

e-Journal Philosophie der Psychologie	GERHARD ROTH'S KONSTRUKTIVISTISCHE ERKENNTNISTHEORIE UND DAS GEHIRNPARADOX von Erwin Rogler (Frankfurt a. M.)
---	--

Abstract

In his writings Gerhard Roth frequently tries to exploit results of neurophysiological inquiry for the constructivistic epistemology he advocates. According to its central thesis we can know only the constructs of neural activity – Roth calls them "Wirklichkeit" – but not the reality in itself, mainly because the neutrality of the neural code and the operational seclusion of the brain. Starting with Roth's conception of mutual dependence of philosophy and sciences in section 1. to 3. is critically discussed the constitution of perception and theoretical entities of science, also Roth's solution of the brain paradox by the distinction of real and constituted brain. Subject of section 4. is the significance of the brain paradox or more generally the paradox of subjectivity for different epistemic approaches. Its solution as an argument for critical realism is confronted with the empirical underdetermination of theories.

1. Philosophie und Einzelwissenschaften – Physikalismus

Psychologie und Neurobiologie haben sich längere Zeit als voneinander weitgehend unabhängige Wissenschaften etabliert und als solche beeindruckende Ergebnisse erzielt. Ein tieferes Verständnis erfordert jedoch, nach der Ansicht von Gerhard Roth, sie zueinander in Beziehung zu setzen. In seinen Schriften nehmen deshalb Fragen, die das Verhältnis von Gehirnprozessen und mentalen Phänomenen betreffen, einen breiten Raum ein. Hierbei werden nicht nur spezielle Korrelationen thematisiert, sondern auch die Frage, wie der Zusammenhang zwischen beiden Bereichen generell zu bestimmen sei., m.a.W. das Leib-Seele Problem. Dieses wird seit alters her von der Philosophie beansprucht. Aber auch sie kann es heute nach Roth nur in fruchtbarer Weise erörtern, wenn sie die Forschungsergebnisse der einschlägigen Einzeldisziplinen berücksichtigt.

Nach seiner Überzeugung wird diesen Resultaten am ehesten seine Spielart des nicht-reduktiven Physikalismus gerecht. Sie leugnet nicht die Existenz des Mentalen, sondern integriert es in einen "einheitlichen Wirkungszusammenhang", der die nomologische Eigengesetzlichkeit beider Bereiche respektiert und nur ihre logische Vereinbarkeit verlangt. Nach diesem soweit äußerst moderat klingenden Physikalismus gilt "als *nicht* physikalisch ... alles, was den heute bekannten Naturgesetzen eklatant widerspricht, was (nicht d.V.) unter klar definierten Bedingungen mithilfe einer vereinbarten Methode und innerhalb eines vereinbarten Begriffsrahmens intersubjektiv erfahrbar ist." (Roth 1997: 301) Ein wesentlicher Unterschied besteht gegenüber Donald Davidsons Token-Physikalismus. Während dieser einen mentalen Anomalismus in sich schließt, rechtfertigen nach Roth empirische Forschungsergebnisse schon bei einfacheren Wahrnehmungen die allgemeine Hypothese eines strengen psycho-physischen Parallelismus in der Form lokaler Eins-eins-Korrelationen (ebd.: 277-8). Sind mentale und neuronale Prozesse "zwei Seiten desselben Gesamtprozesses" (Roth 2004: 220), lässt sich dieser Parallelismus als lokale extensionale Identitätsthese formulieren (lokale Identität der Extensionen psychischer und physischer Prädikate). Damit werden psycho-physische Bikonditionalgesetze postuliert, welche die Reduktion psychischer Gesetze auf eine eventuell zu erweiternde physiologische Basistheorie ermöglichen (vgl. E. Nagel 1974: 355). Sie können dann lediglich *faktisch* nicht reduzierbar sein, solange nicht alle bikonditionalen Brückengesetze bekannt sind.¹

¹ Auf weitere Schwierigkeiten von Roths Physikalismus wird am Ende des zweiten Abschnitts eingegangen.

Roths Physikalismus beansprucht nicht Wahrheiten über die Welt, Gehirne und Geistiges *an sich* auszusprechen. Er vertritt nicht wie die meisten gegenwärtigen Physikalisten einen metaphysischen, sondern einen gnoseologisch-methodologischen Physikalismus. Nur er läßt sich seiner konstruktivistischen Philosophie integrieren. Sie steht dem von Humberto R. Maturana, Francisco J. Varela, Heinz von Förster, Ernst von Glasersfeld u.a. vertretenen radikalen Konstruktivismus nahe. Wegen bestimmter Differenzen in einigen Punkten bezeichnet Roth seine Version als erkenntnistheoretischen oder neurobiologischen Konstruktivismus (1991b; 2003a: 84ff., 207-8). Er versteht ihn nicht als letztbegründendes Fundament der Einzelwissenschaften, sondern ihnen gnoseologisch gleichgeordnet (Roth 1992b: 277-81). Zwischen Einzeldisziplinen sowie Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie kann es deshalb nur wechselseitige Begründungen und Widerlegungen geben. Der Grund hierfür liegt in der "fundamentalen Zirkularität allen Erkennens und Wissens" (ebd.: 279). Unbestimmt bleibt der logische Charakter dieser These. Handelt es sich um eine Aussage über die tatsächliche, von fundamentalistischen Philosophen missverstandene bzw. missachtete Wissenschaftspraxis oder um ein Postulat konstruktivistischer Methodologie? Ferner bleibt der wechselseitige Begründungsbegriff vage. Gemeint sein können nicht nur logische Implikationen, soll nicht der auch von Roth festgehaltene Unterschied zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften verschwinden. Beide können in einer konstruktivistischen Untersuchung wegen der behaupteten Begründungszirkularität als Ausgangspunkt gewählt werden. John Richards und Ernst von Glasersfeld (1991) beginnen z.B. mit der phyrrhonischen Außenweltskepsis, die von allen Konstruktivisten, zumindest in gnoseologischer Hinsicht, geteilt wird. Sie analysieren dann die kybernetischen Wahrnehmungstheorien von R. J. Hirst und W. J. Powers mit dem Ergebnis, dass nur Powers Modell eines hierarchisch strukturierten Homöostaten jenen skeptischen Ausgangspunkt entspricht und ihn zugleich stützt.

