

Unterricht Physik

H 10446 F
Heft 37

14 → Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie, 145

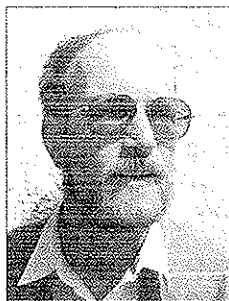
Best.-Nr. 13037



Selbstständig
lernen

...theorie des Lichts
... war in Optik neben der
... am weitesten entwickelten Wimen-
... Nordesgrund und damals die
... des Lichts; dabei
... nach des ... Möglichkeiten zus

Zu diesem Heft



Liebe Leserin,
lieber Leser,

selbstständig Lernen, Erziehung zu Selbstverantwortung und Mündigkeit müssen nicht abstrakte allgemeine Bildungsziele in den Präambeln unserer Lehrpläne bleiben: In der Physik,

in uns Lehrkräften sowie in unseren Schülerinnen und Schülern stecken Potentiale, die vermehrt für selbstständiges Lernen genutzt werden könnten. Drei Ziele stehen dabei im Vordergrund: das Verstehen der Physik, das Lernen über Physik, die Selbst- und Sozialkompetenz der Kinder und Jugendlichen.

Die Autoren dieses Heftes beschreiben konkrete Unterrichtsbeispiele, die in kleinen und großen Schritten zu selbstständigem Lernen führen: erste Freiräume in klassischen Schülerexperimenten (B. Ebert), Forschungsaufträge in der Elektrizitätslehre (H. Schenkel), ein mehrstündiger „Werkstatt-Unterricht“ zum Thema Spiegel (U. Aeschlimann), handelndes Lernen zu Schwimmen – Schweben – Sinken ausgehend von einer Räubergeschichte (C. Schwengeler), das selbstständige Schreiben von Texten im Physikunterricht (P. Stettler).

Beispiele alleine reichen allerdings nicht. Das Entscheidende sind wir Physiklehrkräfte und unsere Einstellung zum selbstständigen Lernen: Was ist unser Bild von Schule und Unterricht, von den Aufgaben der Lehrenden und vom Können der Lernenden? Nur wenn wir den Schülerinnen und Schülern selbstständiges Lernen zutrauen, nur wenn wir uns als Dozierende zurücknehmen können, nur wenn uns das wirkliche Verstehen der Physik und das Lernen über Physik am Herzen liegen, wird das selbstständige Lernen den ihm gebührenden Platz im Physikunterricht einnehmen.

Die Mehrzahl der Autoren dieses Themenheftes stammt aus der Schweiz: Dies ist kein Zufall, wird doch das selbstständige Lernen dort seit Jahren nicht nur intensiv diskutiert, sondern auch von Tausenden von Schülerinnen und Schülern – dank der Unterrichtsgestaltung ihrer Lehrkräfte – in allen Schulfächern täglich praktiziert. Nicht zuletzt dank der hierbei gemachten positiven Erfahrungen glaube ich an die Chancen des selbstständigen Lernens im Physikunterricht und habe das Vertrauen, dass wir hier etwas verändern und verbessern können.

In diesem Sinne grüßt Sie herzlich

Ihr

Peter Labudde



Heft 37, Februar 1997,
8. Jahrgang

Selbstständig lernen

Herausgeber: Prof. Dr. Peter Labudde, Bern

Basisartikel

<i>Peter Labudde</i> Selbstständig lernen Eine Chance für den Physikunterricht	4
--	---

Unterrichtspraxis

<i>Bernd Ebert</i> Auf dem Weg zu mehr selbstbestimmtem Lernen im Schülerexperiment	10
<i>Ueli Aeschlimann</i> Werkstatt-Unterricht zum Thema „Spiegel“	15
<i>Heinrich Schenkel</i> Zuhause forschen und experimentieren Ein Erfahrungsbericht	20
<i>Christoph A. Schwengeler</i> Handelndes Lernen – der andere Weg zur Erkenntnis	24
<i>Peter Stettler</i> Texte schreiben im Physikunterricht	31

Magazin

<i>Peter Labudde</i> Selbstständiges Lernen braucht selbstständige Lehrende	37
Buchrezension	37
<i>Martin Volkmer</i> Metallische Eigenschaften von Wasserstoff	38
<i>Martin Volkmer</i> Volumenverminderung beim Erwärmen	38
Ausstellung „Wieviel Wärme braucht der Mensch?“ Die Geburt der Kultur aus dem Feuer und das Energieproblem heute	38
<i>Helga Behrendt</i> Geschichte und Theorie der Naturwissenschaften im Unterricht	39
<i>Christine Schäffler</i> Stromversorgungsgerät – selbst gebaut	40
<i>Erwin Appenzeller</i> Bestimmung der Schallgeschwindigkeit	41
Vorschau/Rückschau/Impressum	42
<i>Christoph A. Schwengeler</i> Versuchskartei	43
Kurzfassungen	45

Selbstständig lernen

Eine Chance für den Physikunterricht

Von Peter Labudde

Physik und Physikunterricht sind immer wieder etwas Schönes und Herausforderndes: In ihnen schlummern Potentiale, die vermehrt genutzt werden könnten. Eine echte Chance hierzu bildet das selbstständige Lernen. Um welche Potentiale handelt es sich?

- Die Physik selbst bietet mit ihren Fragestellungen, Inhalten und Methoden eine Fülle von Bildungsmöglichkeiten. Als Lehrerinnen und Lehrer sollten wir uns bei der mancherorts zu beobachtenden Naturwissenschaftsfeindlichkeit und bei aller Unterrichtskritik nicht in unserer Überzeugung beirren lassen, dass Physik als Wissenschaft Qualitäten aufweist, mit denen sie prädestiniert ist für selbstständiges Lernen.
- Potentiale schlummern aber auch in uns selbst, in uns Physiklehrkräften! Ausgerüstet mit einem breiten physikalischen Grundwissen, interessiert an naturwissenschaftlichen Fragen und erfahren in der Schultätigkeit könnten wir mehr aus unserem Unterricht machen: Wir könnten doch eigentlich auch anders, als – wie so häufig – vor der Klasse zu dozieren, zu fragen und zu antworten?
- Und nicht zuletzt, wie viele Potentiale stecken in den uns anvertrauten Schülerinnen und Schülern! Können diese sich genügend entfalten? Finden die Jugendlichen die Freiräume, das Fördern und Fordern, die für das Lernen der Physik wünschbar wären?

