

Einige Anregungen von C.F.v. Weizsäcker für die Physikdidaktik

F. Siemsen, Uni Frankfurt, 2008

1. Einleitung, Begründung und Übersicht

Carl Friedrich v. Weizsäcker ist vor einem Jahr im April 2007 gestorben. Vielleicht „riecht“¹ deswegen einem kritischen Geist der Aufsatz nach Personenkult. Nach J.W. Dschugaschwili (Stalin) und Mao Tse-tung ist man mit Recht allergisch auf falsche Götter. Auch klangen Feiern zu J.W.v. Goethes und F.v. Schillers Gedenken im 19. Jahrhundert manchmal ein wenig zu viel nach nationalistischem Selbstlob. Andererseits kommt der Begriff „Bildung“, um den es in der Physikdidaktik geht, von Vorbild. So lehrte Aristoteles dem jungen Alexander den Achill als Vorbild, und man benennt Schulen nach Marie Curie. In diesem Sinne können auch die mit der Person C.F.v. Weizsäckers verknüpften Leistungen vorbildlich sein.

C.F.v. Weizsäcker (Kapitel 2²) hat sich selbst um die Verbesserung des Physikunterrichts gekümmert (Kapitel 3). Er wurde oft von vielen Physikdidaktikern zitiert. Manchmal scheint man seinen Einfluss zu spüren, auch wenn kein Zitat vorliegt (Kapitel 14) Ich möchte nun hier an einige seiner Anregungen erinnern, die mir bei meiner Lehrtätigkeit in den letzten 30 Jahren besonders geholfen haben.

Da, wo die physikalische Forschung neue Zahlenwerte und Ideen gefunden hat, nachdem C.F.v. Weizsäckers Bücher erschienen waren, habe ich dies vermerkt (Kapitel 4).

Einige Themen, zum Beispiel nichtlineare Physik (Kapitel 5), Entropie (Kapitel 6 und 7) und die Deutung der Quantentheorie (Kapitel 9) sind zwar schon intensiv in der Physikdidaktik bearbeitet worden, mir scheint aber, dass man da noch einiges von C.F.v. Weizsäcker lernen kann. Das gilt insbesondere für das Fächerübergreifende (Kapitel 10 und 11).

Der Kreisgang (Kapitel 8) ist einerseits das Symbol der zyklischen Zeit, der Antithese zu C.F.v. Weizsäckers offener Zeit, andererseits die Gestalt, deretwegen C.F.v. Weizsäcker im Gegensatz zu dem von ihm hoch verehrten N. Bohr auch für die Messung nur die Quantentheorie benutzen will. Außerdem möchte ich die physikdidaktische Rolle des Teilchen-Modells (12. Kapitel) mit den Positionen von C.F.v. Weizsäcker und von R. Feynman zur Diskussion stellen, ebenso die beiden Möglichkeiten der Veranschaulichung des Kraftfeldbegriffes: als C.F.v. Weizsäckers platonische Urgestalt oder als phylogenetisches Strömungsfeldes eines Fluidums (Kapitel 13).

Texte, die schwer zugänglich sind, habe ich etwas ausführlicher zitiert.

2. Lebenswerk

C.F.v. Weizsäckers (1912 – 2007) Lebenswerk hat die Komponenten: Physik, Philosophie, Religion und Politik. In der Physik hat er zumal in der Kernphysik und der Astrophysik (Bethe-Weizsäcker-Zyklus der Kernfusion in Sternen, Turbulenztheorie zur Entstehung von Planetensystemen) gearbeitet. Sein Hauptinteresse galt aber der Deutung und den Grundlagen der Quantentheorie und ganz besonders ihrer Rekonstruktion aus den Bedingungen, die Erfahrung ermöglichen.

Franz-Josef Strauß, mit dem er um den Sinn einer atomaren Bewaffnung 1957 heftig gestritten hat (Göttinger Erklärung), hat in seinen Memoiren C.F.v. Weizsäcker zu verspotten versucht mit der Rhetorik: „Die Philosophen halten ihn für einen Physiker, die Physiker für einen Philosophen.“ In diesem Zusammenhang sei aber daran erinnert, dass M. Heidegger ihn als seinen Nachfolger vorgeschlagen hat, und dass Bohr jedenfalls C.F.v. Weizsäcker nach dem Tod A. Einsteins 1955 für den Physik-Nobelpreis vorschlug. /L/S.170.

