

# Wissenschaftserziehung und Gesellschaft

Herwig Schopper

*Der "Amaldi International Prize for a High School Physics Textbook 1993" wurde nach fast zweijähriger Begutachtung von fünfzig Lehrgängen aus elf europäischen Ländern durch eine internationale Jury am 2. Dezember 1995 in Piacenza, Italien den Autoren des Physiklehrbuchs "Physik compact" und dem Verlag Hölder-Pichler-Tempsky, Wien überreicht. Professor Schopper hielt die Festrede.*

Es ist mir eine besondere Ehre, den Vortrag anlässlich der Verleihung des Amaldi-Preises 1995 halten zu dürfen, da dieser Preis den Namen eines außergewöhnlichen Mannes trägt. Eduardo Amaldi war vor allem ein herausragender Wissenschaftler. Trotz seiner späteren nichtwissenschaftlichen Aktivitäten schlug sein Herz stets für die Wissenschaft. Ich hatte die Freude, Eduardo Amaldi in seinen späteren Jahren häufig zu begegnen und ich bewunderte ihn für seine Objektivität, seine Gerechtigkeitsliebe und seine Fairness. In einem Alter, in dem andere eine ruhige Pensionierung genießen, ergriff er die Initiative, ein neues Experiment zu beginnen. Er etablierte ein Gruppe, die in Rom und bei CERN arbeitete und einen Detektor für Gravitationswellen baute und betrieb. Diese Aktivität dauert bis heute an.

Aber Eduardo übte auch einen großen Einfluß auf die Wissenschaftspolitik aus. Sein herausragendster Beitrag war seine Beteiligung bei der Gründung von CERN, dem heutigen Europäischen Zentrum für Elementarteilchenphysik in Genf. Es ist bekannt, daß er einer der Gründungsväter und sein erster Generaldirektor war. I. Rabi wird meist als Schlüsselperson genannt, der der General Assembly der UNESCO 1950 in Florenz die Gründung eines Europäischen Zentrums für Kernforschung vorschlug. Es mag aber weniger bekannt sein, daß Amaldi eine abweichende Meinung vertrat und er beeinflusste offensichtlich Rabi, seinen Vorschlag zur "Gründung von regionalen Laboratorien" zugunsten eines Konzepts für ein einziges europäisches Zentrum zu ändern. Dies war ohne Zweifel eine wichtige Entscheidung, und ich bin überzeugt, daß ohne Eduardo Amaldi CERN sich nicht zu dem entwickelt hätte, was es heute darstellt, eines der erfolgreichsten wissenschaftlichen Laboratorien und auch ein Beispiel für fruchtbare weltweite internationale Zusammenarbeit. Dies ist ein weiteres Feld, auf dem Amaldi mit seiner ganzen moralischen Autorität einen starken Einfluß ausübte, auf Gebiete, die von der praktischen wissenschaftlichen Zusammenarbeit bis zu Abrüstungsfragen reichten.

Last but not least, müssen seine Bemühungen zur Verbesserung der Beziehungen zwischen der Welt der Wissenschaften und der Öffentlichkeit, erwähnt werden. In diesem Zusammenhang war er sich der Wichtigkeit des Schulunterrichts auf allen Niveaus bewußt und er machte große Anstrengungen, um die Situation zu verbessern. Dies ist wohl der Hauptgrund dafür, daß der Preis, der heute verliehen wird, seinen Namen trägt.

---

Univ.-Prof. Herwig Schopper, Genf, Präsident der Europäischen Physikalischen Gesellschaft, ehemaliger Generaldirektor des CERN, Genf

Eduardo Amaldi ist ein Beispiel für einen Wissenschaftler, der nicht nur große Beiträge zur Physik leistete, sondern der auch bereit war, sich der Herausforderung größerer Verantwortlichkeiten außerhalb der Wissenschaft zu stellen. Ich hoffe, daß sein Name junge Wissenschaftler ermutigen wird, seinem Beispiel zu folgen.

