

Die Welt als Konstruktion

Hans-Dieter Mutschler

(Österreichischer Wissenschaftstag in Wien Oktober 1997)

in: Magerl, G./ Komarek, K. (Hg.): Virtualität und Realität: Bild und Wirklichkeit der Naturwissenschaften, Böhlau-Verlag Wien 1998

<i>Einleitung</i>	1
1) <i>Argumente für den Konstruktivismus</i>	3
2) <i>Kritik am Konstruktivismus</i>	12
<i>Fazit</i>	15
<i>Literatur</i>	17

Einleitung

“Konstruktivismus” kommt von “Konstruktion” und ist somit eine prinzipiell technische Kategorie, bei der das Gemachte, nicht das Gefundene im Vordergrund steht. Der Gegenpart zum Konstruktivismus ist der Platonismus. Der Platoniker behauptet, daß wir die wissenschaftlichen Wahrheiten *vorfinden*, der Konstruktivist, daß wir sie *erfinden*. Zwischen beiden Positionen scheint eine vollständige Disjunktion zu bestehen: entweder die Welt ist *an sich* strukturiert und die wahre Erkenntnis ein Abbild dieser vorgängigen Strukturiertheit der Welt oder das Wissen geht darin auf, nützlich zu sein für uns, Meßdaten zu ordnen, den Bau technischer Geräte zu ermöglichen, unseren prekären Stand in der Natur zu sichern usw. In diesem Fall ist die wissenschaftliche Wahrheit im selben Sinne konstruiert wie die technischen Geräte, die wir herstellen. Ihre Übereinstimmung mit dem Gegenstand ist ihrerseits gegenstandslos.

Konstruktivisten haben sich im Sinn dieser ausschließlichen Alternative geäußert. Sie gaben sehr starke Gründe an, die für die Vermitteltheit unseres Erkennens im Sinn einer “Konstruktion” sprachen. Damit glaubten sie, daß jede Wahrheitstheorie erledigt sei, die von einem Korrespondenzverhältnis zwischen Erkenntnis und Gegenstand ausgeht.¹

Rangiert man den Erkenntnisprozeß in die Kategorien “erfinden” versus “vorfinden” ein, dann scheint eine Wahl zwischen diesen beiden Alternativen unausweichlich und

da man relativ leicht zeigen kann, daß wir die Erkenntnisgegenstände nicht einfach nur vorfinden, scheint der Konstruktivismus unvermeidbar. Hegel hat mit einem anderen Begriffspaar gearbeitet, das dem Erkenntnisprozeß angemessener erscheint, mit den Begriffen der "Vermittlung" und der "Unmittelbarkeit".

Der Konstruktivist betont das Vermittelte an der Erkenntnis. Soziale, biologische oder geschichtliche Vorgaben determinieren derart stark unseren Erkenntnisprozeß, daß uns der Gegenstand dahinter verschwindet.

Der Korrespondenztheoretiker pointiert die Unmittelbarkeit des Erkennens. Der Erkennende erfaßt im Akt des Erkennens die innere Wesensform des Erkannten, bei Plato etwa die "Idee", bei Aristoteles die "Form". Was die Sache an sich *ist*, erscheint im Erkennenden, zwar auf die Weise des Erkennenden, aber es ist *die Sache selbst*, die da erscheint.

Um 1800 verliefen die Fronten noch anders als heute, aber die heutigen Gegensätze waren bereits damals vorgezeichnet. Kant gilt den heutigen Konstruktivisten zu Recht als Gründervater ihrer Erkenntnistheorie. Er betont die Vermitteltheit des Erkennens auf Kosten des Zugangs zur Sache selbst. Der Gegenstand verschwindet nach Kant hinter unserer kategorialen Formung. Im Gegensatz dazu erscheint dem mechanistischen Materialisten oder auch dem Spiritualisten Schellingscher Prägung das Erkennen als ein Akt der Unmittelbarkeit. Entweder die sinnliche oder die intellektuelle Anschauung verbürgt, daß sich uns der Gegenstand *als ein solcher* erschließt.

Gegenüber diesen unfruchtbaren Gegensätzen macht Hegel darauf aufmerksam, daß Unmittelbarkeit und Vermittlung keine sich ausschließenden Alternativen sind.

Wenn ich einen Gegenstand sehe, sehe ich ihn vermittelt durch die spezifischen Leistungen meiner Augen, aber dies hindert nicht, daß ich *den Gegenstand* sehe. Für die Hegelsche Philosophie ist der Begriff der "Vermittlung" die zentrale Kategorie und Hegel betont immer wieder, daß mit der Idee der "Vermittlung" kein Gegensatz gegen die Unmittelbarkeit bezeichnet wird.

Diese Hegelsche Position ist unabhängig von seiner Identitätsphilosophie. Sie bewährt sich in allen Bereichen. So hat z.B. Arthur Danto in seiner "Analytischen Geschichte der Philosophie" darauf aufmerksam gemacht, daß die Forderung nach einer historischen Unmittelbarkeit die Geschichtswissenschaft zerstören würde.² Man kann nicht sagen, daß die Geschichtswissenschaft deshalb nichts von ihrem Gegenstände weiß, weil ihr alles Wissen nur durch die Vermittlung von Dokumenten

zugänglich ist und nicht unmittelbar durch die Sache selbst. Gerade, wenn wir keine Dokumente hätten, wüßten wir auch nichts von der Geschichte. Nur indem sie durch Dokumente vermittelt wird, kommt sie uns zu Gesicht.

Wenn die Hegelschen Begriffe der "Vermittlung" und der "Unmittelbarkeit" dem Erkenntnisprozeß angemessener sind als die des "Vorfindens" oder des "Erfindens" und wenn diese Begriffe sich wechselseitig nicht ausschließen, sondern implizieren, dann ist damit gesagt, daß die abstrakte Entgegensetzung von Platonismus versus Konstruktivismus auf einem Denkfehler beruhen muß. Wir haben nicht zu wählen, sondern ins Verhältnis zu setzen.

Ich werde mich also im folgenden nicht mit einer dieser Extrempositionen identifizieren, sondern einen "dritten Weg" aufzeigen, allerdings so, daß ich den Einwand des Konstruktivismus gegen eine bloße Unmittelbarkeit des Erkennens sehr ernst nehme. Unser Erkennen ist viel stärker von konstruktiven Elementen durchdrungen, als es insbesondere im Wissenschaftsbetrieb zur Geltung kommt. Ich möchte daher zunächst einmal die Argumente, die *für* den Konstruktivismus sprechen, stark machen, um sie dann partiell außer Kraft zu setzen. Der Konstruktivismus ist die notwendige Korrektur eines naiven Szientismus, der unter Wissenschaftlern nach wie vor sehr verbreitet ist.