Otto Hahn hat in der Nacht nach der ersten Kernspaltung C.F.v. Weizsäcker von seinem Uran-Experiment erzählt. C.F.v. Weizsäcker hat auch an der Physik für eine deutsche Atombombe

¹ Nach B. Snell kommt von „Nase“ der Begriff nous [gr., νοῦς]: Geist.

² Es sind jeweils die Kapitel dieses Aufsatzes gemeint.

mitgearbeitet. Seine geplante Aktion, Hitler durch das Grauen vor Atombomben die Lust auf Krieg auszutreiben, hat A. Vollmer mit dem Kampf des Theseus gegen den Minotaurus im Labyrinth verglichen.

C.F.v. Weizsäcker hat sich sofort nach der Entdeckung der Möglichkeit der Atombombe 1939 sein Leben lang dafür engagiert, die Institution des Krieges aus unserer wissenschaftlich-technischen Zeit zu verbannen. Dafür nutzte er die Kirchen, zumal im „konziliaren Prozess“ (1985 – 1992) und den Kontakt zu Politikern. Seine Art mit Letzteren zu sprechen zeigt sich vielleicht exemplarisch, wie er zu M. Gorbatschow mit Platons Dialektik von groß und klein das Gespräch humorvoll eröffnete: er sei der große Bruder des Bundespräsidenten, und der kleine Bruder sei nun groß...(gesprächsweise). Vielleicht gibt die Dialektik des Wandels von groß und klein auch einer Großmacht Trost, die damals ihre Einflusszone verkleinerte, wodurch sich nach C.F.v. Weizsäcker ihre Kraft vergrößern könnte.

3. Tübinger Resolution

C.F.v. Weizsäcker bat M. Wagenschein 1951 an der Tübinger Resolution zum Zusammenwirken von Universität und Schule mitzuwirken. Er wollte jemanden haben, der über den bisherigen Gang der Bemühungen um Schulreform aus eigener Erfahrung unterrichtet ist. (Brief vom 6.1.1951/WA/). Die anderen Mitwirkenden waren G. Picht, W. Flitner und H. Heimpel.

An M. Wagenschein schrieb C.F.v. Weizsäcker (Brief vom 26.7.1950) „*Ein Hauptproblem scheint mir die Lehrerausbildung³ zu sein. Eine Denkweise lässt sich ja nicht durch Lehrplanvorschriften vermitteln(..)*“ /WA/. Ein Ergebnis der Tagung war das **exemplarische Prinzip**, mundus in gutta (H. Heimpel).

2002 haben u.a. auch K.H. Siemsen, G. Niendorf, Nestle und D. Carnap darauf hingewiesen, dass die Tübinger Resolution auch die Probleme der Schule, die durch die PISA-Ergebnisse bekannt wurden, schon treffend artikuliert hatte.

C.F.v. Weizsäcker und M. Wagenschein ziehen **gründliches Verstehen** der oberflächlichen Vielwisserei vor. Aber da, wo M. Wagenschein sein Ziel glaubt schon erreicht zu haben, fragt C.F.v. Weizsäcker sokratisch weiter: Weißt Du, was Du sagst?

Aber auch dieses Nachfragen ist nicht endlos. Alle traditionelle große Philosophie kommt nach all dem Bedingten zum Unbedingten: zum Einen bei Platon, zum Absoluten bei Hegel, das C.F.v. Weizsäcker mit „Wissen selbst“ interpretiert /GM/S.359, S.398 und S.434.

4. Astronomische Themen/GN/

Wertvolle Inhalte für den Physikunterricht findet man noch immer in seinem Werk „Geschichte der Natur“ GN (1946 verfasst), einem Überblick über die Naturwissenschaften: z. B. die antike Messung des Erdradius und der Entfernung von Mond und Sonne. Oder an anderer Stelle aus dem gleichen Buch zur Erdwärme: „*Aus zwei Energiequellen konnte sich die Erdwärme speisen: anfangs aus der kinetischen Energie der Brocken, die sich zur Erde vereinigten, und seitdem bis heute aus der Atomkernenergie der in den Gesteinen eingeschlossenen radioaktiven Elemente.*“ /GN/.

