

Otto Friedrich Bollnow

Besprechung:

**Martin Wagenschein: Die pädagogische Dimension der Physik.** Grundthemen der pädagogischen Praxis, hrsg. v. A. Holfelder. G. Westermann, Braunschweig 1962. 292 S. Lwd. DM 21,—.

**Martin Wagenschein: Exemplarisches Lehren im Mathematikunterricht.** Der Mathematikunterricht. Beiträge zu seiner wissenschaftlichen und methodischen Gestaltung, hrsg. v. E. Löffler. Jahrg. 8, Heft 4. Stuttgart 1962. 119 S. DM 7,60.\*

Der Gedanke des exemplarischen Lehrens und Lernens gehört ohne Zweifel zu den bedeutendsten Anstößen, die die Pädagogik in Deutschland seit 1945 empfangen hat. Die Entstehung dieses Gedankens bis zu seinem ersten nachdrücklichen Hervortreten in der „Tübinger Resolution“ von 1951 dürfte sich nachträglich im einzelnen schwer noch rekonstruieren lassen, und offensichtlich sind dabei Anregungen verschiedener Herkunft zusammengeflossen<sup>1</sup>. Sicher aber hat Martin Wagenschein daran den entscheidenden Anteil gehabt; denn er hat diesen Gedanken nicht nur in der prägnantesten Form herausgearbeitet, bei ihm allein ist er aus einer langen, schon Jahrzehnte zurückreichenden Entwicklung mit innerer Notwendigkeit hervorgewachsen. Das ein Leben hindurch fortgesetzte Bemühen um die Erneuerung des mathematischen und physikalischen Unterrichts kristallisierte sich für ihn in diesem Begriff und gewann bei ihm eine Überzeugungskraft, die auch die andern mit fortriß. An Goethes Wendung von einem „bedeutenden Fördernis durch ein einziges geistreiches Wort“ hatte ich darum in anderem Zusammenhang erinnert, um die Wucht zu bezeichnen, mit der diese Formulierung in die pädagogische Diskussion um die Bewältigung der andrängenden Stofffülle einschlug.<sup>2</sup>

Dabei konnte es freilich nicht ausbleiben, daß dieses Wort, aus dem besonderen Zusammenhang gelöst, aus dem es bei Wagenschein hervorgewachsen war und in dem es bei ihm immer verwurzelt blieb, zum bereitwillig weitergegebenen Schlagwort, gradezu zum dernier cri auf dem Gebiet der Didaktik wurde, in dem sich in der verwirrendsten Weise das Verschiedenartigste verband, und daß der präzise Sinn, den dieser Begriff — trotz aller schwankenden Formulierungen — bei Wagenschein hatte, durch die gedankenlose Übertragung auf die verschiedensten Anwendungsgebiete immer mehr verloren ging. Schon der Begriff des Paradigmatischen im Sinne Heimpels, der diese Bewegung zuerst in Gang gebracht zu haben scheint<sup>3</sup>, zielte (zunächst wenigstens) in eine andre Richtung: Die verdeutlichende Verdichtung des Geschichtsverlaufs in wenigen überragenden Gestalten ist etwas anderes als das Exemplarische, das als Einzelnes „ein für alle Mal“ für etwas anderes, Allgemeines, eintritt. Die paradigmatischen Gestalten behalten ihren eignen, unersetzbaren Sinn; das jeweils Besondere einer Epoche verdichtet sich in ihnen; sie sind also nicht miteinander vertauschbar. Das Exemplarische im strengeren Sinn aber tritt ganz zurück hinter dem Allgemeinen, das sich in ihm zeigt; seine Auswahl unterliegt nur den Gesetzen der Zweckmäßigkeit. Ebenso steht es mit dem Hinweis Derbolavs, daß im Begriff des Klassischen in der Geschichte des höheren Schulwesens schon seit alters her ein entsprechendes Ausleseprinzip wirksam gewesen sei<sup>4</sup>; denn das Exemplarische ist kein Wertmaßstab, es bezeichnet nicht das Bedeutende im Sinne

\* Der Besprechungsaufsatz ist erschienen in der Zeitschrift für Pädagogik, 9. Jg. 1963, S. 456-462. Die Seitenumbrüche des Erstdrucks sind in den fortlaufenden Text eingefügt.

<sup>1</sup> Vgl. H. Scheuert. Die exemplarische Lehre. Sinn und Grenzen eines didaktischen Prinzips. Tübingen 1958.

