



3.4 Mikrokonstruktivismus

- Auf dem Weg zu einer Endo-Philosophie

Die Ununterscheidbarkeit der menschlichen Neuronen, das topologische Prinzip des Gehirns sowie die operationale Geschlossenheit und Offenheit von Neuronennetzwerken spricht für eine mikrokonstruktivistische Betrachtung komplexer Interfaces. Während sich der operative Konstruktivismus auf die Rekursivität der systemeigenen Operationen, d.h. auf das Gedächtnis des Systems stützt,^{1/} basiert die Interface-Theorie auf der Gestaltung von Strukturen und Prozessen, die neue Bedeutungen hervorrufen. Wenn Varela betont, daß die wissenschaftliche Methode mit der Beobachtung beginnt und mit ihr endet, so muß im Kontext zur Interface-Theorie zukünftig gesagt werden, daß die Wissenschaft mit der Teilnahme an Interfaces beginnt und mit ihr endet. Da die heutige Wissenschaft nicht ausreicht, um eine Epistemologie großer Reichweite zu erzeugen, müssen wir uns dem Inneren, der "Seele" von Strukturen zuwenden, um Probleme zu lösen sowie neue Bedeutungen erzeugen zu können. Bereits **Meister Eckart** betonte die Innenperspektive für die Selbstfindung.^{2/} Ziel einer Endo-Betrachtung sollte es sein, die notwendigen Rahmenbedingungen für die Bildung von Bewußtsein,

Bedeutung und Sinn^{3/} zu verstehen und somit einen Beitrag zum Verständnis der Erkenntnisproblematik sozialer Strukturen und Systeme zu leisten.

Descartes gab mit zunehmendem Alter die wissenschaftlichen Studien auf, um das Wissen auch in sich selbst zu suchen, seine Gedanken zu reformieren und diese auf eigenem Boden zu bauen.^{4/} Sich dem Inneren zuwenden, bedeutet uns selbst zu erkennen, wozu **Leibniz** treffend bemerkte:^{5/}

"Indem wir unsere Gedanken auf uns selbst richten, richten wir sie auch auf das 'Sein', auf die 'Substanz', auf 'Einfaches' und 'Zusammengesetztes', auf 'Unstoffliches' und selbst auf 'Gott', insofern wir das, was in uns beschränkt ist, in ihm als unbeschränkt begreifen."

Die Forderungen von **Descartes** und **Spinoza**, daß für natürliche Geschehnisse nur innerweltliche Ursachen anerkannt werden, stehen im Einklang mit der Teilnehmerperspektive der Endophysik. Descartes Unterscheidung kognitiver Prozesse können wir unter konstruktivistischen Gesichtspunkten wie folgt sehen:^{6/}

Descartes: **Erkenntnistheorie:**

percipere:	Erkenntnisakt	Radikaler Konstruktivismus
imaginatio:	Einbildungskraft	Radikaler Konstruktivismus
imaginari:	bildhaft vorstellen	Radikaler Konstruktivismus
cogitatio:	Denken und Bewußtsein	Mikrokonstruktivismus
idea:	Vorstellung	Mikrokonstruktivismus
intelligere:	geistig vorstellen	Mikrokonstruktivismus

- Bewußtsein

Das Phänomen des Bewußtseins ermöglicht unsere Vorstellungen von Raum und Zeit und der Struktur des Universums. Unser Gehirn legt die These nahe, daß Materie mit einem komplexen Organisationsgrad Bewußtsein hervorbringen kann. Dieses Privileg unterscheidet den Menschen von anderen Organismen. Bewußtsein und Denken sind für das Hervorbringen von Kontexten, Bedeutungen und Sinn ursächlich, wobei hierfür wahrscheinlich eine deterministisch chaotische Operationsweise verantwortlich ist. Die Entstehung des Bewußtseins hat dem Menschen ermöglicht, durch Antizipation, Logik sowie Versuch und Irrtum seine Denkprozesse zu gestalten und neue Entwicklungen hervorzubringen. Nach **Teilhard de Chardin** hat das Bewußtsein eine dreifache Eigenschaft:^{7/}

- alles nacheinander um sich selbst zu zentrieren

- sich immer mehr in sich selbst zu zentrieren und

- durch diese Überzentrierung in Verbindung mit allen anderen Zentren zu treten, die es umgeben

Dies ist eine interessante Beschreibung, deren Analogie sich im Rahmen der Entwicklung der Telematik widerspiegelt. Der Computer führte dazu, daß wir immer mehr Dinge um uns selbst zentrieren. Die Zunahme des Wissens forciert unsere Selbstzentrierung, ermöglicht aber auch durch soziale Interaktion den Wissensaustausch mit Anderen. Durch die Telematik wirkt neben der Sprache vor allem die visuelle Komponente auf unsere Bewußtseinsbildung ein. War es bisher die Laut- und Schriftsprache, die Phänomene wie Bewußtheit, Selbstbewußtsein und Geist hervorrief/[8/](#), so wird dies durch die Telematik zunehmend mit Hilfe der Bildsprache erfolgen. Durch neue telematische Technologien werden lineare Texte von der Nichtlinearität des Hypertext abgelöst (siehe Kapitel 1.2). Der Zerfall der Daten in Pixel erlaubt völlig neue Rekombinationen zu neuen Bedeutungen und Kontexten. Was wir denken, ist abhängig vom Interface der kontextspezifischen Erfahrungen und aktuellen Bedeutungen. Ereignisse, die für unser Interface keinen Bezug zu früheren Kontexten und keine neuen Bedeutungen haben, dringen überhaupt nicht oder nur teilweise in unser Bewußtsein.

Da Bewußtsein Wahrnehmung in Bedeutungszuweisung verwandelt, ist es ein wichtiger Bestandteil für die Kopplung der Systeme des menschlichen Organismus, der Gesellschaft und von Ökosystemen.[9/](#) Nach **Roth** ist das Auftreten von Bewußtsein wesentlich mit dem Zustand der Neuverknüpfung von Nervennetzen verbunden.[10/](#) Deshalb kann bis jetzt die Simulation von Intelligenz ohne das Vorhandensein von Bewußtsein nur zu höchst unbefriedigenden Resultaten führen.[11/](#) Die Behauptung von **Whitehead**, daß Bewußtsein und die physische Welt miteinander verbunden sind, wird durch die Aussagen von **Everett** (siehe Kapitel 2.2.3) erhärtet.[12/](#) Durch die Interaktivität der telematischen Medien wird dem Teilnehmer in Analogie zu Bell und Everett der Einstieg in eine Vielzahl nichtlokaler Cyberwelten ermöglicht, in denen er sein Bewußtsein durch die Erfassung neuartiger irrealer Objekte/[13/](#) erweitern kann.

