

Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski , University of applied Sciences Berlin

Information im Kontext des Lebens

Erbinformation, Evolution, Ontogenese, interne Informationsentstehung und Ethik

Gliederung

Zusammenfassung

1. Information und Biologie: Informationsentstehung - eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie
 - 1.1. Kybernetik 1. Ordnung setzt die Information immer schon voraus
 - 1.2. "Neue" Diskussion zur Information
 2. Information ist das entscheidend Neue in der Evolution
 - 2.1. Zur Evolution biologischer Information
 - 2.2. Information als Verhältnis zwischen physikalischer Wirkung und Organisation
 - 2.3. Information als Verhältnis zwischen Sender und Empfänger
 3. Information entsteht intern - in der lebenden Organisation
 - Praxisrelevanz der theoretischen Klärung - was Information ist
 - 3.1. Interne Informationsentstehung in den Lebensprozessen
 - 3.2. Grundmodell der Entwicklung zum Leben
 - 3.3. Einheit von Präformation und Epigenese
 - 3.4. Lernen von Duett-Typen bei *Laniarius funebris*
 - 3.5. Erkenntnis ist keine unmittelbare Repräsentation einer externen Welt, sondern zugleich ein Hervorbringen einer Welt
 - 3.6. Neue KI-Forschung
 - 3.7. Informationssuche und Bildung von Bedeutungen im sozialen Prozess
4. Ethik

Zusammenfassung

In der biologischen wie auch in der sozialen Organisationen, müssen, über die Mechanismen der Informationsverarbeitung (der Kybernetik 1. Ordnung) hinausgehend, die Prozesse der Informationsentstehung und Wertbildung Berücksichtigung finden. Denn im Lebenden hat man es nicht mehr allein mit schon organisierten Funktionssystemen, sondern insbesondere auch mit sich selbst organisierenden Systemen (im Sinne der Kybernetik 2. Ordnung) mit selektiv lernenden, intern Information erzeugenden Aktionssystemen, zu tun. Ausgehend von der Diskussion, ob die allgemeinwissenschaftliche Kategorie Information im Bereich biologischer Systeme überhaupt verwendet werden sollte, sowie den Erkenntnissen aus der Entschlüsselung des Humangenoms, dass die Anzahl der menschlichen Gene geringer ist als zuvor angenommen, soll insbesondere verdeutlicht werden, dass es keinen instruktiven Prozess von den Proteinen auf die Nukleinsäuren gibt, dass die Ausprägung der Erbinformation aber auch nicht nur ein einfaches Ablesen der syntaktischen Struktur der DNA, des Trägers der Erbinformation, sein kann. Damit soll verallgemeinernd weiterhin verdeutlicht werden, dass Information generell nicht (nur) als Einfluß der externen Umwelt auf ein System, sondern als innere Wirkungen organisierende Wirkung zu verstehen ist. Es ist ein entscheidender Wechsel (Paradigmenwechsel) im Verständnis der Information zu vollziehen: von einer Sichtweise der Information als Einfluß der externen Umwelt auf das System zu einer Sichtweise, nach der (auf der Grundlage auch von Umweltsignalen) Information im System (intern) entsteht. Information im Sinne einer Wirkungen organisierenden Wirkung ist mit der Selbstorganisation verbunden.

Die theoretische Klärung des Phänomens Information ist gegenwärtig von besonderer Relevanz für die Informatik. Ein neues Verständnis der Information birgt entscheidende praktische, methodologische, philosophische und ethische Konsequenzen in sich.

1. Information und Biologie: Informationsentstehung - eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie

1. 1. Kybernetik 1. Ordnung setzt die Information immer schon voraus

Die Kybernetik (1. Ordnung, im Sinne von Heinz von Förster) setzte Information immer schon voraus. Auch die sich später entwickelnde Informatik kennt nur den Begriff der Informationsverarbeitung, nicht den der Informationsentstehung.

Aus dem Vergleich zwischen technischer Regelung und Regulationsprozessen im Lebenden, zwischen technischem Automaten und lebendigem Organismus, ergibt sich die Schlußfolgerung: daß es die Prozesse der Entstehung von Information sind, durch die sich das Lebendige grundsätzlich von dem technischen Automaten unterscheidet. Es liegt also auf der Hand, sich um ein tieferes Verständnis der Information zu bemühen. Die Fragen nach den charakteristischen Merkmalen der Information, der Art ihrer Erhaltung über längere Zeit, die Frage, ob sie als eine vorgegebene Ordnung zu verstehen ist oder im Prozeß der Entwicklung und der Kognition entsteht, ist heute in der Molekularbiologie, in den Neurowissenschaften, in den Sprachwissenschaften, im Paradigmenstreit der Kognitionswissenschaft und KI-Forschung, ja in der modernen Theorie der Unternehmensorganisation von besonderer Aktualität.

1. 2. "Neue" Diskussion zur Information

Es gibt gegenwärtig kaum eine andere Wissenschaft, wenn man von der Kernphysik absieht, mit der so viele begründete Hoffnungen und Befürchtungen verbunden sind, wie mit der Molekularbiologie. Wenn über Ethik gesprochen wird und speziell über Wissenschaftsethik, so geht es insbesondere auch um die Bewertung und Orientierung der biowissenschaftlichen Forschung, um die Frage, ob deren Ergebnisse dem Wohl der Menschen dient oder nicht. Es geht um die praktischen Anwendung ihrer Ergebnisse, um Innovationen in Industrie, Landwirtschaft und Medizin und um den Beitrag der Biologie für ein ethisch vertretbares Menschenbild.

Wenn hier über Information im Kontext des Lebens nachgedacht werden soll, dann sind Information und insbesondere Informationsentstehung als Grundbegriffe einer Theorie der Biologie zu verstehen, deren Klärung letztlich auch zu einem humanistischen Menschenbild beitragen soll.

Es ist mir eine besondere Freude, dass dieser Vortrag im Zusammenhang mit der Ehrung von Prof. Klaus Krippendorff mit dem Wiener-Schmitt-Preis gehalten werden kann; hat doch Herr Krippendorff selbst zur Klärung des Informationsbegriffs wesentliches beigetragen¹. Es ist mir aber auch deshalb eine besondere

¹ K. Krippendorff, Information Theory: Structural Models for Qualitative Data. 96 pages. Beverly Hills CA: Sage Publications, 1986.

A Dictionary of Cybernetics. Norfolk VA: The American Society for Cybernetics, 1986.

Information Theory. Pages 314-320 in Erik Barnouw et al. (Ed.) International Encyclopedia of Communication, Vol 2. New York: Oxford University Press, 1989

A Trajectory of Artificiality and New Principles of Design for the Information Age. Pages 91-95 in Klaus Krippendorff (Ed.) Design in the Age of Information, A report to the National Science Foundation (NSF). 184 pages. Design Research Laboratory, School of Design, North Carolina State University, Raleigh, NC, 1997

Information Theory. Pages 314-320 in Erik Barnouw et al. (Ed.) International Encyclopedia of Communication, Vol 2. New York: Oxford University Press, 1989.

Information Theory. Pages 314-320 in Erik Barnouw et al. (Ed.) International Encyclopedia of Communication, Vol 2. New York: Oxford University Press, 1989. Shannon, Claude. Pages 58-61 in Erik Barnouw et al. (Ed.) International Encyclopedia of Communications, Vol. 4. New York: Oxford University Press, 1989,

Freude heute und hier zu diesem Thema zu sprechen, weil es immer schon in der Stadt Wien war, in der ich zuerst bestimmte Erkenntnisse über das Phänomen Information vorgetragen habe und auch entsprechende Resonanz fand. Erinnert sei nur an den Vortrag über die Differenzierung der Information, im Jahre 1980: Es ging im Seminar von Peter Fleißner² um die damals noch unübliche Unterscheidung zwischen Information und Daten^{3,4}. Erinnert sei auch an die späteren Beiträge über Information und Selbstorganisation im Rahmen des entsprechenden Forschungsprojektes unter Leitung von Wolfgang Hofkirchner⁵.