Seitdem wurde in den vergangenen 60 Jahren manches Überraschende entdeckt, wenn auch die Quark-Theorie und die Chaos-Physik nicht so revolutionär sind wie die Quantentheorie. Und das Wissen um die in der Kosmologie postulierte Dunkle Energie und Dunkle Materie ist noch dunkel. Die Flüge durch unser Planetensystem zeigten in erster Linie, dass die Ursachen der Erdwärme aber auch Gezeitenkräfte andere Planeten und Monde aufheizen. /PG/.

Den Urknall datiert man nicht mehr auf 3 bis 4 /GN/ S.34f, sondern auf 13 bis 14 Milliarden Jahre zurück. C.F.v. Weizsäckers Zweifel am Urknall haben sich nicht bestätigt. Er vermutete, dass sich die schweren Elemente beim Urknall oder nach P. Jordan aus dem Nichts mit hellem Schein bilden./GN/ S.55f Unerkannt war damals, dass diese Phänomene (Supernovae) Sternexplosionen sind, bei denen die schweren Elemente entstehen.

³ Alle Unterstreichungen sind von mir (F. Siemsen).

Wie schön /GN/ zu lesen ist, zeigt sich exemplarisch an einem Schönheitschirurgen, der das Werk während monotoner Arbeit als Hörbuch aufnimmt. (So hat er mir das erzählt.)

5. Stufen

Komplexe Phänomene, die nur mit nichtlinearen Differentialgleichungen beschreibbar sind, entwickeln sich über Stufen. Das gilt nach C.F.v. Weizsäcker für Sterne, für die Geschichte der Politik (über Revolutionen, Krisen und Katastrophen), für die Entwicklung des Menschen (siehe J. Piaget und E. Erikson), für die Geschichte der Physik (Th. S. Kuhn), aber auch schon für einen Strom mit Stromschnellen, für ein Überschlagpendel und für die Brandung. Neben C.F.v. Weizsäcker haben auch andere, zum Beispiel R. Thom, auf diesem Gebiet gearbeitet. /GM/S.86ff

6. Entropie

Ganz besonders sorgfältig analysiert C.F.v. Weizsäcker mit einem Feingefühl für Präkonzepte in der „Geschichte der Natur“ schon 1946 die Entropie: „...Wärmetod. Er besteht aber meist nicht darin, dass die Gestalten aufgelöst werden, sondern darin, dass sie erstarren.“/GN/ Das veranschaulicht C.F.v. Weizsäcker mit dem Beispiel, wie aus einer Gaswolke das Planetensystem entstand. In „Evolution und Entropiewachstum“ 1972 /OS/ S.200 zeigt er, wie seine Auffassung von der üblichen Elementarisierung der Entropie als Maß für die Unordnung abweicht, weil hier die Bindungskräfte für Strukturen, also Ordnung, sorgen.

7. Zeit

Viele meinen, das Entropiewachstum gäbe der Zeit die Richtung, C.F.v. Weizsäcker dreht die Folge um. Denn das Entropiewachstum wird üblicherweise mit den Stoßgesetzen für Gasteilchen und der Wahrscheinlichkeitsrechnung erklärt. Für Stoßgesetze gilt die Zeitumkehr, und in der Wahrscheinlichkeitsrechnung kommt die Zeit nicht vor. Also müsste die Entropie in beide „Zeitrichtungen“ wachsen. C.F.v. Weizsäcker dagegen wendet die Wahrscheinlichkeitsrechnung nur auf die Zukunft an, weil die Zukunft anders ist als die Vergangenheit. So wächst die Entropie nur in Zukunft.

Das Entropiewachstum ist der Einstieg in C.F.v. Weizäckers Philosophie, in der das Primäre, die Arche⁴, die Zeit ist. So interpretiert er auch Nietzsches Arche den „Willen zur Macht“, als Streben nach Möglichkeiten, Zukunft, also Zeit. /WN/ Und wie Hegels Hauptwerk „Logik“ heißt, also Lehre von dem Logos, dem „Wort“, dem Geist (Bei Platon ist nach C.F.v. Weizsäcker nicht Sprechen Ausdruck von Gedanken, sondern Denken verinnerlichtes Sprechen.), so betitelt C.F.v. Weizsäcker sein Hauptwerk „Zeit und Wissen“.

