

Vorwort

Fragt man Physikerinnen und Physiker nach einem ihrer ersten Kontakte mit der Physik, so bekommt man oft zu hören, dies sei ein unerklärbarer Sachverhalt gewesen, eine Frage, die sich in einer bestimmten Situation ergeben habe. Eine Frage – nicht eine Antwort? möchte man sich vielleicht wundern, und tatsächlich ist die vielleicht später erst gefundene Antwort in der Erinnerung verblasst gegenüber dem Auslöser, der Frage selbst. Auch unser Kollege und Lehrer Lutz-Helmut Schön verdeutlicht uns gern, dass überall offene Fragen lauern, die beantwortet sein wollen, die uns nicht mehr loslassen. Wobei hier nicht die ungeklärten Fragen der Wissenschaft gemeint sind, wie etwa, was man sich unter Dunkler Energie vorzustellen habe. Die Fragen, um die es hier geht, ergeben sich im Alltag, gleichsam nebenbei, wenn man nur die Augen öffnet, und es ist zunächst unbedeutend, ob jemand anderes hierauf schon eine Lösung gefunden hat. So wie es manch einen beim Grübeln über dem Sudoku-Block nicht stört, dass andere diese Rätsel schon gelöst haben. Um ein Wort Goethes zu verwenden, das auch Lutz-Helmut Schön gerne führt: Alles, wozu der Mensch sich ernstlich einlässt, ist ein Unendliches.¹

Nun gibt es gewiss eine Unmenge von Fragen, die sich mit den Methoden der Physik nicht beantworten lassen. Dafür hat jemand, der sich mit Physik befasst, Verständnis, wird dies mit Interesse, mit Respekt sehen. Weniger verständnisvoll mag man denen gegenüber sein, für die alles schon geklärt (erklärt!) ist, die mit lauter Antworten aufwarten können, die sich an die Fragen ebenso nicht mehr erinnern können, wie an den Weg zur Lösung. Bedauerlich ist das vor allem, weil die Beschäftigung mit Physik dann langweilig wird, so langweilig wie ein Krimi, dessen letzte fünf Seiten ich schon vorab gelesen habe. Nicht die Lösung ist es, die Naturwissenschaft interessant macht, selbst wenn es sich um eine für den Alltag bedeutsame Aufgabe handelt, sondern die Lust am Lösen, die Bereitschaft zur Hingabe an das Problem. Das ist der Grundgedanke des genetischen Lehrens: Dass es Fragen gibt, die Lösungen sind zweitrangig.

¹ *Wilhelm Meisters Wanderjahre*, drittes Buch, drittes Kapitel

Und hieraus leitet sich eine didaktische Folgerung ab, die man nur mit Vorsicht äußern möchte: Um die Wirksamkeit des Fragwürdigen zu erleben, gibt es im Physikunterricht zwei Wege. Der eine ist die reinste Form eines Projektunterrichts, in dem Schülerinnen und Schüler an Fragen arbeiten, die sie selbst mitgebracht haben oder die in Anknüpfung an eine gemeinsam angestellte Betrachtung entstehen. Der andere ist der des genetischen Unterrichts, in den die Lehrerin oder der Lehrer die Frage mitbringt, die Antwort aber (und das ist das Künstliche) zurückhält. Dann ist der Unterricht bewusst lehrerzentriert, und es erscheint geradezu eine Vorbedingung an gute Ausbildung von Physiklehrerinnen und -lehrern zu sein, dass man den Zugang zu solchen Fragen anlegt. In der Unterrichtsvorbereitung mache man sich dann jeweils klar, wo in dem eigenen Kontakt mit dem zu behandelnden Sachverhalt sich einmal bei einem selbst (oder in vorangegangenem Unterricht oder im Gespräch mit Schülerinnen und Schülern oder. . .) eine Frage aufgetan hat, die eine intensivere Beschäftigung ausgelöst hat. An die Stelle des manchmal historisch verstandenen genetischen Zugangs mag so oft die eines »subjektiv genetischen« treten.

