

Jung, Walter

## **Konstruktivismus, Physikalismus und Phänomenologie. In Erinnerung an Martin Wagenscheins hundertsten Geburtstag**

*Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* : ZfDN 3 (1997) 2, S. 3-14



Quellenangabe/ Reference:

Jung, Walter: Konstruktivismus, Physikalismus und Phänomenologie. In Erinnerung an Martin Wagenscheins hundertsten Geburtstag - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 3 (1997) 2, S. 3-14 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-314814 - DOI: 10.25656/01:31481

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-314814>

<https://doi.org/10.25656/01:31481>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**IPN**

Leibniz-Institut für die Pädagogik der  
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)

Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

WALTER JUNG

## Konstruktivismus, Physikalismus und Phänomenologie In Erinnerung an Martin Wagenscheins hundertsten Geburtstag

---

### Zusammenfassung:

In den Didaktiken der Naturwissenschaften ist der sog. Konstruktivismus weit verbreitet, er gilt geradezu als "mainstream". Soll der Konstruktivismus nichts anderes sagen wollen, als das, was seit sehr langer Zeit in der Pädagogik unter dem Stichwort "Selbsttätigkeit" propagiert wird, erübrigte sich, eine Diskussion. Aber er scheint mehr ausdrücken zu wollen, wobei es schwierig ist, die weit streuenden Auffassungen unter dem Schlagwort "Konstruktivismus" auf einen Nenner zu bringen. Ich werde zuerst zu dem Konstruktivismus Stellung nehmen, der eng mit dem Physikalismus liiert ist, und dann Bemerkungen zu seiner Rolle in der Didaktik bzw. zu Alternativen machen.

### Abstract:

In science education the so-called "constructivism" is widely accepted, it may even be considered as the mainstream of epistemological views these days. If constructivism mainly follows the aim of expressing what has been discussed under the heading of "self-activity" in pedagogy it would not be necessary to engage a discussion of constructivism. But it appears that the term demotes much more than this, at least some variants of the broad school of constructivist views seem to do so. In the following, remarks on variants of constructivism will be presented that are closely linked to physicalism. On these grounds, the role of constructivism in science education will be critically discussed and alternative views will be proposed.

---

### 1. Zum Konstruktivismus

Zunächst fällt bei allen Unterschieden der Terminologie als Gemeinsames auf: Jeder konstruiert sein Wissen, seine Bedeutungen, seine Welt und anderes mehr, so kann man lesen. Was daran bemerkenswert ist, scheint mir die Dürftigkeit der Beschreibung der Tätigkeit des jeweiligen Subjekts zu sein: Es konstruiert. Das ist einmal als Tribut an den Zeitgeist zu sehen. Dies ist das Zeitalter der Technik, und in diesen Kontext paßt "konstruieren" bruchlos. Wenn wir aber unvoreingenommen an so etwas wie Erfahrung und Lernen herangehen, gibt es unterschiedliche Akte des Subjekts, z. B. zuhören, etwas finden, etwas entdecken, etwas erfinden, sich etwas ausdenken, an etwas herumdenken, etwas modifizieren, einen Einfall haben, eine Einsicht gewinnen, ein Aha-Erlebnis haben und einen Zusammenhang sehen. Nun hat seit langem kein Didaktiker mehr den Standpunkt vertreten, der Lernende sei ein unbeschriebenes Blatt oder dem Lernenden werde das Wissen übergeben, so wie im Supermarkt

die abgepackte Ware in den Einkaufswagen geworfen wird. Manche Konstruktivisten machen es sich leicht, indem sie gegen solche Strohmänner argumentierten (siehe z. B. Fischer & Aufschnaiter, 1993, 153; dazu mein Hinweis auf Bacon und andere in Jung, 1993, 34 f.). Niemand bezweifelt ernstlich, daß im Lernenden viel vorgeht und vorgehen muß, und daß Subjekte mehr als rein passive Empfänger sein müssen, um lernen zu können. Weshalb sie nach dem Konstruktivismus aber überhaupt keine Empfänger mehr sein können, das ist zu fragen.

Häufig werden in den Diskussionen zwei Gesichtspunkte nicht oder zu wenig beachtet, die vielleicht helfen, darauf eine Antwort zu finden. Der erste ist die Unterscheidung zwischen einer Phänomenologie dieser Akte und einer Theorie zu ihrer Erklärung. Der zweite ist die Unterscheidung zwischen den Vorgängen am Anfang, z. B. dem Spracherwerb des Säuglings und des Kleinkinds, der Kommunikation im Rahmen der entwickelten Sprachgemeinschaft und generell im Rahmen einer Kulturgemeinschaft.

## 2. Phänomen und Theorie

Als theoretische Basis zur Erklärung von Lernphänomenen werden von manchen Konstruktivisten die Neurophysiologie und die Gehirnphysiologie herangezogen, und daher werde ich mich hier vor allem damit befassen. Andere Schulen lehnen sich an die Kognitionspsychologie und andere Psychologien, einschließlich der Psychoanalyse, an. Freud hat das Unbewußte zwar nicht entdeckt, aber er hat es im Rahmen eines Deutungssystems psychischer Vorgänge benutzt, wie es zuvor niemand getan hatte. Er führte "Instanzen" ein, die eine Art Gesellschaft innerhalb des Subjekts bilden, z. B. Ich, Oberich und Es. Freud hat kaum einen Zweifel daran gelassen, daß er einmal eine naturwissenschaftliche (neurologische) Erklärung für seine psychoanalytische Theorie erwartete (Edelman 1989, Note 3 zu Chpt. 3, 281). Minsky's am Computermodell orientierte Vorstellung vom Subjekt als einer "society" von verteilten und koordinierten Agenturen liefert eine Variante einer naturwissenschaftlichen Elaboration dieses Gedankens im Rahmen der an Artificial Intelligence (AI) orientierten Kognitionspsychologie, einem von Neurophysiologen viel kritisierten Konkurrenten. Dabei ist auch auf Whitehead zu verweisen (s. Edelman, 1989), der meines Wissens zuerst eine Person als eine "society" beschrieben hat (Whitehead, 1929; besonders 1933, Chpt. XIII, The Grouping of Occasions), etwa zu der Zeit, als Bertalanffy seine systemtheoretische Biologie zu entwickeln begann. In einer Exposition seiner Theorie hat Whitehead u.a. die folgende Anmerkung gemacht:

"No doctrine of sense-perception can neglect the teaching of physiology. The decisive factor in sense-perception is the brain, and the functioning of the brain is conditioned by the antecedent functioning of other parts of the animal body. ... The activities of nature external to the animal body are irrelevant as to their details ... The human body is the self-sufficient organ of human sense-perception" (Whitehead, 1933, 274).