Während man sich in der Informatik bisher sehr zurückgehalten hat, sich mit der eigenen Grundkategorie intensiver zu beschäftigen, ja sogar weithin bestritten hat, dass es eine wichtige Kategorie für diese Wissenschaft ist, hat sich diese Situation in jüngster Zeit wesentlich geändert. In der Zeitschrift „Ethik und Sozialwissenschaften,“ wurde von dem Philosophen Peter Janich⁶ eine Diskussion zum Informationsbegriff angestoßen, die von dem Technikphilosophen Günter Ropohl⁷ fortgesetzt wurde und an der sich auch eine Reihe von Informatiker beteiligten. Auch wir^{8,9} konnten einige Gedanken zu dieser Diskussion beisteuern, die hier nochmals verdeutlicht werden sollen. Hierbei ging es unsererseits insbesondere um die Bedeutung der Kategorie Information für die moderne Biologie. Denn für P. Janich gibt es nur entweder Information ohne Semantik im Sinne von Shannon oder Information mit Semantik auf der Ebene der menschlichen Sprache. Dazwischen, d.h. speziell in der Biologie, sei der Informationsbegriff daher nicht zu verwenden, im Sinne der methodisch-kulturalistischen Philosophie, zur Vermeidung naturalistischer Fehlschlüsse sogar zu verbieten. Ropohl will natürlich nicht so weit gehen, dass die Philosophie die Naturwissenschaft bevormundet, aber er zögert auch bei der Verwendung des Informationsbegriffs in der Biologie, weil hier die Sender-Empfänger-Beziehung nicht ausgebildet wäre. Trotz mancher Klärung bleibt also der entscheidende Punkt in der Diskussion mit P. Janich offen. Der Begriff Information könnte so zwar im Bereich der Biologie verwendet werden, bliebe dann aber weiterhin ein vager, mehr oder weniger nützlicher Begriff, der eigentlich nur aus Gründen der Denkökonomie in der Biologie zu verwenden wäre.

Aus der Sicht P. Janichs auf "Information" sind nur zwei Konzeptionen zulässig, einmal die durch die Strukturmaße geprägte strukturelle Konzeption der Information - ohne Semantik - und zum anderen eine Konzeption der Information - mit Semantik -, wobei der Begriff Semantik aber reserviert wird für die menschliche Sprache, mit dem Erfülltsein starker Intentionalitätsbedingungen. Wenn darin auch insofern eine Berechtigung liegt, als der Begriff der Semantik aus der Sprachwissenschaft stammt und eine Verwendung in anderem Kontext zu begründen wäre, da sonst die Gefahr des Anthropomorphismus oder Naturalismus gegeben ist, kann nichtsdestoweniger aus einer so eingeschränkten Sicht die Sachlage in der Biologie, in der man ein funktionales und evolutionäres Verständnis der Information braucht und das es

Information, Information Society and Some Marxian Propositions. *Information and Behavior* 5: 487-521, 1992. The Power of Communication and the Communication of Power; Toward an Emancipatory Theory of Communication. *Communication* 12:175-196, 1989 (published 1991).

²Seminar unter Leitung von P. Fleißner am Institut für Sozialwissenschaften an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, in der Folge entstand eine Studie zur Differenzierung der Information in Wiener Krankenhäusern

³ K. Fuchs-Kittowski, H. Kaiser, R. Tschirschwitz, B. Wenzlaff, *Informatik und Automatisierung*, Akademie Verlag Berlin, 1976

⁴ K. Fuchs-Kittowski, E. Mühlenberg, Die Unterscheidung von semantischer und syntaktischer Informationsverarbeitung als Grundlage für die Gestaltung von EDV-Anwendungssystemen, In: *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe*, Heft 2, 1976, S. 259-267

⁵ Norbert Fenzl, Wolfgang Hopfkirchner, Gottfried Stockinger, *Information und Selbstorganisation*, Studien Verlag, Innsbruck-Wien, 1998

⁶ Peter Janich, Informationsbegriff und methodisch-kulturalistische Philosophie, *Ethik und Sozialwissenschaften, Streitforum für Erwägungskultur*, EuS 9 (1998) Heft 2, Westdeutscher Verlag, Opladen 1995, 169-

⁷ G. Ropohl, Der Informationsbegriff im Kulturstreit, in: *Ethik und Sozialwissenschaften, Streitforum für Erwägungskultur*, EuS () Heft , Westdeutscher Verlag, S.1-12

⁸ K. Fuchs-Kittowski, H.A. Rosenthal, Eine moderne Biologie bedarf der Kategorie Information, In *Ethik und Sozialwissenschaften, Streitforum für Erwägungskultur*, EuS 9 (1998) Heft 2, Westdeutscher Verlag, Opladen 1995, S.200-203

⁹ H.A. Rosenthal, K. Fuchs-Kittowski, Genetische Information ist mehr als ihre syntaktische Struktur – die DNA, in: *Ethik und Sozialwissenschaften, Streitforum für Erwägungskultur*, EuS () Heft , Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 31-33

auch bereits gibt, nicht richtig gesehen werden. Dieses funktionale und evolutionäre Verständnis der Information kann sich auch auf anderen Gebieten als fruchtbar erweisen, ohne daß damit ein Naturalismus vertreten wird, sondern im Gegenteil, das strukturelle bzw. naturalistische Verständnis der Information wird dadurch grundsätzlich überwunden.

In jüngster Zeit wird die Diskussion über den Informationsbegriff auch in der Kerninformatik selbst verstärkt aufgenommen. P. Rechenberg¹⁰ hat im „Informatik Spektrum,“ einen stark beachteten Artikel „Zum Informationsbegriff der Informationstheorie,“ geschrieben, der eine ganze Reihe weiterer Diskussionen in dieser Zeitschrift: ausgelöst hat¹¹. Es ist hier ein deutlicher Fortschritt im Verständnis der Information in der Informatik zu verspüren. Es wird grundsätzlich von dem an der Semiotik orientierten Informationsverständnis ausgegangen und dieses klar von der Shannon'schen Informationstheorie und ihrem quantitativen Informationsbegriff unterschieden. In diese Richtung den Diskurs fortgesetzt, sind auch die früheren Arbeiten, z.B. der Wiener Informatiker^{12, 13, 14} zu berücksichtigen. Diese Autoren haben schon seit jeher, auf ein solches Informationsverständnis orientiert und haben auch immer schon auf die schädlichen Folgen verwiesen, die eine Vermengung von syntaktischem und semantischen Informationsbegriff mit sich bringt (vergl. auch W. Steinmüller¹⁵, S. 202 f.).

Bild: erweiterte Kanalmodell

Mann sollte nun in der Tat nicht zu viele historische Reminiszenzen erwarten, sondern sich über den Fortschritt in der Diskussion freuen. Dieser besteht u.a. insbesondere darin, daß die mit der Shannon'schen Theorie unberücksichtigt bleibende, aber aus der semiotischen Sicht verlangte, Aktivität des Empfängers Berücksichtigung findet. Denn zu berücksichtigen ist die Bedeutung einer Nachricht, die sie für einen Empfänger hat. Die Information entsteht erst beim Empfänger, eben durch die Bedeutung die sie für ihn hat. Hier tritt der Begriff der Informationsentstehung auf. Er gewinnt aber m.E. immer noch nicht den Stellenwert, den er für eine Theorie der Organisation des Lebendigen und Sozialen und damit auch für eine vertiefte Theorie der Information haben sollte. Die Informatik als Wissenschaft ist wesentlich auf die Prozesse der Informationsverarbeitung orientiert, will sie aber Information tiefer verstehen, will sie z.B. im Zusammenhang mit der Verschmelzung von Biologie und Informatik zur Bioinformatik¹⁶ die Lebensprozesse theoretisch erfassen, will sie in der Wirtschaftsinformatik, im Zusammenhang mit dem

