

# Erwiderung auf W. KROEBELS Kritik an meinen Vorschlägen zum Physikunterricht<sup>1)</sup>

Von M. WAGENSCHHEIN, Darmstadt

<sup>1)</sup> W. KROEBEL: Stellungnahme zu dem Buch: Martin Wagenschein, Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, MNU 20, 5.152-156. - wo ich im folgenden zitiere, bedeutet St: diese »Stellungnahme«, U: mein Buch, D: mein früher erschienenes Buch »Die pädagogische Dimension der Physik« Braunschweig 1962, 2. Aufl. 1965. - Dahinter folgt die Seitenzahl.

Nach der Fassung des Titels zu urteilen liegt hier mehr vor als eine nur private Buchkritik des Verfassers; eher der gewissenhafte Versuch eines an Nachwuchs- und Schulfragen interessierten Ordinarius für angewandte Physik, in einer kritischen Analyse für eine größere Anzahl von Physiklehrern repräsentativ und maßgebend zu sprechen. Die Stellungnahme ist mir willkommen nicht nur wegen der Zustimmung, die in einigen Berührungspunkten zu spüren ist. KROEBEL erweist auch objektiv der Sache des Physikunterrichts einen Dienst, indem er einer seit Jahren schwelenden Animosität, die eine Gruppe von Physiklehrern meiner Kritik und meinen Vorschlägen entgegenbringt, Gelegenheit gibt, sich einer Diskussion zu öffnen. Daß, zumindest in seiner (nicht meiner!) »1. These« eine beträchtliche Mißdeutung meines Grundgedankens präzise Formen annimmt, vermindert dieses Verdienst nicht, da dieses Mißverständnis ja nicht vereinzelt ist. Es wird mir immer deutlicher, daß für dieses Mißverstehen nicht einfach nur ein ungenaues und lückenhaftes Lesen als hinreichende Ursache angenommen werden kann, sondern daß jene generelle, fachspezifische »Abblendung« im Spiele ist, von der gleich die Rede sein soll. - Ich mache deshalb einige Anmerkungen, die der Verständigung nützlich sein möchten.

Die »1. These« schreibt mir (am deutlichsten in den ihr folgenden »Bemerkungen«) eine Bildungs-»Ideologie« zu, welche, wie KROEBEL annimmt, die Grundlage meiner Vorschläge sein soll. Sie verstehe, heißt es, den Physikunterricht, den naturwissenschaftlichen Unterricht überhaupt, als eine »bloße (!) Beitragsleistung zu einer außer ihren Begriffs- und Vorstellungsgehalten stehenden Bildung« (St 154), weise ihm also »nur (!) eine Vermittlerrolle« von »Bildungswerten« (St 154) zu.

Ein sorgfältiger Leser, der nicht bei den ältesten meiner Veröffentlichungen stehen

bleibt, wird prüfen können, ob damit der Beweggrund meines Vorgehens getroffen oder verfehlt ist. (Das Wort «Bildungswerte» übrigens, bei KROEBEL 11mal vorkommend, habe ich beim Durchblättern meines Buches nur einmal gefunden, und das in einem Zitat von ERNST MACH (U. 22).) Auch habe ich von einer Bildungslehre, die jenes «nur» betont, nie gehört und würde sie jedenfalls, wie KROEBEL, für absurd halten (wenn auch nicht ausschließlich deshalb, weil sie vielleicht alt wäre). Ich glaube vielmehr mit allen Physiklehrern darin einig zu sein, daß Physikunterricht Physik zu lehren habe. Nur betone ich, und das vielleicht in einem zugleich strengeren wie weiteren Sinn als es vorwiegend üblich ist, daß Physik-Lehren bedeuten müsse: Physik als ein bestimmtes beschränktes Vorgehen (wie es auch KROEBEL - St 153, unten rechts -beschreibt) *verstehen* zu lehren. Damit ist einerseits ihr Beitrag zur Bildung vollkommen bestimmt, andererseits ist dieses Verstehen gar nicht möglich, ohne daß man gründliche physikalische Kenntnisse erwirbt (die dann auch nachhaltig und vertraut werden). Dieser Begriff des Verstehens ist es wahrscheinlich, der der Klärung noch bedarf.

