

2.4.3 Fluide Interfaces

- Strukturansatz

Der Strukturgedanke, dessen erster bekannter Vertreter **Heraklit** war, wird gegenwärtig in unterschiedlichen Kontexten verwendet; so gibt es z.B. Netzwerkstrukturen, Kristallstrukturen, Bevölkerungsstrukturen oder Geländestrukturen. Es war **Kant**, der die komprimierte Strukturdefinition verfaßte, nach der Strukturen die Lage und die Verbindung der Teile eines sich nach einem einheitlichen Zweck bildenden Organismus beschreiben.^{1/} Der Strukturbegriff wurde vor allem von Wilhelm **Dilthey**, Felix **Krüger**, Franz v. **Ehrenburg**, Oswald **Spengler**, Eduard **Spranger** und v. **Kaschnitz-Weinsberg** in der Historie, der Psychologie und der Kunstgeschichte verwendet.^{2/} Nach **Piaget** umfaßt eine Struktur Elemente und Beziehungen, die diese verbinden, wobei es nicht möglich ist, die Elemente unabhängig von diesen Beziehungen zu definieren.^{3/} Die Konstruktion von Strukturen setzt dabei vier Grundbedingungen voraus: Erhaltung geschlossener Kreisläufe, Differenzierung in Subsysteme, Ordnungsbeziehungen im Gesamtzyklus und Entsprechungen, die für formale Analogien sorgen.^{4/} Die so definierten Strukturen sind unabhängig von den Elementen, aus denen diese zusammengesetzt sind.^{5/} Strukturen können somit völlig unterschiedlich sein, jedoch dieselben Funktionen ausüben.

Die Strukturontologie **Rombachs** geht von einer Vielheit der Iche aus^{6/}, d.h. es gibt darin eine Analogie zur Viele-Welten-Hypothese von Everett. Da soziale Systeme von Menschen geschaffen werden, sind jene konstruierte Wirklichkeiten. Diese stehen relativ zu anderen konstruierten Wirklichkeiten und können deshalb im Rahmen eines Differenz-Ansatzes betrachtet werden. Hierbei entfalten Strukturen den Grenzbereich zwischen expliziter und impliziter Komplexität, d.h. Strukturen haben illusionären Charakter, da sie sich durch Phasenübergang in andere Strukturen transformieren können.^{7/} Daß jede Außenstruktur eine Innenstruktur benötigt und daß diese sich gemeinsam gestalten, wird von Rombach Konkreativität genannt.^{8/}

- Endo-Struktur

Während die Elemente eines Systems gegenständliche Bedeutung, d.h. eine außersystemische Stellung haben, bezieht sich eine Endo-Struktur auf die Innenperspektive.^{9/} Auch ohne äußere Stimulation ist z.B. der menschliche

Organismus im Innern ein sehr aktives System./10/ Gegenüber Veränderungen unserer inneren Umwelt sind wir etwa 100.000-fach stärker empfindlich als gegenüber Veränderungen unserer äußeren Umwelt./11/ Ein visuelles Beispiel einer Endo-Struktur ist der Hyperkubus, während die Sprache einer sozialen Gruppierung als ein auditives Beispiel für eine solche Struktur gelten kann. Die Welt als Endo-Struktur hat keine Größe, nur die Dinge innerhalb der Welt haben in Relation zueinander eine Größe./12/ Es lassen sich hierbei der Relationalismus und der Relativismus unterscheiden./13/

Der Versuch, den Intellekt vom Gefühl abzusondern, d.h. den Geist vom Körper zu trennen, ist ein Irrweg./14/ Deshalb ist eine Endo-Struktur eine Struktur, die keinen kartesischen Schnitt vollzogen hat, weil sie nur so den Anspruch auf Ganzheitlichkeit in sich tragen kann. **Streufert** gibt eine interessante Definition des Wortes Struktur, die sich auf die Dimensionen und die Muster von Strukturen bezieht:/15/

"Structure represents the differentiative or integrative use of dimensions in cognitive or conceptual space with regard to specific stimulus objects or configurations. Structure is concerned with the number of dimensions and the number and pattern of relationships among them."