Es war **Sartre**, der unterstrich, daß das Erfassen des Realen der Welt zum Erzeugen irrealer Objekte führt.[14/](#) Die wesentliche Bedingung für die

Vorstellungskraft des Bewußtseins war Sartre zufolge die Möglichkeit, eine Irrealitätsthese zu setzen, d. h. die Welt muß als ein Nichts in Bezug auf die Vorstellung gesetzt werden können./15/ Bewußtseinsbildung erfolgt hierbei als ein irreversibler Prozeß, der mit der Bildung von Bedeutungen zusammenhängt, wobei die entscheidende Eigenschaft des Bewußtseins das Bewußtsein der Bedeutung ist./16/ **Russell** betont, daß Bewußtsein hierbei weder Wahrheit noch Falschheit, jedoch Urteile und Meinungen über Sachverhalte schafft./17/ Emrich schlägt vor, die Bewußtsein generierenden Strukturen als Hyperstrukturen und die neuartige Systemtheorie als Hypersystemtheorie zu bezeichnen./18/ Damit fordert er nichts anderes als auch die Interface-Theorie, die hier im Rahmen der Endophysik beschrieben wird.

Der Versuch Bewußtsein zu erklären, ist hierbei selbstbezüglich, da er das Bewußtsein voraussetzt. Nach **Rössler** ist die Interface-Theorie auch eine Theorie des Bewußtseins, da dieses automatisch die Eigenschaften des Interface reflektiert und somit auch auf eine Psychophysik im Sinne Paulis hinweist./19/ Laut **Pauli** erfordert das Konzept des Bewußtseins eine Trennung zwischen Subjekt und Objekt./20/ Da die Endophysik nichtklassische Eigenschaften wie Bewußtsein, Selbstbewußtsein oder auch Introspektion berücksichtigt, ist sie für die Kognitionswissenschaften besonders interessant./21/ Wenn Bewußtsein seinen Ursprung, wie **Bohm** es formulierte, in impliziter Ordnung hat./22/, dann muß alles, was im Universum existiert, durch Nichlokalität und Gleichzeitigkeit geprägt sein./23/ Da diese Eigenschaften auch wesentlich für den Mikrokonstruktivismus Rösslers sind zeigt, daß es zwischen dem Denken Bohms und Rösslers Parallelen gibt.

- Denken und Kontexte

Unser Bewußtsein formt die Wirklichkeit der Welt und abstrahiert diese zu Gedanken. Diese Abstraktion ermöglicht uns, durch unsere Vorstellung die Beziehung zur Wirklichkeit zu verändern, in dem wir unsere Gedanken in Handlungen umsetzen. Erst durch das Denken wird Handlung in einen umfassenden raum-zeitlichen Zusammenhang eingegliedert./24/ Wir denken, weil wir Fragen stellen und wir können Fragen stellen, weil wir denken. Freiheit bedeutet deshalb, immer neue Fragen stellen zu können, um durch deren Beantwortung Neues hervorzubringen. Deshalb ist Denken eine notwendige Bedingung für die Autonomie des Menschen. Die großartigste Entdeckung **Kants** war, daß das Anschauen und das Denken des Menschen

vor jeder individuellen Erfahrung bestimmte funktionelle Strukturen besitzen./25/ Denken, das sich auf das Gedächtnis bezieht, ist vergangenheitsorientiert, Denken, das neue Kontexte und Bedeutungen hervorbringt, ist in die Gegenwart und Zukunft gerichtet. Während das Kleinkind primär gegenwarts- und zukunftsbezogen denkt (Entwicklung), denken ältere Menschen zunehmend retrospektiv (Erinnerung).

Es gibt zwei verschiedene Denkart, das parallele und das serielle Denken. Während das parallele Denken durch analoge und schnelle Signalverarbeitung geprägt ist, ist serielles Denken durch Logik und Langsamkeit geprägt. Paralleles Denken findet oftmals ohne bewußte Steuerung oder genaue Kenntnis der Rückkopplungsprozesse statt, während serielles Denken klar strukturiert ist und die Transformationsprozesse bekannt sind. Trotz der Langsamkeit neuronaler Schaltkreise ermöglicht die massive Parallelverarbeitung im Gehirn, daß viel mehr und schnellere Berechnungen als in heutigen Großrechnern durchgeführt werden können. Parallelverarbeitung des Gehirns ist der Grund für die Überlegenheit des menschlichen Denkens über das Computer-Denken auf Gebieten wie der Mustererkennung. Es sind die Einbeziehung von Erfahrungen in Simulationen und die Erzeugung neuer Bedeutungen, die unser Denken ausmachen. Die Erforschung der Mechanismen des Denkens hat deshalb zwei Probleme zu lösen, wovon eine zur Physik, die andere zur Semantik/26/ gehört./27/

Denken und Kontexte arbeiten beim Prozeß der Selektion aus im Gehirn gespeicherten Mustern zusammen und führen durch das Umsetzen in Handlung zu Erfahrungen, die neue Bedeutungen hervorrufen.

Kontexte sind abhängig von den Erfahrungen und den Gedächtnisinhalten der zugrunde liegenden Systeme. Kontexte sind hierbei die notwendige Bedingung für unser Bewußtsein, während Denken die hinreichende Bedingung für dieses darstellt. Neue Ideen sind hierbei am stärksten von Bewußtsein und Denkprozessen begleitet. Wenn neue Ideen Fuß fassen, diffundieren diese in die Gesellschaft./28/ Für **Brodie** sind Ideen und Werthaltungen Viren des Geistes, die sich durch Reproduktion weiter ausbreiten./29/ Er nennt diese Meme./30/ Sie sind für ihn Grundeinheiten der kulturellen Entwicklung, die den Geist als Replikator nutzen./31/ Da Meme nur ein Synonym zum Begriff Idee darstellt, scheint mir die Bedeutung besser geeignet, um kulturelle Entwicklungen zu beschreiben.