¹⁰ P. Rechenberg, Zum Informationsbegriff der Informationstheorie, Informatik Spektrum, Band 26, Heft 5, 2003, S. 317 -326

¹¹ P. Rechenberg, Information? Information! Leserbrief, Informatikspektrum, Band 27, Heft 1, Februar, 2004, S. 84-96

¹² Peter Fleissner, Wolfgang Hofkirchner, Harald Müller, Margit Pohl Christian Stary, Der Mensch lebt nicht vom Bit allein..., Peter Lang Verlag, Frankfurt a.M. Wien, 1997

In dem in mehreren Auflage erschienenen Buch von P. Fleißner u.a. Vertretern des Fachbereichs Informatik der Technischen Universität Wien: „Der Mensch lebt nicht vom Bit allein“(1), wird mit Hinweis auf unser Schema des Zusammenhanges von Struktur und Bedeutung in der erweiterten Kommunikationskette der Versuche unternommen. verschiedene Ebenen der der organismisch-menschlichen Information und Kommunikation zu differenzieren. Es heißt dort: „Die obige Abbildung bietet die Möglichkeit, die Ebenen durch den Grad des 'Verstehens' zu unterscheiden. Signale erlauben die auch maschinell vernehmbare 'Erkennung', Zeichenketten ermöglichen deren 'Interpretation'. Sätze gestatten das 'Begreifen', während uns erst komplexe Semantikstrukturen zum Verständnis führen, das wieder Ausgangspunkt für eine Verhaltensänderung des Empfängers sein kann. Das Schema von Fuchs-Kittowski bietet die Möglichkeit, menschliche und technische Informationsverarbeitungsprozesse zu verorten: Verständnis und Begreifen setzen ein menschliches Subjekt mit Bewußtsein voraus, während Interpretation und Erkennen auch bewußtlos ablaufen, und daher nicht nur vom Menschen, sondern von Maschinen (wie auch Organismen - Hinzufügung durch die Verfasser) ausgeführt werden können.“(1, S. 12)

¹³ Norbert Fenzl, Wolfgang Hopfkirchner, Gottfried Stockinger, Information und Selbstorganisation, Studien Verlag,, Innsbruck-Wien, 1998

¹⁴ Wolfgang Hofkirchner, Editor) The Quest for a Unified Theory of Information, World Futures General Evolution Studies, Volume 13, Gordon and Breach Publishers, Australien, Germany, 1994

¹⁵ W. Steinmüller Informationstechnologie und Gesellschaft, Einführung in die Angewandte Informatik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1993

¹⁶ K. Fuchs-Kittowski, Bioinformatik: eine interdisziplinäre Wissenschaft mit Chancen und Risiken sowie ethischen Konsequenzen, in Bioinformatik, FifF Kommunikation, Heft 1/ 2003

Wissensmanagement, die Prozesse der Wissenserzeugung und –nutzung wirklich verstehen¹⁷, so kommt sie nicht darum herum, sich mit der Kategorie der Informationsentstehung als einer neuen Kategorie der Theorie der Biologie, wie auch der Theorie sozialer Organisation weiter zu beschäftigen. Es wird offensichtlich zum Problem, dass es im Rahmen des gegenwärtigen Paradigmas der Informationsverarbeitung nicht oder nur ungenügend möglich ist, das Entstehen von Informationen zu berücksichtigen. In der Diskussion im "Informatik Spektrum" sind weitere interessante Überlegungen zum Informationsverständnis nachzulesen, jedoch konzentrieren sich manche Diskussionsbeiträge wieder stark auf die Frage der Meßbarkeit¹⁸ der Information, auf mögliche Informationsmaße. Sicher ist alles, was wirksam ist, auch irgendwie meßbar. Für uns war und ist jedoch die zentrale Frage: Worin besteht die spezifische Wirkung der Information? Läßt sich Information überhaupt in unser physikalisches Weltbild einführen, für das es nur die vier Wechselwirkungskräfte: starke und schwache Wechselwirkungen, elektromagnetische Wechselwirkungen und Gravitation gibt?

Information kann hier nur als eine Wirkungen organisierende Wirkung verstanden werden. Sie ist keine zusätzliche Naturkraft, sondern eine die „blinden“ Naturkräfte organisierende Wirkung. Die Spezifik der informationellen Wirkung besteht darin, dass es eine über Bedeutungen vermittelte Wirkung ist.

Wenn es Information als organisierende Wirkung gibt, dann stellt sich die Frage danach, wie sich die Systeme ihrer Erzeugung, Erhaltung und Nutzung entwickelt haben, will man ihr Wesen wirklich erfassen. Information im Sinne einer Wirkungen organisierenden Wirkung ist nicht als eine zusätzliche Naturkraft zu verstehen. Sie ist auch keine vorgegebene Struktur. Information, die sie erzeugenden, erhaltenden und nutzenden Systeme, entstehen im bzw. mit dem Prozess der Selbstorganisation. Das Konzept der Selbstorganisation hat hier seine Berechtigung, denn während dieses Prozesses kann die Bedeutung der Information erzeugt werden d.h. Strukturen werden bedeutet (sematisiert), wodurch ihnen erst die Eigenschaft syntaktischer Träger von Bedeutungen zu sein, zukommt.

Es ist zu begrüßen, daß die Diskussion zum Verständnis der Information wieder bzw. überhaupt aufgenommen wird. Daß wir uns wiederholt speziell dem Informationsverständnis in der Biologie zugewandt haben, ist dem Umstand zuzuschreiben, daß es den Begriff der Informationsentstehung im Unterschied zur Informationsverarbeitung bisher fast nur in der Theorie der Biologie gibt. Natürlich ist für die Informatik der Begriff der Informationsverarbeitung zentral. Damit wird aber die Entstehung der Information immer schon vorausgesetzt. Die Geschichte der Wissenschaften zeigt, daß man ein Phänomen nur dann wirklich erfassen kann, wenn man auch den Prozeß seiner Entstehung und Entwicklung beachtet. Natürlich wurde dies zuerst in der Biologie, speziell im Zusammenhang mit der Theorie der Entstehung und Entwicklung des Lebens auf unserem Planeten, im Zusammenhang mit Prozessen der Phylo- aber auch der Ontogenese diskutiert^{19,20,21}.

Es wird sich u. E. zeigen, daß der Begriff der Informationsentstehung auch grundlegend ist für die Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich zwischen Computer (Programm) und dem kreativen menschlichen Geist, wie auch im Grenzbereich zwischen automatenunterstützten Informationssystemen und den schöpferisch arbeitenden Menschen in sich entwickelnder sozialer Organisation so wie er für die Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich von Physik, Chemie und Biologie schon als grundlegend erkannt

¹⁷ K. Fuchs-Kittowski, Lutz J. Heinrich, Arno Rolf, Information entsteht in Organisationen: - in kreativen Unternehmen – wissenschaftstheoretische und methodologische Konsequenzen für die Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie – Bestandsaufnahme und Perspektiven, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 1999

¹⁸ P.A. Henning, Zum Informationsbegriff der Physik, Informatik Spektrum, Band 27, Heft 2, April, 2004, S. 202-207

¹⁹ Walter M. Elsasser, The physical Foundation of Biology – An Analytical Study, Pergamon Press, London, New York, Paris, Los Angeles, 1958

²⁰ Manfred Eigen, Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules, Naturwissenschaften, Heft 10/ 1971

²¹ K. Fuchs-Kittowski, H.A. Rosenthal, Selbstorganisation, Information und Evolution – zur Kreativität der lebenden Natur, in: Norbert Fenzel, Wolfgang Hofkirchner, Gottfried Stockinger (Hrsg.): Information und Selbstorganisation, Studien Verlag, Innsbruck-Wien 1998

wurde.