Mit der Entwicklung des menschlichen Nervensystems und der Ausbildung des selbstreflexiven Bewußtseins entstand eine Endo-Struktur 1. Ordnung. Da das Nervensystem plastisch ist, unterliegt es einer ständigen Strukturveränderung, wobei sich nicht die Verbindungen zwischen den Neuronengruppen ändern, sondern die lokalen Merkmale dieser Verbindungen./16/ Das Nervensystem empfängt keine Informationen, vielmehr erzeugt es Informationen und somit Bedeutungen./17/ Durch den Zusammenschluß von Menschen zur Lösung von Problemstellungen entstanden Organisationen und Gesellschaftssysteme (Endo-Struktur 2. Ordnung). Mit dem Aufbau einer durch Kohärenz und Synchronizität getragenen telematischen Vernetzung entstehen hochdifferenzierte Endo-Strukturen 3. Ordnung./18/ Innerhalb von Endo-Strukturen macht es keinen Sinn, daß jedes Element mit jedem vernetzt ist, vielmehr bilden sich erfolgreiche Vernetzungs-Muster anhand konkreter Problemstellungen.

Mit dem zunehmenden Bewußtsein des Einzelnen für Verantwortung gegenüber den Anderen wird sich eine Endo-Struktur 4. Ordnung herausbilden, die eine ähnliche Vernetzungsdichte erreichen wird wie die Neuronenverschaltung in unserem Gehirn (siehe Kapitel 4.4.4). Diese

Struktur darf jedoch keine "One-World-One-Order"-Struktur werden, sondern diese muß die Vielfalt und die Freiheit der Entscheidungsfindung ermöglichen, um unserer Verantwortung gegenüber der Humanität gerecht werden zu können. Die telematische Kommunikation führt zu einem geistesverbindenden Prozeß, auch wenn die Menschen körperlich weit voneinander entfernt sind./[19/](#) Die Suche nach dem gemeinsamen Sinn der Menschheit ist die höchste auf unserem Planeten erreichbare integrative Kommunikationsstufe. Synergien zum Schutz des blauen Planeten zu entwickeln erfordert zunehmend, die Endo-Perspektive auf den gesamten Planeten auszudehnen und die irreversiblen Prozesse in Einklang mit der Natur zu bringen:

Mensch: Endo-Struktur 1. Ordnung

Organisation: Endo-Struktur 2. Ordnung

Gesellschaft: Endo-Struktur 3. Ordnung

Global Brain: Endo-Struktur 4. Ordnung

- Prozesse

Neben den Strukturen sind Prozesse der zweite konstituierende Bereich für Interfaces. Nach **Luhmann** markieren Prozesse ebenso wie bereits bei Whitehead die Irreversibilität der Zeit./[20/](#) Das Denken in Prozessen war schon im alten China bekannt, es wurde jedoch durch das westliche Wissenschaftsparadigma jahrhundertlang in den Hintergrund gedrängt. Rhythmus und Fließen kennzeichnen die natürliche Harmonie der Natur und nichts kann ohne sein Gegenteil existieren. In einer Zeit der Unbestimmtheit, die durch nichtlineare Rückkopplungen geprägt ist, benötigen wir eine Orientierung an Prozessen und am sich selbst organisierenden Wandel, um Strategien für die erfolgreiche Lenkung komplexer Strukturen zu erarbeiten. **Ulrich** zufolge ist das Unternehmungsgeschehen eine Gesamtheit von Prozessen zur Problemlösung, die sich gleichzeitig und nacheinander abspielen./[21/](#) **Probst** und **Naujoks** haben hierbei vier grundsätzliche, idealtypische Prozeßmuster unterschieden:/[22/](#)

