



---

## Wie entsteht Information, wo kommt ihre Bedeutung her? Zum Verständnis von Information in der digitalen Gesellschaft mit KI-Systemen wie ChatGPT

*Klaus Fuchs-Kittowski (MLS), Christian Stary (MLS)*

Wie viel und mit welcher Richtigkeit würden wir wohl denken, wenn wir nicht gleichsam in Gemeinschaft miteinander, denen wir unsere und die uns ihre Gedanken mitteilen, dächten.

*Immanuel Kant*

Veröffentlicht: 20. März 2024

---

### Abstract

Becoming aware of the multiple perspectives when considering the creation of information, in this contribution we revisit the perspectives of semiotics, biology, and organizational knowledge management in the context of digital information systems. In particular, we consider this process not only from syntactic, semantic and pragmatic points of view, but from the perspective of referring to reality, i.e. sigmatics, in self-organizing systems. Since technical information systems per se do not have any mechanisms for finding meaning and creating meaning, understanding the form and processes in which information and its meaning can arise is of crucial importance. Sigmatics expands research to include the relationship of meaningful entities to the perceivable and shapeable reality of individuals. They must be taken into account in particular when developing and using generative AI systems.

### Resümee

In diesem Beitrag widmen wir uns der Entstehung von Information aus den Perspektiven der Semiotik, der Biologie und des organisationalen Wissensmanagements unter Berücksichtigung digitaler Informationssysteme. Die dargestellten Inhalte werden nicht nur syntaktischen, semantischen und pragmatischen Gesichtspunkten, sondern insbesondere aus der Perspektive des Realitätsbezugs, d.h. der Sigmantik, unter Berücksichtigung von Selbstorganisation betrachtet. Da technische Informationssysteme an sich keine Mechanismen zur Bedeutungsfindung und interner Bildung von Bedeutungen besitzen, kommt dem Verständnis, in welcher Form und entlang welcher Prozesse Information und ihre Bedeutung entstehen kann, entscheidende Bedeutung zu. Die Sigmantik erweitert bisherige Betrachtungen um den entscheidenden weiterführenden Aspekt des Bezugs zur wahrnehm- und gestaltbaren Realität, der insbesondere bei der Entwicklung und Nutzung generativer KI-Systeme zu beachten ist.

### Keywords/Schlüsselwörter

Information, Semantics, Sigmatics, Digital Transformation, Knowledge Management, Artificial Intelligence, ChatGPT

Information, Bedeutung, Semiotik, Digitale Transformation, Wissensmanagement, Künstliche Intelligenz, ChatGPT

Ein entscheidendes Anliegen dieses Artikels ist, eine Unterscheidung zwischen Generieren und Kreieren herauszuarbeiten. Denn, obwohl mit dem Begriff Generative KI, das was wirklich geschieht auf einen guten wissenschaftlichen Begriff gebracht wurde, wird in diesem Zusammenhang doch immer wieder davon gesprochen, dass diese KI-Systeme kreativ seien, schöpferische Leistungen hervorbringen. Ein Beispiel dafür ist die Einführung in Generative KI, wie sie von einer Autorengruppe (Feuerriegel/Hartmann/Janisch/Zschech 2024) in der jüngsten Ausgabe der Zeitschrift Business Information Systems Engineering publiziert wurde. Gut ist der Artikel, da er sich nicht nur um die Erklärung eines Schlagwortes handelt, sondern zugleich auch auf sinnvolle Einsatzgebiete und mögliche Begrenzungen der KI-Systeme hingewiesen wird. Es wird deutlich gemacht, dass die Systeme in andere Anwendungssysteme eingefügt werden können, die dadurch qualitativ wesentlich verbessert werden können. Es wird auf ihre mögliche Bedeutung bei der hybriden Automatisierung verwiesen und die sich insbesondere daraus ergebende Notwendigkeit einer soziotechnischen Systemgestaltung.

Wie zu zeigen ist, zwingt uns genau dies zu einer klaren Unterscheidung zwischen Generieren und Kreieren. Die Natur und der Mensch können kreativ sein. Im lebenden Organismus kann auf Grund der inneren Dynamik, des objektiven Zufalls, unter begrenzenden Bedingungen, der sehr hohen Dynamik und Komplexität, der enormen Konnektivität der Synapse des menschlichen Gehirns, wirklich neue Information entstehen. Der technische Automat, ebenso wie der formal lernende, kann Informationen transformieren, verdichten oder verteilen, er kann sie generieren, in unterschiedlicher Weise kombinieren, er fügt aber der eingegebenen Datenmenge, mag sie auch noch so groß sein, kein grundsätzlich neues Element hinzu. Durch Verdichtung oder Kombination vorhandener Daten können Aussagen gewonnen werden, die für die Nutzer\*innen neu sind, so dass ihre schöpferische Tätigkeit unterstützt wird. Schöpferisch sein mit dem Computer, mit generativen KI-Systemen ist die entscheidende Herausforderung an den Menschen, an das Bildungssystem und die Gesellschaft in unserer Zeit der Digitalisierung in fast allen Bereichen unseres Lebens.

## 1. Zur Entwicklung eines semiotisch orientierten Verständnisses der Information – Aspekte eines evolutionären Stufenkonzepts der Information

Wir gehen von der Erkenntnis aus: „Der Begriff der Information ist nicht nur eine Grundlage der Informatik, sondern gibt auch die theoretische Grundlage für die interdisziplinäre Bewältigung der Probleme, die uns die *Informationstechnologien* aufgeben.“ (Steinmüller 1993: 155) Dies schrieb Wilhelm Steinmüller Ende des vergangenen Jahrhunderts und machte zuvor auf die Ausführungen des Editorials von CPJ aufmerksam, in denen es hieß:

*„Although computer professionals have been working in the field of information systems design for many years, ... nevertheless little work has been done in developing a theory of information itself.“* (zitiert nach Steinmüller 1991: 1)

In den vergangenen 30 Jahren ist sehr viel zum Verständnis der Information von den unterschiedlichsten Wissenschaftlern aus der Sicht der verschiedensten Gebiete geschrieben worden (hier sei nur auf einige uns nahestehende Autor\*innen verwiesen: Wenzlaff 2002, Rosenthal 2002, Weizenbaum 2002, Fuchs/Hofkirchner 2002, Floyd 2002, Zorn 2016, Völz 2016, Ebeling 2024, Krause 2016, Floyd 2022, Kornwachs 2022, Schumann/Du 2022). Man kann also durchaus sagen, dass wir heute doch sehr viel mehr darüber wissen, was Information ist, wie sie entsteht und vergeht und doch bleibt ihre Bestimmung weiterhin vage, passt sie schlecht in unser naturwissenschaftliches Weltbild. Wie dies schon Norbert Wiener mit

seiner berühmten Definition: „Information ist Information, weder Materie noch Energie“ (Wiener 1963: 192) zum Ausdruck bringen wollte.

Aber, was wir heute über das Wesens des Phänomens Information wissen, lässt sich in der Tat sehr gut nutzen für die interdisziplinäre Bewältigung der Probleme, die uns die Informationstechnologien aufgeben – so auch im Zusammenhang mit der Entwicklung und Nutzung des KI-Systems ChatGPT. Dieser jüngste Erfolg der KI-Forschung hat einen Boom in der Nutzung digitaler Systeme ausgelöst, ebenso wie eine breite Diskussion über Chancen und Gefahren dieser Entwicklung (Barachini/Stary 2023).

Mit der Diskussion des qualitativen Unterschieds zwischen Informationsgenerierung und Informationsentstehung sowie Wertebildung, sowie des Unterschieds zwischen Informationsspeicherung und Bewahrung von Information im Gedächtnis des Menschen, lässt sich zeigen, wo die großen Möglichkeiten der Digitalisierung und von KI-Anwendungen, aber auch wo ihre Begrenzungen und Gefahren liegen.

Auf eine Gefahr wollen wir hier besonders hinweisen. Dies ist die Gefahr des Verlustes an Realitätsbezug. Auch darauf hatte schon W. Steinmüller mit seinem semiotischen Kreuz der Information, mit dem Verweis auf den sigmatischen Aspekt der Information, hingewiesen. (Steinmüller 1993: 203)

Es wurde zuerst in der Semiotik erkannt, dass man auch den semantischen und den pragmatischen Aspekt der Information berücksichtigen muss (vgl. Ch. W. Morris (Morris 1988) C. S. Peirce (Peirce 1986)). Da diese Aspekte jedoch nicht in Form von Bits dargestellt werden können – jedes Computersystem ist eine Bits verarbeitende Maschine – werden sie oftmals vernachlässigt.

W. Steinmüller war einer der ersten, der für die Informatik verdeutlichte, dass das Semiotische Kreuz (siehe Abbildung) und das Informations-Modell kompatibel sind. Er bezieht sich dabei auf die Arbeiten von G. Klaus zur Semiotik und Erkenntnis (Klaus 1993). W. Steinmüller (Steinmüller 1993) sieht die Fruchtbarkeit der Anwendung der Semiotik auf die Information zu Recht darin, dass sich somit verschiedene „Dimensionen“ oder (logische) Ebenen der Information gewinnen lassen. Die aus der Linguistik bekannten Bestimmungen: Syntax, Semantik, Pragmatik und dann auch Sigmantik werden bei G. Klaus und darauf fußend bei W. Steinmüller zu Aspekten bzw. Dimensionen der Information. Sie sind, wie zu zeigen war, noch mehr im Lebendigen, im Prozess der Informationsentstehung sind es sich wechselseitig bedingende Prozessstufen.

Daher ist es wichtig, dass die Semiotik als Wissenschaft von den Zeichen und den Zeichenprozessen alle Vorgänge der Bedeutungsproduktion und der dafür erforderlichen komplexen Systeme erforscht, die als zentral für die Entstehung von Information angesehen werden müssen.

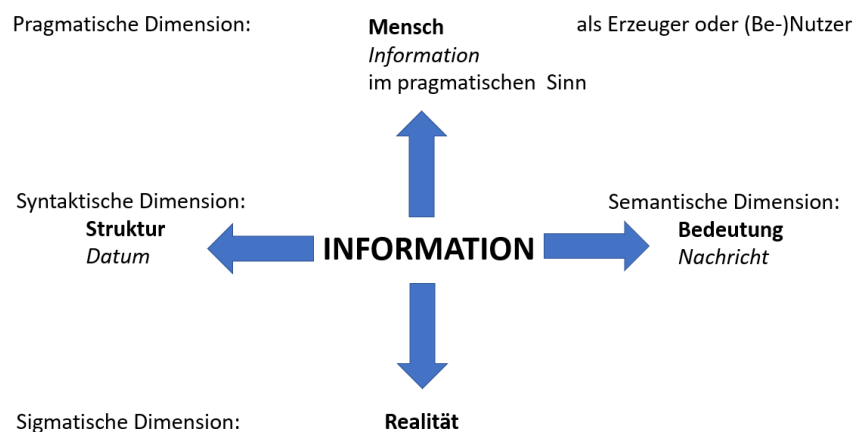


Abb. 1: Semiotisches Kreuz (eigene Darstellung nach Steinmüller, 1993)

W. Steinmüller schreibt unter der Überschrift „Zur Allgemeinen Informationstheorie: Die Weiterentwicklung des Informationsverständnisses geschah zunächst in Weiterführung von G. Klaus (der die Shannon'sche Information [Übertragungs-] Theorie zu einem Teilgebiet der Kybernetik transformierte, wohl um eine kybernetisch-sozialistische Theorie der Rechner zu ermöglichen) ...“ (Steinmüller 1993: 209).

W. Steinmüller verweist ausdrücklich auf die sigmatische Dimension der Information, ihren Realitätsbezug. „Sie ist für jede ‚praktische‘ Wissenschaft unentbehrlich; für die Angewandte, Wirtschafts- und Rechtsinformatik benötigt etwa zur Diskussion der rechtlichen Regelungen des updating; zur Unterscheidung zwischen ‚richtiger‘ und ‚unrichtiger‘ bzw. ‚wahrer‘ und ‚falscher‘ Information. (Datenbanken und Dokumentensysteme, die ihre Objekte unrichtig abbilden, stellen immer noch den pathologischen Normalfall dar!)“ (Steinmüller 1993: 204.)

Er verdeutlicht weiterhin, dass man in der Semiotik meist nur eine Dreiteilung kennt, indem die Sigmantik in der Semantik belassen wird: „Dann kann die Frage nicht mehr diskutiert werden, ob der Forschungsgegenstand wirklich existiert.“ Er hebt dann hervor: „Die Unterscheidung zwischen Semantik und Sigmantik geht wieder auf G. Klaus zurück, der sich als materialistischer Philosoph nicht nur für die Denkstrukturen der Logik, sondern auch für deren Ursprung in der Wirklichkeit interessierte. Freilich ist zuzugeben, dass die Sigmantik auf einer anderen logischen Ebene liegt.“ (Steinmüller 1993: 206)

W. Steinmüller verweist auf Arbeiten des Philosophen und Kybernetikers Georg Klaus – dies wurde inzwischen durch eine Stellungnahme des Semiotikers und Schriftstellers Umberto Eco noch verstärkt. Heute wird im Kreis der Semiotiker anerkannt, dass Georg Klaus den Aspekt der Sigmantik als Erster in die Semiotik eingeführt hat. Auch wurde dies auf drei Tagungen, zum einen der Berlin-Brandenburgischen Akademie (Eckhart 2011), und zum anderen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften (Fuchs-Kittowski 2004, Fuchs-Kittowski 2014) zum Gedenken an Georg Klaus bekräftigt. Es wurde verdeutlicht, dass es für die moderne Semiotik unausweichlich ist, außer dem syntaktischen, semantischen und pragmatischen Aspekt der Zeichen bzw. der Sprache, auch den sigmatischen, den Realitätsbezug zu berücksichtigen (Kalkofen 2004, Carlé 2004).

In der Informatik wurde, nach begründeter Wiederaufnahme der begrifflichen Auseinandersetzung (Weizsäcker/Weizsäcker 1972) sowie langen Diskussionen weithin anerkannt, dass es eines an der Semiotik orientierten Informationsbegriffs bedarf (Fuchs-Kittowski/Kaiser/Tschirschwitz/Wenzlaff 1976, Fleissner/Hofkirchner/Müller/Pohl/Stary 1998). Entsprechend definierten wir: Information ist eine Trias von: Form (Syntax), Inhalt (Semantik) und Wirkung (Pragmatik) (Fuchs-Kittowski 1992a). Die Sigmantik wird impliziert, nicht ausdrücklich genannt. Dies sollte mit der Erkenntnis, dass der Realitätsbezug nicht nur von richtiger Informationsaufnahme abhängig ist, sondern durch ständige Rückwirkung für längere Zeit erhalten und immer wieder durch Rückwirkung erneut gewährleistet werden muss, unbedingt korrigiert werden. Demnach ist die Sigmantik in eine Definition aufzunehmen: Information ist mit der Prozessstufe Sigmantik (Realitätsbezug, bzw. Rückwirkung) ein Quartett:

Die Kernaussagen unseres Verständnisses der Information sind weiterhin:

1. Information ist: Signal + Bedeutung (Semantik)
2. Information ist eine spezifische, organisierende Wirkung
3. Information ist ein Verhältnis zwischen Sender und Empfänger
4. Information besitzt einen Doppelcharakter, als Codierung ist sie materiell, als Semantik ideell
5. Information, ihre Bedeutung wird weder gespeichert noch maschinell übertragen, sondern im Gedächtnis, dynamisch über längere Zeit erhalten

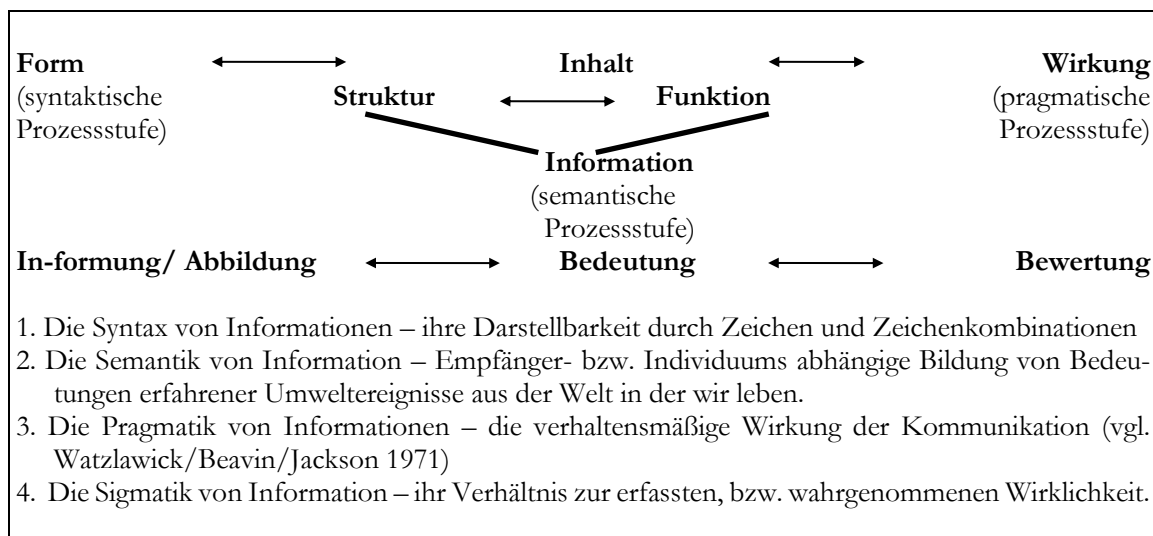
6. Information, ihre Bedeutung wird in ständiger Wechselwirkung mit der Umwelt, im Prozess der Selbstorganisation, intern erzeugt.

Diese Grundaussagen zu unserem evolutionären Informationsverständnis konnten mit dem Denkmodell des verallgemeinerten Hyperkreises gewonnen und verdeutlicht werden. Dessen entscheidende Aussage ist:

*Information ermöglicht erst organisierte Strukturen, die komplizierte Funktionen realisieren können. Wobei die Information erst durch die Funktion, über die damit erfolgende Bewertung ihre Bedeutung erhält und damit entsteht.*

Die Prozessstufe der Bewertung wird durch die Rückwirkung der Umwelt realisiert.

Es ist also ein in sich widersprüchlicher Kreisprozess und wechselseitiger Bedingungsprozess: von *Abbildung (Struktur)*, *Interpretation (Bedeutung)* und *Wirkung (Funktion, Verhalten)* so wie *Rückwirkung (Bewertung)*, der zur Entstehung von Information führt.