Eine chronologisch geordnete Reihe von Aufsätzen will genetisch, nicht axiomatisch gelesen werden. Ich bin deshalb erstaunt darüber, daß über die Ziele des Physikunterrichts, wie ich sie sehe, einige ganz frühe (1930!), jugendlich und im Stil der Zeit formulierte Sätze (St 153, Fußnote) mehr aussagen sollen (noch dazu sagen sie jenes «nur» gar nicht aus), als meine Unterrichtsbeispiele, auf die allein es schließlich ankommt und von denen in meinem Buch «Die pädagogische Dimension der Physik» (1962) einige enthalten sind. Es ist auch nicht leicht einzusehen, wie derselbe Kritiker, der dieses ja viel ausschließlicher der Physik zugewandte Buch im Jahre 1963 ausführlich und ohne Einschränkung positiv beurteilt hat <sup>2)</sup>, heute auf Grund einiger uralter Sätze sich so ausdrückt, daß ein (sonst nicht informierter) Leser seiner «Bemerkungen zur 1. These» annehmen könnte, ich empfehle einen Unterricht, dem Physik selbst unwichtig ist und der »nur« darauf ausgeht, sie als «Vermittler» von ethischen, ästhetischen, religiösen Betrachtungen (à la BÖLSCHE!) zu verwenden, die ihn gleichsam verzieren oder gar krönen sollen. Ich finde davon nichts in meinen Unterrichtsbeispielen und auch meine Schüler und Studenten in ihrer Erinnerung nichts.

<sup>2)</sup> W. KROEBEL: Die pädagogische Dimension der Physik, Gedanken zu Wagenscheins neuem Buch, Physikalische Blätter 3/1963, S. 136 f.; dazu die Buchbesprechung S. 142.

Oder sollten etwa die Aufsätze aus der «Sammlung» wie »Das große Spüreisen« (U.

175), »Die Errungenschaften der Astronomie« (180), »Der gestirnte Himmel über uns« (317), »Physiker am Wasser« (320), »Die Eisenbärte« (361) für unmittelbare Berichte oder Visionen von Unterrichtsstunden gehalten worden sein? Da mir dieser Irrtum bei Physiklehrern schon begegnet ist, habe ich bei der Herausgabe des Sammelbandes (U 464) eine Fußnote (28) angefügt. Ich hätte sie wohl auffälliger machen sollen und gebe sie deshalb hier wieder: «Einige meiner in der Zeitschrift »Die Sammlung« seit 1951 erschienenen Betrachtungen sind sozusagen Etüden auf dem vernachlässigten Felde zwischen dem *ursprünglichen* und dem *exakten* Nachdenken über natürliche Gegenstände.« Ich füge hier, noch deutlicher, hinzu: Es sind »Etüden« für den Physiklehrer, der dieses Feld vergessen hat, und für den Laien, dem sein Physikunterricht wirklichkeitsfremd vorgekommen ist, das heißt hier: ohne Beziehung zu dem, was ihm Natur *sonst* bedeutet. Gibt es nicht zu denken, daß es gerade diese Betrachtungen gewesen sind, durch die es gelang, Pädagogen und Laien endlich ein wenig Interesse an der Physik und sogar ihrem Unterricht gewinnen zu lassen (was ihre Schulzeit nicht vermocht hatte)? Muß man wirklich vom Fachmann mißverstanden werden, wenn man Laien das Fach zugänglich macht?

Daß man, um dieses »Feld« zu betreten, nicht - noch nicht - die Sprache der Physik gebrauchen darf, daß ich sie dort in jenen Betrachtungen nicht spreche, scheint nach meinen Erfahrungen auf manche Physiklehrer wie das rote - nein, wie das blaue Tuch der »Romantik« zu wirken: Grenzüberschreitung, Aufweichen der Physik? - Nein: Eindringen in die Physik, *über* diese Grenzen.

