

Guter Physikunterricht Die Sicht von Schülern, Lehrern und Wissenschaftlern

Gottfried Merzyn

A.-Ellissen-Weg 13, 37077 Göttingen
gmerzyn@gwdg.de

Kurzfassung

Im 1. Teil des Aufsatzes wird guter Physikunterricht aus der Schülerperspektive charakterisiert. Dazu haben fachdidaktische Untersuchungen der letzten Jahrzehnte wesentliche neue Einsichten erbracht. Im zentralen 2. Teil wird die physikdidaktische, aber auch die lernpsychologische und schulpädagogische Diskussion zu gutem Unterricht gebündelt. In elf Merkmalen konzentrieren sich die Einsichten von Lehrern und Wissenschaftlern zu gutem Physikunterricht. Im 3. Teil steht eine aktuelle Untersuchung im Mittelpunkt, bei der realer, besonders guter naturwissenschaftlicher Unterricht identifiziert und wesentliche Eigenschaften von Lehrern dieses Unterrichts beschrieben wurden. Im Schlussteil werden Möglichkeiten angedeutet, wie die elf Merkmale guten Physikunterrichts als Orientierungshilfe in Schule und Hochschule genutzt werden können.

Über guten Physikunterricht wird nachgedacht, seit Physik überhaupt Gegenstand der Schule ist. Hinter jedem Lehrplan, hinter jedem Schulbuch, hinter jeder einzelnen Stundenvorbereitung stehen Überzeugungen davon, was guten Physikunterricht ausmacht. Die laufenden Veränderungen im Schulwesen sowie fachdidaktische Einsichten aus jüngerer Zeit geben Anstoß, die alten Fragen neu zu stellen.

1. Die Schülersicht

In Schüleräußerungen zu gutem Physikunterricht steht immer wieder dreierlei im Zentrum: die Unterrichtsinhalte, die Methodik, die Lehrer.

1.1 Unterrichtsinhalte

Guter Physikunterricht (aus Schülersicht) muss Themen behandeln, die die Schüler interessieren. Zwei Arten fachdidaktischer Untersuchungen haben sich bei der Klärung, was Schüler interessiert, als fruchtbar erwiesen.

In der größten deutschsprachigen Untersuchung waren über 4000 Schüler der Sekundarstufe I aus allen Schulformen und Klassenstufen beteiligt [1]. Vorgelegt wurden ihnen acht verschiedene Aspekte, unter denen der Unterricht einen physikalischen Sachverhalt betrachten kann. Aspekte waren z. B.:

- Vorgänge und Erscheinungen, die man direkt beobachten und unmittelbar erleben kann.
- Die Art und Weise, wie in bestimmten physikalisch-technischen Berufen gearbeitet wird.

Zu jedem Aspekt sollten die Schüler auf einer fünfstufigen Skala den Grad ihres Interesses angeben. Abbildung 1 zeigt das Ergebnis dieser großen Schülerbefragung.

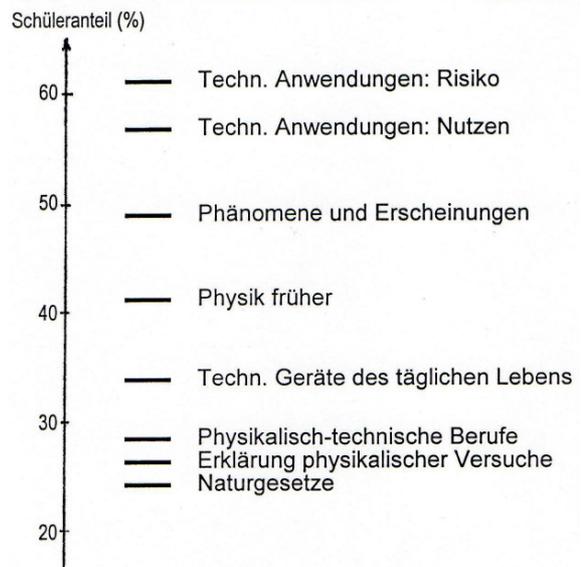


Abb.1: Interesse an Themen des Physikunterrichts unter acht verschiedenen inhaltlichen Gesichtspunkten. Aufgetragen ist der Anteil der Schüler (Klasse 9) in Prozent, die ihr Interesse an einem Gesichtspunkt als „groß“ oder „sehr groß“ einstufen [1, S.15].

Das stärkste Interesse gilt demnach den folgenden zwei Aspekten:

- Technische Anwendungen, die mit großem Risiko für uns alle und unsere Umwelt behaftet sind.
- Technische Anwendungen, die jetzt und zukünftig von großem Nutzen sein können.

Am geringsten ist das Schülerinteresse für

- Die Beschreibung und Erklärung von physikalischen Versuchen, Vorgängen und Erscheinungen.

- Naturgesetze, die es erlauben, bestimmte physikalische Größen exakt zu berechnen.

In einem zweiten wichtigen Forschungszweig wurden den Schülern Einzelthemen des naturwissenschaftlichen Bereichs beispielhaft präsentiert. Zu jedem Thema sollten die Schüler ihr Interesse angeben. Für 12- und 13-jährige gehören danach zu den interessanten Themen z. B. die folgenden [2; 3; 4]:

- + Vulkane und Erdbeben.
- + Unsere Ohren und wie wir hören.
- + Wie man schwere Lasten mit Luftkissen hebt.
- + Sterne und Planeten.
- + Welchen Einfluss hat die Sonneneinstrahlung auf die Haut?