Vielleicht könnte man die Gegenwart als Arche (Anfang, Grund, Macht) der Zukunft auffassen. Deswegen beginnt Hegel seine Logik mit der Bestimmung des „Anfangs“ und C.F.v. Weizsäcker fängt seine Philosophie mit dem Satz an „Wir philosophieren jetzt“.

8. Kreisgang

Statt eines axiomatischen Aufbaus eines Weltbildes bevorzugt C.F.v. Weizsäcker einen Kreisgang: man sieht auf sein eigenes Leben zurück. Man studiert die Natur und entdeckt die Entwicklung des Kosmos, des Lebens, der Menschheit, der Seele und des Geistes. Mit dem Wissen über die geistigen und seelischen Strukturen kann man nun die Formen und Inhalte der Wissenschaften als Ausdruck der Seele verstehen. So hat W. Pauli **exemplarisch** die **Genese** zwischen Keplers Sternkunde und den Archetypen des kollektiven Unbewussten (C.G. Jung) durch **sokratische Fragen** entdeckt. C.F.v. Weizsäcker will den Kreis lernend und verbessernd mehrfach durchlaufen. Das erinnert an Brunners Lernspirale.

9. Zur Geschichte der Deutung der Quantentheorie/AP/

⁴ Arche, gr. [ἄρχη, gelesen Arché]: Anfang, Urgrund, Urstoff, Herrschaft. Daher kommen auch die Worte Erz-Bischof, Arz-t ...

Für die Lehrerausbildung sind C.F.v. Weizsäckers Arbeiten zur Deutung der Quantentheorie wichtig. Sie ist in den Rahmenplänen vorgeschrieben, weil sie den tiefsten Bezug zur Philosophie herstellt. Für die Lehrerausbildung am geeignetsten scheint mir im „Aufbau der Physik“ der Dritte Teil: Zur Deutung der Physik“./AP/ Einige Überschriften (sie sind kursiv geschrieben) habe ich kommentiert.

11. Kapitel: 1. Zur Geschichte der Deutung (Die Genese ist hier ideal, weil es noch keine allgemein anerkannte Deutung gibt.) *c. Schrödinger* (Seine Gleichung ist eine Komposition einer linearen Wellen- und Strömungsgleichung. Beides spielt sich nicht in dem normalen Raum ab, sondern im Konfigurationsraum.) *e. De Broglie* (Seine Materiewelle ist eine richtige Welle, also hat er später versucht eine nichtlineare Wellengleichung aufzustellen.) *β) Unbestimmtheitsrelation* (Sie hat Heisenberg dem 14-jährigen C.F.v. Weizsäcker noch vor der Publikation erzählt. Th. Görnitz weist darauf hin, dass die häufige Bezeichnung „Unschärferelation“ unscharf, weil die Quantentheorie in ihren Vorhersagen schärfer als alle anderen physikalischen Theorien ist./QA/ S. 96f.) *γ) Teilchenbild und Wellenbild* (Das Wellenbild veranschaulicht die Unbestimmtheitsrelation. Ein Abbild eines Knalls hat zum Beispiel auf einer Schallplatte einen Ort, aber keine Wellenlänge; das Abbild eines Flötentons ist auf einer Schallplatte eine fast unendlich lange sinus-förmige Rille, hat also eine Wellenlänge, aber keinen punkartigen Ort. C.F.v. Weizsäcker betonte allerdings, dass die quantenmechanische Unbestimmtheit über die bloße Fourier-Beziehung hinausreicht, weil darin das Plancksche Wirkungsquantum noch nicht vorkommt (persönliche Mitteilung von Th. Görnitz). *g Bohr* (K.M. Meyer-Abich nannte 1965 Bohrs Grundbegriffe: Korrespondenz, Individualität und Komplementarität.)

2.c Messtheorie, klassisch (N. Bohr hat darauf bestanden, ohne es zu begründen, dass die Messinstrumente immer nach der klassischen Physik und nicht mit der Quantentheorie beschrieben werden müssen, während C.F.v. Weizsäcker auch beim Messprozess nur mit der Quantentheorie arbeiten wollte. [Das geht entweder gar nicht geht oder es wird mit einer Mathematik möglich, die C.F.v. Weizsäcker nicht zur Verfügung stand. (persönliche Mitteilung von Th. Görnitz)]) *β) Die Irreversibilität der Messung* („Aber bei strenger Anwendung der Quantentheorie ist diese Irreversibilität nur eine subjektive Beschreibung, die auf dem Verlust von Information beruht, welche grundsätzlich stets Information für einen Beobachter ist.“/GM/S.178. Ein allwissender Gott könnte also keine Erfahrung machen. [Er würde aber auch keine nötig haben!])