Seit dem Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Zeilen hat es in der Neurophysiologie

enorme Fortschritte gegeben. Eine sehr aktive Gruppe des Konstruktivismus hat ihre didaktische Theorie ganz auf die Neurophysiologie gegründet. Sie geht von dem Axiom aus - das sie durch die Hirnforschung als begründet ansieht -, daß ins Gehirn, und das heißt in jeden Lernenden, keine Information von außen gelangt. Aber dort kommt sehr wohl etwas an, nämlich modulierte Impulsströme. Nun mag es noch - wie der erwähnte Whitehead annimmt - andere Avenuen geben, die einem Subjekt Information zuführen. Aber auch wenn wir diese umstrittene und spekulative Möglichkeit beiseite lassen, bleiben Zweifel an der These, das Gehirn sei informationell geschlossen. Denn modulierte Impulsströme stellen sehr wohl einen Informationszufluß dar, und das Gehirn ist daher keineswegs informationell abgeschlossen und in diesem Sinn autark.

Die meisten Hirnforscher sehen das natürlich auch so: Ohne die Schleife von "Außen" über die afferenten Zweige, über das Gehirn zu den efferenten Zweigen in die "Außenwelt" hinein usw. wäre das Gehirn ein reichlich nutzloses Organ. Es reagiert aufgrund seiner Anlagen und der Gesetzmäßigkeiten seiner Organisation auf diese Informationen, natürlich auch mit Befehlen nach "Außen". Das ist in der Hirnforschung schon lange unstrittig. Die Verbindung zwischen diesem Informationsfluß und den Prozessen in relevanten Gehirnregionen läßt sich heute in gewissem Sinn beobachten, wenn auch nicht wahrnehmen - eine nützliche Unterscheidung, für die vor allem Brown (1987) mit guten Gründen plädiert -, mit Hilfe von Positronen-Emissions-Tomographie und anderen nicht-invasiven Methoden.

Es ist spannend, diese Zusammenhänge experimentell zu untersuchen. Allerdings muß man feststellen, daß daraus zunächst lediglich Korrelationen zwischen den strukturellen Prozessen im Gehirn und dem Erlebnishaften gesichert werden können. Wie hängt dies Erlebnishafte, z. B. eine bestimmte Farbqualität, eine Schmerzempfindung oder eine "Vorstellung" mit dem Strukturellen zusammen?

Das Freud-Programm, wenn ich das so nennen darf, hat aber eine weitere Vertiefung erfahren, über diese beobachtbaren Korrelationen hinaus. Die Frage ist ja unausweichlich: Was ist das Gehirn? Woraus besteht es, wie läßt sich seine Organisation beschreiben? Daß es sich um eine durch elektrische Impulse und chemische Prozesse bewirkte Organisation handelt, wird heute allgemein akzeptiert. Was also ist das Gehirn? Alles, was die Naturwissenschaften darüber ausmachen können, sind Strukturen und strukturelle Prozesse. Diese, und das ist die erwähnte Vertiefung, lassen sich sehr abstrakt durch die mathematische Behandlung von neuronalen Netzwerken darstellen. Es ist sehr wohl möglich, neurale Korrelate von so etwas wie Begriffen zu konstruieren (siehe z. B. Carmesin & Fischer, 1995). Das alles ist unbestritten. Die Neurophysiologie bietet die wichtigsten und faszinierendsten Fortschritte im Bereich der heutigen Naturwissenschaften.

Doch bleibt eine unüberbrückte Kluft. In den zwanziger Jahren des Jahrhunderts hat der Schweizer Hirnforscher von Monakow im Kontext der Zeit geschrieben, Hirnforscher verhielten sich wie Leute, die bei einer Spiel-dosenmelodie einen Tonausfall registrierten und feststellten, daß auf der Walze ein Zacken fehle, und dann schlössen, der Zacken sei der Ton.

Das muß gewiß im Lichte der heute weit fortgeschrittenen experimentellen Techniken modifiziert werden. Aber es weist drastisch auf diese Kluft hin, die auch die heutige Hirnforschung nicht überbrücken konnte. Auf der einen Seite haben wir die naturwissenschaftlichen Theorien mit ihren strukturellen Beschreibungen, und auf der anderen die erlebnishaften, die "subjektiven" Qualitäten. Das ist ein altes Thema, das geradezu klassisch bei Galilei formuliert ist: Würde man Nasen, Ohren usw. abschneiden, verschwänden die Gerüche, Töne usw., aber es blieben Größe, Gestalt, Bewegung, d.h. es bliebe das Strukturelle.

Die Suche nach Auswegen oder Lösungen ist keineswegs beendet, wie der Sammelband von Warner und Szuba (1994) belegt.

(1) Ein typischer und verbreiteter Ausweg wird sehr eindrücklich von Pöppel formuliert, daß nämlich "alles was an Aktivität im ... Gehirn abläuft, das Wahrnehmungserlebnis selbst ist" (Pöppel, 1937, 145). Vor Jahrzehnten hat B. Russel bezüglich derartiger monistischer Positionen schon darauf hingewiesen, das Gehirn müsse dann wohl ziemlich farbig, laut usw. sein.

(2) Eine andere Möglichkeit besteht darin, alles Erlebnishaftes als eine Illusion anzusehen. Ein amerikanischer Hirnforscher hat diese Position ebenfalls prägnant auf den Punkt gebracht:

"light is nothing but electromagnetic radiation. Colors clearly don't exist outside our brains, nor does sound. ... nothing but a dreamlike state" (Llamas, zitiert in Lemonick, 1995, 44).

Man beachte hier die prägnante reduktionistische Formel "nothing but", die zweifach auftaucht. Aber was ist eine Illusion, was ein Traumzustand? Ist das etwas? Bei Llamas hat man es mit einem Ausweg zu tun, den man sowohl als dualistisch wie auch als monistisch ansehen kann. Die eine Komponente ist - wie bei Galilei formuliert - "wirklich", die andere nicht, oder sollten wir sagen, von minderer Realität?