Prozesse	Pioniere
1. Lebenszyklusorientierte Prozesse:	Nisbet, Piaget
2. Evolutionäre Prozesse:	Darwin, Gould, Campell
3. Teleologische Prozesse:	Weber, Parsons, Taylor
4. Dialektische Prozesse:	Hegel, Marx, Freud

Die Multidimensionalität heutiger Problemstellungen erfordert es, kreislauforientierte Prozesse anzustoßen, die den Recyclinggedanken in die Prozessabläufe integrieren und somit einen möglichst hohen Beitrag zur Ressourceneinsparung und zur Umweltentlastung leisten. Prozesse sind auch die wesentliche Grundlage zur stufenweisen Verbesserung oder Wandlung von Unternehmen. Diese Ausrichtung erfordert neuartige Organisationsformen, die die Flexibilisierung des Produktprogrammes und die schnellstmögliche Anpassung an Veränderungen in den Marktnischen erlauben. Die Prozessorientierung in Unternehmen unterstützt auch eine kreislauf- und rückkopplungsorientierte Kommunikation. Hierbei können sich Prozesse in zweierlei Hinsicht verändern, einerseits durch Veränderung der Verhaltensweisen der Teilnehmer, andererseits durch die Integration neuer Prozesse und die damit verbundene Erhöhung der Komplexität.

Der Prozeß des Lebens besteht **Cramer** zufolge in einer Verflechtung von strukturerhaltenden Kreisprozessen und irreversiblen, strukturverändernden Wachstumsprozessen./23/ Prozessorientierung erfordert die Fähigkeit zum Wechsel der Regeln und Strukturen sowie die Bereitschaft zur Vernetzung. Da Prozesse durch Differenzen an Interfaces entstehen, wird Prozessdenken zu einem wesentlichen Faktor für Innovationen und Wandel (siehe Kapitel 4.2.4 und Kapitel 4.3.3.4). Wenn Differenzen zunehmen, dann müssen Konsens und Geschlossenheit Kommunikation und Offenheit weichen./24/ Wer Prozessorientierung zuläßt, muß deshalb auch das Chaos akzeptieren, da Fluktuation die Schlüsselkomponente darstellt, die dissipative Prozesse in Gang hält. Deshalb müssen intelligente Interfaces auch die Fähigkeit zum Phasenübergang haben, wenn diese überleben wollen. Wenn Interfaces beginnen, intern eigene Ziele zu bilden, wird durch Endo- Differenzierung und Endo-Komplexität ein Phasenübergang zu neuen Attraktoren ausgelöst. Es ist abzusehen, daß auch die Prozesse im Management zunehmend selbstähnlich werden, wobei diese die Codierung des Erfolgs oder Mißerfolgs und somit des Wissens oder Nicht-Wissens festlegen. Der Vorteil solcher Prozesse ist, daß diese effektiver, einfacher zu implementieren und weniger komplex sind als nicht selbstähnliche./25/

Der Übergang von Ordnung zu Chaos und von der Exo- zur Endo-Perspektive führt zur Schöpfung neuer Welten. Die Entwicklungen in den Bereichen Multimedia, Cyberspace und Virtuelle Realitäten werden uns beim spielerischen Ausprobieren neuartiger Strategien unterstützen und somit die Wirksamkeit unseres Handelns erhöhen. Im Rahmen der Prozessorientierung steht das Netzwerk der Unternehmung im Mittelpunkt sowie seine ganzheitliche Gestaltung, Lenkung und Entwicklung (siehe Kapitel 4.3.3.2 und 4.3.3.3). Interaktive Multimediaanwendungen sollten zu einer neuen Machtverteilung und Machtausübung in Unternehmen genutzt werden, die zunehmend auf kooperatives und interdisziplinäres Verhalten setzen wird. Nur so können Mitarbeiter ein holographisches Abbild des ganzen Unternehmens bilden und auf möglichst vielen Positionen flexibel eingesetzt werden (siehe Kapitel 4.3.4.1).