3. Paradoxien und Alternative (Paradoxien, also „gegen die Meinung“ sind großartige Motivationen im Physikunterricht: das hydrostatische, das hydrodynamische, das elektromagnetische, das Zwillings-, das Quanten- Paradoxon) *c. Wigners Freund: Einbeziehung des Bewusstseins* (siehe auch „Wer ist das Subjekt in der Physik“ in „Der Garten des Menschlichen“ S.179)/GM/) *d. Einstein-Podolsky-Rosen: verzögerte Wahl und Realitätsbegriff* (Die Quanten- Theorie entstand gleichzeitig mit dem Surrealismus) *β) Ein älteres Gedankenexperiment mit verzögerter Wahl* (Das ist C.F.v. Weizäckers erste (1931) Publikation: „Ortsbestimmung eines Elektron durch ein Mikroskop“) /OE/ *δ) Einsteins Realitätsbegriff* (Da zeigt die Quantentheorie den radikalen Bruch mit der klassischen Ontologie klarer als der Dualismus von Teilchenbild und Wellenbild.) *e. Verborgener Parameter* (Eine Rückkehr zur klassischen Physik und Ontologie scheint unwahrscheinlich. Warum sollte es überhaupt wünschenswert sein?) *h. Everetts Mehr-Welt* (Sie ist in den USA so beliebt, dass sie sogar in Supermans Zeitsprüngen auftaucht): *Möglichkeit und Faktizität*

C.F.v. Weizsäcker wählt als Einstieg in die Quantentheorie die „Uralternative“ von zwei Möglichkeiten SU(2), analog zu R. Feynmans Entwicklung der Quantentheorie mit dem Stern-Gerlach-Experiment (Spin up / down) /FQ/. C.F.v. Weizsäcker deutet die Quantentheorie als nichtklassische Wahrscheinlichkeitsrechnung basierend auf einer Logik zeitlicher Aussagen.

10. Fächerübergreifend

Wichtig für den fächerübergreifenden Wert der Physik in der Schule ist der Bezug der Physik zu Weltbild /WP/, zu Technik, zu Politik, zu Geschichte der Physik /WZ/S.121 – 170, zu Religion (zum Beispiel im Brief an Niels Bohr vom 22.6.1956/LL/ S.41) und die Analysen der Kriegsgefahr

im Atomzeitalter/FP/. Am stärksten ist bei C.F.v. Weizsäcker die Beziehung von Physik zur Philosophie, das war sein eigentliches Lebenswerk. Exemplarisch kann man seinen Aufsatz „Parmenides und die Quantentheorie“ /BP/S.46ff nennen.

11. Kernenergietechnik/Di/ WG/BW/S.456ff

C.F.v. Weizsäcker hat sich in der Politik mit der Verteidigung und vielen mit ihr im weitesten Sinne zusammenhängenden Problemen beschäftigt. Seine politische Kompetenz wurde zum Beispiel anerkannt, indem man ihm die Kandidatur zum Amt des Bundespräsidenten angeboten hat. „Nun muss ich sagen,“ so schreibt er am 18.11.1982 an seinen Bruder Richard, „dass mich nicht einmal die Regierung Schmidt in Fragen der sogenannten Sicherheitspolitik jemals um Rat gefragt hat. Beraterfunktion hatte ich nur in der Energiepolitik.“/LL/. S. 163

Auf Anfrage der Bundesregierung hat er sich 1976 nach intensiver Arbeit mit den Mitgliedern seines MPI für die Kernenergietechnik ausgesprochen mit dem Rat, die Reaktoren unterirdisch zu bauen (ebenso E. Teller und A.D. Sacharow) und ihr Risiko in einem möglichen Atomkrieg noch zu prüfen. Außerdem müsste Energiesparen höchste Priorität haben. /WG/ Auch später zitiert er Fachleute am 22.1.1990, dass man die fossile Verbrennung der Industriestaaten in etwa 25 Jahren auf 1/3 reduzieren kann und zwar 2/9 durch energiesparende Technik, 2/27 durch Solarenergie und andere erneuerbaren Energie“quellen“ und 1/27 durch KKW's./LL/S.268