Das Gehirn produziert auf undurchschaute Weise diese erlebnishaften Qualitäten. Wie kompliziert und komplex neuronale Netzwerke auch sein mögen, niemand könnte aus deren Beschreibungen Erlebnishaftes ableiten. Es ist in den Strukturen nicht angelegt. Ein Zitat aus einem Bericht über das Farbsehen bei Katzen illustriert das sehr gut:

"Das im Laufe der Jahrzehnte gesammelte Wissen über die neuronalen Verbindungen der visuellen Zentren der Katze füllt zwar Bände, aber das Verständnis für das, was das Tier eigentlich sieht, ist noch unterentwickelt" (Tritsch, 1994, N3).

Genau genommen weiß man allein aus diesem Wissen gar nichts über das, was das Tier sieht - darüber kann man nur deshalb etwas vermuten, weil man selbst Seherlebnisse hat.

Die Antwort, das sei eben "Emergenz", ist wenig befriedigend. Emergenz ist eigentlich nur die Bezeichnung für das Problem, aber nicht seine Lösung.

"Some want to talk of experiential properties as 'emergent' relative to non-experiential properties ... it seems to turn the relation between the experiential and the non-experiential into a guaranteed mystery, where before it was merely a mystery" (Strawson, 1994, 77).

Vertreter der Emergenz-Hypothese beziehen sich auf Beispiele aus Physik und Technik (siehe z. B. Lorenz, 1975, 48 f.). Eines der einfachsten ist: Ein Atom (zur Illustration im antiken Sinn verstanden) hat z. B. keine elastische Verformbarkeit. Aber eine Verbindung von Atomen, ein Molekül, kann sehr wohl mehr oder weniger elastisch verformbar sein, d.h. durch die Aggregation kommen neue Eigenschaften in die Welt. So kommen durch die hochkomplexen Molekülverbände, z. B. das Gehirn, durch bestimmte neuronale Prozesse wie schnelle "Assemblies" neue Eigenschaften in die Welt, u.a. eben auch Erlebnishaftes. Aber im Fall der Moleküle ist das völlig durchsichtig. Ein Atom wird ja nicht isoliert betrachtet, sondern als etwas im Raum gemeinsam mit seinem Feld und anderen Atomen und in Wechselwirkung mit ihnen Befindliches.

Das heißt z. B., daß diese elastische Verformbarkeit als Möglichkeit in der Situation vorgehen ist. Das bedeutet nicht, daß man alle neuen Eigenschaften auch vor ihrem Auftreten gleichsam in einem Katalog schon besäße bzw. sie deduzieren könnte. Aber wenn sie auftreten, sieht man, wie sie aus der Anfangssituation entstehen. Beispiele liegen auf der Hand. So erwartet man bei technischen Systemen kein "chaotisches" Verhalten. Aber wenn es auftritt, kann man sehen, weshalb es auftritt bzw. auftreten muß. Nichts dergleichen läßt sich via Analogie auf den Fall Gehirn-Erlebnis übertragen, höchstens als abstrakte Analogie, die aber den Bruch nicht schließen kann, weil sie nur eine ungedeckte Versicherung darstellt.

(3) Eine Variante dieser Position bezeichnet sich als "nicht-reduktionistischen Physikalismus" (siehe z. B. Pland, 1994; recht überzeugende Kritik am nichtreduktionistischen Physikalismus bei Kim, 1994 und Myro, 1994). Das bedeutet, das Erlebnishaftes wird

nicht wegerklärt wie bei monistischen Positionen. Es wird nicht als Illusion angesehen, sondern als etwas, was nun einmal mit dem Riesenmolekül Gehirn entsteht und von ihm bedingt ist. Auf die Problematik einer experimentellen Entscheidung zwischen den Positionen sei hingewiesen. Sie liegt bisher nicht vor.

(4) Spekulativ sind Positionen wie die von Whitehead, nach denen die Welt von oben her theoretisch rekonstruiert werden soll, d.h. alles Wirkliche erlebnishaftes Züge hat. Das ist eine monistische Position, die man von der zuerst skizzierten wohl unterscheiden muß. Sie wurde z. B. von Peirce mit seinem Hinweis anvisiert, daß wir doch als Naturwissenschaftler gar nicht wissen - und man muß hinzufügen, auch nicht wissen können -, was z. B. ein Atom oder ein Elektron ist (Peirce, 1931, 1.311). Die exakten Naturwissenschaften, einschließlich der Neurophysiologie, liefern uns nur Wissen über Strukturen. Sie schließen kraft ihrer Methodologie alles Qualitative und Erlebnishaftes aus. Es auf einer solchen Grundlage wieder in die Welt - und erst recht die "Innenwelt" eines Subjekts - zu praktizieren, ist ein quijotisches Unterfangen. Natürlich wird diese Beurteilung von vielen nicht geteilt. Aber als Provokation sollte man sie schon ernstnehmen.

(5) Es gibt auch Hirnforscher, die einen harten dualistischen Ausweg vorschlagen. Einer der entschiedensten ist Eccles (1939), der glaubt, mit Hilfe der Quantentheorie einen Mechanismus postulieren zu können, wie eine Interaktion zwischen dem Psychischen - nach dem Vorschlag von Popper "Welt 2" genannt - und dem Materiellen - "Welt 1" - ohne Verletzung physikalischer Gesetze möglich sei. Es ist in diesem begrenzten Rahmen nicht möglich, das ausführlicher zu referieren und zu diskutieren.

Hier kommt es mir vor allem darauf an, daß wir sehr weit von einem Konsens in der wissenschaftlichen Gemeinschaft darüber entfernt sind, wie der Graben zwischen dem Erlebnishaften und den zu seiner Erklärung aufgegebenen materiellen Systemen überbrückt werden kann. Bestenfalls verfügt man

über Korrelationen (siehe auch Nagel, 1994, 65) zwischen beiden Bereichen.

Die Frage ist aber, ob die neurophysiologischen Theorien und Fakten, d.h. die unbestrittenen Wissensbestände dazu berechtigen, zu postulieren, daß z. B. das lernende Subjekt sein Wissen völlig autonom "konstruiert". Zunächst ist klar, daß wir - im Rahmen der bisher skizzierten Positionen - das Subjekt durch das Gehirn ersetzen müssen. Auch für harte Dualisten wie Eccles definiert das Gehirn die Person (Eccles, 1993, Kap. 10.1). Im Gehirn laufen Prozesse ab, und die einlaufenden Informationsströme sind Randbedingungen für diese Prozesse. Das heißt auch, die Informationen determinieren diese Prozesse nicht, aber sie sind auch nicht völlig autonom. Das ist der normale Fall bei allen Systemen mit sogenannter "Selbstorganisation". Sie "leben" von den (äußeren) Randbedingungen, und sie "sterben" mit ihnen.