- Bedeutung und Sinn

Eine der wichtigsten Unterscheidungen von Frege war die von Sinn (die Art des Gegebenseins) und Bedeutung (das Bezeichnete). Auch ist es nützlich, zwischen Interpretationen und Bedeutungen zu unterscheiden. Eine Bedeutung beruht auf einer Interpretation, umgekehrt muß jedoch eine Interpretation keine Bedeutung haben.^{/32/} Der Unterschied zwischen Kontexten und Bedeutungen besteht darin, daß Kontexte aus bereits "gespeicherten" Daten gewonnen werden, während Bedeutungen aus der Kombination von bestehenden und neuen Daten generiert werden. Während Kontexte das sind, was aus dem Gedächtnis und bereits erzeugten Informationen hergestellt wird, werden Bedeutungen auch aus dem Faktor Zufall und den neu erzeugten Informationen geboren.

Das Auftreten von Bedeutung setzt immer Wahrnehmung über ein Interface voraus und ist somit von den auftretenden Strukturen und den zugrunde liegenden Kontexten abhängig. Jede Generierung neuer Bedeutungen verändert die gesamte Wirklichkeit, da sich das Interface selbst ändert.^{/33/} Das Wahrgenommene ist nicht die Sache selbst, sondern die Bedeutung einer Sache in einem bestimmten Moment. Weder ein deterministisches Verständnis von Komplexität^{/34/} noch ein statistisches Verständnis von Komplexität^{/35/} führt uns zu einer Erklärung der Verbindung zwischen Komplexität und Bedeutungen.^{/36/} Da das Gedächtnis auf rekursiven und stabilisierten Netzwerken basiert, liegt die Vermutung nahe, daß Bedeutungen durch zufällige und destabilisierende Neuerschaltungen, d.h. durch deterministisch chaotische Prozesse, geschaffen werden.

Bedeutungen sind nicht selbsterhaltend, da diese nicht ihre eigenen Komponenten erzeugen können. Sie sind auch weder selbstreferentiell, da sie sich nicht selbst reflektieren können, noch selbstorganisierend, da sie weder ihre Komponenten noch ihre Interaktionsmuster festlegen. Durch die Herausbildung einer neuen Bedeutung bilden sich neue Attraktorzustände der Wahrnehmung heraus.^{/37/} Betrachtet man diese Attraktorzustände als die Codierung des Interface, so führen neue Bedeutungen auch zu einer Veränderung des Interface.^{/38/} Wir können über die Bedeutung der Bedeutung diskutieren, nicht jedoch über die Materie der Materie oder die Energie der Energie.^{/39/} Bedeutungen und Sinn bilden eine Art Wirklichkeit 2. Ordnung, während Tatsachen eine Wirklichkeit 1. Ordnung bilden.^{/40/} Durch die zunehmende Virtualisierung entstehen immer mehr Wirklichkeiten 2. Ordnung, wobei durch die interaktive Teilnahme in Endo-

Welten sogar von einer Wirklichkeit 3. Ordnung (siehe nachfolgend Endo-Kybernetik 3. Ordnung) gesprochen werden kann. In den fraktalen Welten des Cyberspace können neue Bedeutungen aus einem unendlichen Reservoir von möglichen Strukturen und Prozessen entfaltet werden. Simulationen und Bedeutungen erfahren somit durch Computer eine neuartige Synthese, wozu **Deutsch** ausführt:/41/

"All reasoning, all thinking and all external experience are forms of virtual reality."

Bedeutungen ermöglichen die irreversible Erschließung höherer Bewußtseinssebenen. In der instabilen Übergangsphase, bei dem der bestehende Attraktor destabilisiert wird und das System keinen aktuellen Attraktor hat, werden neue Bedeutungen erzeugt./42/ **Atmanspacher** hebt die Konkretheit als hinreichende und die Abstraktion als notwendige Bedingung für die Freisetzung von Bedeutung hervor./43/ Die Begriffe Bedeutung und Kontext hängen eng miteinander zusammen, wobei laut Atmanspacher drei wesentliche Punkte zu beachten sind:/44/

1. Jede Definition von Bedeutung ist kontextuell, also systemspezifisch

2. Quantitative Maße liefern keinen Zugang zur internen Dynamik des Systems

3. Bei der qualitativen Dynamik eines Systems spielen Selbstorganisation und Selbstreferenz eine wichtige Rolle.

Ein kognitives Modell von Bedeutung hat sowohl einen dynamischen als auch einen strukturellen Aspekt, wobei der dynamische Aspekt durch positive Rückkopplung und der strukturelle Aspekt durch negative Rückkopplung realisiert wird. Ersteres führt zu neuen Bedeutungen, letzteres stabilisiert die neuen Bedeutungen im Rahmen unserer Interfaces. Die aktuellen Bedeutungen bilden hierbei das Interface für das menschliche Handeln. Das entscheidende Problem für die Gestaltung von Managementprozessen liegt deshalb vor allem in der Bedeutungsebene (Semantik), da diese das Interface zwischen den Zeichen (Semiotik) und den Handlungen (Pragmatik) bildet. Die Bedeutung kann nicht vom Interface getrennt werden, da dieses selbst Teil der Bedeutung ist, die Wahrnehmung überhaupt erst möglich macht./45/ **Wheatley** hebt hervor, daß Bedeutung eine Art Seltsamen Attraktor für das Management bedeutet./46/

Die Art, wie wir eine Frage stellen, legt fest, wie wir sie beantworten werden./47/ Wenn wir anstatt von Wie- die Wozu-Fragen stellen, können

wir den Sinn unseres Handelns finden. Sinn muß ständig neu gesucht werden, anders als Bedeutungen, die aufgrund von Erfahrungen bestehen können. Beobachtungen können nur dann als Problem begriffen werden, wenn diese in einen Zusammenhang zum Sinn gestellt werden und die Beobachtung vom angenommenen Sinn abweicht. Der Sinn bestimmt unser Handeln und nimmt eine Vermittlerrolle zwischen der Beobachtung und der Teilnahme an Veränderungen ein. Sinn als Metaebene von Bedeutungen ist für soziale Systeme die wichtigste Betrachtungsebene. Ohne Beantwortung der Sinnfrage kann es unter anderem weder individuelle Freiheit noch einen Schutz der Natur geben. Die Beantwortung der Sinnfrage ist somit die Voraussetzung für das Finden einer kulturellen Identität innerhalb der neu aufkommenden sozioökonomischen Kontexte. **Ulrich** betont, daß der Mensch als Lebewesen einen Sinn in sich selbst trägt und dieser nicht nur Mittel zum Zweck ist./48/