1) Argumente für den Konstruktivismus

Bei Plato wurzelt das wahre Erkennen im intelligiblen Gehalt der Gegenstände. Wahrheit ist die Übereinstimmung mit diesem objektiven Gehalt. Plato geht so weit, diese Konzeption auch auf das Technische zu übertragen: Er fordert bei Artefakten "das seiner Natur nach jedem (Zwecke) angemessene Werkzeug".³ D.h. es gibt das "wahre" Haus, die "wahre" Brücke oder den "wahren" Schild usw.

Diese Idee einer prästabilierten Lösung für die technischen Probleme wurde bis in unser Jahrhundert hinein gehalten. Der Technikphilosoph Friedrich Dessauer ging davon aus, daß es für jede technische Problemstellung die "wahre Lösung" gibt, daß also noch nicht einmal der Techniker "erfindet", sondern daß sogar er bloß nachkonstruiert, was im Sein grundgelegt wurde.⁴

Diese Position fand in der Technikphilosophie keinen großen Anklang. Zu deutlich ist, daß wir bei gegebener Fragestellung eine Fülle von Realisationsmöglichkeiten haben, die sich nicht auf einer linearen Achse des "besser" und "weniger gut" anordnen lassen. Realisiert ein Dat-Recorder den Zweck der Musikübertragung

besser als ein CD-Player? Ist das wahre Haus flach und breit oder hoch und schmal, die wahre Flasche aus Plastik oder aus Glas?

Wenn wir im Bereich des Technischen keine Veranlassung haben, an prästabilte Lösungsgestalten zu glauben, so haben doch manche Naturwissenschaftler den Platonismus bis in unser Jahrhundert gehalten.

Nach Einstein erkennt der Physiker das "was ist" (in einem emphatischen Sinn). Die Konstrukte dieser Wissenschaft sind in Wahrheit Rekonstruktionen, letztlich der Gedanken Gottes, wobei sich Einstein Gott im Sinn eines spionzistischen Weltprinzips vorstellt, nicht als personalen, christlichen Gott.

Ein solche Metaphysik der Physik steckt meines Erachtens nicht nur hinter den Ansätzen von Einstein, Planck oder Heisenberg, Autoren, die sich explizit zu einer apersonal-theistischen Metaphysik bekannt haben, sondern auch hinter Konzeptionen von Autoren, die eine "endgültige Theorie", die "Weltformel" oder eine "Theorie für alles" suchen, also hinter der Konzeption von Physikern wie Stephen Hawking, Steven Weinberg und anderen, die sich zwar zum weltanschaulichen Materialismus bekennen, andererseits aber davon überzeugt sind, daß die Wirklichkeit selbst so geartet ist, daß wir mit Hilfe der Physik ihre letzte, nicht mehr relativierbare Wahrheit erfassen können.

Es scheint nun aber, daß dieser physikalische Platonismus mit großen Schwierigkeiten verbunden ist und daß er mit einer gewissen Leichtfertigkeit die konstruktiven Anteile übergeht, die in unserem Erkennen enthalten sind. Ich möchte diese Anteile in theoretischer, praktischer und erkenntnistheoretischer Hinsicht herausarbeiten:

In theoretischer Hinsicht gibt es drei Gründe, die gegen eine naive Abbildtheorie der Erkenntnis, und damit gegen den Platonismus sprechen, einmal die empirische Unterdeterminiertheit aller Theorien, zweitens die Existenz logisch äquivalenter Formulierungen und drittens die Möglichkeit alternativer Deutungen.

Es ist in der Wissenschaftstheorie allgemein anerkannt, daß zu jedem Set empirischer Sätze alternative Theorien existieren, die sie erklären, aber logisch nicht äquivalent sind. Das vielleicht krasseste Beispiel dafür ist die Hohlwelttheorie, die ein gewisser Lang in den dreißiger Jahren aufgestellt hat. Nach seiner Kosmologie leben wir im *Innern* der Erdkugel, deren Zentrum unsere Sonne, die einen Durchmesser von 4 m hat, im Abstand von 300 m, umkreist. Die Galaxien sind noch näher am Zentrum. Die Lichtgeschwindigkeit ist raumabhängig und nimmt in Richtung auf das

Erdinnere ab. Die Eigenschaften dieser Hohlwelt waren so gewählt, daß sie mit allen damals anerkannten empirischen Sachverhalten in Übereinstimmung waren.⁵

Wenn dieser Zusammenhang jederzeit gilt, daß nämlich jedes Set von Beobachtungsdaten durch logisch nicht äquivalente Theorien erklärt werden kann, wenn also Theorien prinzipiell empirisch unterdeterminiert sind, dann ist die Vorstellung von einer "wahren Theorie" gehaltlos, denn wir könnten, selbst wenn wir in ihrem Besitz wären, niemals wissen, daß sie die wahre Theorie ist. Es scheint also jede Theorie Elemente des Konstruktiven zu enthalten, die wir nicht auf die verborgene "Natur der Dinge" abwälzen können.

Die zweite Schwierigkeit, die sich ebenfalls bereits auf einem rein theoretischen Level ergibt, ist die Möglichkeit der äquivalenten Formulierungen. Diese Äquivalenz ist für axiomatisierte Theorien ipso facto gegeben, da jedes mathematische Axiomensystem bei gleicher Leistung verschieden ausgedrückt werden kann. Ob etwas ein Axiom oder ein Theorem ist, hängt von seiner Stellung im Geflecht der mathematischen Relationen ab, die bei gleicher Leistung ganz verschieden angelegt sein können.

In der Physik ist das berühmteste Beispiel für eine solche logische Äquivalenz die Schrödingersche Wellenmechanik und die Heisenbergsche Matrizenmechanik als mögliche Formulierungen der Quantentheorie.

Es gibt aber viel spektakulärere Beispiele, die das konstruktive Element im physikalischen Erkennen besser verdeutlichen. So hat z.B. Whitehead eine äquivalente Formulierung der Speziellen Relativitätstheorie vorgelegt, die am euklidischen Raum festhält, so daß es keine Zeitdilatationen oder Längenkontraktionen gibt. Sacharow ist dies sogar für die Allgemeine Relativitätstheorie gelungen. Die relativistischen Effekte müssen dann natürlich an eine andere Stelle des Systems verschoben werden. Richard Feynman hat eine alternative Formulierung der klassischen Elektrodynamik entwickelt, in der es keine Felder, sondern nur noch Partikel gibt.

Die Existenz solcher alternativen Formulierungen von Theorien schränkt unseren Erkenntnisanspruch weiter ein und zwar im Sinne des Konstruktivismus: Wenn es von der Formulierung einer Theorie abhängt, ob der Raum euklidisch ist oder nicht, ob die Realität aus Partikeln oder aus Feldern besteht, dann können diese theoretischen Konzepte nicht mehr naiv als Abbild einer an sich seienden Welt begriffen werden.