Vieles selbstständiges Lernen bietet eine Chance, diese Potentiale der

Physik, der Lehrenden und der Lernenden besser zu nutzen. Bereits zwei Themenhefte dieser Zeitschrift zeigten – allerdings aus einer anderen Perspektive – Wege in dieser Richtung auf: „Offener Unterricht“ [1] und „Alltagsvorstellungen“ [2].

Drei Argumente für selbstständiges Lernen

Unterrichtsziel „Verstehen der Physik“

Bereits Wagenschein betitelte zwei seiner Hauptwerke mit „Verstehen lehren“ [3] und „Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken“ [4]. Und auch die lernpsychologischen Ansätze, die in den letzten 20 Jahren unter dem Begriff „Konstruktivismus“ [5] entwickelt und erprobt wurden, haben als ein Hauptziel das bessere Verstehen der Unterrichtsinhalte. Selbstständiges Lernen fordert und unterstützt Verstehen.

Unterrichtsziel „Lernen über Physik“

Physikalische Erkenntnisgewinnung ist durch charakteristische Methoden, durch typische Ziele aber auch Grenzen gekennzeichnet. Es muss auf allen Stufen ein Ziel des Unterrichts sein, dies bewusst zu machen. Eine notwendige aber leider nicht hinreichende Voraussetzung dafür ist die selbstständige Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten und Methoden: Die Lernenden müssen selbst Phänomene beobachten, Hypothesen entwickeln, Experimente durchführen, miteinander wissenschaftliche Streitgespräche führen. Auf diese Art erleben sie die

wesentlichen Elemente physikalischer Erkenntnisgewinnung.

Unterrichtsziel „Selbst- und Sozialkompetenz“

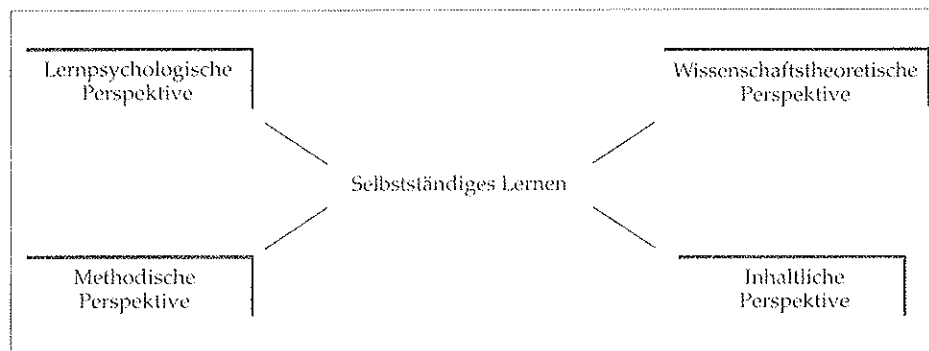
„[Die Schülerinnen und Schüler] sind fähig, sich den Zugang zu neuem Wissen zu erschließen, ihre Neugier, ihre Vorstellungskraft und ihre Kommunikationsfähigkeit zu entfalten sowie allein und in Gruppen zu arbeiten.“ [6] Diese Bildungsziele lassen sich in ähnlicher Form in jedem Lehrplan finden. Und alle Fächer, gerade auch die Naturwissenschaften, können wichtige Beiträge zur Erreichung dieser Ziele leisten. Selbstständiges Lernen ist dabei ein Hauptelement: Jugendliche sollen Physik als etwas Werdendes erfahren. Mit dem Werden des Wissens ist auch das Werden des Menschen verbunden, also nicht nur die Sach-, sondern auch die Selbst- und Sozialkompetenz (siehe auch die Beiträge von Aeschlimann, S. 15, und Schenkel, S. 20).

„Selbstständig lernen“ aus physikdidaktischer Sicht

Jugendliche konstruieren neues Wissen (lernpsychologische Perspektive)

Mit dem „Konstruktivismus“ wurde in der Lernpsychologie eine Theorie entwickelt, bei der es sich nicht um irgendeine erziehungswissenschaftliche Modeströmung handelt, sondern um die seit Jahren am intensivsten erforschte und diskutierte Theorie (vgl. z. B. [5], [7]). Auch in der Naturwissenschaftsdidaktik gilt dieser Ansatz als der derzeit vielversprechendste. Im „Konstruktivismus“ wird von folgenden Grundannahmen ausgegangen:

- Lernende konstruieren ihr Wissen, d. h. Lernen ist ein aktiver Prozess: Anknüpfend an das eigene Vorwissen interpretiert das Individuum neue Erfahrungen und generiert neues Wissen.
- Für diesen Lernprozess sind nicht nur Vorwissen und Vorerfahrungen von Bedeutung, sondern gleichermaßen auch die individuellen Interessen, Überzeugungen und Gefühle sowie die Identifikation mit den Lerninhalten.



Selbstständiges Lernen bietet unterschiedliche Perspektiven

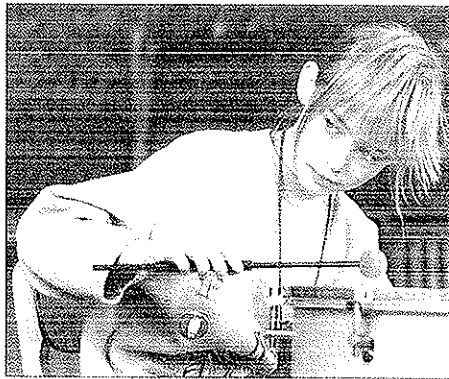
- Lernen kann damit nur in einem für das Individuum relevanten Kontext stattfinden. Die Unterrichtsinhalte müssen daher lebens- und berufsnahe sein, eher komplex und unstrukturiert als vereinfacht und strukturiert.
- Kooperatives Lernen spielt für die Konstruktion von Wissen eine zentrale Rolle: Erst im gegenseitigen Austausch von Fragen und Hypothesen, in der gemeinsamen Diskussion von Interpretationen und Lösungen gewinnt neues Wissen an Struktur.
- Das Generieren neuen Wissens schließt die Reflexion und Kontrolle von Lernprozess und Lernerfolg ein.