Der Sinn den wir erhalten, hängt von den Fragen ab, die wir stellen./49/ Deshalb lehrt uns das Phänomen der Rückbezüglichkeit, daß die Welt weder einen Sinn noch keinen Sinn hat/50/, sondern daß der Sinn davon abhängt, was wir aus der Realität entfalten. Sinn verweist nach Luhmann immer auf Sinn und nie aus Sinnhaftem hinaus auf etwas anderes./51/ Er entsteht ihm zufolge aus Differenz von gerade Aktuellem und einem Möglichkeitshorizont, wobei die anschließbaren Möglichkeiten des gerade Aktuellen zu einer Virtualisierung führen./52/ Da Sinn durch Differenzen im Inneren von Systemen erzeugt wird und Sinn durch Selbstreferentialität geprägt ist, kommt dem Interface für die Sinnfindung die entscheidende Bedeutung zu. Hierbei stellt die neue Mikrorelativitätstheorie (siehe nachfolgend) eine Verbindung zum Bewußtsein und zu Bedeutungen sowie der Sinnfrage her. Sie liefert nicht nur eine Interpretation expliziten Wandels, sondern auch die Möglichkeit eines impliziten Wandels, bei dem die Realität für den Teilnehmer nicht sichtbar ist, jedoch trotzdem Veränderungen hinter dem Vorhang stattfinden können.

- Mikrokonstruktivismus

Der Mikrokonstruktivismus ist eine neue Erkenntnistheorie, die aus den Forschungsfeldern Kybernetik, Systemtheorie, Endophysik, Kognitionswissenschaft, Komplexität und Nanotechnologie hergeleitet werden kann. Durch Simulationen werden hierbei neuartige imaginäre Vernetzungen in Endo-Welten geschaffen. Die Einführung des Imaginären in die Epistemologie wird hierbei nicht nur diese, sondern auch das

Imaginäre verändern./53/ Die moderne Erkenntnistheorie liefert kaum Erkenntnisse über die Frage, wo Ideen, Einfälle, Intuition und Kreativität herkommen. Die heutige Wissenschaftstheorie kümmert sich fast ausschließlich um die rationale Seite und vernachlässigt in ihren Modellen das Irrationale. Wenn es um Menschen geht, kann auf einen Bezug zu den irrationalen Funktionen nicht verzichtet werden. Erkenntnis ist kein linearer Prozeß, sondern ein rückgekoppelter Kreisprozeß zwischen unterschiedlichen menschlichen Interfaces.

Der Begriff Mikrokonstruktivismus setzt sich aus den beiden Worten "Mikro" und "Konstruktivismus" zusammen. Während das Wort "Mikro" für die mikroskopische, interne und subjektive Teilnehmerperspektive steht, wird beim klassischen "Konstruktivismus", die makroskopische, externe und objektive Perspektive betont. Der Mikrokonstruktivismus führt hierbei zu einer Art "Kybernetik 3. Ordnung", da er sich den inneren Rückkopplungsprozessen und der Wahrnehmung über das Interface widmet, wobei die makroskopische Betrachtung als Spezialfall mikroskopischer Betrachtung angesehen werden kann. Da Maschinen zunehmend nach mikroskopischen Konstruktionsprinzipien konstruiert werden, können die Phänomene des Mikrokosmos nicht vernachlässigt werden./54/ Während die Erkenntnistheorie einen Unterschied zwischen Subjekt und Objekt voraussetzt, überwindet die mikrokonstruktivistische Interface-Theorie diesen Unterschied. Da es beim Mikrokonstruktivismus um die Entfaltung der Codes der Schöpfung geht, kann dieser auch als eine Theorie des Wissens aufgefaßt werden.

Der **Rösslersche** Ansatz des Mikrokonstruktivismus ist die komplementäre Ergänzung zum Radikalen Konstruktivismus im Makrobereich. Es ist Rössler anzurechnen, daß er mit seinem Begriff des Mikrokonstruktivismus in der Kontinuität der konstruktivistischen Erkenntnistheorie bleibt. Der Mikrokonstruktivismus erweitert den Radikalen Konstruktivismus um die mikroskopische Betrachtungsebene und setzt hierbei die kybernetisch geprägte Beobachtung der Beobachtung (Radikaler Konstruktivismus) mit der Teilnahme der Teilnehmer an ihrer eigenen Veränderung fort. Rössler definiert Konstruktivismus als eine Form von Holismus, der versucht, das Ganze durch einen Ausschnitt (das Interface) zu rekonstruieren./55/ Auch die Monaden von **Leibniz**, obwohl nicht miteinander verbunden, beinhalten eine holistische Vorstellung von allen anderen Monaden und somit von der ganzen Wirklichkeit./56/ Somit ist Leibniz ein Vorläufer quantenphysikalischer Überlegungen und eines holistischen

Konstruktivismus. Dieser Mikrokonstruktivismus ist auch eine Theorie des Gehirns und der physikalischen Wirklichkeit/[57/](#), d.h. der durch das Interface aus der Realität entfalteten Wirklichkeit. Die Gleichzeitigkeit und das Jetzt sind hierbei integrale Bestandteile einer neuen Physik, der zuvor schon beschriebenen Endophysik, die eine Endo-Exo-Unterscheidung vornimmt:[58/](#)

Exo-Betrachtung: ein klassisches kinetisches Universum

Endo-Betrachtung: eine Interface-Realität (quantenähnlich)

Die zwei möglichen Betrachtungsweisen der Wirklichkeit sind der externe Superbeobachter und das durch unser Gehirn erzwungene Fenster des internen Beobachters.[59/](#) Bereits im 18. Jahrhundert schrieb der Physiker und Theologe **Boscovich**, daß die Welt in Wirklichkeit verformbar sei, ohne daß wir dies bemerken können, da wir selbst parallel mitverformt werden (siehe Kapitel 2.2.3).[60/](#) In der Konsequenz bedeutet dies, daß ein Beobachter die Realität nicht wahrnehmen kann, sondern nur die durch das Interface konstruierte Wirklichkeit. Da der moderne biologische Konstruktivismus im Sinne Heinz **von Foersters** und das moderne holistische Denken in der Physik im Sinne von David **Bohm** und David **Finkelstein** wechselseitig miteinander verbunden sind/[61/](#), erscheint eine Integration beider Richtungen im Rahmen des Mikrokonstruktivismus sinnvoll.