Daß ein Subjekt einen erheblichen Spielraum in seinen Antworten auf äußere Reize hat, weiß man im übrigen auch ohne jede Hirnforschung. Wie wir ankommende optische Signale interpretieren, ist durch diese nicht determiniert, dasselbe kann jeder in bezug auf sprachliche, d.h. akustische Signale feststellen. Das ist auch vor dem Konstruktivismus bekannt gewesen (siehe Peirce, 1930, Beispiel in 2.228; eine sehr ähnliche Theorie in Whitehead, 1927). Weshalb es in der fachdidaktischen Forschung zu wenig thematisiert wurde, erhellt sich aus den Erörterungen im folgenden Abschnitt. Die Frage ist hier lediglich, ob es gerechtfertigt ist, diese Akte von Sinnsuche und Sinnbildung umstandslos als "Konstruktionen" zu bezeichnen. Es ist ein Prozeß, der im Subjekt abläuft und an Randbedingungen geknüpft ist. Dazu gehört insbesondere das, was schon gewußt wird. Ein vages optisches Signal (zum wichtigen Begriff der Vagheit vgl. Peirce, 1932, 2.232; z. B. 5.447 und 1935, 6.347) kann nicht als Weide interpretiert werden, wenn der Sehende keine Weiden kennt. Und er kann "wood" nicht als Wald verstehen, wenn ihm die englische Sprache unbekannt ist. Prozesse der Sinnsuche sind auch aus der Wissenschaftsgeschichte in

Fülle bekannt. (Man denke an die "Entdeckung" der Meteoriten, beschrieben in Westrum, 1982).

Daß diese Deutungsprozesse völlig autonom sind, läßt sich nicht erkennen, so wenig wie die Natur dieser Prozesse als Konstruktionen. Solche gibt es ohne Zweifel. Aber meistens sind es Prozesse, die unbewußt ablaufen, unterbrochen von Reflexion und dem Versuch einer bewußten Kontrolle. Das mißlingt aber oft. Nicht das Subjekt konstruiert den Sinn, sondern der Sinn ergreift das Subjekt. Whitehead drückt dies so aus: "Revelation is the primary characterization of the process of knowing" (Whitehead, 1948, 159). Sie markiert prägnant eine Position, die den Konstruktivismus auf den Kopf stellt. Man kann sie mit einigem Grund eine platonische nennen: Nicht das Subjekt macht die Ideen, die Formen, aus denen Sinn synthetisiert wird, sondern umgekehrt machen die Ideen das Subjekt.

Das wird besonders deutlich, wenn man die extreme Form von Konstruktivismus betrachtet, die sich an der Hirnforschung, an der neuronalen Dynamik, orientiert: Die mathematischen Strukturen werden in all diesen Darlegungen und Schlußfolgerungen als gegeben in Anspruch genommen - Plato hätte sich schwerlich mehr wünschen können.

Abschließend sei auf eine interessante Argumentation von Glasersfeld's eingegangen. Er meint, es sei schon logisch ausgeschlossen, daß ein Subjekt Zustände eines anderen in irgendeiner Form wahrnimmt: Deine Gefühle sind eben nicht meine Gefühle, und wären sie meine, wären sie nicht deine. Logik ist eine schwierige Disziplin. Entscheidend für die Korrektheit eines Schlusses sind die Schlußregeln, und für die Wahrheit der Schlußfolgerung die Wahrheit der Prämisse(n). Man wird nicht behaupten können, hier handele es sich um einen typischen logischen Schluß. Vielleicht könnte man ihn in eine solche Form bringen. Entscheidend ist jedoch die Prämisse, nämlich die, daß das, was ich fühle, mein Zustand ist.

Hier ist sicher nicht der Ort, darauf im Detail einzugehen. Es mag genügen, daß zwei der

bedeutendsten Logiker, Peirce und Whitehead, keine logische Schwierigkeit im Konzept eines "feeling of feeling" sahen. Man muß die implizite Prämisse in von Glaserfeld's Argument, die man "Schuhkarton-Vorstellung" vom Subjekt nennen könnte, keineswegs teilen. Hier geht es nicht um Logik, sondern um Konzeptionen.

Auffallend ist auch, daß Konstruktivisten im Fahrwasser von Glaserfeld's häufig argumentieren, dies oder das ließe sich nicht beweisen - z. B., daß es andere Leute außer dem einen, der gerade argumentiert, gibt. Das deutet darauf hin, daß sich dieses Denken noch ganz im Bann des Philosophierens von Descartes bewegt. Ich denke, diese Position ist von vielen Philosophen verlassen: Wir leben in einer nachcartesischen Epoche.

Die Wahrheit von Schlüssen hängt, wie gesagt, an der Prämisse. Descartes' Versuch, eine unbezweifelbare Grundlage aller Erkenntnis zu gewinnen, scheint mir gescheitert. Der Schluß "Ich denke, also bin ich" ist tautologisch. Die Prämisse steht gerade in Frage: Weshalb heißt sie nicht "Es denkt, also ..." was? (Man sehe sorgfältig Peirce' Essay "The Consequences of Four Incapacities" durch, 1994, 5.264 - 5.310). In Descartes' Ansatz steckt auch ein falsches Verständnis von Wissenschaft. In ihr geht es um "gute Gründe" und nicht um Beweise - und die Möglichkeit zu zweifeln, ist für sich kein guter Grund zu zweifeln. Was "gute Gründe" sind, kann nicht im luftleeren Raum entschieden werden, so als könne es nun eine von aller Entwicklung der Wissenschaft selbst losgelöste, über ihr schwebende Erkenntnistheorie geben, die ein für allemal die Frage beantwortet: Was ist ein guter Grund? (Aber damit kann man sich natürlich - um ein Epitheton von Kant zu gebrauchen - "artig" beschäftigen).

Außerdem lebt niemand von Beweisen, allenfalls von Überzeugungen.

### 3. Kommunikation in der Kulturgemeinschaft

Es steht außer Frage, daß die Entwicklung des Säuglings und des Kleinkinds in physischer,

emotionaler, kognitiver Hinsicht ein unheimlich komplizierter Prozeß ist. Das ist in zahlreichen empirischen Befunden und theoretischen Deutungen sicher noch keineswegs erschöpfend und konsensfähig, dargelegt worden.