2. Die Konstitution der Wahrnehmung

Roth geht in seinen Schriften gewöhnlich den umgekehrten Weg. Aus dem "Dilemma" der zirkulären Begründung eröffnet sich ihm ein Ausweg, indem er Resultate der Hirnforschung, "von einem erkenntnistheoretisch naiven Standpunkt aus" (1992b: 281) betrachtet, an den Anfang stellt. Damit ist offenbar der direkte Alltagsrealismus gemeint. Er soll durch Reflexion auf deren Implikationen überwunden werden bis schließlich die Ebene der konstruktivistischen Erkenntnistheorie erreicht ist, von der aus die Einzelwissenschaften in einem neuen Licht erscheinen. Roths erkenntnistheoretisches Programm postuliert somit einen epistemischen Aufstieg zum Konstruktivismus mit Hilfe einzelwissenschaftlicher Forschungen, vornehmlich der Neurobiologie. In diesem und dem nächsten Abschnitt wird dieser Aufstieg in zwei Schritten rekonstruiert. Die ihm zugrunde liegenden zentralen Annahmen und Argumente werden kritisch erörtert.

Die Wahrnehmungswelt beschreibt Roth als in drei Bereiche gegliedert: die Gegenstände der Außenwelt, den je eigenen Körper sowie die geistigen Zustände samt den mit ihnen erlebnismäßig verbundenen Ich. Er nennt diese Bereiche "Wirklichkeit", auch Sphäre der "Bedeutungen", im Gegensatz zur transphänomenalen "Realität". Diese Terminologie wird in den folgenden Ausführungen übernommen. In einem ersten Schritt soll gezeigt werden, dass die gegenständliche Wahrnehmung weder im unmittelbaren Erfassen der Außenwelt, noch in deren mehr oder minder getreuen Repräsentation besteht, sondern als autonome Konstruktion des Gehirns zu verstehen ist. Als Belege präsentiert Roth ein reichhaltiges Material aus Neurobiologie, Gestaltpsychologie und Evolutionstheorie. Im Gegensatz zur traditionellen Ansicht, nach der die Sinnesorgane

Informationen über die Außenwelt sammeln, die dann vom Gehirn bewertet werden, vertritt Roth eine wesentlich instrumentalistische Auffassung der Wahrnehmung. Sie dient primär dem Überleben des Individuums und seiner Gruppe bzw. Art. Hierbei kann es große Unterschiede in verschiedenen Tiergruppen oder -arten geben. Entsprechend variieren auch ihre Wahrnehmungswelten. Es ist keineswegs so, dass ein möglichst umfassendes und genaues, "objektives" Registrieren der Umwelt dem Überleben dienen würde. Dieses wäre im Gegenteil ohne starke Selektion, Vereinfachung und der Stiftung von Eindeutigkeit gar nicht möglich (Roth 1997: 78ff., 248 ff.) Ein Indiz hierfür sieht Roth auch in der starken Verbesserung und Komplizierung der cerebralen Auswertungsnetze im Gegensatz zu den nicht wesentlich verbesserten Sinnesorganen im Laufe der menschlichen Stammesgeschichte (1986: 175-6; 1987: 402ff.).

Von zentraler Bedeutung für die konstruktivistische Wahrnehmungstheorie sind die Neutralität des neuronalen Codes und die Selbstreferentialität des Gehirns. Erstere besagt, dass Erregungszustände von Zellverbänden in den Sinnesorganen lediglich die Intensität und Zeitdauer der verschiedenen Umweltreize codieren, nicht aber ihre physikalische und chemische Beschaffenheit. So werden z.B. elektromagnetische oder Schallwellen in gleicher Weise in neuroelektrische und neurochemische Signale, die einheitliche "Sprache des Gehirns", transformiert. Damit geht jede Information über den spezifischen Charakter der äußeren Einwirkungen auf die Sinnesorgane verloren. Die Neutralität oder Nichtspezifität der Gehirnprozesse besteht nicht nur bezüglich ihrer äußeren Ursachen, ihrer Herkunft, sondern auch ihrer "Bedeutungen", d.h. zunächst der mit ihnen verbundenen Wahrnehmungsmerkmale: Sinnesmodalitäten und -qualitäten. Diese sind, wie man seit Hermann von Helmholtz weiß, durch verschiedene Orte der Verarbeitung der Inputreize im Gehirn festgelegt. Die neuronalen Verarbeitungsprozesse verlaufen unbewusst. Ins Bewusstsein treten nur als ihr Endprodukt Wahrnehmungsobjekte, Ereignisse, Gesichter, Szenen und dgl.

Die empirische Grundlage für die Hypothese der Selbstreferentialität des Gehirns bilden Experimente über die Farbwahrnehmung von Tauben und andere neurobiologische Untersuchungen (vgl. Riegas und Vetter 1990b: 12ff., 50 ff.). Sie lassen keine stabilen Korrelationen zwischen den Eigenschaften äußerer Reize und neuronalen Aktivitäten, jedoch zwischen diesen untereinander und Wahrnehmungsmerkmalen, wie phänomenalen Farben, erkennen. Aus der Verallgemeinerung dieser Befunde und einer speziellen Deutung resultiert jene Hypothese. Roth (1986: 157ff.; 1991a: 240-1) charakterisiert selbstreferentielle Systeme als "operational abgeschlossen",² d.h. jeder ihrer Zustände geht aus der Interaktion aller früheren Zustände hervor. Damit wird nicht ausgeschlossen, dass selbstreferentielle Systeme durch äußere Einwirkungen beeinflussbar oder modulierbar sind. Sie können aber nicht von außen her gesteuert werden. Denn ihre funktionale Organisation bestimmt sowohl welche externen Ereignisse auf sie einwirken können als auch die Art und Weise der Einwirkung. Roth nennt diese interne Steuerung auf der neuronalen Ebene funktionale Selbstreferentialität. Sie ist das "Substrat" (Roth 1986: 170) der semantischen Selbstreferentialität des Gehirns, die in der autonomen Zuordnung von "Bedeutungen" zu neuronalen Prozessen besteht. Damit tritt seiner operationalen Abgeschlossenheit eine kognitive zur Seite (Roth 1991a: 243). Bei dieser Zuordnung spielen gestaltpsychologische Regeln, die alle

² Selbstreferentielle Systeme müssen sich nach Roth nicht selbst erhalten. Bei Gehirnen wird dies vom Stoffwechsel des Organismus geleistet. Sich selbstherstellende und selbsterhaltende (autopoietische) Systeme sind aber immer selbstreferentiell. Zur Definition dieser Begriffe und zu Unterschieden gegenüber Maturana s. Roth (1986; 1991b).

auf den Grundsätzen maximaler Einfachheit, Kohärenz, Konsistenz und Eindeutigkeit der Gestaltmuster beruhen, eine maßgebliche Rolle (vgl. Roth 1992b: 308ff.; 1997: 258 ff.).