1979 bat die niedersächsische Landesregierung unter E. Albrecht ihn, den Vorsitz des Gorbien-Hearings zu übernehmen. Im Schlussbericht urteilt er, dass die Befürworter der KKW's die Diskussion in allen Punkten gewonnen haben, dass aber bei der hohen Kampfmoral der Gegner der Ausbau der KKW's nicht durchsetzbar sei./FP/ Di/S.43ff

1987 kurz vor dem Unglück von Tschernobyl hat er in dem Vorwort des Buches „Grenzen der Atomwirtschaft“ von K.M. Meyer-Abich und B. Schefold geschrieben, dass, unter der Voraussetzung, dass die Solarenergie für einen akzeptablen Preis genügend Energie liefert, er sie dann den KKW's vorziehen würde wegen der noch immer ungeklärten Entsorgung des radioaktiven Mülls. In einem Brief an H. Glubrecht schreibt er am 26.5.1987: „*Ich habe mich vor etwa 1 1/2 Jahren von Bölkow bereden lassen, die Hoffnung auf Solarenergie zu setzen. Ich habe mich in dieser Richtung auch öffentlich geäußert. Inzwischen habe ich aber von einer ganzen Reihe von Kollegen große Skepsis gegenüber den Hoffnungen von Bölkow gehört, und es wäre mir wichtig, so genau wie möglich darüber informiert zu sein.*“ /LL/S.208

12. Teilchen

R. Feynman hat einmal gesagt: wenn er beim Untergang unserer Kultur nur einen Satz in einer Flaschenpost für zukünftige Kulturen mitteilen könnte, so würde er schreiben „Alles besteht aus Teilchen.“ J. Piaget berichtet, dass Kinder sich oft vorstellen, alles besteht aus Krümel (vielleicht aus der Erfahrung mit Sand und Brotkrumen, FS).

C.F.v. Weizsäcker und M. Wagenschein haben sich mit der pädagogischen Problematik dieses Modells beschäftigt: Dieses Modell liegt nach M. Heidegger der ganzen Physik zugrunde. Es wirkt wie ein Scheinwerfer. Man sieht die Straße viel besser, aber nicht mehr die Sterne/WP/S.24. Diese Diskussion zeigt sich in C.F.v. Weizäckers Brief an M. Wagenschein vom 27.4.1955:

„Auch sehe ich die Notwendigkeit, Lehrern, die selbst doch in jenem Materialismus befangen bleiben, sehr entschieden zu sagen, dass sie die Kinder nicht damit vorzeitig infizieren dürfen. Andererseits fürchte ich ein wenig, dass man Ihnen eine Art methodischen Puritanertums vorwerfen wird, die sich vielleicht durch eine tolerante Formulierung auffangen lässt.

Sehen wir von diesen taktischen Erwägungen ab, so bleibt bei mir eine durch alle diese Überlegungen noch nicht ganz ausgeräumte Stimmung, die ich wohl neulich auch aussprach: Das methodisch Saubere ist das genetisch Späte. Die Bauklötzchen-Vorstellung von der Natur gibt es seit Demokrit, vielleicht sogar schon etwas länger. Ich selbst bin als Kind durch sie hindurchgegangen und habe zunächst nur darunter gelitten, dass ich sie mit meinen intensiven religiösen Empfindungen und Überzeugungen und mit dem, was ich ästhetisch in der Natur erlebte, nicht zur Deckung bringen konnte. Dass sie auch rein physikalisch unzureichend ist, habe

ich erst viel später gemerkt. Ich neige immer ein wenig zur Annahme eines phylogenetischen Grundgesetzes in der geistigen Entwicklung, und dann müssten die Kinder eben auch ihre Demokrit-Phase erleben. Als ich zwölf Jahre alt war, schrieb ich einen Aufsatz über das gestellte Thema: „Wer ist mein Lieblingsheld in der Geschichte“ und antwortete: „Demokrit“. Mein nicht ganz ausgeräumtes Bedenken ist, ob man das eigentlich so, wie Sie es versuchen, den Kindern ersparen kann. Freilich könnte man sagen, dass man es ihnen ohnehin nicht erspart, und dass Sie nur die Heilmittel für diese Krankheit nahe zur Hand geben wollen.“/WA/