Besonders gering ist das Interesse z. B. für folgende Themen:

- Wie kann man die verschiedenen Zustandsformen des Wassers erklären?
- Wie sich Masse und Gewicht unterscheiden.
- Wann fließt Gleichstrom zwischen den Klemmen einer Batterie?
- Wie man Metalle von Nichtmetallen unterscheidet.

Beide Untersuchungszweige führen zum gleichen Ergebnis. Günstig für Schülerinteresse ist es, wenn der Unterricht Anwendungen im täglichen Leben in den Vordergrund stellt, wenn er an Alltagserfahrungen der Schüler anknüpft. Auch Verbindungen des Unterrichts zum Bereich Medizin-Gesundheit und zum Bereich Umweltschutz fördern das Interesse. Emotional Berührendes, z. B. Naturphänomene und spektakuläre Effekte, sind ebenfalls attraktiv. Hingegen ist die Beschäftigung mit abstrakten Sachverhalten um ihrer selbst willen ausgesprochen unbeliebt. Quantifizierungen und Formeln verstärken noch die Ablehnung bei vielen Schülern. Mit den Worten von Schülern: „Mich nervt das ewige Herleiten und Berechnen von Formeln, insbesondere dann, wenn Anwendungsmöglichkeiten nicht erkennbar sind.“ „Man sollte den Physikunterricht attraktiver gestalten, indem man ihn mehr auf das Leben bezieht und nicht so stur nach dem Buch arbeitet.“ „Nur behandeln, was zum Allgemeinwissen gehört und was man für sein späteres Leben braucht.“

Die einheitlichen Befunde zu den Physikinteressen aus vielen Untersuchungen erfahren noch zusätzliche Untermauerung dadurch, dass im Chemieunterricht dasselbe beobachtet wird. Bei paralleler Untersuchung in beiden Fächern ergeben sich genau parallele Resultate [5, S.38].

Zweierlei Motive scheinen vor allem die inhaltlichen Schülerwünsche zu bestimmen. 1) Die Schüler wollen im Unterricht einen Sinn erkennen können. „Wozu sollen wir das lernen?“ steht als Frage ausgesprochen oder unausgesprochen über jeder Physikstunde. Bei Themen, die nahe am täglichen Leben sind, ist ein Sinn leicht auszumachen. Bei anwendungsferner „Wissenschaft pur“ fällt es 13-jährigen und 16-jährigen weitaus schwerer, einen Sinn zu

erkennen. 2) Abstrakte Theorie stellt kognitiv häufig hohe, wenn nicht zu hohe Ansprüche an die Schüler. Viele fühlen sich überfordert [5, S.90]. Für Leistungskontrollen nehmen sie Zuflucht zum Auswendiglernen von Merksätzen und anderen Notlösungen. Viele wissen aber recht genau, dass sie wenig verstanden haben und dass der Unterricht insofern wenig ergiebig war. Gegen solchen Unterricht wehren sie sich innerlich. Wer wollte es ihnen verdenken?

1.2 Unterrichtsmethoden

Auch zu den Unterrichtsmethoden lieferte die im vorigen Abschnitt erwähnte große Befragung wesentliche Einsichten. Den Schülern wurde dazu eine ganze Reihe von typischen Schülertätigkeiten aus dem Physikunterricht vorgelegt. Zu jeder sollten sie ihr Interesse einstufen (fünfstufige Skala). Abbildung 2 zeigt das Ergebnis für die sechs wichtigsten Tätigkeiten.

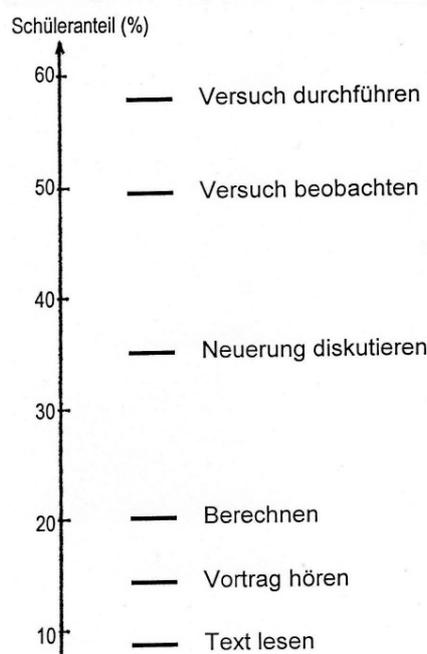


Abb.2: Interesse an Tätigkeiten im Physikunterricht. Aufgetragen ist der Anteil der Schüler (Klasse 9) in Prozent mit „sehr großem“ oder „großem“ Interesse für eine Tätigkeit [1, S.21].

Die Unterschiede in Abb. 2 sind enorm groß. Klar an der Spitze liegen eigene experimentelle Aktivitäten der Schüler. Dahinter, aber noch günstig sind Lehrerexperimente platziert. Mittelinteressant ist es für die Neuntklässler, sich eine eigene Meinung zu Fragen aus Physik und Technik zu bilden und technische Neuerungen zu diskutieren. Besonders unbeliebt ist es, Schulbuchttexte zu lesen (letzter Platz), dem Vortrag des Lehrers zuzuhören, Aufgaben zu rechnen.

