folgen. Da mit dem Alltag der Alltag des physikalischen Laien, insbesondere auch der des Schülers, gemeint ist, fordert die dritte Antwortgruppe erneut, den Schüler zu beachten.

Fasst man die drei dominierenden Antwortgruppen zusammen, so orientiert sich gelungener Unterricht in dreifacher Weise am Schüler. Er zielt

- auf aktives Handeln der Schüler,
- auf emotionale Beteiligung der Schüler und
- auf Verknüpfung der Lerninhalte mit dem alltäglichen Leben der Schüler.

## Die Unterrichtsrealität im Vergleich dazu

Es ist erhellend, die drei bevorzugt genannten Kennzeichen gelungenen Physikunterrichts mit dem derzeit in Deutschland, aber nicht nur dort, üblichen Unterricht zu vergleichen.

## Schüleraktivität

Die schon erwähnte bundesweite Lehrerbefragung von 1994 macht deutlich, dass der Physikunterricht sich im wesentlichen auf fünf Aktionsformen verteilt: Abb. 2.

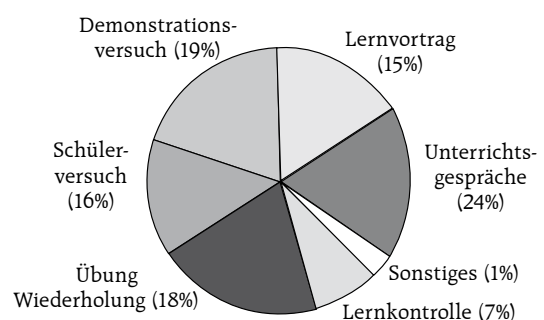


Abb. 2: Zeitanteile verschiedener Aktionsformen im deutschen Physikunterricht, nach einer bundesweiten, schulformübergreifenden Lehrerbefragung (n = 577) (Merzlyn 1994)

Dabei ist die Aktionsform „Unterrichtsgespräch“, wie man inzwischen besser als damals weiß, vorwiegend ein fragend-entwickelndes Gespräch. Es ist eng geführt (BMBF 2001, S.45). Der Umfang der Schülerbeteiligung ist gering, und für eigenständige gedankliche Leistungen bleibt wenig Raum. Als wichtigste Schülertätigkeit bleibt der Schülerversuch. Selbst bei ihm agieren die Schüler selten selbständig. Sie arbeiten üblicherweise recht genaue Versuchsanleitungen ab. Betrachtet man den Unterricht insgesamt, ist die Schüleraktivität mithin gering.

Das Bild der Physiklehrerbefragung von 1994 ist im Einklang mit einer umfassenden amtlichen Bestandsaufnahme des Schulunterrichts in Niedersachsen aus derselben Zeit. In ihr wird der naturwissenschaftliche Unterricht der Sekundarstufe I als weitgehend lehrerzentriert beschrieben (Merz 1996, S. 46). Dieses Bild wird auch durch neuere Untersuchungen bestätigt. In der TIMS-Studie ergab sich: „Der Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe scheint vornehmlich Demonstrationsunterricht zu sein, in dem Lehrkräfte mit Hilfe des Vorführ-experiments einen physikalischen Gedankengang entwickeln. Das gelenkte Schülerexperiment ist selten, und die Entwicklung von Experimenten durch Schüler kommt praktisch nicht vor“ (BMBF 2001, S. 36). Die auf TIMSS folgenden Videostudien lieferten erneut ganz ähnliche Beschreibungen (Tenorth 2004, S.184 und 231).

## Interesse und Motivation

Hier ist die Lage noch klarer als bei der Schüleraktivität. Das Schulfach Physik hat seit langem mit erheblichen Problemen zu kämpfen, was das Schülerinteresse betrifft. Eine am Beginn der Sekundarstufe I noch verbreitete Aufgeschlossenheit und Neugier vergeht, sobald der Fachunterricht einsetzt, recht bald. Nur eine Minderheit der Schüler, vorzugsweise Jungen, bleibt interessiert. Der Rest wird nicht nur gleichgültig, sondern entwickelt z. T. ausgesprochene Aversionen gegen das Fach. Nach Muckenfuß (1995, S. 77) beispielsweise ist in der Realschule für 25 % der Jungen und für 60% der Mädchen Physik eines der drei unbeliebtesten Schulfächer. Im Gymnasium signalisieren die Kurswahlen der gymnasialen Oberstufe eine ähnlich verbreitete Ablehnung (Heber 1998, S. 52).