Der Grundgedanke des evolutiven Konzepts der Information wird veranschaulicht, indem die Funktion nur auf der Grundlage einer speziellen, durch Information organisierten Struktur realisiert werden kann und die Information ihre Bedeutung erst durch ihre Wirkung (die Realisierung der Funktion bzw. Verhalten) erhält. Die Struktur wird durch die spezielle Funktion geschaffen und erhalten. Durch diesen Zusammenhang von Struktur und Funktion werden Bedeutungen vermittelt, die erst in diesem Wechselwirkungsprozess gebildet werden. Somit entsteht Information erst dann, wenn durch die Realisierung der Funktion, durch die Wirkung, eine Bewertung erfolgt ist und somit die Information ihre Bedeutung erhält.

Entscheidend für das hier entwickelte evolutionäre Stufenkonzept der Information ist, dass nicht von Aspekten oder Dimensionen der Information gesprochen wird, sondern Syntax, Semantik, Pragmatik sowie Sigmantik als sich wechselseitig bedingende und bestimmende Prozessstufen der Entstehung, Verarbeitung und Nutzung der Information verstanden werden.

Der Hinweis von W. Steinmüller: „Freilich ist zuzugeben, dass die Sigmantik auf einer anderen logischen Ebene liegt.“ (Steinmüller 1993: 206) ist für unsere weiteren Ausführungen sehr wichtig. Denn in der Tat sind Syntax und Semantik sowie die organisierende Wirkung der Information, die Pragmatik, ihr unmittelbar zugehörig. Durch die Reduktion der Semantik auf eine Syntaxstruktur (Daten) wird die maschinelle Verarbeitbarkeit der Information, dieser reduzierten Abbildung möglich. Damit werden neue, ambivalent wirksame Effekte, wie der Rationalisierungseffekt, der Erkenntniseffekt, sowie der Organisations- und Kommunikationseffekt möglich. Die Information erhält somit neue Gebrauchswerte, die entsprechend gesellschaftlichen oder individuellen Bedürfnissen ausgewählt werden können. Es liegt somit kein technologischer Determinismus vor.

Die Mensch-Computer-Kommunikation ist eine Kopplung von maschineller (syntaktischer) und menschlicher (semantischer) Informationsverarbeitung (Fuchs-Kittowski/Lemgo/Schuster/Wenzlaff 1975). Dies wird im Zusammenhang mit dem KI-System ChatGPT besonders deutlich.

Die semantische Informationsverarbeitung ist die Kombination von Bedeutungen der Information, um neue Bedeutungen zu bilden. Sie ist die für die Menschen typische Form Informationen zu verarbeiten. Denn hier gilt es sich auf den Inhalt zu konzentrieren. Die strukturellen Prozesse, die der Bedeutung von Wörtern und Sätzen zugrunde liegen, werden von Menschen unbewusst ausgeführt.

Die syntaktische Informationsverarbeitung ist eine Transformation der Struktur von Informationsträgern. Aufgrund von einzigartigen Regeln zwischen Informationsträgern und ihren Bedeutungen sind ihnen neue Bedeutungen zugeschrieben. Der Inhalt, die Semantik der Information, wird mittels struktureller Transformationen verarbeitet.

Bei der syntaktischen Informationsverarbeitung ist die Semantik der Information auf ihre syntaktische Struktur reduziert, es gibt keine oder sehr reduzierte Intentionalität (extensionale Semantik). Um von einer Semantik zu einer anderen Semantik zu gelangen, bedarf es der entsprechenden Syntaxtransformationen.

Erst auf den höheren Stufen der organismischen und menschlichen Informationsverarbeitung erlangen Semantikbeziehungen eine konstituierende Funktion, indem sie Syntaxtransformationen steuern.

Dann haben wir es mit „intensionaler Semantik“ zu tun. Intensional heißt hier, dass die Semantik direkt – nicht nur vermittelt über Syntaxtransformationen – auf Semantik wirkt. Sprachlich formulierte (begriffliche) Inhalte werden verstanden und eine entsprechende Handlung ausgeführt.

Im Fall der neueren, KI-unterstützten Sprachmodelle, wie ChatGPT, ist es nun in verstärktem Maße gelungen, extensionale Semantik (reduzierte Intentionalität) zur Steuerung von Syntaxstrukturen zu nutzen.

## **2. Wo kommt Bedeutung her und wie wird Information erzeugt?**

### **2.1. Informationsverarbeitung und -generierung versus Informationsentstehung**

Die Regelungstechnik, die Kybernetik (1. Ordnung) setzt Information immer schon voraus. Auch die sich später entwickelnde Informatik kennt nur den Begriff der Informationsverarbeitung, nicht den der Informationsentstehung.

Das Wesen einer Erscheinung kann jedoch erst wirklich erfasst werden, wenn man auch nach ihrer Entstehung und Entwicklung fragt. Nach der Entstehung von Information wurde zuerst in der Theorie der Biologie gefragt.

Aus dem Vergleich von technischer Regelung mit den Regulationsprozessen des Zellstoffwechsels (Rapoport 1960) ergibt sich der Vergleich zwischen technischem Automaten und lebendigem Organismus, mit der zentralen Schlussfolgerung, dass es die Prozesse der Entstehung von Information sind, durch die sich das Lebendige grundsätzlich von dem technischen Automaten unterscheidet (Fuchs-Kittowski 1964). Es liegt also in der Tat 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 (Varela 1990), ist heute in der Molekularbiologie, in den Neurowissenschaften, in den Sprachwissenschaften, im Paradigmenstreit der Kognitionswissenschaft und KI-Forschung (Fuchs-Kittowski 1999, Fuchs-Kittowski 1992b) sowie

in der modernen Theorie der Unternehmensorganisation (Fuchs-Kittowski/Heinrich/Rolf 1999) von besonderer Aktualität.

## 2.2 Informationsentstehung – von einer Hypothese zu einem forschungsleitenden Konzept

„Wo kommt Bedeutung her und wie wird Information erzeugt?“ (Weizenbaum 2002) war der Titel eines wichtigen Beitrages von Joseph Weizenbaum. Diese Frage beantwortet er, indem er deutlich macht, dass das Verständnis des Inhaltes eines Telegramms entscheidend von der Aktivität des Empfängers abhängig ist. Der Empfänger interpretiert die syntaktische Struktur, um daraus die Information-zu gewinnen, deren Bedeutung dann wesentlich durch seine Erwartungshaltung bestimmt wird.

Hier wurde von Joe Weizenbaum das Thema der Informationserzeugung, der Entstehung von neuer Information aufgenommen, welches Klaus Fuchs-Kittowski schon seit seiner Dissertation zum Thema „Probleme des Determinismus – technische Regelung und Regulationsgeschehen im lebenden Organismus“ (Fuchs-Kittowski 1964) stark beschäftigt hatte. Im Untertitel der Dissertation und dann auch der Habilitation (Fuchs-Kittowski 1969/1976) heißt es: „Tatsachen und Hypothesen zum Verhältnis des technischen Automaten zum lebenden Organismus.“ Die entscheidende Hypothese war, dass sich der lebende Organismus vom technischen Automaten durch interne Prozesse der Informationsentstehung grundsätzlich unterscheidet. Das war zunächst, bei der Fertigstellung der Dissertation, in der Tat eine gewagte Hypothese.

1953 hatten James Watson und Francis Crick die Doppelhelix-Struktur der DANN aufgedeckt (Watson 1969). Seither ist bekannt, dass die DANN-Struktur einer Doppelhelix gleicht, einer Strickleiter.

Mit der Aufklärung der Struktur und Funktion der DANN durch James Watson und Francis Crick wurde es üblich, im Bereich der molekularen Biologie von Code, von Informationsspeicherung und -übertragung zu sprechen. Es wurde klar, dass Mathematik und Kybernetik einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der Molekularbiologie leisten könnte. Norbert Wiener ist, wie wir heute wissen, der Anregung von John von Neumann, sich auch dieser Ebene der Organisation der Lebensprozesse zuzuwenden, nicht gefolgt (Masani 2012).

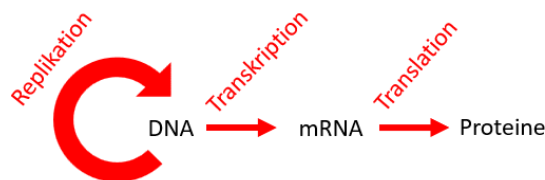


Abb. 2: Struktur und Funktion der DANN (eigene Darstellung nach Masani 2012)

Dieses Flussdiagramm wird auch als das „zentrale Dogma“ der Molekularbiologie bezeichnet.

Die DANN ist demnach der Speicher der Erbinformation. mRNA (Messengers-RNA) ist die Arbeitskopie der DANN, die in der Zelle als Informationsüberbringer eingesetzt wird. Der Prozess des Abschreibens von Information aus der DANN in eine mRNA-Arbeitskopie wird als Transkription bezeichnet.

Insbesondere durch eine kritiklose Übernahme des kybernetischen Kanalmodells der Informationsübertragung sowie das Denkmodell des technischen Automaten zur Erforschung der makromolekularen Wechselwirkung bei der Expression der Erbinformation in der Ontogenese, war die Vorstellung vom alleinigen Ablesen der schon vorgegebenen Information aus dem Speicher DANN zunächst weit verbreitet.

Entgegen dieser verbreiteten präformistischen Konzeption kamen wir, auf der Grundlage molekularbiologischer, kybernetischer und philosophischer Erkenntnisse, zu einer Bestimmung des Wesens des Lebendigen, in der Prozesse der Informationsentstehung eine wichtige Rolle spielen und auch in der Ontogenese nachweislich gegeben sind. Vergleichbar mit dem Computer findet mit den Eiweiß-Nukleinsäure-Wechselwirkungen im Prozess der Proteinsynthese eine Symbol- bzw. Zeichenkettenverarbeitung statt – allerdings in der Dynamik der lebenden Zelle als Ganzes.

Wir kommen zu folgender entscheidenden These: Die Qualität Leben liegt in der spezifischen Ordnung und Organisation des physikalisch-chemischen Geschehens durch Steuerung (DANN-RNA-Protein) und enzymatische Regulation des Stoff- und Energiewechsels, in der Verbundenheit von Steuerung und Regulation mit der molekularen Struktur der Zelle und der Erhaltung der Struktur durch Steuerung und Regulation, in der durch diese besondere Verbindung von Struktur und Funktion gegebenen Möglichkeit für Prozesse der Entstehung von Informationen, der Selbstorganisation in Phylo- und Ontogenese. (Fuchs-Kittowski 1969/1976: 61)

Damit werden entscheidende Wesensmerkmale des Lebenden deutlich.

Unter dem Einfluss der Informatik wurde zwar von Informationsverarbeitung gesprochen, die Existenz der Information wird aber immer schon vorausgesetzt.

Dies änderte sich mit der grundlegenden Arbeit von Nobelpreisträger Manfred Eigen, mit seiner darwinistischen Theorie der Lebensentstehung (Eigen 1971). Denn mit dieser Arbeit wurde der Ursprung der biologischen Information aufgezeigt. Darin heißt es u.a.: Wir haben eine Theorie der Informationsverarbeitung der Informatik, eine Theorie der Informationsentstehung gibt es noch nicht. Es folgt ein entscheidender Satz. Der lernende Automat bekommt seine Information und sein Wertesystem von außen, im Prozess der Entstehung des Lebens muss beides intern entstehen. Damit wurde sehr deutlich zwischen interner Informationsentstehung sowie Bildung von Werten in der Entwicklung des Lebenden und maschineller Informationsverarbeitung auch durch lernende Automaten unterschieden. Dies jetzt im Rahmen einer gut begründeten Theorie der Entstehung des Lebens und nicht mehr nur als Hypothese (Fuchs-Kittowski/Rosenthal 1972). Auch wenn diese Hypothese u.E., auf der Grundlage der damaligen Erkenntnisse der Biochemie und Molekularbiologie, ein vertieftes philosophisches und theoretisches Verständnis der Lebensprozesse, ihrer Spezifik gegenüber den technischen Automaten, wie dies auch schon von W. Elsasser (Elsasser 1958) erarbeitet wurde, damals schon gut begründet war.

Denn aus den experimentellen Ergebnissen und theoretischen Ergebnissen ergab sich der logische Schluss: Die Aussage des Zentraldogmas der Molekularbiologie, dass es keine informationelle Rückwirkung von den Proteinen auf die Nukleinsäuren gibt, ist richtig. Die Annahme des Präformismus, dass schon der gesamte Informationsgehalt des erwachsenen Organismus in der Keimzelle vorliegt, ist äußerst unwahrscheinlich, u.a. da er gegen Rauschen nicht ausreichend geschützt werden kann. In der Ontogenese müssen also noch weitere, nicht genetische Informationsquellen genutzt werden, also Selbstorganisation mit Informationsentstehung stattfinden.

Wie in der Quantenphysik, musste man auch in der Biologie, bei der Anwendung der technischen kybernetischen Denkmodelle, wie Kanalmodell, Regelkreis oder Automat, lernen, dass es gilt, mit dem klassischen Modell zu beginnen und dann zu prüfen, wann es an seine Grenzen stößt und schrittweise erweitert werden muss. Eingängig schildert François Jacob in seinem Buch „Die Logik des Lebenden“ (Jacob 1972), wie das aus der Automatisierungstechnik bzw. Informatik entlehnte Denkmodell des „Programms“ beim tieferen Verständnis der Vererbungsprozesse schrittweise erweitert werden muss, will man den



biologischen Prozess der Vererbung und der ontogenetischen Entwicklung des individuellen Organismus wirklich verstehen (Fuchs-Kittowski 1976: 210ff, Fuchs-Kittowski 2018).

Heute kann begründet ausgesagt werden: So wie bei der Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich zwischen Physik und Biologie die Entstehung der Information eine entscheidende Rolle spielte, so erweist sich dies ebenfalls bei der Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich von Automaten (Software) und menschlichem Geist sowie bei der Modell- und Theorienbildung im Grenzbereich zwischen automatenunterstütztem Informationssystem und sozialer (betrieblicher) Organisation als Ganzem.

### 2.3. Gibt es einen genetischen Determinismus?

Die weitere erkenntnistheoretisch-methodologische These setzt sich mit dem sogenannten genetischen Determinismus auseinander. Gibt es einen genetischen Determinismus? Ja und Nein!

Die Antwort ist: Es gibt ihn nur insofern, als Struktur und Funktion aller Proteine in den Genen festgelegt sind. Wie aber die Proteine und Zellorganellen, wie Zellen und Gewebe und Organe in der Ontogenese miteinander wechselwirken, wird durch weitere (untergeordnete) Informationssysteme, zum Beispiel Botenstoffe, Zellkontakte bewirkt.

Es gibt also nicht nur die DNA als Informationsquelle, im Verlauf der Ontogenese kommen Quellen zellulärer Information hinzu. Wir betonen jedoch dabei, dass es eine Hierarchie gibt, und hier stehen die Gene (DNA) an der Spitze. Bei den Prozessen der Vererbung wird nur die DNA an die nächste Generation weitergegeben. Aber in der DNA steht nicht, wie die Form der Nase etc. auszusehen hat. Die Ähnlichkeit von Zwillingen, Geschwistern und Eltern und Kindern kommt letzten Endes durch die DNA, aber nicht nur durch sie, zustande.

Die Frage, gibt es einen genetischen Determinismus wurde und wird in den Lebenswissenschaften unterschiedlich beantwortet. Mit der Entdeckung der RNA, der Formulierung des Zentraldogmas der Molekularbiologie, dass es keine informationelle Rückwirkung von den Proteinen auf die RNA geben kann sowie mit der Anwendung des kybernetischen Kanalmodells auf die Prozesse der Informationsübertragung von der DNA zu den Orten der Proteinsynthese, wurde die Konzeption eines strengen genetischen Determinismus, nach dem die DNA oder die Gene als die einzige Quelle der Information und Steuerung sämtlicher Lebensprozesse, für die Entwicklung des erwachsenen Organismus anzusehen sei, diskutiert.

Insbesondere Walter Elsasser machte in seinem Buch: „The Physical Foundation of Biology“ wohl mit als Erster darauf aufmerksam, dass diese Konzeption, nach der die gesamte Ontogenese nur ein Ablesen von Information aus dem Speicher DNA bestehe, der in der Philosophie und Theorie der Biologie schon lange diskutierten Präformationstheorie, nun im Gewand der Informationstheorie, entspricht. Er fand zunächst wenig Gehör und wurde als wissenschaftlicher Vitalist bezeichnet. Er hat seine Konzeption in verschiedenen weiteren Arbeiten schrittweise präzisiert (Elsasser 1987). Seine letzte Arbeit zur Theorie der Biologie wurde vom Präsidenten der USA mit dem höchsten Forschungspreis ausgezeichnet (Elsasser 1987). Doch gibt es sicher noch weiteren Diskussionsbedarf (Fuchs-Kittowski 2018).

