

EINLEITUNG

„... deshalb sollst auch Du, lieber Leser, nicht unangefochten dazu gelangen, ohne dass Du zuvor durch dasselbe Dornengestrüpp der Untersuchungen hindurchgeführt wirst, durch das ich mich hindurchgezängt habe, damit Du, weil Du die Frucht der Arbeit mit mir genießen wirst, so auch zuvor die Mühe kosten magst.“

(J. KEPLER¹)

Der Titel dieses Buches — „Die pädagogische Dimension der Physik“ — betont einen Sachverhalt, den konventionelle Formulierungen wie „Didaktik der physikalischen Naturlehre“ oder „Der Bildungswert des physikalischen Unterrichts“ nicht ohne weiteres erkennen lassen: *dass nämlich die Physik selber eine pädagogische Dimension in sich trägt.*

Wir sind gewöhnt, Physik als einen „Stoff“ vor uns zu sehen, ausgezeichnet durch besondere Objektivität, Zuverlässigkeit und Härte, mit dem sich zu beschäftigen lohnend ist. Denn nicht nur stellt er bedeutende und solide Bausteine unseres Weltpanoramas bereit, sondern: indem wir uns diesen Stoff zuführen, wetzt er auch gleichsam unseren Verstand. Wir haben dabei eine fast räumlich-stoffliche Vorstellung von dem, was gelehrt werden soll; wir sehen die physikalische Realität ausgebreitet vor uns und uns selber als solche, die sie Stück für Stück erobern. Ich will nicht sagen, dass dieses Bild falsch sei. Nur: es führt irre, wenn wir es für erschöpfend halten. Und zwar gerade dann, wenn es uns nicht um Information zu tun ist, sondern um Bildung und Information als eines.

Ich spreche von einer, im Vergleich zu dieser Breite der physikalischen Stofflandschaft, anderen Dimension, um damit schon anzudeuten: dass Physik nicht einfach eine Bestandsaufnahme eines Massivs von Tatsachen ist. Aber was ist sie denn?

Im ersten Ansatz könnte man versucht sein zu sagen: Physik sei nicht einfach etwas Bestehendes, sondern etwas Gewordenes und Werdendes. Man würde dann aber das Missverständnis nahe legen, mit der besonderen Dimension sei einfach die Geschichte der Physik gemeint. Das hieße, der Unterricht solle historisiert werden oder doch historisch akzentuiert. Das wäre zwar nicht ohne Bezug auf das, was gemeint ist, aber es wäre nicht dasselbe.

„Physik“ wird in diesem Buch als ein Prozess verstanden, der seit etwa 25 Jahrhunderten das Verhältnis des Menschen zur Natur, sein Naturverständnis und damit den Menschen selbst verändert, und dies seit 400 Jahren in stromschnellenartiger Beschleunigung.

¹ Grundlagen der geometrischen Optik. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften» Bd. 198, S. 60.

Dieser Prozess wiederholt sich verdichtet in jedem Kinde und ist in seinen letzten Stufen der Schule und Hochschule anvertraut. Nicht ist dieser Prozess ein bloßes „Zur-Kennntnis-Nehmen“, nicht ein Nachzeichnen, das Herstellen eines Konterfeis, eines „Abklatsches“ (wie THEODOR LITT einmal sagt), sondern Physik ist der Prozess einer bestimmt gearteten Auseinandersetzung des Menschen mit der Natur, in der er sich ursprünglich in selbstverständlicher Verschlungenheit vorfand.

Sie ist ein konstruktives Sich-Absetzen des Menschen von der Natur, das Subjekt und Objekt in einer bestimmten Weise trennt und formt. Dabei wird, was Natur für uns ist, verändert, und auch wir selbst werden verändert, indem wir uns zu „Beobachtern“ verengen und die Natur in eine einseitige, enge, nicht voraussetzungslose Perspektive rücken, die uns nun das „physikalische Naturbild“ sehen lässt. Und nicht so, als ob dieses Bild nun die wahre, die einzige, die wirkliche, die eigentliche, die richtige Natur zu sein beanspruchen dürfte. Es ist eine Projektion, ein Aspekt, eine Sehweise, ja das Ergebnis einer Behandlungsweise. Sie schafft eine pädagogische Dimension, insofern sie nicht nur die Welt, sondern auch den Menschen und erst recht den werdenden Menschen, das Kind, verändert und damit auch der pädagogischen Verantwortung unterliegt. Die Frage ist also: Was verändert sich durch Physik? Wie verändern wir, indem wir sie hervorbringen, das Natur-Bild, und wie verändern wir uns dabei selber? Was tut Physik der Natur an und was uns? Und was im besonderen dem Kinde? Es ist, wie wenn sich in einer Landschaft die Beleuchtung ändert. Sie sieht dann anders aus, und uns wird anders zumute. Niemand, der Physik lernt, entgeht dieser Verwandlung. Auch nicht, wenn der Lehrer gar nicht daran denkt; auch dann nicht, wenn der Lernende es nicht gleich bemerkt.