Zweierlei erweist sich nach dieser und zahlreichen anderen Schülerbefragungen als günstig für das Interesse am Physikunterricht: ein Unterricht, der auf eigener Anschauung basiert (Experimente, auch Medien), und ein Unterricht mit viel Eigenaktivität der Schüler (Experimentieren, auch Diskussionen, eigenständige Arbeit in Gruppen). Eher theoretische Lernmöglichkeiten werden hingegen von den meisten Schülern abgelehnt. Abstrakte Darstellungsweisen und Mathematisierung verschließen ganz vielen den Zugang zur Physik.

Bei Schülerbefragungen zu Unterrichtsmethoden stimmen die Forschungsbefunde der Physik- und der Chemiedidaktik erneut weitgehend überein [5, S.56].

1.3 Lehrer

Für Schüler, die guten Unterricht beschreiben, sind die Lehrer das dritte wichtige Thema, neben den Unterrichtsinhalten und der Methodik. Mit den Leh-

ren, ihren Eigenschaften und ihrem Verhalten kommen ganz neue Gesichtspunkte guten Unterrichts ins Spiel.

Hagemann et al. [9] untersuchten in einer Befragung, was beliebte und unbeliebte Lehrer unterscheidet. Lehramtsstudenten vieler Fächer sollten sich an ihre eigene Schulzeit zurückerinnern und sowohl einen besonders beliebten als auch einen besonders unbeliebten Lehrer charakterisieren. Schulstufe und Fach des Lehrers waren ihnen freigestellt. Vorgegeben waren zwanzig Eigenschaftspaare (z. B. warmherzig – kühl) und zu jedem Paar eine neunstufige Skala. Die gewählten Eigenschaftsdimensionen hatten sich in einer Voruntersuchung mit freien Formulierungsmöglichkeiten ergeben. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse.

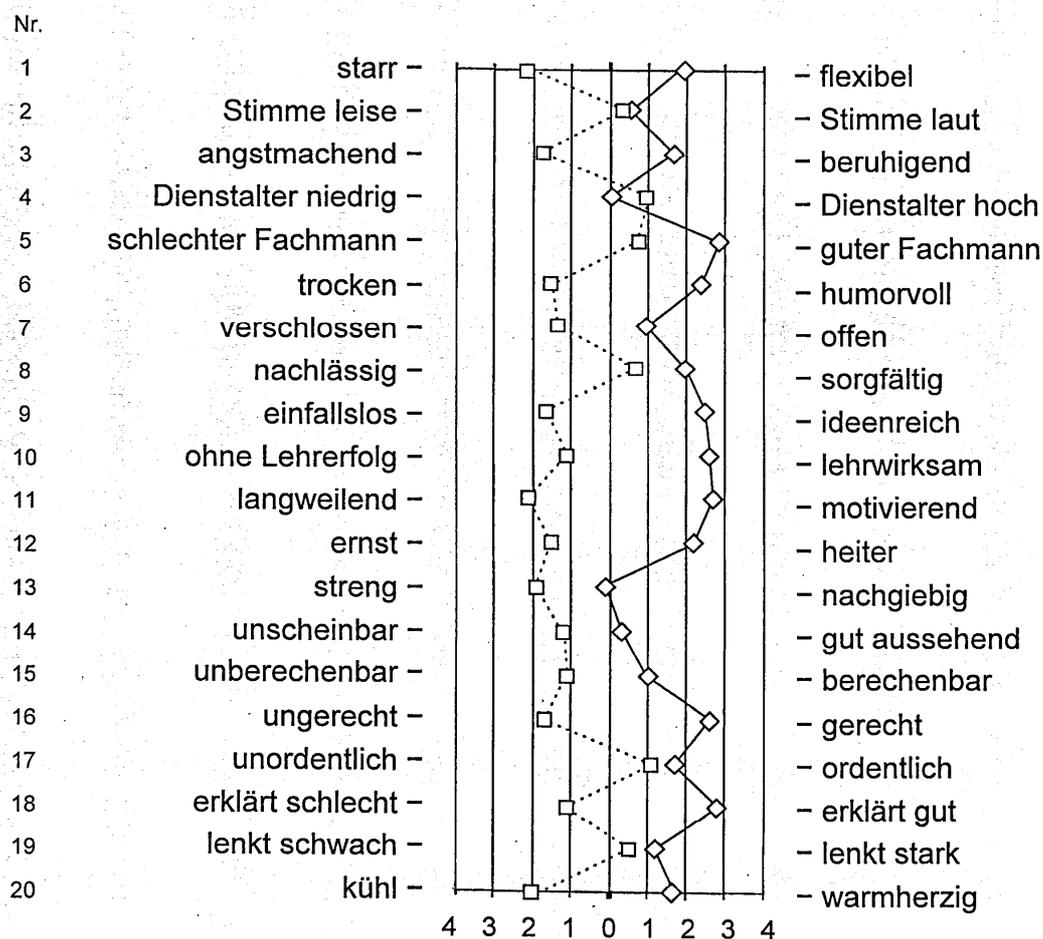


Abb.3: Studenten charakterisieren rückblickend einen beliebtesten (—) und einen unbeliebtesten (···) Lehrer ihrer Schulzeit in bezug auf 20 Eigenschaftspaare [9]. Neunstufige Skalen (4...0...4).

Bei manchen Eigenschaftspaaren ähneln sich beliebteste und unbeliebteste Lehrer, z. B. beim

Paar Nr. 2 (Stimme leise – laut). Besondere Aufmerksamkeit verdienen offenbar solche Eigen-

schaften, in denen sich beide Lehrergruppen stark unterscheiden. Sie sind typisch für besonders beliebte und besonders unbeliebte Lehrer.