Neben der empirischen Unterdeterminiertheit von Theorien und der Möglichkeit alternativer Formulierungen gibt es noch Kontingenzspielräume in der *Deutung* von Theorien. Auch wenn sich die scientific community auf einen bestimmten Formalismus geeinigt hat, kann dieser doch noch ganz verschieden interpretiert werden, so z.B. die verschiedenen Deutungen der Quantentheorie im 20. und die verschiedenen Deutungen der klassischen Elektrodynamik im 19. Jahrhundert.

Natürlich wird man im konkreten Fall zusätzliche Überlegungen über Symmetrie, Einfachheit und "Schönheit" heranziehen, um zwischen solchen Alternativen zu entscheiden. Die Hohlwelttheorie war sicher keine "schöne" Theorie. Das Problem ist aber, daß Einfachheit und Schönheit keine operationalisierbaren Konzepte sind. "Was des einen sin Uhl ist des anderen sin Nachtigall." Das heißt, auch diese übergeordneten, nichtempirischen Entscheidungskriterien sprechen eher für den Konstruktivismus, da sie stark von unseren Voreinstellungen abhängen.

Der entsprechende Sachverhalt wurde von Kant in der "Kritik der Urteilskraft" so geklärt, daß er die ökonomischen Prinzipien der Einfachheit zu regulativen Vernunftprinzipien machte, die im Gegensatz zu den Kategorien des Verstandes nichts am Gegenstand bestimmen. Wir werden zwar immer hoffen, daß sich die Natur als einfach und faßlich für unseren Verstand erweist, aber wir können es nicht wissen oder fordern.

Welche Schwierigkeiten entstehen, wenn ein Physiker den konstruktiven Anteil an unserem Erkennen einfach überspringt, wird deutlich an Steven Weinbergs Konzeption, wonach der Physiker "von der Natur selbst" spricht, die sich in einer "endgültigen Theorie" auf den Begriff bringen lassen. Von einer solchen Theorie soll gelten: "Am besten werden wir daran tun, die endgültige Theorie als eine solche zu charakterisieren, die so streng ist, daß jeder Versuch einer auch nur geringfügigen Abänderung zu logischen Absurditäten führt."⁶ Wenn dies richtig wäre, dürfte es weder empirische Unterdeterminiertheit von Theorien, noch alternative Formulierungen oder Kontingenzspielräume in der Deutung geben oder umgekehrt: wenn es all dies gibt, kann diese naive Abbildtheorie der Erkenntnis nicht richtig sein. Auch in praktischer Hinsicht ergeben sich Limitationen unseres Erkenntnisanspruchs, die in die Richtung des Konstruktivismus weisen. Da ist zunächst einmal der stark instrumentelle Charakter unseres Erkennens, der oft nicht genügend beachtet wird und dann die konstitutive Rolle des Experiments, als eines *von uns* vorgenommenen Eingriffs in die Natur. Beide Vorbedingungen für jede physikalische Wissenschaft

wurden von der Analytischen Wissenschaftstheorie stark vernachlässigt, was wohl mit dazu geführt hat, daß diese Art von Wissenschaftstheorie ihre Vorrangstellung verloren hat.⁷

Ein Instrumentalist, wie Peter Janich, behauptet z.B., daß die Wissenschaft nur Mittel zum Zweck der Lebensbewältigung sei. Wissenschaft sagt also nichts über die Dinge, sondern lehrt, wie sie zu behandeln sind. Die Maxwellgleichungen sind demnach nichts als Vorschriften zum Bau von Radio- oder Radargeräten, keine Beschreibung objektiver Kraftverhältnisse in der Natur.

Der Instrumentalist muß nicht notwendigerweise Konstruktivist sein, aber umgekehrt ist jeder Konstruktivist Instrumentalist. Man kann, wie z.B. die Marxisten, ohne weiteres ein instrumentelles Wissenschaftsverständnis vertreten und trotzdem an der Objektivität des "Seins" festhalten, das das Bewußtsein bestimmt. Ähnlich ist es auch bei Heidegger, der die Wissenschaft instrumentalistisch deutet, ihre ontologische Relevanz aber bestreitet um das "Sein" dem Kompetenzbereich einer an der Lebenswelt orientierten Philosophie zu überantworten. Eine ähnliche Position nehmen manche "Erlanger" Konstruktivisten ein, wenn sie die Wissenschaft zum Konstrukt machen, aber die Welt des Politischen und Sozialen davon abheben.⁸

Auf jeden Fall impliziert der Instrumentalismus den Konstruktivismus nur dann, wenn er einen unabhängigen Zugang zum "Sein" negiert, sei es im Sinne gesellschaftlicher Praxis wie bei Marx und den Erlangern oder im Sinne einer unhintergehbaren Lebenswelt wie bei Heidegger.

Das umgekehrte gilt streng: jeder Konstruktivist ist auch Instrumentalist. "Konstruktion" ist eine prinzipiell technische Kategorie. Wer konstruiert, befindet sich ipso facto im Bereich des instrumentellen Handelns. Dies hat gravierende Konsequenzen für die Ethik. Der Konstruktivist legt sich so einseitig auf einen Instrumentalismus fest, daß er Sittlichkeit im Sinn von Selbstzwecklichkeit nicht mehr denken kann.⁹

Instrumentalismus und Konstruktivismus sind also nicht dasselbe, aber ein Instrumentalist wird zumindest die Modelle der Wissenschaft für bloße Konstrukte halten.

Nun hat der Instrumentalismus gewichtige Argumente auf seiner Seite. Jürgen Habermas spricht davon, daß sich die Naturwissenschaft schon immer im "Funktionskreis des instrumentellen Handelns" bewegt. Man kann Galileis Fallgesetz als einen spin-off-Effekt der Militärtechnik interpretieren, insofern mit seiner Hilfe

Geschützbahnen präziser berechnet werden konnten. Galileis Fernrohre waren bei den Fürsten Europas deshalb so beliebt, weil sie im Kriegsfall große Vorteile brachten. Ohne wirtschaftlichen Hintergrund würde keine Großforschungseinrichtung finanziert und wenn Physiker wie Paul Davies glauben, die riesigen Beschleunigungsmaschinen dienen der zweckfreien Forschung¹⁰, dann werden es die Geldgeber dieser Einrichtungen besser wissen.