Empirisch feststellen können wir allenfalls Parallelitäten zwischen neuronalen Prozessen und Wahrnehmungen, die mit verschiedenen Positionen zum psychophysischen Problem vereinbar sind. Das betont auch Roth (1997: 278, 363). Er deutet diese Parallelitäten als "Konstruktion" oder "Konstitution" der Wahrnehmung und versteht sie hypothetisch als kausal: Gehirnprozesse verursachen wahrscheinlich Wahrnehmungen (Roth 1991a: 238; 1992a: 111). Dagegen hat man eingewandt, dass damit der Energiebetrag der physischen Welt vermindert würde (Schröder 2004: 42). Aber die Auffassung, Kausalität sei wesentlich Energieübertragung, ist keineswegs zwingend.³ Kausalität in umgekehrter Richtung (nach "unten") wird vom Epiphänomenalismus geleugnet, den Roth ablehnt (1997: 293ff.; 2003b: 246ff.). Sein zentrales Gegenargument besagt, dass es nach dem

herrschenden physikalischen Weltbild ... nicht eine Wirkung nur in eine Richtung geben (kann, d.V.). Das könnte nur dann möglich sein, wenn Bewusstsein ein nicht-physischer Gegenstand ist, der eben keine Rückwirkung auf physische Ereignisse hat. Dann sind wir aber wieder beim Dilemma des klassischen Dualismus angelangt, der nicht erklären kann, wie physische neuronale Zustände etwas hervorbringen können, das von ihnen *wesensverschieden* ist (ebd.: 247).

Für Roth stellt sich nun die Frage, wie Geist und Bewusstsein unter den folgenden beiden Bedingungen zu bestimmen sind: (i) mentale Zustände sind Wirkungen physischer Prozesse. Sie sind vornehmlich oder ausschließlich im assoziativen Cortex lokalisiert (Roth 1997: 228 ff.; 2003b: 196ff.) und wirken auf das Gehirn zurück. (ii) Die physische Welt ist kausal abgeschlossen (ebd. 244). Die Antwort lautet, dass die Welt der Physik offen für die Integration neuartiger Phänomene ist, schließlich auch für geistige Zustände, die deshalb als physische zu begreifen sind, "genauso wie elektromagnetische Wellen, Mechanik, Wärme, Energie" (Roth 1997: 301). Roth betont zwar die Unverzichtbarkeit intentionaler Redeweisen im Alltagsleben. Er hält aber allein nichtintentionale Beschreibungen und Handlungserklärungen, wie kompliziert sie auch sein mögen, für wissenschaftlich korrekt.

"Mit >er fürchtet sich< will ich inhaltlich nichts anderes aussagen, als dass beim Anblick dieses Objekts seine Amygdala und andere limbische Zentren die und die vegetativen und motorischen Reaktionen hervorrufen, und zwar aufgrund angeborener Antriebe und emotionaler Konditionierung" (2003b: 529).

Dies alles scheint prima facie schwer damit vereinbar zu sein, dass zwischen dem Geist und dem materiellen Gehirn ein "*erlebnismäßiger* Abgrund" (Roth 1997: 331) bestehen, dass "das phänomenale Erleben (philosophisch ausgedrückt handelt es sich um das "Qualia-Problem") neurobiologisch zu ergründen ... völlig unmöglich", somit "das Programm einer "Neurobiologie des Geistes" im Kern gescheitert" (a.a.O.: 225) sein soll – und damit den ontologischen Aspekt von Roths nichtreduktiven Physikalismus, d. h. die Verschiedenheit psychischer und physischer Eigenschaften, in Frage zu stellen. Schwankt seine Position zum Leib-Seele-Problem zwischen nichtreduktivem und reduktivem bzw. eliminativem Physikalismus hin und her? Zur Beantwortung

³ Zur Kritik der Übertragungstheorie der Kausalität s. Meixner (2001: 476ff.).

dieser Frage sei zunächst darauf hingewiesen, dass er nicht zwischen Ereignis- und Eigenschaftsepiphenomenalismus unterscheidet. Letzterer besagt die kausale Ineffizienz mentaler Eigenschaften von Zuständen und Ereignissen, die gleichwohl allein aufgrund ihrer physischen Eigenschaften als Ursachen fungieren können. Es ist unklar, ob Roths Kritik sich lediglich gegen den Ereignis- oder auch gegen den Eigenschaftsepiphenomenalismus richtet. Im letzteren Fall wäre obige Frage bejahend zu beantworten. Sind Psychisches und Physisches nur "zwei Seiten desselben Gesamtprozesses" (Roth 2004: 220), dann käme ohnehin nur der Eigenschaftsepiphenomenalismus in Frage. Seine Akzeptanz und die damit erforderliche Einschränkung der Kritik auf den Ereignisepiphenomenalismus sind m.E. unabdingbar für einen konsistenten nichtreduktiven *ontologischen* Physikalismus, der den früher genannten Bedingungen (i) und (ii) genügt.⁴

Ontologische Nichtreduktivität impliziert nicht die von Roth ebenfalls vertretene *nomologische* Nichtreduktivität psychischer Gesetzmäßigkeiten. Diese widerspricht aber seiner Hypothese lokaler psycho-physischer Eins-eins-Korrelationen bzw. kann nur als faktische Nichtreduzierbarkeit verstanden werden, sofern nicht alle bikonditionalen Brückengesetze bekannt sind (s. Abschnitt 1).⁵

3. Wirklichkeit und Realität im neurobiologischen Konstruktivismus – das Gehirnparadox

Die konstruktivistische Wahrnehmungsauffassung steht im Gegensatz zum direkten oder naiven Wahrnehmungsrealismus. Sie ist jedoch durchaus – wie auch Roth betont (2003a: 72) – mit dem kritischen Realismus vereinbar. Es liegt ja nahe, seine Belege aus der Neurobiologie und anderen Wissenschaften, die zur Begründung der konstruktivistischen Wahrnehmungstheorie herangezogen werden, im kritisch realistischen Sinn zu verstehen; zumal Roth häufig darauf hinweist, dass die Umwelt sowie die Wahrnehmung erzeugenden Aktivitäten der "neuronalen Maschine" nicht als solche wahrgenommen werden. Letztere sind nur durch invasive oder nichtinvasive Verfahren empirisch zugänglich und deshalb "bedeutungsfrei" (vgl. z.B. Roth 1986: 170; 1991c: 363, 366; 1992a: 114, 128ff.; 1997: 108, 317). Man kann sogar Hans Jürgen Wendel (1990: 211ff.) zustimmen, dass jene Belege als Argumente für den Konstruktivismus nur sinnvoll sind, wenn sie realistisch verstanden werden. In kritisch realistischer Sicht beziehen sich Beobachtungen und Messungen zur Überprüfung von Theorien auf Wahrnehmungskonstrukte, nicht unmittelbar auf die reale Welt. Allein daraus folgt jedoch nicht ihre Unerkennbarkeit. Denn einmal stehen sie, gerade nach Roth, in gesetzmäßigen Beziehungen zu Gehirnaktivitäten und diese sind, wenn auch in verwickelter Weise, mit Umweltreizen nomologisch verbunden. Man könnte dagegen das früher erwähnte Fehlen stabiler Korrelationen zwischen diesen und neuronalen Prozessen geltend machen. Aber die Generalisierung einzelner Fälle und die daraus gefolgerte operationale Abgeschlossenheit des Gehirns sind umstritten. Man hat auch darauf hingewiesen, dass die komplizierten Prozesse beim Sehen ohnehin keine einfachen Korrelationen zwischen neuronalen Aktivitäten und den Wellenlängen des einfallenden Lichtes erwarten lassen. Erst die Erkenntnis dieser Prozesse ermöglicht bei gegebenen Reizen Voraussagen über Farbwahrnehmungen (vgl. z.B. Riegas 1990: 105 ff.). Roth betont dasselbe bezüglich der Prognosen von Gegenfarbentäuschungen. "Gäbe es