Worauf ich das Interesse, die Wachsamkeit, die Verantwortung des Lehrers richten möchte, das ist die Notwendigkeit, dass ihm diese Verwandlung bewusst sei, damit er die Bereicherungen sowohl wie die Gefahren sehe, die er mit seinem exakt-naturwissenschaftlichen Unterricht einlässt, und damit er erkennt, wie er auf sie zu und von ihnen weg lenken kann. Dass er nicht nur seinen Stoff und dessen klare Darstellung vor sich habe, sondern — in einer nun nicht nur physikalischen, sondern eben auch pädagogischen Haltung — den Lichtungsprozess, an dessen Ende dieser „Stoff“ erst „da ist“. Die Lage scheint mir heute so zu sein, dass der Aspekt-Charakter der Physik einer Minderheit schon selbstverständlich, der großen Mehrheit noch ganz fremd ist. Man kann sich künftige Zeiten denken, in denen es wieder umgekehrt sein mag. Dann wird es vielleicht nötig werden, das Allgemein-Verbindliche zu betonen, mit dem uns die Natur in der Physik entgegentritt, das also, was wir heute im Vordergrund und zu ausschließlich sehen. Heute sind wir so fasziniert von den Leistungen der Technik, dass wir das ihr zugrunde liegende Naturbild der Physik als voraussetzungslos zu nehmen geneigt sind. Deshalb erscheint es mir notwendig, dass heute der „Schatten-Charakter“ (EDDINGTON) dieses Naturbildes tiefer in das öffentliche Bewusstsein — und also zuvor in das des Lehrers — rücke. Ebenso aber auch die Einsicht, dass dieser „Schattencharakter“ nicht im Widerspruch dazu steht, dass die Gesetze gelten und die Maschinen „gehen“.

II.

Physik lässt sich in verschiedene, einander (scheinbar) widersprechende Perspektiven rücken:

1. Zeigt sie nicht einerseits die Züge der Natur, in denen uns ein „Objektives“ „zwingend“ gegenübertritt, über das wir also nicht „verfügen“ können?

2. Ist aber nicht andererseits die Enthüllung dieser Züge an gewisse von uns einzuhaltende Verfahrensweisen als Voraussetzung gebunden, also wieder nicht „objektiv“ (im Sinne des „Voraussetzungslosen“)?

3. Und schließlich: Dieses — nach 1. — nicht Verfügbare, dasjenige also, dem wir uns fügen müssen, gibt es uns nicht gerade die Möglichkeit — in der Technik nämlich —, nun doch über die Natur zu verfügen?

So wie es heute ist, neigt die breite Masse der Menschen (für deren Meinen ja die Schule nicht ohne Verantwortung ist) dazu: das zweite zu übersehen und das erste und das dritte zu überschätzen, ohne beide zu vereinigen. „Man“ meint (etwas vergrößert gesagt): Physik zeigt, wie Natur „ist“, und siehe: sie ist verfügbar!

Deshalb wird es notwendig, heute, ohne die Bedeutung des ersten und dritten herabzusetzen, das zweite hervorzuheben: besonders deshalb, weil nur dann, wenn wir begreifen, dass Physik als eine besonders geartete Distanzierung des Menschen von der Natur entstanden ist, ihre noch nicht ausgeschöpfte Bildungsmächtigkeit neu zu ermessen sein wird.

III.