Wie stark das Praktische, Instrumentelle in die Theorie hineingreift, zeigt sich nicht zuletzt bei der Objektauswahl. Nicht nur, daß wir jeweils die Objekte als relevant herausgreifen, die unserem technischen Verfügungsinteresse dienlich sein könnten - wer hat sich vor 100 Jahren mit chaotischen Phänomenen auseinandergesetzt? - auch das Herausheben eines konkreten Phänomens aus seiner Umwelt und seine Grenzen gegenüber anderen Phänomenen sind ohne vorgängige Zwecksetzungen kaum verständlich.

Wissenschaftliche Phänomene laufen nicht frei herum, sie werden *von uns* konstituiert. Die Wirklichkeit ist unabschließbar komplex. Zum Zwecke der wissenschaftlichen Erklärung müssen wir aus dieser prinzipiell beliebig komplexen Welt Phänomene aussondern, die der wissenschaftlichen Behandlung zugänglich sind, d.h. wir vereinfachen im Licht einer vorgängigen Zwecksetzung. Oft wird dieser Abstraktionsprozeß systemtheoretisch so beschrieben, daß man sich die Realität als das sehr komplizierte Urbild vorstellt, von dem die wissenschaftlichen Modelle nur gewisse, als wichtig erachtete Züge, herausheben. Aber was ist "wichtig", was "unwichtig"? Warum lege ich bei einem System die Grenzen an dieser und nicht an einer anderen Stelle. Warum betrachte ich die Größe A als input, die Größe B als output und nicht umgekehrt?

Kybernetische und systemtheoretische Überlegungen haben ergeben, daß Systeme nur relativ zu vorgängigen Erkenntnisinteressen bestimmt werden können.¹¹ Wenn wir keine praktischen Zwecke verfolgen, haben wir auch keine wissenschaftlichen Objekte vor uns.

Nicht weniger entscheidend ist die Präparation der Objekte durch das Experiment. Auch Experimentieren ist eine Form des instrumentellen Handelns. Es ist völlig unverständlich, wenn manche Physiker glauben, die Welt *an sich* zu beobachten. Physikalische Beobachtung ist instrumentell vermittelte Beobachtung und zwar je länger, je mehr. Was nimmt der moderne Elementarteilchenphysiker von seinen Objekten wahr? Einen Zeigerausschlag, ein "Klick" im Detektor, eine Kurve, die ihm

der Computer aufzeichnet. Was sich in den Tiefen der Materie ereignet, verschwindet hinter immer größeren Apparaten, in die wir nicht hineinblicken können und wenn wir hineinblicken könnten, würden wir nichts sehen und wenn wir etwas sähen, würden wir es nicht verstehen, denn die Welt der Quanten bequemt sich nicht in unsere Form der sinnlichen Anschauung.

Mit einem Wort: die konstruktive Vermitteltheit unseres Erkennens ist in theoretischer und praktischer Hinsicht so erdrückend, daß verständlich wird, wenn manche Physiker nicht mehr so recht wissen, was ihre Gegenstände eigentlich sind.

In der Wissenschaftstheorie konnte dementsprechend das Referenzproblem nicht zufriedenstellend gelöst werden. Vom Platonismus bis zum Instrumentalismus werden alle Positionen vertreten, ohne daß sich eine prinzipielle Klarheit erreichen ließ.¹²

Manche Wissenschaftler und Wissenschaftstheoretiker begegnen der Referenzproblematik dadurch, daß sie den Modellbegriff heranziehen. Danach machen wir uns zunächst grobe Modelle von der Wirklichkeit, verfeinern diese Modelle immer weiter und nähern uns auf diese Weise der Realität an. Diese Konzeption wirft große erkenntnistheoretische Probleme auf, womit ich nach der Diskussion der theoretischen und praktischen Argumente, die für den Konstruktivismus sprechen, bei einem dritten Bereich angelangt bin, der ebenfalls für den Konstruktivismus zu sprechen scheint.

In der beliebten Vorstellung, daß wir uns mit unseren Modellen der Wirklichkeit an sich nähern, steckt eine Unklarheit über den Modellbegriff, wie überhaupt der Modellbegriff in der gegenwärtigen Diskussion sehr vielfältig gebraucht wird.¹³ Eine ganz bestimmte und besonders verbreitete Äquivokation im Modellbegriff sticht jedoch besonders ins Auge: Wenn ein Systemtheoretiker die Welt als das Urbild ansieht, auf das die Wissenschaft ihre Modelle bezieht, indem sie gewisse Züge an ihr heraushebt, dann ist dies ein völlig anderer Modellbegriff als der, der sich in der Analytischen Wissenschaftstheorie durchgesetzt hat. Dieser Modellbegriff orientiert sich an der Mathematik und formalen Logik oder an der strukturalistischen Wissenschaftsauffassung nach Patrick Suppes.

In der Mathematik versteht man unter einem "Modell" die Konkretisierung einer allgemeinen Struktur, in der die Eigenschaften dieser allgemeinen Strukturen erfüllt sind. Um gleich ein physikalisch-mathematisches Beispiel zu erwähnen: In der

Physik kann man das Sonnensystem als ein Modell der Newtonschen Axiome und Gesetze interpretieren.¹⁴

Dieser Modellbegriff ist vom systemtheoretischen *toto coelo* verschieden. Für den Systemtheoretiker ist die konkrete Realität das Urbild, während die theoretisch-wissenschaftliche Erklärung Modellcharakter hat. Für den Wissenschaftstheoretiker ist die theoretisch-abstrakte Struktur das Urbild, während das konkrete Phänomen Modellcharakter hat, also gerade umgekehrt.¹⁵

Die Nichtbeachtung dieser Differenz führt oft dazu, das wissenschaftliche Vorgehen völlig falsch einzuordnen. So sagt z.B. Bernulf Kanitscheider: "Die Natur gibt ihre Formen nie auf einmal preis, sondern enthüllt diese nur stückweise. Durch neue Erfahrungsdaten bereichert, liefern die Modelle innerhalb einer Theorie deshalb auch nur schrittweise eine Approximation an die vermuteten, exakt letztlich unerreichbaren nomischen Strukturen."¹⁶

Die Schwierigkeit an dieser verbreiteten Vorstellung ist diese: woher wissen wir, daß wir uns mit unseren Modellen einem idealen Zielpunkt nähern, wo uns die Realität doch nur im Modell gegeben ist? Um diese Annäherung beurteilen zu können, müssten wir einen neutralen Standpunkt außerhalb der Wissenschaft einnehmen können, von dem wir das Fortschreiten wissenschaftlicher Modelle als Annäherung an eine theoriefreie Realität beurteilen könnten, also im Grunde den Gottesstandpunkt. Wenn wir diesen Standpunkt aber nicht einnehmen können, verliert die ganze Rede von einer Annäherung an eine letzte Wahrheit ihren Sinn.

