

# Bücherecke

## Längengrad

Dava Sobel

Berlin-Verlag, Berlin 1996, ISBN 3-8270-0214-1

In dem in Amerika zu Bestseller-Ehren gelangten Buch von Dava Sobel *Längengrad* wird ein unter Physikern viel zu wenig bekanntes Kapitel aus der Geschichte der Naturwissenschaften behandelt: die Bestimmung der geographischen Länge auf hoher See. Während man schon zu Columbus' Zeiten die geographische Breite aus der Tageszeit und dem Sonnenstand oder der Höhe bekannter Sterne über dem Horizont bestimmen konnte, wäre man bei der Bestimmung der geographischen Länge auf einen sehr genauen Uhrenvergleich angewiesen gewesen: Die geographische Länge ergibt sich bekanntlich aus der Zeitdifferenz zwischen der Ortszeit an Bord eines Schiffes und der Uhrzeit im Heimathafen oder einem anderen Ort von bekannter Länge. Überall auf der Welt entspricht ein Grad geographischer Länge einem Zeitunterschied von vier Minuten. Eine Bestimmung dieser Zeitdifferenz auf monatelangen Seereisen mit den sich aufsummierenden Gangungenauigkeiten war aber bis weit in die Epochen der Pendeluhrn hinein völlig ausgeschlossen. Alle großen Entdecker von Vasco da Gama bis zu Nunez de Balboa, von Magellan bis zu Sir Francis Drake – "sie alle gelangten mehr oder weniger zufällig zu den Orten, die sie erreichten, durch Kräfte, die man glücklicher Fügung oder der Gnade Gottes zuschrieb." Dieser unhaltbare Zustand erreichte seinen traurigen Höhepunkt am 22. Oktober 1707, als vier heimkehrende Schiffe der englischen Flotte durch einen Navigationsfehler bei den Scilly Islands zerschellten und fast 2000 Mann ihr Leben verloren.

Diese Tragödie veranlaßte das englische Parlament 1714 im berühmten Longitude Act einen sagenhaften Preis von 20 000 Pfund, nach heutigen Begriffen mehrere Millionen Dollar, auszusetzen für "eine praktikable und nützliche Methode" zur Bestimmung der geographischen Länge. Und hier setzt das Buch an, nämlich bei dem Leben des John Harrison (1693 – 1776), jenes genialen englischen Uhrmachers, der in einem Akt beispielhafter Besessenheit in über fünfzigjähriger Arbeit sich anheischig machte, dieses auch von einem Isaac Newton für unreal hoch gesteckt gehaltene Ziel zu erreichen.

Dabei standen ihm in den Königlichen Astronomen von Greenwich mächtige Gegner gegenüber, die das Längengradproblem auf rein astronomische Weise lösen wollten – entweder mittels der Jupitermonde oder der "Monddistanzen", d.h. über den Zeitvergleich einer Sternbedeckung durch den Mond an einem Ort am Nullmeridian (das mußte damals noch nicht Greenwich sein!) und dem Ort des Schiffes. Harrison setzte hingegen ausschließlich auf die Entwicklung immer genauerer Schiffschronometer und der Kampf zwischen diesen beiden Methoden nimmt den weitaus größten Teil des Buchs ein.

Nach einigen Gesellenstücken, die es bereits auf eine Ganggenauigkeit von 1 Sekunde pro Monat brachten (während die besten Uhren der damaligen Zeit noch durchschnittlich 1 Minute pro Tag falsch gingen), machte sich Harrison ab 1730 an den Bau seiner berühmten Serie von vier immer genaueren, weil praktisch reibungsfreien Schiffsuhrn H-1, H-2, H-3 und

schließlich der berühmten H-4 im Taschenformat. Was der fünfte Königliche Astronom von Greenwich, Nevil Maskelyne, ein fanatischer Anhänger der Methode der Monddistanzen, deren Berechnung er sein ganzes Leben widmete, sich einfallen ließ, um den Siegeszug dieser unglaublich präzisen Schiffschronometer zu verhindern, das lese man in dem Buch nach. Von Ausnahmen wie dem berühmten Astronomen Halley abgesehen führte Harrison zeit seines Lebens einen einsamen Kampf gegen das wissenschaftliche Establishment. Die Lager und Hemmungsflächen der H-4 sind übrigens aus Diamanten und Rubinen. Harrison hat nie verraten, wie er sie geschliffen hat. Dadurch bestand die H-4 ihre Probefahrt in die Karibik und verlor in 81 Tagen auf See nur 5 Sekunden!

Doch die Längenkommission weigerte sich, den hohen Preis auszuzahlen, und erklärte, die erzielte Ganggenauigkeit der Uhr sei reiner Zufall gewesen. Erst nach dem hohen Lob, das James Cook nach seiner zweiten Weltumsegelung der Uhr von Harrison gespendet hatte, und einer persönlichen Intervention bei König Georg III. war es 1773 so weit: Harrison erhielt im Alter von 80 Jahren doch noch das Preisgeld!