Neue Formen der Mikrosystemtechnik erlauben es, konnektionistische Strukturen zu bauen, die der Größenordnung der Vernetzung des menschlichen Gehirns nahekommen. Dadurch wird es möglich, in Analogie zum Radikalen Konstruktivismus der Makroebene, einen Mikrokonstruktivismus mit reversibler Mikrodynamik zu postulieren, dem eine irreversible Makrodynamik zugrunde liegt.[62/](#) Während der reversiblen Mikrodynamik systemerhaltende negative Rückkopplungen zugrunde liegen, ist die irreversible Makrodynamik durch positive Rückkopplungen geprägt, die dem System einen Phasenübergang ermöglichen. Die reversible Mikrodynamik ermöglicht hierbei eine Zeitumkehr auf einer Mikrozeitskala.[63/](#) Mikro- und Makro-Interfaces haben hierbei folgende Merkmale:

Interfacecharakteristika:

Mikro-Interfaces: Regeln Programm Denken

Makro-Interfaces: Zustand Ergebnis Handeln

Zunächst einmal muß unterschieden werden zwischen der objektiven Exo-Realität, auf die wir keinen direkten Zugriff haben, und der subjektiven Endo-Wirklichkeit. Zwischen diesen beiden Erkenntnisstufen steht das menschliche Interface, das, komplementär, sowohl eine irreversible als auch eine reversible Komponente beinhaltet. Bedeutungen sind hierbei als eine Art Interface für das Auffinden von gespeicherten Kontexten zu sehen, während das Bewußtsein eine Art Interface zu unserem Denken bildet. Die fluide Grenzziehung von Interfaces, die Abgrenzung von Objektivität und Subjektivität, von Realität und Wirklichkeit wird zur treibenden Kraft für unser Denken und das Erzeugen neuer Bedeutungen. Rössler betont, daß die reversible Mikrodynamik die Raum-Zeit-Strukturen nicht nur subjektiv, sondern auch objektiv beeinflussen kann, was er als Schein-Objektivität (fake objectivity) bezeichnet./64/ Er beschreibt sogar die Möglichkeit hinter die Gödelgrenzlinien zu gehen und die Realität zu beeinflussen, was einer Relativierung des bisher Absoluten, der unantastbaren Objektivität, gleichkommt.

Durch die Unterscheidung von Wirklichkeit und Realität durch das Interface dekonstruiert das konstruktivistische Paradigma die Realität, die nichts anderes sein kann als eine entfaltete Illusion, die uns als Wirklichkeit erscheint./65/ Raum-Zeit-Eigenschaften der (externen) Realität werden im Interface nichtlinear erzeugt, was, bezogen auf das Gehirn, insbesondere von **Gurel** und **Tsuda** hervorgehoben wurde./66/ Die Tatsache, daß Wahrnehmungen nicht objektivierbar sind, resultiert nicht aus subjektiver Unkenntnis, sondern aus einer objektiven Unbestimmtheit in Bezug auf die Exo-Realität. Wir können stets nur eine Endo-Wirklichkeit erzeugen, wobei unser Interface, das Gehirn, Endo-Wirklichkeiten erzeugt, die unsere Erkenntnis und unser Wissen durch Lernen erweitern:

Prozessebene:	Simulation Gehirn	Wahrnehmung Interface	Modellebene Endo-Wirklichkeit
Erkenntnisebene:	Denken und Kontexte	Bewußtsein und Bedeutung	Mikrokonstruktivismus
Wissensebene:	Telematik	Medien	Radikaler Konstruktivismus
Charakteristika:	Rückkopplung	Kommunikation	Lernen
Betrachtungsweise:	objektiv Beobachter	Differenzen Schnittstellen	subjektiv Teilnehmer

Tab. 3.2: Prozessebenen der Wirklichkeitskonstruktion

Die innere Konsistenz und dynamische Verbundenheit der Systeme kombiniert mit der integrativen Erweiterung unserer Bedeutungen führt zwangsläufig zu einer nach innen gerichteten Philosophie. Endogene Aktivität dient dazu, durch Erfahrung und Bedeutungen neue Muster zu bilden. Diese endogene, von innen kommende Ordnung wird von 'von Hayek' auch als gewachsene und spontane Ordnung bezeichnet./67/ Manager sollten deshalb nicht nur durch operationale Geschlossenheit geprägtes Kontext-, sondern vor allem durch operationale Offenheit gekennzeichnetes Bedeutungs-Management betreiben./68/

	operational geschlossen	operational offen oder geschlossen
Struktur konstant	Gedächtnis, Kontexte Gehirnstruktur	Synchronizität Morphogenetische Felder
Struktur variabel	Denken, Bewußtsein Geist	Ideen, Sinn, Bedeutungen Seele

Abb. 3.8: Mikrokonstruktivistische Interface-Matrix

- Mikroskopische Konsequenzen

Neben den Naturgesetzen und den Anfangsbedingungen der Welt ist heutzutage die Interface-Problematik eine der wichtigsten

Herausforderungen der Wissenschaft./69/ Die reversible Kopplung einer reversiblen Computer-Welt an die physikalische Wirklichkeit ist ein neuartiges Experiment, um neue Metazugänge für die Interpretation der Wirklichkeit zu erlangen./70/ Für teilnehmende Beobachtern von Interfaces ist es jedoch nicht möglich, die Welt vollständig zu beschreiben. Für einen Beobachter gibt es drei Endo-Eigenschaften seiner Welt, die vom Exo-Standpunkt aus nicht existent sind, nämlich einen primären Zufall (1), nichtlokale Korrelationen (2) sowie einen Spin bei punktförmigen Teilchen (3)./71/ Elastisch interagierende Teilchen und die Relativitätstheorie passen nicht zusammen (Interaction Theorem von **Kerner**)/72/, deshalb kann letztere nicht zur Beschreibung des Interface des relativistischen Mikro-Frames herangezogen werden. Ein erstes explizites, lokales Beispiel des Mikrokonstruktivismus ist der kinetische Konstruktivismus/73/, wie er durch Boltzmanns klassisches Billard-Universum verkörpert wird./74/ Dies hat insbesondere die Chaosforschung aufgezeigt, welche die nichtlinearen Wechselwirkungen in diesem Universum untersucht.

