

Michel Hulin – Neudefinierung des Physikunterrichts

Henning Sievers

Das Buch *Le mirage et la nécessité* ist eine postum erschienene Sammlung bisher meist unveröffentlichter Texte von Michel Hulin (1936-1988), einem französischen theoretischen Physiker, der sich neben seiner physikalischen Tätigkeit verstärkt mit administrativen, wissenschaftstheoretischen und didaktischen Problemen und Fragestellungen beschäftigt hat. Dabei handelt es sich teilweise um offizielle Stellungnahmen, Vorträge, aber auch persönliche Vermerke, die in der Zeit von 1970 bis 1988 verfaßt wurden. Entstanden sind diese im Rahmen der Mitwirkung Hulins in der *Commission Lagarrigue* [1] (1971-1976) (S. 37), sowie in seiner Zeit im *Palais de la découverte* [2] (1982-1988). Hulin nimmt darin Stellung zu theoretischen, vielfach didaktischen Aspekten des physikalischen Anfangsunterrichts (vor allem in den Klassen des französischen *lycée*, also etwa unseren Klassen 5-13, sowie im ersten Jahr des Universitätsstudiums) und der Popularisierung naturwissenschaftlichen Gedankengutes.

Überlagert werden die in diesem Rahmen interessanten Aspekte durch politische sowie organisatorische Details, die Hulins konkretes Aufgabengebiet betreffen (etwa die Finanzierung der Renovierung eines Saales des *Palais*, oder die Besetzung einer Arbeitsgruppe der *Commission*). Erschwert wird die Lektüre der Sammlung weiterhin durch die Tatsache, daß sich die zusammengestellten Texte an unterschiedliche Adressaten richten und so Wiederholungen nicht ausbleiben. Ein geplantes Werk *Les leçons de la déconvenue*, dessen Konzept ebenfalls abgedruckt ist, hätte die Argumente und Theorien Hulins ordnen und zusammenfassen sollen. Leider hat er dieses Werk nicht mehr verfassen können, so daß es Aufgabe des Lesers bleibt, die interessanten Aspekte aus der Fülle an Texten herauszufiltern und einen roten Faden selbst zu konstruieren. Im folgenden möchte ich eben dies versuchen.

Das Ausgangsproblem

Hulin konstatiert bereits 1970 ein gravierendes gesellschaftliches Problem: das geringe Interesse an naturwissenschaftlichen und im besonderen physikalischen Fragestellungen. Er belegt diese Tendenz an den Schülerzahlen, die sich für den naturwissenschaftlichen Zweig in Frankreich entschieden. Nur etwa 5% aller Schüler einer Altersgruppe erreichten die Klassen *baccalauréat C/E*, von denen höchstens drei Viertel in das erste Studienjahr eines naturwissenschaftlichen Studiums einsteigen. Die übrigen fast 97%, so Hulin, behielten durch ihr Ausscheiden eine tiefe Abneigung für alles Naturwissenschaftliche (S. 327). Dies sei umso dramatischer, als die Erkenntnisse und Entwicklungen der Forschung und Technik in immer stärkerem Maße das Leben der Menschen beeinflusse. Durch die zunehmende Spezialisierung auf der einen und das ungenügende Verständnis auf der anderen Seite entstände ein gefährlicher Graben zwischen Wissenschaft und Bürger; gefährlich deshalb, weil die Gemeinschaft der Bürger aufgerufen

sei, die Errungenschaften der modernen Technik auf moralischer und ethischer Ebene zu diskutieren und zu beurteilen (S. 141). Hulin nennt etwa die Beispiele Atomkraftwerke und Gentechnik (S. 312).

Die 'Commission Lagarrigue' Probleme des Physikunterrichts

Dieses Problem, das Hulin nicht nur in Frankreich sieht, war in den sechziger und siebziger Jahren sowohl in Frankreich als auch in England und in den USA Anlaß für Schulreformen. Hulin selbst hat in der *Commission Lagarrigue* mitgearbeitet. Im Rahmen dieser Arbeit sind zahlreiche, z.T. kurze, sich inhaltlich oft überschneidende Texte entstanden, in denen sich Hulin zu den Faktoren äußert, die zu einem *naturwissenschaftlichen Analfabetismus* (S. 312) führen und in denen er Vorschläge macht, wie diese zu überwinden seien.