⁴ Probleme der mentalen Kausalität wurden eingehend diskutiert insbesondere im Anschluss an Davidsons anomalen Monismus (vgl. Heil u. Mele 1993; Rogler u. Preyer 2001: 11-62; 2003).

⁵ Roths Physikalismus ist wirklichkeitsimmanent, da mentale wie neuronale Phänomene der Wirklichkeit in seinem Sinne angehören (s. auch Abschnitt 3.). Der Unterscheidung eines ontologischen und nomologischen Aspekts ist deshalb die frühere Charakterisierung als gnoseologisch-methodologischer Physikalismus übergeordnet.

keine externe Welt mit bestimmten Eigenschaften, dann könnte es auch keine solchen Täuschungen geben!" (2003a: 71).

Wegen der Kompatibilität der konstruktivistischen Wahrnehmungsauffassung mit dem kritischen Realismus bedarf der epistemische Aufstieg zum Konstruktivismus in vollem Sinn eines zweiten Schritts. Dieser kann nur in einer Erweiterung des Bereichs der Wirklichkeit, der konstruierten "Bedeutungen", bestehen, indem ihm auch alles theoretische Wissen zugerechnet wird (vgl. z.B. Roth 1991c: 360; 1992a: 108, 128; 1997: Kap. 14; 2003a: 74ff., 81, 86, 201). Damit ist gemeint, dass nicht nur Theorien als Gedankensysteme, sondern auch die von ihnen intendierten Entitäten als Konstrukte von Gehirnen gedacht sind. Dies gilt, worauf Roth ausdrücklich hinweist, auch für die Physik (1997: 350, 362). Parallel dazu tritt an die Stelle des kritischen ein "Minimalrealismus", der an der Realität der transphänomenalen Welt festhält, aber ihre Unerkennbarkeit behauptet. Nach Roths epistemischem Programm (s. Abschnitt 2) müßte auch dieser zweite Schritt durch neurobiologische Argumente abgesichert sein. Der von der Kritik erhobene Einwand liegt auf der Hand. Er besagt in Roths Worten: "Der neurobiologische Konstruktivismus will absurderweise mithilfe objektiver naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse beweisen, dass objektive Erkenntnis nicht möglich ist" (1997: 350)⁶. Roth akzeptiert diese Kritik, entgegnet aber, dass sie seinen Standpunkt gar nicht trifft, weil er die Unerkennbarkeit der Realität nicht als Konsequenz naturwissenschaftlicher Erkenntnisse versteht. Er beruft sich denn auch verschiedentlich auf das skeptische Argument, dass wir keinen Standpunkt jenseits unserer Kognitionen einnehmen können, der ihren Vergleich mit der Realität ermöglichen würde. Diesem Argument müsste unmittelbare Evidenz ohne Bezug auf neurobiologische Aussagen, wie die operationale Abgeschlossenheit des Gehirns, zukommen. Akzeptiert man obige Kritik und hält gleichzeitig am Wahrheitsanspruch des Konstruktivismus fest, muss er konsequenterweise als reine Metaphysik verstanden werden. Das wäre eine logisch konsistente, aber offenbar unerwünschte Position. Denn sie steht im Gegensatz zu der von Roth behaupteten Begründungszirkularität zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften sowie dem daraus resultierenden Programm des epistemischen Aufstiegs. So ist es nicht erstaunlich, wenn er schon einige Seiten weiter schreibt: "Die Entwicklung der modernen Naturwissenschaften hat nicht nur gezeigt, dass objektive Erkenntnis unmöglich ist, sondern auch, dass sie nicht notwendig ist." (ebd.: 353). Mit Hilfe der darauf erwähnten immanenten Erkenntniskriterien, wie Beobachtung, Messung, logische Konsistenzprüfung und dgl. lässt sich zwar der epistemische Realismus nicht rechtfertigen, aber eben so wenig der Konstruktivismus.

Mit obigem Einwand ist das aus der Philosophie Schopenhauers bekannte Gehirnparadox (GP) vorgezeichnet. Das einzelwissenschaftlich beschriebene Gehirn konstituiert die Wirklichkeit in weitem Sinn. Als solches gehört es ihr selbst als Objekt an. Die Wirklichkeit kann aber nicht von einem ihrer Teile konstituiert sein. Roths Lösung besteht in der Unterscheidung zwischen realem und wirklichem Gehirn. Ersteres konstituiert mit der Wirklichkeit auch letzteres. Damit ergibt sich eine weitere Schwierigkeit. Wegen der Unerkennbarkeit der Realität kann das konstituierende Gehirn nicht von einer Einzelwissenschaft wie der Neurobiologie erforscht werden. Ihre Aussagen können sich nur auf das konstituierte wirkliche Gehirn beziehen. Dies hat die fatale Folge, dass die

⁶ Dem Einwand liegt folgendes Schlusschema zugrunde: Aus " $A \rightarrow \neg B$ " und " $\neg B \rightarrow \neg A$ " folgt " $\neg A$ ". "A" bedeutet hier: Es gibt objektive Forschungsergebnisse über das nach Roth bedeutungsfreie Gehirn, " $\neg B$ ": Die nichtkonstituierte Realität ist unerkenntbar. Die zweite Implikation ist logisch wahr, die Bedeutung der ersten hängt davon ab, wie das Begründungsverhältnis zwischen "A" und " $\neg B$ " gedacht ist.