Mir scheint, daß in Kanitscheiders Vorstellung dem systemtheoretischen Modellbegriff unversehens ein mathematischer unterschoben wurde. Im Bereich mathematischer Modellbildung ist uns das Urbild als eine allgemeine axiomatische Struktur gegeben. Wir durchschauen hier, wie aus diesem Urbild durch Spezifikation ein bestimmtes Modell gewonnen wird. Z.B. kann aus der abstrakten Hilbertschen Geometrie das anschauliche Modell einer euklidischen gewonnen werden. Urbild und Modell sind uns in ihren logischen Zusammenhang völlig durchschaubar. Das ist aber beim systemtheoretischen Modellbegriff durchaus nicht der Fall. Wenn dort die Realität als Urbild fungiert, so habe ich keine Möglichkeit, das logische Verhältnis zu meinen Modellen unabhängig von diesen Modellen zu bestimmen. Also verlieren alle Begriffe von einer "Annäherung" an die vorgegebene Wahrheit ihren ausweisbaren Sinn.¹⁷

Die Analyse des Vorgehens in der strengen Wissenschaft, scheint also zwingend in einen konstruktivistischen Ansatz hineinzuführen, jedenfalls, was die Wissenschaft selbst betrifft. Jede Wissenschaft steht allerdings auf dem Sockel einer natürlichen Weltwahrnehmung, die davon nicht notwendigerweise betroffen ist. All meine Argumente, das mit der empirischen Unterdeterminiertheit, den Alternativtheorien und alternativen Deutungen, dem technisch-praktischen Interesse, der experimentellen Vorgeformtheit und dem erkenntnistheoretischen Status wissenschaftlicher Modelle, all diese Argumente bezogen sich ja nur auf ausgefeilte physikalisch-mathematische Theorien.

Unser Alltagswissen, wie es sich in der natürlichen Sprache artikuliert, hat nicht die Eigenschaften solcher Theorien und wird daher von den Argumenten, die für den Konstruktivismus sprechen, nicht betroffen. Man kann daher mit den "Erlangern" einen konstruktivistischen und instrumentalistischen Standpunkt relativ zur Wissenschaft einnehmen, relativ zur Lebens- oder politischen Welt aber einen realistischen.

Es ist ja auch zunächst einmal wenig plausibel, die von jedermann geteilte Überzeugung von der Realität der Außenwelt zu bestreiten. Das Bewußtsein, das die Menschheit seit Jahrtausenden hat, daß wir im Erkennen mit den *Dingen selbst* zu tun haben, und daß es ihre eigene Struktur ist, die wir erkennen und nicht unsere privaten Hirngespinnste, diese Überzeugung ist zu tief gegründet, als daß wir sie so einfach außer Kraft setzen könnten.

Genau dies ist aber das Ziel des sogenannten "Radikalen Konstruktivismus", der sich deshalb "radikal" nennt, weil er keine Erkenntnis, weder lebensweltlich noch wissenschaftlich, zuläßt, die nicht letztlich Konstrukt wäre.

Der "radikale Konstruktivismus" wurde in Deutschland durch S.J.Schmidt bekannt gemacht. Er stützt sich auf Autoren wie von Foerster, von Glasersfeld, Maturana, Varela, Roth, aber auch auf Selbstorganisationstheoretiker aus der Physik wie Hermann Haken und Ilya Prigogine.

Die Pointe am "radikalen Konstruktivismus" ist also die, daß hier nicht nur die technisch imprägnierte Wissenschaft konstruktivistisch gedeutet wird, sondern unsere gesamte Weltwahrnehmung.

Die Hirnphysiologie hat nach dieser Auffassung gezeigt, daß die Weltwahrnehmung nicht so vonstatten geht, wie es unsere Introspektion nahelegt. Das Gehirn empfängt nicht etwa spezifische Reize von außen, die in unserem Bewußtsein zu einem

adäquaten Bild der Wirklichkeit synthetisiert werden, sondern es ist, wie man sagt, "operational geschlossen". Das Gehirn erzeugt, nicht anders als ein Cyberspace-Gerät, eine fiktive Welt *für uns*. Nichts an den Hirnströmen deutet darauf hin, daß sie die Farbe "rot", die Form "viereckig" oder den Geschmack "süß" codieren.¹⁸ Die von unserem Gehirn synthetisierte Welt ist nach konstruktivistischer Ansicht nichts als ein Mittel zum Überleben. Um zu überleben mussten unsere Kognitionen effizient sein, nicht etwa wahr oder in Übereinstimmung mit einem an sich seienden Gegenstand.

Von Glasersfeld nennt ein solches, rein praktisches, Wissen "viabel", weil es lediglich dazu dient, einen Weg durch das Gestrüpp der Realität zu finden, nicht etwa, diese abzubilden. Von Glasersfeld drückt diesen Sachverhalt metaphorisch so aus: Man stelle sich einen blinden Waldläufer vor, dem es gelingt, einen Wald zu durchqueren, den er nicht sieht. Sein Durchqueren ist kein Bild des Waldes, sondern drückt nur den Sachverhalt des gelingenden Durchquerens aus. In dieser Art gelingt es unserem Erkennen, den Wald der Realität zu durchdringen. Die Vorstellungen, die wir uns vom Wald machen, spielen dabei überhaupt keine Rolle.¹⁹

Für den "radikalen Konstruktivismus" ist alles Konstrukt: nicht nur unsere wissenschaftlichen Theorien, sondern auch das Substrat unserer Weltwahrnehmung. Das Gehirn ist eine Art Computer, der eine Welt erzeugt, wie er auch einen fiktiven Schachspieler erzeugen kann. Wer mit einem Schachcomputer spielt, spielt nicht mit einem realen Gegenüber, sondern mit einem bloßen Konstrukt. Es gibt kein Gegenüber, weder Menschen noch Dinge, es gibt überhaupt nur Konstrukte. In Bezug auf wissenschaftliche Theorien bedeutet dies, daß sich nicht eine wahre Theorie gegenüber falschen durchsetzt, sondern daß diejenige als wahr gilt, auf die sich die "scientific community" faktisch geeinigt hat.²⁰

All diese Argumente für den Konstruktivismus können aber einen fundamentalen Verdacht nicht aus der Welt schaffen: wie vermittelt auch immer unsere alltägliche oder wissenschaftliche Weltwahrnehmung sein mögen, was hindert, daß sich in dieser Vermittlung die Sache selbst zeigt? Muß notwendigerweise, wenn der konstruktive Anteil an unserem Erkennen sehr hoch ist, deshalb der Gegenstand hinter diesem Erkennen ersatzlos verschwinden, so daß nichts von seiner immanenten Struktur zu uns herüberreicht?