Lassen Sie mich nun zum Thema meines Vortrages kommen. Manche dürften überrascht sein, daß die Ausbildung in Physik, die manchmal als ein sehr spezielles Gebiet betrachtet wird, Auswirkungen auf die Gesellschaft haben sollte. Ich glaube, daß einige Kenntnisse der Grundlagen der Physik von größter Bedeutung nicht nur für die Gebildeten sind, sondern für alle Bürger.

Lassen Sie mich einige Gründe nennen:

- Physik, oder allgemeiner die Naturwissenschaften, sind Teil der menschlichen Kultur,
- wir leben in einer Welt, die auf den Ergebnissen der Technologie gegründet ist, die ihrerseits ihre Wurzeln zu einem großen Teil in der Physik hat,
- Physik wird auch in Zukunft benötigt, um einige der fundamentalen Probleme der Gesellschaft zu meistern,
- die Denkformen in der Physik, die physikalische Methodologie, lehrt uns, wie Probleme in allgemeiner Weise angepackt werden können, was in verschiedenen Gebieten auch außerhalb der Wissenschaft von Vorteil sein kann,
- Schulunterricht in Physik ist vor allem für diejenigen wichtig, die nicht in der Wissenschaft bleiben, sondern sich anderen Berufen zuwenden werden und die vielleicht eines Tages führende Persönlichkeiten unserer Gesellschaft werden.

Im Folgenden möchte ich auf einige dieser Thesen näher eingehen.

Im Bekanntenkreis oder auch bei flüchtigen Begegnungen in der Bahn oder im Flugzeug kann man häufig feststellen, daß viele Menschen zwar eine große Hochachtung, manchmal gepaart mit einer gewissen Furcht, vor der Physik haben, daß sie es aber als keine wesentliche Bildungslücke betrachten, wenn sie z. B. noch nie etwas über die Grundzüge der Thermodynamik oder der Elektrizität gehört haben, obwohl sie im täglichen Leben ständig damit konfrontiert sind. Ja noch schlimmer, unsere Bildungsideale sind weitgehend durch das vergangene Jahrhundert geprägt und ich habe Leute kennengelernt, die es als Schande empfinden, wenn sie nichts über Dantes "Divina Commedia" oder Goethes "Faust" wissen, die aber gleichzeitig stolz darauf sind, niemals mit den Grundgedanken der Quantenmechanik oder der Einsteinschen Relativitätstheorie in Berührung gekommen zu sein. Woher kommt diese Abneigung gegen die Physik oder allgemeiner gegen die Naturwissenschaften?

Vielen ergeht es wohl so, daß sie mit einer gewissen Abscheu an den Schulunterricht in Physik oder Mathematik zurückden-

ken. Die meisten erinnern sich an einen trockenen Unterricht, bei dem es darum ging, Formeln auswendig zu lernen oder sich mit abstrakten Dingen zu befassen, die vielleicht etwas mit einigen Anwendungen im täglichen Leben zu tun hatten, die aber bestenfalls den menschlichen Intellekt befriedigen, nicht aber die emotionalen Seiten des Menschseins ansprechen konnten.

Hier stoßen wir auf eine fundamentale Schwierigkeit, der sich der Unterricht in Physik gegenüber sieht. In vielen anderen Fächern, wie etwa der Biologie, der Geschichte und Geographie, ist es möglich, auf irgendeinem interessanten Niveau in die Materie einzusteigen und von daher das Gebiet allmählich zu erschließen. In Physik und Mathematik ist dies leider nicht möglich. Zunächst muß man solide das "Handwerkszeug" erlernen, bevor man die volle Schönheit dieser Wissenschaften erfassen kann. Es ist vielleicht ähnlich wie in der Musik. Ein Strauß'scher Walzer oder für die jüngere Generation noch attraktiver ein Song von Michael Jackson geht sofort ins Blut, während der volle Genuß einer Bachschen Fuge oder einer Beethoven-Symphonie eine gewissen Vorarbeit erfordert, dann aber eine um so größere Befriedigung als Belohnung liefert.