- Bildung fluider Interfaces

Systeme sind immer geschlossene Systeme, offene Systeme gibt es nicht, es sei denn, man bezeichnet damit Strukturen./[26/](#) Deshalb sind Gesellschaften keine Systeme, sondern müssen als Interface beschrieben werden. Interfaces entstehen aus komplexen Strukturen und Prozessen, weshalb die Interface-Theorie auch als prozessorientierte Strukturtheorie bezeichnet werden kann. Als Interfaces lassen sich soziale Interfaces, menschliche Interfaces, Computer-Interfaces und molekulare Interfaces unterscheiden. "Interfaciology" repräsentiert eine neuartige Theorie, bei der die Frage aufgeworfen wird, ob unsere Wirklichkeit nicht schon immer eine virtuelle Wirklichkeit im Sinne von Virtuellen Realitäten war./[27/](#)

Der Paradigmenwechsel vom System zur Prozeßstruktur führt, neben der Integration des Zufalls durch die neuen Medien auch zu einer Integration der Freiheit durch den interaktiven Teilnehmer in komplexe Interfaces. Neben den Metastrukturen (z.B. das Internet) gewinnen heutzutage auch die Intrastrukturen (z.B. firmeninterne Netzwerke) als Prozeßstrukturen zunehmend an Bedeutung. Die organisatorische Geschlossenheit einer Innen-Welt kann nur dann überwunden werden, wenn das operational geschlossene System um die operationale Offenheit erweitert werden kann. Da aber ein System über eine Grenze verfügt, operationale Offenheit jedoch eine Unschärfe gegenüber der Grenzziehung bedeutet, möchte ich den Begriff des **fluiden Interface** einführen: Interfaces haben, wie Wasser, keine festgefügte Struktur und keine inflexiblen Regeln, weshalb diese auch im Rahmen der Arbeit als "fluid" bezeichnet werden können. Ob ein Fluid, wie

z.B. Wasser, als geordnet oder chaotisch erscheint, hängt von den Strukturen und den Kopplungen der Teilchen ab./28/ Zwar kann jedes Interface ein System sein, umgekehrt kann jedoch nicht jedes System ein Interface sein. Der Interface-Begriff, insbesondere das fluide Interface mit unscharfen Grenzen, stellt deshalb eine fundamentale Erweiterung des Systembegriffs (siehe Kapitel 2.1.1) dar.

Es sind die strukturelle Öffnung und die sensitive, kognitive und operationale Offenheit von nach innen gerichteten Interfaces, die für die Wandlung von Interfaces und somit auch für das Management von fundamentaler Bedeutung sind. Erst durch das Interface wird das Endo-System lernfähig und kann durch das Wechselspiel von Geschlossenheit (ordnungsbildende Stabilisierung) und Offenheit (ordnungszerstörende Destabilisierung) seine eigene Entwicklung lenken. Ein Interface kann sich sowohl seriell (Turing-Modus) als auch parallel (Gödel-Modus) mit anderen Interfaces verschalten. Die Bildung von Interfaces repräsentiert hierbei einen evolutionären Prozess der Strukturbildung. Offene Interfaces können dadurch modelliert werden, daß Zufallsfunktionen oder interaktive Teilnehmer mit freiem Willen in die Interfaces integriert werden.

Fluide Interfaces sind selbstreferentielle Strukturen im Sinne **Luhmanns**, da diese keine Umwelt an sich haben, sondern Umwelten, die sie sich selbst konstruieren./29/ Faßt man wie Luhmann die Umwelt als das Negativkorrelat des Systems auf, sozusagen als das noch komplexere Anti-System, so muß man feststellen, daß System und Umwelt nur temporär voneinander zu trennen sind und daß im Grunde System und Anti-System im Rahmen der Differenzbildung über sich ständig neu konstituierende Interfaces miteinander ein integrales Ganzes bilden, wozu Luhmann ausführt:/30/

"Die Systemtheorie geht von der Einheit der Differenz von System und Umwelt aus. Die Umwelt als konstitutives Moment dieser Differenz ist also für das System nicht weniger wichtig als das System selbst."