einzelwissenschaftlichen Argumente für die Konstitution der Wahrnehmung im nachhinein entwertet werden. Wenn man trotzdem daran festhält, das reale Gehirn naturwissenschaftlich zu beschreiben, so kann damit kein Objektivitätsanspruch erhoben werden. Darauf weist auch Roth hin (1997: 359, 363) und kommt damit de facto, auch wenn er es nicht so nennt, zu einer fiktionalistischen Lösung der GP. Diese hat, im Anschluss an Hans Vaihingers "Philosophie des Als-Ob" schon früher Hartwig Kuhlenbeck (1986: 21-28) vorgeschlagen.⁷ Im Gegensatz zu manchen radikalen Konstruktivisten betrachtet Roth aber die Annahme einer realen Außenwelt offenbar nicht als bloße Fiktion (2003a: 85); und wenn die Konstruktion von Wissen ein soziales Unternehmen ist (Roth 1991a: 253-4), darf auch die Annahme einer Mehrzahl realer konstruierender Gehirne, die miteinander kommunizieren können, nicht als fiktiv gedacht werden. Zumindest diese positive Aussage über die reale Außenwelt, müsste auch Roths Minimalrealismus zulassen.⁸

Mit der Umdeutung von Erkenntnisobjekten in Konstruktionen geht die Instrumentalisierung des Wissens Hand in Hand. Der Wahrheitsanspruch von Roths konstruktivistischer Philosophie wurde hier aber in traditionellem (etwa korrespondenztheoretischem oder Tarskischem) Sinn verstanden. Siegfried J. Schmidt (1991b: 39ff.) geht darüber hinaus, indem er die Selbstanwendung des Konstruktivismus fordert, dem auch Roth (1997: 24), zumindest programmatisch, zustimmt. Das wäre ein dritter Schritt im epistemischen Aufstieg. Zu fragen ist, wie die metainstrumentalistische Behauptung der Selbstanwendung, dass also die konstruktivistische Philosophie wahr qua nützlich, effektiv, zweckmäßig und dergl. sei, zu verstehen ist. Es gibt nur zwei Möglichkeiten. Entweder ist gemeint, dass das Behauptete tatsächlich der Fall, also wahr im traditionellen Sinne ist; oder es wird erneut seine Wahrheit mit Nützlichkeit etc. gleichgesetzt. Dann stellt sich die weitere Frage nach dem Sinn dieser instrumentalistischen Metametathese und man gerät bei fortgesetzter instrumentalistischer Deutung in einen unendlichen Regress. Der verabsolutierte Konstruktivismus teilt das Schicksal aller verabsolutierten Relativismen.

4. Zur erkenntnistheoretischen Relevanz des Gehirnparadoxons

Um das GP zu beseitigen, genügt es nicht, die Selbstkonstitution von Gehirnen auszuschließen, m. a. W. die Irreflexivität der Konstitutionsrelation anzunehmen. Denn damit wird nicht verhindert, dass Gehirne andere Objekte aus dem ontologischen Bereich konstituieren, dem sie selbst angehören und von denen sie kausal abhängen können.⁹ Diese Möglichkeit lässt sich ausschalten,

⁷ Kuhlenbeck hält das Postulat eines konstitutiven Gehirns in einem fiktiven physikalischen Raum-Zeit-System, nicht für eine theoretische, sondern eine "operationell nützliche fiktive Lösung" des GP, mit der es sich nur "ökonomisch" vermeiden lässt.

⁸ Roths Argumente gegen die Willensfreiheit im starken, aber auch schwachen, d.h. mit dem Determinismus kompatiblen Sinn stützen sich ausschließlich auf einzelwissenschaftliche Resultate der Neurobiologie, Handlungs- und Willenspsychologie, Psychiatrie und Chaostheorie (1997: 303 ff.; 2003a: 166ff.; 2003b: 494 ff.; 2004). Sie beziehen sich deshalb auf den *wirklichen* Menschen und seine Handlungen. Wenn "mir niemand verbieten (kann, d.V.), mir Gedanken über die Beschaffenheit der Realität zu machen" (Roth 1997: 359), ohne damit objektive Gültigkeit zu beanspruchen, dann muss auch die Annahme erlaubt sein, dass *reale* menschliche Handlungen ganz oder teilweise durch freie Willensentscheidungen verursacht sind. Motivieren ließe sich diese Annahme z.B. damit, dass sie bestimmte Überzeugungen der Alltagspsychologie, die jenen wissenschaftlichen Resultaten widersprechen, respektiert.

⁹ Insofern ist die Parallelisierung des GP mit dem Barbier-Paradox durch Kuhlenbeck (1986: 23ff.) irreführend. Das Barbier-Paradox beruht auf der Voraussetzung, dass der Barbier von Sevilla alle und nur die Männer von Sevilla rasiert, die sich nicht selbst rasieren. Aus der Annahme, er rasiert sich selbst, folgt dann ihre Negation. Und aus ihr folgt jene Annahme. Beseitigen lässt sich das Barbier-Paradox mit der Einschränkung,

wenn man für das zweistellige Prädikat "Konstitution" ("x konstituiert y") folgendes formale Bedeutungspostulat festlegt: Das Konstituens, wie immer es auch sonst beschaffen sein mag, darf keines der Attribute besitzen, die den konstituierten Entitäten aufgrund ihrer Konstitution zukommen. Es kann aber durch analoge Attribute bestimmt sein. In diesem Fall müßte z.B. der konstituierte Raum von dem Raum unterschieden werden, in dem das Konstituens lokalisiert ist. Seien " F_1 ", " F_2 ", ... " F_n " Bezeichnungen von Attributen, welche die Entitäten eines Bereichs aufgrund ihrer Konstitution besitzen und bezeichne " K " die zweistellige Konstitutionsrelation. Durch adjunktive Verknüpfung läßt sich das Prädikat " F " definieren:

$$(1) F = \lambda x (F_1x \vee F_2x \vee \dots \vee F_nx)$$

Obiges Postulat besagt dann in der Sprache der symbolischen Logik:

$$(2) \wedge xy(Kxy \rightarrow (Fy \wedge \neg Fx)) \wedge \wedge y(Fy \rightarrow \forall xKxy)^{10}$$

(Der Individuenbereich besteht aus den Elementen der Klasse, die das Konstituens (die Konstituenten) enthält (enthalten) und den konstituierten Entitäten.)

Aus (2) folgt die Asymmetrie und damit die Irreflexivität der Relation K . Ebenfalls folgt aus (2), dass durch F -Attribute konstituierte Entitäten keine Entitäten konstituieren:

$$(3) \wedge xy(Fy \rightarrow \neg Kyx)$$

Dem widersprechen das GP und analoge Paradoxien.