Beliebteste Lehrer zeichnen sich vor allem durch menschliche Eigenschaften und didaktische Fähigkeiten aus. Zu den herausragend wichtigen menschlichen Eigenschaften beliebter Lehrer gehören

- humorvoll (Nr. 6)
- gerecht (16)
- heiter (12)
- warmherzig (20).

Weitere kennzeichnende Eigenschaften beliebter Lehrer lassen sich als Zeichen didaktischen Könnens auffassen. Es sind vor allem folgende Eigenschaften:

- motivierend (Nr. 11)
- flexibel (1)
- lehrwirksam (10)
- ideenreich (9)
- erklärt gut (18).

Mit diesen Eigenschaften beliebtester Lehrer rundet sich das Schülerbild von gutem Physikunterricht.

2. Die Sicht von Lehrern und Wissenschaftlern

Um den Physikunterricht steht es nach Expertenmeinung nicht zum besten. Schon 1980 merkte der Lehrerverband MNU selbstkritisch an, symptomatisch für den Physikunterricht seien mangelnde Kenntnisse der Schüler und unzulängliche Fähigkeiten bei der Beantwortung einfachster Fragen aus allen Bereichen der Physik [10]. Beim „Tag der Physik“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der 1991 dem Physikunterricht gewidmet war, wurde von einer „Krise des Physikunterrichts“ gesprochen [11]. Und eine Expertise im Auftrag der Kultusministerkonferenz beobachtet 2004 eine Tendenz zu „naturwissenschaftlichem Analphabetismus“ bei den Schülern [12, S.150]. Schülerleistungen bleiben, wie wiederholt gezeigt wurde, weit hinter den Lehrplanforderungen zurück. Zu solchen erheblichen kognitiven Defiziten gesellen sich gravierende affektive. Kaum ein anderes Schulfach ist so unbeliebt wie Physik [5, S.7].

An der intensiven fachdidaktischen Diskussion um Besserungsmaßnahmen waren viele Lehrer, Fachleiter und Fachdidaktiker beteiligt. Der Lehrerverband MNU [13; 14], die Naturwissenschaftler-Professoren der Universität Basel [15], die Bündler-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung [16] und andere fachkundige Gruppen trugen ebenfalls als Experten bei, zu klären, was guten Physikunterricht ausmacht.

Die Arbeiten ([10] ... [16]) sind hier stellvertretend genannt für einen weit umfangreicheren Literaturbestand zu gutem Unterricht, der diesem Vortrag zugrunde liegt. Rund 750 Aufsätze wurden systematisch durchgearbeitet, dazu rund 150 Monographien, Dissertationen und Forschungsberichte. Neben physikdidaktischen wurden auch chemiedi-

daktische Arbeiten stark beachtet, weil die grundlegenden Probleme beider Fächer bemerkenswert ähnlich sind [5,S.130]. Fremdsprachige Arbeiten sind zu etwa einem Drittel in den genannten Zahlen enthalten. Bei der Prüfung der Befunde und Argumente wurden auch Einsichten der Lernpsychologie und Schulpädagogik mitbedacht. In beiden Disziplinen sind wiederholt Kennzeichen guten Unterrichts herausgearbeitet worden. Besonders bekannt wurden Arbeiten von Helmke (z. B. [17]), von Hilbert Meyer (z. B. [18]), auch von Oelkers et al. [19]. Derartige Beiträge können fachbezogene Überlegungen nicht ersetzen, wohl aber fruchtbar ergänzen.

Die systematische Sichtung, Prüfung und Ordnung all dieser Expertenüberlegungen führte zu elf Merkmalen guten Physikunterrichts. Sie sind im Kasten 1 auf der nächsten Seite zusammengestellt.

3. Guter Unterricht real

Die elf Merkmale in Kasten 1 beschreiben ein aus vielen einzelnen Forschungsergebnissen und Lehrererfahrungen gewonnenes Idealbild von Unterricht. Wie sieht in der Realität überdurchschnittlich guter naturwissenschaftlicher Unterricht aus? Hierzu liegt eine große Untersuchung aus England frisch vor. Ein ganzer Schulbezirk mit über 5000 Achtklässlern und ihren 230 naturwissenschaftlichen Lehrern nahm daran teil [21; 22]. In einem ersten Untersuchungsschritt wurden die Schüler zu ihrem naturwissenschaftlichen Schulunterricht befragt. Zu vorgelegten beschreibenden Aussagen sollten sie auf fünfstufigen Skalen (trifft genau zu trifft gar nicht zu) antworten. Als Schlüsselaussagen für beispielhaften Unterricht und vorbildliche Lehrer dienten bei der Auswertung die folgenden drei:

- Naturwissenschaften machen Spaß.
- Ich freue mich auf naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Naturwissenschaftlicher Unterricht ist interessant.

Diejenigen Lehrer, deren Schüler besonders deutlich diesen drei Aussagen zustimmten, wurden als vorbildlich eingestuft. Dabei kristallisierte sich eine Spitzengruppe von sechs vorbildlichen Lehrern heraus.