13. Das phylogenetische Grundgesetz und der Kraftfeld-Begriff

Das phylogenetische Grundgesetz in der geistigen Entwicklung stammt von G.W.F. Hegel, der erkannte, dass das Individuum die Entwicklung des Weltgeistes in verkürzter, aber wieder erkennbarer Weise wiederholt (Nikolai Hartmann, „Der deutsche Idealismus“, Bd. 2). Dieser Gedanke ist von E. Häckel, J. Piaget u.a. als Leitfaden bei ihren biologischen und epistemologischen Forschungen genutzt worden.

In der Regel wendet C.F.v. Weizsäcker seine Einsichten vorbildlich auch auf sich an. Es gibt natürlich Ausnahmen: Für die Physikdidaktik besonders interessant ist die Erklärung des Kraftfeld-Begriffes. Nach dem phylogenetischen Grundgesetz wäre es erwägenswert, ob man in der Schule eine historische Veranschaulichung des Kraftfeld-Begriffs als Strömungsfeld eines Fluidums nutzt, denn nach Thales ist alles aus Wasser, selbst König, Gott und also auch das Kraftfeld. Auch passt die Mathematik zum Beispiel der Maxwell-Gleichungen mit div (Quellstärke), grad (Gefälle) und rot (Wirbelstärke) vorbildlich zu einem Strömungsfeld. Ebenso sind Stromlinien analog zu den Kraftfeldlinien. Außerdem beschreibt die Quantenfeldtheorie die Kraftfelder als „Austausch“ von „Teilchen“. Diese Nichtlokalität wird als Strömung in den Feynman-Graphen veranschaulicht.

C.F.v. Weizsäcker aber schreibt: „*Die Frage, was ein Feld eigentlich sei, ist nur dann überhaupt beantwortet, wenn man einen Gegenstand angeben kann, der mir schon bekannt ist...Nun wollen wir aber doch in der Physik gerade die bekannten Gegenstände...auf einfache Gegenstände zurückführen. Diese ... sind uns zunächst nicht bekannt. Die Felder sind zum Beispiel solche einfache Gegenstände...*“ /WJ/ S.59, zustimmend zitiert von M. Wagenschein in „Die Pädagogische Dimension der Physik“ /PP/ S.300f.

In seinem letztem Werk erklärt C.F.v. Weizsäcker diese Denkweise mit Platons Höhlengleichnis: Feld und Atom sind die vom Feuer beschienene Figuren, deren Schatten unseren Sinneseindrücken entsprechen./MG/

14. Eros

Platon ist C.F.v. Weizsäckers Lieblingsphilosoph/Pl/. In Platons Dialog „Symposion“ schildert Diotima, dass Eros die Welt bewegt. Diesen Gedanken äußert M. Wagenschein in einer Notiz 1966:

„Erotische Didaktik?

Ein Lehrer fragt mich nach meinem Vortrag, ob mein Verfahren beim Physikunterricht „emotional“ genannt werden sollte? – Aber nein! Sage ich etwas gereizt. Sagen Sie „sachlich“!

Er war nahe daran. Erotisch, das könnte man schon sagen. Und doch sachlich!

Erotik ist überall da, wo man streicheln möchte. In diesem, dem physikalischen Fall: die Dinge: das Wasser mit seinen Wellen und Spiegelungen, der geworfene Stein in seiner Parabel, die Windwolke in ihrer Verwandlung, der Regenbogen in seinem Hinschwinden. Je mehr daraus eine Apparatur herausgefiltert, „erstellt“ wird, desto mehr geht diese Zärtlichkeit zurück in die Erinnerung. Aber dort bleibt sie. Und bei einfachen Experimenten, die man selber ausdenkt, da kommt sie wieder in die Hände.(...)

Die Kinder, zwölfjährige, hockten locker herum, aber mit geneigten Köpfen, wie lauschend auf das Ding, das vorne auf dem Tische stand und an dem etwas Verwunderliches vor sich ging. So wie man einem kleinen Tier zusieht.