<sup>2</sup> Vgl. meine Besprechung. Zeitschrift für Pädagogik, Jahrg. 7, 1961, S. 85 ff.

<sup>3</sup> H. Heimpel. Kapitulation vor der Geschichte? Göttingen 1956, vgl. Scheuert, a. a. O. S. 15 ff.

<sup>4</sup> J. Derbolav. Das „Exemplarische“ im Bildungsraum des Gymnasiums. Düsseldorf 1957.

des Überragenden, es ist im Grunde nur der beliebig gewählte [456/457] und selber gleichgültige Fall, an dem ein allgemeiner Zusammenhang herausgearbeitet werden soll. Es soll übersichtlich, aber braucht nicht bedeutend zu sein. Die Klassiker dagegen sind keine Beispiele, an denen etwas anderes verdeutlicht werden soll, sondern sie haben ihren Sinn als letzte Höhepunkte in ihnen selber.

So wurde immer deutlicher, daß man den Begriff des Exemplarischen dort aufsuchen müsse, wo er bei Wagenschein entstanden war, im Bereich der Mathematik und der exakten Naturwissenschaft. Und wenn man auch — im Sinne eines heuristischen Prinzips — annehmen dürfte, daß etwas „Analoges“ auch in anderen Wissenschaftsbereichen möglich sei, so ist die Art der Übertragbarkeit dieses Gedankens doch erst ein sorgfältig zu erforschendes Problem, das tief in die begriffliche Struktur der betreffenden Gebiete hinabreicht. Nicht auf jedem Gebiet ist in gleicher Weise ein „Exemplarisches“ möglich. Um das aber zu beurteilen, muß man sich zunächst dessen vergewissern, in welcher Weise dieser Begriff bei Wagenschein selber gemeint ist. In der allzu hastigen Aufnahme dieses Begriffs ging nämlich ein doppeltes verloren: Er wurde nicht nur zur beliebig anwendbaren Schablone, die man ohne kritische Betrachtung auf jeden beliebigen Gegenstand anwenden zu können vermeinte, während er bei Wagenschein auf einem ganz bestimmten Gebiet erwachsen war und dessen ganz besondere Strukturgesetzmäßigkeit widerspiegelte. Es wurde, was vielleicht noch schwerer wiegt, auch vergessen, daß er bei Wagenschein selbst nur eine Formulierung neben manchen anderen ist, die das sichtbar machen sollte, um was es ihm beim Unterricht geht, daß man sie also nur vor dem Hintergrund seiner gesamten Bestrebungen sehen darf und daß man das Entscheidende verfehlt, wenn man sich allzu schnell diese einzelne Formulierung herausrupsft und glaubt, mit ihr schon das Wesentliche schwarz auf weiß nach Hause tragen zu können. Die Wagenschein gelegentlich vorgeworfene „schillernd fluktuierende Begrifflichkeit“ (Scheuerl) ist kein Zufall, sondern der Ausdruck der Unmöglichkeit, das Entscheidende ohne Blick auf das Ganze in einer leicht handhabbaren Formel herauslösen zu können. Anstatt den Begriff des Exemplarischen in gängige Münze auszuprägen, kommt es vielmehr darauf an, ihn, der selber vielleicht nur eine behelfsmäßige und verengende Formulierung war, wieder einzuschmelzen und in das Ganze der Wagenscheinschen Gedankenwelt zurückzunehmen. Es gilt, den ganzen Wagenschein in aufnahmebereiter Hingabe zu studieren, statt willkürlich aus ihm einzelne Formulierungen aufzugreifen.

In diesem Zusammenhang kommen zwei Sammlungen seiner früheren Aufsätze, eine aus dem physikalischen, die andre aus dem mathematischen Bereich, sehr gelegen; denn auch dem, der die Aufsätze einzeln mit Aufmerksamkeit gelesen hatte, tritt erst in diesen Sammlungen die Geschlossenheit des Denkens eindrucksvoll entgegen. Dabei soll es hier nicht so sehr um den Begriff des Exemplarischen selber gehen, der auch von Wagenschein selber an anderen Stellen noch ausdrücklicher herausgearbeitet ist<sup>5</sup>, als um den umfassenden Hintergrund, aus dem dieser Begriff entsprungen und von dem her er allein verständlich ist.