Nun lese ich (St 153): »Die Naturwissenschaften, speziell die Physik, ... haben in dessen gar nichts mit sittlichen, ästhetischen und religiösen Begriffen und Vorstellungen zu tun.« So wie dieser Satz gemeint ist, widerspreche ich ihm nicht. Trotzdem liegt hier der Kreuzweg, der die Richtung verzweigt, die des Physiklehrers von der des Physikers: Gewiß hat die Physik damit nichts mehr zu tun, *nachdem* sie einmal etabliert ist in ihrem für sie charakteristischen Begriffshorizont als eine durch eine ganz bestimmte Einschränkung (St 153) ermöglichte »Idealisierung« (St 153) der Wirklichkeit. (Ich meinerseits spreche von einem »Aspekt« (D, Kap. 1) und meine dasselbe.) Insofern sie aber nur *einem* besonderen Wirklichkeitsbezug entspringt und es noch andere gibt: hat sie dann nicht mit diesen anderen jedenfalls das eine, und doch wohl gewiß nicht geringe zu tun, daß es *dieselbe*, umfassende (sogar uns selbst, Körper wie Bewußtsein mit einschlie-

ßende), rätselhafte Wirklichkeit ist, von der wir nur in mehreren verschiedenen Aspekten (wie auch in immer neuen philosophischen Ansätzen) erfahren <sup>3)</sup>)

<sup>3)</sup> Literatur zu diesem Thema (im wesentlichen: HEISENBERG, HEITLER, LIPPS, LITT, PICT, V. WEIZSÄCKER) ist im 1. Kapitel der »Dimension« angegeben. Zur Ergänzung neuere Arbeiten: O. F. BOLLNOW, Über die Unmöglichkeit eines archimedischen Punkts in der Erkenntnis, Archiv für die gesamte Psychologie, 116, 3/4, 1964, S. 219-229. - J. FLÜGGE, Läßt sich das philosophische Bewußtsein wissenschaftlich hintergehen?, Neue Sammlung 4/1967, . 263-295. - E. SCHEIBE: Über das Verhältnis von Wissenschaft und Philosophie, Ebenda, S. 296-309. - W. JUNG: Biologie, Physik, Metaphysik, Ebenda S. 310-320, (Hinweis auf das Buch des holländischen Physikers J.M.BURGERS: Experience and conceptual Activity, Cambridge, Mass. 1965.)

Wenn KROEBEL schreibt (St 153): »Sie (die physikalischen Erkenntnisse) sind durch ihre strenge Definition primär als abstrakte Begriffe gegeben ...«, so ist dieses »primär« ein völlig anderes als das pädagogisch Primäre. Die Herausarbeitung nämlich des der Physik eigenen Begriffshorizontes hat der Physiker (um so mehr, je näher er den Anwendungen steht) seit vielen Jahren hinter sich gelassen und fast immer die Schwierigkeiten vergessen, die dieser Prozeß ihm als Kind bereitete, ein Vergessen, das aber seiner Berufsarbeit nicht schadet.

Der Physiklehrer dagegen - und zwar Lehrer nicht von Studenten, sondern von Kindern oder auch erwachsenen Laien - der Lehrer hat genau mit dem *Werden* dieser besonderen geistigen Haltung, dieser *Ab-blendung* (aller anderen als der in Raum und Zeit mathematisch faßbaren Strukturen) zu tun. Wird man aber als Nur-Physiker, als Fachmann ausgebildet, als solcher also, der sich *innerhalb* dieses Horizontes sicher bewegt, so neigt man zu dem Fehlschluß, die Logik des etablierten Systems zu verwechseln mit dem genetischen Weg zu ihm hin, d.h. zu der Möglichkeit, ja Notwendigkeit dieser Abblendung. Wir glauben dann leicht, es genüge, die »Blende« des Schülers früh, schnell und endgültig zu verengen. Andere als physikalische Wirklichkeitsbezüge, meinen wir dann, »gehören nicht hierher«, auch keine andere als die von uns exakt vorgespochene Fachsprache, auf welche hin wir die Muttersprache des Schülers beschniden.