2. Information ist das entscheidend Neue in der Evolution

2.1. Zur Evolution biologischer Information

Die hier zu vertretende These ist: Information ist ein Phänomen des Lebens. Information entsteht in Wechselwirkungen lebendiger Zusammenhänge bzw. in Zusammenhängen die zum Leben führen, die Bedeutungen erhalten. Struktur ist nicht schon Bedeutung. Wie Bedeutung und damit Information auf chemischer Basis entsteht, ist das entscheidende Grundproblem einer Theorie der Biologie bzw. Evolution.

Bild: der Hyperzyklus (M. Eigen)

Bild: lernende Automaten (K. Steinbuch)

Information ist das entscheidend Neue, welches sich mit der Entstehung des Lebens herausbildet, denn ohne die Steuerung der physikalisch-chemischen Prozesse auf der Grundlage der syntaktischen Struktur der DNA bliebe die Auswahl aus der immensen Anzahl thermodynamisch möglicher Reaktionen völlig unerklärlich.

Vererbung und Steuerung der Lebensprozesse beruhen auf einem speziellen biochemischen Prinzip, für das der Begriff Information bzw. genetische Information sehr gut zutrifft.

Im Verlaufe der Evolution sind auf unserer Erde durch Selbstorganisation verschiedene Arten von Information und entsprechende Informationssysteme entstanden²². Dazu gehören u.a.:

1. Die genetische Information: Die in der syntaktischen Struktur der DNA und RNA, d.h. in der Basenfolge dieser Polynukleotidmoleküle gespeichert. ist. Deren Entstehung unmittelbar mit der Entstehung des Lebens verbunden ist und deren Ausprägung durch die Übertragung von der DNA zur RNA an die Orte der Eiweißsynthese erfolgt.
2. Neuronale Information: Sie ist in der Konnektivität der Neuronen als der syntaktischen Struktur gespeichert.
3. Die zellulären und komplexen Signal- und Informationsverarbeitungssysteme z.B. das Hormonsystem und Immunsystem.
4. Die mit der Evolution der Tiere entstandenen komplizierteren Formen des Signalaustausches und der Informationsverarbeitung.
5. Die mit der Entstehung des Menschen, der Arbeit und der Sprache aufgetretenen Formen sozialer Kommunikation (einschließlich der Schrift in verschiedenen Formen und zu den unterschiedlichsten Zwecken).

Wir sprechen von Bedeutungen, so dass der Begriff Semantik im vollsten Sinne des Wortes auf der Ebene der menschlichen Sprache verwendet werden kann. Zugleich ist auch zu betonen, daß wenn wir von Information und damit von Bedeutungen auf allen Ebenen sprechen, es sicher um entsprechend reduzierte und spezialisierte Formen geht. Um präziser zwischen der Ebene der syntaktischen Informationsverarbeitung im lebenden Organismus (noch eingeschränkter im Automaten) und der semantischen (menschlichen) Informationsverarbeitung unterscheiden zu können, soll hier eine weitere (bisher noch nicht genutzte) Differenzierung eingeführt werden: „extensionale Semantik“ und „intentionaler Semantik“. Während im ersten Fall keine oder sehr reduzierte Intentionalität vorliegt, haben wir es auf den höheren Stufen mit einer entfalteten Intentionalität zu tun, die Syntaxtransformationen steuern. Es ist eine fruchtbare Grundthese unseres Informationsverständnisses, dass auf keiner Ebene der

²² Werner Ebeling, Jan Freund, Frank Schweizer, Entropie, Information, Komplexität, Konzepte SFB 230

biologischen oder der sozialen Organisation die Information auf ihre syntaktische Struktur zu reduzieren ist, so die Erbinformation nicht auf die DNA-Struktur, die geistigen Prozesse nicht auf die neuronalen Netze und die sozialen Informationen nicht auf ihre Darstellungsform, die Daten. Doch ist der Zusammenhang von Syntax und Bedeutung für jede qualitativ unterscheidbare Ebene der Information und der Systeme ihrer Erzeugung, Erhaltung und Nutzung genauer zu untersuchen.

2.2. Information als Verhältnis zwischen physikalischer Wirkung und Organisation

Es muß u. E. untersucht werden, inwiefern die Information einmal selbst physikalische Struktur ist und zum anderen zugleich auch als Beherrscher physikalischer Strukturen in Erscheinung tritt.

Bekanntlich hat Manfred Eigen den Prozeß der Selbstorganisation biologischer Makromoleküle (die Primärevolution) schon vor Jahren sehr gründlich untersucht.

Er machte deutlich, dass wir hier Ursache und Wirkung nicht voneinander trennen können. Ohne Nukleinsäure gibt es kein Protein, aber ohne Enzyme keine Nukleinsäure, ohne Programm-Information keine Maschine, aber ohne Maschinerie keine Programm, keine Grundlage für die syntaktische Struktur der Erbinformation und ihre Ausprägung. In der Evolution kommt es auf die Wechselwirkung an, wie sie ausgelöst wird, wie sie sich durch Rückkopplungen verschiedenster Art verstärkt, bis etwas entsteht, was fest umrissene Eigenschaften, jedoch keinen Ursprung mehr hat, der sich auf einfache (mit Notwendigkeit identifizierte) Kausalketten zurückführen ließe.

Die molekulare Ordnung, die uns in einer lebenden Zelle entgegentritt, kann sich aber nicht rein zufällig oder spontan gebildet haben. Die Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten hat zu dem Ergebnis geführt, dass dies nicht möglich ist. Man muß deshalb jedoch nicht zum Vitalismus zurückkehren. Es bedarf auch keiner „neuen Physik“, aber doch etwas Neuem, gegenüber dem uns aus der Beschäftigung mit der nicht lebenden Natur vertrauten Physik: es bedarf der Information.

Information ist hier nicht nur ein nützlicher, vielleicht sogar vermeidbarer Begriff, sondern die Information stellt neuartige Zusammenhänge her.

Die physikalischen Gesetze sind in den lebenden Systemen und auch im Gehirn nirgends verletzt. Die hier zu vertretende These ist: Die physikalischen Gesetze eröffnen Möglichkeitsfelder, innerhalb derer Informationen die Lebensprozesse organisieren. Dies erfolgt physikalisch-chemisch, aber wirksam werden sie über Bedeutungen, indem die Struktur als eine Ganzheit interpretiert wird. Information ist dann nicht nur ein bequemer Begriff, der im Prinzip vermeidbar wäre bzw. wie manche meinen, in der Biologie gar nicht verwendet werden sollte.

Mit dem Begriff des Möglichkeitsfeldes, welches von den physikalischen Gesetzen eröffnet wird, ist zu unterscheiden zwischen dem, was die Naturgesetze an Möglichkeiten funktionaler Organisation durch eindeutige Determination des Geschehens festlegen und dem, was sie an nicht eindeutig bestimmten, probabilistischen Möglichkeiten eröffnen. Würden alle Lebensprozesse allein auf Vorgängen der ersten Art (wie ein Computer) beruhen, dann wären sie ein vollständig reproduzierbares, rein physikalisches bzw. chemisches System.

Die Theorie des Lebens wäre dann im Prinzip aus den rein physikalischen Wechselwirkungen begründbar. Information wäre dann, in der Tat nur ein mehr oder weniger nützlicher, denk- ökonomischer Begriff.

Viele Lebensprozesse funktionieren sicher rein physikalisch-chemisch. Anders könnte das Lebendige nicht existieren. Es ist aber auch offensichtlich, dass das Lebendige nicht wie ein Uhrwerk funktioniert. Alles, was wir über selbstorganisierende Systeme wissen, spricht gegen das Uhrwerk- bzw. Automatenmetapher vom Lebendigen.

Die Entscheidung zwischen mehreren Attraktoren eines wie auch immer gearteten Subsystems könnte schon über Bedeutungen vermittelt sein. Hier soll jedoch unterschieden werden zwischen

Selbststrukturierung (Selbstorganisation ohne Information) Selbststrukturierung (Selbstorganisation auf der Grundlage von Außen aufgenommenen Information) und Selbstorganisation im eigentlichen Sinne des Wortes, verbunden mit Informationsentstehung im System.