Schwierigkeiten und Lösungsansätze auf formaler Ebene

1. Sehr häufig werde der experimentale Aspekt der Physik völlig aus dem Unterricht herausgelassen. So dienen Schülerexperimente häufig nur der Bestätigung eines Gesetzes und helfen nicht, die physikalischen Vorgehensweisen zu beleuchten (S. 42).
2. Gesetze, deren experimentaler Ursprung oft übergangen werde, werden mathematisch hergeleitet, ohne daß auf begrenzte Gültigkeit hingewiesen werde (S. 42, S. 97ff) und ohne daß die mathematischen Verfahren genügend bekannt seien (S. 144). Dies führe oft zu ungeschickten, wenig hilfreichen Vereinfachungen und Pseudoformalismen, die man den Schülern verständlich machen zu können meint. (S. 161). Tatsächlich verfälschen sie jedoch die Physik und hätten wenig Überzeugungskraft (S. 158).
3. Verstärkt werde diese Tendenz durch ein eventuell unbeußtes Minderwertigkeitsgefühl der Physiker gegenüber einer rein theoretischen Wissenschaft wie der Mathematik, die traditionell als *science noble* (edle Wissenschaft) (S. 76) angesehen werde.
4. Der behandelte Stoff solle deshalb nur so weit formalisiert werden, wie die mathematischen Verfahren bereits erlernt seien (S. 152). Es solle also darauf verzichtet werden, weit gespannte, komplizierte Zusammenhänge auf falschem Niveau theoretisch zeigen zu wollen.
5. Den Schülern solle vielmehr die physikalische Vorgehensweise vermittelt werden, die Hulin so entwirft:
 - a) Man erstellt ein Modell eines beobachteten Systems oder eines Phänomens, indem man die Parameter aussondert, die eine besondere Bedeutung haben und versucht, einen ersten mathematischen Zusammenhang zwischen diesen Faktoren zu skizzieren.
 - b) Aus diesen Überlegungen heraus werden Aussagen über den Versuchsaufbau gefunden, der entsprechend modifiziert wird.
 - c) Je nach den neuen Ergebnissen wird das Modell verworfen oder angenommen und perfektioniert.

Henning Sievers, Institut für Theoretische Kernphysik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg
Dieser Artikel erschien auch in den *Physikalischen Blättern*.

6. Das Offenlegen und die Vermittlung dieser Vorgehensweise kann für die Schüler auch in anderen Disziplinen nützlich werden (S. 117). (Dies ist übrigens eine Ansicht, die Hulin in den 80er Jahren wieder verwirft, wenn er proklamiert, man könne Physiker nur innerhalb der Physik sein (S. 156f).)

Inhaltliche Schwierigkeiten und Lösungsansätze

1. Das Bedürfnis der Schüler, die sie umgebende Welt, die Technik, zu verstehen, werde im Rahmen des Physikunterrichts sehr selten befriedigt. Der pädagogische Ansatz, vom Einfachen ausgehend zum Schwierigen zu kommen, erlaube es selten, komplexere technische Anwendungen wie Radio, Fernsehen, Raketen zu behandeln (S. 55). Dies führe zu Enttäuschung und damit zu Ablehnung.
2. Der Physikunterricht müsse sich mehr darauf konzentrieren, die Schüler zu fesseln (S. 45), sich deutlicher von den rein theoretischen Fächern abheben und die Alltagswelt stärker mit einbeziehen (S. 47). (Dieser Ansatz hat übrigens zur Einführung eines Faches *Technologie* geführt, in dem die Schüler mit technischen Anwendungen in Berührung kommen sollen. (S. 54/55, 72ff.))
3. Der Physikunterricht sei extrem ritualisiert und abgeschnitten vom Leben der Labore und den industriellen Anwendungen (S. 133). Oft sei das experimentelle Material bereits didaktisch aufgearbeitet und habe modellhaften Charakter. So bliebe der Zusammenhang zur Realität und der Tätigkeit der Labore sowie zur inneren Struktur der Physik verschlossen (S. 161).
4. Um etwas mehr Praxisnähe zu bekommen, sollten Physiklehrer nicht mehr nur unterrichten, sondern auch in der Industrie arbeiten, um hier praktische Kenntnisse zu erwerben (S. 172).
5. Der Unterricht solle darauf abzielen, gerade bei den Schülern, die später keinen Kontakt mit den Naturwissenschaften mehr haben werden (S. 101), eine Art gesunden Menschenverstand, *bon sens* (S. 54), eine Art Globalverständnis für physikalische Phänomene auszubilden. Ein Teil der schulischen Ausbildung solle also in einer Art Popularisierung der Physik bestehen, die das oft falsche Vorwissen der Schüler korrigiere und ordne (S. 54).
6. Grundlegende Bestandteile eines solchen *bon sens physical* seien:
 - a) eine Vorstellung von Größenverhältnissen,
 - b) ein qualitatives Verständnis von physikalischen Phänomenen (S. 54),
 - c) die sprachliche Fähigkeit, Beobachtungen, Argumente, Überlegungen exakt formulieren zu können,
 - d) die fundamentalen Grundkenntnisse der Physik (und deren Vorgehensweise) und der Welt der Technik (S. 122).