Als gesichert kann jedoch angesehen werden, daß im Rahmen der Erziehung - der schulischen wie außerschulischen - innerhalb einer Kulturgemeinschaft in dem Alter, in dem eine systematische Unterweisung in den Naturwissenschaften beginnt, eine hochentwickelte Sprachkompetenz und ein hochentwickeltes Interpretationssystem der Wahrnehmungen gemeinsamer Besitz ist. Zwar bleibt richtig, daß den Zeichen nach wie vor ein gewisses Maß an Vagheit zugeordnet ist, d.h. der Interpretant des eingehenden Zeichens ist nicht absolut durch das Zeichen determiniert. Aber der alltägliche Diskurs braucht nicht immer wieder jedesmal mühsam entwickelt zu werden, wie es im Verlauf der Entwicklung und des Lernens geschehen mußte. Eine Analogie kann das veranschaulichen: Wenn wir uns telefonisch mit einem anderen Menschen unterhalten, laufen sehr komplexe Prozesse in den Übertragungskanälen ab. Sie wurden im Lauf der technischen Entwicklung immer raffinierter, mit den unterschiedlichsten Methoden der Kodierung und Dekodierung in der Strecke zwischen den Ohren an den beiden Ein- und Ausgängen. So lange das funktioniert, muß man sich darum nicht kümmern - es ist installiert. Und genau so ist es mit der Strecke zwischen dem Ohr und dem verstehenden Subjekt.

Ohne jeden Zweifel wurde von Lehrern und von Didaktikern der Verstehensprozeß zu einfach gesehen. Man mag es als Verdienst des Konstruktivismus ansehen, daß er das Problematische am Lernen von Neuem wieder stärker in den Vordergrund gerückt hat. Doch war das in didaktischen Positionen immer präsent. Man kann es geradezu als das Verbindende zwischen den Fachdidaktikern der verschiedensten Richtungen ansehen, daß sie sich gegen die vor allem bei Physikern und Chemikern verbreitete Vorstellung einig waren, die Vorstellung nämlich, man müsse den

Sachverhalt nur richtig erklären, dann stelle sich auch das Verstehen ein.

Daß das nicht so ist, liegt genau daran, daß Neues - neue Phänomene, neue Sachverhalte, neue Wörter und Wortverbindungen - auf den Lernenden treffen, die im gemeinsamen Bestand noch nicht vorkommen und deren Interpretanten daher in besonderem Maße vage sind. Das hat übrigens noch gar nichts damit zu tun, ob das Subjekt "berieselt" wird, ob mit anderen Worten ein Lehrer auf es einredet, ihm ein Experiment vorführt oder ob dem Subjekt etwas absichtslos präsentiert wird oder ob es sich selbst etwas sucht. Das Subjekt hat mehrere Möglichkeiten zu reagieren. Es kann sich z. B. abschotten, d. h. sich einfach weigern, sich mit diesem Unverstandenen zu befassen. Oder es kann auf der Grundlage dessen, was es schon weiß, Hypothesen darüber entwickeln "At length a conjecture arises", wie Peirce vorsichtig formuliert (1935, 6.469): "arises" nicht "is constructed" -, was gemeint sein könnte oder wie das Experiment, das Phänomen und ähnliches mehr zu verstehen sei. Was sollte es anderes tun, als auf das zurückzugreifen, was es schon weiß und zur Verfügung hat?

Das Subjekt kann auch auf andere Weise seinen Vorrat an Kommunikationsmöglichkeiten nutzen, den es mit dem Lehrer gemeinsam hat, nutzen und Fragen stellen, es kann selbst probieren und sogar experimentieren.

Verschiedene Hypothesen sind darüber entwickelt worden, wie man am besten Neues lernt. Ausubels Theorie des "meaningful verbal learning" (z. B. Ausubel & Robinson, 1969) empfahl z. B. das Lernen "von oben". Man steigt mit einem möglichst allgemeinen Rahmen ein, der zum gemeinsamen Bestand von Lehrendem und Lernenden gehört und füllt diesen Rahmen Schritt für Schritt aus. (Ein Beispiel habe ich in Jung, 1985, diskutiert).

Diese Empfehlung ist insofern interessant, als sie ganz und gar darauf beruht, daß der Lernende kein Säugling ist, der in einem langwierigen Prozeß erst alle Bedeutungen aufbauen muß. Er verfügt über einen ausgedehnten Wissens- und Sprachbestand. Das bedeu-

tet keineswegs, daß Information einfach übertragen wird. Der verbal Belehrte hat, gerade wenn es sich um Neues handelt, mehrere Möglichkeiten, Mitteilungen zu verarbeiten, d.h. sie mit dem, was er schon weiß, in Beziehung zu setzen. Möglicherweise muß er, was er schon weiß, auch abändern.

Es ist wirklich lange bekannt, daß Zuhören ein höchst aktiver Vorgang ist. Das bedeutet aber nicht, daß Verstehen vom Hörenden konstruiert werde. In der Regel hat er keine Kontrolle über den Vorgang; es passiert. Kontrolle übt das Subjekt meist nachträglich aus, wenn es das Gehörte Revue passieren läßt und überprüft, ob es alles "verstanden" hat. Jeder kennt das von Vorträgen und Vorlesungen. Dann kann es zu einer im prägnanten Sinn konstruktiven Anstrengung kommen.

Man kann Lernende natürlich auch mit Phänomenen, mit Experimenten und ähnlichem mehr konfrontieren in der Hoffnung, daß sie interessant genug seien, um sie zu veranlassen, sich damit auseinanderzusetzen. Die Bremer Didaktik-Gruppe (Aufschnaiter & Wetzel, 1996; Fischer & Aufschnaiter, 1993; s. auch Aufschnaiter & Wetzel in diesem Heft) hat dieses Programm mit bemerkenswerter Konsequenz abgearbeitet. Die Lernenden werden über längere Perioden hin beobachtet, und ihr Verhalten wird analysiert. Dabei wird ein Kategoriensystem zugrundegelegt, mit dessen Hilfe gewisse Gesetzmäßigkeiten der Begriffsbildung erkennbar werden. Es mag offen bleiben, ob nicht andere Systeme genauso gut oder besser als Analyseinstrumente geeignet wären, und ob die Interpretationen des Verhaltens und der Äußerungen der Lernenden überhaupt konsensfähig sind. Insgesamt stellt sich das Unternehmen als eine sehr detaillierte Untersuchung dessen dar, was man früher "Selbsttätigkeit" nannte, die freilich in nicht unerheblichem Maß angeleitet ist. Eine Besonderheit ist lediglich die enge Bindung an das Kategoriensystem.