Das eine, umfangreichere und auch stärker ins Grundsätzliche vorstoßende Buch nennt sich „die pädagogische Dimension der Physik“. Dieser Titel ist vielleicht nicht ganz glücklich gewählt, jedenfalls ist das darin Gemeinte nicht auf den ersten Blick verständlich. Aber auch die konventionellere Fassung als die Frage nach dem „Bildungswert der Physik“ würde die Fragestellung nur unvollkommen bezeichnen. Es geht nicht um irgendwelche methodischen Einzelfragen, sondern ganz grundsätzlich um die formende [457/458] Rückwirkung, um die Veränderung, die die Ausbildung der Physik im Menschen selber hervorbringt, also um eine allgemein anthropologische und insofern auch um eine im tiefsten pädagogische Frage.

Entscheidend ist dabei, was Wagenschein als den Aspektcharakter der Physik bezeichnet (ein Ansatz, der als solcher zwar schon in den Anfängen der klassischen Naturwissenschaft enthal-

---

<sup>5</sup> Vgl. die bei Wagenschein S. 216 genannten Arbeiten.

ten war, der aber in der neusten Entwicklung der Physik mit einer ganz neuen Eindringlichkeit hervorgetreten ist): Die Physik gibt nicht einfach die Natur wieder, wie sie „an sich“ ist, sondern geht von vornherein mit einer ganz bestimmten Fragestellung an sie heran, zwingt sie unter dem Druck ihrer Versuchsanordnungen zu ganz bestimmten Antworten, sieht sie, so wie man eine Reliefdarstellung mit einem Scheinwerfer von verschiedenen Seiten anstrahlen kann und dabei jeweils Verschiedenes aus ihr heraushebt, anderes dagegen wieder im Schatten verschwinden läßt, nur von einer bestimmten Seite, unter einem bestimmten Aspekt, neben dem es auch andre, grundsätzlich gleichberechtigte Aspekte gibt. Es ist immer ein Zeichen der „Benommenheit“ von der Physik, wenn man die andern Aspekte verachtet und den eignen Aspekt unkritisch mit der Wirklichkeit schlechthin verwechselt. Durch eine menschliche Fragestellung wird „das physikalische Gerüst und Gebäude in eine Urlandschaft des Wirklichen erst hineingeplant und herauskonstruiert“ (S. 131).

Aber das Merkwürdige ist, daß diese menschliche Fragestellung mit ihrer Eigenmächtigkeit nicht ins Leere stößt, sondern daß die Natur sich auf diese Fragestellung einläßt, daß sie der menschlichen Mathematisierungstendenz entgegenkommt, daß die Natur eben von sich aus mathematisierbar ist, daß insbesondere die einfache, ganzzahlige Form der Naturgesetze in der Natur selber enthalten ist und dem menschlichen Umgang mit der Natur einen Halt gibt. Das ist das unerklärliche Wunder, vor dem man immer wieder staunen kann und vor dem auch der Unterricht das immer neue Staunen wecken und wachhalten muß. „Daß die Natur dem Ver- such, sie zu mathematisieren, entgegenkommt, das ist ja das Staunenswerte“ (S. 25). Ganz allgemein ist das immer neu Erstaunliche an der Natur, „daß die Welt in vieler Hinsicht einen soliden Bau hat“ (S. 69). „Wir können voraussagen. Physik hat begonnen. Die Welt der Dinge ist vertrauenswürdig“ (S. 69). Ganz allgemein hebt Wagenschein dies in seiner Bedeutung für den Menschen hervor: „Wir erfahren also Vertrauen Erwirkendes, Bergendes. — Vertrauen ist eine fundamentale pädagogische Kategorie“ (S. 116).

Aber wie die physikalische Forschung die Natur verwandelt und so ihren Gegenstand erst entstehen läßt, so verwandelt sie rückwirkend auch den Menschen selbst. Sie „methodisiert“ ihn (S. 28). „Mensch und Natur treten kraft der naturwissenschaftlichen Methode in gewisser Weise konstruktiv auseinander und einander gegenüber. Für die Dauer dieser Haltung ver- wandelt sich Natur und verwandelt sich der Mensch“ (S. 96). Und zwar sind es bestimmte, einseitige Kräfte im Menschen, die den bestimmten, einseitigen Aspekt der Physik hervor- bringen. Es ist also sicherlich eine „Verengung“ des Menschen, die dazu erforderlich ist. Und dennoch verfällt Wagenschein hier nicht einem romantischen Klagen über diese Verengung und den damit verbundenen Verlust an Unmittelbarkeit und Ganzheitlichkeit, im Gegenteil, er sieht hierin einen echten Fortschritt, eine Vermehrung und Entfaltung dessen, was im Wesen des Menschen angelegt ist. Darum betont er, daß die Physik, „weit davon entfernt, uns zu ver- armen, uns nur bereichert... Der Physiker ,hat mehr vom Leben',“ (S. 27).