Eine Theorie der Informationsentstehung, Erhaltung und Nutzung im Lebendigen ist demnach eine Methatheorie, die die Ganzheit des Lebendigen betrachtet. Eine Theorie der Biologie muß mit den experimentellen physikalisch-chemischen Fakten vereinbar, aber nicht auf diese reduzierbar sein, denn sie soll ja der Spezifik des Lebendigen Rechnung tragen können. Sie ist daher auch aus diesen physikalisch-chemischen Fakten allein nicht beweisbar. Eine Theorie der Informationsentstehung, Erhaltung und Nutzung im Lebendigen ist weder eine dualistische noch reduktionistische Theorie. Denn Information ist als Bedeutung und Idee ideell, als Codierung ist sie materiell, immer an einen physikalischen Träger in Raum und Zeit gebunden.

2.3. Information als Verhältnis zwischen Sender und Empfänger

Information setzt also immer die Aktivität eines Empfängers voraus. Eine Signalstruktur muß interpretiert werden. Die Wirkung erfolgt nicht mehr auf der Grundlage der rein physikalischen Wechselwirkung, sondern über die durch die Interpretation gewonnene oder gesetzte Bedeutung. Die spezifische Wirkung über Bedeutungen ist das eigentlich Charakteristische für Information, das ist es, was sie deutlich von der rein physikalischen Wechselwirkung unterscheidet. Die Frage, die hier nun aufgeworfen wird, ist die nach der Berechtigung auch schon im Prozeß der Entstehung des Lebens, der nachweislich eng verbunden ist mit der Entstehung von Information und ihren Wirkungen, von Bedeutungen, von der Interpretation der Struktur zu sprechen, wodurch Information erst existent wird, also gerade das zu fordern, wogegen sich Stoinier²³ ausdrücklich wendet. Für den extremen Naturalisten bedarf es dessen nicht, für den extremen Kulturisten scheint es verboten, den Begriff Bedeutung (Semantik) schon in diesem Bereich, der ja noch physikalisch ist, da das Leben erst im Entstehungsprozeß ist, zu benutzen. Für ihn scheint es aber ein genauso großes Sakrileg zu sein, den Begriff der Erbinformation zu benutzen und zu sagen, die DNA ist die syntaktische Struktur, die Träger der Erbinformation ist, denn der Begriff der Information sollte nach ihm auf den kulturellen Bereich beschränkt bleiben. Daß eine solche Position in der Auseinandersetzung mit dem Naturalismus nicht zwangsläufig ist, zeigt G. Keil, der in seinem Buch: „Kritik des Naturalismus, eine Differenzierung der Semantik durchaus für möglich hält. Er schreibt: „Es scheint nun überzogen, all denjenigen, die das Vokabular der Informationsverarbeitung in intentionalitätsfremdem Kontext verwenden, einen Rückfall in den Animismus vorzuwerfen. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder spricht man von einer metaphorischen Verwendung des semantischen Vokabulars, oder aber man erweitert den Anwendungsbereich für eine wörtliche Verwendung, indem man die Bedingungen abschwächt und nur noch verlangt, daß der Prozeß als Repräsentation oder Information interpretierbar sein muß, sei er nun intentional entstanden oder nicht²⁴. Aus der Sicht eines evolutionären Konzepts der Information müssen sogar solche abgeschwächten Bedingungen vorliegen, denn es gibt nichts qualitativ Neues, das nicht schon als Möglichkeit in Vorstufen angelegt war.

3. Information entsteht intern - in der lebenden Organisation

. - Praxisrelevanz der theoretischen Klärung - was Information ist

3.1. Interne Informationsentstehung in den Lebensprozessen

Es hat sich ein entscheidender Wechsel (Paradigmenwechsel) im Verständnis der Information vollzogen,

²³ Stoinier, Information and the Internal Structure of the Universe, Berlin, New York, 1993

²⁴ G. Keil. Kritik des Naturalismus. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1993, S. 86

von der Sichtweise der Information als Einfluß der externen Umwelt auf das System zu einer Sichtweise nach der Information im System (intern) entsteht. Information im Sinne einer Wirkungen organisierenden Wirkung ist nicht als eine vorgegebene Struktur zu verstehen, sie ist mit der Selbstorganisation verbunden. Während bei den kybernetischen Systemen (Funktionssystemen) die Information als Einfluß der externen Umwelt auf das System bestimmt wird, (ausschließlich Nachrichten als Träger schon vorhandener Information), tritt bei den sich selbst organisierenden Aktionssystemen die eigene Aktivität des Systems hervor. Die äussere Ursache ist nur noch Auslöser von Prozessen im System. Die inneren Ursachen verschiedener möglicher Wirkungen werden, durch das System selektieren, so dass aus einer Vielzahl von Möglichkeiten eine zur Wirklichkeit wird. Dort wo es verschiedene Möglichkeiten gibt, die selektiert werden können und damit eine von vielen Möglichkeiten zur Wirklichkeit wird, kann Information entstehen.[Fuchs-Kittowski, 1968²⁵, Fleissner, Hofkirchner²⁶, 1995, Jahn 1997²⁷].

Information ist als im konkreten System (Objekt) Entstehendes zu definieren. Informationsentstehung ist Ausdruck und konkretere Erfassung der Kreativität von Natur und Mensch. Das System nimmt Umweltereignisse als Einfluß ausübende Größen auf, diese werden aber durch interne Prozesse verarbeitet. Der interne Prozeß bestimmt weitgehend, was mit den äusseren Einflüssen/ Erfahrungen geschieht, d.h. durch ihn wird durch Erkennen, Selektion und Interpretation erst die Information erzeugt. Die theoretische Klärung der Information, speziell die Überwindung des dinglichen Informationsbegriffs, ist praxisrelevant und fruchtbar.

Wenn man von den Arbeiten von M. Eigen, W. Ebeling, K. Fuchs-Kittowski, H.A. Rosenthal sowie des "Wiener Kreises"²⁸ der Informatiker um P. Fleißner und W. Hofkirchner zur Information und Selbstorganisation absieht, wird der Zusammenhang von Selbstorganisation und Informationsentstehung kaum thematisiert worden.

An dieser Stelle verweise ich gerne auf meine verschiedenen Gespräche mit Heinz von Förster zu dieser Thematik. Denn er stimmte der Überlegung zu, dass von Selbstorganisation letztlich erst gesprochen werden sollte, wenn sie mit der Entstehung neuer Informationen verbunden ist.

Bei den Struktur bewahrenden Systemen wie bei den sich entwickelnden Systemen ist es wichtig, bei der Strukturbildung zu unterscheiden, ob sie durch Aufnahme von Informationen aus der Außenwelt oder vor allem aus der Sicht einer internen Informationserzeugung beschrieben werden.

Letzteres wird noch wenig gesehen. Dies ist u. E. jedoch ein wesentlicher Unterschied, der bei der Charakterisierung von Systemen eine wichtige Rolle spielen sollte.

3.2. Grundmodell der Entwicklung zum Leben

An technisch kybernetischen Systemen (Funktionssystemen) orientierte Modellvorstellungen müssen erweitert und vertieft werden, denn sie geben noch keinen Hinweis darauf, wie Information entsteht. Spricht man, wie M. Eigen²⁹, von der Selbstorganisation der Materie allgemein und über die Evolution biologischer Makromoleküle im Besonderen, so muß man über den an den Möglichkeiten technischer Systeme orientierten Begriff der Selbstorganisation (der Strukturierung durch Informationsaufnahme) hinausgehen.

²⁵ M. Eigen, Molekulare Selbstorganisation und Evolution, in: Informatik, Nova acta Leopoldina. Band 37/ 1 Nummer 206, Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1972

²⁶ Fleissner, P., and Hofkirchner, W. (1995)

Informatio Revisited - Wider den dinglichen Informationsbegriff (Informatio Revisited - Against a reified concept of information). Informatik Forum, 3, Vol. 9., 126-133.