Diese sechs Lehrer wurden nachfolgend zu einem Gruppengespräch eingeladen. Ziel war es, von ihnen zu erfahren, warum wohl Schüler ihren Unterricht als besonders motivierend empfänden. Sie sollten ihre Überzeugungen von gutem Unterricht und ihre Unterrichtsstrategien im Gespräch erläutern. Das von den sechs Lehrern bei dieser Gelegenheit Gesagte ließ sich in fünf Komplexen zusammenfassen (Tabelle 1). Jeder Komplex wird in der Tabelle durch sinngemäße Lehrerzitate illustriert.

Elf Merkmale guten Physikunterrichts

1 Lernförderliches Unterrichtsklima

Dies Merkmal beschreibt das Klima, die Atmosphäre im Unterrichtsraum. Es beschreibt, wie man miteinander umgeht (freundlich, wechselseitig respektvoll, fair). Persönlichkeitsmerkmale und soziales Verhalten der Lehrperson spielen für das Klima eine wesentliche Rolle. Ist die Lehrperson warmherzig? Ist sie gerecht? Hat sie Humor? Toleranter Umgang mit Fehlern und Geduld gegenüber langsamen Schülern tragen bei zu einem Klima, das als ermutigend empfunden wird. Auch Fürsorge des Lehrers für die Schüler und der Schüler füreinander gehören zum Merkmal 1 eines guten Physikunterrichts.

2 Vielfältige Motivierung

In diesem Merkmal spiegelt sich ein zentrales Anliegen des Physikunterrichts. Guter Unterricht knüpft an schon vorhandenen Interessen der Schüler an, an ihren Vorerfahrungen, an ihrer Neugier, an ihrer Lust zu lernen. Er weckt Freude, sich mit physikalischen und technischen Fragen zu beschäftigen. Er vermittelt das Fach als ein lebendiges, interessantes Gebiet, für das es sich lohnt, sich zu engagieren.

Das Merkmal 2 ist umfassend. Mehrere der nachfolgenden Merkmale lassen sich als Konkretisierungen der Motivierung auffassen; insbesondere Lebensnähe (Merkmal Nr.4), methodische Vielfalt (Nr.5), gut strukturierte Darbietungen (Nr.3), angemessene Anforderungen (Nr.10). All dieses kann das Anliegen unterstützen, nachhaltiges Interesse an Physik aufzubauen – möglichst lebenslang.

3 Verständliche, gut strukturierte Darbietung des Stoffes

Dies Merkmal gilt von jeher als wesentlich für guten Unterricht. Dazu gehören ein klares Thema einer Unterrichtsstunde, bei Experimenten ein klarer Aufbau und eine deutliche Absicht, insgesamt ein roter Faden. Ein Herzstück gelungenen Physikunterrichts ist gutes Erklären. Der Lehrer muss dabei möglichst Vorstellungen und Vorkenntnisse der Schüler berücksichtigen, schwierige Sachverhalte elementarisieren, Medien zur Unterstützung einsetzen, passende Analogien und Modelle heranziehen. Verständliche Stoffdarbietung ist eng verknüpft mit gelingender Kommunikation zwischen Lehrer und Schülern (Merkmal 6). Guter Physikunterricht hat einen für Schüler einsichtigen Gang; in der einzelnen Stunde wie in der Unterrichtseinheit und darüber hinaus.

4 Lernen eingebettet in alltagsnahe Kontexte

Guter Physikunterricht bemüht sich immer wieder darum, Verbindungen zwischen Wissenschaft und dem Erfahrungsbereich der Schüler zu knüpfen, Alltagsbezüge herzustellen, Bedeutsamkeit von Physik und Technik für unser Leben zu verdeutlichen. Er tut dies aus mehreren Gründen. Schüler sind am aufmerksamsten, lernen am besten, wenn ein Thema persönlich bedeutungsvoll für sie ist. Alltagsbezüge helfen bei der Antwort auf die Schülerfrage „Warum sollen wir das lernen?“ Sie stiften Sinn. Wenn Physik mit ihren Kontexten zusammen gelehrt wird, steigt die Chance, dass Schüler das Gelernte auch in lebenspraktischen Situationen anwenden.

5 Vielfältige Unterrichtsmethoden

Physikunterricht bietet reiche methodische Möglichkeiten. Die gilt es zu nutzen. Sie reichen über Lehrervortrag, Demonstrationsexperiment und enggeführtes fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch weit hinaus. Lernen ist ein Prozess, der aktiv-konstruktive Beteiligung des Schülers verlangt. Dementsprechend gehören zu gutem Unterricht immer wieder Phasen, in denen Schüler aktiv handeln und selbständig denken können. Experimente sind ein zentraler Bestandteil guten Physikunterrichts. Fruchtbar für die Schüler werden sie, wenn ihre Stellung im Lernprozess sorgfältig bedacht und aktiver geistiger Beteiligung der Schüler möglichst weiter Raum gegeben wird.

Unterrichtsmethodik hat viele Aspekte. Die nachfolgenden Merkmale (Nr.6 zur Unterrichtskommunikation, Nr.7 zur Schüleraktivität, Nr.8 zur Individualisierung und Nr.9 zum Üben) sollen zusätzlich verdeutlichen, was guten Physikunterricht methodisch ausmacht.

Vielfalt bei den Methoden bewahrt den Unterricht vor Monotonie. Sie hilft außerdem, den unterschiedlichen kognitiven Bedürfnissen der Schüler gerecht zu werden.