Der erste Kontakt mit der Physik solle den Schülern Lust machen, mehr zu erfahren (S. 54). (Konkrete Vorschläge für Lehrpläne S. 58ff.)

Allgemeinpolitische Hindernisse

Ein wesentliches Problem bei der Realisierung all dieser Ideen, hinter denen sicherlich auch der Gedanke steht, nicht nur Wissen zu vermitteln, sondern auch das Wesen und die Besonderheit der Physik verständlich zu machen (S. 102), ist die gerade in Frankreich straff organisierte Leistungsabfrage. Die von Hulin geforderten Lerninhalte sind in Klausuren bis hin zu Abitur-

prüfungen weniger gut abprüfbar als etwa der mathematische Umgang mit Formeln (S. 127, S. 148, S. 162, S. 329). Dies führt in der konkreten Unterrichtssituation zu einer raschen Anpassung der neuen Inhalte an die alten Strukturen (S. 162). (Hulin zeigt dies am Beispiel des Faches *Technologie* (S. 77ff)).

Physik als unlehrbare Wissenschaft

War Hulin in den 70er Jahren noch zuversichtlich, daß durch eine grundlegende Veränderung der Konzeption des Physikunterrichts eine weite Verbreitung dieser Wissenschaft möglich sei (S. 42), proklamiert er Anfang der 80er Jahre schonungslos das Scheitern dieser Reform (S. 119ff, S. 147). Seiner Meinung nach waren hierfür nicht etwa äußere Gründe verantwortlich, wie etwa zu geringe finanzielle Mittel [3], mangelnder Einsatz, fehlende Ideen (S. 147); er sieht vielmehr dem Fach immanente Eigenschaften als Ursachen für das Scheitern jeder Reform an: Hulin entwickelt die Theorie der Physik als eine auf Schulniveau unlehrbare Wissenschaft (S. 147).

Was macht für Hulin die besondere Schwierigkeit des Faches aus?

1. Eine erste grundsätzliche Schwierigkeit bestehe darin, daß sich die in der Schulphysik behandelten Themen oft mit der Alltagswelt der Schüler decken. Die Behandlung finde jedoch auf einem hohen Abstraktionsgrad in einer idealisierten Welt statt (S. 155f), die das Bedürfnis der Schüler, ihre Umwelt zu verstehen, selten zu befriedigen wisse. Hinzu komme, daß die Schüler bereits unklare, oft falsche Vorstellungen mitbringen, die schwer zu korrigieren seien (S. 140, S. 152). Dies gelte besonders für die in der Physik verwendete Terminologie, die sich oft Begriffen der Alltagssprache bedient, aber andere, klar definierte Phänomene bezeichnet (S. 117, S. 149).
2. Die Physik sei extrem komplex (S. 149) und ein tieferes Verständnis dieser Wissenschaft verlange sehr vielfältige Begabungen (S. 140):
 - a) Zum ersten seien die experimentellen Verfahren z.T. sehr kompliziert und ihre Entwicklung und Anwendung verlangen oft weitgehendes technologisches Verständnis (S. 150). Darüber hinaus liefere ein physikalisches Experiment nicht unmittelbar anwendbare Ergebnisse: um ein Experiment erfolgreich durchzuführen, müsse man bereits viel über die Physik wissen (S. 138, S. 154). Daher habe die Physik auch den Ruf, das Fach zu sein, in dem nie ein Versuch funktioniere (S. 154f).
 - b) Zweitens bediene die Physik sich mathematisch komplexer Techniken, denn ohne den mathematischen Formalismus sei die Physik nicht vorstellbar (S. 150). Es entstehe für den Anfänger das Problem, daß die benötigten Techniken häufig noch nicht zur Verfügung stehen und so ein vertieftes Verständnis nicht möglich sei (S. 139).
 - c) So diene der (oft komplizierte) mathematische Apparat einer sehr abstrakten Konzeptualisierung dieser Wissenschaft (S. 133, S. 149). Die starken inneren Verknüpfungen gehen so weit, daß theoretische Aussagen gemacht werden können, die experimentell noch nicht nachgewiesen sind (S. 150). Diese Verknüpfungen seien keinesfalls trivial: um ein Phänomen einzuordnen, müsse man oft Erkenntnisse aus sehr unterschiedlichen Bereichen zusammentragen (S. 139). So seien die logischen und die linguistischen Analysen sehr schwierig (S. 167).