Diese Bereicherung aber gelingt nur dann, wenn der Mensch die Befangenheit im Teilespekt der Physik durchbricht, indem er die Aspekthaftigkeit als solche klar erkennt und so sein Tun wieder in das Ganze des Menschseins zurücknimmt. In diesem Sinn [458/459] fügt er den bekannten „Meraner Beschlüssen“ zur Reform des physikalischen Unterrichts (vom Jahre 1905) mit ihrer Forderung des selbständigen Schülerexperiments die zusätzliche Forderung hinzu: Der Schüler „muß auch wissen, was er tut“ (S. 97), d. h. sein Tun in erkenntnistheoretischer Besinnung in seiner konstruktiven Verengung begreifen. Denn „nur wer die physikalische Sicht als eine beschränkende erfährt, ist bereichert und kann durch sie gebildet werden“ (S. 97, vgl. S. 100). Nur so ist er imstande, sein spezielles Tun im Ganzen seines Menschseins zu begründen. „Indem Physik aus dem Ganzen des Menschen, wenn auch dieses Ganze verengend, hervorgeht, hat sie es mit dem Ganzen des Menschen zu tun und ist doch ein begrenztes Unternehmen“ (S. 96). An dieser Verbindung zwischen der Ganzheit des Menschen und dem in seiner Aspekthaftigkeit erkannten Einzelaspekt hängt das ganze Problem des Bildungswerts

der Physik, und nur in dieser Verbindung kann sie ihren bildenden Einfluß erhalten. Darum kommt es darauf an, den Weg zu verfolgen, in dem sich geschichtlich die Physik im Menschen entwickelt hat, um von da aus den Weg zu verstehen, auf dem in jedem Kinde neu die Physik erst wird.

Die Physik entsteht nämlich nicht im leeren Raum, voraussetzungslos von unten her aufbauend, sondern sie wächst aus einer im Ganzen des Menschen verwurzelten „Vorform“, aus einer „Vorphysik“ hervor. Diese liegt im magischen Denken begründet, wie es nicht nur in der Menschheitsgeschichte am Anfang steht, sondern sich auch in jedem einzelnen Kind wiederholt. Dieses magische Denken ist aber nicht als eine Kinderkrankheit anzusehen, die möglichst bald überwunden werden muß oder die man dem Kinde möglichst ganz ersparen sollte, sondern als der notwendige Urgrund, auf dem sich das spätere wissenschaftliche Denken erhebt und das auch in diesem innerlich weiterlebt (S. 55). „Wir müssen... versuchen, das Physische vom Magischen her aufzuschließen“ (S. 60). Auch nach der Ausbildung des wissenschaftlich-physikalischen Denkens bleibt „das magische Denken ... weiterhin eine schöpferische Potenz, von der her wir die äußeren Schalen des geistigen Wachstums aufbauen können“ (S. 61). Wie Spranger die Aufgabe der Volksschule darin gesehen hatte, die Brücke zu bauen und zu erhalten zwischen der magischen Eigenwelt des Kindes und der gemeinsamen Alltagswelt<sup>6</sup>, so geht es bei Wagenschein um die „zweite Brücke“ (S. 28), die von da zur Welt der Physik hinüberführt.

Die sogenannten „Vorstufen“ bekommen von hier aus eine besondere Wichtigkeit. Sie sind nicht möglichst schnell zu durchlaufen, um möglichst bald zur wissenschaftlich behandelten Physik fortzuschreiten, sondern sie müssen als der tragende Grund behutsam gepflegt werden. Sie müssen als solche vom Kind gründlich durchlebt werden (S. 81). Man kann sie „nur überwinden, indem man sich in ihr verankert“ (S. 75). Aber auf der andern Seite wird mit dem physikalischen Denken nichts Fremdes in das Kind hineingepreßt. Die Ausbildung der Physik ist in ihm selber angelegt. Es erwartet zu einem bestimmten Zeitpunkt seines Lebens diese weiterführende Entwicklung. Es „kommt in die Schule, bereit, naturwissenschaftlich zu werden“ (S. 53). Es kommt nur darauf an, dem Kind dazu in der rechten Weise zu verhelfen. Das Kind erwartet von der Schule, wie es Wagenschein so anschaulich sagt, daß es vom Lehrer in diesem Zeitpunkt seiner Entwicklung „abgeholt“ (S. 71, S. 101) und dann weitergeführt wird.