## Alltagsbezug

Auch bei diesem Aspekt ergibt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen gewünschtem (idealem) und realem Unterricht. Sichtbar wird diese Diskrepanz vor allem in Schülerbefragungen. Für den Bereich der Haupt- und Realschule sei stellvertretend die Untersuchung von Berge und Göttsching (1977) angeführt. Viele Schüler sehen danach keine Verbindungen des Schulfaches Physik mit dem Alltag. Sie wünschen sich mehr Themen, die auch außerhalb der Schule wichtig sind, und mehr Gespräche über physikalische Probleme im täglichen Leben. Für den Bereich des Gymnasiums diene eine Befragung von Dengler (1995) als Beispiel. An führender Stelle nennen die Schüler als Wunsch an den Physikunterricht: „mehr praktische Anwendungen“.

Realer Physikunterricht ist, wie dieser sehr knappe Überblick zeigt, durch erhebliche Defizite genau in jenen drei Bereichen geprägt, die nach Ansicht der befragten Lehrer gelungenen Unterricht charakterisieren.

Die zugehörige fachdidaktische Diskussion zu diesen Defiziten betrachtet die drei Bereiche nicht als drei voneinander getrennte Problemzonen, sondern weist auf den engen inneren Zusammenhang hin. Im Zentrum der Überlegungen steht das fehlende Interesse. Schüleraktivität und Alltagsbezug gelten als besonders geeignet, diesem Mangel abzu helfen und Interesse zu mehren.

## Reformtendenzen

Die Ideale der von uns befragten jungen Lehrer stehen also in allen drei Hauptpunkten in markantem Kontrast zum Schulalltag. Sie sind Wegweisungen, was sich ändern müsste. Bekanntlich zielen aktuelle österreichische Reformbemühungen in dieselbe Richtung. Drei Beispiele:

- Am BG/BRG Leibnitz haben in den letzten Jahren im „Naturwissenschaftlichen Labor“ eigenständige und praktische Arbeiten den Frontalunterricht fast vollständig verdrängt (Rauch, Kreis 2002, S. 98).
- Im Rahmen von IMST<sup>2</sup>, Schwerpunkt Schulentwicklung, sind an vielen Schulen didaktische Initiativen in Gang gekommen. Hauptmotivator dafür ist, wie diese Zeitschrift berichtete, die angestrebte Steigerung der Attraktivität bei Schüler/innen, um dem Image eines trockenen und theoretischen Unterrichts entgegenzutreten (Rauch, Kreis 2001).
- Im neuen Lehrplan für die AHS-Oberstufe wird gefordert, die physikalischen Konzepte schülerzentriert, ausgehend von den Erfahrungen der Schüler und Schülerinnen in ihrer Umwelt, zu bearbeiten (Kühnelt 2003).

Ähnliche Bestrebungen findet man auch in anderen Ländern. So ist in einem aktuellen Bericht aus Finnland „Schülerorientierung“ ein zentraler Begriff für den naturwissenschaftlichen Unterricht (Reitinger 2005).

## Resümee

Die jungen Lehrer unserer Befragung haben bemerkenswert klare und bemerkenswert einheitliche Vorstellungen von gelungenem Unterricht. Hervorstechend nennen sie drei Kennzeichen: Schüleraktivität (41% der Nennungen), Interesse und Motivation der Schüler (26%), Alltagsbezug des Unterrichts (13%). Sie stellen mit diesen Kennzeichen eine starke Schülerorientierung ins Zentrum. Ein Vergleich mit Eigenschaften realen Unterrichts zeigt dessen erheblichen Abstand von „gelungenem Unterricht“.

In den Kennzeichen bringen die Befragten teils direkt, teils indirekt zum Ausdruck, wie wichtig ihnen höheres Schülerinteresse und größere Fachbeliebtheit ist. Ihre Voten fügen sich nahtlos in die aktuelle internationale Diskussion zur Verbesserung des Physikunterrichts ein.