Was hat das Unternehmen mit Konstruktivismus zu tun? Man kann es weitgehend davon abgelöst verstehen. Daß Wahrnehmung, Experimentieren und Probieren sowie Hypothesenbildung, verschränkt sind - ein Punkt,

der in der Gruppe im Zusammenhang mit dem Kategoriensystem stark betont wird -, ist schließlich nicht neu, sondern das wird seit langem sowohl in der Wissenschaftsgeschichte, der Wissenschaftstheorie und auch in der Pädagogik dargestellt. Noch der einfachste Bericht über naturwissenschaftliche Entdeckungen kommt ohne eine Skizze dieser Verschränkung nicht aus.

Bleibt die Insistenz auf der Autonomie des Lernsubjekts, dem nach dem Konstruktivismus, vor dessen Folie die Gruppe ihre Arbeit sieht, nichts, keine Bedeutung, kein Wahrnehmungsurteil, vermittelt werden kann: Es muß alles selbst "konstruieren". Aber weder ist die Bezugnahme auf Neurophysiologie überzeugend, noch deckt sich die These mit dem, was in der Praxis, auch introspektiv, beobachtet wird. Wie käme ein Lernender auch dazu etwas zu "konstruieren", wenn bei ihm gar nichts ankäme, und er gar nichts als Grundlage von "Konstruktionen" zur Verfügung hätte?

Gelegentlich wird die Autonomie des Gehirns mit Darwinistischer Evolution kombiniert (z. B. Roth, o.J.; Edelman, 1989): Es überleben eben nur solche Individuen, in deren Gehirn überlebensträchtige Konstruktionen entstehen. Der Selektionsprozeß führt zu angepaßten Strukturen in der Population, und daher ist nicht einmal ein Säugling ohne Ressourcen für die Ontogenese seines Verstehens, d.h. man hat es mit einer genetisch bedingten Präfiguration der Gehirne zu tun - ist das autonome Konstruktion?

"Die" Evolution ist ein überindividueller Prozeß, er ist kein "Wesen", das etwas macht. Das ist dieselbe Mystifizierung wie "Selbstorganisation". Evolution als "Konstrukteur" zu bezeichnen, ist ungefähr so sinnvoll, wie das Quietschen eines Reifens einen Musiker zu nennen oder den physikalischen Prozeß des Kristallisierens einen Platzanweiser für Moleküle. Hier wäre ein Zitat des beliebten Eliminators Wittgenstein am Platz, die "Verhexung unsres Verstandes durch die Mittel unserer Sprache" (Wittgenstein, 1953, 47).

Es ist eben so: Im Subjekt ist in begrenztem Umfang und mit Rändern von Vagheit Ver-

stehen auch genetisch installiert - in der Sprache, in der Wahrnehmung und übrigens auch im afferenten Bereich - so daß wirklich "Bedeutung" übertragen werden kann; und es entsteht in ihm Neues, das nicht einfach übertragen werden kann, weil geeignete Interpretanten fehlen. Aber dieses Neue entsteht weder völlig autonom, sondern im Kontext der installierten Verstehensinstrumente, noch wird es generell in irgendeinem prägnanten Sinn "konstruiert", obgleich das vorkommt.

Daß das Subjekt aufgrund eigener Aktivität lernen muß, ist ernstlich von niemand bestritten worden. Ich würde allerdings auch nicht ausschließen, sowohl im Hinblick auf die mit der Hirnphysiologie verbundene Pharmakologie als auch in Erinnerung an Verfahren der Gehirnwäsche - von Techniken des Zen ganz abgesehen -, daß "Lernen" erzwungen werden kann.

Für die Didaktik sollte das keine Rolle spielen. "Aufgrund eigener Aktivität" ist freilich eine vereinfachte und daher irreführende, wenn auch bequeme Ausdrucksweise: Im Subjekt laufen Prozesse ab, in der Regel gibt es kein "Selbst", das sie alle unter Kontrolle hätte und von dem man daher sagen könnte, es führe sie aus.

#### 4. Konstruktivismus und Didaktik

Was zu Beginn bereits gesagt wurde, sei noch einmal wiederholt: Gegen die These, der Lernende sei "selbsttätig" und seine Selbsttätigkeit müsse gefördert werden, gibt es keine Einwände. Sie gehört zum Konsenskern der Didaktik, was nicht ausschließt, daß auch das Zuhören gelernt werden muß, das Bemühen, einen anderen zu verstehen und sich selbst zurückzunehmen.

Das scheint nicht mehr zum Kernbestand der Didaktik zu gehören. Auch die immer einmal wieder auftretende Verherrlichung von "Kreativität" sollte mit Skepsis betrachtet werden: Sechs Milliarden Menschen, die pausenlos "kreativ" sind, ist eine schreckliche Vorstellung, die es mit der vom Jüngsten Gericht aufnehmen kann. Was darüber hinaus zum

Konstruktivismus zu sagen ist, sei kurz ausgeführt.

(1) Die Bezugnahme auf Hirnforschung und Neurophysiologie bringt bislang keine substantiellen Ergebnisse, die nicht auch vor einem anderen Hintergrund gedeutet werden können.

(2) Gerade die Verwendung von Hirnforschung und Neurophysiologie begründet Zweifel an der These, der Lernende "konstruiere" sein gesamtes kognitives Inventar (natürlich auch sein emotionales). Ablaufende physiologische Prozesse sind keine Konstruktionen. Die gängige, aus der Physik stammende Mystifizierung - die Begeisterung, mit der diese Mystifizierung von Laien wie von Naturwissenschaftlern aufgenommen wurde, verdiente eine tiefenpsychologische Analyse - bestimmter Prozesse als "Selbstorganisation" verdeckt die simple Tatsache, daß kein physikalisches System ein "Selbst" ist. Als System wird es vom Betrachter abgegrenzt, und es entwickelt sich entsprechend den Gesetzen der Wechselwirkung zwischen den Molekülen, so wie bei jedem physikalischen System. Daß in manchen Systemen unerwartete und erstaunliche Konfigurationen auftreten, ist eine Besonderheit für den Beobachter, nicht für die Systeme. Daß solchen Systemen die Fähigkeit zugeschrieben wird zu "konstruieren", ist lediglich Folge der erwähnten Mystifizierung: Wir verstehen das System so, weil wir selbst "Konstruktionserlebnisse" haben. Die Situation ist vom Grundsätzlichen her lange aus den Anfängen der Automatenkonstruktion bekannt. Man kann einen Automaten bauen, der sich verhält wie ein Wesen, das eine Absicht verfolgt. Aber diese Interpretation des Verhaltens resultiert nur daraus, daß wir selbst "wissen" was ein "Absicht-Verfolgen" ist, weil wir das schon oft gemacht haben. Man denke sich - was vielleicht nicht möglich ist - einmal alles Erlebnishaftes weg und betrachte dann den Automaten. Man kann sein Verhalten beschreiben, aber darin könnte das "Absicht-Verfolgen" nicht vorkommen.