Fragen schaffen Aktualität, fordern neues Hinsehen und geistige Beweglichkeit, eröffnen Räume, in denen Überraschung, Staunen, Verunsicherung, auch Selbstzweifel Ausgangspunkte für neue, erst noch zu erprobende Formen des Verstehens von Physik werden können. Im Mittelpunkt solcher Formen stehen für Lutz-Helmut Schön stets die Phänomene selbst. Und wenn gesagt werden sollte, was entscheidend dafür war, dass seine Arbeit zum Anziehungspunkt für Schülerinnen, Studenten, Doktorandinnen und Lehrer geworden ist, so ist es vielleicht dies, dass er gezeigt hat: Physikalische Erkenntnis erschöpft sich nicht zwangsläufig in reduktionistischen Unterwerfungsroutinen, die von Schülerinnen und Schülern als entfremdend erlebt werden. Vielmehr kann der Stil physikalischer Begriffsbildung im Lichte didaktischer und pädagogischer Gesichtspunkte so weiter entwickelt werden, dass er sinnlich erfahrbare, ästhetische und zugleich philosophische Dimensionen mit berücksichtigt. »Physik *erleben!*« und »Vom Sehen zur Optik« kennzeichnen phänomenologische Kontextualisierungen von Physik, die sich durch vielfältige Bezüge auf die Lebenswelt, den Alltag von Schülerinnen und Schülern und damit auf deren eigene sinnliche Wahrnehmungsperspektive auszeichnen.

Die in diesem Band zusammengefassten Beiträge haben den Auftrag: Fragen zu identifizieren, welche die Auseinandersetzung suchen. Manche neh-

men dazu ein Phänomen, eine bestimmte Beobachtung zum Anlass. Sie berichten *in praxi* von selbst beschrittenen Lern- und Erkenntniswegen und geben damit Beispiele für die Genese von Wissensformen, deren Bezug auf den Anlass ihrer Entstehung manchmal mehr, manchmal weniger ausdrücklich sichtbar bleibt. So geht *Udo Backhaus* der Frage nach, wie aus seinen Beobachtungen von Sonnenuntergängen Gewissheit über die Kugelform der Erde zu erlangen ist. *Peter Buck* lässt einen Kreisel zum Lehrmeister werden und reflektiert dabei verschiedene Resonanzräume des autodidaktischen Lernprozesses. Wie in einem Lutz-Helmut Schön gewidmeten Band nicht anders zu erwarten folgen Miniaturen zu optischen Phänomenen: *Roger Erb* untersucht die Bildentstehung an einer gefüllten Mineralwasserflasche; *Johannes Grebe-Ellis* wird von einem Fliegenschatten zur Untersuchung komplementärer Schattenbilder angeregt; *Hans Joachim Schlichting* geht den vielfältigen optischen Phänomenen nach, die den Genuss eines Glases Wein erhöhen können und *Wilfried Sommer* führt in einem exemplarischen Ausgrabungslehrstück nach Wagenschein vor, wie im Kontext von Beugungsphänomenen der Zusammenhang zwischen der Farbe Gelb und dem Längenmaß 579 nm entwickelt werden kann.

Einen lebendigen Eindruck von der »Kultur der hartnäckigen Nachdenklichkeit«, die insbesondere die Doktorandinnen und Doktoranden im gemeinsamen Arbeitsalltag mit Lutz-Helmut Schön erlebt haben und erleben, vermittelt der Exkurs über die Impuls- und Drehimpulsmechanik eines imaginierten Mühlbaches von *Marc Müller*. Beobachtungen, die weniger physikalische Phänomene selbst als vielmehr die zu deren Beschreibung verwendeten Gedankenformen in den Blick nehmen, unternimmt auch *Joachim Lotz*, indem er die formal verschiedene Behandlung physikalisch verwandter kinematischer Phänomene kritisch diskutiert. Einblicke in konkrete Unterrichtsprojekte, in denen von Lutz-Helmut Schön angeregte phänomenologische Zugänge zu optischen und akustischen Phänomenen wirksam geworden sind, geben *Gabriele Krüger* und *Torsten Mihr*.

Von *Helmut Fischler*, *Helmut Mikelskis* und *Peter Stettler* stammen Beiträge, in denen das reduktionistische Programm der Physik und Merkmale phänomenologischer Urteilsbildung vor dem Hintergrund fachdidaktischer und wissenschaftsphilosophischer Überlegungen kritisch reflektiert werden. Eine Studie über den Sinn eines erkundenden Experimentierens von *Burkhard Priemer* und *Stefan Uhlmann* eröffnet die Perspektive, die Rolle explorati-

ver und phänomenologischer Formen des Experimentierens für den Prozess physikalischer Erkenntnisgewinnung im Unterricht fachdidaktisch weiter zu erschließen. *Andreas Palmer* stellt die Frage nach dem Bildungswert des Unterrichts, und *Elke Sumfleth* und *Maik Walpuski* erörtern, wie die Eigenständigkeit von Schülerinnen und Schülern beim Experimentieren erhöht werden kann.