So ist es ein stetiger Weg, der vom magischen Denken zur ausgebildeten wissenschaftlichen Physik hinüberführt. Die pädagogische Aufgabe ist es also, diesen Weg behutsam und stetig zu verfolgen, keine Stufe zu überspringen, dabei die Fundamente [459/460] mit besonderer Sorgfalt zu pflegen und sich ängstlich vor jeder Übereilung zu hüten. Hier wendet sich Wagenschein mit scharfer Kritik gegen die heute zumeist betriebene Methode des Physikunterrichts. Die Art, wie dieser zu den kompliziertesten Zusammenhängen und den neuesten Ergebnissen vorandrängt, kann nur als „Verstiegenheit“ bezeichnet werden. Die Ergebnisse sind dann auch, wie Wagenschein in einer eignen Untersuchung festgestellt hat<sup>7</sup>, katastrophal: nicht nur völliges Vergessen bei den meisten, sondern darüber hinaus eine weit verbreitete Abneigung gegen die Physik überhaupt. Dagegen kann nur ein Unterricht helfen, der grade die Anfänge, die Vorformen besonders pflegt und den Zusammenhang mit der noch unzerteilten und un-präparierten Natur lebendig erhält (S. 108). „Wissenschaftlich wäre es ja gerade, diese Vorstufen ernst zu nehmen. Wer die Wissenschaftlichkeit an Anfang verfrüht, büßt sie am Ende ein“ (S. 103). Unter diesem Gesichtspunkt kommt der auf quantitative Messungen verzichtenden rein qualitativen Betrachtung der Naturgesetze (der „Je-Desto-Stufe“, S. 44) für das physikalische Verständnis eine besondere Wichtigkeit zu; denn es wird „auf dieser schlich-

---

<sup>6</sup> E. Spranger. Der Eigengeist der Volksschule. Heidelberg 1955.

<sup>7</sup> M. Wagenschein. Was bleibt unseren Abiturienten vom Physikunterricht? Zeitschrift für Pädagogik. Jahrg. 5, 1960, S. 29 ff.

teren Vorstufe schon Wesentliches gefunden“ (S. 48). Damit ist nichts gegen das sorgfältige Messen innerhalb des Unterrichts gesagt, aber man sollte lieber an einem einzelnen Fall (etwa dem Fallgesetz) mit Staunen die Mathematisierbarkeit des Naturablaufs erleben lassen, statt in der Gewohnheit blinden Drauflosmessens frühzeitig dagegen abzustumpfen.

Auf dieser Einsicht in den stetigen und notwendigen Entwicklungsgang ergibt sich auch das Verhältnis des Physikunterrichts an der höheren Schule und der Volksschule. Wagenschein beklagt die eingetretene Entfremdung, „daß die Höhere Schule zwar Physik treibt, aber ohne das Kind in seiner Mitte zu erreichen, und daß die Volksschule zwar mit dem Kinde in Verbindung bleibt, man aber fragen muß, ob denn das, was sie in ihrer Naturlehre Physikalisches zusammenträgt, Physik genannt werden kann“ (S. 103). Wie die Physik in stetigem Übergang aus dem magischen Denken hervorgeht, so leugnet Wagenschein auch den Wesensunterschied zwischen einem „volkstümlichen“ — er sagt lieber: „ursprünglichen Denken“ — und einem eigentlich wissenschaftlichen Denken. Es sind nur aufeinander aufbauende Stufen eines und desselben durchgehenden Entwicklungszusammenhangs. „Die Aufgabe eines bildenden naturwissenschaftlichen Unterrichts besteht gerade darin, diesen Schnitt heilen zu lassen. Erst dann können wir das volkstümliche Denken aus seinem Getto befreien und das wissenschaftliche aus seinem Elfenbeinturm“ (5. 85). Darum werden die Wege des Physikunterrichts in der Volksschule und in der Unterstufe der höheren Schule (d. h. bis ins 7. Schuljahr) weitgehend gleich sein müssen und die Volksschule schon an die Grenze der Wissenschaftlichkeit hinanführen, wenn die höhere Schule dann auch auf dem selben Fundament wesentlich weiter führt.