2) Kritik am Konstruktivismus

Der "Radikale Konstruktivismus" ist als Theorie konsequent nicht durchzuführen. Er scheitert bereits an sehr elementaren Einwänden. Wo alles Konstrukt ist, verliert

dieser Begriff seinen ausweisbaren Sinn, er wird transzendental.²¹ Wo alles Konstrukt ist, ist nichts Konstrukt. Man kann - mit Wittgenstein zu reden - durch diesen Begriff "kürzen", so daß man auch sagen könnte, es sei alles in einem naiven Sinne "real".

Zudem ist die Elimination des Wirklichkeitsbezuges der natürlichen Weltwahrnehmung kaum nachvollziehbar. Wer dabei, wie Maturana und Varela, auf die Ergebnisse der Hirnphysiologie verweist, setzt diese Weltwahrnehmung als gegeben voraus. Nur ein Gehirn, dessen Realität und Erkennbarkeit ich bereits vorausgesetzt habe, kann ein Gehirn rekonstruieren, das aus unspezifischen Reizen eine Welt aufbaut, sonst konstruiert ein virtuelles Gehirn die Konstruktion einer virtuellen Realität, so daß ein "regressus in infinitum" entsteht.

Diese Schwierigkeit wird deutlich am von Glasersfeldschen Waldläufer. Wenn es überhaupt nur blinde Waldläufer gäbe, könnten wir nicht von einem "blinden Waldläufer" sprechen. Der blinde Waldläufer setzt auf der Metaebene einen Beobachter voraus, der die ganze Szene *sieht*. Nichtmetaphorisch gesagt: Ich muß im Sinn eines lebensweltlichen Realismus bereits wissen, was ein Gehirn, was Kognition, was Kommunikation ist, um sie konstruktivistisch zu interpretieren. Der Konstruktivist zehrt auf einer Metaebene von einem ganz naiven Realitätsbewußtsein, an dem er seine Konstrukte mißt. Nur weil er dieses Realitätsbewußtsein naiver Weise voraussetzt, wird sein Konstruktionsbegriff nicht inhaltsleer.

Man kann nicht an allem zweifeln. Bezweifle ich prinzipiell, daß es von mir unabhängige, erkennbare Gegenstände gibt, dann habe ich jeder Wissenschaft die Grundlage entzogen, auch z.B. der Hirnphysiologie, die doch erst den konstruktivistischen Standpunkt begründen soll. Wenn das Erkennen Überlebensfunktion hat, muß ich zuvor den Begriff der "Fitness" als objektive Kategorie eingeführt haben, sonst bricht der ganze Gedankengang in sich zusammen.

Der Konstruktivismus ist also immer nur als regionale Bestimmung denkbar, indem man etwa der Lebens-, der sozialen oder der natürlichen Welt einen realistischen Status zuspricht und davon die Konstrukte der Wissenschaft abgrenzt, wie das z.B. der "Erlanger" gegenüber dem "Radikalen Konstruktivismus" tut.

Ist der Konstruktivismus mit dieser Einschränkung haltbar? Genügt es, einen real erkennbaren, außerwissenschaftlichen Seinsbereich zu reservieren? Ist es unter

dieser Voraussetzung plausibel, daß all unsere physikalischen Theorien, wie Peter Janich sagt, keine "Aussagensysteme mit Behauptungscharakter" sind, sondern bloßes "technisches Know-how"?²²

Wenn physikalische Theorien bloße Handlungsanweisungen wären, dann wären sie außerhalb technischer Zwecksetzungen unverständlich. Ein Kochbuch kann nur verstanden werden, wenn es als Anweisung zur Herstellung von Speisen verstanden wird. Wer es als *Beschreibung* von Speisen interpretiert, versteht es überhaupt nicht. Nun ist es aber bei physikalischen Theorien zumeist so, daß derjenige, der sie *nicht* im Licht praktischer Zwecksetzungen liest, sie besser oder überhaupt erst versteht. Ich verstehe die Maxwellgleichungen nicht besser, wenn ich beständig an die Konstruktion von Radio- und Radargeräten oder Rundfunksendern denke. Große Physiker wie Einstein und Heisenberg waren äußerst unpraktisch. Wenn Janich recht hätte, könnte man die Relativitätstheorie nur im Hinblick auf Atombomben und Atomkraftwerke verstehen. Es scheint aber eher das Gegenteil der Fall zu sein. Die Chinesen, die durch ein marxistisch-instrumentalistisches Wissenschaftsverständnis verführt, nur noch angewandte Forschung zuließen, wurden deshalb vom Ausland abhängig. Die Aufhebung der Theorie in die Praxis führt zugleich zur Aufhebung der Praxis.

Auch die anderen Argumente, die ich oben für den konstruktivistischen Charakter der Physik angeführt habe, sind nur partiell berechtigt. Warum sollte die Tatsache, daß die Forschung zumeist im "Funktionskreis des instrumentellen Handelns" stattfindet hindern, daß sie sich auf die Sache selbst bezieht? Sind die Gesetze der Strahlenoptik deshalb weniger gültig, weil sie Galilei dazu heranzog, Geld zu verdienen, indem er seine Fernrohre gewinnbringend an die Fürsten Europas verkaufte?

Auch wenn die Systemtheoretiker recht haben, wenn also das Ausgrenzen von Systemen aus der Natur, die Bestimmung von input- und output-Größen, die Definition von Normalitätsstandards usw. von unseren vorgängigen Zwecksetzungen abhängig ist, folgt daraus nicht, daß das, was wir mit Hilfe unserer Systeme rekonstruieren, nichts ist, als der Widerschein unserer eigenen Zwecksetzungen. Auch derjenige, der in den Wald schreit, so daß es gleich heraushallt, hat zumindest gelernt, daß der Wald den Schall reflektiert.

Es ist wahr, daß die Physik sich immer weiter von unserer Lebenswelt entfernt und daß sich ihre Erfahrungsbasis immer stärker technisch vermittelt, aber schließt dies

logisch aus, daß sich in dieser Vermittlung *die Sache selbst* zeigt, wie gefiltert auch immer?

Könnten die Geräte, die wir aufgrund unserer Einsicht in physikalische Zusammenhänge bauen, funktionieren, wenn diese Einsichten nicht sachhaltig wären? Gibt es ein Wissen, das darin aufgeht, rein "viabel" zu sein?

Wenn Konstruktivisten wie Krohn und Küppers den Wahrheitsfindungsprozeß in der "scientific community" als einen rein internen sozialen Prozeß beschreiben, derart, daß diese "community" sich auf eine bestimmte Theorie faktisch einigt, ohne daß dies in der Natur der Sache begründet wäre, wie läßt sich dann ein solches Wissenschaftsverständnis gegen den naheliegenden Einwand rechtfertigen, daß sich z.B. die Nazis auf eine "Deutsche Physik" und die Stalinisten auf eine "Kommunistische Biologie" geeinigt haben? Wo die Sache nicht mehr *als Sache* zählt, läßt sich kein Damm gegen Ideologien errichten und kann auch nicht mehr zwischen guter und schlechter Wissenschaft unterschieden werden.