6 Verständnisfördernde Unterrichtskommunikation

Guter Physikunterricht besteht zu großen Teilen aus Kommunikation. Dazu gehören nicht nur Stoffdarbietung und Erklärungen des Lehrers (Merkmal 3). Aus Schülerbeiträgen wird dem Lehrer deutlich, welche Vorerfahrungen und Vorstellungen sie mitbringen, wo ihre Interessen liegen, welche Lösungsstrategien sie einsetzen. Erarbeitungs- und Diskussionsphasen mit ausführlichen Lehrer-Schüler- und Schüler-Schüler-Gesprächen geben Aufschluss über Lernfortschritte. Das Vertrautwerden der Schüler mit der Fachsprache beim eigenen Sprechen und die Entwicklung fachlich richtiger Vorstellungen gehen Hand in Hand. Wegen all dieser Vorteile muss hin-

reichend Zeit sein für vielfältige Kommunikation. Der Unterricht war erfolgreich, wenn die Schüler ihre gewonnenen Einsichten in Gründe, Zusammenhänge und Anwendungsmöglichkeiten mit eigenen Worten klar ausdrücken können. In den Bildungsstandards der KMK ist eine der vier großen im Physikunterricht zu vermittelnden Kompetenzen „Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen.“

7 Förderung aktiven, selbstgesteuerten Lernens

Anliegen des Physikunterrichts ist nicht so sehr das Sammeln und Auswendiglernen vieler Kenntnisse, sondern vielmehr der Erwerb von Fähigkeiten und Einstellungen. Die Schüler sollen aufgeschlossen werden für das Erwerben geistiger Erfahrungen und Kompetenzen. Guter Physikunterricht enthält deshalb offenere, problemorientierte Phasen, in denen die Schüler zu eigenen Fragen angeregt werden, in denen sie ein Experiment entwickeln und dessen Ergebnisse dann bewerten, in denen sie notwendige Informationen beschaffen, in denen sie Argumente miteinander austauschen. Die Jugendlichen übernehmen in solchen Phasen selber mit Verantwortung für ihr Lernen und Arbeiten. Für Schüler besitzen das Erlebnis eigener Kompetenzen und die Möglichkeit selbständigen Handelns starke motivationale Wirkungen.

8 Individualisierung und Differenzierung

Schüler bringen sehr unterschiedliche Voraussetzungen in den Physikunterricht mit. Sie unterscheiden sich in ihren Interessen, in ihren Vorkenntnissen und Vorerfahrungen, in ihren Fähigkeiten. Und die Heterogenität in den Klassen hat zugenommen. Guter Physikunterricht bemüht sich mit verschiedenen Ansätzen, dieser Unterschiedlichkeit gerecht zu werden. Wesentlich ist zunächst, dass der Lehrer solche Unterschiede wahrnimmt. Günstig ist sodann inhaltliche wie auch methodische Vielfalt des Unterrichts (Merkmal 5). Insbesondere Phasen aktiven, selbstgesteuerten Lernens (Merkmal 7) sowie Gruppenarbeit und Einzelarbeit schaffen Raum für Individualisierung und Differenzierung. Lerntempo und Schwierigkeitsniveau entscheiden wesentlich mit darüber, wen der Unterricht erreicht und wen nicht. Ein angstfreies, stimulierendes Unterrichtsklima (Merkmal 1) hilft, die Lernbereitschaft möglichst vieler Schüler zu erhalten und ihnen Lernerfolge zu ermöglichen.

9 Intelligentes Üben und Wiederholen

Üben und Wiederholen haben ihren festen Platz in gutem Physikunterricht. Ohne solche regelmäßige Festigung ist nachhaltiges Lernen nicht möglich. Dabei ist die Intelligenz und Phantasie des Lehrers gefragt: Die Aufgaben sollen das Gelernte mit wechselnden Inhalten verbinden; sie sollen Gelegenheit geben, es unter variierten Fragestellungen und Aufgabenformaten zu betrachten. Eine vom Lernprozess selbst allzu verschiedene Problemstellung ist zu vermeiden; die ähnelte mehr einem Neulernen als einem Wiederholen. Unerwünscht ist erst recht das andere Extrem, wenn Lösungsverfahren mechanisiert und Berechnungen stereotyp durchgeführt werden. Intelligenz und Phantasie wird bei rechtem Üben auch vom Schüler gefordert. Er soll in der wechselnden „Verkleidung“ bekannte Teilstücke wiedererkennen und Lösungswege suchen. Sein Lohn: das Erlebnis von Kompetenz und Erfolg.

10 Angemessene Leistungserwartungen und Kontrollen

Guter Physikunterricht arbeitet auf Lernerfolge der Schüler hin und überprüft kontinuierlich seine Ergebnisse. Voraussetzung für Lernerfolge ist, dass die Leistungserwartungen dem altersspezifischen Vermögen der Schüler gut angepasst sind. Das meint insbesondere das Ausmaß der Abstraktheit, die Stofffülle, das Interaktionstempo im Unterricht.

Den Leistungskontrollen kommt dabei eine zweifache Funktion zu. Dem Lehrer geben sie Rückmeldung, ob seine Erwartungen tatsächlich angemessen waren und der Unterricht Erfolg hatte. Den Schülern geben sie Rückmeldung darüber, wo sie stehen, was sie bereits erreicht haben, wo beim Einzelnen weitere Bemühungen nötig sind. Leistungskontrollen ermöglichen dem Schüler, Kompetenzzuwachs zu erfahren. So können angemessene Erwartungen und gut gestaltete Kontrollen in ihrer Wirkung auf Lehrer und Schüler das Lernen vorteilhaft beeinflussen.