²⁷ R.Jahn, Dissertation an der Universität Wien, Aspekte des Informationsbegriffs in der Ethologie, 1997

²⁸ 1. P. Fleißner, W. Hofkirchner, H. Müller, M. Pohl und C. Stary: Der Mensch lebt nicht vom Bit allein. Peter Lang; Frankfurt a/M u.a.2. Aufl. 1997

²⁹ W. M. Elsasser (1958). The physical Foundation of Biology. An Analytical Study. Pergamin Press. London u.a.

Information entsteht durch einen selbstinstruktiven Vorgang.

Bild: Verallgemeinerung des Grundmodells

Die Selbstorganisation erfolgt nicht durch Aufnahme schon vorhandener Informationen aus der Außenwelt, sondern dadurch, dass biologische und präbiotische makromolekulare Systeme entstehen und sich identisch vermehren, wobei durch Optimierung des Selektionswertes in gegenseitiger Konkurrenz Information vermehrt wird - Information entsteht.

3.3. Einheit von Präformation und Epigenese

„Entsprechend dem genetischen Determinismus ist die gesamte Information für den Aufbau von Lebensfunktionen in der DNA allein gespeichert. Danach bestünde die Ontogenese im Prinzip nur in einem Ablesen aus diesem Speicher. Elsasser (1958³⁰) war wohl der erste, der schon sehr früh darauf aufmerksam machte, daß diese Sicht letztlich nur eine Neufassung einer präformistischen Konzeption für die Ontogenese ist.“

Bild: Weder Instruktion noch Präformation sonder interne Informationsentstehung

Allein aus den beteiligten Genen lässt sich das komplexe Zusammenwirken der verschiedenen an diesem Geschehen mitwirkenden Agenten nicht ausreichend erkennen. Insbesondere die kybernetischen Regelmechanismen der Induktion und Repression der Genexpression bzw. das An- und Abschalten bestimmter DNA-Abschnitte spielen hier eine entscheidende Rolle. Diese Regulation wird realisiert, indem von der Umwelt aufgenommene oder selbst produzierte Substanzen als Auslöser oder Hemmer wieder auf die DNA zurückwirken.

Um zu erklären, wie aus einer Vielzahl von Möglichkeiten einer Zelle genau diejenigen Eigenschaften ausgewählt werden, die ihr Funktionieren in einem Zellgewebe verlangen, bedarf es neben der genetischen Information zusätzlicher Informationen, die jedoch keine genetische Information darstellt, wie u.a. vom Autor wiederholt verdeutlicht wurde³¹ (s. auch Ellersdorfer 1998³²).

Der Begriff des hochkomplexen, dynamischen Netzwerks führt hier zum Konzept der Selbstorganisation, verbunden mit interner Entstehung von zellulärer (subgenetischer) Information (Fuchs-Kittowski und Rosenthal 1998b³³).

Es lässt sich also die Annahme eines Präformismus überwinden, die Annahme einer unmittelbaren Instruktion ablehnen und die Einheit von Präformation und Epigenese in der ontogenetischen Entwicklung ohne vitalistische Annahmen vertreten.

3.4. Lernen von Duett-Typen bei *Laniarius funebris*

Robert Jahn [Jahn, 1998³⁴] untersucht die Entstehung von Duett-Typen bei einer Vogelarten (*Laniarius*

³⁰ W.M: Elsasser (1958). The Physical Foundation of Biology. An Analytical Study. Pergamon Press. London u.a.

³¹ K. Fuchs-Kittowski, Information und Biologie: Informationsentstehung – eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie, In: Biochemie ein Katalysator der Biowissenschaften, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 22, Heft 3, Jahrgang 1998, S. 5-17

³² G. Ellersdorfer /1988) Epigenetische Netzwerke. Die Emergenz zellulärer Information durch Selbstorganisation .In: Fenzel, N. Hofkirchner, W. Stockinger, G. (Hrsg.): Information und Selbstorganisation – Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Studien Verlag. Innsbruck- Wien. S. 189

³³ K. Fuchs-Kittowski, H.A. Rosentahl, Selbstorganisation, Information und Evolution – zur Kreativität der lebenden Natur, in: Norbert Fenzel, Wolfgang Hofkirchner, Gottfried Stockinger (Hrsg.): Information und Selbstorganisation- Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Studien Verlag. Innsbruck- Wien. S. 141

³⁴ R. Jahn, Information und selbstreferentielle Systeme in der Ethologie, , in: Norbert Fenzel, Wolfgang Hofkirchner, Gottfried Stockinger (Hrsg.): Information und Selbstorganisation- Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Studien Verlag. Innsbruck- Wien. S.211-252

funebri), in dem er die Grundgedanken des evolutiven Konzepts anwendet. Die Duette sind individuell und einmalig und dienen der paarweisen Zuordnung bzw. unterstützen das Wiederauffinden des Partners. Am Beispiel der komplexen Vogelgesänge läßt sich zeigen, dass kreative Lernprozesse, also Prozesse, bei denen auf der Grundlage einer intensiven Wechselbeziehung mit der Umwelt, neue Information intern erzeugt wird, auch auf dieser Ebene der Organisation lebender Natur gegeben ist.

Information entsteht im System durch Bedeutung (Semantisierung) zuvor bedeutungsloser Strukturen und Verknüpfung mit pragmatischen Komponenten.

Das Individuum, so wird gezeigt, besitzt beim semantischen Lernen kein Abbild des gesamten Duetts, sondern nur Handlungsvorschriften, wie auf der empfangene Signale zu reagieren ist. Das Rufmuster des Duett-Typs ist nicht schon zuvor abgebildet. Kennt man nur ein Individuum, so kann man das erlernte Duett-Muster nicht ermitteln. Nicht die Struktur enthält die gesamte Information, auf die mit Algorithmen zugegriffen werden kann, sondern Daten und Algorithmen bilden eine Einheit, die die Information in der Einheit von Syntax, Semantik und Pragmatik erst entstehen läßt.

Information wird damit nicht mehr mit ein- bzw. in-formen, also dem Abbild einer externen Gegebenheit auf eine innere Struktur identifiziert, sondern als Ergebnis eines kreativen Prozeß betrachtet. Damit wird es möglich Phänomene der Individualität und Kreativität im Verhalten der Lebewesen, hier der Vögel, zu beschreiben. Das Konzept des kreativen Lernens widerspricht bisher verbreiteter Auffassungen von der Information und vom Lernen, bei denen Lernen in der Aufnahme von Informationen aus der Außenwelt verstanden wird [R. Jahn, 1998³⁵, 1997³⁶],].

3.5. Erkenntnis ist keine unmittelbare Repräsentation einer externen Welt, sondern zugleich ein Hervorbringen einer Welt

Besonders stark wird die ausschlaggebend Bedeutung interner Informationsprozesse in Verbindung mit den aus der Umwelt kommenden Signalen auch von H. Maturana und F. Varela³⁷ betont.

Bild: Visuelles System

Varela formuliert die entscheidende These vom: „Trugschluss“ einer unmittelbaren Präsentation der Aussenwelt, die Grundlage für das Verhalten sein könnte. Dies wurde zur entscheidenden Kritik an der klassischen KI-Forschung: In der Weiterführung gelangte er, wie er sagt, zu einem, für ihn neuen, Konzept der Information.

Auf dem Klaptext seines Buches heißt es:

Bild: Text zum neuen Informationsverständnis

Ausgehend von ihren Ergebnissen in der Neurophysiologie entwerfen sie ein Modell des Erkenntnisprozesses, nach dem Erkenntnis und Informationsgewinn nicht als eine unmittelbare Repräsentation einer externen Welt, sondern zugleich als andauerndes Hervorbringen einer Welt durch den Prozeß selbst beschrieben wird. Dieses „Sich Selbst-Hervorbringen“ hatten sie schon in Bezug auf Lebewesen mit Autopoiesis bezeichnet.