Als John Harrison 1776 starb, genoß er unter Uhrmachern den Ruf eines Märtyrers. Bald nach dem großen Erfolg der H-4 verlegten sich die Uhrmacher scharenweise auf den Bau von Schiffschronometern, und vor allem in England entwickelte sich ein boomender Industriezweig. Einige Historiker behaupten sogar, daß Harrisons Erfindung die englische Vorherrschaft über die Ozeane erleichtert und letztlich zur Schaffung des britischen Empire geführt habe. Welche Widrigkeiten am Beginn dieses Siegeszuges zu überwinden waren, das lohnt sich nachzulesen.

Mag. Manfred Wasmayr

## Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts

H. Muckenfuß

Berlin: Cornelsen, 1995. 358 S.

Naturwissenschaftlicher Unterricht, insbesondere aber Physikunterricht, befindet sich in einer bildungspolitisch betrachtet schwierigen Situation. Vor allem mangelnde Akzeptanz, unbefriedigende Ergebnisse hinsichtlich der gewünschten Lernerfolge und sich verändernde gesellschaftliche Anforderungen an die Schule haben dazu geführt, daß der Physikunterricht teils beträchtlich reduziert, teils – unter gleichzeitiger Einführung neuer integrativer Fächer – gänzlich aufgelöst wird. Derartige Entscheidungen werden vielfach schulintern getroffen und beruhen im allgemeinen nicht auf erziehungswissenschaftlich oder fachdidaktisch fundierten Erkenntnissen, sondern auf zufälligen lokalen Gegebenheiten. Bildungspolitisch bedeutet dies, daß Konfliktfelder an die Schule verlegt, die Verantwortung an letztere delegiert wird.

Vor diesem – so der Autor mit Recht – bildungspolitisch chaotischen Hintergrund wendet sich das vorliegende Buch zugleich auch an die Lehrer und Lehrerinnen. Es soll ihnen als Reflexionshilfe dienen, ist aber auch als eindringlicher Appell zugunsten eines konservativen (nämlich Werte bewahrenden),

wenn auch unter verändertem Blickwinkel betrachteten Fachunterrichts zu verstehen.

Zunächst unterzieht Muckenfuß die vorhandenen empirischen Befunde einer kritischen Analyse und formuliert daraus thesenhaft Schlußfolgerungen, insbesondere die Behauptung, daß sich die Akzeptanz des Unterrichtsfachs über curriculare Strukturen verändern ließe. (Die an vielen Stellen geäußerte Kritik am IPN Kiel bestätigt eher die Bedeutung dieses Instituts. Nur dort, wo überhaupt relevante Forschungsergebnisse vorliegen, ist eine Auseinandersetzung mit diesen möglich.) Einen Großteil des Buches widmet der Autor den "Determinanten" des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Ursachen für die Schwierigkeiten des Physikunterrichts sind seiner Meinung nach einerseits wissenschaftstheoretischer und wissenschaftshistorischer, andererseits bildungstheoretischer und gesellschaftspolitischer Art. Das Bild des heutigen Physikunterrichts sei geprägt durch das Spannungsfeld des auf "Menschenbildung" hin gerichteten individualpädagogisch reduzierten Bildungsideals der deutschen Klassik auf der einen und der "inhaltlich-materialen Qualifizierung" auf der anderen Seite. Die Konzentration auf letztere habe die Funktionalisierung der Aus-Bildung seitens partikularer – etwa nationaler und wirtschaftspolitischer – Machtinteressen (wie sie u. a. in den Bildungsprogrammen der USA deutlich werden) zur Folge. Wissenschaftstheoretisch sieht Muckenfuß in der Physik selbst eine "unpädagogische Dimension", in der "Mensch und Weltsicht dem Reduktionismus anheimfallen". Der reduktionistische Ansatz der Wissenschaft widerspiegeln sich im Unterricht auf mehreren Ebenen – in der Fachsprache, im Experiment, im Außerachtlassen von "lebensbedeutsamen Kontexten" – und verbinde sich schließlich mit der Wertfreiheit des Bildungsideals der deutschen Klassik. Wertfrei wird zu wertlos, wie Muckenfuß eindringlich formuliert, die Beschäftigung mit Physik erscheine somit nicht sinnvoll, sondern sinnlos.