Für die Didaktik der Physik stellt sich hier eine immens wichtige Aufgabe: vor allem gilt es den Schülern, die später keine Berührung mehr mit den Naturwissenschaften haben werden, einen Begriff zu geben, welche Rolle die Physik im Rahmen der menschlichen Kultur unabhängig von technischen Anwendungen spielt. Zu erforschen, was in der Natur ewigen Bestand hat, was andererseits zu den ständigen Veränderungen führt, zu einem ewigen Werden und Vergehen, wie das Weltall entstanden ist und was die Struktur der Materie ist, sind Fragen, die die Menschheit seit Jahrtausenden beschäftigt hat.

Mit der Darwinschen Evolutionslehre hat die moderne Physik in diesem Jahrhundert wohl am meisten zur Schaffung eines neuen Weltbildes beigetragen. Dabei existiert ein fundamentales Mißverständnis. In der allgemeinen Vorstellung besteht die Enträtselung der Natur darin, daß die Naturforschung den Vorhang vor einem dahinter bereits fertig bestehenden Bildes wegzieht. In Wirklichkeit besteht die Erforschung der Natur aber nicht aus einem mehr oder weniger automatischen Vorgang, sondern es handelt sich um eine kreative Leistung. Diese kommt etwa bei der Erfindung von geeigneten Experimenten, d.h. Fragestellungen an die Natur oder bei der Entwicklung von neuen theoretischen Begriffen zum Tragen. So konnte der Satz von der Erhaltung der Energie erst gefunden werden, nachdem die Begriffe Energie und Kraft, die im vergangenen Jahrhundert noch häufig verwechselt wurden, geklärt waren. Ich bin überzeugt, daß der erforschbare Bereich der Natur nicht a priori festgelegt ist, sondern daß er durch die menschliche Erfindungsgabe und Kreativität erschlossen und erweitert wird.

Vielleicht noch wichtiger ist die Tatsache, daß die Beschäftigung mit der Natur Rückwirkungen auf unsere Denkstruktur, ja sogar auf unsere Wertvorstellungen hat. Die philosophischen Auswirkungen des Begriffes der Komplementarität in der Quantenmechanik oder der Gleichzeitigkeit in der Relativitätstheorie sind ja allgemein bekannt. (Ich möchte in Parenthese erwähnen, daß der Name Relativitätstheorie zu vielen

Mißverständnissen geführt hat ("Alles ist relativ"), und sie sollte besser "Invariantentheorie" heißen!)

Aber die Physik hat uns auch gelehrt, daß es in der Wissenschaft keine absoluten Wahrheiten gibt. Alle Ergebnisse besitzen nur einen vorläufigen Charakter, da sie durch weitere Forschungsergebnisse überholt werden. Ein weiteres Mißverständnis besteht aber darin, daß deshalb die Naturwissenschaften kein sicheres Fundament für menschliche Verhaltensweisen liefern können. In Wahrheit gibt es keine "physikalischen Revolutionen". Neue Erkenntnisse werfen frühere Naturgesetze nicht über den Haufen, sondern sie schränken deren Gültigkeitsbereich ein. Die Erkenntnis, daß im atomaren Bereichen die Quantentheorie anzuwenden ist, hat die Gültigkeit der klassischen Physik im Makrokosmos keineswegs eingeschränkt.

Die Physik oder die Naturwissenschaften im allgemeinen werden häufig dafür kritisiert, daß sie für die menschliche Kultur ohne Relevanz seien, da sie keine letztlich gültigen Handlungsvorschriften liefern können. Die Erkenntnis, daß wir in den Naturwissenschaften nur bedingt gültige Wahrheiten finden, daß wir uns aber der endgültigen Wahrheit schrittweise nähern, ohne sie je erreichen zu können, ist eine Erfahrung die auch in nichtwissenschaftlichen Bereichen eine Rolle spielen könnte und sollte und die auf menschliche Verhaltensweisen einen gewissen Einfluß ausüben kann, etwa bei der Überwindung von Konflikten oder der Förderung von Toleranz .

Ich bin mir bewußt, daß es eine fast unlösbare Aufgabe darstellt, diese Bedeutung der physikalischen Forschung für die menschliche Kultur in einem zeitlich außerordentlich beschränktem Schulunterricht darzustellen. Trotzdem erscheint es mir wichtiger, diese Zusammenhänge jungen Menschen begreifbar zu machen als noch eine Formel mehr zu lehren.