Maturana und Varela wehren sich gegen den Vorwurf des Solipzismus. Sie leugnen nicht die Existenz einer realen Welt unabhängig von unserer Existenz. Sie heben aber hervor, daß unsere Erkenntnis dieser Welt immer das Produkt unserer Hypothesenbildung ist, das an den Erfahrungen aus der Umwelt gemessen und verifiziert wird. Dies kann unterschiedlich radikal interpretiert werden.

³⁵ ebenda

³⁶ R.Jahn, Dissertation an der Universität Wien, Aspekte des Informationsbegriffs in der Ethologie, 1997

³⁷ F. Varela, Kognitionswissenschaft und Kognitionstechnik, Surkamp Verlag, Frankfurt a.M., 1988

3.6. Neue KI-Forschung

Die Überlegungen zur Selbstorganisation und Generierung von Bedeutungen fanden auch in der modernen KI-Forschung fruchtbare Anwendung. Es wird versucht bestimmte Aspekte von Selbstorganisation zu simulieren. Wie P. Fleissner mit seinem Gedankenmodell "Der Blinder Springer" [P. Fleissner, G. Fleissner, 1998³⁸] zeigen konnte, geht es hierbei insbesondere um das Zusammenspiel von Vorgängen zwischen physischer und symbolischer Welt (Pragmatik) sowie die Entstehung von Semantik durch diese Interaktion.
Bild: Der Blinder Springer

Das evolutionäre Konzept geht davon aus, dass Information in unterschiedlicher Qualität auf verschiedenen Ebene der Organisation lebender Materie erzeugt und genutzt wird. Damit gibt es auch qualitativ verschiedene Prozesse der Semantisierung zuvor bedeutungsloser Strukturen.

Chr. Stary, M., Peschl, [Stary, Peschl³⁹] zeigen anhand des Verständnisses der Information als Trias von Syntax, Semantik und Pragmatik die Notwendigkeit und Möglichkeit den kognitivistischen Ansatz mit dem konnektivistischen Ansatz der KI-Forschung zu verbinden, sodass KI-Systeme entstehen, welche die Vorteile beider Ansätze, speziell die Möglichkeit der Gewinnung von Bedeutungen durch aktives Verhalten in der Umwelt zu nutzen.

Das neue Paradigma der sog. neuen KI-Forschung (Körperbasierten Artificial Intelligence), die Autonome Agenten schaffen will, speziell Softwareagenten und Roboter, die in der Lage sind, sich selbständig mit ihrer Umwelt auseinanderzusetzen, muß sich der Frage stellen, wie emergente Eigenschaften entstehen [Emergent AI] und vor allem auch ob und wie Semantik entstehen kann. Mit den qualitativ unterschiedenen Ebenen der Informationsverarbeitung sind auch qualitativ verschiedene Prozesse der Semantikgenerierung zu beachten.

Bild: Verbindung des kognitivistischen mit dem konnektivistischen Ansatz

3.7. Informationssuche und Bildung von Bedeutungen im sozialen Prozess

Mit dem Cybersemiotischen Ansatz von Soren Brier [Brier, 1994⁴⁰] liegt ein begründetes Konzept der Verbindung von Semiotik mit der Kybernetik II Ordnung, der Theorie der Selbstorganisation vor. In Anwendung des Konzepts auf komplexe Informationssysteme kann gezeigt werden, dass die Literaturrecherche auf komplexen Datenbanken oder im Internet, aufgrund der Generierung von neuen Informationen, der Bildung von Bedeutungen im sozialen Prozess, nicht vollautomatisiert verlaufen kann, sondern immer semantische Rückkopplungen im Kommunikationsprozess zwischen Menschen möglich sein müssen, da Autor, Indizierer und Nutzer z.B. eines Buches unterschiedliche Sozialisationsprozesse durchgemacht haben, unterschiedliche "Sprachspiele" im Sinne von Wittgenstein aus führen. [Brier, 1996⁴¹, Fuchs-Kittowski, 2001⁴²] Speziell für die Informationsrecherche im Internet und die damit verbundene Bereitstellung von Wissen jeder Art und Güte, muss es Möglichkeiten der Bewertung durch Informationsbroker und durch speziell Wissensgemeinschaften geben.

³⁸ P. Fleissner, G. Fleissner, Jenseits des chinesisches Zimmers: Der blinde Springer – Selbstorganisierte Semantik und Pragmatik am Computer, in: Norbert Fenzel, Wolfgang Hofkirchner, Gottfried Stockinger (Hrsg.): Information und Selbstorganisation- Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information. Studien Verlag. Innsbruck- Wien. S.325-338

³⁹ Stary, Chr., Peschl, M., "Towards Constructivist Unification of Confentional Machine Learning and Parallel Distributed Processing" in: Android Epistemology, eds: K. Ford, P. Hayes, pp. 183-214, MIT-Press

⁴⁰ S. Brier, What Is a Possible Ontological and Epistemeological Framework for a True Universal Information Science? The Suggestion of Cybersemiotics. In: Wolfgang Hofkirchner, Editor) The Quest for a Unified Theory of Information, World Futures General Evolution Studies, Volume 13, Gordon and Breach Publishers, Australien, Germany, 1994

⁴¹ Brier, S. The Usefulness of Cybersemiotics in Dealing with Problems of Knowledge Organization and Dokument Mediation Systems, in: Cybernetica Vol.XXX. N. 4, 1996

⁴² K. Fuchs-Kittowski, Informations- und Kommunikationstechnologien – Organisation und Management des Wissens, in: G. Banse, E-O. Reher (Hrsg.): Allgemeine Technologie – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 50, Jahrgang 2001, Heft 7

Bild: Literaturrecherchesystem

Verallgemeinernd kann gesagt werden:

Es handelt sich hier um Systeme, die in der Lage sind, miteinander in Kontakt zu treten, zu kommunizieren. Sie verfügen über Strukturen, die semantisiert werden können. Bestimmte Verhaltenselemente existieren schon und andere können erlernt werden. Die Systeme verfügen über Informationsverarbeitungsmechanismen, die es ermöglichen aus einer Potenz noch nicht bedeuteter Verhaltensweisen (Produktion von Lautfolgen bei den Vögeln, Sprungversuche beim Reiter) zufällige Muster auszuwählen und mit Bedeutungen zu belegen. Das ist die Fähigkeit, Duette auszubilden bzw. verschiedene Sprünge zu realisieren). Die Bedeutung der Signale ist also nicht von vornherein vorgegeben, sondern es findet eine Semantisierung bzw. ihre Bedeutung statt.

Handelt es sich um eine Semantisierung zuvor bedeutungsloser Strukturen, um die Bedeutung der Syntax, so geht es um „extensionale Semantik“, denn sie hat keine oder sehr reduzierte Intensionalität. Um von einer Semantik zu einer anderen Semantik zu gelangen, bedarf es der entsprechenden Syntaxtransformationen. Erst auf den höheren Stufen erlangen Semantikbeziehungen eine konstituierende Funktion, indem sie Syntaxtransformationen steuern. So beim sematischen feedback im sich selbst organisierenden Recherchesystem. Hier haben wir es mit „intensionaler Semantik“ zu tun. Intensional heißt dann, dass die Semantik direkt, eben nicht nur vermittelt über Syntaxtransformationen auf Semantik wirkt.

4. Ethik

Die Lesbarmachung des menschlichen Genoms hat eine neue Etappe des biologischen Zeitalters eröffnet. In 10 Thesen haben wir: Hans-Alfred Rosenthal, André Rosenthal und ich, in einem umfassenden Artikel die wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen und ethischen Probleme diskutiert, z.B. „ob die befruchtete Eizelle einen Anspruch auf Menschenwürde besitzt, ob die Präimplantationsdiagnostik in Deutschland absolut zu verbieten ist, die *Interruptio* nach Implantation aber nach Beratung erlaubt sein soll, welche gentechnischen Eingriffe aus medizinischer Sicht sinnvoll und welche grundsätzlich abzulehnen sind. Weiterhin diskutieren wir die Möglichkeit, daß das Humangenomprojekt und die es begleitenden Erörterungen neue Varianten der Eugenik und des Rassismus initiieren können.“

Aus diesem weiten Problemfeld der Beziehungen zwischen Molekularbiologie, Mensch und Gesellschaft, soll hier nur auf das zuletzt genannte ethische Grundprobleme, die Erziehung und Bildung gegen Rassismus eingegangen werden. Es soll darauf hingewiesen werden, dass die gefährliche Reduktion des Menschen bzw. von Menschengruppen auf das Tier, gegenwärtig ergänzt wird, durch die Reduktion des Menschen auf die Maschine. Diese gefährliche Ideologie könnte sich durch den erhofften Synergieeffekt, aufgrund die enge Verbindung von Molekularbiologie und Informatik zur Bioinformatik, noch verstärken.