Deshalb gewann die Darstellung des bekannten Virologen Hans-Alfred Rosenthal unter dem Titel „Der Molekularbiologe und das Hühnchen“ besondere Bedeutung. Sie wurde von Joseph Weizenbaum aufgegriffen, um seine Argumentation gegen Übertreibungen in der KI-Forschung zu vertiefen. Rosenthal schreibt in einem gemeinsamen Artikel mit K. Fuchs-Kittowski und seinem Sohn André: „Wir haben uns deutlich von einem genetischen Determinismus distanziert, der als einzige Quelle der Information und Steuerung sämtlicher Lebensprozesse die genetische Information bzw. die DNA oder die Gene sieht. Wenn man

einem versierten Molekularbiologen, der noch nie in seinem Leben einen Vogel gesehen oder von ihm gehört hat, die DNA eines Huhnes vorlegt, so wird er bestenfalls erkennen, welche Proteine codiert sind (nach Erforschung des Proteoms), aber weder die Gestalt noch die Funktionen des Lebewesens erkennen können. Er kann (in absehbarer Zeit) alle Gene und alle von ihnen codierten Proteine und deren Funktion aus der DNA herauslesen. Er wird auch verstehen, dass es sich um ein hochentwickeltes Tier usw. usf. handelt. Wie es aussieht und wie es im Einzelnen funktioniert, wird er aber aus der DNA nicht erkennen können, denn wie wir ausgeführt haben, steuern weitere Informationsquellen die Entwicklung des Organismus und seine Lebensprozesse, ja selbst die DNA existiert in ihrer Funktion nur über Rückkopplungen mit spezifischen Proteinen. Es gibt im Netzwerk der Vererbungsprozesse eine Hierarchie (der DNA für die Proteine), das Netzwerk wäre sonst ein Chaos.“ (Fuchs-Kittowski/Rosenthal H./Rosenthal A. 2003)

Joe Weizenbaum nutzt nun diese Gedanken bei der Behandlung des von ihm erneut aufgegriffenen Themas: „Wo kommt Bedeutung her und wie wird Information erzeugt?“. Er schreibt: „Prof. Hans Rosenthal hat in einem Vortrag über die DNA-Ketten gesagt, dass man, wenn man die vollständige DNA eines Hühnchens kennt, alles über dieses Tier weiß, was man überhaupt von ihm [als Molekularbiologe, Anm. der Autoren] wissen kann. Aber man kann von dieser Signalkette nicht darauf schließen, dass es sich um ein Hühnchen handelt. Dies verhält sich sehr analog zu einem Computer. Stellen wir uns einen einfachen Computer vor, z.B. einen Laptop. Nehmen wir an, ich finde einen Laptop. Es ist ganz klar, dass er funktioniert. Ich untersuche ihn mit Hilfe guter Instrumente. Nach einer Weile weiß ich den Zustand des Computers.... Also alle seine Komponenten und Bitfolgen. Nach weiteren Experimenten kenne ich auch die Regeln, nach denen der Computer von einem Zustand in einen anderen übergeht. Wenn man das weiß, dann weiß man aber alles über den Computer, was man überhaupt wissen kann. Jetzt kommt jemand und fragt ‚Was berechnet der überhaupt?‘ Das kann man trotzdem prinzipiell nicht wissen. Es ist dieselbe Geschichte wie mit dem Hühnchen. Wenn der Computer ein Informationsverarbeitungssystem wäre, dann müsste ich mit Hilfe meiner Instrumente herausfinden können, welche Informationen dabei bearbeitet werden, Aber das kann ich eben nicht.“ (Weizenbaum 2001.)

Hier sollte noch hinzugefügt werden, dass kein Informationssystem sich seinen Zweck, den Sinn seines Wirkens selbst vorgibt. Hierzu bedarf es immer der intensiven Wechselwirkung mit weiteren komplexeren Strukturen der unmittelbaren Umwelt, der DNA mit der Zelle, des Menschen mit anderen Menschen.

#### **2.4. Informationentstehung bei der Wahrnehmung der Lebewesen – im Unterschied zur Informationsaufnahme beim lernenden Automaten**

Im Zentrum der „Neuen KI“ steht heute der autonome Roboter, der in der Lage ist, sich selbstständig mit seiner Umwelt auseinanderzusetzen, sich an Veränderungen in seiner Umwelt anzupassen und dazu auch in sie verändernd einzugreifen. Im Rahmen der konnektionistischen KI-Forschung wurde deutlich, dass die Bedeutung der Information nicht in bestimmten Symbolen lokalisiert sein muss, sondern sich auch aus der Funktion des Gesamtzustandes des Systems bzw. aus dem Funktionieren des Gesamtsystems ergeben kann. Die Bedeutung befindet sich auch nicht in einzelnen Bestandteilen, sondern ergibt sich aus der Interaktion der Bestandteile.

In seiner Kritik an der kognitivistischen, sogenannten harten KI-Forschung hat John Searle festgestellt und mit seinem berühmt gewordenen „Chinesischen Zimmer“ veranschaulicht, dass man allein durch die Kombination von Syntax keine Semantik gewinnen kann. Im Rahmen der Neuen KI, der Robotik, konnte jedoch gezeigt werden, wie durch Interaktion mit der Umwelt zuvor keine Semantik tragende Strukturen semantisiert werden können. So

zeigten Peter Fleissner und Gregor Fleissner mit ihrem Gedankenmodell „Der blinde Springer“ (Fleissner P./Fleissner G. 1998) das Zusammenspiel von Vorgängen zwischen physischer und symbolischer Welt (Pragmatik) sowie die Entstehung von Bedeutungen durch diese Interaktion. Christian Stary und Markus Peschl konnten anhand des Verständnisses der Information als Trias von Form (Syntax), Inhalt (Semantik) und Wirkung (Pragmatik) die Möglichkeit aufzeigen, wie der kognitivistische Ansatz mit dem konnektivistischen Ansatz der KI-Forschung zu verbinden ist, so dass KI-Systeme entstehen können, welche die Vorteile beider Ansätze verbinden, speziell die Möglichkeit der Gewinnung von Bedeutungen durch aktives Verhalten in der Umwelt zu nutzen ist (Stary/Peschl 1995).

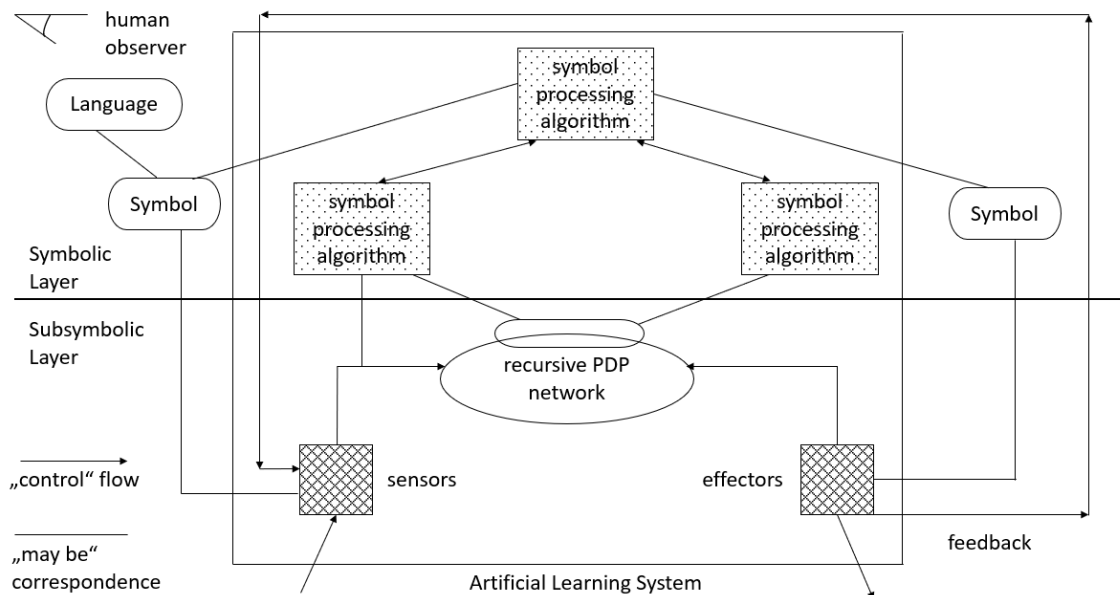


Abb. 3: Integration von kognitivistischem mit konnektionistischem Verarbeitungsansatz (eigene Darstellung nach Stary/Peschl 1995)

In der Abbildung wird diese Verbindung des kognitivistischen Ansatzes mit dem konnektionistischen gezeigt. Die symbolische, algorithmische Informationsverarbeitung ermöglicht zwar höhere Geschwindigkeit, allerdings kann keine neue Semantik entstehen. Die Lernprozesse auf Basis der subsymbolischen Informationsverarbeitung dauern länger. In Interaktion mit der Umwelt kann jedoch neue Semantik gewonnen werden.

Ausgehend vom Verständnis der Information als Trias von Form, Inhalt und Wirkung, konnte mit dem evolutionären Stufenkonzept der Information gezeigt werden, dass es hier nicht nur um Dimensionen der Information, sondern um Prozessstufen der Entstehung, Erhaltung und Nutzung der Information geht.

Entscheidend für die weitere Diskussion um die Entstehung von Information und die Herkunft der Bedeutung ist die Erkenntnis, dass beim lernenden Automaten die Information und das Wertesystem von außen kommen. Im Lebenden, im kreativen Denkprozess der Menschen, entstehen die Informationen und die sie steuernden Werte im Prozess der Selbstorganisation intern.

In Auseinandersetzung mit der präformistischen Position des genetischen Determinismus von Elsasser, Fuchs-Kittowski und Rosenthal (Fuchs-Kittowski 1969/1976: 61) wurden zunächst für die Ontogenese Prozesse der Entstehung von Information postuliert. Dann wurde von Umberto Maturana und anderen Neurowissenschaftlern nachgewiesen, dass auch beim Hören Information nicht oder nur zu einem geringen Teil aus der Außenwelt

aufgenommen wird. Diese wird vielmehr auf der Grundlage von Prozessen der Selbstorganisation intern erzeugt. Das gilt auch für die Sehwahrnehmung. Entgegen der verbreiteten Auffassung, dass beim Sehen die Information von außen aufgenommen wird, kann nachgewiesen werden, dass der größere Anteil von dem „was irgendeine Zelle des lateralen Kniehöckers an Informationen empfängt, nicht von der Retina kommt, sondern aus dem dichten neuronalen Geflecht anderer Bereiche des Gehirns.“ (Varela 1990), schreibt Francisco Varela.

Dies führt F. Varela zu einem, wie er sagt, neuen Verständnis der Information. Er schreibt in seinem Buch: „Kognitionswissenschaft und Kognitionstechnik“ (wie auch im Umschlagtext): „Es kam mir in dieser Arbeit besonders darauf an zu zeigen, dass dann, wenn der Kern aller Kognition in ihrer Fähigkeit besteht, Bedeutungen und Sinn zu erzeugen, Information nicht als irgendeine vorgegebene Ordnung aufgefasst werden kann, sondern den Regularitäten entspricht, die sich aus den kognitiven Aktivitäten selbst ergeben.“

In der Abbildung 4 werden die Verbindungen im visuellen System der Säugetiere gezeigt (Varela 1990: 74).

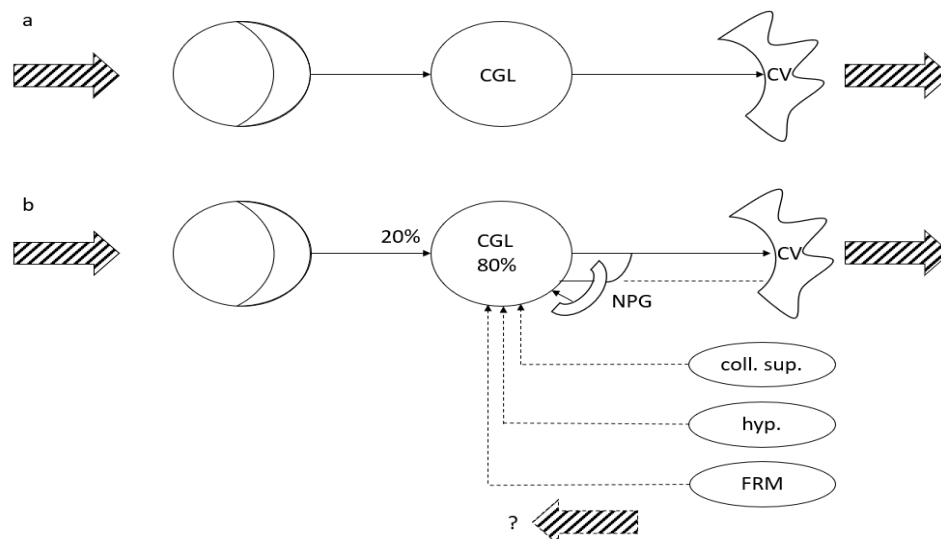


Abb. 4: Die Verbindungen im visuellen System der Säugetiere (eigene Darstellung nach Varela 1990).

Er fährt dann fort: „Diese meine neue Konzeption hat vielfältige wissenschaftliche, technische, philosophische und ethische Konsequenzen.“ (Varela 1990: Klappentext) Dieses Informationsverständnis entspricht den Überlegungen, dass neue Information im Prozess der Selbstorganisation entsteht. Wie dies auch hier vertreten wird (Fuchs-Kittowski 1998).

Damit dringen die Kognitionswissenschaften als Gesamtheit naturwissenschaftlicher Analyse von Erkennen und Wissen vor bis zur Erkenntnis der Spezifik der Lebensprozesse, den Prozessen der Informationserzeugung in der Selbstorganisation des Lebenden, im Unterschied zu den Prozessen der Informationsverarbeitung des technischen Automaten.

In der Definition von Information von Francisco Varela heißt es unter Berufung auf die Befunde von Huberto Maturana: „wenn der eigentliche Kern aller Kognition in ihrer Fähigkeit besteht Bedeutung und Sinn zu erzeugen“. Damit wird ebenfalls unsere These, dass die Bedeutung der Information weder übertragen noch gespeichert, sondern intern erzeugt wird, bestätigt. Entsprechend unserem Verständnis der Information ergibt sich dies aus dem

von uns immer wieder betonten Doppelcharakter der Information, dass sie als Codierung materiell und als Bedeutung ideell ist.

Auch die Fortsetzung dieses Satzes in der Definition ist wichtig: „Information nicht als eine irgendwie vorgegebene Ordnung aufgefasst werden kann, sondern der Regularitäten entspricht, die sich aus den kognitiven Aktivitäten selbst ergeben.“

Mit der Begründung, dass Bedeutung und Sinn durch Kognition erzeugt werden, finden auch auf der neuronalen Ebene Prozesse der Selbstorganisation verbunden mit Informationsentstehung statt. Varela und Maturana begründen ihre Konzeption der Selbstorganisation, die Autopoiese, mit der operationellen Abgeschlossenheit der Zelle. Auch wir betonen, dass Information vom lebenden Organismus nicht unmittelbar von außen aufgenommen wird. Entsprechend den Aussagen des Zentraldogmas der Molekularbiologie wird der Speicher der Erbinformation auch vor Einflüssen von außen speziell geschützt.

Die mit dem Schema von Maturana dargestellten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über neuronale Prozesse der Wahrnehmung werden von den Vertretern des Radikale Konstruktivismus so interpretiert, dass sie die erkenntnistheoretische Position des Radikalen Konstruktivismus unterstützen. In ihrem Buch „Der Baum der Erkenntnis“ (Maturana/Varela 1987: 146) wehren sich H. Maturana und F. Varela gegen den Vorwurf des Solipsismus. Aus dieser Sicht wird betont, dass die Wahrnehmung der Außenwelt durch Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten nicht auf direktem Weg möglich sei. Es sind allein Perturbationen durch die Außenwelt realisierbar. Wenn also durch die Außenwelt nur Störungen möglich sind, bedeute dies, dass es unmöglich wäre Wissen über diese Außenwelt zu bekommen. Es sei unmöglich zu erfahren wie die „Dinge an sich“, wie I. Kant es formulierte, sind, wenn unsere Sinnesorgane nur Perturbationen hervorrufen. Der solipsistisch zugespitzte bzw. verabsolutierte Radikale Konstruktivismus, den Maturana und Varela nicht vertreten wollen, stellt somit die Erkennbarkeit der Welt, die Gewinnung, wenn auch nur relativer Wahrheit, generell in Frage. Er trägt damit, im Zusammenwirken mit dem Relativismus und Skeptizismus postmodernen Denkens zur Zerstörung der Vernunft bei.

In der Tat kann davon ausgegangen werden, dass bei der hohen Komplexität des lebenden Organismus sowie der Höchstkomplexität des menschlichen Gehirns die Einwirkungen der Umwelt auf die lebenden Organisationen eher Störungen denn sinnvolle Informationen für diese sind. Eben deshalb betonen auch wir die interne Informationsentstehung im Lebenden, im Unterschied zu technisch-kybernetischen Systemen. Das Schema von Maturana zeigt jedoch deutlich, dass die interne Informationsentstehung auf der Grundlage von Signalen erfolgt, die allerdings aus verschiedenen Quellen kommen. Das ist es, was für die Ontogenese auch erst nachgewiesen werden musste.

Entscheidend ist aber vor allem, wie schon für die Phylo- und Ontogenese nachgewiesen wurde, dass der Zufall nicht nur als störendes Rauschen, wie in der Nachrichtentechnik üblich, verstanden wird. In den Lebensprozessen hat der Zufall auch ein aufbauendes Moment (Fuchs-Kittowski 1969/1976). In den Prozessen der Selbstorganisation tritt der Zufall in Einheit mit der Notwendigkeit im objektiv Möglichen auf. M. Eigen schreibt, gegen die These vom absoluten Zufall von Jacques Monod gerichtet, die Entstehung des Lebens ist ein Spiel, aber ein Spiel nach Regeln (Eigen/Winkler 1975). In seinem Vorwort zum Buch von J. Monod (Eigen 1973) betont M. Eigen, dass mit dem Selektionsprozess das Moment der Notwendigkeit zu dem durch zufällige Mutationen ausgelösten Entwicklungsprozess hinzutritt (siehe auch Fuchs-Kittowski/Rosenthal 1972, Mayr 1979).

Die eintreffenden Signale bzw. sensorischen Daten sind weder ein direkter Spiegel der realen Welt im menschlichen Geist, wie dies vom naiven Realismus angenommen wird, noch liefern sie dem Geist die Grundlage für eine Erfindung der Realität, wie dies in der Metaphysik des Idealismus in der einen oder anderen Form angenommen wird. Noch weniger ist

anzunehmen, dass es sie gar nicht gibt, und alles frei erfunden wird. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass der menschliche Geist die Welt über einen konstruktiven Prozess zu erfassen bekommt.

Bereits Immanuel Kant postulierte einen konstruktiven Prozess, durch den die sensorischen Eindrücke zu Erfahrungen werden, indem sie für uns Bedeutungen bekommt, und zwar nur, nachdem der Geist sie interpretiert hat durch a priori Kategorien – wie Zeit, Raum und Objekt, die folglich der Geist zur Erfahrung hinzubringt, eher als sie daraus zu gewinnen. Nun wissen wir heute, dass Raum und Zeit, Kausalität, keine Kategorien a priori sind. Wie von uns, in Auswertung der am Strukturalismus orientierten erkenntnistheoretischen Überlegungen von Max Delbrück (Delbrück 1985) schon in vorangegangenen Artikeln herausgearbeitet wurde (Stary/Fuchs-Kittowski 2020, Stary/Fuchs-Kittowski 2022).

Wir gehen davon aus, dass Wissen über die Welt in unseren Geist nur in hoch abstrahierter Form, als abstrakte Struktur eintritt. Daran setzt dann, wie in unserem Schema verdeutlicht wird, der Prozess der Bedeutungsbildung an – ein konstruktiver Prozess durch Bedeutungen vermittelter Struktur-Funktions-Wechselwirkung, mit Bewertung der Funktion inklusive ihrer Realisierung.