Die Mathematik von Interfaces ist nichtlinear und deshalb schwierig zu handhaben. Es sind die nichtlinearen Rückkopplungsprozesse, die es ermöglichen Differenzen zu bilden, die für die Informationserzeugung der Teilnehmer elementar sind. Durch negative Rückkopplung werden Strukturen bewahrt, während diese durch positive Rückkopplungen verändert werden. Das Interface als Differenzbereich legt die Grundlagen für die Herausbildung der eigenen Identität, des Eigenverhaltens oder Endo-

Verhaltens des Systems fest. Jedes Interface in einer klassischen chaotischen Welt mit versteckten Variablen bildet hierbei eine Virtuelle Realität./31/

Endo-Interfaces ermöglichen durch ihre eigene Konnektivität eine Erweiterung der Sinn- und Entscheidungsfindung und damit der möglichen Handlungsoptionen. Das Interface erzeugt durch Differenzen seine eigene Nichtlineare Dynamik, die durch Instabilitäten die Voraussetzung der Informationserzeugung bildet. Es ist deshalb von elementarer Bedeutung, daß wir die Untrennbarkeit von Interface und innerem Beobachter (Teilnehmer), von Beobachter und Beobachtetem sowie von der Wirklichkeit des inneren Beobachters und der Wirklichkeit des äußeren Beobachters (Superbeobachter) erkennen./32/ Das neue Zeitalter elektronischer Medien offenbart uns, daß womöglich auch die reale Welt eine beobachterzentrierte Endo-Welt sein kann, wozu **Bolz** resümiert:/33/

"Wahrnehmen ist eine Art Scanning, das nicht Welt Dinge präsentiert, sondern Beziehungen prüft und auf der Grundlage dieser Prüfung Bilder im Weltinnenraum des Gehirns errechnet."

Wissenserzeugung ist das konstituierende Element fluider Interfaces, die je nach Vernetzungsgrad unterschiedliche Komplexitätsgrade aufweisen können. In diesem Kontext kann man ein Endo-Interface als ein Interface ohne externen Beobachter und ein Exo-Interface als einen Beobachter außerhalb des Interface beschreiben./34/ Faßt man die bisherigen Entwicklungen der Systemforschung, Kybernetik und Komplexitätsforschung zusammen, so lassen sich vier verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Modellvorstellungen charakterisieren:

	operational geschlossen	operational offen oder geschlossen
Struktur konstant	<u>Kybernetik 1. Ordnung</u> Triviale Systemmodelle: Technische Systeme (Wiener)	<u>Interface 1. Ordnung</u> Molekulardynamische Simulation: Zellulärer Automat (Fredkin); "Rechnender Raum" (Zuse); Individuenorientierte Modelle ^{35/}
Struktur variabel	<u>Kybernetik 2. Ordnung</u> Nicht-triviale Systemmodelle: Ökosysteme (Jantsch, Vester) ; Soziale Systeme (Beer, Ulrich, Forrester); Kognition (v. Foerster, Watzlawick, von Glasersfeld); Autopoiese (Maturana, Varela, früher Luhmann)	<u>Interface 2. Ordnung</u> Fluide Interfaces: Menschl. Gehirn (v. der Malsburg), Telemat. Interfaces (Weibel, Rötzer); Gödel-Maschinen (Rössler, A.P. Schmidt)

Abb. 2.56: Interface-Matrix 2

Interfaces formen eine Kybernetik 3. Ordnung, die eine Endo-Kybernetik repräsentiert und erweitern die bisherige Kybernetik 1. Ordnung und 2. Ordnung, um die oben genannten Modelle. Da sich die Endo-Kybernetik durch die Möglichkeit der operationalen Öffnung auszeichnet, ist es möglich, Ideen und psychologische Faktoren ebenso zu berücksichtigen wie Deterministisches Chaos oder endophysikalische Phänomene. Die Endo-Kybernetik ist somit eine Metaebene der Beschreibung von Interfaces 1. und 2. Ordnung. Triviale und nicht-triviale Systemmodelle sind ebenfalls Interfaces, jedoch haben diese Modelle einen geringeren Komplexitätsgrad als molekulardynamische Simulationen, die Arbeitsweise unseres Gehirns oder fluide Interfaces.