Grundbegriffe in der Physik sind aber natürlich auch aus einem anderen Grund wichtig für den modernen gebildeten Bürger. Wir leben in einer Welt, die in den letzten 200 Jahren durch die zu einem großen Teil auf physikalischen Erkenntnissen basierende Technik umgeformt wurde. Humane Arbeitsbedingungen, hohe Lebenserwartung, gesicherte Versorgung mit Nahrung und Energie, Mobilität und Freizeit und die vielen anderen Errungenschaften, die unsere Gesellschaft heute genießt, beruhen auf einer rasanten technischen Entwicklung, die auf Ergebnissen der Grundlagenforschung aufbaut. Daß diese früher nur einer kleinen Gesellschaftsschicht vorbehaltenen Vergünstigungen heute allgemein verfügbar sind, ist dieser technischen Entwicklung, die heute manchmal verteufelt wird, zu verdanken. Ohne sie wäre es kaum möglich gewesen die Sklaverei, die einst die wichtigste Energiequelle darstellte, abzuschaffen, ja die Entwicklung demokratischer Systeme setzte voraus, daß die Mehrheit der Menschen nicht ihre ganze Zeit zur Beschaffung der dringendsten Lebensbedürfnisse aufwenden mußten.

Die Physik spielte dabei eine ausschlaggebende Rolle, da nicht allein die eigentlichen physikalischen Erkenntnisse und ihre Anwendungen in der Technik von großer Bedeutung waren und sind, sondern die Physik lieferte auch Grundlagen für andere Bereiche, wie etwa Chemie, Geowissenschaften, Biowissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Medizin.

Ich behaupte, daß wahre Bildung nicht im Besitz abstrakter Kenntnisse, die nichts mit dem täglichen Leben zu tun haben, besteht, sondern daß der gebildete Bürger wenigstens im Prinzip die Erscheinungen, die ihn umgeben und die er täglich ausnutzt, verstehen sollte. Natürlich sind die Zeiten vorbei, als man selbst sein Radio reparieren oder den Vergaser seines Autos regeln konnte. Aber der gebildete Fernsehzuschauer sollte es nicht als ein Wunder ansehen, wenn auf seinem Bildschirm Männlein oder Weiblein herumhüpfen, sondern er sollte etwas von elektromagnetischen Wellen und deren Ausbreitung und von einer Braunschen Röhre gehört haben.

Wenn dies nicht der Fall ist, dann besteht Gefahr, daß die Unkenntnis die Menschen allen möglichen Manipulationen aussetzt, sie leistet der Scharlatanerie Vorschub und bereitet den Nährboden für Mißtrauen. Was man nicht kennt und versteht, erzeugt Angst und so entsteht Technikfeindlichkeit aus Unkenntnis und ein neuer Aberglaube greift um sich. Wie viel in der Vergangenheit versäumt wurde, zeigt die Tatsache, daß in den meisten zivilisierten Ländern mehr als die Hälfte der Bevölkerung an Astrologie glaubt. Mangelnde Kenntnis wissenschaftlicher Prinzipien ist ein beklagenswerter Verlust, was Einstein in seiner Eröffnungsrede zur Funkausstellung 1930 in Berlin so charakterisierte: "Schämen sollten sich die Menschen, welche die Wunder der Wissenschaft und Technik gedankenlos hinnehmen und nicht mehr davon geistig erfaßt haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frißt".

Alles bisher gesagte bezog sich auf den Unterricht für Menschen, die nicht einen naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen wollen. Für diejenigen, die später Physiker werden wollen, ist ein guter Schulunterricht zwar auch von großem Vorteil, aber viele Fehler oder Mängel können später während des Universitätsstudiums ausgebügelt werden. Die Sünden der Schule können aber bei denjenigen, die in ihrem späteren Leben nicht mehr mit Naturwissenschaften in Berührung kommen, korrigiert werden, was insbesondere bei Personen in leitenden Stellungen oder bei Politikern zu verheerenden Konsequenzen führen kann.