Wie vermittelt auch immer: das Raster der physikalischen Theorien und Experimentieranordnungen kann nicht so gedacht werden, daß es Sachhaltigkeit vom Prinzip her ausschließt. Auch wenn das Referenzproblem ungeklärt ist, einfach abschaffen läßt es sich nicht.

Fazit

Hegel hatte gut von einer "vermittelter Unmittelbarkeit" reden, glaubte er sich doch im Besitz einer dialektischen Methode, die die Art der Vermittlung spekulativ zu bestimmen gestattete. Wenn wir diese Methode und die daran hängende Metaphysik nicht mehr akzeptieren, dann stecken wir in der Vermittlung des Unmittelbaren drin, ohne genau zu wissen wie und wo. Es gibt zwar gute Gründe, an der Sachhaltigkeit sowohl unserer lebensweltlichen Kognitionen als auch unserer wissenschaftlichen Theorien festzuhalten, aber wir haben kein Mittel, diese Sachhaltigkeit gewissermaßen "nackt" vor Augen zu stellen und den Mechanismus der kognitiven Vermittlung aus der Vogelschau oder von außen zu betrachten. Weder Hegels "absoluter Geist" noch sein Nachfolgekonzepkt, Kanitscheiders oder Poppers Modellbegriff, setzen uns in die Lage, Modell und Modelliertes in ihrer Wechselbeziehung von einem neutralen Ort zu durchschauen. Wir sind damit in der Wissenschaft in prinzipiell derselben Lage wie im Alltag auch.

Traditionellerweise hat die Wissenschaft den Anspruch erhoben zu sagen, "wie es wirklich ist." Der naive Mensch glaubt, daß die Sonne aufgeht, daß sie abends rot

wird oder daß der Stab im Wasser geknickt sei. Der Wissenschaftler klärt ihn darüber auf, daß die Erde sich um die Sonne dreht, daß sie nur für unsere Wahrnehmung errötet und daß dies auch beim geknickten Stab der Fall ist. Die sinnliche Wahrnehmung degeneriert zu einer unexakten Physik.

Man sollte aber sehen, daß auch die Physik in keiner prinzipiell anderen Lage ist als unser Alltagswissen. Auch in der Physik kann es Effekte geben, die auf unsere konstruierende Tätigkeit zurückzuführen sind, Effekte, hinter die wir niemals kommen werden, weil sie Sekundärwirkungen der von uns gewählten Methode sind.

Es ist übrigens nicht nur so, daß ich "rein subjektive" Phänomene, wie das Erröten oder Aufgehen der Sonne durch die für "objektiv" gehaltene Wissenschaft korrigieren kann, sondern es war auch immer schon umgekehrt: Ich konnte z.B. schon im 18. Jahrhundert wissen, daß die Reversibilität aller Prozesse, die die Newtonsche Physik lehrt, letztlich nicht wahr sein kann, denn meine Erfahrungszeit, die auch ein Physiker als gültig unterstellen muß, ist irreversibel. Dasselbe gilt auch für den Determinismus der klassischen Physik. Auch er hätte als vorläufig erkannt werden können.²³

Solche wechselseitigen Korrekturen sind jederzeit möglich, aber sie räumen den Verdacht nicht aus der Welt, daß es Erkenntnisse geben könnte, die uns eine objektive Welt vorgaukeln, in Wahrheit aber nichts sind als unsere Art, die Dinge zu sehen. Hier ist die Wissenschaft in keiner prinzipiell anderen Lage als Herr Müller auf der Straße.

Natürlich kann der konstruktive Charakter einer Wissenschaft verschieden stark ausgeprägt sein. Eine Biologie, die im Sinn der Verhaltensforschung eher auf lebensweltliche als auf experimentell stilisierte Erfahrung zurückgreift, wird weniger stark konstruktiv vermittelt sein.

Wir sind mit guten Gründen davon überzeugt, daß Kristalle, Tannen oder Rinder "realer" und damit weniger Konstrukt sind als z.B. jene virtuellen Elektron-Positron-Paare in der Physik, die ein Photon aufgrund der Unschärferelation für unbeobachtbar kurze Zeiten erzeugt und gleich wieder vernichtet.

In der Geschichtswissenschaft können wir uns den konstruktivistischen Standpunkt überhaupt nicht leisten, wenn sich diese Wissenschaft nicht rein museal versteht. Wer für sein aktuelles Handeln die geschichtliche Vergewisserung für unhintergebar hält, kann weder sich noch die Geschichte für ein bloßes Konstrukt halten, so wenig wie eine philosophische Ethik Sinn macht, wenn der Mensch "operational

geschlossen" und damit bloßes Konstrukt ist. Gegenüber einem Konstrukt gibt es keine Verantwortung.

Wenn das gesagte richtig ist, was folgt daraus? Da wir keinen neutralen Standpunkt haben, von dem wir unsere wissenschaftlichen Modelle mit der Realität selbst vergleichen können und weil der Konstruktivismus einen guten Teil Wahrheit enthält, können wir nur bescheiden sein und die Rede von einer "endgültigen Theorie" oder von der "Weltformel" ersatzlos streichen. Der Wissenschaftstheoretiker Wolfgang Stegmüller pflegte häufig zu sagen: "Die Wissenschaft konnte noch nicht endgültig klären, daß ..." Von diesem Endgültigkeitspathos wäre endgültig Abschied zu nehmen, jedenfalls dann, wenn wir die Möglichkeit einer "metaphysica generalis" bestreiten.

Literatur

Ashby, W. Ross (1974): Einführung in die Kybernetik, Frankfurt.

Danto, Arthur C. (1980): Analytische Philosophie der Geschichte, Frankfurt.

Davies, Paul (1990): Die Urkraft. Auf der Suche nach einer einheitlichen Theorie der Natur, München.

Dessauer, Friedrich (²1928): Philosophie der Technik, Bonn.

Einstein, Albert (1953): Mein Weltbild, Stuttgart.

Falkenburg, Brigitte (1994): Teilchenmetaphysik. Zur Realitätsauffassung in Wissenschaftsphilosophie und Mikrophysik, Mannheim.

Falkenburg, B./ Hauser, S. (Hrsg.) (1996): Modelldenken in den Wissenschaften, Hamburg.

Gumin, Heinz /Meier, Heinrich (1992): Einführung in den Konstruktivismus, München.

Habermas, Jürgen (⁴1981): Theorie des kommunikativen Handelns, Frankfurt.