11 Klare Klassenführung und Strukturierung des Unterrichts

Guter Physikunterricht zeichnet sich durch klare Strukturen und effiziente Klassenführung aus. Dazu gehört frühzeitige Einführung und konsistente Handhabung von Regeln und Routinen für Standardsituationen. Dazu gehört Aufgaben- und Rollenklarheit. Die Schüler wissen in jeder Unterrichtsphase, was von ihnen erwartet wird. Übergänge zwischen Unterrichtsphasen werden deutlich markiert. Weiter gehört dazu eine gute Zeitnutzung. Hektik (zu viel Stoff) und Ungeduld ist ebenso zu vermeiden wie Langeweile (zu lang gedehnte Lernepisoden, monotoner Stoff). Schließlich gehört dazu rechter Umgang mit Störungen, um den Fluss der Stunde aufrecht zu erhalten (Antizipation möglicher Probleme, unverzügliche Reaktion auf Störungen, Passung zwischen Störverhalten und Intervention).

Tabelle 1: Vorbildliche naturwissenschaftliche Lehrer charakterisieren den eigenen Unterricht. Ihre Äußerungen sind hier in fünf Komplexen geordnet (in Klammern: sinngemäße Zitate der Lehrer).

1) Die Einstellung der Lehrer zu ihren Schülern ist entscheidend.

(z. B.: Ich höre ihnen zu und bin an ihnen als Menschen interessiert. Ich versuche, ihnen von meiner Begeisterung etwas mitzugeben. Mir ist wichtig, dass auch gelacht wird.)

2) Die Lehrer-Schüler-Beziehung muss stimmen.

(z. B.: Mit Lob und Anerkennung bin ich großzügig. Ich bemühe mich um klare, faire Spielregeln.)

3) Schüler als aktiv Lernende

(z. B.: Ich betone die Mitverantwortung der Schüler für ihre Lernfortschritte und gebe ihnen Gelegenheit, solche Fortschritte selber festzustellen. Ich ändere mein Stundenkonzept auch mal, wenn aus der Klasse Fragen kommen.)

4) Sorgfältige Unterrichtsplanung

(z. B.: Die Schüler sollen oft erkennen, wie viel der Unterricht mit ihrem Alltag zu tun hat. Ich bemühe mich, die Unterrichtsstunde in deutlich unterschiedliche Teile zu gliedern. Ich mache mir Gedanken über kleine Zusatzaufgaben für Schüler mit schneller Auffassungsgabe.)

5) Methodische Vielfalt, insbesondere Diskussionen und Schülerexperimente

(z. B.: Ich reduziere meine eigenen Redeanteile. Die Schüler sollen bei mir wenig schreiben, aber viel sprechen.)

Ein Vergleich der Lehrerüberzeugungen und -strategien in Tabelle 1 mit den elf Merkmalen guten Physikunterrichts (Kasten 1) zeigt vielfältige Übereinstimmungen. Fast alle Merkmale lassen sich in den Äußerungen der sechs vorbildlichen Lehrer leicht wiederfinden. Das in den elf Merkmalen zusammengefasste Idealbild beschreibt demnach nicht etwas Unmögliches, eine Utopie. Es nennt vielmehr Unterrichtseigenschaften, die in der Praxis umsetzbar sind und die zudem tatsächlich positiv auf Schüler wirken.

4. Die elf Merkmale als Orientierungshilfe

Die genannten Merkmale fassen sehr knapp zusammen, was fachdidaktische, psychologische und pädagogische Untersuchungen zu gutem Unterricht herausgefunden haben. Man kann sie als wissenschaftlich fundierte Orientierungshilfe nutzen, insbesondere für die Lehrerbildung und für die Schulentwicklung.

Aus der Sicht der Lehrerausbildung stellen die Merkmale einen Katalog von Kompetenzen dar, auf die hin in der Ausbildung gearbeitet werden sollte. Eine Studienordnung mit ihren Modulen und Veranstaltungen sollte sich möglichst allen elf durch die Merkmale charakterisierten Fähigkeiten eines

Lehrers zuwenden. In ähnlicher Weise können diese Kompetenzen als Strukturierungshilfe für die Fachsitzungen eines Studienseminars dienen.

Orientierung bieten die Merkmale auch für die Schulentwicklung. Einer Fachgruppe Physik können sie Referenzrahmen für die Weiterentwicklung des Unterrichts sein. Am Anfang solcher Arbeit wird eine gemeinsame Bestandsaufnahme stehen. Wo sind Problemzonen? Wo steht die Schule schon gut da?

In einem nächsten Schritt kann daraus ein Arbeitsplan erwachsen, wie auf mittlere Sicht eine Verbesserung möglich ist. Bestimmte als besonders wichtig oder besonders aussichtsreich eingeschätzte Aspekte müssen als Entwicklungsschwerpunkt ausgewählt werden, in realistischer Einschätzung des Möglichen. Vertrauen unter den Kollegen muss wachsen, Lerngelegenheiten (z. B. Hospitationen, Besuche an anderen Schulen, Fortbildung) müssen geschaffen werden. Die Mitglieder der Fachgruppe verstehen sich zunehmend als selbstwirksame, reflektierende und verantwortlich handelnde Praktiker.