Die Befunde von Huberto Maturana sollten philosophisch daher nicht im Sinne des Radikalen Konstruktivismus interpretiert werden, denn sie stützen sehr deutlich die erkenntnistheoretische Position eines konstruktiven Realismus.

Es sei auch noch angemerkt, dass es auf der geistigen Ebene keinen Schutz vor falschen Informationen, wie dies auf der molekularen Ebene das Zentraldogma zusichert, gibt. Die Gesellschaft muss daher für einen Schutz vor falschen Ideologien, vor Fake News aller Art sorgen.

### **3. Die Praxis als Grundlage der Informationsentstehung und Werteentwicklung**

#### **3.1. Die zwei unterschiedlichen Denkrichtungen der Kybernetik und die Theorie der Selbstorganisation zur Informationsentstehung**

Rückblickend kann man heute generell sagen: „Die Kybernetik lieferte von Beginn an zwei nebeneinander bestehende grundlegende Orientierungen“ (siehe die Erklärung der American Society for Cybernetics (Glaserfeld 1997: 238–245)).

1. Die erste Orientierung ergab sich aus der Planung technischer Systeme, die zugleich Modelle für intelligente Prozesse lieferten. Daraus entwickelte sich das Gebiet der Künstlichen Intelligenz.

2. Die zweite Orientierung hat sich auf die allgemeinen Fragen des menschlichen Wissens konzentriert. Im Rahmen der Theorie der Selbstorganisation hat dies zu einer umfassenden Theorie der Kognition für lebende Organismen geführt (Maturana und Varela 1980) sowie zu einer Theorie der Wissenskonstruktion, die der Absurdität des Solipsismus und den Widersprüchen des naiven Realismus entgegen kann.

Diese Feststellung in der Erklärung der American Society for Kybernetik „Die Kybernetik lieferte von Beginn an zwei nebeneinander bestehende grundlegende Orientierungen“ ist für unsere gegenwärtige Diskussion um die Möglichkeiten und Grenzen der KI-Systeme von besonderem Interesse. Denn die erste Richtung gewann, (als Kybernetik 1. Und 2. Ordnung im Sinne von Heinz von Förster) für die Entwicklung der Automatisierung immer mehr an Bedeutung. Die zweite Richtung gewann insbesondere mit ihrer Kritik am Denkmodell Automat in Anwendung auf den Menschen (Fuchs-Kittowski 2007) mit ihrer Theorie der Kognition im Rahmen der Theorie der Selbstorganisation in vielen Wissenschaften an Einfluss.

Die erste Denkrichtung war die Grundlage für die Entwicklung von Robotern und vielen anderen Automaten. Computersysteme haben ihrerseits zur Entwicklung von

Funktionssystemen mit mehr oder weniger technischer Intelligenz geführt. Dabei ist die Kybernetik eine entscheidende theoretische Grundlage der Automatisierung. Sie ist heute als Kybernetik I und dann als Kybernetik II. Ordnung (im Sinne von Heinz von Förster) zu einer umfassenden Basis für die zeitgemäße Automatisierung mit hierarchischen Strukturen, deren dezentraler Digitalisierung durch Mikro-Computersysteme und digitale Mehrebenen-Vernetzung (Kommunikation) unter Einsatz Künstlicher Intelligenz sowie intelligenter, direkt buskoppelter Sensorik und Aktuatorik herangewachsen (vgl. Kriesel/Hofmann 2020).

Für die zweite Denkrichtung ist festzustellen: Auf der Grundlage der (bio-)physikalischen Theorien zur Selbstorganisation der Materie und der Chaostheorie wurde es möglich, die Prozesse der Evolution als Prozesse der Höherentwicklung zu verstehen. Der Entwicklungsgedanke stand immer in Gefahr, durch Prädetermination oder Teleologie verstellt zu werden. Diese Positionen sind damit grundsätzlich überwunden. Die verschiedenen Varianten der Theorien der Selbstorganisation, zusammengefasst unter dem Begriff Autologien, geben somit auch eine weltanschauliche Orientierung. Es ist naturwissenschaftlich erwiesen: Entwicklung zu höheren Stufen der biologischen Evolution haben sich vollzogen, Entwicklungen zu höheren Formen gesellschaftlicher Organisation sind möglich. Höherentwicklung im Lebenden und Sozialen, in der geistig-kulturellen Entwicklung der Menschheit ist immer mit der Entstehung von neuer Information und der Bildung neuer Werte verbunden.

Diese, auf der Grundlage der Theorie der Selbstorganisation (den verschiedenen Autologien) hervorgerufene Wissenschaftsentwicklung, hat auch zur Weiterentwicklung der Erkenntnistheorie beigetragen, zu einer Theorie der Entstehung von Information und Wissen, mit der die falschen Alternativen naiver Realismus oder solipsistischer Konstruktivismus<sup>1</sup> überwunden werden können. Wir haben diese Position in verschiedenen Arbeiten konstruktiver Realismus genannt (Stary/Fuchs-Kittowski 2020, Stary/Fuchs-Kittowski 2022).

Dies steht insbesondere der pessimistischen Denkhaltung der fast zur gleichen Zeit entstandenen postmodernen Philosophen, speziell in ihrem Verständnis der Beziehung von Individuum und Gesellschaft, entgegen.

Dabei ist auch die Erkenntnis wichtig, dass sich auf der Grundlage des Einflusses der Autologien ein tieferes Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Individuum und Gesellschaft herausgebildet hat. In der Geschichte der Philosophie haben sich zwei Grundlinien herausgebildet. Zum einen die Linie Hobbes – Stirner – Nietzsche – Heidegger – Postmoderne, bei der das Selbst als etwas Abschließendes, Autonomes gesehen wird, und zum anderen die alternative Auffassung, die Linie Aristoteles – Kant – Hegel – Marx, bei der das Individuum, das Selbst, als die schöpferisch gestaltende Kraft der Gesellschaft und damit sich selbst, gesehen wird.

Auf der Grundlage der durch die Autologien, die verschiedenen Theorien der Selbstorganisation beeinflussten Theorienbildung wird also im Gegensatz zu anderen Strömungen in der vorangegangenen und gegenwärtigen Philosophie, das Individuum, das Selbst, als die schöpferisch gestaltende Kraft der Gesellschaft und damit sich selbst, gesehen und betont. Es ist hierfür aber wichtig, aufzuzeigen, dass sich der Begriff der Selbstorganisation, der in beiden Denkrichtungen genutzt wird, durchaus unterscheidet. In der technikorientierten handelt es sich um eine Selbststrukturierung durch Informationszuführung von außen, einer sich an den Lebensprozessen Orientierung um

---

<sup>1</sup> Der Radikale Konstruktivismus leitet aus der Betonung der Erzeugung subjektiver Realitäten im Nervensystem und damit des „Eigenwert“ des kognitiven Systems als Ergebnis von Rekursionsprozessen, eine Erkenntnistheorie ab, die in ihrer extremen Form den Begriff einer objektiven Realität eliminiert.

Selbstorganisation im eigentlichen Sinne des Wortes, verbunden mit interner Informationsentstehung und Wertbildung. In mehreren Gesprächen hat Heinz von Förster, der nach Ross Ashby wesentlich zur Einführung des Begriffs Selbstorganisation in die Kybernetik beigetragen hat, dieser Unterscheidung zugestimmt.

Grundlage für die Informationsentstehung und Werteentwicklung in der menschlichen Gesellschaft ist die Praxis, im philosophischen Verständnis, die menschliche Lebenstätigkeit im Allgemeinen, die tätige Auseinandersetzung des Menschen mit der ihn umgebenden Wirklichkeit. Die Anerkennung der Praxis als praktisch verändernde, sinnlich konkrete Tätigkeit, als Grundlage der Erkenntnis und Kriterium der Wahrheit in der Philosophie, geht auf die Feuerbachthesen von Karl Marx zurück. Zur Praxis zählt alles lebensweltliche Handeln der Menschen, außer den sinnlich verändernden, auch die geistigen Tätigkeiten, wie Programmieren, juristische, religiöse oder künstlerische Tätigkeiten. (Erpenbeck/Sauter 2019: 78)

John Erpenbeck und Werner Sauter betonen in ihrem Buch ‚Wertungen und Werte‘, dass ihre Erkenntnisse zur gezielte Werteentwicklung von Persönlichkeiten auf grundlegenden Erkenntnissen der Selbstorganisationstheorie und der Neurobiologie (Erpenbeck/Sauter 2019) beruhen. In einem speziellen Abschnitt zum Thema „Selbstorganisation und gezielte Werteentwicklung“ weisen sie daraufhin, dass Werte keine Informationen sind, sondern, wie wir ebenfalls betonen, Informationen steuern. „Werte und Ordner“ bestimmen oder zumindest beeinflussen „die individuell-psychologische und sozialkooperative Selbstorganisation. (Erpenbeck/Sauter 2019: 228)“ Zuvor heißt es: „Selbstorganisatorische Systeme sind zwar nicht informationell unabhängig, aber im Sinne von Selbstgestaltung, -lenkung und -entwicklung selbstbestimmt gegenüber der Umwelt. Ebenso wie das ganze System sind auch seine Werte nicht nur an die Umwelt angepasst, sondern entwickeln sich gemeinsam mit dieser Koevolution. Die Wichtigkeit von Werten als Ordnern selbstorganisierenden Handelns ergibt sich aus der beschränkten Vorhersagbarkeit der Handlungsergebnisse, ihrer Redundanz.“ (Erpenbeck/Sauter 2019: 127–128)

Also auch das Wertesystem entsteht in der Entwicklung. Wir sind somit wieder bei unserem Grundmodell der Informationsentstehung, dem verallgemeinerten Hyperkreis. Zum Hyperkreis der Lebensentstehung sagte M. Eigen, der lernende Automat bekommt seine Information und sein Wertesystem von außen, in der Evolution muss beides innen entstehen.

### **3.2. Interaktionssysteme zur Unterstützung kreativer Tätigkeiten**

Schöpferisch Denken, wirklich neue Informationen und Wissen schaffen, können alle diese Systeme nicht. Sie können aber schöpferische Arbeit (Problemlösen) unterstützen, denn auch kreative Tätigkeiten haben formalisierbare und damit durch Automaten ausführbare Anteile. Dies wird mit folgendem Schema (Fuchs-Kittowski 2007: 151) veranschaulicht. Ein Problem liegt vor, wenn eine Wissenslücke besteht, die durch keinen Algorithmus geschlossen werden kann, das erforderliche Wissen zur Schließung der Wissenslücke durch Überlegungen oder Experiment erst geschaffen werden muss. Gibt es einen Algorithmus, durch den das erforderliche Wissen zur Schließung der Wissenslücke bereitgestellt werden kann, liegt eine Aufgabe vor. Aufgrund der Wissenslücke sind Problemlösungsprozesse, schöpferische Tätigkeiten, entgegen vielfach anderslautender Behauptungen, nicht durchgehend automatisierbar. Da sie aber auch mit Routinetätigkeit sowie mit schematischen und nicht-schematischen Aufgaben verbunden sind, können auch schöpferischen Tätigkeiten durch entsprechende Interaktionssysteme unterstützt werden (siehe Abbildung).



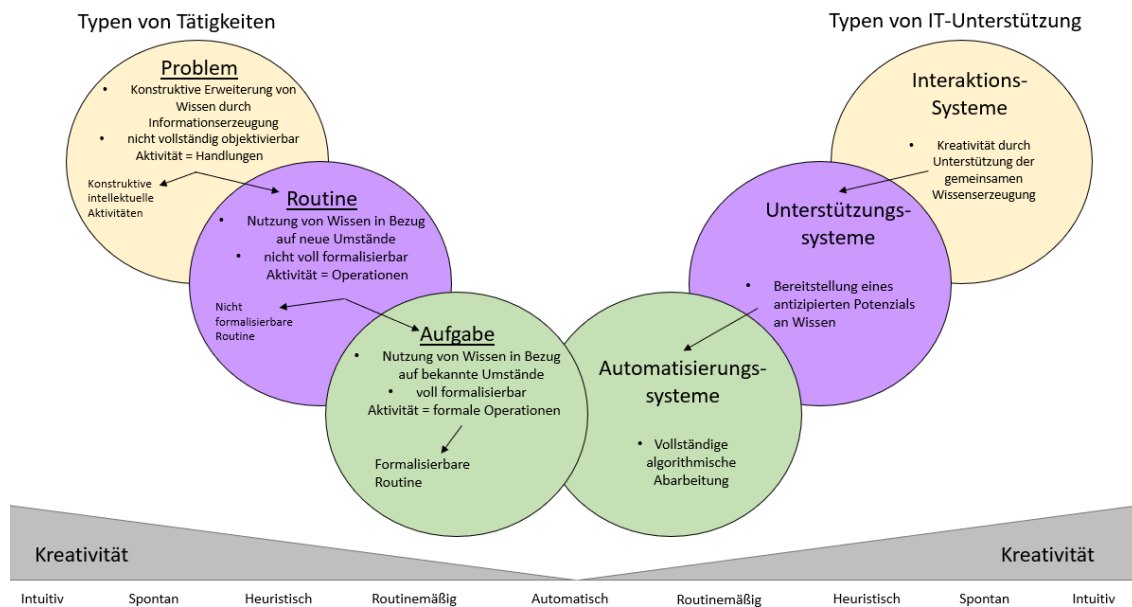


Abb.5: Typen der IT-Unterstützung bei Tätigkeiten in der Wissensarbeit (eigene Darstellung nach Fuchs-Kittowski 2007)

Die Abbildung zeigt Typen der IT-Unterstützung der Tätigkeiten in der Wissensarbeit. Die Unterscheidung der Typen von Tätigkeiten erfolgt entsprechend des Anteils an schöpferischen Aktivitäten bzw. des Formalisierungsgrades.

Mit dem Chatbot ChatGPT oder seinem Large Language Modell ((LLM), diesem lernenden Sprachmodell werden aus Hundert Milliarden Daten – aus bestehenden Texten – aus dem Internet, für den Nutzer neue Texte generiert. Auf der Grundlage aufgefundener Muster lernen diese Systeme eigene Texte zu generieren.

Hier sind wir wieder beim Konzept des Präformismus, wie es auch von Leibniz vertreten wurde. Bei unendlicher Kontinuität, bei der Abstraktion von Diskontinuität in den Entwicklungsprozessen, ist auch eine quasi unendliche Kombination aller Elemente denkbar. Der quasi fertige Mensch, ein Homunkulus, sitzt in der Keimzelle, alle Entwicklung ist nur Entfaltung des schon Vorgegebenen. Es kommt nichts prinzipiell Neues hinzu. Es sei, man glaubt an Gullivers Experiment. Es lassen sich verschiedene Typen zukünftiger Arbeitssysteme auch entsprechend ihrer technologischen Intensität und sozialen Intensität (Fuchs-Kittowski 2020) bzw. dem Grad der Automatisierung und dem Grad der menschlichen Einbindung an schöpferischer Tätigkeit unterscheiden (Fuchs-Kittowski 2007).

Bei näherer Untersuchung der automatisierungstechnischen Skala von der Handarbeit bis zur Vollautomatisierung in einer globalisierten Produktion (Krüger spricht von einem Kontinuum) (Krüger 2018) lassen sich verschiedene Typen zukünftiger Arbeitssysteme entsprechend ihrer technologischen und sozialen Intensität unterscheiden. Für die Automatisierung in der Industrie 4.0 ist heute der Typ künftiger Arbeitssysteme von besonderem Interesse, der auf der Grundlage moderner KI-Systeme, speziell autonomer Roboter, realisiert wird, sodass die besseren sensomotorischen und kognitiven Fähigkeiten des Menschen, seine Kreativität mit der wesentlich höheren Geschwindigkeit, Exaktheit und Wiederholbarkeit der maschinellen Operation sinnvoll im Sinne einer hybriden Automatisierung kombiniert werden.

In „Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung in Produktion und Verkehr“ (Fuchs-Kittowski 2020) haben wir eine Typisierung künftiger Arbeitssysteme

vorgestellt und darauf verwiesen, dass KI-Systeme den Typ der hybriden Automatisierung prägen werden.

Speziell in diesem Kontext geht es um die ausgewogene und schlüssige Kombination der jeweils spezifischen Leistungsfähigkeit von Mensch und Automat. Hierzu wird eine Unterscheidung zwischen maschineller (syntaktischer) Informationsverarbeitung und menschlicher (semantischer) Informationsverarbeitung des schöpferisch tätigen Menschen besonders wichtig. Diese Möglichkeit der Unterscheidung zwischen den jeweils spezifischen Fähigkeiten geht jedoch verloren, wenn jetzt im Zusammenhang mit der Generativen KI vom Zusammenwirken von menschlicher Kreativität und rechnerischer Kreativität bzw. von „methodologies to combine human creativity with computational creativity“ (Brocke/Maaß/Buxmann/Maedche/Leimeister/Pecht 2018) gesprochen wird.

Die immer kürzer werdenden Entwicklungszyklen intelligenter mechatronischer und cyberphysischer Systeme verlangen eine ständige Weiterqualifikation der Arbeitenden. Das neuartige Zusammenwirken von adaptiven Systemen höherer Stufe, den sog. autonomen Robotern, die als intelligente Systeme neue Interaktionsmuster und Fähigkeiten realisieren können, verlangt auch von den Arbeitenden eine neue Qualität der Interaktion. Heute weiß man aber, dass insbesondere aus ökonomischer Sicht die Höhe des Automatisierungsgrades durch die Flexibilität der Roboter begrenzt wird (Spath 2013). Die intelligenten Maschinen und die autonomen Robotersysteme haben Möglichkeiten zur Anpassung an den Menschen. Dies verlangt jedoch zugleich auch neue Formen der Anpassung seitens der Arbeitenden. Es können sich somit Formen einer Koevolution herausbilden. In diesem Prozess wird die Generativ KI, wie die Autoren betonen, wahrscheinlich eine wichtige Rolle spielen können, denn es treten neue Fragen auf, wie es für zu lösende Routineprobleme typisch ist. Sollen neu auftretende Aufgaben automatenunterstützt gelöst werden, bedarf es eines zuvor schon bestehenden Potentials an entsprechenden Operatoren und Daten.

Schöpferisch sein mit dem Computer, und auch die Nutzung von ChatGPT zur Unterstützung der schöpferischer Arbeit, so dass, wie die Autoren schreiben der GO-Spieler, der Maler vielleicht sogar der Poet usw. seine Leistungen verbessern kann, heißt aber nicht, wie es eingangs des Artikels formuliert wird: „For a long time in history, it has been the prevailing assumption that artistic, creative tasks such as writing poems, creating software, designing fashion and composing songs could only be performed by humans. This assumption has changed dramatically with recent advances in Artificial Intelligence (AI) that can generate new content in ways that cannot be distinguished anymore from human craftsmanship.“ (Spath 2013: 111) Wie in obiger Abbildung gezeigt, gibt es nichts rein Schöpferisches.