Vor diesem Hintergrund versteht Muckenfuß Physikunterricht schließlich als Ort des Aufbaus von "Orientierungswissen". (Der Begriff Orientierungswissen deckt sich nach seinem Verständnis weitgehend mit Wagenscheins Funktionszielen.) Es sei dabei der Orientierungsfunktion des Unterrichts Vorrang vor der Qualifizierungsfunktion einzuräumen, und zwar so, daß "diese Akzentuierung des Unterrichts die Qualifizierungsaufgabe (in veränderter Form) miteinschließt". Physikunterricht als Fachunterricht vermöge auch die grundlegenden Ziele des fächerübergreifenden Unterrichts durchaus zu integrieren, Lebensbedeutsamkeit müsse nicht zu Lasten systematischer Ordnung gehen. Der Unterricht soll so gestaltet werden, daß "einerseits Sinn konstituiert, andererseits Handlungsbereitschaft und Kompetenz gefördert werden". Die Legitimierung seines "Entwurfes einer zeitgemäßen Didaktik" vollzieht sich zunächst nicht im Wege der Explikation am konkreten Beispiel, sondern im Aufzeigen der Schwächen bisheriger Entwürfe; insbesondere werden Wagenscheins Vorstellungen vom genetischen Lernen und Klafkis Idee des exemplarischen Lernens an "epochaltypischen Schlüsselproblemen" ausführlich diskutiert. Im letzten Kapitel folgen schließlich Vorschläge für die curriculare Struktur eines naturwissenschaftlichen Unterrichts, der durch "Lernen im sinnstiftenden Kontext den Aufbau von Orientierungswissen" erreichen will. Ein letzter und umfangmäßig vergleichsweise kleiner Abschnitt versucht noch an Beispielen zu zeigen, wie diese Vorschläge zu konkre-

tisieren wären. (Ein Sachwortregister wäre beim Durcharbeiten des Buches hilfreich gewesen.)

Die Bedeutung des Werks liegt für mich als Lehrerin nicht im Lösungsansatz – dieser erscheint in der vorliegenden Fassung weder neu (auch der Autor selbst betont, daß es nicht seine Absicht sei, Neues zu konstituieren, sondern bereits Vorhandenes zu festigen und theoretisch abzusichern), noch vom theoretischen Ansatz her überzeugend –, sondern in der umfassenden und genau ausgeführten Darstellung und gründlichen Diskussion der Gesamtproblematik. Die Auseinandersetzung komprimiert sich letztlich in sich in der aktuellen Bildungslandschaft widerspiegelnden Spannungsfeld zwischen linearem und komplexem Lernen, zwischen Fachsystematik und Lebensbedeutsamkeit. Die im gegenwärtigen Unterrichtsgeschehen sichtbaren Antinomien werden zwar durch dieses Buch nicht aufgelöst, wohl aber einer differenzierteren Betrachtungsweise zugänglich gemacht. Muckenfuß bezieht hinsichtlich dieses Spannungsfelds eindeutig Stellung. Er wendet sich gegen alle bisherigen Alternativen zum fachsystematischen Unterricht, insbesondere gegen (zu früh einsetzendes) fächerübergreifendes und projektorientiertes Lernen sowie gegen das exemplarische Lernen im Sinne Klafkis und gegen genetisch-forschendes Lernen im Sinne Wagenscheins (dem Muckenfuß vorwirft, in idealistischer Weise einen fließenden Übergang zwischen Wissenschaft und Unterricht zu postulieren, statt die grundsätzliche Differenz zu sehen). Muckenfuß ist der Überzeugung, daß auch Fachunterricht die Ziele des Projektunterrichts abdecken kann und warnt davor, das seiner Auffassung nach übergeordnete Unterrichtsziel, die Darstellung des Denkgebäudes Physik, aufzugeben. Das Begreifen dieses Denkgebäudes sei Voraussetzung für systematische Orientierung und sinnhaftes Lernen. Lebensbedeutsamkeit dürfe nicht zu Lasten inhaltlicher Systematik gehen, es handle sich nicht um Alternativen, sondern um Komponenten desselben Unterrichts. Die Auflösung nach einer der beiden Richtungen gefährde den Physikunterricht in seiner Existenz. Diese Argumentation von Muckenfuß wirkt in sich geschlossen, ist genau im Detail und bildungspolitisch ernst zu nehmen. Aufschlußreich wäre dafür übrigens die Mitberücksichtigung der langjährigen Erfahrungen mit integrativen Ansätzen im angelsächsischen Bereich gewesen.

Was sich insgesamt ergibt, ist einerseits eine fundierte kritische Reflexion des heutigen Stands der (deutschsprachigen) Physikdidaktik, darüber hinaus eine Fülle an Gedanken, Ideen, ein Erkennen von Zusammenhängen, die als Grundlage weiterer Überlegungen dienen können. Die von Muckenfuß vorgelegte Auflösung der dialektischen Spannung überzeugt freilich weder theoretisch noch, was die genannten Beispiele angeht, zur Gänze. Fraglich bleibt, ob die Komplexität des Problems und die Vielzahl der zum Teil einander widersprechenden Ansprüche an Unterricht eine Lösung schlechthin ermöglichen. Dennoch ist eine auf genauer Kenntnis der vorhandenen empirischen Ergebnisse beruhende kritische Reflexion des Ist-Zustandes unter voller Anerkennung der Komplexität des Gesamtproblems, wie der Autor sie uns mit diesem Buch verfügbar macht, grundlegende Voraussetzung für die Verbesserung gegenwärtiger Zustände, wenn man diese als Resultat eines dialektischen Prozesses von Reflexion und Handeln begreift.

Helga Stadler