Erst in diesem Zusammenhang bekommt der Begriff des exemplarischen Lehrens seine wahre Bedeutung. Es handelt sich nicht einfach darum, wie es das isolierte Wort erscheinen lassen könnte, auf der Stufe des schon wissenschaftlich betriebenen Physikunterrichts einzelne Teile durch eine eingehende und sorgfältige Behandlung beispielhaft herauszuarbeiten, sondern exemplarisch soll grade das Herauswachsen der Physik aus dem vorwissenschaftlichen Verständnis, dieser ganze geistige Entwicklungsprozeß durchgehalten werden, bei dem die Physik nur insofern ihren bildenden Wert entfalten kann, als sie überall die Verbindung mit dem Ganzen des Lebens und der ganzen, noch ungeschiedenen Natur bewahrt. Dabei bewährt sich immer wieder ein Verfahren, das [460/461] Wagenschein als das des „Einstiegs“ bezeichnet. Das Wort will mir nicht recht gefallen, weil es zu sehr an ein unrechtmäßiges Eindringen erinnert, während hier ein sachlich gerechtfertigtes Verfahren gemeint ist: Statt den ermüdenden Weg von unten nach oben, vom Einfacheren zum Komplizierteren Schritt für Schritt in seiner sachlichen Ordnung zu gehen, setzt es bei einem erregenden Einzelproblem ein (am Beispiel etwa bei der „Todesschleife“, wie sie auf den Jahrmärkten vorgeführt wird) und fragt von da aus nach den Grundlagen zurück. „Wir steigen vom Seltsamen (vom Problem) ins Elementare hinab“ (S. 204). Der Gang des Unterrichts löst sich also vom Aufbau des Systems. Die „Anfangsgründe“, die das Kind so sehr langweilen, weil es das Ganze nicht versteht, in dem sie ihren Sinn gewinnen, stehen also nicht am Anfang, sondern ergeben sich erst im Verlauf der Arbeit.

Wie das im einzelnen geschieht, läßt sich im Rahmen einer bloßen Besprechung nicht einmal ahnen machen; dazu muß man die Darstellung bei Wagenschein selber, seine durchgeführten Beispiele, in Ruhe überdenken und sich von ihnen, über alles pädagogische Interesse hinweg, so als wäre man selber wieder Kind und nähme teil an seinem Unterricht, unmittelbar bezubern lassen. In diesen Beispielen bekommt das Zurückgreifen auf die Aufzeichnungen der großen Bahnbrecher auch innerhalb des Unterrichts einen besonderen Wert, nicht um die Geschichte der Physik als ein neues Fach hinzuzufügen, sondern um an ihr das Hervorwachsen der physikalischen Entdeckungen aus dem menschlichen Lebenszusammenhang und die Freude an den neuen Entdeckungen in ihrer ganzen Ursprünglichkeit mitzuerleben. Die Geschichte der Forschung bietet dabei immer neue Anregungen für den natürlichen Gang des

Unterrichts.

Und trotzdem wäre es ein großes Mißverständnis, wenn man Wagenschein nur von den exemplarischen Einzelproblemen her sehen würde, von denen man in voneinander unabhängigen Anläufen jedesmal neu auf das Ganze der Natur vorstößt und wenig fragt, wie diese verschiedenen Anläufe zusammenhängen. Ganz im Gegenteil: Der systematische Zusammenhang, der vom einen zum andern hinüberführt und die verschiedenen physikalischen Phänomene miteinander verbindet, ist ihm nicht weniger wichtig. Schon in seinen Anfängen, vor 25 Jahren, war er mit besonderer Liebe in einem eignen Büchlein dem „Zusammenhang der Naturkräfte“<sup>8</sup> nachgegangen. Darum ist ihm im Unterricht der behutsame Aufbau so wichtig, bei dem sich am besonderen Fall, zunächst ohne Rücksicht auf das Ganze, „Einzelkristalle des Verstehens“ ausbilden und diese sich dann wieder zu „Großkristallen“ zusammenschließen, die sich dann endlich zum „Grundgefüge“ (System) der Physik vereinigen. Wie wichtig ihm das Verständnis des systematischen Zusammenhangs ist, geht schon daraus hervor, daß er einen solchen „Kanon der Physik“ in einem eignen Kapitel in extenso durchführt. Dieser braucht nach seiner Auffassung zwar nicht in jedem Fall vollständig behandelt zu werden, aber alles, was behandelt wird, soll auch miteinander in einen Zusammenhang (ein System) gebracht werden, nichts darf isoliert für sich stehen bleiben.