Von der Pädagogik aus beurteilt: ein unwissenschaftlicher und unwirtschaftlicher, ja auch physikalisch gesehen ein nicht wissenschaftlicher Weg, weil ja Physik auf diese Weise nicht entstanden ist und deshalb auch nicht *fundiert* entsteht. (Damit ist hier nicht die selbstverständliche logische und experimentelle Sicherung gemeint, sondern die Fundierung in der physikalisch noch nicht eingeschränkten primären Wirklichkeit.) Und *entstehen* soll sie ja im Schüler, nicht nur bei ihm »hängenbleiben«, sonst kann er sie nicht für längere Zeit »behalten«: sie fällt ab. Das schließe ich aus dem so wenig nachhaltigen

Erfolg des Physikunterrichts, den ich seit fünfzehn Jahren an Hochschulen zu verfolgen eine günstige Gelegenheit habe. (Die Schule selber unternimmt ja leider fast niemals langfristige Nachprüfungen.) Die Erfahrung zeigt, daß die Schüler besser verstehen und auch nach Jahren noch ein vertrauterer Verhältnis zur Physik haben, wenn wir die physikalische Haltung aus der noch nicht physikalisch eingeengten Wirklichkeit, also aus der *originalen Sache hervorkommen* lassen; wenn wir uns *Zeit* nehmen, die Schüler alles sagen zu lassen, was ihnen zur *Sache* einfällt, also nicht aus Eile abtun, was (wie wir meinen: »selbstverständlich«) »nichts damit zu tun hat«, was »nicht weiterführt«, wie etwa animistische, magische oder sonstwie nicht vorhersehbare Auffassungen und Redeweisen. Gerade sie »führen weiter«: denn die *Sache* zwingt uns, sie aufzugeben! (Beispiele: U 249 f., D 80, unten). (Nachahmung ist das dürftigste und unwirksamste pädagogische Prinzip bei allen Dingen, *dierational* verstanden werden sollen.)

Und auch der Lehrer muß seiner Sache und der Fachsprache so sicher sein, daß selbst er sie provokativ aber unauffällig verlassen und dadurch die Schüler ermutigen kann, ihr eigenes, oft scheues Denken »zu Worte kommen« zu lassen.

Die offene Blende sollte also der engen vorausgehen. Nach meiner Erfahrung übrigens auf *allen* Stufen der Schule, auch bei Primanern, vor jedem neuen Problem immer *wieder*. Nur die immer wieder geöffnete weite Blende entläßt die engere der Physik mit Zuverlässigkeit. Die Muttersprache ist die Sprache des Verstehens und der einzig sichere Weg zur Pflege der Fachsprache, die das Verstandene erst in einem letzten Arbeitsgang besiegelt.

Was den Physiklehrer vom Physiker in seinem sachlichen Wissen unterscheiden sollte, ist also, daß er in gewisser Weise *mehr* wissen muß: nicht *in* der Physik, sondern *über* Physik. Dieses Mehr ist aber nicht schon Pädagogik, sondern das Wissen um das Werden des physikalischen Begriffshorizontes, der physikalischen Abblendung. *Das Fachstudium*, wie es heute und schon lange ist, *erzeugt diese Abblendung, aber es faßt sie nicht ins Auge*; im Gegenteil, es macht sie vergessen. Mit anderen Worten: Es fehlt das *genetische Prinzip im* Fachstudium des künftigen Lehrers. Es ist wichtig, zu sehen, daß dieses Ins-Auge-Fassen nicht in physikalischen Kategorien geschehen kann. »Denn der Physiker kann« (zwar etwa über Dispersion, aber) »über Physik nicht mit ihren eigenen Begriffen nachdenken, so wenig wie eine Zange sich selber kneifen kann.« (D94)