Diese Grundannahmen sind richtungweisend für selbstständiges Lernen. Viele Postulate des Konstruktivismus werden bereits seit Jahren – ohne expliziten Bezug auf den konstruktivistischen Hintergrund – in Handlungsempfehlungen für die tägliche Schulpraxis formuliert. Sind sie also gar nichts Neues? Ja und nein: Mit dem Konstruktivismus gibt es jetzt eine Theorie, in deren Rahmen die Unterrichtspraxis fundiert reflektiert werden kann. Theorie und Praxis können sich so gegenseitig ergänzen und befruchten. Die Beiträge des vorliegenden Themenheftes mögen zeigen, wie sich die konstruktivistischen Postulate konkret in die Schulpraxis umsetzen lassen.

Jugendliche erleben Physik als Wissenschaft (wissenschaftstheoretische Perspektive)

Im selbstständigen Lernen können Schülerinnen und Schüler wesentliche Merkmale physikalischer Erkenntnisgewinnung erleben und erkennen. Zwei Beispiele mögen dies verdeutlichen:

- 1) „Paradigmawechsel“: Kuhn [8] prägte diesen Begriff in seinem Werk „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“. Revolutionen nennt er z. B. den Wechsel von der aristotelischen zur newtonschen Mechanik, die kopernikanische Wende oder die Entwicklung der Quantenphysik. Kuhn unterscheidet zwei Phasen der Wissenschaft: Normalwissenschaft und außerordentliche Wissenschaft (bzw. wissenschaftliche Revolution).
- In der Normalwissenschaft sind die Wissenschaftler an bestimmte Paradigmata gebunden, an „allgemein anerkannte wissenschaftliche Leistungen, die für eine gewisse Zeit einer Gemeinschaft von Fachleuten maßgeben-



Vom Erlebnis zum Experiment – neues Wissen konstruieren

de Probleme und Lösungen liefern“ ([8], S. 10). Zu diesen Leistungen gehören u. a. Begriffe, Methoden und Modelle. Alles zusammen bildet die „Erscheinungswelt“, in der Wissenschaftler während einer normalwissenschaftlichen Phase leben und auf deren Hintergrund sie wissenschaftliche Probleme definieren, beobachten und interpretieren.

- Eine Veränderung dieser Erscheinungswelt, d. h. eine Phase außerordentlicher Wissenschaft, wird ausgelöst durch „die Wahrnehmung einer [wesentlichen] Anomalie, eines Phänomens also, auf welches das Paradigma den Forscher nicht vorbereitet hatte“ ([8], S. 70). Die Anomalie alleine reicht allerdings nicht, um einen Paradigmawechsel herbeizuführen: „[Eine wissenschaftliche Theorie wird] nur dann für ungültig erklärt, wenn ein anderer Kandidat vorhanden ist, der ihren Platz einnehmen kann. [...] Die Entscheidung, ein Paradigma abzulehnen, ist immer gleichzeitig auch die Entscheidung, ein anderes anzunehmen, und das Urteil, das zu dieser Entscheidung führt, beinhaltet den Vergleich beider Paradigmata mit der Natur und untereinander“ ([8], S. 90).
- Nach einer wissenschaftlichen Revolution ist die Erscheinungswelt eine andere: „Paradigmawechsel veranlassen die Wissenschaftler tatsächlich, die Welt ihres Forschungsbereichs anders zu sehen“ ([8], S. 123).

Auch Jugendliche müssen im Physikunterricht „Paradigmawechsel“ vollziehen. Im Konstruktivismus wird hier von „Konzeptwechsel“ gesprochen: Die Lernenden bringen ihr individuelles Vorverständnis mit, auf dessen Hintergrund sie physikalische Probleme beobachten und interpretieren. Die Wahrnehmung einer Anomalie führt dazu, dieses Vorverständnis zu hinterfragen und neue Hypothesen und Theorien zu entwickeln. Der Vergleich

von Vorverständnis und neuer Theorie mit der Natur und untereinander kann dann zu einem „Paradigma- bzw. Konzeptwechsel“ führen.

Das Lernen der Physik erfordert immer wieder derartige Wechsel: z. B. den Bedeutungswechsel eines Wortes zwischen Alltags- und Fachsprache, den Wechsel von meist aristotelischen Alltagsvorstellungen zur newtonschen Mechanik, den Bruch zwischen erlebnishafter Naturbegegnung und naturwissenschaftlicher Beschreibung. Ein bewusstes Erleben derartiger Konzeptwechsel, das über weite Phasen selbstständiges Lernen einschließt, kann zweierlei bewirken: Erstens verstehen die Schülerinnen und Schüler die physikalischen Konzepte besser. Zweitens erkennen sie im Paradigmawechsel ein wichtiges Charakteristikum naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung.

2) „Zusammenarbeit in der wissenschaftlichen Gemeinschaft“: Im Forschungsprozess spielen Kooperation und Kommunikation fundamentale Rollen:

- Meist bearbeiten Forschungsteams ein Projekt. Dabei bringen die beteiligten Personen Kompetenzen aus verschiedensten Bereichen mit, sie diskutieren miteinander Fragen und Hypothesen.
- Die Arbeit in der Forschungsgruppe wird ergänzt und bereichert einerseits durch Einzelarbeit „im stillen Kämmerlein“ und andererseits durch den Informationsaustausch in der übergeordneten wissenschaftlichen Gemeinschaft (Kongresse, Fachzeitschriften).
- Kommunikation und Kooperation verlangen diverse Fähigkeiten: das präzise Verfassen und Lesen von wissenschaftlichen Texten, das mündliche Vortragen von Forschungsergebnissen, das gezielte Fragen und Nachfragen.

Die Teamarbeit, der Wechsel der Sozialformen sowie verschiedene mündliche und schriftliche Kommunikationsformen sind auch für den Physikunterricht von eminenter Bedeutung: Sie tragen bei zum „Verstehen der Physik“, zur „Sozialkompetenz“ und zum „Lernen über Physik“. Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung der Zusammenarbeit bei der physikalischen Erkenntnisgewinnung erleben und darüber nachdenken. Selbstständig zu lernen kann hier einen wichtigen Beitrag leisten, denn es schließt immer wieder die Arbeit im Team und den Wechsel von Sozial- und Kommunikationsformen ein.