(3) Ähnlich ist es mit dem erklärten Ziel vieler Neurophysiologen, ein neuronales Modell

für Intentionales, für "Repräsentation" und anderes mehr zu (er)finden. Das ist sicher möglich, und diese Bemühungen verdienen jede Unterstützung. Nur beziehen sie ihr Interesse ausschließlich aus der Projektion von Erlebnisformen auf das materielle System. Das fängt bei der Beobachtung von Tieren an. Es macht z. B. "Beute", und zweifellos hat es gelernt, sicher unter Beteiligung seines Gehirns, sich zu verhalten, wie es sich nun einmal verhält. Aber daß es "Beute macht" ist eine Betrachtungsweise des beobachtenden Biologen - das neuronale System weiß nichts von "Beute". Eine physikalische Beschreibung der Wirklichkeit - also Organismus samt Umgebung - würde die Abgrenzung des Organismus von der Umgebung nur als eine unter sehr vielen anderen Möglichkeiten liefern können.

Ein Betrachter, der nichts als Physik im Kopf hat, könnte vielfältige Systemabgrenzungen vornehmen und ihre Dynamik untersuchen. Tatsächlich beziehen auch Biologen und Neurophysiologen ihre Interpretationsmuster primär aus ihrem menschlichen Erleben der Welt und ihrer selbst. Und da sind nicht alle Systemabgrenzungen gleich. Das bezieht sich natürlich auch auf die Physik "the sort we now accept" (Warner, 1994, 3).

Alle Naturwissenschaft beruht auf wahrgenommenen Zeugnissen (d. h. auf Wahrnehmung "in the mode of presentational immediacy" in Whitehead's Terminologie). "Beruht auf" soll nicht heißen, Wissenschaft ergebe sich automatisch nur aus Wahrnehmungen - Denken und Mathematik spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Aber man stelle sich vor (vielleicht ist das gar nicht möglich), man würde alle solche Wahrnehmungserlebnisse löschen, was bliebe dann von den Naturwissenschaften, Physik, Chemie, Biologie und sogar Neurophysiologie übrig? Dann wären alle Apparate weg, alle Untersuchungsinstrumente, sogar das Gehirn in Spiritus. Was bliebe übrig? Vielleicht Formeln, mathematische Muster. Aber selbst das ist zu bezweifeln. Denn wie definieren wir Muster ohne wahrnehmbare Symbole, Buchstaben, Variable usw.

(4) Wer sich als Pädagoge oder Didaktiker Hilfe von der Hirnphysiologie erhofft, den kann man nur ermutigen. Physiologische Gesichtspunkte hat es in der Pädagogik schon lange gegeben, z. B. bei der Berücksichtigung von Ermüdungs- und Überforderungserscheinungen. Mindestens seit Anfang des 19. Jahrhunderts haben sich Mediziner auch um Lernprobleme gekümmert. Das Gehirn spielt bei vielen Krankheiten und Schwächen eine zentrale Rolle, und diese können medikamentös beeinflußt werden. So kann es auch beim Lernen sein. Und wem hier über die Gehirn- und Neurophysiologie Beeinflussungsmöglichkeiten zuwachsen, der soll sie nutzen, und den soll man fördern. Darüber gibt es keinen Streit.

(5) Auch wenn dies alles zugestanden wird - was selbstverständlich sein sollte, aber erwähnt werden muß, um billige Kritik zu vermeiden -, so bedeutet das doch keineswegs, man müsse auch die naturalistische Arbeitshypothese übernehmen, Erlebnishaftes ließe sich eines Tages physikalisch erklären. Sowohl die naturalistische wie die mentalistische Auffassung stellen Arbeitshypothesen dar, für deren Annahme jeweils noble oder weniger noble Motive ausschlaggebend sein können. Nur stellt sich für mich die Frage, weshalb ausgerechnet Pädagogen und Didaktiker sich mit einer Arbeitshypothese identifizieren wollen, die weit von jeder überzeugenden Bestätigung entfernt ist. All das eliminieren zu wollen, was Lehrer und Schüler im Klassenzimmer erleben und durch ein Modell zu ersetzen, scheint mir auf eine Amputation hinauszulaufen.

(6) Nicht so, sagen auch manche Neurophysiologen:

Die Gehirnprozesse sind ja das Erleben. Für diese gewaltsame Lösung des Mind-Body-Problems sehe ich einstweilen keine Grundlage. Im sich selbst auflösenden "Projekt Aufklärung", im konsequent szientistischen Weltverstehen, wird der Mensch zu dem, was Spaemann und Löw prägnant formuliert haben: "... der Mensch selbst sei ein Anthropomorphismus" (Spaemann und Löw, 1981, 11).

(7) Physikalismus war für Wagenschein ein Hauptgegner. Den (heutigen) Konstruktivismus hat er nicht gekannt. Aber daß das Wissen von jedem selbst entwickelt werden muß, war eine seiner wichtigen Positionen: Mitteilungen seien nur sinnvoll, wo sie auf vorbereiteten Boden fallen. Das ist eine weiter gut haltbare und für die Didaktik konstitutive Position.

Seine Vorstellung über das Verhältnis von "Primären", nämlich der sinnlich erfahrenen und erlebten Natur einerseits und den Naturwissenschaften andererseits hat er, denke ich, zu einfach gesehen. Die Rolle der Physik und anderer "exakter" Naturwissenschaften, insbesondere auch der Neurophysiologie, kann man nicht wegdiskutieren oder in die sekundäre Rolle verweisen als etwas, das sich "über das Papier wölbt", wie er sich einmal ausgedrückt hat. Das gilt selbst für die Physik. Er hatte keine Theorie über den Zusammenhang der "Aspekte", und wenn er sie hatte, hat er sie nicht verraten. Was aber von seiner Position bleibt, ist: Die sinnliche Welt, sei sie "primär" oder "sekundär", ist die, in der wir leben, zuhause sind und zuhause bleiben wollen.