So ist also beides in gleicher Weise erforderlich, „exemplarische Tiefenbohrungen, die erhellten, was der Mensch in der physikalischen Auseinandersetzung eigentlich tut“, und ein „wirklich verstandener und deshalb im Gedächtnis bleibender Grund-Kanon“ (S. 216), gewissermaßen also die Pfeiler und die darauf errichtete Brücke. Erst in der Verbindung dieser beiden Seiten begreift man, was Wagenschein mit dem Begriff des exemplarischen Lehrens gemeint hat. [461/462]

Was in dem einen Buch am Beispiel der Physik entwickelt ist, wird in einer glücklichen Weise ergänzt durch die in dem andern Band vereinigten Aufsätze über den Mathematikunterricht. Entscheidend ist auch hier, nicht anders als bei der Physik, das Betroffensein vor dem Erstaunlichen, das sich in der Mathematik offenbart (S. 15). Dabei geht es auch hier um die Zurückführung der Mathematik auf den Menschen im ganzen, nicht also um einen in abstrakter Isoliertheit errichteten Zusammenhang. „Denn die Frage für den Mathematiklehrer ist nicht nur die, wie ein Satz aus dem andern folgerichtig hervorgehend eingesehen werden kann, sondern wie Mathematik aus dem Menschen, seiner Natur nach, notwendig hervorgeht, ja hervordrängt und ihn steigert“ (S. 92). Sie gehört notwendig zum Menschen; denn „wer der Mathematik nicht ansichtig wird, kennt den Menschen nicht“ (S. 95). Ebenso wie bei der Physik wendet sich Wagenschein auch hier gegen die Absonderung eines der Volksschule vorbehaltenden volkstümlichen Denkens: „Es gibt nur eine Mathematik, keine volkstümliche und keine Schulmathematik für sich, weil sie in uns allen ansteht“ (94).

Vielleicht liegen in der Mathematik die Verhältnisse sogar noch einfacher und durchsichtiger als in der Physik, weil sich die Mathematik von vorn herein im Bereich des rationalen Denkens bewegt und hier das Problem der Verwurzelung unsrer Erkenntnisse in einem ursprünglichen magischen Denken fortfällt. Dafür tritt die andre Seite des Exemplarischen, nämlich die als eines Mittels zur Überwindung der Stofffülle, hier vielleicht noch deutlicher hervor. Das Ziel des Unterrichts ist überall nur das mathematische Verständnis, nicht die Geläufigkeit in der Handhabung mathematischer Formeln oder Techniken. Zu einem solchen Vorgehen eignen sich in besonderer Weise die Probleme, die „ein Maximum an mathematischem Gehalt mit einem Minimum vorausgesetzter Routine (etwa Algebra, logarithmischem Rechnen, analytischer Geometrie usw.) verbinden“ (S. 40).

Die konkrete Durchführung an einzelnen Beispielen entzieht sich auch hier der zu-

---

<sup>8</sup> M. Wagenschein. Die Zusammenhänge der Naturkräfte. Braunschweig 1937.

sammenfassenden Form der Besprechung, aber was Wagenschein hier über das Unterrichtsgespräch zu dem Satz Euklids über das „Nicht-Abbrechen der Primzahlenreihe“ (S. 29 ff.) oder den „antiken Beweis für die Irrationalität der Quadratwurzel aus 2“ (S.39 ff.) ausführt, das ist schlechterdings großartig und selbst am nachträglichen Bericht, so sehr dieser notwendigerweise hinter dem wirklich geführten Gespräch zurückbleiben muß, kann sich der Leser noch begeistern. Wir verstehen darum auch die Zeugnisse der Schüler, wie unmittelbar aufregend und fast erschreckend, jedenfalls ganz anders als das, was sie sich sonst unter Mathematik vorgestellt hatten, sie diesen Unterricht empfunden haben.

Otto Friedrich Bollnow