Zu den kritischen Bemerkungen, die in diesem Buche nicht zu vermeiden sind, liegt mir daran zu sagen, dass ich weit davon entfernt bin, die Lage unseres Physikunterrichts mit Begriffen wie „Ursache“ oder „Schuld“ glaube klären zu können. Ich weiß aus eigener Anschauung, wie viel Gewissenhaftigkeit und Anstrengung Lehrer wie Schüler der Schularbeit zuwenden. Es handelt sich, wenn man nach den „Gründen“ des geringen Erfolges fragt, nicht um eine nur den Naturwissenschaften zukommende Erscheinung, sondern um durchgängige, schwer fassbare, nicht bewusste Hintergründe, die nicht im einzelnen Lehrer, auch nicht einfach in der Macht der Kultusministerien liegen, sondern in den Tiefen des Zeitgeistes, der uns alle mehr oder weniger umklammert hält².

Es ist hier aus sachlichen Gründen notwendig, persönlich zu sprechen: Wenn ich selbst das Glück hatte, zu denen zu gehören, die innerhalb des physikalischen Unterrichts dieser Umklammerung ein wenig entrinnen konnten, so verdanke ich das im wesentlichen zwei Wendungen des Lebensganges: Einmal geriet ich sehr früh, nach wenigen Jahren der Arbeit an der öffentlichen Höheren Schule (an ihr oder an meiner Eignung oder an beidem fast verzweifelnd), in die erzieherisch aktive Luft einer freien Schulgemeinde von pädagogischem Rang (es war die Odenwaldschule PAUL GEHEEBS), wo ich nahezu ein Jahrzehnt in fast völliger Freiheit lernend lehren durfte. — Zweitens konnte ich später, nach mehr

² M. WAGENSCHNEIDER, Die hessischen Stoffpläne für den physikalischen Unterricht. In: Der math. und naturwiss. Unt. (MNU), III (1951), S. 301.

Ders., Zur Selbstkritik der Höheren Schule. Die Sammlung VII (1952), S. 142 ff.

als zwei Jahrzehnten öffentlicher Höherer Schule (zuletzt an einer hessischen Versuchsschule mit „aufgelockerter Oberstufe“), an einer Pädagogischen Hochschule künftige Volksschullehrer und an einer Technischen Hochschule und einem Studienseminar künftige Gymnasiallehrer (der Physik) ausbilden helfen, schließlich auch Lehrer aller Schularten und Fachrichtungen an einer Universität. Ich kam dadurch in enge Berührung mit der ganzen in sich geschlossenen Kette unseres Bildungswesens, in der so leicht ein Glied den benachbarten Vorwürfe zu machen geneigt ist, und konnte aus eigener Anschauung verfolgen, wie in Wahrheit alle Glieder an demselben Gebrechen leiden.

Die Arbeit im Landerziehungsheim war wichtig, weil man fast nur noch in guten Internaten leicht erkennen kann, wie Kinder sich eigentlich kundgeben und wie sie von sich aus wirklich denken, während wir als Lehrer in der öffentlichen Schule meist dazu verurteilt bleiben, nur Reaktionen von Schülern zu registrieren, oft ohne zu bemerken, dass Schüler etwas anderes sind als Kinder.

Die Arbeit in der Lehrerbildung, besonders an der Pädagogischen Hochschule, lässt mich mit erschreckender Klarheit erkennen, wie wenig die Höhere Schule ausrichtet und wie folgenschwer sich diese Schwäche auf die Volksschule überträgt.

IV.

Die Frage nach den Methoden und Ergebnissen der Physik ist eine rein physikalische Angelegenheit.

Die Frage, wie Physik, verglichen mit anderen Wissenschaften, als Wissenschaft vorgeht — und damit uns und unser Naturbild verändert, dies ist schon nicht mehr Sache der Physik. Diese Erörterung gehört einer Theorie der Wissenschaften an und muss den Menschen mit einbeziehen.

Unterrichtung des Kindes, welchem Fach sie auch gelten mag, muss, als ein pädagogisches Geschehen, an den werdenden Menschen denken.

Der Unterricht der Gymnasien kümmert sich darum zu wenig. Seine Praxis scheint zu sagen: erst das Fach, dann die Art und Weise, wie man es beibringt, statt das Kind und die Sache zugleich zu sehen und dann zu fragen, wie das Fach „im“ Kinde erweckt werden kann. — (Wozu zwar Voraussetzung ist, dass der Lehrer das Fach beherrscht. Wofür aber oft ein Hindernis ist, wenn das Fach ihn beherrscht.)

Der Unterricht der Höheren Schule verhält sich aber nicht viel anders, als hätte er quantitativ reduzierte Erwachsene vor sich.