## Literatur:

- Berge, O.E., Götttsching, A. (1977): Über die Einstellung der Mädchen zum Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie* 27, 257-261.
- BMBF (2001). Bundesministerium für Bildung und Forschung: TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Bonn: BMBF.
- Dengler, R. (1995): *Physik – ein Teil unserer Kultur?* Erlangen: Palm & Enke.
- Heber, I. (1998) in: Peschel, I. et al. (Hrsg.): *Physik-Handbuch*. Bad Honnef: Dt. Physikalische Gesellschaft.
- Kühnelt, H. (2003): Lehrplan Physik für die AHS-Oberstufe - neu 2004? PLUS LUCIS 2,2.
- Merzyn, G. (1994): *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht*. Kiel: IPN (IPN-Reihe Bd. 139).
- Merzyn, G. (1996): Schülerexperimente und Lehrerausbildung. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik* 45, 7, 45-47.
- Merzyn, G. (2004): *Lehrerausbildung – Bilanz und Reformbedarf*. Überblick über die Diskussion zur Gymnasiallehrerausbildung, basierend vor allem auf Stellungnahmen von Wissenschafts- und Bildungsgremien sowie auf Erfahrungen von Referendaren und Lehrern. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Muckenfuß, H. (1995): *Lernen im sinnstiftenden Kontext*. Berlin: Cornelsen.
- Rauch, F., Kreis, I. (2001): IMST<sup>2</sup>. Schwerpunkt Schulentwicklung. PLUS LUCIS 2, 10-12.
- Rauch, F., Kreis, I. (2002): Schulentwicklung und Innovation im naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht. In: Krainer, K. et al. (Hrsg.): *Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST<sup>2</sup>*. Innsbruck: Studienverlag, 95-104.
- Reitinger, J. (2005): *Finnland und PISA*. PLUS LUCIS 1-2, 5-9.
- Tenorth, H.-E. (Hrsg.) (2004): *Kerncurriculum Oberstufe*, Bd. II. Weinheim: Beltz.

# Asteroid Itokawa

Der Asteroid Itokawa bewegt sich zwischen 0,953 AE (Perihel) bis 1,695 AE (Aphel) in rund 556 Tagen auf einer exzentrischen Bahn um die Sonne, seine Bahn ist weniger als 2 Grad gegen die Ekliptik geneigt.

Die lange Reise des japanischen Forschungssatelliten Hayabusa, japanisch für Falke, begann am 9. Mai 2003. Ähnlich wie andere Sonden im Sonnensystem gelangte er nicht direkt zu seinem Ziel. Etwa ein Jahr nach dem Start, am 19. Mai 2004, holte das kleine Raumschiff durch einen nahen Vorbeiflug an der Erde den fehlenden Schwung. Am 12. September 2005 schließlich schwenkte der Satellit in eine Umlaufbahn in 20 km Höhe über dem Asteroiden Itokawa ein. Danach wurde die Höhe langsam bis auf 7 km reduziert und die Oberfläche des Asteroiden kartographiert, um nach einem geeigneten Landeplatz zu suchen. Schließlich sollte der Satellit auf Itokawa landen.

Die Größe des Asteroiden ergab sich zu 535 m × 294 m × 209 m, seine Dichte zu etwa 2,3 mit einer 10%igen Unsicherheit. Aus der Dichte und dem Fehlen von Kratern auf der Oberfläche wird geschlossen, dass es sich im Gegensatz zu größeren Asteroiden (z.B. Ida) um einen Schotterhaufen handelt, der durch die Gravitation zusammengehalten wird.

An Bord des Satelliten, der mit Ionentriebwerken ausgestattet ist, befindet sich eine spezielle Kanone, um fünf Gramm schwere Kügelchen aus Tantal auf den Boden des Kleinplaneten abzufeuern. Beim Aufschlag mit 300 m/s wird Material herausgeschlagen. Der Asteroidenstaub sollte in einem

Trichter eingesammelt werden. Ob dies bei den Landungen des Satelliten im November 2005 gelungen ist, ist unklar.

Der Satellit ist teilweise defekt und es ist unsicher, ob er jemals zur Erde zurückkehren wird.  
(Quelle: <http://www.isas.ac.jp/e/snews>)

Mögliche Aufgabe: *Wie groß ist die Fallbeschleunigung ungefähr auf Itokawa, wie groß die Fluchtgeschwindigkeit?*



Der kosmische Schotterhaufen Itokawa war Ziel eines Landesmanövers des japanischen Forschungssatelliten Hayabusa.