Jugendliche lernen in verschiedenen Unterrichtsformen (methodische Perspektive)

Selbstständiges Lernen ist nicht an eine bestimmte Unterrichtsform gebunden. Es wäre falsch zu meinen, dass dies ausschließlich in Gruppenarbeiten, beim entdeckenden Lernen oder im Projektunterricht möglich sei. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Unterrichtsform: u. a. der angestrebte Grad an Selbstständigkeit, die jeweilige Phase des Lernprozesses, die Gewöhnung der Klasse an selbstständiges Lernen, die zur Verfügung stehende Zeit.

Einen wichtigen methodischen Grundbaustein für selbstständiges Lernen stellt die so genannte Lernaufgabe dar. Es handelt sich um einen Ar-

Schenkel, S. 20). Lernaufgaben können als methodischer Grundbaustein bezeichnet werden, weil sie auch in anderen Unterrichtsformen auftauchen:

- Im so genannten Werkstatt-Unterricht bearbeiten Jugendliche teils obligatorische, teils freiwillige Lern- und Übungsaufgaben (z. B. Aeschlimann, S. 15).
- Auch kleinere oder größere Physik-Projekte sind im Wesentlichen eine Art Lernaufgabe, bei der Jugendliche eine selbst gewählte Fragestellung bearbeiten.
- In einem Leitprogramm folgen die Lernenden einer genauen Abfolge von Aufgaben. Für den Physikunterricht im 9.-13. Schuljahr wurden u. a. Leitprogramme zu den Themen „Überlagerung von Geschwin-

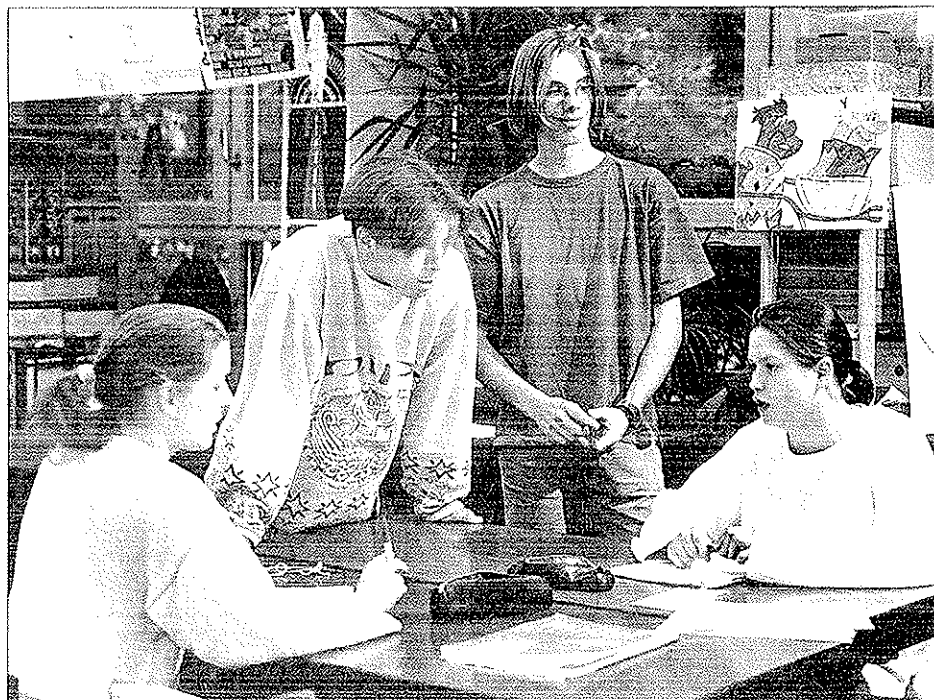


Foto: Bert Bärzke, Mülheim/Ruhr

Kooperation und Kommunikation – wie in der Forschung, so in der Schule

beitsauftrag, bei dem die Jugendlichen etwas Neues erarbeiten. Es sind also die Lernenden, die eine Problemlösung aufbereiten und die Inhalte durcharbeiten. Damit unterscheidet sich die Lernaufgabe von der Übungsaufgabe. Für eine ausführliche Darstellung sei auf [9] verwiesen.

Lernaufgaben im Physikunterricht können eingebettet sein in Schülerexperimente, wie es u. a. Ebert und Schwengeler auf S. 10 bzw. S. 24 beschreiben, in das Bearbeiten und Verfassen von Texten (siehe Stettler, S. 31) oder ein „Forschungsauftrag“ im Sinne einer selbstständigen Suche nach naturgesetzlichen Zusammenhängen außerhalb des Klassenzimmers (vgl.

digkeiten“ und „Radioaktivität“ entwickelt [10].

- Bei der Fallstudien-Methode bearbeiten die Schülerinnen und Schüler eine umfangreiche Lernaufgabe in Form eines Falls, d. h. eines wissenschaftlichen Problems wie „Energie von der Sonne?“ oder „Warum Kühltürme?“ [11].

In komplementärer Ergänzung zu Lernaufgaben und den darauf aufbauenden Unterrichtsmethoden gibt es eine Vielzahl von Unterrichtstechniken, mit denen die Selbstständigkeit der Lernenden gefördert wird. Als Beispiele seien genannt:

- Eigene Lernkontrolle: Bei Arbeitsaufträgen kontrollieren die Jugend-

lichen selbstständig Lernweg und -resultat. Sie werden ermuntert und erhalten Gelegenheit, individuell oder in Gruppen ihre Wege und Lösungen mit denen anderer oder mit denjenigen im Lösungsheft zu vergleichen. In den meisten Fällen werden sie Probleme und Fehler erkennen, diagnostizieren und verbessern können. Nur wenn die Schülerinnen und Schüler alleine nicht weiterkommen, wenden sie sich an die Lehrkraft, die dann beratend zur Seite steht.