Welche Bedeutung hat das GP im Hinblick auf verschiedene erkenntnistheoretische Standpunkte? Wird das intuitiv einsichtige Postulat (2) und das Kontradiktionsprinzip akzeptiert, dann muss das GP, wenn es in einer Theorie der Kognition auftritt, eliminiert werden, z.B. durch Modifikation von Annahmen, aus denen es folgt. Dieser Schritt erübrigt sich im direkten Realismus, weil er die Wahrnehmung nicht als Produkt neuronaler Prozesse erklärt. Seine Grundthese besagt vielmehr, dass wir bei der Wahrnehmung unter normalen Bedingungen, zu denen auch bestimmte Einwirkungen auf die Sinnesorgane und ihre anschließende neuronale Verarbeitung gehören, Gegenstände und Ereignisse in der erkenntnisunabhängigen Außenwelt unmittelbar erfassen und zwar so, wie sie an sich beschaffen sind. Diese Position findet sich seit Descartes nur noch vereinzelt, z.B. bei Thomas Reid, und scheint erst in letzter Zeit wieder Aktualität zu gewinnen. Ein prominenter Vertreter in der Gegenwart ist John R. Searle (vgl. 2004: 19ff.). Dass es im direkten Realismus von vornherein zum GP nicht kommt, genügt freilich nicht, um ihn zu akzeptieren, ebenso wenig die Behauptung, nur mit der Annahme der unmittelbaren Wahrnehmung distaler Objekte ließe sich der Außenweltскеptizismus vermeiden. Eine notwendige Bedingung der Akzeptanz des direkten Realismus wäre die erfolgreiche Widerlegung der zahlreichen, nicht zuletzt von konstruktivistischer Seite gegen ihn erhobenen Einwände.¹¹

dass der Barbier von Sevilla alle und nur die Männer von Sevilla rasiert, die sich nicht selbst rasieren, *außer sich selbst*. Eine analoge Einschränkung genügt aber nicht, um das GP aufzulösen.

¹⁰ Ich beschränke mich der Einfachheit halber auf einstellige Attribute bzw. Prädikate. Für mehrstellige Attribute (Prädikate) lassen sich (1) und (2) verallgemeinern. Man kann auch annehmen, dass einige der F -Prädikate bestimmte relationale Eigenschaften bezeichnen. Sie werden mit Hilfe von n -stelligen Prädikaten definiert, indem man $n-1$ freie Variable durch Quantoren bindet, z.B. $F_1x \leftrightarrow \forall yRxy$ bzw. $F_1 = \lambda x(\forall yRxy)$.

¹¹ Eine lesenswerte Zusammenfassung verschiedener Einwände findet sich in der älteren Literatur bei Eduard von Hartmann (1889: 1- 40).

Der direkte Realismus als erkenntnistheoretische Position lässt sich als Präzisierung des Alltagsrealismus verstehen. Auf seine Restitution zielt auch der "natürliche Weltbegriff" des Empiriokritizismus insofern ab, als auch er von der unmittelbaren Gegebenheit der fundamentalen Weltelemente ohne dazwischen geschaltete Repräsentationen ausgeht. Die Beseitigung des Dualismus von Sein an sich und Erscheinung gilt seinen Vertretern (Richard Avenarius, Ernst Mach, Joseph Petzoldt u.a.) als entscheidender philosophischer Fortschritt. Ein wesentliches Merkmal des "natürlichen Weltbegriffs" ist die Korrelation von Ich und Umwelt. Beide sind nicht als Substrate mit inhärierenden Eigenschaften gedacht, sondern als relativ stabile Elementenkomplexe. Zum Komplex Ich gehören neben den Leibeselementen mentale Charaktere wie Gefühle, Willensakte, Gedanken und Phantasien. Der epistemisch vor allem relevante Bestandteil des Ich ist das zentrale Nervensystem, von Avenarius "System C" genannt. Er positioniert es in zwei Relationen (1912: 18ff.). Einmal sind seine Zustände als Glieder einer "physischen Funktionalbeziehung", die dem Energieerhaltungssatz genügt, durch Umwelteinwirkungen bestimmt. Zum anderen wird in umgekehrter Richtung eine "logische Funktionalbeziehung" zwischen dem System C und seinen Erfahrungen angenommen. Bei ersterer handelt es sich um kausalgesetzliche Abhängigkeit. Letztere lässt sich etwa als starke Supervenienzbeziehung präzisieren, die zusätzlich asymmetrisch ist.¹² Die Verursachung cerebraler Ereignisse durch Umweltreize gilt auch im direkten Realismus, während eine umgekehrte "logisch funktionale" Dependenz mit ihm nicht vereinbar ist. Denn sie betrifft nicht nur die Abhängigkeit der mentalen Charaktere von den Zuständen des Systems C, sondern seiner gesamten Außenwelterfahrung. Avenarius versteht deshalb Aussagen über Stadien der kosmologischen Entwicklung, in denen noch keine wahrnehmenden Lebewesen vorhanden waren, wie früher Schopenhauer und John Stuart Mill, als irrealer Konditionalsätze. Solche Aussagen berichten hypothetisch von Ereignissen meiner Umwelt, die "ich vorgefunden haben würde, wenn ich damals zu ihr in der Beziehung eines Zentralgliedes zu seinen Gegengliedern (seiner Umgebung) gestanden hätte" (a.a.O.: 273). Aufschlussreich sind zu diesem Punkt auch die Ausführungen von Petzoldt (1924: 184ff.). Er stellt eine vom Zentralnervensystem unabhängige Realität und wohl auch ihre Zeitlichkeit nicht in Frage (ebd.: 193), betont aber andererseits, dass durch unsere neuronale Beschaffenheit alle übrigen Eigenschaften, die wir den Dingen zuschreiben, bestimmt sind. Ausdrücklich wird ihre Verankerung in einer transzendentalen Organisation im Sinne Kants abgelehnt. "Die empirisch gegebene biologische Organisation, also die Sinnesorgane und die dazugehörigen zentralen Teile des Hirnmantels reichen vollständig aus" (ebd.: 186). Das Nervensystem versteht Petzoldt als ein komplexes Objekt im empiriokritizistischen Sinn, dessen naturwissenschaftlich beschriebene Teile letztlich "selbst wieder farbige, räumliche, thermische, taktile usw. Empfindungskomplexe sind" (ebd.: 193). Damit kehrt er insgeheim zum vorher eliminierten Dualismus von Ding an sich und Ding für uns zurück und unterläuft so die angestrebte Annäherung an den Alltagsrealismus. Zum anderen ergibt sich als Konsequenz das GP. Die Abhängigkeit unserer Erfahrung von der menschlichen neuronalen Organisation kann sinnvoll nur als asymmetrische und damit irreflexive Beziehung verstanden werden. Ein Gehirn als empirisches Objekt müsste jedoch wie alle anderen Objekte seiner Erfahrung in einer Dependenzrelation zu diesem Gehirn, also zu sich selbst, stehen. Das widerspricht ihrer Asymmetrie.¹³

¹² Zum Begriff der Supervenienz und seinen Spielarten vgl. z. B. Kutschera (1992).