1. Zur Notwendigkeit der Erziehung und Bildung gegen Rassismus

Erziehung gegen Rassismus, ist uns ein wichtiges Anliegen in der Diskussion um ambivalente Wirkungen von Erkenntnissen aus der Humangenomanalyse. „Zwischen ethnischen Gruppen existieren genetische Unterschiede, die sich auf äußere Merkmale und Parameter des Stoffwechsels beziehen. Sie haben mit dem "Menschsein" nichts zu tun, könnten aber von einem wie auch immer gearteten Rassismus, einer Einteilung der Menschen in gute und schlechte Rassen, in Verfälschungen und Verdrehungen von Wissenschaft, zur Tarnung menschenfeindlicher Aussagen dienen. Die Gesellschaft“, so heben wir hervor, „muß Sorge tragen, daß ihre Mitglieder alle Menschen (auch Behinderte) als "gleich" betrachten, unabhängig von zwischen allen Individuen und Gruppen existierenden genetischen Unterschieden.“

In seiner Antwort auf unseren Beitrag hebt R. Löther⁴³ hervor: „Die Aktualität des Plädoyers der Autoren für die Erziehung gegen Rassismus im Zusammenhang mit Unterschieden zwischen DNA-Sequenzen bei verschiedenen Menschengruppen wird durch den Umstand unterstrichen, dass die Debatte offenbar bereits begonnen hat (vgl. Blech 2004).“ Löther hebt dann weiter hervor: „Doch keine DNA-Sequenz rechtfertigt eine Einteilung der Menschen in Rassen, geschweige denn in mehr und minder wertvolle, und liefert ein Argument gegen die menschliche Gleichheit. Gleichheit bezieht sich in diesem Kontext auf die Stellung der Menschen in der Gesellschaft, auf soziale Gleichheit, auf Chancengleichheit. Rassismus aber ist Ideologie, Politik und Praxis sozialer Ungleichheit und Diskriminierung.“

„Man braucht nicht biologisch (genotypisch oder phänotypisch) ähnlich zu sein, um vor Gott und dem Gesetz gleich zu sein“ schrieb der bekannte Evolutionsbiologe Dobzhansky (1965, S. 73⁴⁴). Er spricht von „ähnlich“, weil völlige Gleichheit (Identität) genetische gesehen nur bei monozygoten Zwillingen vorkommen kann. Jedes menschliche Individuum ist schon auf Grund der Kombination der Gene in seinem Genom einmalig, von allen anderen Angehörigen seiner Spezies verschieden. Worauf die gegenwärtig in der Informatik hinsichtlich ihrer ambivalenten Wirkungen – Sicherheit oder Überwachung - viel diskutierten Biometrie beruht.

Zu 2. Information soll nicht verdinglicht, der Mensch nicht auf seine Gene und auf den Computer reduziert werden !

Die zentrale ethische Frage, die durch die moderner Biotechnologie und moderne Informationstechnologien in neuer Qualität gestellt wird, ist die, nach der Konstruierbarkeit und Ersetzbarkeit des Menschen.

Die Thematik: „Information im Kontext des Lebens“ hat nicht nur die bisher hervorgehobenen naturwissenschaftlichen und informationswissenschaftlichen Aspekte. Es ist deutlich, dass die Fragestellung viel weiter reicht, dass sie letztlich unsere eigene Existenz als Menschen und unsere Fähigkeit zur ethischen Entscheidung zum Problem hat.

Aus der hier von uns getroffenen Unterscheidung zwischen Aufnahme schon gegebener Information aus der Außenwelt, der Informationsverarbeitung und einer internen Informationserzeugung in Prozessen der Selbstorganisation(vergl. auch Robert Jahn) lassen sich zugleich auch Schlußfolgerungen für ein humanistische Menschenbild und für die Möglichkeit des Menschen zu ethischen Entscheidungen ziehen. Denn interne Informationserzeugung unterscheidet den lebenden Organismus vom rein technischen System Automat. Sie ist eine entscheidende Grundlage für die Autonomie des Menschen, für seine besondere Fähigkeit, sich trotz äußerer Zwänge, entgegen den äußeren sogar erdrückende Bedingungen, entsprechend, seinem inneren Wollen, seinem ihm bewußtgewordenen Menschsein, ethisch verantwortungsvoll, im Sinne eines konkreten Humanismus zu entscheiden.

In der Tat kann schon durch die genauere Bestimmung des Wesens der Information, verbunden mit einer Bestimmung des Menschen, seines Woher, Wohin und Wozu, auch ein Beitrag zur Entwicklung eines konkreten Humanismus geleistet werden. Janichs Antinaturalismus und Kulturalismus - was den Informationsbegriff betrifft - entspringt einer weitverbreiteten und durchaus berechtigten Sorge, daß die Ergebnisse der Naturwissenschaften direkt oder indirekt auf dem Umweg über das Eindringen ihrer Begriffe in den allgemeinen Sprachgebrauch sowie über eine technikgläubige Ideologie einen negativen Einfluß auf die weitere Entwicklung der Menschheit haben. Es gibt in der jüngsten Geschichte Beispiele dafür, daß biologische Fakten (denn es gibt ja tatsächlich Menschenrassen, nicht nur Tierrassen und Pflanzensorten) absichtlich und irrtümlich falsch verstanden und interpretiert wurden (Rassismus). Aus diesem Grunde muß heute im Zeitalter der Information und des Computers auch die Stellung des Menschen in der Welt der

⁴³ R. Löther, Erbinformation, Evolution und Ethik, erscheint in : Erwägung Wissen Ethik, Heft 1 2005

⁴⁴ Dobzhansky, T. (1965): Dynamik der menschlichen Evolution. Gene und Umwelt. Frankfurt/Main: S. Fischer. S. 73

Artefakte geklärt werden, denn die weit verbreitete Identifikation des Menschen mit dem Computer kann in der Tat eine ähnliche enthumanisierende Funktion haben, wie die Reduktion des Menschen auf das Tier nachweislich hatte. Daher ist es nicht nur von entscheidendem praktischen Wert für die Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung klar zwischen maschineller (syntaktischer) und menschlicher (sematischer) Informationsverarbeitung zu unterscheiden, sondern zugleich auch von ethischem Wert, wenn die Spezifik menschlicher gegenüber maschineller Informationsverarbeitung verdeutlicht und damit ein humanistisches Menschenbild entwickelt wird. Das bedeutet in der Tat, Information darf nicht substantzialisiert / naturalisiert bzw. verdinglicht werden! Die menschliche (semantische) Informationsverarbeitung darf nicht mit der maschinellen (syntaktischen) identifiziert werden, denn dies ist die Reduktion des Menschen auf die Maschine.

Gerade deshalb sind die biologischen Wissenschaften sowie die Kognitionswissenschaften heute, weil die Zusammenhänge nicht bis in alle Einzel- und Feinheiten aufgeklärt sind, ein Ausgangspunkt für Sorgen und Ängste. Aber auch dann, wenn wir eines Tages alles verstehen sollten und beherrschen würden, könnten die Sorgen und Ängste noch größer geworden sein - wegen der vollständigen biologischen Manipulierbarkeit gerade auch des Menschen.

Gerade deshalb muss die ethische Diskussion mit Entschiedenheit geführt werden.