Jede schöpferische Tätigkeit enthält algorithmisch bearbeitbare Aufgaben, enthält Routinen mit schöpferischen Anteilen, da neue bisher unbekannte Aufgaben auftreten, zu deren Bewältigung ChatGPT sich gut eignen wird. Aber eben, wenn ChatGPT beispielsweise im Rahmen der hybriden Automatisierung sinnvoll eingesetzt werden soll, ist deutlich zwischen den verschiedenen Arten von Neuem zu unterscheiden. Für Nutzer\*innen kann neue Information schon geliefert werden, und zwar durch die Bereitstellung vorhandener Informationen (Recherche), durch deren Verdichtung (Verarbeitung) sowie durch deren Kombination (Generierung). Eine für alle wirklich neue Information erfordert aber eine kreative Leistung des Menschen oder der Natur. Walter Elsasser machte deutlich, dass der Begriff Kreativität für die Naturwissenschaft wenig aussagt, und daher durch den Begriff der Informationsentstehung zu präzisieren ist (Elsasser 1986).

Jeder Mensch, auch bei einer im Prinzip durch Automaten voll ersetzbaren Tätigkeit, kann kreativ sein, indem er über die Verbesserung seiner Tätigkeit nachdenkt. Solche voll automatisierbaren Tätigkeiten sind aber von Routinetätigkeiten und wirklich schöpferischen Tätigkeiten zu unterscheiden. Hier muss man genauer wissen, wie durch Automaten bzw.

KI-Systeme kreative Tätigkeiten des Menschen unterstützt werden können. Es gilt, die Koppelung von maschineller (syntaktischer) und menschlicher (semantischer) Informationsverarbeitung, die verschiedenen Möglichkeiten einer sinnvollen Verbindung von maschineller Exaktheit und Geschwindigkeit mit menschlicher Intuition und Empfindsamkeit genauer zu untersuchen und zu beachten.

Im Arbeitssystem (Typ D im Schema von (Fuchs-Kittowski 2020)) der hybriden Automatisierung kann die Steuerungssoftware auf Grund ihrer Vernetzung mit anderen Programmen im Internet Lösungen für die Behebung von Störungen und Unterbrechungen selbst generieren. Aufgrund des emergenten Charakters dieser Lösungen besteht aber die Gefahr, dass vorgegebene Produktions- und Dienstleistungsziele verfehlt werden. Daher muss der Mensch das Prozessgeschehen überwachen und unter Umständen regulierend eingreifen können. Allerdings ist bisher unklar, wie und unter welchen Bedingungen der Mensch im System D eine adäquate „situation awareness“ im Sinne von M. R. Endsley bilden kann (Endsley 2000, Rothe 2020).

Wir sind also hier wieder bei dem besonders entscheidenden Punkt. Um eine adäquate „situation awareness“ gewährleisten zu können, muss die sigmatische Dimension der Information entsprechend beachtet werden, unter anderem durch Koppelung des generativen KI-System an eine aktuelle Datenquelle. Entscheidend ist jedoch: Der Mensch muss Subjekt in diesem neuen Zusammenwirken mit dem Computer sein und bleiben.

#### **4. Entstehung von Information aus der Sicht des organisationalen Wissensmanagements als praktische Sigmantik**

Wenn wir die Entstehung von Information als Verortung zur Wissens(v)ermittlung und Handlungsvollzug im organisationalen Kontext verstehen wollen, korreliert sie mit dem Finden von semantischem Gehalt aus Daten, und schließlich der Handlungsbefähigung (Know-How) (North 2021). Die Informationsentstehung bedeutet eine Erkenntnis die in Handlungsbefähigung mündet, ohne dass sie sich selbst in Frage stellt. In der Folge reflektieren wir die Relevanz dieser Praxis des Erkennens und Festlegens von Bedeutung. Diese kann vom Beobachten und Erkennen von Objekten als Informationsträger im Blickwinkel eines Betrachters, also in gewisser Weise direkt von einem betrachteten Objekt abgeleitet werden. Sobald der Erkenntnisvorgang in den Hintergrund rückt, wird die Entscheidung über die Bedeutung in gewissem Sinn ‚in das betrachtete Objekt‘ gelegt. Die Entstehung von Information wird somit durch die Objektrelevanz geprägt.

Die Bedeutung von Objekten selbst kann aus dem primären Schaffenszweck abgeleitet werden und/oder das Ergebnis von Konstruktionsprozessen sein. Diese Prozesse geschehen durch Objektschaffende oder/und Betrachter, welche die im Objekt vorhandenen Informationen erschließen und auch gesellschaftlich etablieren können. Sie entstammen auch dem ‚sozialen Leben‘ eines Objekts, also spezifischen kulturellen und historischen Milieus (Lüthi/Niedermeier/Lee 2018), und können nur gemäß der bestehenden persönlichen Erfahrungen und Expertise des Einzelnen wahrgenommen werden (Vester 1975). Diese stellen die Basis für das Erkennen und damit der Erfassung von Bedeutung dar – diese ist folglich ein Vorgang, etwas bereits Verinnerlichtes mit etwas Erkanntem Umwelt in Beziehung zu setzen. Die erfasste Bedeutung hilft Menschen bei der Orientierung in der Welt (Dilthey 1984).

Wesentlich ist bei Erschließung von Bedeutung das Instrumentarium, das diesen Prozess begleitet, also ‚was Besuchern im Moment der Begegnung mit dem Objekt alles für ihre Bedeutungskonstitution zur Verfügung steht: all das, was sie im Moment der Rezeption wahrnehmen, lesen oder ausgehend von dem Gesehenen und Gelesenen an Verstehenskontexten aktivieren können. Das hat weitreichende Folgen für die Analyse. Die relevante Analysefrage

lautet dann nämlich, welche kommunikativen Erscheinungsformen dafür verantwortlich sind, dass ein bestimmtes Objekt als etwas Natürliches oder etwas Menschengemachtes (ein Artefakt) [...] verstanden wird‘ wie Kesselheim die Erkenntnisse von Studien im Rahmen von Ausstellungen zusammenfasst (Kesselheim 2021: 46).

Informationsentstehung als Konstrukt zur Gewinnung von Bedeutung und Wissen besitzt folglich einen an reale gesellschaftlich institutionalisierte Aspekt zur (V)Ermittlung von Wissen in bestimmten Situationen (wie beispielsweise in einer Arbeitsorganisation), sowie eine fachlichen Bezug, der uns wieder in die Nähe von Objekten, also zur Objektrelevanz führt. Beide Aspekte ‚legitimieren‘ die Entstehung und das Erkennen von Bedeutung. Es stellt sich folglich die Frage, wie die Informationsentstehung beobachtet bzw. der Prozess des Erkennens von Bedeutung als menschliche Praxis er/gefasst und in weiterer Folge beschrieben werden kann, zumal der Prozess selbst als Denkvorgang nicht sichtbar ist (Hampe 2006).

Das Erkennen von Bedeutung und damit die Entstehung von Information kann als Selbstorganisation aufgefasst werden, die sich im Beobachten und Selbstbeobachten, im Denken und in Kommunikation als Praxis konstituiert. Denken konstituiert sich dabei als ergebnisoffene Praxis – eine Praxis, die nicht in dem Sinn auf Wissen fixiert wird, von der die Teilnehmer\*innen den Anspruch erheben, vorher wissen zu wollen, was sie hinterher wissen werden (Hoppe 1988/1999). Vielmehr vollzieht sich im Erkennen eine ‚Formung und Ordnung von Leben‘ (nach Lessing in Böhm 1986: 81). Erkennen im Sinne einer ‚Wesensschau‘ oder eines ‚Wesenswissens‘, das sich zur ‚schauenden Vernunft‘ eignet. Diese ‚schauende Vernunft‘ besitzt sowohl Erkenntniskraft ‚im Hinblick auf die Dimension der Intelligibilität‘ als ‚auch auf die des ‚Lebens‘‘ (ebenda).

Sie ist allerdings strukturdeterminiert: ‚Bei der Interaktion zwischen dem Lebewesen und der Umgebung innerhalb dieser strukturellen Kongruenz [zwischen Lebewesen und Umgebung] determinieren die Perturbationen der Umgebung nicht was dem Lebewesen geschieht; es ist vielmehr die Struktur des Lebewesens, die determiniert, zu welchem Wandel es infolge der Perturbation in ihm kommt.‘ (Maturana/Varela 1984: 106.) Damit wird Erkennen von Bedeutung zu einem aktiven Vorgang – Lebewesen passen sich nicht an ihre Umgebung an, sondern gestalten gemäß der ihnen eigenen Struktur ihre Umgebung. Diese, nach innen gerichtete Sicht, im Sinne des radikalen Konstruktivismus, geht damit auf individuelle Prozesse der Informationsentstehung ein, d.h. wie wir die Welt als Individuen ‚bedeuten‘.

Handlungsbefähigung (Know-how oder Können) erfordert nach der Konzeption von Selbstorganisation ‚leibliche (sensomotorische) Strukturen‘, welche die ‚Substanz der Erfahrung‘ darstellen (Varela 1994: 23), und zwar nicht nur für motorische Fähigkeiten, sondern auch für das Erkennen und den Umgang mit Bedeutung. Bedeutung stellt folglich eine Verkörperung dar: ‚Erkennen besteht mithin nicht aus Repräsentationen, sondern aus verkörpertem Handeln. Entsprechend müssen wir festhalten, dass die uns bekannte Welt uns nicht einfach vorgegeben ist, sondern durch die Geschichte der von uns vollzogenen strukturellen Verknüpfungen erhandelt wird, und dass die zeitlichen Wendepunkte, an denen solche Handlungsvollzüge einsetzen, in einer Vielzahl von alternativen Mikrowelten wurzeln, die in jeder Situation aktiviert werden können. Diese Alternativen sind der Ursprung sowohl des Alltagsverstands als auch der Kreativität unseres Erkennens.‘ (Varela 1994: 25.)

Der Erkenntnisprozess als Verkörperung ist in einer bestimmten Situation verankert: ‚Wir operieren immer in der Unmittelbarkeit einer gegebenen Situation‘ (Varela 1994: 16). Sie stellt eine ‚Mikrowelt‘ dar, die mittels einer Handlung, dem Erkennen erfahren wird: ‚Die Welt ist uns nicht einfach gegeben, sondern sie ist etwas, auf das wir uns einlassen, in dem wir uns in ihr bewegen, sie anfassen, einatmen und essen. Aus diesem Grund spreche ich gern vom Erkennen als Vollzug.‘ (Varela 1994: 15.) Somit stellt das Handeln in einer

Situation zugleich einen Erkenntnisprozess dar, der sich in gleichem Sinn „konkret“ wie die erfahrene Welt selbst darstellt. Sobald wir folglich die Welt „bedeuten“, vollzieht sich durch Handeln in der durch Individuen erfahrenen Welt ein Erkenntnisprozess, in der Information als eine spezifische, über Bedeutungen organisierende Wirkung auftritt, also wirksam wird.

Anstelle einer der für die Informationsverarbeitung typischen Rekonstruktion von Eigenschaften der Welt aus den Wahrnehmungs‘daten‘ (sic!) tritt bei der Vollzugsorientierung die Steuerung der jeweiligen Handlungen in konkreten Situationen durch die wahrnehmende Person. – „Jedes Tun ist Erkennen, und jedes Erkennen ist Tun.“ (Maturana/Varela 1984: 32) Auch durch den Sprachvollzug kann somit Bedeutung erschlossen werden: „Die Bedeutung eines Wortes ist sein Gebrauch in der Sprache.“ (Wittgenstein 1984: PU§43) Die individuelle Bedeutungserfassung führt nicht nur zu einer Vielfalt an wahrgenommenen Bedeutungen, sondern stellt die Grundlage für Denken dar: „Wie soll ich wissen was ich denke, bevor ich wahrnehme was ich sage.“ (Weick 1985: 195.)

„Da sich die konkrete Situation aufgrund des Handelns des Wahrnehmenden laufend verändert, gibt es keine vom Wahrnehmenden unabhängige, vorgegebene Welt, sondern nur die senso-motorischen Strukturen des kognitiven Akteurs (...) Es ist diese Struktur – die leibliche Beschaffenheit des Wahrnehmenden – und nicht etwa eine vorgegebene Welt, die bestimmt, auf welche Weise der Wahrnehmende handelt und durch die Ereignisse in seiner Umgebung beeinflusst wird. Das vorrangige Anliegen des vollzugsorientierten Ansatzes besteht demnach nicht darin herauszufinden, wie sich eine vom Wahrnehmenden unabhängige Welt rekonstruieren lässt, sondern in der Untersuchung der gemeinsamen Prinzipien oder gesetzmäßigen Verbindungen zwischen sensorischem und motorischem System, die erklären, wie wahrnehmungsgelitetes Handeln in einer vom Wahrnehmenden abhängigen Welt möglich ist.“ (Varela 1994: 20.) Strukturen, die schließlich der organisierenden Wirkung der Bedeutung zugrunde liegen, unterliegen somit der Interpretation der Wahrnehmenden.

„Also findet eine fortschreitende In-Beziehung-Setzung zwischen den immer tiefer gelegenen und von der Realität entfernteren Zonen mit den immer intimeren Operationen der eigenen Aktivität statt. Die Intelligenz beginnt so weder mit der Erkenntnis des Ich noch mit der der Dinge als solchen, sondern mit der Erkenntnis ihrer Interaktion und sie organisiert die Welt und sich selbst, indem sie sich gleichzeitig den beiden Polen dieser Interaktion zuwendet.“ (Piaget 1974: 339.) Es erfolgt folglich die Interpretation von wahrgenommener Information im Sinne der Bedeutungsfindung entlang der individuellen Auseinandersetzung mit den wahrnehmbaren Dingen.

Malhotra (Malhotra 2004) hat die Erschließung von Bedeutung im Wissensmanagement im Wechselspiel mit Handlungen verortet und im sogenannten „Model 2“ die erforderliche aktive Bereitschaft zur Wahrnehmung als Erkenntnisprozess der Bedeutung unterstrichen – Attention / Motivation / Commitment verdeutlichen dies. Die Abbildung zeigt Wissensmanagement-Aktivitäten im Rahmen von nicht vorstrukturierten Routinen und Sinnfindungsprozessen. „Wenn Bedeutung der Gebrauch ist, hat es keinen Sinn, von Passen zu reden. Das Erfassen der Bedeutung geschieht mit einem Schlage und sicher etwas anderes als der zeitlich ausgedehnte Gebrauch.“ (Wittgenstein 1984: PU§138.)

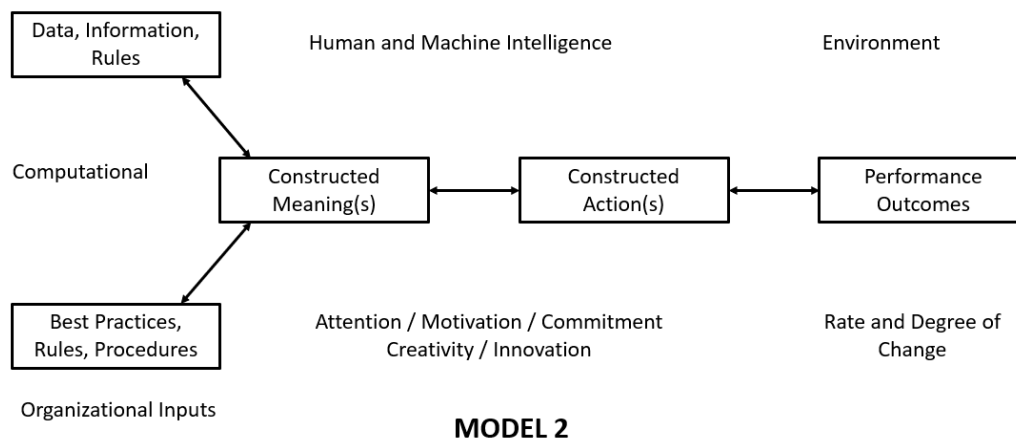


Abb. 6: Wissensmanagement-Aktivitäten bei nicht vorstrukturierten Routinen und Sinnfindungsprozessen (eigene Darstellung nach Malhotra 2004)

(Normative) Vorgaben zur Festlegung von Bedeutung bringen nicht die Vielfalt an Möglichkeiten von selbst-organisierenden Wahrnehmenden hervor (Axelrod 1991), wie im „Model 1“ von Malhotra (Malhotra 2004) angesprochen. Die Kunst ist vielmehr, mit nicht festgelegter Bedeutung, mit Mehrdeutigkeit und Uneindeutigkeit umzugehen. Das Spiel mit Bedeutungen kann zu Konventionen führen, die einen einheitlichen (aber nicht vorgeschriebenen) Gebrauch mit sich bringen, der als Bedeutung beobachtbar wird: „Konventionen werden darin nun verstanden als: Koordinationslogiken, die Akteurinnen und Akteure in Situationen heranziehen können, um 1) Praktiken, Objekte und Prozesse sinnhaft zu deuten, um 2) angemessene Formen der Koordinationen gelingen zu lassen, zu legitimieren oder zu kritisieren, sowie um 3) als Rahmen für die Bewertung und die Zuerkennung von ‚Wertigkeit‘ und ‚Qualität‘ zu fungieren. Konventionen sind damit nicht gleichzusetzen mit Routinen, mit einfachen Standards des Verhaltens oder mit Bräuchen. Sie sind als Logiken für die Interpretation, Koordination und Bewertung vielmehr institutionentheoretisch deutbare Realitäten. Zudem ziehen Akteurinnen und Akteure Konventionen heran, um auch den Sinn (die Bedeutung) und die situative Handhabung von Regeln und formalen Vorgaben pragmatisch je für sich zu entscheiden.“ (Diaz-Bone 2022: 475.)

Die derart gestaltete Erfassung von Bedeutung nennt Weick treffend ‚Produktion von Mehrdeutigkeit‘ (in der Selbstorganisation als Perturbation bezeichnet) und braucht Mechanismen, die sich durch Ziel- und Mittelielfalt bei Abstimmungsprozessen zur Kooperation in Kollektiven auszeichnen – siehe Abbildung nach Weick (Weick 1985: 134). Mit Hilfe von Selektion kann die Mehrdeutigkeit reduziert werden und in eine kollektive Struktur durch Speicherung unter Berücksichtigung von Glauben, Gefühlen und Denkprozessen eingehen (Retention). Auf diese Struktur bauen die weiteren selbstorganisierenden Prozesse auf.