¹³ Avenarius behauptet, dass bei Selbstbeobachtung mit Hilfe eines Gehirnspiegels "mein System C selbst eine Abhängige *meines* Systems C sei" (1912: 111). Damit wird es aber "in dieselbe Beziehung zu mir gesetzt ..., wie das System C eines beliebigen anderen Individuums." (a.a.O.: 20). Das mit "mir" Bezeichnete müsste als Teil meines Systems C gedacht werden. Dann könnte es auch ein Objekt der Beobachtung werden. Es stünde

Schließt man die Rückkehr zum direkten Realismus aus, dann lassen sich das GP und analoge Paradoxien nur vermeiden durch Annahme einer Instanz, die Erfahrung und theoretisches Wissen determiniert oder konstituiert, jedoch selbst nicht diesen Bereichen angehört. Sie kann gedacht sein als einzelwissenschaftlich erkennbar oder nicht erkennbar. Beispiele der zweiten Möglichkeit sind die Theorien von Roth und Schopenhauer¹⁴ sowie idealistische Konzeptionen, die eine Subjektverdopplung annehmen und deshalb z.B. zwischen empirischem und reinem transzendentalen Subjekt bzw. entsprechend verdoppelten Vermögen, Aktivitäten und dergleichen unterscheiden. Eine Schwierigkeit solcher Theorien besteht darin, dass sie bei der näheren Beschreibung der Konstitution dazu tendieren, auf empirische Fakten oder einzelwissenschaftliche Resultate zurückzugreifen und damit zirkulär werden. Dies zeigt sich eklatant in Schopenhauers Wahrnehmungstheorie, die Ergebnisse der Optik seiner Zeit in Anspruch nimmt (G: § 21); findet sich aber auch in Husserls Konstitution der Wahrnehmung durch Kinästhesie. Auf die hier auftretenden Zirkularitäten hat Ulrich Claesges (1964f: 99-100) hingewiesen:

Der Leib ist res extensa nur, sofern er durch ein kinästhetisches System konstituiert ist. Andererseits aber zeigt sich die Kinästhesie als Bewegung eines leiblichen Organs. Die Kinästhesie setzt also im Falle des Leibes das bereits voraus, was durch sie allererst konstituiert sein soll. Und weiter: Jede Konstitution eines raum-zeitlichen Seienden ist nur möglich auf Grund der Vorgegebenheit der Hyle. Andererseits aber setzt die Vorgegebenheit der Hyle, sofern diese wesentlich als Empfindung bestimmt ist, den empfindenden Leib voraus.

In der ersten der oben genannten Möglichkeiten kann diese Schwierigkeit nicht auftreten. Mit der Annahme eines konstituierenden Gehirns an sich als Gegenstand von Einzelwissenschaften ist der Übergang zum kritischen Realismus vollzogen. Sie impliziert aber nicht die realistische Deutung aller zu einem Zeitpunkt akzeptierten Theorien. Es wäre jedoch unplausibel, würde man nicht zumindest die in der Hirnforschung relevanten Theorien nicht auch außerhalb ihrer realistisch interpretieren. Soweit scheint ein vielleicht auf bestimmte Theorien eingeschränkter kritischer Realismus die plausibelste Lösung des GP zu sein. Damit sind aber nicht alle antirealistischen Argumente außer Kraft gesetzt. Ein in der gegenwärtigen Wissenschaftsphilosophie eingehend diskutiertes Argument betrifft die von Willard van Orman Quine (1975; 1995: 133ff.) und anderen, auch konstruktivistischen Autoren behauptete Unterdetermination von Theorien durch Erfahrung. Sie besagt, dass verschiedene, sogar logisch unverträgliche Theorien empirisch äquivalent und gleich gut bestätigt sein können. Denn Theorien werden durch Beobachtungsaussagen nicht eindeutig festgelegt. Sie sind weder aus Beobachtungsaussagen ableitbar, noch deren induktive Verallgemeinerung, sondern freie Konstruktionen, die sich nur indirekt mit Hilfe von

in einer Abhängigkeitsrelation ("logischen Funktionalbeziehung") zu einem zweiten "mir" usf. Damit zeigt sich implizit ihre Asymmetrie und das GP nimmt die Gestalt eines unendlichen Regresses an.

¹⁴ Schopenhauer löst das GP in ähnlicher Weise wie Roth durch Unterscheidung von konstituierendem Gehirn an sich (Erkennenwollen) und konstituierter Gehirnvorstellung (WII: 302-3). Anderswo hingegen begnügt er sich damit, das GP, sogar im selben Satz, bloß auszusprechen, so dass der Eindruck entstehen kann, er hält es für ein unlösbares Problem, z.B.: "Allerdings setzt, in meiner Erklärung, das Daseyn des Leibes die Welt der Vorstellung voraus; sofern auch er, als Körper oder reales Objekt, nur in ihr ist: und andererseits setzt die Vorstellung eben so sehr den Leib voraus; da sie nur durch die Funktion eines Organs desselben entsteht" (a.a.O.: 323).

Brückengesetzen empirisch überprüfen lassen. Betrachtet man empirische Evidenz als einziges Kriterium für den Realitätsbezug einer Theorie, so wird dieser für ihren theoretischen Teil durch ihre Unterdetermination in Frage gestellt. Gegen die Unterdeterminationsthese wurden verschiedene Einwände erhoben, z.B. dass von der empirischen Äquivalenz von Theorien auf ihre Unterbestimmtheit wegen der Instabilität der für die Ableitung von Beobachtungsaussagen benötigten Hilshypothesen nicht geschlossen werden kann. Um dieses Argument zu entkräften, bezieht man die Unterdeterminationsthese gegenwärtig meistens auf globale Theorien im Hinblick auf alle mögliche Erfahrung.¹⁵ Globale Theorien, wie immer man sie verstehen mag, würden auch die theoretischen Ressourcen der Hirnforschung enthalten. Auch ihr Realitätsbezug wäre, sofern er lediglich auf Erfahrung beruht, in Frage gestellt. Damit scheinen wir uns wieder der von Roth behaupteten Unerkennbarkeit des realen Gehirns anzunähern. Es könnte aber sein, dass in allen maximal bestätigten, empirisch äquivalenten globalen Theorien unsere Erfahrungen sowie unser theoretisches Wissen, wenn auch in verschiedener Weise, stark und asymmetrisch über Gehirnprozessen supervenieren und diese Abhängigkeiten kausalgesetzlich erklärbar sind. Dann wäre es trotz der empirischen Unterbestimmtheit von Theorien gerechtfertigt, die *reale* Dependenz unserer Kognitionen von Gehirnprozessen bzw. deren *reale* Konstruktivität hypothetisch anzunehmen. Dies beträfe aber nur die Genese von Kognitionen. Über Fragen bezüglich ihrer Geltung oder Wahrheit und Akzeptanz wäre damit noch nichts entschieden.¹⁶