Um nun auf das Mißverständnis zurückzukommen, das der »1. These« zugrunde liegen mag (und zwar auch dann, wenn man das »nur« wegläßt): Ich vermute, daß es ein sozusagen diametrales ist. Es geht mir gerade nicht darum, Physik als »Vermittlerin« zu andersartigen Wirklichkeitsbezügen zu verwenden, mit denen sie nichts (mehr) zu tun hat, sondern, in umgekehrter Richtung, sie aus der ganzen Weite aller Wirklichkeitsbezüge standfest *hervorgehen* zu lassen. Und das erst heißt, Physik *verstehen*. Dieses genetische Prinzip wird, so scheint es mir, in meinen Schriften zunehmend deutlich <sup>4)</sup>, wenn ich es auch spät beim Namen nenne <sup>5)</sup>. Das genetische Prinzip (und nicht jene »Bildungswerte«) bildet die eigentliche Achse, um welche sich meine Überlegungen drehen. Es kann nicht durchweg, sondern nur in ausgewählten geeigneten »Themenkreisen« voll zur Geltung kommen. Hier liegt der Grund für seine Koppelung mit dem »*exemplarischen*« Prinzip.

<sup>4)</sup> U 9 f., 14, 16, 32, 74, 77, 136, 182 ff., 288, 298, 379, 383, 417, 458, 463, 501, 521.

<sup>5)</sup> Im besonderen in dem Vortrag »Zum Problem des Genetischen Lehrens« (Heft 4/1966 der Z. f. Päd., S.305-330), der, inzwischen erweitert, in mein Beltz-Taschenbuch »Verstehen lehren« (Weinheim 1968) aufgenommen ist. -Hierher gehört auch mein Vortrag »Die Sprache im Physikunterricht« (Z. f. Päd., Beiheft 1968). - Im Heft 2/1968 der »Neuen Sammlung« haben mehrere Autoren das Genetische Prinzip erörtert.

Der Blick auf die anderen Wege der Wirklichkeitserschließung wird freilich auch später, nicht nur in den Anfängen, immer wieder nötig sein. Und er lehrt zum Beispiel gerade das, daß Physik etwa ethische Prinzipien *nicht* herstellt (U, Beiträge 32 und 53). (Wie auch, daß sie nicht *das* Fundament aller Wissenschaften oder gar der Philosophie sein kann. Dies vorzubereiten ist eine Aufgabe, die der Philosophieunterricht vom Physikunterricht muß erwarten können.)

Ich kann nicht sehen, wie meine pädagogischen Konsequenzen aus der wissenschaftstheoretischen Einsicht in den »Aspekt«-Charakter, den »menschlichen« Charakter, der Physik (im Sinne des Satzes von C. F. v. WEIZSÄCKER : »Es ist möglich und notwendig, die Naturwissenschaft als einen Teil des menschlichen Geisteslebens zu verstehen« <sup>6)</sup>), wie dies sich decken soll mit der »neuhumanistischen« Vorstellung von »Bildungswerten«.

Was ist mit einem genetischen und mit nicht-physikalischen Aspekten kommunizierenden Weg sonst gewonnen? Vieles. Ich habe es in dem Aufsatz »Zum Problem des Genetischen Lehrens« <sup>7)</sup> darzustellen versucht: Förderung des *produktiven* Denkens, des *kritischen* Vermögens und vor allem: Verhütung der *Spaltung*, die schon weit genug ein-

gerissen ist: der Spaltung der Gesellschaft in eine dünne und isolierte Expertenschicht, deren Tätigkeit und Ergebnisse in ihrem Wesen dunkel bleibt für die nur oberhin informierte aber im Grunde nicht verstehende Masse der Menschen, die jener mächtigen Schicht wissenschaftsfeindlich, oder, was nicht besser ist: wissenschaftsgläubig, gegenübersteht, statt *wissenschaftsverständlich* zu werden. Daß dieser Bruch auch innerhalb der einzelnen Person (in beiden Schichten) zunimmt, ist leicht zu sehen.

KROEBEL irrt übrigens, falls er (St 154) meinen sollte, ich wäre nicht dafür, daß die modernsten Ergebnisse der Physik und Technik verständlich, im ernstesten Sinne gemeinverständlich, unter die Leute kämen. Daß ich selbst in meinen Schriften wenig zur modernen Physik und Technik sage (und damit zur Oberstufe des Gymnasiums) hat einen guten Grund: Ich überlasse es Jüngeren, die davon mehr als ich verstehen. Diese wissenschaftlich korrekte Elementarisierung des Modernen halte ich für eine der wichtigsten Aufgaben der Physiklehrer. (Sie ist nicht dadurch zu lösen, daß wir *alle* Schüler ein bißchen oder auch gehörig als *Physiker* auszubilden anfangen.)