Bei solcher Arbeit in der Fachgruppe werden für den einzelnen Lehrer unausweichlich manche gewohnte Abläufe und Verhaltensweisen in Frage gestellt. Das ist für einen erfahrenen Lehrer alles andere als einfach. Zu fest eingeschliffen sind viele Verhaltensweisen. Und im Zurückgreifen auf erprobte Handlungsmuster wird es ihm leichter, die vielen an einem Unterrichtstag fälligen Entscheidungen so schnell zu treffen, wie der Unterrichtsablauf es erfordert. Routine hilft also einerseits, mit den eigenen Kräften hauszuhalten. Andererseits behindert sie eine Weiterentwicklung. In gemeinsamem Bemühen der Fachgruppe kann es gelingen, den langen Atem zu entwickeln, den Schulentwicklung braucht.

Wo sich nicht die ganze Fachgruppe zu einem Qualitätszirkel zusammenfügen lässt, bieten die elf Merkmale auch einem einzelnen Lehrer oder einer Zweiergruppe einen Rahmen bei der Reflexion des praktizierten eigenen Unterrichts. Selbstvergewisserung, persönliche Fortentwicklung, nachhaltige Unterrichtsverbesserung sind die Ziele.

Rückmeldung zum eigenen Unterricht kann nicht nur einer Fachgruppe geben, gestützt auf videographierte Stunden, und nicht nur ein vertrauter, hospitierender Kollege. Sehr nützlich sind vielfach auch Hinweise der eigenen Schüler. Die Wichtigkeit eines solchen Feedback zur Verbesserung des eigenen Unterrichts stellen Todt [23] und Hattie [24, S.206] nachdrücklich heraus. Schüler sind, recht betrachtet, durchaus Experten für guten Unterricht, mit ganz reichem Erfahrungshintergrund. Zusätzlichen Aufschluss erhält der Lehrer, wenn er die Schülerantworten nachfolgend mit der Klasse bespricht.

5. Literatur

- [1] Hoffmann, L., Lehrke, M. (1985): Eine Zusammenstellung erster Ergebnisse aus der Querschnitterhebung 1984 über Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr. Kiel: IPN
- [2] Hansen, K.-H., Klinger, U. (1998): Interessenentwicklung und Methodenverständnis im Fach Naturwissenschaft. Kiel: IPN
- [3] Qualter, A. (1993): I would like to know more about that. *Internat. Journal of Science Educ.* 15, 307-317
- [4] Sommers, R. (1986): Ban physics from schools? *Phys. Educ.* 21, 140-143
- [5] Merzyn, G. (2013): Naturwissenschaften Mathematik Technik – immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen. 2. Aufl. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren
- [6] Brandt, M. (1986): Das Interesse der Schüler an der Physik und am Physikunterricht sowie Möglichkeiten seiner Stimulierung. Diss. A. Berlin
- [7] Nachtigall, D. (1979): Physikunterricht und die Entwicklung von Denkstrukturen. *Naturwiss. im Unterr. – Physik/Chemie* 27, 65-74
- [8] Dengler, R. (1995): Physik - ein Teil unserer Kultur? Erlangen: Palm & Enke
- [9] Hagemann, W., Rose, F.-J. (1998): Zur Lehrer/innen-Erfahrung von Lehramts-Studierenden. *Zs. f. Pädagogik* 44, 7-19
- [10] MNU et al. (1980). Dt. Phys. Ges., MNU, Konferenz Fachber. Phys.: Empfehlungen zum Physikunterricht an den Schulen des Sekundarbereichs. MNU 33, bei Heft 6
- [11] Nachtigall, D. (1992): Krise und Ausweg. *Physik. Blätter* 48, 169-173
- [12] Schecker, H., Fischer, H.E., Wiesner, H. (2004): Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In: H.-E. Tenorth (Hrsg.): *Kerncurriculum Oberstufe II*. Weinheim: Beltz, 148-234
- [13] MNU (1993): Positionen zum Unterricht in Mathematik, in den Naturwissenschaften und in Informatik. MNU 46, bei Heft 8
- [14] MNU (2001): Physikunterricht und naturwissenschaftliche Bildung. MNU 53, bei Heft 3
- [15] Universität Basel (1989): Gymnasialunterricht in Naturwissenschaften. Stellungnahme und Thesen der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel. *Neue Sammlung* 29, 553-569
- [16] BLK-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (1997): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effektivität des math.-nat. Unterrichts“. Bonn: BLK
- [17] Helmke, A. (2003): Unterrichtsqualität erfassen bewerten verbessern. Seelze: Kallmeyer
- [18] Meyer, H. (2004): Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen Scriptor
- [19] Oelkers, J., Reusser, K. (2008): Qualität entwickeln – Standards sichern – mit Differenz umgehen. Berlin: BMBF
- [20] Haenisch, H. (2002): Merkmale erfolgreichen Unterrichts. In: Was ist guter Fachunterricht? 2. Aufl. Bönen: Kettler, 42-53
- [21] Wilson, H., Mant, J. (2011): What makes an exemplary teacher of science? The pupils' perspective. *School Science Review* 93 (342), 121-125
- [22] Wilson, H., Mant, J. (2011): What makes an exemplary teacher of science? The teachers' perspective. *School Science Review* 93 (343), 115-119
- [23] Todt, E. (1993): Schülerempfehlungen für einen interessanten Physikunterricht. *Naturwiss. im Unterr. – Physik* 4, 77-78 und 117-120
- [24] Hattie, J. (2013): Lernen sichtbar machen. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren