

Philosophisch-biologischer Diskurs

Am 7.4.2014 schrieb Hartmut Wedekind aus Darmstadt:

Fahren wir fort im philosophischen Dialog. Es ist so, dass Handlungen wie „schreiben“, „reden“, „mitteilen“ und auch „informieren“ *Symbolische Handlungen* genannt werden. Sie unterscheiden sich deutlich von gewöhnlichem Handeln z.B. „Schraube festziehen“. Symbolische Handlungen werden immer vermittels einer anderen Handlung vorgenommen. „Schreiben“ geschieht z.B. vermittels „Schreibfiguren auf's Papier bringen“, oder, was ich gerade tue „Tippen auf einer Tastatur“. Man nennt „Schreibfiguren auf's Papier bringen“ oder „Tippen auf einer Tastatur“ auch eine Trägerhandlung, die häufig zur Wahl steht. Reden als symbolischen Handeln geschieht vermittels „Schallwellen erzeugen an Stimmbändern“ (phonetisches Handeln), usw. Ernst Cassirer sprach vom Menschen als einem *homo symbolicus*. Vermittels einer anderen Handlung handeln ist nicht auf das Symbolische beschränkt. So z.B. „Licht machen“ geschieht vermittels „Drehen an einem Schalter“ als Trägerhandlung. Das „Drehen“ trägt das „Lichtmachen“

Frage: Wenn nun Biologen reden etwa wie folgt: „Die eine Zelle informiert die andere über ihren Zustand“, wo ist da die Trägerhandlung? Oder ist das biologische Informieren keine symbolische Handlung. Vermittels was wir in der Biologie informiert? Wenn ich sage „Rechner A informiert Rechner B über etwas“, dann sehe ich sofort die darunter liegende Trägerhandlung z.B. Rechner A „ruft ein Kommunikationsprotokoll auf“. Gibt's in der Biologie so etwas wie ein Kommunikationsprotokoll, das als Trägerhandlung abläuft, um so den Informationsaustausch erst zu ermöglichen?

Anstatt diese E-Mail sofort zu veröffentlichen, bat ich Peter Hiemann in Grasse die biologische Frage zu beantworten. Da seine am 13.4. 2014 eingegangene Antwort etwas ausführlich geriet, gebe ich sie leicht gekürzt wieder:

Zum Verständnis biologischer Systeme

Will man die Herausforderungen benennen, denen sich Philosophen gegenüberstehen, kann man sich getrost an Immanuel Kant halten, der Philosophieren als das Bemühen auffasste, Antworten auf folgenden Fragen zu finden: Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was darf ich hoffen? Was ist der Mensch? (Kritik der reinen Vernunft). Im Folgenden werden ein paar naturwissenschaftliche Vorstellungen biologischer Systeme dargelegt..

I DNA – Gene – Proteine

Biologische Systeme basieren auf Wechselwirkungen zwischen einer unglaublichen Vielzahl verschiedenartiger organischer Moleküle. Man ist weit davon entfernt, die Abfolge und das Zusammenspiel aller Wechselwirkungen angeben zu können. Molekularbiologen können aber heute sehr genau das Makromolekül DNA analysieren. DNA kann als Archiv biologischer Eigenschaften aufgefasst werden, die im Ablauf der biologischen Evolution entstanden sind und sich erhalten haben. DNA enthält die genetische Information, die für jedes biologische System einzigartig und deshalb typisch sind. Unter anderem die Gene, von denen der Mensch etwa 20.000 verschiedenartige besitzt. Aber die Gene sind lediglich „Matrizen“, in denen codiert ist, welche Arten Proteinmoleküle für einen Organismus hergestellt werden. Gene sind nicht das Programm, damit ein biologisches System (als funktionierendes Ganze) sich bilden, sich erhalten, sich vervielfältigen und sogar evolvieren kann. Wann und warum welche Gene eines biologischen Systems aktiviert und deaktiviert werden, um organische Moleküle (Proteine) zu generieren, die das biologische System in jedem Moment benötigt, ist weitgehend unbekannt.

Überraschenderweise verfügen biologische Systeme über keine „Zentrale“, in der alle Wechselwirkungen gesteuert oder koordiniert werden. Biologen, Neurobiologen, Kognitionswissenschaftler und Informatiker vermuten die Existenz eines Mechanismus, der unter der Bezeichnung „Selbstorganisation“ firmiert. Der Begriff „selbst organisiert“ bedeutet in dem Zusammenhang nicht „von selbst organisiert“ sondern „aus sich selbst heraus organisiert“. Ein Prinzip von „Selbstorganisation“ scheint zu sein, dass die vielfältigen Prozesse entsprechend sich dynamisch

verändernden Systemzuständen erfolgen. An Hand verschiedenartiger biologischer Systeme lassen sich verschiedenartige Mechanismen der biologischen Wechselwirkungen studieren.

II Zellen

An dem „Innenleben“ einer einzigen Zelle lassen sich bereits die wichtigsten Elemente und wechselwirkenden Mechanismen eines unglaublich komplexen biologischen Systems analysieren. Bill Bryson (2) gibt eine anschauliche Beschreibung des Innenlebens einer Zelle: „Würde man eine Zelle so weit vergrößern, dass Atome ungefähr die Abmessungen von Erbsen haben, wäre die Zelle eine Kugel von rund 800 Metern Durchmesser, die durch ein Gerüst von Tragebalken, Cytoskelett genannt, in Form gehalten wird. In ihrem Inneren würden Millionen und Abermillionen von Gegenständen – manche so groß wie ein Basketball, andere mit Ausmaßen von Autos – hin und her flitzen wie Gewehrkugeln. ...Jeder DNA-Strang wird durchschnittlich alle 8,4 Sekunden – 10.000 mal am Tag – angegriffen oder beschädigt: Chemische Substanzen und andere Objekte prallen mit ihr zusammen oder durchtrennen sie einfach, und jede derartige Verletzung muss schnell wieder geflickt werden, damit die Zelle nicht zu Grunde geht. ...Dann sehen wir, dass es in einer Zelle Millionen von Objekten gibt: Lysosomen, Endosomen, Ribosomen, Liganden, Peroxisomen, Proteine jeder Form und Größe. ... Eine typische Zelle enthält rund 20.000 verschiedenartige Proteine, und davon sind etwa 2000 jeweils mit mindestens 50.000 Molekülen vertreten,“

Die Harvard Universität demonstriert die Vielfalt molekularer Prozesse in der Animation [„Das Innenleben einer Zelle“](#): Bei den molekularen Wechselwirkungen handelt es sich nicht um den Austausch von „Information“ im technischen Sinn. Vielmehr spielen die molekularen Formen der Proteine eine entscheidende Rolle. Nach der Biosynthese der Proteine (entsprechend genetischem Code hergestellte Ketten von Aminosäuren) erhalten Proteine ihre Form durch spezifische Faltungen. Auf der Basis unglaublich vielfältiger Formen der Proteine wechselwirken spezielle Proteine nur mit speziellen „passenden“ Proteinen. Biologen bezeichnen dieses biologische („kooperative“) Prinzip als „molekulare Komplementarität“. Es ist besser bekannt als „Schlüssel-Schloss-Prinzip“.

III Organismus

Der menschliche Organismus enthält 220 unterschiedlichen Zelltypen und Gewebetypen. Die Differenzierung von Zellen aus einer befruchteten Eizelle und die Entwicklung eines Organismus (Morphogenese) beruht auf biologischen Prozessen, bei denen eine Vielzahl von Genen in einer Vielzahl von Variationen bzw. Kombinationen beteiligt sind. Mit modernen Methoden der Molekularbiologie konnte gezeigt werden, dass biologische Formentwicklungen auf der Basis „differenzieller Genaktivierungen“ und „kooperativen Zellverhaltens“ erklärt werden können. Differenzielle Genaktivierungen werden von Kontrollgenen geregelt. „Einige dieser Kontrollgene bauen ein regulatives Netzwerk von [molekularen] Aktivitäten auf, in das mehr als 2000 Gene integriert sind.“ Solche regulativen Netzwerke enthalten auch positive Rückkopplungsschleifen.

Einige der am besten untersuchten Gene, die bei differenzieller Genaktivierungen eine entscheidende Rolle spielen, betreffen die Formbildungen des Auges. Für die Ausbildung des Linsenauges einer Maus spielt das „Masterkontrollgen“ mit Namen Pax-6 die entscheidende Rolle. Ersetzt man das homologe (entsprechende) Gen Eyeless bei einer Taufliedige Drosophila durch das Pax-Gen einer Maus, kommt es auch zur Ausbildung eines Auges, allerdings eines Insektenauges. Pax-6 homologe Gene bei Schnecken und Kraken erfüllen ebenfalls wichtige Funktionen bei der Augenentwicklung. Die Analysen der verschiedenen „Augenkontrollgene“ untermauern die Hypothese, dass die verschiedenen Augentypen im Tierreich auf verschiedenen evolutionären Entwicklungsstufen von „Mastergenen“ beruhen. Darüber hinaus wird die Hypothese vertreten, dass die „evolutionäre Konservierung“ (genetische Archivierung) nicht nur die Mastergene betrifft,

sondern das Regulationsnetzwerk einer ganzen Gruppe von Genen, die bei Augenentwicklungen exprimiert werden (durch an- und ausschalten zum Ausdruck kommen). Zum Beispiel führt die Eliminierung des homologen Gens Eyeless bei Drosophila nicht allein zum Verlust des Auges sondern auch zum Verlust von Gehirnteilen, im Extremfall bei Drosophila zum totalen Kopfverlust.

Kooperatives Zellverhalten (interzelluläre Wechselwirkungen) wird auf verschiedene Weisen erreicht: (1) über molekulare Botenstoffe (Wechselwirkungen über Distanz) (2) über membranständige Moleküle (Wechselwirkungen durch direkten Zellkontakt) (3) über Zellen verbindende Proteinporen, auch genannt „gap junctions“ (Wechselwirkungen durch Molekülaustausch)

Biologische Prozesse des Typ (1) dienen der Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes mittels eines internen regelnden Prozesses (Homöostase). Das betrifft zum Beispiel die Regelung des Herz-Kreislauf-System oder die Regulation des Blutzuckerspiegels im Blut. Im letzter Fall sind Hormone (Insulin, Adrenalin) beteiligt, die abhängig von der Blutzuckerkonzentration mehr oder weniger ausgeschüttet werden.

Typische Beispiele für biologische Prozesse des Typ (2) betreffen Zellen des Immunsystems. Zellen der adaptiven Immunabwehr sind in der Lage, spezifische Strukturen (Antigene) von „Angreifern“ zu erkennen und gezielt zelluläre molekulare Antikörper zur bilden, die sich an „Angreifer“ binden, um sie zu modifizieren. Natürliche Killerzellen des Immunsystems (sind angeboren) können veränderte Körperzellen erkennen – von Krankheitserregern befallene Zellen oder Krebszellen – und deren Tod herbeiführen. T-Killerzellen (sind nicht angeboren) werden vom Organismus erzeugt. Sie interagieren mit körpereigenen Zellen und töten diejenigen ab, die von Krankheitserregern befallen und modifiziert worden sind. Jede T-Killerzelle trägt auf ihrer Oberfläche viele Rezeptoren desselben Typs. Eine T-Killerzelle erkennt immer nur einen Antigentyp, nämlich denjenigen, der auf ihren Rezeptor passt. Deshalb verfügt das Immunsystem über eine Vielzahl unterschiedlicher T-Killerzellen, um alle erdenklichen Formen von Antigenen ausfindig zu machen. Auf „Befehl“ von T-Helferzellen zerstören T-Killerzellen körpereigene Zellen, in denen sich Krankheitserreger eingenistet haben.

Sich berührende Zellen des Typs (3) mit „gap junctions“ (Proteinporen) existieren in fast allen Geweben und Organen. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der embryonalen Entwicklung. Embryos entwickelten sich nicht normal in Bereichen mit blockierten „gap junctions“. „Gap junctions“ dienen auch der Vermittlung oder Blockierung von molekularen Signalen, die durch Drogen oder pharmazeutische Produkte verursacht werden. Ein anderer Bereich von wichtigen Proteinporen betrifft die elektrische Kopplung benachbarter Zellen in Muskeln oder der Augennetzhaut. Die Zellen der Augennetzhaut lassen sich als spezialisierte Nervenzellen ansehen.

IV Nervensystem

Der Begriff Nervensystem bezeichnet die Gesamtheit aller Nerven- und Gliazellen in einem Organismus. Es ist ein Organsystem der höheren Tiere, welches die Aufgabe hat, innere Zustände des Organismus und Bedingungen der Umwelt wahrzunehmen, zu verarbeiten und Reaktionen des Organismus zu veranlassen, um zweckmäßig (nicht optimal) auf Zustandsveränderungen und veränderte Umweltbedingungen zu reagieren und Handlungen auszuführen, z.B. Muskelbewegungen, aber auch geistige „Bewegungen“. Bei Sprachverhalten sind beide Arten von Bewegungen aktiv.

Die anatomischen Strukturen und Funktionen von Nervenzellen und die Funktionen synaptischen Verknüpfungen von Nervenzellen sind gut verstanden. Das menschliche Gehirn (zentraler Teil des gesamten Nervensystems) besitzt Schätzungen zufolge etwa 100 Milliarden Nervenzellen (Neuronen), die durch etwa 100 Billionen Synapsen eng miteinander verbunden sind. Durchschnittlich ist ein Neuron mit 1000 anderen Neuronen verbunden und könnte von jedem beliebigen anderen Neuron aus in höchstens vier Schritten erreicht werden. Die Wechselwirkungen zwischen Neuronen werden durch elektrische Impulse und Ausschüttungen von Neurotransmitter-Moleküle in synaptische Spalten zwischen Neuronen realisiert. Alle Neuronen zusammen formen ein gigantisches neuronales Netzwerk. In diesem Netzwerk lassen sich verschiedene Bereiche identifizieren, die bei verschiedenartigen (bewussten und unbewussten) Funktionen des menschlichen Organismus aktiviert werden. Die neuronalen Schaltungen für Sehen und Hören sind gut verstanden. Man will es oft nicht wahrhaben: Bilder entstehen nicht im Auge sondern erst nach mehreren neuronalen Schritten im Sehbereich der Großhirnrinde. Neurobiologen sind sich einig, dass menschliche Denk- und Verhaltensweisen direkt mit Zuständen des neuronalen Netzwerks korreliert sind. Neurobiologen sind sich auch einig, dass das Gehirn weder über einen Bereich neuronaler zentraler Kontrolle, noch über spezielle Bereiche zur Speicherung und Archivierung von Gedächtnisinhalten verfügt. Das neuronale Netzwerk verfügt übrigens über die Fähigkeit der „Plastizität“, d.h. körperliche oder kognitive Funktionen, die verloren gegangen sind, weil gewisse Bereiche des neuronalen Netzwerks beschädigt sind oder fehlen, können durch geeignetes körperliches oder kognitives Training von anderen Bereiche des Netzwerks wahrgenommen werden. Die Fähigkeit der Plastizität besitzen vermutlich nur neuronale Netzwerke, die in der Großhirnrinde angesiedelt sind. Netzwerke, die im Stammhirn angesiedelt sind und überlebenswichtige organische Aufgaben (z.B. Herzschlag, Atem) betreffen, sind nicht zu ersetzen.

Der Neurowissenschaftler David J. Linden [6] (Johns Hopkins University in Baltimore, USA) hat das menschliche Gehirn als einen Unfall der Natur bezeichnet und beschrieben, warum es dennoch funktioniert. Ein paar Zitate mögen belegen, wie „ineffektiv“ das „Design“ (hat nichts mit Kreationismus zu tun) eines Gehirns geraten ist (im Vergleich zu einem vom Ingenieur entworfenen System): „Der elektrische Stromfluss durch ein Axon [Teil der Nervenzelle, durch den ein elektrischer Impuls an eine andere Nervenzelle weitergeleitet wird] ist durch einen geringen Durchlauf und Undichtigkeit eingeschränkt.“ „Axone, die am reflexartigen Zurückziehen der Hand von einem heißen Ofen beteiligt sind, leiten elektrische Signale mit weniger als einem Millionstel der Geschwindigkeit eines Kupferkabels weiter.“ „Die meisten Synapsen [Verbindungsstellen zwischen zwei Nervenzellen] in unserem Gehirn funktionieren nicht zuverlässig, sondern nach dem Wahrscheinlichkeitsprinzip.“ „Das Gehirn ist eine Behelfslösung, bei der eine enorme Zahl miteinander verbundener Prozessoren eindrucksvolle Leistungen erbringen kann, selbst wenn der individuelle Prozessor eine stark beschränkte Kapazität hat.“ „Wenn wir die Gesamtzahl der Neurone bestimmen, die im Laufe der Gehirnentwicklung vor und nach der Geburt gebildet werden, stellen wir fest, dass rund doppelt so viele Neurone gebildet werden, wie schließlich im reifen Gehirn vorhanden sind.“ „Unter den Neuronen gibt es einen Kampf ums Überleben, der sich mit dem Sprichwort „Use it or lose it“ (Gebrauch's oder verlier's) umschreiben lässt.“

Und warum funktioniert es dennoch, manchmal sogar hervorragend? „Die stark vernetzte, parallele Architektur des Gehirns in Kombination mit der Fähigkeit zu einer subtilen Neuerschaltung, erlaubt es dem Gehirn, aus lausigen Teilen ein eindrucksvolles Ganze aufzubauen.“

Kognitionsforscher vertreten die Arbeitshypothese, dass Gedächtnisinhalte durch neuronale Muster (Engramme) repräsentiert werden. Es gilt als sicher, dass Gedächtnisinhalte nicht über etwas analoges wie „Speicheradressen“ aufgerufen werden können. Vielmehr scheint das Gehirn über Fähigkeiten zu verfügen, verschiedenartige Gedächtnisinhalte (z.B. Sprache, Gesichter, Bilder, Musik, Prozeduren, Denkmodelle) in vielen Kombinationen (Assoziationen) zu erinnern, um neue Wahrnehmungen mit Erinnerungen so zu verknüpfen, damit sich ein persönlich empfundener Sinn ergibt. Alle Erinnerungen sind entsprechend emotionaler Erfahrungen (z.B. richtig oder falsch, schön oder hässlich, gut oder böse, harmonisch oder dissonant) „bewertet“.

Es existieren lediglich Arbeitshypothesen, wie in jedem Moment einer Person die dynamische Zusammenführung von Wahrnehmungen, Emotionen und Erinnerungen zu bewussten Vorstellungen im Zentralen Nervensystem funktionieren könnte und das Erleben eines Selbstmodells (Ego), eines Selbstbewusstseins, vermittelt. Oft wird zwischen den Begriffen „Bewusstsein“ und „Selbstbewusstsein“ nicht klar unterschieden.

Einige Arbeitshypothesen über das menschliche Gehirn können durch Beobachtungen und Tests mit Patienten, deren Gehirne durch Unfälle oder Schlaganfälle beschädigt wurden, untermauert werden. Welche neuronalen Zustände welchen menschlichen Denk- und Verhaltensweisen entsprechen, kann mit derzeit verfügbaren Methoden nicht analysiert werden. Es gilt als gesichert, dass menschliche Denk- und Verhaltensweisen direkt mit immanenten Zuständen des neuronalen Netzwerks korreliert sind. Wahrnehmungen und Erfahrungen sogenannter transzendenter Einflüsse auf das neuronale Netzwerk gelten als Ausdruck persönlicher illusionärer Vorstellungen (Halluzinationen).

V Menschliche Sprache(n)

Es sei daran erinnert: Nicht nur der Mensch besitzt ein Nervensystem, welches die Aufgabe hat, innere Zustände des Organismus und Bedingungen der Umwelt wahrzunehmen, zu verarbeiten und zweckmäßig (nicht optimal) auf Zustandsveränderungen und veränderte Umweltbedingungen zu reagieren und zu handeln. Das menschliche Nervensystem besitzt zusätzlich eine Fähigkeit, über die Nervensysteme anderer Spezies nicht verfügen. Homo sapiens ist in der Lage, ein individuelles „Sprachsystem“ (als funktionierendes Ganze) zu erlernen (zu bilden), zu erhalten, zu modifizieren und Denk- und Verhaltensweisen mit anderen Individuen auszutauschen (gewisse Denkmodelle eventuell zu vervielfältigen).

Wer Sprachphänomene analysiert, muss deutlich auseinanderhalten, ob er von individuellen Denk- und Sprachverhalten einer Person (eines lebenden „Systems“) oder abstrakt von einem Kommunikationssystem spricht, in dem „Information“, in welcher Form auch immer, ausgetauscht wird. Hier ist vom Sprachverhalten lebender Wesen mit einem aktiven, komplexen und sehr individuellen Gehirn die Rede.

Homo sapiens hat in seiner langen Geschichte die vielfältigsten Methoden benutzt, um mit sich, mit seinen Kompagnons und mit seiner Umwelt zurechtzukommen. Soviel man weiß, hat sich an der biologische Basis seines Nervensystems seit etwa 40.000 Jahren nichts verändert. Seine Sinne und Emotionen sind die eines Jägers und Sammlers. Jedoch ist die Geschichte Homo sapiens geprägt durch vielfältige Veränderungen seiner Umwelt und als Konsequenz Veränderungen seiner kognitiven Vorstellungen und Möglichkeiten. Bei sprachlichen Wechselwirkungen eines Individuums kam und kommt es darauf an, sich seiner eigenen Persönlichkeit, und der Persönlichkeit seiner Kommunikationspartner in möglichst allen Aspekten bewusst zu sein bzw. gerecht zu werden. Erst eine offene Kommunikation, in der Vorstellungen aller Beteiligten zur Sprache kommen, ist der Schlüssel für persönliche geistige, kulturelle Entfaltungen.

Humberto R. Maturanas Schriftensammlung „Erkennen, Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit“ enthält eine Aussage, die für Sprachtheoretiker ausschlaggebend sein könnte: „Es gibt kein Selbstbewusstsein ohne die Sprache als ein Phänomen der sprachlichen Rekursion. Selbstbewusstsein, Bewusstheit, Geist – das sind Phänomene, die in der Sprache stattfinden. Deshalb finden sie als solche nur im sozialen Bereich statt.“

Will man Sprachtheorie auf einem „kulturellen“ (gesellschaftlichen) Niveau betreiben, kommt man nicht umhin, Sprachsysteme verschiedenartiger Kulturkreise oder verschiedener Kulturepochen zu analysieren. Homo sapiens ist nicht nur fähig, Situationen umfassend wahrzunehmen und darauf zu reagieren, sondern gleichzeitig zu fragen, warum Situationen entstanden sind und entstehen. Die möglichen Antworten auf Warum-Fragen führten und führen zu immer neuen menschlichen Vorstellungen und Denkmodellen. Auch neue Möglichkeiten menschlicher Kommunikation ändern menschliche Denk- und Verhaltensweisen. Neue menschliche Denkmodelle (z.B. das Verhältnis Sonne-Erde) und neue Kommunikationstechniken (z.B. Buchdruck) können existierendes Sprachverständnis grundlegend beeinflussen (Paradigmenwechsel).

Vielleicht lässt sich demnächst durch Vergleiche des Sprachverständnisses indigener Stämme am Amazonas mit dem „zivilisierter“ Bevölkerungen in Europa herausfinden, ob und wie sich spezifische Sprachsysteme entwickelt haben. Es gibt Hinweise, dass zweckmäßige Sprachelemente und Denkmodelle konserviert und an Folgegenerationen weitergegeben wurden, unzweckmäßige ausgestorben sind.