Literatur

- Avenarius, Richard (1912): *Der menschliche Weltbegriff*, Leipzig³.
- Claesges, Ulrich (1964): *Edmund Husserls Theorie der Raumkonstitution*, Den Haag.
- Devitt, Michael (2002): "Underdetermination and Realism". In: *Philosophical Issues* 12: 26-50.
- Gibson, Roger F. (1991): "More on Quine's Dilemma of Underdetermination". In: *Dialectica* 45: 59-66.
- Hartmann, Eduard von (1889): *Das Grundproblem der Erkenntnistheorie*, Leipzig².
- Heil, John u. Mele, Alfred (Eds.) (1993): *Mental Causation*, Oxford.
- Hoffer Carl u. Rosenberg, Alexander (1994): "Empirical Equivalence, Underdetermination, and Systems of the World". In: *Philosophy of Science* 61: 592-607.
- Kuhlenbeck, Hartwig (1986): *Gehirn, Bewußtsein und Wirklichkeit*, Darmstadt.
- Kukla, Andre (1996): "Does Every Theory Have Empirical Equivalent Rivals?". In: *Erkenntnis* 44: 137-166.
- Kutschera, Franz von (1992): "Supervenience and Reductionism". In: *Erkenntnis* 36: 333-43.
- Leplin, Jarrett (1997): "The Underdetermination of Total Theories". In: *Erkenntnis* 47: 203-15.
- Meixner, Uwe (2001): *Theorie der Kausalität*, Paderborn.
- Nagel, Ernest (1974): *The Structure of Science*, London⁴.
- Petzoldt, Joseph (1924): *Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus*, Leipzig⁴.
- Quine, Willard van Orman (1975): "On Empirically Equivalent Systems of the World". In: *Erkenntnis* 9: 313-28.
- (1995): *Unterwegs zur Wahrheit*, Paderborn.
- Richards, John u. Glaserfeld, Ernst von (1991): "Die Kontrolle von Wahrnehmung und die Konstruktion von Realität". In: Schmidt, S. J. (Hg.) (1991a): 192-228.
- Riegas, Volker (1990): "Das Nervensystem – ein offenes oder geschlossenes System?". In: Riegas u. Vetter (Hg.) (1990a): 99-115.
- Riegas, Volker u. Vetter, Christian (Hg.) (1990a): *Zur Biologie der Kognition*, Frankfurt a. M.

¹⁵ Vgl. z.B. Devitt (2002), Gibson (1991), Hoffer und Rosenberg (1994), Kukla (1996), Leplin (1997). Der Begriff der "möglichen Erfahrung" kann verstanden werden als Inbegriff von Erfahrungen bei allen aktuellen oder zusätzlich auch kontrafaktischen Anfangsbedingungen.

¹⁶ Gerhard Preyer möchte ich für seine Kommentare zu dem Artikel herzlichst danken.

- (1990b): "Gespräch mit Humberto R. Maturana". In: Riegas u. Vetter (Hg.) (1990a): 11-90.
- Rogler, Erwin u. Preyer, Gerhard (2001): *Materialismus, anomaler Monismus und mentale Kausalität. Zur gegenwärtigen Philosophie des Mentalen bei Donald Davidson und David Lewis*, Frankfurt a. M.
- (2003): "Physikalismus und die Autonomie des Mentalen. Ungelöste Probleme in Donald Davidsons Philosophie des Mentalen". In: *Metaphysica* 4: 103-22.
- Roth, Gerhard (1986): "Selbstorganisation – Selbsterhaltung – Selbstreferentialität: Prinzipien der Organisation der Lebewesen und ihre Folgen für die Beziehung zwischen Organismus und Umwelt". In: Dress, A. u.a. (Hg.): *Selbstorganisation: die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft*, München: 149-180.
- (1987): "Die Entwicklung der kognitiven Selbstreferentialität im menschlichen Gehirn". In: Baecker, D. u.a. (Hg.): *Theorie als Passion, Niklas Luhmann zum 60. Geburtstag*, Frankfurt a. M.: 394-422.
- (1991a): "Erkenntnis und Realität". In: Schmidt, S. J. (Hg.) (1991a): 229-55.
- (1991b): "Autopoiesis und Kognition: Die Theorie H. R. Maturanas und die Notwendigkeit ihrer Weiterentwicklung". In: Schmidt, S. J. (Hg.) (1991a): 256-86.
- (1991c): "Die Konstitution von Bedeutung im Gehirn". In: Schmidt, S. J. (Hg.): *Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung*, Frankfurt a. M.: 360-70.
- (1992a): "Kognition: Die Entstehung von Bedeutung im Gehirn". In: Krohn, W. u. Küppers, G. (Hg.): *Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung*, Frankfurt a. M.: 104-133.
- (1992b): "Das kognitive Gehirn: Neurobiologische Grundlagen von Wahrnehmung und Erkenntnis". In: Schmidt, S. J. (Hg.): *Kognition und Gesellschaft*, Frankfurt a. M.: 277-336.
- (1997): *Das Gehirn und seine Wirklichkeit*, Frankfurt a. M.
- (2003a): *Aus Sicht des Gehirns*, Frankfurt a. M.
- (2003b): *Fühlen, Denken, Handeln*, Frankfurt a. M.
- (2004): "Wir sind determiniert. Die Hirnforschung befreit von Illusionen". In: Geyer, C. (Hg.): *Hirnforschung und Willensfreiheit*, Frankfurt a. M.: 218-222.
- Schmidt, Siegfried, J. (Hg.) (1991a): *Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus*, Frankfurt a. M.⁴.
- (1991b): "Der Radikale Konstruktivismus: Ein neues Paradigma im interdisziplinären Diskurs". In: Schmidt, S.J. (Hg.) (1991a): 11-88.
- Schopenhauer, Arthur (1977): "Die vierfache Wurzel des Satzes vom Grunde (G)". In: *Werke*, Bd. V, Zürich.
- (1977) *Die Welt als Wille und Vorstellung*, 1. u. 2. Bd. (W I, II). In: *Werke*, Bd. I- IV, Zürich.
- Schröder, Jürgen (2004): *Einführung in die Philosophie des Geistes*, Frankfurt a. M.
- Wendel, Hans Jürgen (1990): *Moderner Relativismus*, Tübingen.