Eines der Ziele des Mikrokonstruktivismus ist eine Herleitung von einigen (oder allen) Merkmalen der Quantenrealität als Interface-erzeugte Eigenschaften. Bohms Hidden- Variable-Theory kann die Nichtlokalität, ein wesentliches Merkmal der Quantenmechanik, nicht erklären. Der kinetische Konstruktivismus/75/ verbindet jedoch die Viele-Welten-Theorie (**Everett/Bell**) mit einer Eine-Welt-Theorie (**Boltzmann**), wobei als Konsequenz dieser Vereinigung die Beschreibung durch Anfangsbedingungen und Regeln nicht mehr ausreicht, sondern sogenannte mikroskopische "Assignment"-Bedingungen definiert werden müssen, die ein bestimmtes Interface spezifizieren./76/ Das Interface hängt somit von den gewählten Zuweisungs-Bedingungen ab, wobei die im Interface generierte Welt nicht länger als für ein Jetzt existieren kann./77/ Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, da es die Betonung im Interface auf die Echtzeit legt. Hierbei ist das Überprüfen des Inhalts des Interface im Mikrokosmos schwieriger als im Makrokosmos, da die Mikrozustände eines Beobachters weder erhalten werden noch zwischen Beobachtern geteilt werden können./78/ Dies führt laut **Rössler** zu - durch die Physik zu beschreibenden - neuen Eigenschaften der Welt, nämlich die Veränderung durch Nichtlokalität und die Existenz einer mehrdimensionalen Zeit mit fraktaler Struktur (siehe nachfolgend)./79/

Rössler geht deshalb von der Existenz einer Mikro-Relativität aus, die **Bohrs** Idee einer beobachterrelativen Komplementarität und **Everetts** Idee eines

beobachterrelativen Zustandes in einen gemeinsamen Bezugsrahmen bringt.^{80/} Mikrorelativität repräsentiert in nichtlinearen Interfaces, die durch relative Zustände geprägt sind, Bohrs Komplementaritäts-Prinzip. Die Konsequenz dieser Integration könnte eine Zeitumkehr in Mikrowelten sein, da eine Zeitumkehr beim teilnehmenden Beobachter als gleichwertig zu einer Zeitumkehr der externen Welt zu betrachten ist.^{81/} Für Mikrowelten bedeutet dies, daß durch neue Technologien nicht nur Teile der Welt verändert werden können, sondern die Welt als Ganzes ("World Change Technology").^{82/}

In dem Maße wie die Bedeutung der Nanotechnologien und der Mikrosystemtechnik wachsen, wird auch der Mikrokonstruktivismus weiter an Bedeutung zunehmen, da dieser Reversibilität und Irreversibilität miteinander verbindet. Damit wird der Mikrokonstruktivismus selbst zu einer Art Interface zwischen Mikro- und Makrowelten. Das Interface selbst kann im Rahmen einer endokonstruktivistischen Darstellung als die sinnvermittelnde Komponente gedeutet werden. Hierbei nimmt das Interface Transformationsprozesse vor, d.h. Codierungen und Decodierungen, um aus Signalen Wirklichkeiten hervorzubringen. Bewußtsein und das Hervorbringen von Bedeutung bilden die Transformationsprozesse unseres Interface, das durch das Gehirn, den "Simulator" des Denkens und gespeicherte Kontexte (Erfahrungen) gesteuert wird. Um ein Gehirn mikrodynamisch zu simulieren, sind eine Vielzahl von Ebenen massiv paralleler Rechenvorgänge (10¹⁰-facher Parallelismus) erforderlich. Diese Ebenen umfassen Algorithmen, die das Lernen erlauben. Hierbei können die Algorithmen durch Software (Programme) oder durch Hardware (Vernetzungsarchitektur) realisiert werden.

Wer als Teilnehmer in der Endo-Wirklichkeit agiert, dem ist der Zugang zur Exo-Realität versperrt. Das Interface ist somit ein Organ, daß die Unschärferelation sowohl im mikroskopischen als auch im makroskopischen Kontext deutlich werden läßt. Das Modell des Endo-Konstruktivismus beinhaltet diese Unschärfe und versucht zu einem gleichzeitigen Verständnis von Teil und Ganzheit beizutragen. Durch die Verbindung von Kybernetik und Konstruktivismus erlaubt die endokonstruktivistische Darstellung eine Verbindung von reversibler Mikrowelt und irreversibler Makrowelt durch das Interface. Nach der Mechanik und der Elektronik wird zunehmend die Simulation die Führungsrolle für die Konstruktion unserer Wirklichkeiten übernehmen.^{83/} Interaktive Simulationswelten haben die besondere Fähigkeit, das Unendliche, das Unabänderliche und die Ewigkeit in Frage zu

stellen./84/ Da der Mikrokonstruktivismus den Radikalen Konstruktivismus um die Erkenntnisse der Endophysik ergänzt, bilden beide Konstruktivismusformen die philosophische Grundlage für Interfaces und somit auch für eine managementorientierte Endo-Philosophie (siehe Kapitel 4.3.2). Ob sich die mikrokonstruktivistische Denkweise durchsetzt, hängt natürlich unter anderem davon ab, ob sich deren theoretische Aussagen in der Praxis bewähren.

- Fraktale Zeit

Cramer betont, daß bei chaotischen Phasenübergängen eine Art Zeitsprung stattfindet, die von **Mandelbrot** auch als fraktale Zeit bezeichnet wurde./85/ Der Vertiefung und Krümmung des fraktalen Raumes wird hierbei als Pendant die fraktale Zeit zur Seite gestellt. Während räumliche Fraktale für uns direkt wahrnehmbar sind, haben wir bisher keinen direkten Zugang zu einer fraktalen Zeit. Das Erkennen von skaleninvarianten Strukturen, die als geschlossene "Zeitgestalten" wahrgenommen werden, kann hierbei einen Zugang zu einer unendlich ausdehnbaren Gegenwart ermöglichen./86/ Die Gegenwart ist hierbei ein Interface, eine Nahtstelle zwischen Vergangenheit und Zukunft./87/ Nach **Penrose** fließt die Zeit nicht so linear weiter, wie wir dies wahrnehmen, sondern es gibt Verzerrungen durch unser Interface./88/ Um sich das Jetzt der Gegenwart anschaulich vorzustellen, muß die Wahrnehmung deshalb über ein echtzeitorientiertes Interface vollzogen werden./89/

Die Selbstfindung des Einzelnen benötigt einen Zeitfaktor, der von innen heraus kommt und eine andere Qualität besitzt, als jener der sich entlang des Fortschritts artikuliert./90/ Der fraktale Zeitbegriff erlaubt eine Beschreibung des Phänomens der subjektiv unterschiedlich empfundenen Dauer von Prozessen. Dauer wird durch die Reichhaltigkeit der im Bewußtsein verarbeiteten Ereignisse bestimmt, wobei durch neue Erfahrungen neue Beschreibungsebenen gebildet werden, die das Zeiterleben des Subjekts/91/ beeinflussen./92/ Wenn die Erschließung der 4. Dimension, der Zeit, die Bewegungslosigkeit des beherrschenden Blickpunktes vollendet/93/, dann besteht Dauer zukünftig vor allem in der Vertiefung des Augenblicks. Die Dauer wird im Virtuellen von uns nicht gemessen, sondern gefühlt, womit diese nicht einen quantitativen, sondern einen qualitativen Charakter besitzt./94/