VI Systemtheorie

Vermehrte Aufmerksamkeit der Naturwissenschaftler und Informatiker gilt neuerdings dem Begriff „Selbstorganisation“. „Selbst“ in dem Zusammenhang bedeutet nicht „von selbst organisiert“ sondern „aus sich selbst heraus organisierend“. Wissenschaftler vieler Domänen und Informatiker in Europa und USA haben sich vorgenommen, ein detailliertes Computermodell eines menschliches Gehirns zu entwickeln, um besser verstehen zu können, wie ein sich selbst organisierendes System funktioniert. Vermutlich wird das Computermodell Funktionen enthalten, um ein rudimentäres Sprachsystem zu simulieren. Dieses Sprachsystem wird mit einer (angeborenen) funktionellen Grundausstattung ausgestattet sein, speziell der Fähigkeiten für Wahrnehmung und Lernen. Es muss aber nach der Geburt (Initialisierung) in der Lage sein, sich selbständig ein Sprachsystem zu bilden und zu modifizieren, um selbstständig auf verändernde Umfeldbedingungen zweckmäßig reagieren und sich anpassen zu können.

Die Staaten der Europäischen Union und die Schweiz haben eine Milliarde Euro zugesagt, um gemeinsam das europäische „Human Brain Projekt“ (HBP) zu finanzieren und durchzuführen. In USA unterstützt die Regierung die „BRAIN Initiative“ mit mehr als 300 Millionen US Dollar pro Jahr über einen Zeitraum von 10 Jahren. BRAIN steht für **B**rain **R**esearch through **A**dvancing **I**nnovative **N**eurotechnologies. Die Wissenschaftler und Informatiker, die sich an dem Human Brain Project und der BRAIN Initiative beteiligen, sind aufgerufen zu kooperieren.

Die Simulation der Wechselwirkungen zwischen Neuronen wird sicher neue Methoden der Kommunikation erfordern. Existierende OSI Standards (sieben Layer) und existierende implementierte technische Kommunikationsprotokolle werden ungeeignet sein. Man darf gespannt sein, ob und wie es den Forschern beider Projekte gelingt, nur durch Simulation eines neuronalen Netzwerks wahrgenommene Informationsinhalte zu speichern (ohne Speicheradressen). Außerdem muss das neuronale Netzwerk in der Lage sein, wahrnehmende und erinnerte Informationsinhalte ohne

existierende zentrale Steuerung dynamisch so zusammenzuführen, dass sinnvolle assoziierte Informationsinhalte entstehen.

Beide Großprojekte werden wertvolle Beiträge zur Systemtheorie liefern. Sich selbst organisierende Systeme erfordern eine Systemtheorie, die in der Lage ist Systemverhalten zu erklären, das gleichzeitige Wechselwirkungen sowohl zwischen Systemelementen innerhalb des Systems als auch Wechselwirkungen mit dem äußeren Systemumfeld berücksichtigt. Zusätzlich muss diese Systemtheorie erklären können, wie sich ein System evolutionär verändern kann, d.h. Mechanismen wie Reproduktion, Mutation und Selektion müssen modelliert und simuliert werden.

Interpretationen einiger Elemente in biologisch aktiven Systemen nach Luhmann

	<i>Programmsystem Elemente (z.B.)</i>	<i>Interaktionssystem Elemente (z.B.)</i>	<i>Funktionssystem Elemente (z.B.)</i>
<i>Zellen</i>	DNA	Cytoplasma RNA, Proteine Netzwerke	Ribosome, Mitochondrien
<i>Organismus</i>	Kontrollgene	Blut, Drüsen, Zellen Netzwerke	Herz, Niere, Gehirn
<i>Nervensystem</i>	Sehrinde, Hörzentrum, Brodman-Areale	Aktionspotentiale, Impulse, Neurotransmitter Netzwerke	Wahrnehmungen Kognition Selbstmodell Sprache
<i>Sprache(n)</i>	Grammatik Rituale Traditionen Wissen	Sprechen Texte Bilder Netzwerke - Telephone - TV - Internet	Politische Institutionen Bildungseinrichtungen Forschungslabore Entwicklungslabore Unternehmen

Zurzeit scheint die Systemtheorie von Niklas Luhmann [3], ergänzt durch einen Mechanismus der sogenannten strukturellen Kopplung von voneinander abhängigen bzw. beeinflussenden Systemen [4], ein plausibler Ansatz zu sein, sich selbst organisierende Systeme zu modellieren. Luhmanns Systemtheorie basiert auf der Vorstellung, dass bei den Wechselwirkungen eines sich selbst organisierenden Systems, Teilsysteme ständig rekursiv aktiv sind. Luhmann bezeichnete diese Teilsysteme mit „Programmsystem“, „Interaktionssystem“ und „Funktionssystem“. Fällt eines der aktiven Teilsysteme aus, „stirbt“ das sich selbst organisierende Gesamtsystem.