3. Gerade die extreme Komplexität dieser Wissenschaft mache es schwer, einen kleinen Bereich für den Anfangsunterricht auszuwählen, dessen Verständnis nur geringer Kenntnisse bedürfe und von dem aus man das weitere Wissen aufbauen könne (S. 167).

In unmodern elitärer Weise ruft Hulin Mitte der 80er Jahre als Reaktion auf die gescheiterten Reformen zur Einsicht auf, daß die Physik als komplexe Wissenschaft nicht an die breite Masse der Bevölkerung zu vermitteln sei [4] (S. 167). Dies sei auch nicht weiter schlimm, da der Bedarf an professionellen Physikern sehr gering sei. Er nennt Zahlen einiger Dutzend frei werdender Stellen pro Jahr in Frankreich (S. 313, S. 140, S. 167). Die anderen Lernenden werden entweder später als Ingenieure oder Techniker konkretes Fachwissen brauchen – wobei Hulin in Frage stellt, ob diese bis ins Detail wirklich verstehen müssen, womit sie es zu tun haben (S. 216) – die übrigen werden beruflich etwas ganz anderes tun und naturwissenschaftliches Wissen nur in ihrer Funktion als Bürger in einer technisch geprägten Welt brauchen (S. 329).

Was ist zu tun?

Das Schulsystem, so Hulin, richte sich auch heute noch voll nach den Bedürfnissen der wenigen Schüler, die später professionelle Physiker werden (S. 143, S. 313). Der Anfangsunterricht müsse komplett neu überdacht werden: Die gesteckten Ziele seien unerreichbar, gesellschaftlich nutzlos, wenn nicht gar schädlich (S. 143). Denn die Folge der jetzigen Ausbildung sei eine gesellschaftlich wenig wünschenswerte: die frustrierte Abkehr der breiten Masse von naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Hulin schlägt vor (allerdings ohne selbst die genauen Auswahlkriterien und -verfahren nennen zu können), daß die späteren professionellen Naturwissenschaftler frühzeitig unabhängig von den anderen ausgebildet werden sollen (S. 144, S. 168) ähnlich wie Hochleistungssportler (S. 329). So könne man der großen Mehrzahl Lernender eine angemessene, elementarere naturwissenschaftliche Ausbildung bieten.

Was soll dieser Mehrzahl der Schüler vermittelt werden?

1. Die Fähigkeit, konkrete Informationen aufnehmen und verarbeiten zu können (S. 329).
2. Eine klare Vorstellung von Größenordnungen (S. 329).
3. Umgang mit technischen Geräten.
4. Die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Phänomene und Argumentationen angemessen formulieren zu können (S. 329) und den naturwissenschaftlichen Diskurs von Fachleuten verstehen und beurteilen zu können (S. 141f, S. 323).
5. Die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Entwicklungen beurteilen und kritisieren zu können (S. 28).

Hulin schlägt ein neues Unterrichtsfach vor, das er *Protophysik* nennen will, und das eine Art Einführung in die Naturwissenschaften darstellen (S. 213) und ruhig einer Popularisierung ähneln solle. Der neue Name erleichtere es, mit alten Traditionen zu brechen (S. 213).