Das Wort »Bildung« brauchte in dieser Anmerkung kaum vorzukommen. Die Sache »Bildung« gibt es, und sie muß (hier stimme ich mit KROEBEL überein) in jeder Epoche neu bestimmt werden. Solche pädagogische Entscheidungen hängen davon ab, wie man sich den Menschen der Zukunft wünscht. Ich meine, wir sollten ihn uns intelligent, aber nicht gespalten wünschen.

<sup>6)</sup> Die Geschichte der Natur, 2. Aufl., Göttingen 1954, S. 8.

<sup>7)</sup> Fußnote 5.

Der »2. These« kann ich dann zustimmen, wenn sie als Folge aus meiner Richtigstellung der ersten verstanden wird. Die Konsequenz für den Anfangsunterricht ist dann die »Ungefächerte Naturbetrachtung«<sup>8)</sup>.

Zu den »Bemerkungen zur 2. These«:

»Unterrichtsabläufe« physikalischer Art kann ich eigentlich in meinem Buch nicht finden. Die auf S. 3 erwähnten Aufsätze sind keine (obwohl sie, selbstverständlich, nicht ohne Unterrichtserfahrungen hätten entstehen können). Man findet physikalische Lehrgänge oder Material dazu in meinem anderen Buch. (Die pädagogische Dimension der Physik, S. 234 bis 288; auch in dem früheren Band »Natur physikalisch gesehen«<sup>9)</sup>). Set-

zen *sie* wirklich ein nicht übertragbares Einfühlungsvermögen voraus? Nicht vielmehr nur eine positive Stellung zu Thesen, wie sie sich auf S.181 der «Dimension» finden (Ausnutzung der »qualitativen« Stufe, Vorrang der Phänomene vor Modellen, keine Verfrühung der Fachsprache und der Symbole)? Dazu als Hilfe ein gewisses Quellenstudium. - Eher könnte ich es verstehen, wenn man die Übertragbarkeit der mathematischen Unterrichtsabläufe, die das Buch wirklich enthält, schwierig fände <sup>10)</sup>. Sie wollen indessen nicht nachgemacht werden, sondern ansteckend wirken.

Allgemein möchte ich zu der Frage der Übertragbarkeit folgendes sagen: In Gesprächen habe ich nicht selten den Einwand bekommen: »Sie mögen es ja können, aber vom Normallehrer kann man es nicht erwarten.« Ich habe sogar Kollegen getroffen, die eher bereit waren, mir Zauberei zuzutrauen, als eine Übertragung für möglich zu halten. Mir scheint, daß dieses Alibi es sich etwas zu leicht macht. Ich habe nie gemeint, daß derartige sofort und generell »geht« <sup>11)</sup>. Welche Resignation gegenüber der Lehrerbildung! (Oder ist man zufrieden mit ihr?) Hier kann ich nur antworten mit der Beobachtung: Das wissenschaftliche Studium, so wie es ist (aber für den künftigen Lehrer nicht zu sein brauchte und nicht sein sollte), nämlich völlig ungenetisch, beraubt die meisten Studenten ihrer mitgebrachten Einfühlung in ursprüngliches Denken. Ich spreche noch nicht von Pädagogik; nur von dem, woran sie später anknüpfen muß. Ich sage das nicht leichthin. Der Schwund des Einfühlungsvermögens mit fortschreitendem Studium ist evident. *So handelt es sich also - nach meiner Erfahrung - nicht darum, ein seltenes Einfühlungsvermögen auf die Vielen zu übertragen, die es angeblich nicht besitzen, sondern darum, das normale Einfühlungsvermögen, das Viele mitbringen, nicht durch ein ungenetisches Fachstudium verkümmern zu lassen.*

Wieviel kybernetische Forschung helfen kann, muß sich zeigen. Es ist nicht grundsätzlich ausgeschlossen, daß zwei ganz verschieden geartete Weisen des Vorgehens sich ergänzen. Daß sie verschieden sind, ist nicht zu übersehen. Die für meine Erfahrung wesentliche Kategorie des Vertrauens wird in der kybernetischen Forschung nicht vor- kommen können.