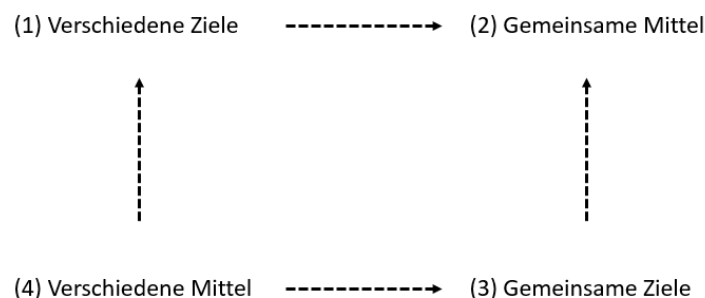


Abb. 7: „Produktion von Mehrdeutigkeit“ (eigene Darstellung nach Weick 1985)

Über die zyklische Resonanzbildung über Ziele und Mittel lernt eine Gruppe als Organisation. Sie verständigt sich auf Basis wahrgenommener Bedeutung, um gemeinsam zu handeln. Dieses schafft die Resonanz, welche die Festlegung von gemeinsamen Zielen auf Basis individueller Selbstreflexion möglich macht. Zur Wissensbildung erfolgt Kommunikation im Rahmen von Verständnisbildung, da die Bildung kollektiven Wissens den jeweiligen Bezug jedes Einzelnen auf die gemeinsame Praxis der Bedeutung erfordert (Hoppe 1988/1999).

Der Zyklus hilft nach Weick zur Sinnfindung durch wechselseitige Abstimmung, der nicht nur die durch die individuelle Wahrnehmung bedingte große Offenheit an Bedeutung bearbeiten lässt, sondern auch die Arbeitsfähigkeit (eines Kollektivs) sicherstellt: „Sinn ist also, mit anderen Worten gesagt, eine aktualitätsfähige Repräsentation von Weltkomplexität im jeweiligen Moment. Die Diskrepanz zwischen der Komplexität der wirklichen Welt und der Fassungskraft des Bewusstseins bzw. der Kommunikation kann aber nur dadurch überbrückt werden, dass der Raum der aktuellen Intention kleingehalten und alles andere potentialisiert, d.h. auf den Status einer bloßen Möglichkeit reduziert wird.“ (Luhmann 1990: 44.)

## **5. Zum Verhältnis von natürlicher und künstlicher Intelligenz – dem Unterschied von Kreativität von Natur und Mensch zu Verarbeitung/Generierung sowie zu den speziellen Gefahren des Mangels an Realitätsbezug**

Die Diskussion über das Verhältnis von natürlicher und künstlicher Intelligenz ist naturgemäß besonders eng mit der Diskussion philosophischer Erkenntnis theoretisch-methodologischer Probleme verbunden.

Es ist offensichtlich, dass in dieser Diskussion die Grundpositionen, die in der Geistphilosophie schon seit langem diskutiert wurden, unmittelbar berührt werden, ohne dass umgekehrt die Informatik bzw. KI-Forschung bisher selbst wesentlich zu Klärung der Positionen beitragen konnte. Wie ist die Struktur menschlichen Wissens? Wie weit kann sie im Computer repräsentiert werden? Wie vollzieht sich der menschliche Denkprozess? Können wir denken, lernen, ja vielleicht sogar die menschliche Kreativität mittels Computer (-programme) modellieren? Auch wenn der Philosoph und die KI-Forscherin dieselben Fragen stellen, so gingen einige KI-Forscher\*innen von philosophischen Annahmen des 18. Jahrhunderts aus, und zwar, dass das „Denken (zu) berechnen“ ist, wie es u.a. von J. Locke formuliert wurde.

Dies ist aber ein Gesichtspunkt bzw. ein Paradigma, das selbst von führenden KI-Forscher\*innen nicht geteilt wird. Die kognitivistische KI-Forschung reproduzierte jedoch, mit dem hier vertretenen Hardware-Software-Dualismus, auch nur dualistische Positionen der Geistphilosophie. Die Vertreter der konnektionistischen KI-Forschung, wie auch der Philosoph Daniel Dennet (Dennet 2007), vertreten weithin eine reduktionistische Position einer Geist-Gehirn-Identität. Erforderlich ist aber eine weder dualistische noch reduktionistische Lösung des Geist-Körper-Problems, um zu einer verhältnismäßigen Einschätzung des Verhältnisses von natürlicher und technischer Intelligenz zu kommen.

Setzen wir uns mit dem Verhältnis von künstlicher Intelligenz zur menschlichen Intelligenz auseinander, geht es um die Begründung der Spezifik menschlichen Denkens, menschlichen Bewusstseins gegenüber der außerordentlichen Leistungsfähigkeit der maschinellen Operationen auf Zeichenketten – der syntaktischen Informationsverarbeitung bzw. Datenverarbeitung. Philosophisch, wie theoretisch, geht es letztlich um die Frage „Hat der Mensch weiterhin eine Sonderstellung in unserer Welt oder wird er früher oder später von besonders leistungsfähigen Schöpfungen des Menschen eingeholt und gar überholt?“ Werden Computer die besseren Menschen sein? Wird die Menschheit von einer Computer-Gesellschaft abgelöst? All dies ist schon mehrfach im Namen der Wissenschaft von verschiedenen Pionieren auf dem Gebiet der KI-Forschung postuliert worden (Moravec 1988).

Überblickt man die heutige Debatte, so ist jedoch festzustellen, dass Übertreibungen von den Fachleuten auf diesem Gebiet gegenwärtig eher vermieden werden. Vielmehr warnen KI-Spezialist\*innen zumeist vor zu hohen Erwartungen. Diese werden gegenwärtig vorrangig von Journalist\*innen und Schriftsteller\*innen sowie durch die Reklame verschiedener Firmen befördert. Überhöhte Erwartungen finden aber auch durch reduktionistisches Denken in anderen Wissenschaften, wie in den Neurowissenschaften und auch in der Informatik einen Nährboden. In den Neurowissenschaften wird, gestützt auf Ergebnisse aus dem Libet-Experiment, von einer ganzen Reihe von Wissenschaftlern die Behauptung aufgestellt, dass der freie Wille des Menschen eine Illusion sei. Der Mensch sei daher doch nicht mehr als eine biochemische, neuronale Maschine. In der Informatik wird die Reduktion des Menschen auf den Computer durch die Verdinglichung der Information befördert, die durch die Reduktion der Information auf ihre syntaktische Struktur, ihren materiellen Träger, erfolgt.

Es entsteht heute eher der Eindruck, dass übertriebene Erwartungen nicht so sehr durch eine überhöhte positive Darstellung der Leistungsfähigkeit der KI-Systeme erzeugt wird, sondern durch Warnungen vor Gefahren, die sich aus der besonderen Leistungsfähigkeit ergeben könnten. Es ist natürlich nicht falsch, wenn sich insbesondere die entscheidenden Entwickler\*innen und Produzent\*innen, führende Industrielle wie Elon Musk (Musk 2023) und Steve Wozniak (Wozniak 2023) sowie Geoffrey Hinton (Beuth 2023), der sich als Entwickler des Chatbot-GPT, der wesentlich zu dem gegenwärtigen KI-Boom beigetragen hat, für die sozialen und gesellschaftlichen Wirkungen der von ihnen hergestellten Systeme verantwortlich fühlen. Ganz im Gegenteil! Denn nur sie haben auch den entscheidenden Einfluss, real bestehenden Gefahren zu begegnen. Aber, dies muss auch wirklich diesem Ziel dienen. Die Gefahren dürfen nicht nur propagandistisch hochgespielt werden, um von Krieg und Hochrüstung, von Flüchtlings- und Umweltkatastrophen abzulenken. Es gilt nach und nach die Mittel zu suchen, mit denen diese Krisen überwunden werden können. Dazu bedarf es eben nicht nur High-Tech, sondern eigentlich „nur“ des gesunden Menschenverstandes. Wichtig dabei ist vor allem, zu prüfen, „in welches gesellschaftliche Umfeld ein Massenmedium, egal welches, eingebaut ist. Jedes Instrument erbt und erhält seinen Wert von der Gesellschaft, in die es eingebettet ist.“ (Weizenbaum 2001: Klappentext.)

Die großen Streiks der Drehbuchautor\*innen und auch von Schauspieler\*innen in Hollywood, die einen wesentlichen Grund in der Abwehr des Missbrauchs der KI haben, zeigen dies sehr deutlich. Hierbei spielen die potentiellen Möglichkeiten von ChatGPT eine große Rolle, denn es wird möglich Drehbücher mittels KI-Software herzustellen oder sogar eine/n weniger bekannten Schauspieler\*in das Gesicht oder die Stimme eines Weltstars zu verleihen.

Es bestehen große Gefahren für die Demokratie durch Manipulation der Wähler\*innen, so dass jetzt sogar die Regierung der USA juristische und ethischen Regelungen für den KI-Einsatz angekündigt hat. Texte und Bilder, die mit Hilfe von KI-Systemen geschaffen wurden, sollen in jedem Fall entsprechend gekennzeichnet werden.

Nach unseren Überlegungen geht es aber nicht nur um Gefahren durch bewusste Manipulation, sondern auch um mögliche Fehlleistungen, die sich aus dem Charakter der Systeme selbst, dem nicht gewährleisteten und dem ihnen inhärenten Mangel an Realitätsbezug (Sigmantik) ergeben.

Zuallererst wird zurecht gewarnt vor möglichen automatisierten Vorurteilen, die dadurch geschehen, dass mit der Auswahl der Trainingsdaten oder mit dem Entscheidungsalgorithmus schon bestimmte Einseitigkeiten vorgegeben sind. So sind nachweislich Diskriminierungen durch Künstliche Intelligenz beim Einsatz im Personalmanagement erfolgt (Simbeck 2020).



Es wird zurecht von generativer KI gesprochen, diese Art der Informationserzeugung ist weiterhin deutlich von den Prozessen der Informationsentstehung und Wertbildung im Lebenden und Geistigen zu unterscheiden.

Der Mensch ist und bleibt die einzige kreative Produktivkraft. Er wird weder physikalisch vollständig erklärt, noch wird er von einem technischen Automaten vollständig ersetzt werden. Eine Automatengesellschaft, die die menschliche ablösen könnte, wie dies im Namen einer reduktionistischen Wissenschaft prognostiziert wird, ist nicht zu erwarten.

Der Automat ist nach wie vor ein Informations-, besser Datentransformator. Er setzt den eingegebenen Daten kein grundsätzliches neues Element dazu.

Bei der klassischen (Massen-) Datenverarbeitung wurden eine Vielzahl von Aussagen zu einem aussagekräftigen Dokument verdichtet. Im Ergebnis erhält man aus einer Vielzahl von Einzelangaben die auszuzahlende Lohnsumme, aus einer Vielzahl von Messwerten an einem Hochofen, einen Gesamtwert über die bestehende Hitze im Ofen. Diese Ergebnisse sind für die Nutzer\*innen neu, denn ansonsten müsste der Rechner nicht eingesetzt werden. Aber das Ergebnis ergibt sich aus den schon vorhandenen Daten.

Mit den modernen KI-Systemen, speziell mit der generativen KI, erreicht die Datenverarbeitung in der Tat eine qualitativ wesentlich höhere Stufe. Auf der Grundlage sehr großer Datenmengen werden künstliche neuronale Netze (KNN) trainiert (Deep Learning), so dass sie, unter Einsatz komplizierter statistischer Methoden, komplexe Strukturen, Bilder von Tieren, Landschaften und insbesondere auch Gesichter von Menschen erkennen, sowie durch Krebs veränderte Zellstrukturen von gesunden Zellstrukturen unterscheiden können.

Wichtig ist hier, was Britta Schinzel dazu schreibt: „Maschinelles Lernen: insbesondere Deep Learning funktioniert gut für regelhafte, gut abgegrenzte Phänomenbereiche, etwa für Spiele wie Schach oder Go, für epidemiologische Vorhersagen unter genau definierten Bedingungen oder für die Detektion mancher Tumoren aus radiologischen Aufnahmen. In der Dermatologie. Erfolgreich sind solche Verfahren also genau dann, wenn sie in einer wohl definierten, stabilen Umgebung eingesetzt werden.“ (Schinzel 2023: 11.)

Wie Britta Schinzel dann herausarbeitet, ist dies jedoch grundsätzlich anders beim Einsatz von KI-Systemen in unbestimmter Umgebung. Beim autonomen Fahren beispielsweise ist die Mensch-Maschine-Interaktion nicht mehr ohne Kontext zu gestalten (Fuchs-Kittowski 2020, Schinzel 2023) – weitere Anwendungserfahrungen siehe Christiane Floyd (Floyd 2023).

„Eine rationale wie menschengerechte Gestaltung von informations- und kommunikationstechnologischen Anwendungssystemen (IKT-Systemen), kann nur in einem entsprechenden Gestaltungsprozess hervorgebracht werden. Dieser verlangt nach einer entsprechenden Methodologie. Es bedarf der Erweiterung der ‚klassischen Methodologie‘ der Informationssystemgestaltung zur sozio-technischen/aktionalen Informationssystemgestaltung.“ (Stary/Fuchs-Kittowski 2022: 102.)

Haben wir nun solche KI-Systeme wie den Hochleistungsrechner Watson von IBM im Auge, der zwei Quiz-Champions schlug, so wissen wir, dass dieser seine hohe Leistungsfähigkeit u.a. durch den Rückgriff auf die enormen Datenmengen im Internet erhält, wie auch ChatGPT. Aus einer sehr großen Datenmenge werden neue Datenstrukturen generiert, die vom Menschen interpretiert werden müssen. „Der zur Empfindung fähige Computer mit eigenem Ich bleibt Stoff für Science Fiction. Was wir jedoch erleben, ist die Entstehung von Maschinen, die unser Denken durch die richtige Fragestellung unterstützen.“ (Maney/Hamm/O’Brien 2011: 87.)

W. Steinmüller machte bereits darauf aufmerksam, dass die praktische Informatik die sigmatische Dimension der Information zu beachten hat, ist doch ständiges Updating der Datenbanken ein zwingendes Erfordernis. Für die KI-Systeme, die auf die enorme Menge

an Daten des Internets zurückgreifen müssen, kann nicht immer gewährleistet werden, dass die Daten für das Training und die Entscheidungen transparent sind, und dass sie nicht vertaltet sind.

Deshalb gewinnt hier Entwicklung von Orgware, die Gewährleistung einer sozialen Kontrolle, die Realisierung einer sigmatischen Prozessstufe besondere Bedeutung. Britta Schinzel meint daher u.E. zurecht, dass es hierzu nicht nur ethischer Leitlinien, sondern einer Zertifizierung solcher Systeme bedarf (Schinzel 2023: 12).

Die Nachricht, dass der Facebook-Konzern Meta sein Sprachmodell „Lima“ offenlegt, so dass es als „Open Source“ allen Interessent\*innen zur Weiterentwicklung zur Verfügung steht, mag die Problematik der Sicherheit, des Schutzes vor Missbrauch noch verstärken, ist aber möglicherweise auch ein Weg zu mehr öffentlicher Kontrolle.

Doch konnte man bisher davon ausgehen, dass die Chatbots der Sprach-KI mit Texten aus Büchern oder aus Wikipedia trainiert wurden, droht jetzt die Gefahr, dass das Internet mit maschinell generierten Texten überschwemmt wird, und somit die KI-Systeme wiederum an diesen, sehr wahrscheinlich fehlerhaften Texten trainiert werden. Indem der sog. Lernprozess zirkulär wird, vervielfältigt sich die Fehlerhaftigkeit.

Die Entwickler von Watson schreiben korrekt: „Der zu Empfindungen befähigte Computer mit eigenen Ich bleibt Stoff für Sciencefiction.“ Die Entwickler von ChatGPT haben zwar mit der korrekten Einordnung des KI-Systems in die Kategorie der Generativen KI die Möglichkeit, diese generative Erzeugung von komplexen Datenstrukturen von der Entstehung wirklich neuer Information, von Kreativität zu unterscheiden. Doch wird beispielsweise in der Einführung zur Anwendung von ChatGPT, fälschlicherweise, doch von schöpferischem Denken des Systems gesprochen.

Die kalifornische Firma OpenAI hat mit ihrem Chatbot ChatGPT sicher einen neue, leistungsfähige KI-Software auf den Markt gebracht. Es zeigt sich die enorme Macht der technischen „Superintelligenz“. Aber, wie wir nachzuweisen versucht haben, bedeutet dies keineswegs die Entmachtung des Menschen oder sogar die Verdrängung der Menschheit. Entscheidend dafür ist die menschliche Fähigkeit zu denken, die sich aus den Fähigkeiten zur Beschreibung, Vorhersage und Erklärbarkeit speist, wie Noam Chomsky zu Programmen wie ChatGPT zusammenfasst: „Indeed, such programs are stuck in a prehuman or nonhuman phase of cognitive evolution. Their deepest flaw is the absence of the most critical capacity of any intelligence: to say not only what is the case, what was the case and what will be the case — that’s description and prediction — but also what is not the case and what could and could not be the case. Those are the ingredients of explanation, the mark of true intelligence. ... Of course, any human style explanation is not necessarily correct; we are fallible. But this is part of what it means to think: To be right, it must be possible to be wrong.“ (Chomsky 2023.)

Auch schöpferisch Denken, d.h. neue Informationen und neues Wissen schaffen können die KI-Systeme nicht. Die Frage, ob ein Computersystem schöne Musik oder ein anspruchsvolles Gedicht schaffen kann, ist wohl so alt, wie die Computeranwendung. Joe Weizenbaum (Weizenbaum 2001), der mit seinem berühmten Eliza-KI-Programm wichtige Grundlagen für die Entwicklung von ChatGPT gelegt hatte – siehe dazu (Floyd 2023), hatte auf diese Frage schon vor den Sprachmodellen der KI eine treffende Antwort. „Warum soll der Computer nicht aus vielen, ihm vorgelegten ‚guten‘ Gedichten ein weiteres, schönes Gedicht generieren können? Der entscheidende Unterschied zum Dichter besteht darin, dass uns der Dichter mit seinem Gedicht etwas sagen will und sagen kann. Das kann der Computer nicht“ (Weizenbaum, 2001: 101).