Ich habe einige, wenn auch bei weitem nicht alle Gründe angeführt, weshalb es die Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung gebietet, naturwissenschaftliches Denken und grundlegendes physikalisches Gedankengut in angemessener Weise zu vermitteln. Als Voraussetzung dafür sollte der Unterricht im Fach Physik in schülernaher Form in allen Jahrgangsstufen der allgemeinbildenden Schulen angeboten werden, insbesondere aber sollte er in angemessenem Umfang verbindlicher Bestandteil des sekundären Bereiches bis zum Abitur sein. In manchen Ländern ist dies leider nicht der Fall.

Die *Europäische Physikalische Gesellschaft* ist sich der Verantwortung bewußt, die sie auch im Bereich des Unterrichts von der Elementarschule bis zur Universitätslehre hat und sie unternimmt Anstrengungen, um den Physikunterricht zu fördern. Es wurde daher vor einiger Zeit eine *Interdivisional Group on Physics Education* ins Leben gerufen. Die Aufgaben dieser Gruppe sind vielfältig und ich kann hier nur einige erwähnen:

- Verbesserung der Beziehungen zwischen physikalischer Forschung und Unterricht, wozu es auch gehört, Kollegen,

die sich bisher nicht um den Schulunterricht gekümmert haben, für diese Aufgabe zu gewinnen;

- die Bedeutung des Physikunterrichts an Schulen einer breiteren Öffentlichkeit klar zu machen;
- die Aus- und Weiterbildung der Lehrer durch Kurse und Workshops zu fördern, was im Hinblick auf die rasche Fortentwicklung der Physik sehr wichtig ist;
- die Erstellung von Kriterien für einen guten Physikunterricht;
- die Förderung von neuen Techniken im Unterricht wie Benutzung von Computern, Videodiscs, Filmen und elektronische Netzwerke.

Um die Beziehungen mit den Lehrern an Schulen besonders zu fördern, wurde vor kurzem innerhalb der *Interdivisional Group on Physics Education* ein "EPS Forum on Education" gegründet. Ziel dieses Forums ist es zunächst, die Beziehungen zwischen den nationalen Physikalischen Gesellschaften und den Lehrern zu verbessern und dabei die in verschiedenen Ländern gemachten Erfahrungen auszutauschen, zu stärken und zu nutzen.

Last but not least, sieht es die EPS als eine ihrer vornehmsten Aufgaben an, die Herstellung von Physikbüchern für den Schulunterricht mit möglichst hoher Qualität zu ermutigen. Dafür stellt der Preis der Amaldi-Stiftung für das beste Physik-Schulbuch ein wesentliches Instrument dar. Die EPS ist daher gerne bereit, den Preis zu unterstützen und ihm zu größerer Publizität zu verhelfen. Es war mir daher eine gerne übernommene Pflicht und gleichzeitig ein Vergnügen heute hier an der Veranstaltung teilzunehmen und ich möchte den Autoren des Physiklehrganges "Physik-compact" und den Vertretern des Verlages Hölder-Pichler-Tempsky sehr herzlich zu ihrer Auszeichnung, die sie in internationaler Konkurrenz gewinnen konnten, gratulieren und wünsche ihnen und ihrem Buch viel Erfolg bei der so wichtigen Aufgabe, Physik an den Schulen zu lehren.

## Österreichische Physiklehrbücher im Ausland

Die "Themenhefte" des Lehrganges "Physik compact" werden auch in der BRD und Schweiz verkauft; weiters wurden Lizenzen für Slowenien und Griechenland abgeschlossen.

Auch andere österreichische Physiklehrgänge sind im Ausland erfolgreich:

Bereits 1978 erschien eine Lizenzausgabe des Lehrbuches von **Schreiner** bei Diesterweg (BRD) und Sauerländer (Schweiz).

Auch der Lehrgang von **Sexl-Raab-Streeruwitz** wurde 1980 von beiden Verlagen in Lizenz übernommen. 1984 folgte eine italienische Ausgabe. Zwei Bände einer neuen, dreibändigen Ausgabe des "Sexl" für die BRD sind bereits erschienen und eine neue Schweizer Bearbeitung wird heuer auf den Markt kommen.