Die konkrete Umsetzung dieser Ziele konnte Hulin nicht mehr entwerfen. Er setzt sich jedoch in einigen Artikeln von 1982 (S. 201ff) und 1983 (S. 205ff) für die Weiterentwicklung einer Physikdidaktik ein, die damals in Frankreich noch in den Kinderschuhen steckte. Aufgabe sei, eine Physik zu definieren, die sich vermitteln lasse (S. 175). Zu klären bleibe folgendes:

1. Welche Themen sollen auf welcher Altersstufe wie behandelt werden? Von welchen heute noch unterrichteten Themen kann der Physikunterricht *gereinigt* werden (S. 217)?
2. Wie können konkrete naturwissenschaftliche Informationen vermittelt werden, wie kann ein effektiver Kontakt des Physikunterrichts mit der Alltagswelt realisiert werden?
3. Wie sollte die Ausbildung der Lehrer aussehen, wie kann man es ihnen ermöglichen, ihre persönlichen Interessen zu verwirklichen (S. 214)?

Kurz: wie kann man die von Hulin formulierten Ziele verwirklichen? Eine Untersuchung des von den Schülern mitgebrachten Vorwissens wäre hierfür ebenso nützlich wie eine genaue Analyse der sozialen Strukturen der Schüler (S. 202).

Palais de la découverte

Das letzte Drittel der Sammlung *Le mirage et la nécessité* beschäftigt sich mit dem *Palais de la découverte*. Mehrfach beschreibt Hulin für diverse Adressaten den Aufbau, das Konzept, die Probleme des *Palais*. In unserem Zusammenhang ist es sicherlich interessant, daß Hulin fordert, neben den Schulen als klassische Ausbildungsstätten, noch andere Institutionen die Rolle der Vermittlung von naturwissenschaftlichem Basiswissen übernehmen zu lassen (S. 331). Der *Palais de la découverte* ist ein Ort der Popularisierung per excellence. Darüber hinaus ermöglicht er den Schulen ihren Schülern Versuche vorzuführen, die im Rahmen der Schulphysik nicht gezeigt werden können. Somit trägt der *Palais* auch zu einer Annäherung des Unterrichts an die Alltagswelt bei.

Schlußbemerkung

Abschließend kann man feststellen, daß die Aussagen Hulins relevant, weitgefächert und aussagekräftig sind. Leider ist die Präsentation in Form einer Textsammlung der Verbreitung und Würdigung der Theorien und Gedanken Hulins eher hinderlich. Die Herausgeberin Nicole Hulin hat in ihrem Bemühen, möglichst jedes geschriebene Wort Hulins zu veröffentlichen, auch Texte von geringerer Tragweite abdrucken lassen. Die häufigen Repetitionen erschweren die Lektüre und werden dem präzisen Denker und Theoretiker wenig gerecht; läßt sich doch das theoretische Konstrukt, das Hulin im Laufe seines Lebens entworfen hat, in relativ knapper Weise präzise zusammenfassen. So wäre es vielmehr eine lohnende Arbeit, auf der Grundlage der vielfältigen Schriften Hulins jenes Werk zu rekonstruieren, das er bereits geplant hatte, um in konzentrierter Form sein didaktisches und wissenschaftstheoretisches Gedankengut zu resümieren: die *Lecons de la déconvenue*.

An dieser Stelle möchte ich Frau Dr. Gerda Bodenseher herzlich danken für den Hinweis auf Hulins Buch und die interessanten Gespräche, die ich mit ihr über diesen Themenkomplex in Hamburg halten konnte.

- [1] Eine Kommission zur Reform des Physikunterrichts.
- [2] Pariser Museum, in dem die Besucher mit Phänomenen aus Physik, Biologie und Chemie auf elementarem Niveau in Berührung kommen.
- [3] Er belegt dies am Beispiel der seinen Ausführungen zufolge ebenfalls gescheiterten Reformen in den USA, die über große Budgets verfügten.
- [4] Er zitiert darüber hinaus Henri Le Châteliers, daß der menschliche Intellekt erst ab 16 Jahren reif sei für wissenschaftliche Studien (S.165).

Literatur

Michel Hulin, *Le mirage et la nécessité* (Hrsg. Nicole Hulin), Presses de l'école normale supérieure et Palais de la découverte, Paris 1992.