Besonderen Stellenwert bekommt dieser Umstand, werden Programme wie ChatGPT im Bildungs- und Lernkontext eingesetzt. Wie erste Befunde (Barachini/Stary 2023) zeigen,

bedarf effektive Unterstützung entsprechend schlüssige Fragen und Zusammenhangsdenken. Des Weiteren stellt die Qualitätssicherung der verarbeiteten Daten eine große Herausforderung dar. Die Korrektheit der Lerndaten ist für einen qualitätsgesicherten Einsatz im Bildungsbereich eine unabdingbare Voraussetzung neben der Supervision von maschinellen Lernprozessen.

## 6. Wie entsteht aber nun Information und wo kommt ihre Bedeutung her?

Diese Frage, wie Information entsteht, woher die Bedeutung der Information kommt, hat nicht nur uns, sondern bereits Joseph Weizenbaum stark beschäftigt. In zwei Arbeiten zu diesem Thema behandelt er dieses am Beispiel eines Telegramms, welches regelmäßig von einem Dienstreisenden von Chicago an seine Frau nach Bosten geschickt wird, wenn er zum Wochenende nach Hause kommt. Weizenbaum macht an diesem Beispiel klar, dass der Inhalt der Information, ihre Bedeutung für den Empfänger sehr stark von dessen Erwartungshaltung abhängig ist. Der Empfänger interpretiert die Zeichen des Telegramms, die syntaktische Struktur. Er bedarf dazu immer weniger, umso mehr der Inhalt des Telegramms der Erwartung des Empfängers aufgrund der schon zuvor gewonnenen Erfahrungen der Frau mit den Reisegewohnheiten ihres Mannes entspricht.

Ein anderes Beispiel, welches verdeutlicht, wie weit der Inhalt einer Information von der Erwartungshaltung bis zur Gefühlslage des Empfängers abhängig ist, zeigt das Beispiel von einem Mann, der spürt, dass ein Arm auf seine Schulter gelegt wird. Seine Reaktion wird sehr unterschiedlich sein, ob er den Arm eines Freundes oder eines Polizisten erwartet, der ihn verhaften will. Dieser Hinweis auf die Aktivität des Empfängers bei der Gewinnung der Bedeutung der Information ist wichtig, denn die klassische Informationstheorie bzw. Signaltheorie von Claude Shannon hat völlig von der Aktivität des Empfängers abstrahiert. Dies war die Grundlage dafür, dass in vielen Arbeiten zur Informationsübertragung und -verarbeitung im technischen Bereich und im Lebenden von vornherein unterstellt wurde, dass die Sender-Empfänger-Wechselbeziehung auf allen Ebenen der Organisation lebender Systeme die gleiche wäre.

Wichtig ist die Erkenntnis, dass die syntaktische Struktur der Information, so z.B. die DNA als Träger der Erbinformation, noch nicht die Erbinformation ist, und dass es für ihre Herausbildung der ganzen lebenden Zelle bedarf. Daher geht Joe Weizenbaum auch auf unser Beispiel vom Molekularbiologen und dem Hühnchen ein. Das Verständnis dieser erkenntnistheoretischen Situation ist in der Tat besonders wichtig, um die Frage nach der Herkunft der Bedeutung zu klären. Denn wie der DNA-Text ständig im Entwicklungsprozess, in der Ontogenese, interpretiert werden muss, so haben auch Schriften auf Menschen nur Einfluss, wenn Menschen da sind, die die Texte mit ihren Erfahrungen ständig vergleichen.

Die Frage ist aber, wie entsteht völlig neue Information? Im Lebenden entsteht das Neue durch Fehler bei der Verdoppelung der DNA durch Mutationen: Um sich zu verwirklichen, muss sich das Neue in der Population durchsetzen. Umso vorteilhafter das Neue für die Population ist, umso schneller setzt es sich durch.

Für das Auftreten neuer Informationen in der menschlichen Gesellschaft scheint oftmals Analoges zu gelten. Das Neue tritt unerwartet auf. Es scheint oftmals auch ein Fehler zu sein. Es wird dann in der Gesellschaft weitergetragen, wenn sich viele davon einen Vorteil erhoffen, also ein Bedürfnis für dieses Neue gegeben ist.

„Ideen können überhaupt nichts ausführen. Zur Ausführung von Ideen bedarf es der Menschen, welche eine praktische Gewalt aufbieten“, schrieben Marx und Engels (Marx/Engels 1845: 126).

Wie also das Beispiel vom Molekularbiologen und dem Hühnchen zeigt, dass die DNA der ganzen Zelle, des lebenden Organismus bedarf, so bedürfen die Ideen der Menschen, um wirksam zu werden, der Menschen (Müller-Hill 1981: 180).

Dieses notwendige Zusammenwirken, ob nun auf der makromolekularen, neuronalen oder sozialen Ebene der Organisation lebender Systeme, kann letztlich nur wirklich erfasst werden, wenn man den Doppelcharakter der Information erfasst. Da dies weithin noch nicht verstanden wird, d.h. die Information vordringlich auf ihre syntaktische Struktur reduziert wird, kommt es zu der Vorstellung, dass sich alles aus der syntaktischen Struktur entwickelt. Es ist die sich selbst auferlegte Begrenzung vieler KI-Forscher, wenn sie die Meinung vertreten, ist die Struktur gegeben, ergibt sich alles Weitere daraus.

Wenn dieser Fehlschluss erkannt ist, wird die Bedeutung der Definition der Information durch Francisco J. Varela offensichtlich. Er bestimmt mit seiner, wie er sagt, für ihn neuen Definition, Information mit den Worten: „Es kam mir in dieser Arbeit besonders darauf an zu zeigen, dass dann, wenn der eigentliche Kern aller Kognition in ihrer Fähigkeit besteht, Bedeutungen und Sinn zu erzeugen, Information nicht als irgendeine vorgegebene Ordnung aufgefasst werden kann, sondern den Regularitäten entspricht, die sich aus den kognitiven Aktivitäten selbst ergeben.“

Er fährt dann fort: „Diese meine neue Konzeption hat vielfältige wissenschaftliche, technische, philosophische, ethische Konsequenzen ...“ (Varela 1999: Klappentext)

F. J. Varela begründet seine Definition der Information mit dem Hinweis auf experimentelle Ergebnisse von Maturana (siehe Abbildung in Abschnitt 2.4). Die Abbildung zeigt, dass nur 20% der Signale von außen kommen. Die meisten Signale für das visuelle System kommen aus verschiedenen Regionen des lebenden Organismus.

Im engen Zusammenhang mit diesem (neuen) Verständnis der Wahrnehmung argumentieren Humberto Maturana und Franzisko Varela gegen die Fehlerhaftigkeit der Annahme einer, wie sie es nennen „instruktiven Interaktion“. Diese „instruktive Interaktion“ ist für sie der Begriff für den landläufigen Glauben, dass wir in der Interaktion mit unserer Umwelt eine direkte Repräsentation von ihr erhalten würden. Es gibt entsprechend dieser Konzeption eine operationelle Geschlossenheit des Systems, welche dies ausschließt.

Die These vom Trugschluss der instruktiven Interaktion, wie sie sich bei Humberto Maturana und Franzisko Varela aus dem von ihnen postulierten Prinzip der operationellen Geschlossenheit ergibt, birgt eine Vielzahl erkenntnistheoretischen Konsequenzen in sich. Der Schluss auf den Radikalen Konstruktivismus ist, wie gesagt, jedoch nicht zwingend. Notwendig ist aber die Erkenntnis, dass Information, ihre Bedeutung, nicht einfach von außen aufgenommen, sondern auf der Grundlage der Signale intern gebildet wird. Hier haben wir es in der Tat mit einem dialektischen Geschehen zu tun: Denn die Information existiert nur in dem Verhältnis zwischen Sender und Empfänger. Sie wird im Empfänger erzeugt, jedoch auch nicht ohne eine Struktur vom Sender, wie sich dies bei den Prozessen der Informationsentstehung in Phylo- und Ontogenese (Fuchs-Kittowski 2018) schon verdeutlichen ließ.

Wie auch Terry Winograd und Fernando Flores in ihrem berühmt gewordenen Buch „Understanding Computer and Cognition“ (Winograd/Flores 1986) betonen, wird Information weder technisch übertragen noch gespeichert, sondern nur ihre syntaktische Struktur, die Signale. Information wird ausgetauscht durch Kommunikation, sie wird durch die Kommunikation jedoch nicht einfach übertragen, sondern sie stimuliert den Empfänger entsprechend.

Wir fragen, wie entsteht Information, wo kommt ihre Bedeutung her? Dies ist in der Tat eine philosophisch-erkenntnistheoretische Frage von besonderem Gewicht.

Eine Antwort ist Kreativität. Informationsentstehung beginnt damit, dass das Signal als Information gedeutet wird. Denn Information ist als Signal + Bedeutung zu verstehen.

Entsprechend unserem Schema der Informationsentstehung (siehe verallgemeinerter Hyperkreis) wird die so gewonnene Bedeutung jedoch erst nach ihrer Bewertung durch die Realisierung der Funktion letztlich bestätigt.

F. J. Varela spricht in seiner Definition der Information jedoch davon, dass der „eigentliche Kern aller Kognition in ihrer Fähigkeit besteht, Bedeutungen und Sinn zu erzeugen.“ Damit wird doch angenommen, dass das Gehirn in der Lage ist, Bedeutungen zu erzeugen und zu codieren. Es gibt keine Information, keine Bedeutung bzw. Ideelles ohne einen materiellen Träger. Es werden also auch Bedeutungen gesetzt. Die Frage, was zuerst da war, der Code oder die Bedeutung, ist die Frage nach dem Huhn oder dem Ei. Diese Frage löst sich, wie M. Eigen im Zusammenhang mit dem von ihm entwickelten Hyperkreis der Selbstorganisation der Makromoleküle betont hat, auf (Eigen 1971, Eigen/Schuster 1979).

Die Grundaussagen zu unserem evolutionären Informationsverständnis konnten mit dem Denkmodell des verallgemeinerten Hyperkreises gewonnen und verdeutlicht werden. Die entscheidende Aussage ist: Information ermöglicht erst organisierte Strukturen, die komplizierte Funktionen realisieren können. Wobei die Information erst durch die Funktion, über die damit erfolgende Bewertung ihre Bedeutung erhält und damit entsteht.

Die Prozessstufe der Bewertung wird durch die Rückwirkung der Umwelt realisiert.

Es ist also ein in sich widersprüchlicher Kreisprozess und wechselseitiger Bedingungsprozess von Abbildung (Struktur), Interpretation (Bedeutung) und Wirkung (Funktion, Verhalten) sowie Rückwirkung (Bewertung), der zur Entstehung von Information führt.

Information hat einen Doppelcharakter, sie ist als Codierung materiell und als Bedeutung ideell. Die Frage, wie entsteht Information, wo kommt ihre Bedeutung her, kann also nur beantwortet werden, wenn man aufzeigen kann, wie eine entstandene Bedeutung codiert und damit wirksam werden kann.

Es ist unsere Grundaussage, dass Information intern, in Prozessen der Selbstorganisation entsteht. Informationsentstehung und Selbstorganisation sind zwei Seiten eines Geschehens. Doch es gibt unterschiedliche Konzeptionen. Die Konzeption von einem Subjekt, welches zwar mit der Außenwelt in Verbindung ist, dann jedoch letztlich nur der Selbstwirkung unterliegt, wie es von Maturana und Varela, unter dem Begriff Autopoiese, entwickelt wurde, verabsolutiert die innere Dynamik. Es bedarf auch zur Herausbildung der Bedeutung des unmittelbaren Rückbezugs auf die Umwelt. Es bedarf auch der Umwelt zur Codierung der Bedeutung, denn, wie u.a. von Gregory Batson (Batson 1986) herausgearbeitet wurde, bewahrt der Mensch sein Wissen nicht nur in seinem Kopf, sondern speichert es in der Umwelt. Die Umwelt wird bedeutet. Demjenigen, der von einem Hund gebissen wurde, kommt der nächste Hund dem er begegnet, meist wesentlich größer vor.

Trotz aller Subjektivität unserer Wahrnehmung halten wir, als konstruktive Realisten, an dem Wahrheitsprinzip der Übereinstimmung, am Korrespondenzprinzip der Wahrheit fest, nach dem Aussagen dann wahr sind, wenn sie mit den, aus den Erscheinungen erschlossenen, wesentlichen Zusammenhängen (den Tatsachen) in der objektiven Realität übereinstimmen (korrespondieren). Wir folgen nicht dem Zeitgeist, wie er von Vertretern der Post Modernen verbreitet wird, dass es keine Wahrheit gäbe, sondern nur Interessen. Das Wahrheitsprinzip der Übereinstimmung zwischen Aussage und Sachverhalt, wie es schon von Aristoteles vertreten wurde, war und ist die Grundlage der Erfolge der Wissenschaft und Technik und notwendige Voraussetzung für deren sicheren und dem Leben, dem Menschen nutzenden Einsatz.

Kaum vorstellbar, wenn diese Meinung, dass es keine Wahrheit gäbe, richtig wäre und alle würden den Chatbot ChatGPT nutzen.

Danksagung: Wir danken Alexandra Culenova für die Erstellung der Abbildungen sowie ihre unermüdliche Unterstützung bei der Umsetzung der Formatvorlage.

## Bibliographie

- Axelrod, Robert (1991): Die Evolution der Kooperation, 2. Auflage. München: Oldenbourg.
- Baracchini, Franz/ Stary, Christian (2023): „What is the Impact of ChatGPT on Facilitating Knowledge Provision and Creation? Examples and Criticalities in Classroom Education“. Proceedings International Conference on Knowledge Management ICKM'23, Florianopolis, Brasil, DOI: [10.13140/RG.2.2.14756.65921](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14756.65921)
- Batson, Gregory (1986): Ökologie des Geistes. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.
- Beuth, Patrick (2023): „KI-Pionier Geoffrey Hinton warnt vor seiner eigenen Schöpfung“. Spiegel Netzwelt. <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/geoffrey-hinton-pionier-der-kuenstlichen-intelligenz-warnt-vor-seiner-eigenen-schoepfung-a-b80cb149-c8cf-4319-917e-03afae6ae557>
- Brocke, Jan/ Maaß, Wolfgang/ Buxmann, Peter/ Maedche, Alexander/ Leimeister, Jan Marco/ Pecht, Günter (2018): „Future Work and Enterprise Systems“. Business & Information Systems Engineering 60/4, 357-366. DOI: 10.1007/s12599-018-0544-2.
- Böhm, Peter (1986): „Der Wille als die Bedingung der Erkenntnis von Welt“. In Theodor Lessings Versuch einer erkenntnistheoretischen Grundlegung von Welt. Würzburg: Königshausen & Neumann, 81-87.
- Carlé, Martin (2004): „Die Sigmatik von Georg Klaus – ein Teilgebiet der Semiotik? Zur Materialität materialistischer Zeichentheorien“. Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag. Gemeinsames Kolloquium der Leibniz-Sozietät und der Deutschen Gesellschaft für Kybernetik im November 2002 in Berlin, hrsg. von Klaus Fuchs-Kittowski, Siegfried Piotrowski. Berlin: Trafo Verlag, 333-352.
- Chomsky, Noam (2023): „The False Promise of ChatGPT“. <https://portside.org/2023-03-08/noam-chomsky-false-promise-chatgpt>
- Delbrück, Max (1985): Wahrheit und Wirklichkeit - Über die Evolution des Erkennens. Hamburg: Rasch und Röhrling.
- Diaz-Bone, Rainer (2022): „Soziologie der Konventionen“. Soziologische Denkweisen aus Frankreich, hrsg. von Heike Delitz. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 475.
- Dennet, Daniel (2007): Süße Träume, Die Erforschung des Bewusstseins und der Schlaf der Philosophie, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Dilthey, Wilhelm (1984): Das Wesen der Philosophie. Hamburg: Felix Meiner Verlag.
- Ebeling, Werner (2016): „Physik, Biologie, Technik und Selbstorganisation von Information“. Informatik und Gesellschaft, Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Frank Fuchs-Kittowski, Werner Kriesel. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Eckhardt, Michael (2011): „Die Semiotik von Georg Klaus“. Zeitschrift für Semiotik (Band 33/Heft 3-4).
- Eigen, Manfred (1971): „Selforganization of Matter and Evolution of Biological Macromolecules“. Naturwissenschaften 58, 465–523.
- Eigen, Manfred/ Winkler, Ruth (1975): Das Spiel – Naturgesetze steuern den Zufall. Zürich: R. Piper & Co.
- Eigen, Manfred (1973): Vorrede zur deutschen Ausgabe von Manfred Eigen, in: Jaques Monod, Zufall und Notwendigkeit – Philosophische Fragen der modernen Biologie. München: R. Piper & Co.