#### Anmerkung

Der vorstehende Beitrag basiert auf einer Arbeit, die hier nur gekürzt wiedergegeben werden konnte. Vor allem die umfangreichen Fußnoten mußten weggelassen werden. Die vollständige Arbeit kann beim Autor angefordert werden.

## Literatur

- Aufschnaiter, St. von & Welzel, M. (1996). Beschreibung von Lernprozessen. In R. Duit & Chr. v. Rhöneck Hrsg., *Lernen in den Naturwissenschaften*. Kiel: IPN, 301-327.
- Ausubel, D.P. & Robinson, R.G. (1969). *School Learning. An Introduction to Educational Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Brown, H.I. (1987). *Observation and Objectivity*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Burgers, J.M. (1989). *Experience and Conceptual Activity*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Carmesin, H.O. & Fischer, H.E. (1995). Die Entstehung eines Netzwerks zur Elektrostatik durch Hebb-Synapsen. In *Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hrsg., Vorträge auf der Physiker-Tagung in Berlin, 1994*.
- Chalmers, D. (1996). *The Conscious Mind*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Churchland, P.M. & Churchland, P.S. (1994). *Intertheoretic Reduction: A Neuroscientists Field Guide*. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 41-54.
- Churchland, P.M. (1988). *Matter and Consciousness. Revised Edition*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Dretske, F. (1994). *Mind and the Brain*. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 131-155
- Eccles, J.C. (1989). *Die Evolution des Gehirns - Die Erschaffung des Selbst*. München, Zürich: Piper & Co.; Neuausgabe 1993.
- Edelman, G.M. (1989). *The Remembered Present. A Biological Theory of Consciousness*. New York: Basic Books Publ.
- Fischer, H.E. & Aufschnaiter, St. von (1993). *Development of Meaning During Physics Instruction: Case Studies in View of the Paradigm of Constructivism*. *Science Education* 77, 51-56.
- Glaserfeld, E. von (1992). *A constructivist view of learning and teaching*. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer, Eds., *Research in Physics Learning: theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, 29-39.
- Jung, W. (1985). *Elementary Electricity: An Epistemological Look at some Empirical Results*. In R. Duit, W. Jung & C. v. Rhöneck, Eds., *Aspects of Understanding Electricity*. IPN Arbeitsberichte Nr. 59: Kiel: IPN, 235-246.
- Kim, J. (1994). *The Myth of Nonreductive Materialism*. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 242-260.
- Latour, B. (1990). *The Force and Reason of Experiment*. In H.E. Legrand, Ed., *Experimental Inquiries. Historical, Philosophical and Social Studies of Experimentation in Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publ.
- Lemonick, M.D. (1995). *Glimpsis of the Mind*. *TIME*, July 31, 34-44.
- Lorenz, K. (1976). *Die Rückseite des Spiegels*. München, Zürich: Piper & Co.
- Myro, G. (1994). *On the Distinctness of the Physical and the Mental*. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 329-342.
- Nagel, Th. (1994). *Consciousness and Objective Reality*. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 63-68.
- Peirce, C.S. (1931). *The collected papers of C.S. Peirce*. Edited by Hartshorne and Weiss. Vol.1. Harvard, (Mass.): Harvard University Press.
- Peirce, C.S. (1932). *The Collected Papers of C.S. Peirce*. Edited by C. Hartshorne and P. Weiss. Vol.2. Harvard, (Mass.): Harvard University Press. (Nachdruck von Vol.1 und 2 in einem Band 1960).
- Peirce, C.S. (1934). *The Collected Papers of C.S. Peirce*. Edited by C. Hartshorne and P. Weiss. Vol.5. Harvard, (Mass.): Harvard University Press.
- Peirce, C.S. (1935). *The Collected Papers of C.S. Peirce*. Edited by C. Hartshorne and P. Weiss. Vol. 6. Harvard, (Mass.): Harvard University Press. (Nachdruck zusammen mit Vol.5 in einem Band 1960).
- Pöppel, E. (1987). *Die Grenzen des Bewußtseins*. München: dtv.
- Poland, J. (1994). *Physicalism. The Philosophical Foundations*. Oxford: The Clarendon Press.
- Roth, G.J. (o.J.). *Bedeutungsentstehung im Gehirn*. In *Schriftenreihe der Forschergruppe "Interdisziplinäre Kognitionsforschung"*, Band 1, Universitäten Bremen und Oldenburg.
- Spaemann, R. & Löw, R. (1981). *Die Frage Wozu. Geschichte und Wiederentdeckung des teleologischen Denkens*. München und Zürich: Piper & Co.
- Squires, E. (1990). *Conscious Mind in the Physical World*. Bristol and New York: Adam Hilger.
- Strawson, G. (1994). *The Experiential and the Non-experiential*. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 69-86.
- Tritsch, M. (1995). *Die farbige Welt der Katzen*. *Natur und Wissenschaft*, FAZ Nr. 225 N3.

- Warner, R. & Szuba, T., Eds. (1994). *The Mind-Body Problem. A Guide to the Current Discussion*. Cambridge (Mass.): Basil Blackwell.
- Warner, R. (1994). Introduction. In R. Warner & T. Szuba, a.a.o., 1-16.
- Westrum, R. (1982). Science and Social Intelligence about Anomalies: The Case of Meteorites. In M.H. Collins, Ed., *Sociology of Scientific Knowledge. A Source Book*. Bath: Bath University Press, 185-217.
- Whitehead, A.N. (1927). *Symbolism. Its Meaning and Effect*. New York: Macmillan.
- Whitehead, A.N. (1929) *Process and Reality. An Essay in Cosmology*. New York: Macmillan.
- Whitehead, A.N. (1933). *Adventures of Ideas*. New York: Macmillan.
- Whitehead, A.N. (1948). *Essays in Science and Philosophy*. New York: Philosophical Library.
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophische Untersuchungen* Oxford: Basil Blackwell.

Dr. h.c. Walter Jung ist emeritierter Professor für Didaktik der Physik an der Universität Frankfurt.

Professor Dr. Walter Jung  
Am Grundweg 27  
64342 Seeheim-Jugenheim