Wir danken den achtzehn Autorinnen und Autoren, die zur Entstehung dieses Bandes *Lutz-Helmut Schön zu Ehren* beigetragen haben. Unser Dank geht auch an *Thomas Quick*, der aus den gesammelten Beiträgen die Druckvorlage für das vorliegende Buch erstellt hat.

Frankfurt / Lüneburg im November 2010
Roger Erb und Johannes Grebe-Ellis

Inhalt

Vorwort	v
UDO BACKHAUS	
Sonnenuntergang und Erdkugel	5
PETER BUCK	
Der Kreisel als Lehrmeister	21
ROGER ERB	
Das virtuelle Bild der Zylinderlinse	33
HELMUT FISCHLER	
Von der Brown'schen Bewegung zum Haidinger-Büschel – Phänomene im Physikunterricht	43
JOHANNES GREBE-ELLIS	
Wie sieht der Schatten einer Fliege aus?	55
GABRIELE KRÜGER	
Wo sehen wir die Dinge?	69
JOACHIM LOTZ	
Verschieden und doch gleich	85
TORSTEN MIHR	
Musik im Wald	95

HELMUT F. MIKELSKIS	
Eine Landkarte des Weltverstehens	103
MARC MÜLLER	
Wie mich die Mechanik aufs Glatteis führt	115
ANDREAS PALMER	
Kann man Physik in der Schule lernen?	131
BURKHARD PRIEMER UND STEFAN UHLMANN	
Über den didaktischen Sinn eines erkundenden Experimentierens . .	137
H. JOACHIM SCHLICHTING	
Optische Marginalien – Phänomene im Trinkglas	157
WILFRIED SOMMER	
Wie kommt es, dass wir der Farbe Gelb das Längenmaß 579 nm zuordnen können?	167
PETER STETTLER	
»Im Wasser Flamme«	183
MAIK WALPUSKI UND ELKE SUMFLETH	
Interaktionsboxen zur Förderung von selbstständigem Experimentieren	205

Alles, woin der Mensch sich ernstlich einlässt,
ist ein Unendliches

Lutz-Helmut Schön zu Ehren



Lutz-Helmut Schön: Eine Kugel stiftet Verwirrung.

In seinen Händen wird die schiefe Ebene Galileis zur Wiege, die Stahlkugel darauf zum Pendel. Nach einer Weile macht man unwillkürlich mit: abwärtsrollen – ausatmen, aufwärtsrollen – einatmen, bei jedem neuen Schwung kommt die Kugel dem Ende der Schiene bedenklich näher, der Atem stockt: fällt sie runter? Sie bleibt, er hat es im Griff und fühlt, wie weit er bei ihr gehen kann. Aufatmen und Heiterkeit im Publikum. Doch dann wird alles anders: ein neuer Schwung – und plötzlich stockt die Kugel, beginnt auf der abwärtsgeneigten Schiene zu torkeln, kommt fast zum Stillstand, ehe sie unvermittelt wieder beschleunigt. Dahin ist die geschmeidige Fügsamkeit, ein Eigenwille scheint in ihr erwacht zu sein, der sie unentschlossen macht und zugleich – ja: charmant. In die Verwirrung des Publikums beginnen sich Zweifel zu mischen: Hat er die Sache noch in der Hand? Manche ahnen, dass hier auf eine Ihnen noch unklare Weise Faraday und Maxwell ins Spiel gekommen sind. Und während die Mutmaßungen darüber in alle Richtungen gehen, geschieht plötzlich ein kurzer wissender Griff auf die Schiene, ein sanftes Anheben und Aufsetzen der Kugel – und siehe da: alles ist wie vorher. Es dauert nur einen Augenblick bis sie sich wieder auf den Wiegenrhythmus eingeschwungen hat, die Krise ist wie weggeblasen und die Ordnung der Dinge wieder hergestellt. Und doch ist etwas anders. Was genau lässt sich noch nicht sagen, irgendwie hat uns die Sache berührt und wir merken bereits, dass sie uns weiter zu beschäftigen beginnt, denn: verstanden haben wir noch nichts. *J. Grebe-Ellis*