- Lernpartnerschaft: Die Lernkontrolle kann institutionalisiert werden in der Lernpartnerschaft, „jeder Lerner hat einen Lernpartner, mit dem er seine Lernerfahrungen, Probleme und Fragen bespricht. [...] In der Lernpartnerschaft findet die erste Evaluation der gemachten Erfahrungen statt. Es wird auch darüber entschieden, welche Erkenntnisse oder Probleme in der Klasse vorgetragen und zur Diskussion gestellt werden.“ [12]
- Beiträge von allen Lernenden: Wie häufig erleben wir im Unterricht, dass nur einige wenige aktiv mitarbeiten. Dabei wüssten oft auch die anderen interessante Antworten und Lösungen; sie sind vielleicht nur stiller oder etwas gründlicher und damit auch langsamer. Durch geeignete Unterrichtstechniken (vgl. z. B. [13], [14]) können die Antworten von mehreren, ja von allen Schülerinnen und Schülern zusammengetragen werden. Im Klassen- oder Gruppengespräch werden anschließend die Antworten geordnet und zusammengefasst, werden Widersprüche und Fehler diskutiert. All dies sind kleine Schritte in Richtung selbstständiges Lernen.

Alle erwähnten Beispiele mögen zeigen, dass Selbstständigkeit an keine spezifische Unterrichtsmethode gekoppelt ist. Nicht einseitige Unterrichtsansätze, sondern ein breites Repertoire von Unterrichtsformen ist anzustreben.

Jugendliche verbinden Alltagswelt und Physik (inhaltliche Perspektive)

Selbstständiges Lernen wird erleichtert, wenn die Lernenden einen direkten Bezug zu ihrem Vorwissen herstellen können [2]. Das altbekannte Postulat nach mehr Alltagsbezug im Physikunterricht ist für die Selbstständigkeit von größter Bedeutung:

- Die Lernenden können dann eigenständig neues Wissen erarbeiten und verstehen, wenn sie es mit dem bereits vorhandenen verbinden können.

- Gleichzeitig wird eine günstige Voraussetzung geschaffen, einen emotionalen Bezug zum Lerngegenstand herzustellen. Dieser für viele Mädchen und Jungen so wichtige Bezug wird im „nüchternen und trockenen“ Physikunterricht leider oft übersehen.
- Nicht zuletzt gibt der Alltagsbezug die Möglichkeit, vielfältige eigene Fragen zu stellen. Die Lernenden haben Fragen an ihre Welt: Sie wollen wissen, wie etwas funktioniert, wie wir mit Hilfe der Naturwissenschaften etwas erklären und welche physikalischen Voraussagen und Anwendungen möglich sind.

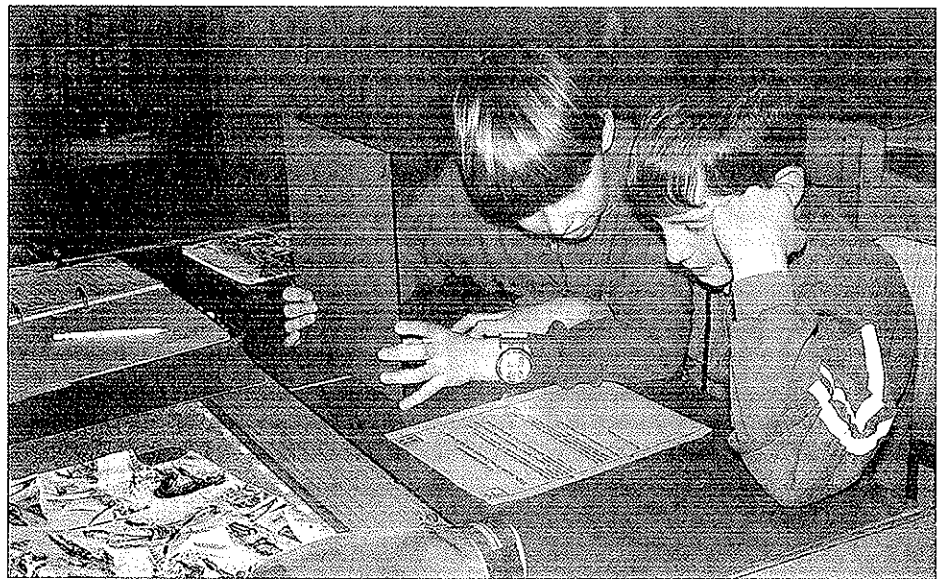
Die Verbindung von Lebenswelt und Physik zieht sich wie ein roter Faden durch alle Beiträge dieses Themenheftes. Auch werden überall gezielt Freiräume geschaffen, die Kreativität, Experimentierfreude und Lernprozesse wecken! Weitere derartige Unterrichtsbeispiele finden sich auch in [15] und [16].

Selbstständigkeit in verschiedenen Abstufungen und Dimensionen

Bei der Diskussion um selbstständiges Lernen besteht die Gefahr, in Schwarz-Weiß-Denken zu verfallen. Dabei sollte es nicht um Ja oder Nein gehen, sondern um den Stellenwert des selbstständigen Lernens. Eine differenziertere Betrachtung zeigt, dass Selbstständigkeit, d. h. auch Selbstverantwortung und Selbststeuerung, in verschiedenen Dimensionen und Abstufungen auftritt.

Im konstruktivistischen Modell der sogenannten „kognitiven Berufslehre“ werden drei Stufen von Lenkung unterschieden: (1) Modell („Modeling“), (2) Gerüst („Scaffolding“), (3) Beratung („Coaching“) ([17], [18]). Die Lenkungsstufen lassen sich folgendermaßen charakterisieren [17]:

- (1) *Modell*: Die Lehrkraft führt eine Tätigkeit laut denkend vor. Sie modelliert diese, damit die Lernenden eine zutreffende Vorstellung des angestrebten Zieles und des hinführenden Weges aufbauen können.
- (2) *Gerüst*: Nur noch Teile werden modelliert. Die Lehrkraft gibt auf die individuellen Bedürfnisse und Kompetenzen abgestimmte Hilfen. Sie dient den Lernenden als „personales Lerngerüst“, von dem sie sich allmählich lösen können.
- (3) *Beratung*: Die Lehrkraft berät die Lernenden bei deren Problemlöse-



Werkstatt-Unterricht zum Thema „Spiegel“ (vgl. auch S. 15)

versuchen; gemeinsam werden die Leistungen optimiert. Eine kompetente Beratung setzt u. a. voraus: solides Fachwissen, fundierte Kenntnisse der bereichsspezifischen Lernprozesse, Kennen der einzelnen Schülerinnen und Schüler, gegenseitiges Vertrauen.