<sup>8)</sup> D 148 f.; siehe auch W. Flörke, Ungefächerte Naturforschung in MNU, VIII (1955/56), S.282; ferner: Schriftenreihe der Odenwaldschule, Heft 29, 1963, dort: Unterstufe, Ungefächertes Unterrichtsverfahren in der naturhaften Umwelt, S.1 bis 19. - Zur Praxis der Odenwaldschule neuerdings: W. Schäfer, Die Arbeitslehre am Gymnasium, Neue Sammlung 6/1967, insbes. S. 530 f

<sup>9)</sup> Diesterweg, Frankfurt, 1953, 4. Aufl. 1967.

<sup>10)</sup> Man findet sie auch für sich in Heft 4/1962 der Schriftenreihe »Der Mathematikunterricht«, Klett, Stuttgart.

<sup>11)</sup> Wie trotzdem Einzelne sofort in dieser Richtung Versuche machen könnten, habe ich im »Anhang« des Vortrages »Zum Problem des genetischen Lehrens« angedeutet. (Siehe Fußnote 5.)

Der » 3. These« könnte ich zustimmen, wenn es in ihrer 5. Zeile anstelle von Vermittlung der »Bildungswerte« hieße: »... wird das *Verstehen* der Physik verfehlt.«

Zu den »Bemerkungen zur 3. These«:

Der »Mut zur Lücke«, eine von der bekannten Pädagogin und NELSON-Schülerin MINNA SPECHT vor etwa zwanzig Jahren (übrigens in meinem Tomatengarten) entworfene Formel, ist von ihr und mir gar nicht viel anders gemeint gewesen, wie KROEBEL es (St 56 links oben) wünscht. Sie erwies sich aber als eine nicht ganz glückliche, weil eben mißverständliche, Fassung (U 221!) Habe ich sie je »propagiert«? Ich verwende sie längst nicht mehr. Sie ist für mich in das exemplarische Prinzip eingegangen (was die »Stellungnahme« nicht zu bemerken scheint, da dieses Prinzip erst bei ihrer »4. These« vorkommt). Daß aber das exemplarische Prinzip einen Verzicht auf Systematik bedeute, ist eines der hartnäckigsten Mißverständnisse, denen gerade der Physiker, ungewohnt des genetischen Denkens, ausgesetzt ist. Dabei findet man mehrfach deutlich gesagt: (U 223:) »Hin zur Systematik aber nicht: System als Geleise«, - (U 270:) »Ein solches Verfahren bedeutet *nicht*, nichts weniger als Verzicht auf Systematik« (siehe auch U 400, 409f., 239, 261). In der »Dimension« steht dasselbe auf S.133 rechts, und schließlich enthält dieses Buch ein ganzes Kapitel »Kanon der Physik«. (Vielleicht schreckt es manche Physiker dadurch ab, daß es - aus guten Gründen - noch nicht die Fachsprache verwendet -. Es spricht nicht zur Oberstufe.)

Ein krasses Mißverständnis ist es, zu glauben, das Schwerpunkte setzende exemplarische Verfahren folge aus der mir unterstellten »Bildungsideologie«. Es folgt allein aus der *Erfahrung*, daß nur durch solche eindringliche exemplarische Tiefenbohrungen Physik wirklich verstanden und behalten werden kann. - Die bisweilen zu beobachtende Gleichsetzung von Stoffbeschränkung und Zeitgewinn habe ich schon 1958 durch die Fußnote zu U 221 richtiggestellt.