Die Frage ist: Wie muss der Physik-Unterricht aussehen, wenn er sich die Aufgabe stellt: Physik — als eine Art der Auseinandersetzung mit der Natur — „im“ Kinde werden zu lassen?

Da die Volksschullehrer Abiturienten waren, ist es folgenschwer für die Volksschule, wie der Lehrer früher, als er Schüler war, Physik gelernt hat. Und wenn sich zeigt, dass er sich mit den Kindern nicht mehr zu verständigen weiß, so kann er mit seinen Kenntnissen nichts „anfangen“. Er hat sich verstiegen. Er muss umdenken. Meistens gelingt das heute nicht ohne den Verlust dieser Kenntnisse, indem sie sich als Scheinkenntnisse herausstellen.

In den besten Fällen entsteht für die Volksschule eine „Naturlehre“, die zwar den Kontakt mit der Wirklichkeit des Kindes gewinnt, aber den mit der Naturgesetzlichkeit verliert.

Deshalb sind Höhere Schule und Volksschule untrennbar. Man kann nicht die Volksschule ohne die Höhere Schule erneuern wollen.

V.

Es könnte sein, dass der Leser hier schon das fertige „Brot“ des täglichen Unterrichtes, zur Ausgabe bereit, erwartete.

Aber ich möchte gerade davon überzeugen, dass die Lage des physikalischen Unterrichts heute von solcher Art ist, dass wir erst einmal neu ackern und säen müssen, ehe wir ernten können. Manches spricht dafür, dass die Epoche der Naturwissenschaften und der Technik erst in unseren Jahrzehnten sich ihrer Bildungs-Macht, ihrer Bildungs-Verantwortung und ihrer Bildungs-Aufgabe ganz bewusst zu werden beginnt. Vielleicht steht der physikalische Unterricht vor einer Wendung und erst vor seinem Höhepunkt, insofern er nicht mehr nur informieren, schulen, ausbilden will, sondern sich in das Ganze der Menschenbildung einzuordnen im Begriffe ist.

Für die bloße Information liegt das fertige Brot ja durchaus vor. Für das Trägheitsgesetz z. B. kann es in der folgenden einschmeichelnden Form auftreten :

„Stoße einen Schlitten über einen Stoppelacker, eine Wiese, eine Eisfläche: je kleiner die Reibung wird, desto weiter kommt er. Wir wissen heute: Ohne Reibung würde er sich gleichförmig unaufhörlich fortbewegen.“

Wenn man aber vom physikalischen Unterricht einen Beitrag zur Menschenbildung erwartet, so wird man etwas anderes bedenken müssen: welches Maß an Gedankenarbeit die Entdeckung des Trägheitsgesetzes die Menschheit gekostet hat. (Dies ist im Abschnitt C des Anhanges angedeutet.) Dann empfindet man die zuvor genannte Vereinfachung als fragwürdig, ja als „terrible simplifikation“. Man bemerkt, dass dieses Problem weder physikalisch noch psychologisch so einfach liegt, wie es dort erscheint, und fragt, ob der auf solche Art informierte Schüler (und Lehrer) nicht Steine statt Brot davonträgt.

In diesem Sinne ist ein neues Säen notwendig. Dazu möchte dieses Buch einen Beitrag zu geben versuchen. In einem anderen Bilde gesprochen: es möchte eine gewisse Atmosphäre der Betrachtung bilden helfen. Aus ihr wird dann der Leser, sobald er in diese Atmosphäre eingetreten ist, außer den hier ausgeführten Beispielen von selbst weitere praktische Niederschläge für seinen Unterricht empfangen können. Es ist auch nicht so gemeint, dass alles, was hier dem Lehrer an Physik vorgetragen wird, auch dem Kinde zu sagen wäre. Die Auswahl und Umwandlung muss dem einzelnen Leser überlassen bleiben.

Deshalb habe ich hier Knappheit der Darstellung nicht für eine Tugend gehalten. Knapp können Resultate und Rezepte gefasst sein. Hier geht es darum, den Lehrer in seinem Verhältnis zum physikalischen Unterricht in eine andere Stimmung zu versetzen als die ist, welche er nach der üblichen Vorbildung nun einmal meistens haben wird: *in die pädagogische Stimmung*.

VI.