In diesen drei Stufen wird die Fremdsteuerung zunehmend abgebaut, bei gleichzeitigem Ausbau der Selbststeuerung des lernenden Individuums. Hilfestellungen werden in dem Maße reduziert, wie die Lernenden ihre Kompetenzen steigern und Verantwortung für den Lernprozess übernehmen. Wie viel Selbstverantwortung zu welchem Zeitpunkt möglich und notwendig ist, hängt dabei sehr vom einzelnen Individuum ab. Für den Lernprozess sind die drei Stufen als Ganzes von Bedeutung.

Als Beispiel seien die Planung, Durchführung und Auswertung eines physikalischen Experimentes genannt: Bei der Stufe (1) erklärt die Lehrkraft

laut denkend, warum und wie sie etwas macht. Lehrer-Demonstration und zugehörige Erklärung sind ausführlich und detailliert; so weit wie möglich wird verstecktes Expertenwissen transparent und verständlich dargelegt. Auf Stufe (3) dagegen haben die Schülerinnen und Schüler die Verantwortung für die Planung, Durchführung und Auswertung eines Experimentes. Sie stellen die Fragen, die zu einem Experiment leiten, und führen es durch. Exakte Versuchsdurchführung, präzises Beobachten und eine fundierte Auswertung bilden dabei notwendige Voraussetzungen für selbstständiges Denken. Die Lehrkraft steht bei Bedarf beratend und helfend zur Seite.

Neben den Lenkungsstufen lassen sich mehrere Dimensionen selbstständigen Lernens unterscheiden, unter anderem:

- *Zeiteinteilung*: Wird die Zeit für Arbeitsaufträge vorgegeben oder können die Jugendlichen ihrem indivi-



Alltagswelt und Physik verbinden – Spielplatzwippe und Hebelgesetz ausbalancieren

10 Tips für den Anfang

1. *Im Kleinen beginnen, um nicht sich selbst und die Klasse zu überfordern!* Zum Beispiel: Vermehrt zunächst einzelne kleinere, dann größere Arbeitsaufträge stellen. – Statt einer engen Formulierung in einem Schülerversuch eine offenere verwenden. – Statt selbst die Lösungen aller Lernenden zu kontrollieren, das Lösungsheft zur individuellen Lernkontrolle zur Verfügung stellen und den Ideenaustausch zwischen den Lernenden fördern.
2. *Sich stets fragen: „Was bringen die Lernenden an Vorwissen zu diesem Thema mit?“* An was können sie – nicht ich! – anknüpfen? Bei der Unterrichtsvorbereitung erst nach Beantwortung dieser Fragen an die Fachsystematik der Physik denken! Sich bewusst sein, dass die Vorerfahrungen individuell verschieden sind und daher im Unterricht ausgeglichen werden müssen.
3. *Für Jungen und vor allem auch für Mädchen relevante Unterrichtsinhalte auswählen!* Die Inhalte sollen lebens- und berufsnahe sein, die Lernenden sollen auch einen emotionalen Bezug herstellen können. Es werden Alltagsbeobachtungen problematisiert: in erster Linie Naturphänomene, in zweiter Linie technische Phänomene.
4. *„Was können die Lernenden selbst tun?“* Sich auch diese Frage bei jeder Unterrichtsvorbereitung stellen! Immer wieder entsprechende Unterrichtsphasen planen, z. B.: ein kleiner Handversuch, das Schreiben eines kurzen Textes, die Lösungsansätze einer Übungsaufgabe untereinander diskutieren.
5. *Den Unterricht Schritt für Schritt kommunikativer gestalten!* Allen Lernenden Gelegenheit geben, eigene Gedanken und Fragen schriftlich und mündlich vorzubringen und zu diskutieren, z. B.: Jede Person formuliert zuerst schriftlich eine Hypothese, zu zweit werden diese dann ausgetauscht und diskutiert. – Darauf achten, auf eine Frage mehrere Antworten zu sammeln. – In Kleingruppen für die spätere Plenumsdiskussion Tips zusammenstellen lassen, z. B. zur Frage „Was hat mir geholfen, dieses physikalische Gesetz zu verstehen?“
6. *Explizit die Jugendlichen zu eigenen Lernwegen ermuntern, ihnen Vertrauen schenken!* Also immer wieder bewusst Botschaften ausschicken wie: „Es gibt keine so genannten dummen Fragen! Ich traue euch das zu! Auf diesen Weg wäre ich nicht gekommen.“
7. *Sich vermehrt dem individuellen Lerntempo der Schülerinnen und Schüler anpassen!* Zum Beispiel: Der Plenumsunterricht wird immer wieder durch Einzelarbeit, Partner- und Gruppenarbeit unterbrochen und ergänzt. – Die Lehrkraft gibt auch den Langsameren genügend Zeit. – Sehr schnell arbeitende Jugendliche helfen anderen, erhalten zusätzliche „Knacknuss“-Aufgaben oder dürfen etwas ganz anderes bearbeiten.
8. *Die räumlichen und zeitlichen Rahmenbedingungen sanft ändern!* Physikunterricht kann nicht nur im Physikraum stattfinden, sondern auch auf dem Pausenplatz, in der Turnhalle, in der näheren Umgebung. Für Jugendliche erleichtert dies die Verbindung zu Alltagswelt und Vorverständnis. – Bei Gruppen-, Partner- oder Einzelarbeit kann ein Teil der Klasse einen zu engen Physikraum verlassen und in der Physiksammlung, im Gang, im Schülerarbeitsraum oder in der Bibliothek arbeiten. – Bei der Stundenplanung vermehrt Doppelstunden wünschen, sie bilden für das selbstständige Lernen das bessere Zeitgefäß als 45 min-Lektionen.
9. *Das selbstständige Lernen mit Schülerinnen und Schülern reflektieren!* Mit den Jugendlichen die Ziele diskutieren, die mit dem selbstständigen Lernen verfolgt werden. Ihnen Gelegenheit geben, über das Erreichen dieser Ziele im Allgemeinen wie auch über das Lernen spezifischer Inhalte nachzudenken, z. B. [20]: „Wieso habe ich Mühe mit diesem physikalischen Begriff? Warum hilft es mir, mit jemandem zusammenzuarbeiten? Was habe ich alleine erarbeiten können?“
10. *Transparenz gegenüber Jugendlichen und Eltern! Unterstützung im Kollegium!* Um Ängsten und Widerständen vorzubeugen, wird mit Eltern und Jugendlichen über Anliegen und Probleme beim selbstständigen Lernen rechtzeitig diskutiert. – Und last but not least: Wieviel könnten Schule und Unterricht gewinnen, wenn vermehrt einzelne Lehrerinnen und Lehrer zusammenarbeiten würden! Wenn zwei oder drei Lehrkräfte in ihren jeweiligen Klassen selbstständiges Lernen ausprobierten, könnten sie Erfahrungen und Unterrichtsmaterialien austauschen, über ihre individuellen Bilder von Lehren und Lernen nachdenken und sich gegenseitig stützen.