An der Entstehung der heutigen Stundentafeln bin ich (entgegen einer offenbar verbreiteten Legende) nicht beteiligt (siehe MNU XX, S.155). Was mich von jeher beschäftigt, ist etwas anderes und doch wohl Grundlegendes, nämlich was in diesen Stun-

den wirklich *geschieht*. Es ist nicht sehr ermutigend zu sehen, daß bei der Debatte um die (in bezug auf Mathematik und Naturwissenschaften allerdings unglückliche) Rahmenvereinbarung *eine* Kausalkette selten erkannt, ja nicht einmal erwogen zu werden scheint, die nicht so sehr zum bloßen Protest, eher zur Selbstkritik auffordern könnte:

Ist die geargwöhnte Geringschätzung der Naturwissenschaften durch Behörden und Kultusministerien (durch Laien also) nicht (oder nicht auch) eine Folge davon, daß der Physikunterricht seit Jahrzehnten einen Stil anstrebt, der eben diese späteren Laien nicht erreicht und nicht gewonnen hat, den universitären Stil der Physikerausbildung? Und meine Frage ist die: Ist es vernünftig und wirtschaftlich, den Unterricht für alle in diese Richtung zu lenken? Es scheint, daß KROEBEL solchen Bedenken nicht fernsteht<sup>12)</sup>.

<sup>12)</sup> Phys. Bl. a.a.O. S. 136 f.

Daß die beiden Ziele: exemplarisch und genetisch vertiefte Schwerpunkte einerseits und auf der anderen Seite eine gewisse Totalübersicht, vereinbar sind durch zwei verschiedene »Gangarten«, habe ich schon 1947 ausgesprochen (U 64, siehe auch U 525). Für die heutige Lage ist diese gegenseitige Ergänzung in meinem Vortrag »Zum Problem des genetischen Lehrens«<sup>13)</sup> so formuliert:

<sup>13)</sup> Siehe Fußnote 5. (In »Verstehen lehren«, S. 92).

»Zwar muß ein formativer Unterricht notwendig einige genetisch-exemplarisch-so-kratische Bildungs-Pfeiler setzen,... daneben aber kann es, muß es Informationen, Ori-entierungen geben, vergleichbar mit weit, sparsam, straff und schnell geführten Verbindungs-Bögen, die nicht nur durch Lektüre und Referate, sondern auch mit allen Mitteln moderner technisierter Information ausgespannt werden können, wie Schulfunk, Fernsehen und - vernünftig programmierten - Lernmaschinen. Sinnvoll freilich nur dann, wenn sie sich an den formativen Pfeilern buchstäblich *befestigen*. Das heißt: In den Bögen sollte nur vorkommen, was in den Pfeilern der Art nach, also exemplarisch, schon ein-gebaut ist«.

»4. These«. Auch hier sind für mich die »Bildungswerte« enthalten in dem Ziel: Physik verstehen.

Zu den »Bemerkungen zur 4. These« knüpfte ich unmittelbar an das Vorige an: Die beiden »Gangarten« (»Pfeiler und Bögen«) erlauben es, glaube ich, die notwendige Langsamkeit des exemplarisch-genetischen Eindringens durch die schnellen informato-

rischen Lehrgänge (*diese* übrigens in Kurzstunden) auszugleichen. Ich »verkenne« also nicht die »Leistungen anderer Unterrichtsmethoden«, bin nur überzeugt, daß die der sokratischen Methode nahekommende die beste ist, um pfeilerartig bis zum äußersten Verstehen durchzudringen. -Ich stimme zu, daß die sokratische Methode in ihrer Reinheit (NELSON) für die Physik zu modifizieren und weiter zu erforschen ist. Nur glaube ich auch hier wieder *nicht*, daß sie ein *besonderes Einfühlungsvermögen* voraussetzt. Auch diese Methode läßt sich erlernen. *Das Hindernis liegt* auch hier »außen«, nämlich in der *Ungunst einer veralteten Institution: der heillosen Gewohnheit der wahllos wechselnden Kurzstunden, die dem jungen Lehrer eine unwirtschaftliche Methode aufzwingt und jene tiefergehenden pädagogischen Erfahrungen nahezu verhindert, die der Epochenunterricht in reichem Maße eröffnet.* In ihm erst stellt sich die pädagogische Atmosphäre her, in welcher der Lehrer lernen kann zuzuhören und der Schüler vertraut, alles sagen zu dürfen, was ihn zur Sache bewegt.

(Abschrift aus MNU 21. Band Heft 11 1968 S. 374-378)