VII Schlussbemerkung

Zu Platons Zeiten waren Philosophen angesehene Persönlichkeiten, die „Wissenschaft“ betrieben. Sie stellten sich den konkreten Problemen ihrer Zeit und fragten sich unter Anderem „Was kann ich wissen?“. Man kann sich den Eindrucks nicht erwehren, dass einige heutige Philosophen die Domänen Logik, Erkenntnistheorie und Metaphysik für Kronen der obersten philosophischen Disziplin erachten, ohne Aufmerksamkeit auf aktuelle Probleme ihrer Zeit zu richten. „Philosophen aller drei Domänen beanspruchen mehr oder weniger, die letzten und unhintergehbaren Grundlagen allen Denkens und aller Wahrheit, d. h. die fundamentalsten Gesetze und Strukturen der Wirklichkeit darstellen zu können.“ (Wikipedia über Theoretische Philosophie)

Es mag zutreffen, dass es Personen gibt, die sich ausschließlich auf intuitive Sprachmechanismen wie „throw and catch“ bei ihren Denkweisen und Sprachverhalten verlassen. Diese Mechanismen mögen sogar als Basis dienen, um darauf ein komplexes Sprachmodell zu errichten, das allen möglichen individuellen Denkweisen und Sprachverhalten gerecht wird: Künstlern, Naturwissenschaftlern und natürlich auch Philosophen. Seit Darwin hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass biologische Systeme nicht zielgerichtet (intentional) funktionieren. Das schließt nicht aus, dass es deterministische biologische Algorithmen gibt. Molekularbiologen haben herausgefunden, dass die Natur in allen biologischen Systemen „dafür gesorgt hat“, dass drei aufeinanderfolgende Nukleobasen – Triplets oder Codons genannt – in gleicher Weise in Aminosäuren übersetzt werden. Genetiker sind überzeugt, dass biologische Evolution nach dem Prinzip „trial and error“ verfährt. Genetische Veränderungen eines biologischen Systems beruhen auf zufälligen genetischen Variationen und

Mutationen und zufällig veränderten Umweltbedingungen. Zweckmäßige genetische Veränderungen haben überlebt. 99,9 Prozent aller jemals existierter Spezies sind zwar ausgestorben, aber „erfolgreiche“ Gene ausgestorbener Spezies existieren weiter in heute existierenden Spezies. Es gibt übrigens auch Philosophen [5], die ihre Denkmodelle auf der Basis aktueller Erkenntnisse der Naturwissenschaft errichten.

VII Literaturhinweise

1. Friedrich Kambartel: „Symbolische Handlungen. Überlegungen zu den Grundlagen einer pragmatischen Theorie der Sprache“. Die Abhandlung wurde unter anderen 1977 in dem Buch „Vernünftiges Denken: Studien zur praktischen Philosophie und Wissenschaftstheorie“ publiziert.
2. Bill Bryson: „Eine kurze Geschichte von fast allem“
3. Niklas Luhmann: „Einführung in die Systemtheorie“
4. Berd-Olaf Küppers: „Die Berechenbarkeit der Welt“
5. Thomas Metzinger: „Der Ego Tunnel“
6. David J. Linden: „Das Gehirn – Ein Unfall der Natur“

NB (Bertal Dresen): So sehr ich Peter Hiemann dafür danke, dass er sich durch Hartmut Wedekinds Frage zu einer derart ausführlichen Antwort bewegen ließ, umso unsicherer bin ich, dass sie den Dialog zwischen sprachverliebten Konstruktivisten und evidenzsuchenden Wissenschaftlern befördert. Mal sehen!