duellen Lerntempo gemäß arbeiten? Und zwar nicht nur bei Hausaufgaben, sondern auch ab und zu während der Physikstunde?

- *Lernkontrolle:* Die Zeiteinteilung hängt direkt mit der Lernkontrolle zusammen. Erfolgt diese primär durch die Lehrkraft oder können die Lernenden zunächst selbst Lernweg und -resultat kontrollieren?
- *Lernmaterial:* Dieses kann bis ins Letzte angegeben und zur Verfügung gestellt werden, oder es kann den Schülerinnen und Schülern überlassen werden, geeignetes Material zusammenzustellen und zu beschaffen: z. B. spezielle Informationen in der Schulbibliothek suchen, eine Firma für eine Produktinformation anschreiben, sich bei der Lehrkraft nach einem spezifischen Messgerät für ein eigenständig geplantes Experiment erkundigen.
- *Sozialform:* Ob ein Arbeitsauftrag individuell, in Partner- oder in Gruppenarbeit zu lösen ist, kann von der Lehrperson vorgegeben oder auch freigestellt sein.
- *Aufgabenstellung:* Von einem sehr engen Rahmen, z. B. bei kochrezeptartigen Schülerexperimenten, bis hin zu großen Freiräumen, etwa bei kleineren „Forschungsprojekten“, gibt es ein weites Spektrum von Aufgaben [1]. Ebenso breit kann das Spektrum bei der Auswahl von Arbeitsaufträgen sein: von obligatorischen über einen Wahlpflichtbereich bis hin zu freiwilligen Aufgaben.
- *Stoffauswahl:* Lassen der offizielle und der so genannte „heimliche“ Lehrplan, d. h. der eigene der Lehrkraft, Freiräume bei der Stoffauswahl zu oder nicht?

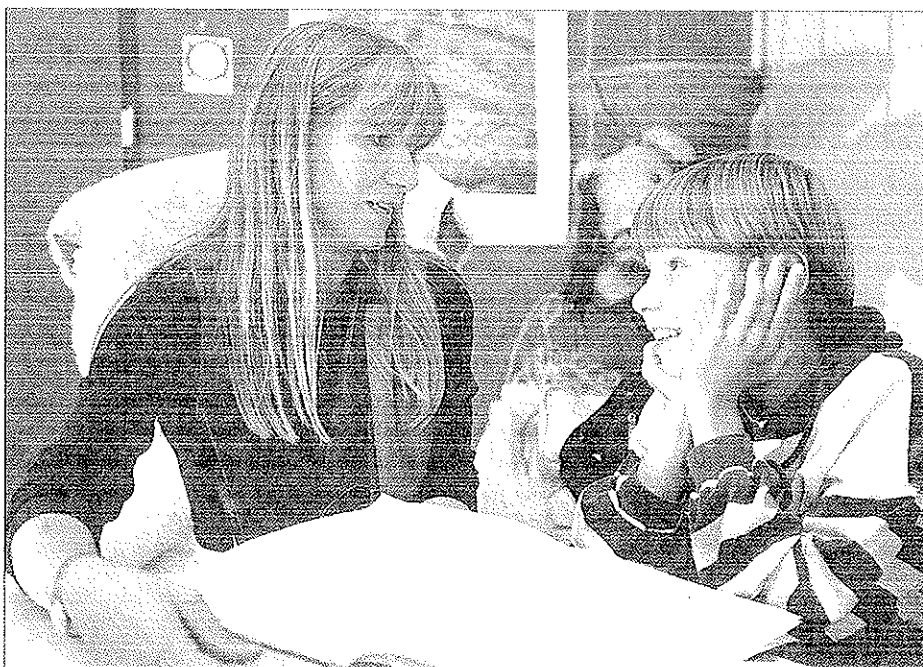
Hindernisse für selbstständiges Lernen

Warum hat das selbstständige Lernen im täglichen Physikunterricht bei vielen von uns einen eher geringen Stellenwert? Es gibt eine ganze Reihe von Hindernissen:

- *Problem-Motivation:* Nicht alle Gebiete und Probleme sind für selbstständiges Lernen geeignet. Der zu lernende Sachverhalt muss den Schülerinnen und Schülern zu einem Problem werden, dessen Lösung sie selbst finden und nicht nur von der Lehrkraft erfahren möchten. Sie müssen es als ihr eigenes Problem erleben und selbstständig bearbeiten wollen [19].