Die fraktale Zeit liegt hinter der Gödelgrenzlinie, d.h. sie existiert unabhängig von unserer Wahrnehmung. Um sie wahrzunehmen, benötigen wir neuartige Interfaces, die uns einen zeitlichen, jedoch nur temporären, Zugang zur Realität eröffnen (siehe Kapitel 4.4.4). Bei der fraktalen Zeit läßt sich zwischen Zeitlänge, Zeittiefe und Zeitdichte unterscheiden, wobei die Zeitlänge durch Vorher-Nachher Relationen, die Zeittiefe durch verschachtelte Während-Relationen und die Zeitdichte durch Unabhängigkeit von den Beschreibungsebenen geprägt ist./95/ Vrobel gibt hierbei folgende Definitionen für die drei Begriffe:/96/

Zeittiefe: Ist die Anzahl ineinander verschachtelter Intervalle und somit auch die Zahl der vorliegenden Beschreibungsebenen.

Zeitlänge: Ist die Anzahl der inkompatiblen Intervalle einer Beschreibungsebene.

Zeitdichte: Ist die fraktale Zeit-Dimension, die ermittelt wird aus dem Verhältnis der Zeitlänge zum Skalierungsfaktor, der die Verkleinerung des Maßstabs von Beschreibungsebene zu Beschreibungsebene beschreibt.

Bezogen auf die Zeitdichte läßt sich der Newtonsche Zeitbegriff als Spezialfall der fraktalen Zeit darstellen. Die von Newton so bezeichnete absolute Zeit ist somit eine Zeit mit der Dimension 1. Zugänge zu einer von unserer Erfahrung unabhängigen Zeit können wie im vorigen Beispiel nur über Modellwelten erfolgen, da wir über keinen direkten Zugang zur Realität verfügen. Wendet man die Rekursivität der zuvor behandelten Kochschen Kurve auf ein gleichseitiges Dreieck an, so kann man das immer komplexer werdende Gebilde als eine Art fraktale Uhr ansehen, die mit jedem Fortschreiten der Betrachtungsebene eine größere Zeittiefe erreicht./97/ Der fraktale Zeitbegriff kann zwar den scheinbaren Widerspruch zwischen Mikroreversibilität und Makroirreversibilität nicht auflösen, jedoch zeigen, daß für die Erklärung des Zeitpfeils auch die Zeittiefe und die Zeitlänge benötigt werden./98/ Die zyklische, kreislauforientierte Zeit kann als reversible, subjektive Zeit aufgefaßt werden, während die nichtlineare, prozessorientierte Zeit als irreversible, objektive Zeit angesehen werden kann. Nach Cramer sind Zeitlosigkeit und Zeit bzw. reversible Zeit und irreversible Zeit eng miteinander verbunden./99/ Ebenso scheint das Verhältnis von Denken und Bewußtsein bzw. von Kontexten und Bedeutung eng mit der Struktur der zugrunde liegenden Zeit zusammenzuhängen.

Wenn wir durch Kommunikation in Beziehung zu Anderen treten, werden Bedeutungen erzeugt und die Zeit wandelt sich durch ihre fraktale Struktur von einem eingefalteten in einen entfalteten Zustand. So gesehen handelt es sich bei unseren Zeitvorstellungen lediglich um Simulationen unseres Gehirns, wobei im Exo-Bereich durchaus zeitlose und somit reversible Strukturen vorherrschen können. Es ist deshalb von besonderem Interesse, einen nicht-zeitlichen Zugang zu selbstähnlich verschachtelten Strukturen zu finden, deren letzte Stufen zeitlos (Zeittiefe gleich Null) sind. Penrose ging ebenfalls von zeitlosen und zeitasymmetrischen Welten aus, wobei der von ihm geprägte Begriff "insight" im fraktalen Zeitmodell dem Moment entspricht, bei dem Bedeutung erzeugt wird, der auch als Zeitkondensation bezeichnet werden kann.[100/](#) Das virtuelle Vorhandensein zeitlicher Anordnungen in nicht-zeitlichen Strukturen kann in Analogie zu den Leibnizschen Monaden gesehen werden, bei denen der Zeit keine Realität eingeräumt wurde, sondern die dort nur als ein auf Phänomene bezogenes Ordnungsprinzip bezeichnet wird.[101/](#)

- Neue Bedeutungen sind eine wirksame Kontrolle von Macht, wenn diese eine Gegenmacht aufbauen, die bestehende Machtpotentiale begrenzt.

- Neue Bedeutungen können jedoch auch starke Machtpotentiale hervorbringen, die zu einer Gefahr für die Freiheit des Einzelnen werden.

- Da Bedeutungen über Interfaces erzeugt werden, müssen wir diese vor Manipulationen schützen.

- Der Wunsch nach Freiheit muß aus uns selbst kommen, wenn diese nicht von außen manipuliert werden soll.

Abb. 3.9: Konsequenzen für Macht und Freiheit

- Management erfordert, sich dem Inneren, der Seele von Interfaces zuzuwenden.
- Eine wesentliche Herausforderung wird es sein, Interfaces zu konzipieren, die unser Bewußtsein erweitern.
- Management bedeutet, während der Zielerreichung operational geschlossen zu agieren und während der Sinnfindung sich operational zu öffnen.
- Neue Bedeutungen bilden beim Management das Interface zwischen Zeichen und Handlungen.
- Im Management von Mikrowelten treten neuartige Phänomene auf, die in Makrowelten nicht zu beobachten sind, wie z.B. nichtlokale Effekte.
- In Virtuellen Realitäten wird die Dauer nicht gemessen, sondern gefühlt.