Ohne Zweifel ein erotischer Ring, wir und das Ding. Und unser Denken an das Ding, das uns zulächelt, mona-lisisch, und das doch in sich wohnen bleibt. Wenn dann einem etwas einfällt, so ist

der Funke zwischen ihm und dem Ding gesprungen. Und indem wir alle diesen Gedanken aufnehmen, im Herzen bewegen, im Kopf erwägen, in Worten zerlegen, dann geht ein Lichtbogen durch alle.(...)

Aber die Blicke sammeln sich immer wieder auf dem Gegenstand, wie der Schmetterlings-Schwarm über der Blüte: Sachlichkeit.“/WA/

Dank

Besonders danken möchte ich Frau Hannelore Eisenhauer und Herrn Helmut Kohl, Leiter des Wagenschein-Archivs, die mir den Briefwechsel zwischen M. Wagenschein und C.F.v. Weizsäcker sowie andere Dokumente gaben. Das Wagenschein-Archiv ist an der Ecole d'Humanité in Hasliberg-Goldern/Schweiz.

Ebenso danke ich Frau Dr. A. Hausinger, Frau C. Helm, Frau A. Trajkov und Herrn Prof. Dr. Th. Görnitz für das Korrektur lesen.

Quellen:

/AP/ C.F.v. Weizsäcker: „Aufbau der Physik“ dtv, 1988

/BP/ C.F.v. Weizsäcker: „Ein Blick auf Platon“ Reclam, 1981

/Di/ C.F.v. Weizsäcker: „Diagnosen“, Hanser, 1979

/FP/ C.F.v. Weizsäcker: „Der bedrohte Friede. Politische Aufsätze 1945 - 1981“, Hanser, 1981

/FQ/ R. Feynman et al. : “The Feynman Lectures on Physics, Quantum Mechanics”

/GM/ C.F.v. Weizsäcker: „Der Garten des Menschlichen“ Hanser, 1977

/GN/ C.F.v. Weizsäcker: „Geschichte der Natur“ Hirzel, 1948

/H/ C.F.v. Weizsäcker, B.L.van der Waerden: „Werner Heisenberg“, Hanser, 1977

/L/ K. Lindner: „Carl Friedrich von Weizsäckers Wanderung im Atomzeitalter“ Paderborn, 2002,

/LL/ C.F.v. Weizsäcker: „Lieber Freund! Lieber Gegner! Briefe aus fünf Jahrzehnten“, Hanser, 2002

/MG/ C.F.v. Weizsäcker: „Der Mensch in seiner Geschichte“, Hanser, 1991

/OE/ C.F.v. Weizsäcker: „Ortsbestimmung eines Elektrons durch ein Mikroskop“, Z.Phys.70,114 - 130

/OS/ „Offene Systeme I“ Hrg. E. v. Weizsäcker, Klett, 1974

/P/ „Gespräch mit C.F.v. Weizsäcker über Martin Wagenschein und Physikdidaktik“ in „Staunen, Fragen, Verstehen. Tagung zum 100. Geburtstag Martin Wagenscheins“ Hrg. von G. Pospiech, F. Siemsen, Th. Görnitz, 1998, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Didaktik der Physik, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt

/PG/ F. Siemsen: „Planetenglut“, Teil 1 in phys.did.17, (1990) 7-27, Heft 1, Teil 2 in phys.did.17, (1990) 21-42, Heft 2

/PP/ M. Wagenschein: „Die Pädagogische Dimension der Physik“, Westermann, 1962

/PI/ C.F.v. Weizsäcker: „Ein Blick auf Platon“, Reclam 1981

/QA/ Th. Görnitz: „Quanten sind anders, die verborgene Einheit der Welt“, Spektrum, Heidelberg, 1999, Taschenbuch, 2006

/WA/ Briefe und das M. Wagenschein Zitat sind aus dem Wagenschein Archiv.

/WG/ C.F.v. Weizsäcker: „Wege in der Gefahr“, Hanser, 1976

/WJ/ C.F.v. Weizsäcker - J. Juilfs. „Die Physik der Gegenwart“, Bonn, 1952

/WN/ C.F.v. Weizsäcker: „Wahrnehmung der Neuzeit“, Hanser, 1983

/WP/ C.F.v. Weizsäcker: „Zum Weltbild der Physik“, Hirzel, 1945