- *Angemessener Schwierigkeitsgrad:* Das eigenständige Erarbeiten eines Stoffgebietes oder das selbstständige Lösen eines Problems sollen den Lernenden subjektiv erreichbar scheinen. Und die Mehrheit muss diese Ziele auch erreichen. Der Auswahl der Stoffgebiete und Probleme sowie – ganz wichtig – der Auswahl der Lenkungsstufe und der Dimensionen, in denen Selbstständigkeit angestrebt wird, kommt damit eine besondere Bedeutung zu.
- *Zeitdruck:* Selbstständiges Lernen beansprucht mehr Zeit als ein von der Lehrkraft gesteuerter Plenumsunterricht. Dies vor allem dann, wenn es in vielen Dimensionen gleichzeitig mit größtmöglicher Selbststeuerung stattfindet. Das Zeitproblem wird denn auch von vielen Lehrkräften als das größte Hindernis betrachtet. Sie, wie auch viele Jugendliche, fühlen sich von der Stofffülle des Lehrplans erdrückt.
- *Skepsis von Jugendlichen, Eltern und Kollegium:* Einigen Schülerinnen und Schülern widerstrebt das selbstständige Lernen: Es entspricht nicht ihrem Bild von Unterricht. Oder sie ziehen es vor, in einer passiven Konsumhaltung zu verharren. Oder sie zweifeln daran, die erforderlichen Lernziele zu erreichen. Aber auch einzelne Stimmen aus Elternschaft und Kollegium erheben sich gegen diese Art von Unterricht: „Lernt unser Kind genug, um später eine gute Lehrstelle zu finden oder den Übertritt an eine weiterführende Schule bzw. das Abitur zu schaffen?“ – „Wozu ist eigentlich die Lehrerin noch da, verdient die überhaupt noch ihr Geld, wenn sie nicht mehr vor der Klasse steht?“
- *Widerstände bei uns Physiklehrkräften:* Das Haupthindernis liegt aber wahrscheinlich in uns selbst. Für vermehrtes selbstständiges Lernen müssen wir unsere Rolle als Lehrerinnen und Lehrer neu überdenken [17]: Was ist mein Bild vom Lernen und Lehren? Sehe ich mich nicht nur als Wissensvermittler sondern auch als Lernberater? Wieviel Selbstständigkeit traue ich den Schülerinnen und Schülern zu? Selbstständiges Lernen verlangt, dass wir unsere Rolle neu denken, dass wir im Stande sind, uns von Traditionen und Gewohnheiten im Physikunterricht zu lösen.

Selbstständiges Lernen ist für die Schülerinnen und Schüler wie auch für



Die Lehrkraft als Beraterin

uns Lehrkräfte nicht einfach eine Unterrichtstechnik, die man so schnell einmal einsetzt. Es steckt mehr dahinter: Unterrichtsziele wie ein besseres Verstehen der Physik, Lernen über die Physik, Sozial- und Selbstkompetenz. Es stehen aber auch lernpsychologische und wissenschaftstheoretische Überlegungen dahinter, die unsere Bilder vom Physikunterricht teils bestätigen, teils herausfordern. Selbstständiges Lernen ist daher für alle Beteiligten ein langfristiger Prozess. Mit den Beiträgen in diesem Heft wollen die Autoren Anregungen geben und ermuntern, einige Schritte in Richtung des selbstständigen Lernens zu gehen.

Literatur

- [1] Berge, O. E. (Hrsg.): Themenheft „Offener Unterricht“. NiU-P 4 (1993), Heft 17.
- [2] Duit, R. (Hrsg.): Themenheft „Alltagsvorstellungen II“. NiU-P 5 (1994), Heft 22.
- [3] Wagenschein, M.: Verstehen lehren. Weinheim, Basel: Beltz, 1991 (9. Aufl.).
- [4] Wagenschein, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken (Bände I und II). Stuttgart: Klett, 1970.
- [5] Duit, R.: Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. In: Zeitschrift für Pädagogik 41/6 (1995), S. 905–923.
- [6] Verordnung des Bundesrates/Reglement der EDK über die Anerkennung von gymnasialen Maturitätsausweisen (MAR). Bern, 1995.
- [7] Gardner, H.: Der ungeschulte Kopf – Wie Kinder denken. Stuttgart: Klett-Cotta, 1994 (2. Aufl.).
- [8] Kuhn, T. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 1989 (10. Aufl.).
- [9] Grell, J.: Grell, M.: Unterrichtsrezepte. Weinheim, Basel: Beltz, 1990.
- [10] Eine Informationsbroschüre zum „ETH-Projekt Leitprogramme – Physik“ und die Leitpro-

gramme selbst sind erhältlich bei: Dipl.-Phys. H. P. Dreyer, Fachdidaktik Physik, ETH-Hönggerberg HPV, CH - 8093 Zürich.

[11] ETH-Fallstudien – Physik: Energie von der Sonne? Wasserstoff; Photovoltaik; Warum Kühltürme? Elektromobile; Kernfusion. Zürich: Orell Füssli, 1991. In Deutschland: Cornelsen Verlag, Kammerratsheide 66, D - 33598 Bielefeld.

[12] Beck, E.; Guldemann, T.; Zutavern, M.: Eigenständig lernende Schülerinnen und Schüler. In: Zeitschrift für Pädagogik 37/5 (1991), S. 735–768.

[13] Knoll, J.: Kurs- und Seminarmethoden. Weinheim, Basel: Beltz, 1993 (5. Aufl.).

[14] Gudjons, H.: Spielbuch Interaktionserziehung. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, 1995 (6. Aufl.).

[15] Labudde, P.: Alltagsphysik in Schülerversuchen. Bonn: Dümmler, 1996 (3. Aufl.).

[16] Labudde, P.: Erlebniswelt Physik. Bonn: Dümmler, 1993.

[17] Reusser, K.: Die Rolle von Lehrerinnen und Lehrern neu denken. In: Beiträge zur Lehrerbildung 12/1 (1994), S. 19–37.

[18] Dubs, R.: Konstruktivismus – Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: Zeitschrift für Pädagogik 41/6 (1995), S. 889–903.

[19] Saxler, J.: Physikunterricht unter dem Aspekt des entdeckenden Lernens. In: Twellmann, W. (Hrsg.): Handbuch Schule und Unterricht, Band 5.2. Düsseldorf: Schwann, 1981, S. 571–582.

[20] Labudde, P.: Physik lernen: für mich so leicht – so schwer? In: Friedrich Jahresheft: Lernmethoden – Lehrmethoden. Seelze: Friedrich Verlag, 1997.

Prof. Dr. Peter Labudde, geb. 1952, Studium der Physik, Chemie, Mathematik und Pädagogik in Würzburg, Bern und Berkeley, 1980–1988 Gymnasiallehrer in Samedan und Bern, seit 1988 an der Universität Bern in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften tätig.
Adresse: Universität Bern, Abteilung für das Höhere Lehramt, Muesmattstr. 27a, CH - 3012 Bern