- Eigen, Manfred/ Schuster, Peter (1979): *The Hypercycle*. Heidelberg: Springer.
- Elsasser, Walter (1958): *The physical Foundation of Biology*. Pergamon Press.
- Elsasser, Walter M. (1986): „Creativity as a Property of Molecular Systems“. *System Design for Human Development and Productivity: Participation and beyond*, hrsg. von Klaus Fuchs-Kittowski, Dietrich Gertenbach. *Proceedings of the IFIP TC9/WG9*. 1. Konferenz, 12.–15. Mai 1986, Berlin: Akademie der Wissenschaften der DDR.
- Elsasser, Walter M. (1987): *Reflections on a Theory of Organisms – Holism in Biology*. Baltimore/ London: Johns Hopkins University Press.
- Endsley, Mica R. (2000): „Theoretical underpinnings of situation awareness. A critical review“. *Situation awareness analysis and measurement*, hrsg. von Mica R. Endsley, Daniel J. Garland. Boca Raton, USA: CRC Press, DOI: <https://doi.org/10.1201/b12461>.
- Erpenbeck, John/ Sauter, Werner (2019): *Wertungen, Werte - Das Buch der gezielten Wertentwicklung von Persönlichkeiten*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Feuerriegel, Stefan/ Hartmann, Jochen/ Janisch, Christian/ Zschech Patric (2024): „Generative AI“. *Business & Information Systems Engineering* (1/2024), 111 – 126.
- Fleissner, Peter/ Hofkirchner, Wolfgang/ Müller, Harald/ Pohl, Margit/ Stary, Cristian (Hrsg.) (1998): *Der Mensch lebt nicht vom Bit allein. Information in Technik und Gesellschaft*, 2. Auflage, Wien: Peter Lang.
- Fleissner, Peter/ Fleissner, Georg (1998): „Jenseits des chinesischen Zimmers: Der blinde Springer – Selbstorganisierte Semantik und Pragmatik am Computer“. *Information und Selbstorganisation – Annäherung an eine vereinheitlichte Theorie der Information*, hrsg. von Norbert Fenzl, Wolfgang Hofkirchner und Gottfried Stockinger. Wien: Studien Verlag.
- Floyd, Christiane (2023): „From Joseph Weizenbaum to ChatGPT – Critical Encounters with Dazzling AI Technology“. *Weizenbaum Journal of the Digital Society* 3/3, 1–29. <https://doi.org/10.34669/WI.WJDS/3.3.3>
- Floyd, Christiane (2022): „Wissensprozesse in der Cyberscience“. *Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik – Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftliche Tätigkeit (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften)*, hrsg. von Gerhard Banse, Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin: Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V.
- Fuchs, Christian/ Hofkirchner, Wolfgang (2002): „Ein einheitlicher Informationsbegriff für eine einheitliche Informationswissenschaft“. *Stufen zur Informationsgesellschaft – Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski*, hrsg. von Christiane Floyd, Christian Fuchs, Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Fuchs-Kittowski, Frank (2007): *Integrierte IT-Unterstützung der Wissensarbeit*. Lomar – Köln: Eul-Verlag.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (1964): *Dissertation: „Das Problem des Determinismus – technische Regelung und Regulationsgeschehen im lebenden Organismus“*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (1969): *Habilitations-Schrift: „Probleme des Determinismus und der Kybernetik in der molekularen Biologie, Tatsachen und Hypothesen über das Verhältnis des technischen Automaten zum lebenden Organismus“*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät. Jena: Gustav Fischer Verlag 1969. Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage 1976. <http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/Fuchs-Kittowski-Determinismus.pdf>
- Fuchs-Kittowski, Klaus (1992a): „Reflection on the Essence of Information“. *Software Development and Reality Construction*, hrsg. von Christiane Floyd, Heinz Züllighoven,

- Reinhard Budde, Reinhard Keil-Slawik. Berlin, New York, Heidelberg: Springer Verlag, 416–432.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (1992b): „Theorie der Informatik im Spannungsfeld zwischen Formalem Modell und Nichtformaler Welt“. Sichtweisen der Informatik, hrsg. von Wolfgang Coy et al. Braunschweig, Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (1998): „Information und Biologie: Informationsentstehung – eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie“. Biochemie – ein Katalysator der Biowissenschaften. Kolloquium der Leibniz-Sozietät am 20. November 1997 anlässlich des 85. Geburtstages von Samuel Mitja Rapoport, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 22/2, 5–17.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (1999): „Künstliche Intelligenz in der Medizin – Herausforderungen und Visionen an der Jahrtausendwende“. Zukunftsvisionen in der Medizin, Medizin und Gesellschaft. (Heft 19), 31–72.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (2007): Integrierte IT-Unterstützung der Wissensarbeit, eine tätigkeits- und kooperationsorientierte Perspektive. Lomar – Köln: Eul Verlag.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (2007): „Zum „Für und Wider“ die Kybernetik und zur Entwicklung der Kybernetik II. Ordnung“. Kybernetik steckt den Osten an – Aufstieg und Schwierigkeiten einer interdisziplinären Wissenschaft in der DDR, hrsg. von Frank Dittmann und Rudolf Seising. Berlin: trafo Verlag, 291 – 321.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (2018): „Zur Entstehung und Erhaltung von Information in lebendiger Organisation. Grundkategorien einer Theorie der Biologie und der Informatik“. Vortrag auf dem Kolloquium „Emergente Systeme. Information und Gesellschaft“ am 10.12.2015, Leibniz Online (Nr. 32). Zeitschrift der Leibniz-Sozietät e. V.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (2020): „Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung in Produktion und Verkehr – das Orgware-Konzept, die Paradoxie der Sicherheit, des Wächters, der Beherrschung großer Datenmengen“. Zukunft der Arbeit – soziotechnische Gestaltung der Arbeitswelt im Zeichen von Digitalisierung« und »Künstlicher Intelligenz, Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Band 67, hrsg. von Peter Brödner, Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin: trafo-Verlag der Wissenschaften, 83–113.
- Fuchs-Kittowski, Klaus/ Rosenthal, Hans A. (1972): „Selbstorganisation und Evolution“. Wissenschaft und Fortschritt 22/7, 308–313.
- Fuchs-Kittowski, Klaus/ Lemgo, Klaus/ Schuster, Ursula/ Wenzlaff, Bodo (1975): „Man/Computer Communication: A Problem of Linking Semantic and Syntactic Information Processing“. Workshop on Data Communications, International Institute for Applied Systems Analysis, September 15–19, 1975 CP-76-9, 2361, Laxenburg, Austria.
- Fuchs-Kittowski, Klaus/ Heinrich, Lutz J./ Rolf, Arno (1999): „Information entsteht in Organisationen: – in kreativen Unternehmen – wissenschaftstheoretische und methodologische Konsequenzen für die Wirtschaftsinformatik“. Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie – Bestandsaufnahme und Perspektiven, hrsg. von Jörg Becker, Wolfgang König, Reinhard Schütte, Oliver Wendt, Stephan Zelewski. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH.
- Fuchs-Kittowski, Klaus/ Piotrowski, Siegfried (2004): „Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften“. Georg Klaus zum 90. Geburtstag – Gemeinsames Kolloquium der Leibniz-Sozietät und der Deutschen Gesellschaft für Kybernetik im November 2002 in Berlin (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät), hrsg. von Klaus Fuchs-Kittowski, Siegfried Piotrowski. Berlin: Trafo Verlag.
- Fuchs-Kittowski, Klaus/ Rosenthal, Hans A./ Rosenthal, André (2005): „Die Entschlüsselung des Humangenoms – ambivalente Auswirkungen auf Gesellschaft und



- Wissenschaft“. Erwägen, Wissen, Ethik (Deliberation Knowledge Ethics) Streitforum für Erwägungskultur, Stuttgart: EWE 16/2, 149–234.
- Fuchs-Kittowski, Klaus/ Zimmermann, Rainer (Hrsg.) (2014): *Kybernetik, Informatik, Logik und Semiotik – Aus philosophischer Sicht / Zur Dialektik ihrer ambivalenten Wirkungen – Zum 100. Geburtstag von Georg Klaus*. Berlin: Trafo Wissenschaftsverlag.
- Glaserfeld, Ernst von (1997): *Radikaler Konstruktivismus*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Hampe, Michael (2006): „Sichtbare Wesen, deutbare Zeichen, Mittel der Konstruktion: zur Relevanz der Bilder in der Wissenschaft“. *Angewandte Chemie* 118/7, 1044–1048. <https://doi.org/10.1002/ange.200502407>
- Hoppe, O. (1988): „Können – Beobachten – Bedeutung“. *Konstruktionen der Verständigung: die Organisation von Schriftlichkeit als Gegenstand didaktischer Reflexion*, 2. Auflage, 1999, hrsg. von Karl Holle. Lüneburg: Universität Lüneburg.
- Jacob, François (1972): *Die Logik des Lebenden – Von der Urzeugung zum genetischen Code*. Frankfurt a. M.: S. Fischer Verlag.
- Kalkofen, Hermann (2004): „Die Rolle der Sigmantik in der Konzeption der Semiotik bei Georg Klaus oder Plädoyer für die Sigmantik“. *Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag. Gemeinsames Kolloquium der Leibniz-Sozietät und der Deutschen Gesellschaft für Kybernetik im November 2002 in Berlin*, hrsg. von Klaus Fuchs-Kittowski, Siegfried Piotrowski. Berlin: Trafo Verlag.
- Kesselheim, Wolfgang (2021): *Ausstellungskommunikation: eine linguistische Untersuchung multimodaler Wissenskommunikation im Raum*. Berlin: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110572933>
- Klaus, Georg (1963): *Semiotik und Erkenntnistheorie*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Kornwachs, Klaus (2022): „Zur Systemtheorie des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der Pragmatischen Information“. *Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik – Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftliche Tätigkeit (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften)*, hrsg. von Gerhard Banse, Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin: Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V.
- Krause, Bodo (2016): „Zum Verständnis von Information aus naturwissenschaftlich-psychologische Sicht“. *„Informatik und Gesellschaft, Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski*, hrsg. von Frank Fuchs-Kittowski, Werner Kriesel. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Kriesel, Werner/ Hofmann, Ulrich (2020): „Kybernetik Automatisierung und Autonomisierung – zu einem Imperativ der Automation“. *Zukunft der Arbeit – soziotechnische Gestaltung der Arbeitswelt im Zeichen von „Digitalisierung“ und „künstlicher Intelligenz“* Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Band 67, hrsg. von Peter Brödner, Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin: trafo Verlag, 225–247.
- Krüger, Jörg (2018): „Zusammenwirken von Mensch und Maschine im Zeitalter der digitalen Produktion“. *Wissenschaft und Innovation: Jahrbuch Wissenschaftsforschung*, hrsg. von Jörg Krüger, Heinrich Parthey. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag, 9–26.
- Luhmann Niklas (1990): *Ökologische Kommunikation*, 3. Auflage. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Lüthi, Barbara/ Niedermeier, Silvan/ Lee, You Jae (2019): „Travelling Things – Dinge auf Wanderungen“. *Comparativ: Zeitschrift für Globalgeschichte und vergleichende Gesellschaftsforschung*. Leipzig: Leipzig-Uni Verlag.
- Malhotra, Yogesh (2004): „Why knowledge management systems fail: enablers and constraints of knowledge management in human enterprises“. *Handbook on Knowledge*

- Management Vol. 1: Knowledge matters. Holsapple, C. (Ed.). New York: Springer Science & Business Media. 577–599.
- Maney, Kevin/ Hamm, Steven/ O'Brien, Feffrey M. (2011): Im Dienst der Welt. Ideen die ein Jahrhundert und ein Unternehmen prägten. San Francisco, New York: IBM Press-Pearlson plc.
- Marx, Karl/ Engels, Friedrich (1845): Die Heilige Familie. Frankfurt a. M.: Literarische Anstalt (J. Rütten).
- Masani, Pesi Rustom (2012): „Von Neumann`s Letter (1946), on the direction of cybernetical research, molecular biology“. Norbert Wiener 1894–1964, Vol.5. Basel: Birkhäuser.
- Maturana, Huberto R./ Varela, Francisco J. (1984): Der Baum der Erkenntnis: Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. Bern: Bertelsmann.
- Maturana, Huberto R./ Varela, Francisco J. (1987): Der Baum der Erkenntnis – Wie wir die Welt durch unsere Wahrnehmung erschaffen – die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. Wien: Scherz Verlag.
- Mayr, Ernst (1979): „Zum Charakter der Gesetzmäßigkeit der Evolution“. Gesetz – Entwicklung Information – Zum Verhältnis von philosophischer und biologischer Entwicklungstheorie, hrsg. von Herbert Hörz und Czeslaw Nowinski. Berlin: Akademie-Verlag, 287–309.
- Moravec, Hans (1998): Mind Children, The Future of Robot and Human Intelligence. Cambridge: Mass Harvard University Press.
- Morris, Charles William (1988): Grundlagen der Zeichentheorie – Ästhetik der Zeichentheorie. Frankfurt a.M.: Fischer. (Erstausgabe: Morris, Charles (1938): Foundation of the Theory of Signs. Chicago: University of Chicago Press).
- Musk, Elon (2023): „Musk will KI-Forschung mit offenem Brief stoppen“. <https://future-zone.at/digital-life/elon-musk-ki-forschung-offener-brief-moratorium-experten-kuenstliche-intelligenz-ai-gpt-4/402382313>
- Müller-Hill, Benno (1981): Die Philosophen und das Lebendige, Frankfurt a.M./ New York: Campus Verlag.
- North, Klaus (2021). Wissensorientierte Unternehmensführung: Wissensmanagement im digitalen Wandel. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Peirce, Charles Sanders (1986): Semiotische Schriften. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Piaget, Jean (1974): Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Rapoport, Samuel Mitja (1960): „Zur enzymatischen Regulation des Zellstoffwechsels. Forschungen und Wirken“. Festschrift zur 150-Jahrfeier der Humboldt-Universität. Berlin: Verlag der Wissenschaften Berlin.
- Rosenthal, Hans-Alfred (2002): „Zu einem Aspekt der genetischen Information: Geist und Materie in der frühen biologischen Evolution“. Stufen zur Informationsgesellschaft – Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Christiane Floyd, Christian Fuchs, Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Rothe, Hans-Jürgen (2020): „Arbeit 4.0 – alte und neue arbeitswissenschaftliche und ingenieurpsychologische Probleme“. Zukunft der Arbeit – Soziotechnische Gestaltung der Arbeitswelt im Zeichen von „Digitalisierung“ und „Künstlicher Intelligenz“, Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Band 67, hrsg. von Peter Brödner, Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin: trafo Wissenschaftsverlag, 21–39.
- Schinzel, Britta (2023): „Von Software-Beton, falschen Vorhersagen und „intelligenter“ Diskriminierung – Wie digitale Entscheidungsarchitekturen Menschen und Lebensräume einheitlich ordnen“. FIFF – Kommunikation – Mensch – Gesellschaft – Umwelt und Informatik 2/ 2023, 11.

- Schumann, Adine/Du, Yaoli (2022): „Pragmatische Information in Interaktion“. Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik – Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftliche Tätigkeit (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften), hrsg. von Gerhard Banse, Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin: Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V.
- Simbeck, Katharina (2020): „Diskriminierungen durch Künstliche Intelligenz – Ethische Aspekte beim Einsatz von analytischen, datengetriebenen Verfahren im Personalmanagement“. Zukunft der Arbeit, hrsg. von Peter Brödner, Klaus Fuchs-Kittowski, Berlin: trafo Wissenschaftsverlag, 199–210.
- Spath, Dieter (2013): „Der Automatisierungsgrad hat in der Flexibilität seine Grenzen“, Interview zu Industrie 4.0. (<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/automation/der-automatisierungsgrad-in-flexibilitaet-grenzen/>).
- Stary, Christian/ Peschl, Markus (1995): „Towards Constructivist Unification of Conventional Machine Learning and Parallel Distributed Processing“. Android Epistemology, hrsg. von Kenneth M. Ford, Clark Glymour, Patrick Hayes. Bonn: MIT-Press.
- Stary, Christian/ Fuchs-Kittowski, Klaus (2020): „Zur Wiedergewinnung des Realismus als notwendige Grundlage einer am Menschen orientierten Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung“. Leibniz Online, Nr. 41. ISSN 1863-3285
- Stary, Christian/ Fuchs-Kittowski, Klaus (2022): „Zur Methodologie sozio-technischer Informationssystem- und Arbeitsgestaltung: Erkenntnistheoretische Überlegungen zum Einsatz von Design Science im Kontext der Entwicklung von Informationssystemen“. Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik. Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit, hrsg. von Klaus Fuchs-Kittowski und Gerhard Banse. Berlin: Leibniz Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, Band 150/151 (2022), S. 79–102.
- Steinmüller, Wilhelm (1991): Information. Modell, Informationssystem, Report Nr. 5/1991, Fachbereich Informatik, Universität Bremen.
- Steinmüller, Wilhelm (1993): Informationstechnologie und Gesellschaft – Einführung in die Angewandte Informatik. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Tschirschwitz, Reiner/ Fuchs-Kittowski, Klaus/ Kaiser, Horst/ Wenzlaff, Bodo (Hrsg.) (1976): Informatik und Automatisierung – Theorie und Praxis der Struktur und Organisation der Informationsverarbeitung. Berlin: Akademie Verlag Berlin.
- Varela, Francisco J., (1990): Kognitionswissenschaft – Kognitionstechnik – Eine Skizze aktueller Perspektiven. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Varela, Francisco (1994): Ethisches Können. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.
- Vester, Frederic (1975): Denken, Lernen, Vergessen: Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann lässt es uns im Stich?. München: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Völz, Horst (2016): „Information, Software, Hardware – Ein Vergleich und Überblick“. Informatik und Gesellschaft, Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Frank Fuchs-Kittowski, Werner Kriesel. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Watson, James D. (1969): Die Doppel- Helix – Ein persönlicher Bericht über die Entdeckung der DNS-Struktur. Hamburg: Rowohlt.
- Watzlawick, Paul/ Beavin, Janet H./ Jackson, Don D. (1971): Menschliche Kommunikation. Bern: Huber.
- Weick, Karl E. (1985): Der Prozeß des Organisierens. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Weizenbaum, Joseph (2001): „Kunst und Computer“. In: Computermacht und Gesellschaft. Gunna Wendt, Franz Klug (Hrsg.), Suhrkamp Verlag Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag, 98–101.

- Weizenbaum, Joseph (2002): „Wo kommt Bedeutung her und wie wird Information erzeugt?“. Stufen zur Informationsgesellschaft – Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Christiane Floyd, Christian Fuchs, Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Weizsäcker, Ernst von/ Weizsäcker, Christiane von (1972): „Wiederaufnahme der begrifflichen Frage. Was ist Information?“. Informatik, Nova Acta Leopoldina, hrsg. von Joachim-Hermann Scharf. Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 535–555.
- Wenzlaff, Bodo (2002): „Information und Organisation“. Stufen zur Informationsgesellschaft – Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Christiane Floyd, Christian Fuchs, Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.
- Weizenbaum, Josef (2002): „Wo kommt Bedeutung her und wie wird Information erzeugt?“. Stufen zur Informationsgesellschaft – Festschrift zum 65. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Christiane Floyd, Christian Fuchs, Wolfgang Hofkirchner. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag, 233–239.
- Wiener, Norbert (1963): Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine. Düsseldorf, Wien: Econ-Verlag.
- Winograd, Terry/ Flores, Fernand (1986): Understanding Computer and Cognition. Norwood, USA: Ablex Publishing Corporation. (in Deutsch, Erkenntnis, Maschinen Verstehen, Rotbuch Verlag).
- Wittgenstein, Ludwig (1984): Philosophische Untersuchungen. Frankfurt a. M: Suhrkamp.
- Wozniak, Steve (2023): „Steve Wozniak warnt vor Missbrauch von künstlicher Intelligenz“. <https://futurezone.at/digital-life/steve-wozniak-apple-mitgruender-warnt-vor-kuenstlicher-intelligenz/402442653>
- Zorn, Werner (2016): „Von der Nützlichkeit verständlicher Begriffsdefinitionen am Beispiel „Information““. Informatik und Gesellschaft, Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Frank Fuchs-Kittowski, Werner Kriesel. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag.

**E-Mail-Adresse des korrespondierenden Verfassers:** christian.stary@jku.at