Abb. 3.10: Konsequenzen für das Endo-Management

-
- [1](#) Vgl. Luhmann (Massenmedien), 162.
- [2](#) Vgl. Eckehart (Seele), 20ff.
- [3](#) Sinn soll hierbei als eine Metaebene von Bedeutungen einer Vielzahl von Menschen angesehen werden, die sich in Interaktion auf einen gemeinsamen Handlungsrahmen geeinigt haben.
- [4](#) Vgl. Descartes (Methode), 8 u. 12.
- [5](#) Leibniz (Monadologie), 20.
- [6](#) Vgl. Descartes (Methode), 46.
- [7](#) Vgl. Teilhard de Chardin (Mensch), 266.
- [8](#) Vgl. Maturana (Erkenntnis), 249.
- [9](#) Vgl. Bateson (Ökologie), 566.
- [10](#) Vgl. Roth (Gehirn), 213.
- [11](#) Vgl. Penrose (Computerdenken), 397.
- [12](#) Vgl. Talbot (Physik), 81.
- [13](#) Siehe dazu die Bilder von M.C. Escher.
- [14](#) Vgl. Sartre (Intellektuellen), 71.
- [15](#) Vgl. Sartre (Intellektuellen), 66ff.
- [16](#) Vgl. Bohm (Ordnung), 110.
- [17](#) Vgl. Russell (Philosophie), 115.
- [18](#) Vgl. Emrich (Fühlen), 117.
- [19](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 129.
- [20](#) Vgl. Euler (Interface), 312.
- [21](#) Vgl. Euler (Interface), 311ff.
- [22](#) Vgl. Talbot (Universum), 223.
- [23](#) Dies bedeutet zukünftig aber auch, das virtuelle Zeitreisen des Bewußtseins in den Bereich

des Möglichen rücken.

[24](#) Vgl. Piaget (Epistemologie), 43.

[25](#) Vgl. Piaget (Biologie), 54.

[26](#) Die Semantik, die die Beziehungen zwischen Zeichen und Bezeichnetem (Interpretationen und Bedeutungen) behandelt, geht auf de Saussure zurück und wurde von Peirce und Morris weiterentwickelt.

[27](#) Vgl. von Foerster (Einsicht), 176.

[28](#) Vgl. Hofstadter (Metamagicum), 264.

[29](#) Vgl. Brodie (Mind), 49.

[30](#) Der Begriff wurde von Dawkins geprägt.

[31](#) Vgl. Brodie (Mind), 82.

[32](#) Vgl. Hofstadter (Gödel), 56f.

[33](#) Überlebensfähigkeit und Wahrung der Menschenrechte sind zwei wesentliche Anforderungen, die bei der Generierung von Bedeutungen beachtet werden müssen.

[34](#) Die Komplexität steigt mit der Zufälligkeit, wie z.B. bei Kolmogorow-Chaitin.

[35](#) Die Komplexität ist bei einer ausgewogenen Mischung von Ordnung und Unordnung am größten.

[36](#) Vgl. Atmanspacher (Brücken), 3.

[37](#) Vgl. Roth (Gehirn), 242.

[38](#) Der Cyberspace bildet eine ideale Plattform für die Ausbreitung neuer Bedeutungen, die als Attraktoren des Geistes aufgefaßt werden können.

[39](#) Vgl. Bohm (Ordnung), 115.

[40](#) Vgl. Watzlawick (Zopf), 180f.

[41](#) Deutsch (Reality), 121.

[42](#) Vgl. Atmanspacher (Sinnlehre), 14.

[43](#) Gespräch mit Atmanspacher 1995.

[44](#) Vgl. Atmanspacher (Sinnlehre), 12.

[45](#) Vgl. Levinas (Humanismus), 12.

[46](#) Vgl. Wheatley (Leadership), 136.

[47](#) Vgl. von Foerster (Einsicht), 29.

[48](#) Vgl. Ulrich (System), 246.

[49](#) Vgl. Watzlawick (Zopf), 152.

[50](#) Vgl. Watzlawick (Zopf), 154.

[51](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 96.

[52](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 100.

[53](#) Vgl. Bec (Versuch), 411.

[54](#) Der Trend zum "Mikrokosmos" hat nun auch die Kinos erfaßt, wie der gleichnamige Film im Jahr 1996 zeigte.

[55](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 438.

[56](#) Vgl. Weischedel (Hintertreppe), 149.

[57](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 445.

[58](#) Vgl. Rössler (Chaos), 115f.

[59](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 438.

[60](#) Vgl. Rössler (Endophysik), 85f.

[61](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 439.

[62](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 438.

[63](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 438.

[64](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 446.; Gespräch mit Rössler 1996.

[65](#) Zitat von "Jean Marc Bujard", Zauberer aus Paris: "Im Leben ist alles Illusion!"

Phasenübergänge von Zuständen offenbaren uns diese Illusion. So geht ein Schneekristall auf der Hand durch die Erwärmung in Wassertropfen über.

[66](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 438.

[67](#) Vgl. von Hayek (Regeln), 59.

[68](#) Naujoks Ansatz der Kontextsteuerung ist zwar wichtig, muß jedoch unbedingt um das Management von Bedeutungen erweitert werden. Vgl. Naujoks (Kontextsteuerung).

[69](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 9.

[70](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 131.

[71](#) Vgl. Rössler (Chaos), 116.

[72](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 30.

[73](#) Während das Einsteinsche Interface einen Schnitt durch die absolute Welt der makroskopischen Raumzeit repräsentiert, ist das Interface des kinetischen Konstruktivismus nicht an den makroskopischen, sondern an den mikroskopischen Bewegungszustand des Beobachters gebunden.

Vgl. Rössler (Chaos), 115.

[74](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 440.

[75](#) Synonym für Mikrokonstruktivismus.

[76](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 443.

[77](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 444.

[78](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 442f.

[79](#) Gespräch mit Rössler 1995.

[80](#) Vgl. Rössler (Relativity), 4.

[81](#) Vgl. Rössler (Relativity), 4.

[82](#) Vgl. Rössler (Relativity), 6.

[83](#) Vgl. Couchot (Spiele), 351.

[84](#) Vgl. Couchot (Spiele), 354.

[85](#) Da Erwachsene im Gegensatz zu Kindern über mehr Anwendungsregeln verfügen, können diese die Ereignisse gemäß ihrer Zeittiefe, d. h. in Während-Relationen anordnen, was zu einem anderen Zeit-

erleben führt. Vgl. Cramer (Zeitbaum), 105.

[86](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 21 u. 89.

[87](#) Vgl. Husserl (Phänomenologie), 58.

[88](#) Vgl. Penrose (Computerdenken), 433.

[89](#) Vgl. Husserl (Phänomenologie), 49.

[90](#) Vgl. Ammann (Kopf), 60.

[91](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 76.

[92](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 73.

[93](#) Vgl. Virilio (Stillstand), 60.

[94](#) Vgl. Bergson (Zeit), 95.

[95](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 1.

[96](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 61f.

[97](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 67.

[98](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 78.

[99](#) Vgl. Cramer (Zeitbaum), 23.

[100](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 98.

[101](#) Vgl. Vrobel (Zeit), 98f.