Hawking, Stephen W. (1988): Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Urkraft des Universums, Hamburg.

Heisenberg, Werner (1973): Der Teil und das Ganze, München.

Janich, Peter (1992): Grenzen der Naturwissenschaft, München.

Janich, Peter (1996): Konstruktivismus und Naturerkenntnis, Frankfurt.

Kanitscheider, Bernulf (²1991): Kosmologie. Geschichte und Systematik in philosophischer Perspektive, Stuttgart.

Krohn, Wolfgang/ Küppers, Günther (1989): Die Selbstorganisation der Wissenschaft, Frankfurt.

- Krohn, Wolfgang/ Küppers, Günther (Hrsg.) (1992): Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung, Frankfurt.
- Lorenzen, Paul (1985): Grundbegriffe technischer und politischer Kultur, Frankfurt.
- Maturana, Humberto R./Varela, Francisco J. (1992): Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens, München.
- Mittelstraß, Jürgen (Hrsg.) (1980ff): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Mannheim.
- Mutschler, Hans-Dieter (1996): Ethische Probleme der virtuellen Realitätserzeugung und des radikalen Konstruktivismus, in: Jahrbuch für Christliche Sozialwissenschaften 37.Band.
- Mutschler, Hans-Dieter (1997): Konstruktivistische Erkenntnistheorie und Computermißbrauch im Cyberspace, in: Bammé, Arno u.a. (Hrsg.) Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion, Heft 83, Klagenfurt.
- Mutschler, Hans-Dieter (1998): Die Virtualisierung der Realität. Radikaler Konstruktivismus und kybernetischer Raum, Frankfurt.
- Peirce, Charles. S. (1991): Naturordnung und Zeichenprozess, Frankfurt.
- Planck, Max (1949): Vorträge und Erinnerungen, Stuttgart.
- Plato (1957ff): Sämtliche Werke, Hamburg.
- Riegas, Volker/Vetter, Christian (Hrsg.) (1990): Zur Biologie der Kognition. Ein Gespräch mit H.R.Maturana und Beiträge zur Diskussion seines Werkes, Frankfurt.
- Roth, Gerhard (1994): Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen, Suhrkamp-Verlag, Frankfurt.
- Rusch, G./ Schmidt, S.J. (Hrsg.) (1995): Konstruktivismus und Ethik, Frankfurt.
- Schmidt, S.J. (Hrsg.) (1987): Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus, Frankfurt.
- Weinberg, Steven (²1992): Der Traum von der Einheit des Universums, München.
- Stegmüller, Wolfgang (1983ff): Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Berlin.

¹ Zur Grundlegung des Konstruktivismus die Sammelbände von Gumin/Meier und Schmidt.

² Danto, S.150/1.

³ Kratylos 389c.

⁴ Dessauer, S.19.

⁵ Vgl. Kanitscheider, S.383.

⁶ Weinberg, S.24/5; 62.

⁷ In der Wissenschaftstheorie Wolfgang Stegmüllers finden sich keine Reflexionen auf die Rolle des technisch-praktischen und des experimentellen Handelns.

⁸ So z.B. in Paul Lorenzens Buch über "Grundbegriffe technischer und politischer Kultur".

⁹ Vgl. dazu die Ausführungen von Konrad Ott "Zum Verhältnis von Radikalem Konstruktivismus und Ehtik" in: Rusch/Schmidt, S.280-320.

¹⁰ Davies, S.132.

¹¹ Ashby, S.68; 317.

¹² Falkenburg nennt fünf Positionen zum Referenzproblem: "(1) globaler Realismus, (2) kritischer, an der Komplexität der Beziehung zwischen Theorie und Experiment ausdifferenzierter Realismus, (3) gemäßigter, an Meßergebnisse geknüpfter Empirismus, (4) strikter Empirismus, (5) ein Konstruktivismus, der schon alle experimentell erzeugten Phänomene anti-realistisch deutet." (Falkenburg, S.22)

¹³ Vgl. zum außerordentlich vielfältigen Gebrauch des Modellbegriffs: Falkenburg/Hauser.

¹⁴ Stegmüller hat in den späteren Teilen seiner "Wissenschaftstheorie" das strukturalistische Konzept von Sneed und Suppes übernommen, wonach eine Theorie durch ein "mengentheoretisches Prädikat" charakterisiert werden kann etwa von der Art "x ist eine klassische Partikelmechanik", wobei z.B. das Sonnensystem und die in ihm gültigen Gesetze darstellt. Dieses Sonnensystem ist dann ein "Modell" der klassischen Partikelmechanik. (Stegmüller, Bd.II/2, S.21)

¹⁵ Gereon Wolters arbeitet den Unterschied zwischen diesen beiden Modellbegriffen klar heraus, die er "formal-" und "materialsemantisch" nennt. (Wolters in: Mittelstraß, Bd.II S.911-913)

¹⁶ Kanitscheider, S.354.

¹⁷ Diese Argumentation gilt nur, solange man keine Metaphysik zuläßt. Hinter der Vorstellung, daß sich unsere Modelle einer an sich seienden Wahrheit nähern, steckt gewöhnlich eine implizite Metaphysik. Würde man sie explizit machen, dann verlöre diese Vorstellung ihren paradoxen Charakter und wäre nicht mehr als Argument für den Konstruktivismus ins Feld zu führen. Allerdings akzeptieren diejenigen, die sich zu ihm bekennen, gewöhnlich keine solche Metaphysik.

¹⁸ Man könnte sich allerdings fragen, ob diese Rede vom unspezifischen Charakter der Hirnströme nicht ein Resultat der verwendeten Methode ist. Untersucht man die elektrischen Ströme, die in einem Computer fließen, dann sind sie genauso unspezifisch, obwohl wir wissen, daß sie qua Software Bedeutungsträger sind. Vgl. dazu kritisch Mutschler (1996), (1997), (1998).

¹⁹ Von Glasersfeld, in: Gumin/Meier, S.19ff.

²⁰ So in Krohn/Küppers (1989).

²¹ Im Sinn der alten Transzendentalienlehre "omne ens unum, verum, aliquid" usw.

²² Janich (1992), S.200/1. In Janich (1996) rückt dieser Autor allerdings den "Erlanger" und den "Radikalen" Konstruktivismus eng aneinander.

²³ Charles Sanders Peirce hat lange bevor die Quantentheorie entdeckt wurde, den bloß statistischen Charakter der Naturgesetze abgeleitet. Wenn alles determiniert ist, dann wäre geschichtlich freies Handeln undenkbar. Nun ist aber ein solches Handeln Bedingung der Möglichkeit von Wissenschaft. Also können die Naturgesetze nicht streng determinieren; sie müssen Kontingenzspielräume offen lassen. (Peirce, S.120ff)