Diese Absicht hat Wirkungen auch auf den Aufbau des Buches gehabt. Er ist nicht — oder doch nicht nur — linear, schichtenhaft, pyramidenartig. Sondern daneben ist das Vorgehen einem Umkreisen des Gegenstandes, oft auch einem wiederholten Angehen in verschiedenen Richtungen, Schneisen, zu vergleichen, die sich dann auch kreuzen und berühren können. So kehren manchmal dieselben Themen in neuen Zusammenhängen wieder.

VII.

Ein vorläufig blätternder Leser könnte die Frage stellen, ob nicht in diesem Buch die technische Welt zu kurz komme, die doch heute die Kinder so stark fasziniert und der sie später einmal mehr als wir gewachsen sein müssen? Er wird daran erinnern, wie sehr unsere Existenz von einer genügenden Anzahl gut ausgebildeter Facharbeiter und Ingenieure abhängen wird und dass daneben auch die den technischen Berufen Fernerstehenden in ein gewisses Verständnis der Technik einzuführen sind. Nun ist aber das „Verständnis“ der Technik nicht möglich ohne das Verstehen der physikalischen Grundlagen. Das Thema des Buches ist „Physik“, und zwar in der Funktion, die ihr in den allgemeinbildenden Schulen zukommt. Es wird also nicht in erster Linie von „Ausbildung“ die Rede sein und nicht in erster Linie von Technik. Wohl aber in zweiter Linie und in engem Bezug auf sie:

Physik und Technik sind ja, entgegen einer weitverbreiteten Meinung, schon in ihrem Ansatz nicht einfach dasselbe (vgl. Kap. II). Dazu kommt für die Schule: Physik ist zwar — logisch gesehen — die Grundlage der Technik, Technik ist aber — didaktisch gesehen — heute einer der beiden „Einstiege“ zur Physik hin. (Der andere geht aus vom Erstaunen über ungewöhnliche Naturvorgänge.)

Es liegt also im Wesen sowohl der Technik als auch der Bildung, dass die Schule, wenn sie von der Technik ausgeht, nicht bei der Technik stehen bleiben darf. (Wenn sie mit dem Fahrrad anfängt, so darf ihr nächstes Ziel nicht das Motorrad sein.) Sie muss erst in die Physik vordringen, hier in Teile der Mechanik. Und zwar nicht nur, um dort intellektuelle Information, Ordnung und das physikalisch Elementare aufzusuchen, sondern auch, um *sich dabei zu besinnen, was der Mensch in der physikalischen Haltung und im technischen Verfügen eigentlich mit den Dingen und mit sich selber anfängt*. (Was dies heißen soll, wird, hoffe ich, bei der Lektüre des Buches klar werden.) Nur dann haben wir Aussicht, die Technik zu bewältigen und nicht nur sie zu bedienen (und dabei zu glauben, wir „beherrschen“ die „Natur“). Ist die Besinnung über das physikalische Tun gelungen, so kann die Schule unbesorgt auch wieder zur Technik zurückkehren.

Die Gefahr, die uns heute droht, besteht darin, dass die allgemeinbildende Schule, ohne es zu wollen, in den Gymnasien nicht eigentlich verstehende, sondern nur ausführende Ingenieure, in der Volksschule, entsprechend, nicht verstehende, sondern nur richtig manipulierende Facharbeiter ausbildet und sich täuscht, wenn sie glaubt, dabei falle auch für die übrigen (die später nicht besonders mit Naturwissenschaft zu tun haben werden) genug allgemein Bildendes

ab. Das Bedienen genügt nicht. Es kommt darauf an, die technische Welt aus der Wesensmitte des Menschen zu bewältigen. Das gelingt, soweit es auf rationale Weise geschehen kann, nur durch eine Besinnung über die physikalische Verstehensweise der Natur.

Wir sind uns schon seit Jahrzehnten darüber klar, dass es nicht genügt, naturwissenschaftliche *Ergebnisse* zu wissen, sondern dass sie nur im *Tun* angeeignet werden können. Heute bemerken wir, dass auch das nicht ausreichen kann: Der Lernende muss auch „*wissen, was er tut*“. Die Schule darf nicht lehren, etwas ohne Besinnung zu tun.

Dass ein so weitgehendes „Verstehen“ kein Luxus, sondern zugleich die beste Grundlage auch für die Praxis des künftigen Technikers und Facharbeiters, also des Spezialisten, sein wird, ist meine feste Überzeugung: Der recht Verstehende ist dem bloß Manipulierenden in jeder Hinsicht überlegen. Er ist als Techniker beweglicher, und er ist als Mensch geschützter.