Mit dem Interface-Ansatz lassen sich biologische, soziale oder telematische Interfaces als Spezialfälle von fluiden Interfaces behandeln. Ebenso lassen sich zukünftige Roboter- oder Rechnergenerationen mit der Fähigkeit zur Intelligenz in den Bereich der fluiden Interfaces einordnen. Durch den Computer und die Telematik wird unser subjektives Interface dramatisch erweitert, was von **Weibel** als Exterritorialisierung des Gehirns bezeichnet wird.^{36/} Die Interface-Theorie überwindet somit zunehmend den Dualismus von Körper und Geist, da diese ein gemeinsames Interface bilden. Komplexe Interfaces wie unser Gehirn müssen sich durch Lernen ständig selbst modifizieren, um Differenzen und somit neue Bedeutungen finden zu können. Hierbei bildet unser Gehirn eine Endo-Interface, das nicht

mit anderen geteilt werden kann; jedoch können viele Gehirne ein Meta-Interface, d.h. Interfaces höherer Ordnung, bilden.

Zwei besondere Interfaces, eines mit der Fähigkeit zur operationalen Öffnung bei konstanter Struktur (Bio-Computer), das andere mit der Fähigkeit zur Veränderungen der Strukturen und Prozesse (die Gödel-Maschine) möchte ich in Kapitel 4.4.1 Endo-Fiktion einführen. Es soll hier nicht verschwiegen werden, daß die Einteilung zwischen Strukturen und Prozessen in sozialen Systemen oftmals recht schwierig ist, da es von der Perspektive des Teilnehmers abhängt, was er als Struktur und was er als Prozess betrachtet. Zieht man das Fußballspiel als Beispiel heran, so kann man sich fragen, ob die Manndeckung zur Struktur oder zur Operationsweise eines Teams zu rechnen ist./37/

- Verzerrungen des Interface

Entscheidend für das Verständnis von Interfaces ist, daß sich deren Zuweisungsbedingungen im Laufe der Zeit verändern können, was immer dann zu Verzerrungen der Interfaces führt, wenn Endo-Welten ihre Wirklichkeitskonstruktionen nicht den Veränderungen in der Exo-Welt anpassen können. Daraus ergeben sich laut **Rössler** folgende Konsequenzen für Endo-Welten:/38/

1) Das Verhalten von Mikro-Objekten, die im Interface repräsentiert sind, ist illusorisch (nichtexistierende Exo-Objektivität).

2) Der illusorische Charakter kann nicht direkt durch den Beobachter aufgedeckt werden.

3) Sogar der Übergangs-Charakter der momentanen Illusion ist nicht für den Beobachter zugänglich.

Die dritte Annahme impliziert eine radikale Transformation der externen Welt durch das Interface aufgrund des Äquivalenzprinzips von **Boscovich**./39/ Die mikroskopische Schnittstelle stellt eine neue Verallgemeinerung der Relativitätstheorie dar, wobei die Einbeziehung der mikroskopisch feinen Bewegungen des Beobachters von Rössler als Mikrorelativität bezeichnet wird./40/

Da die Rückkopplungen im Interface deterministisch-chaotisch und nicht sichtbar sind, können keine Vorhersagen über zukünftige Wirklichkeiten gemacht werden. Jedoch können mit Hilfe der Interface-Theorie die Muster

der Gegenwart besser verstanden werden. Dies ist von elementarer Bedeutung für ein Verständnis der Funktionen, der Entscheidungsfindung und des Handlungsvollzuges (siehe Kapitel 4.3.2.4). Nachfolgend soll der Interface-Ansatz unter funktionalen, ontogenetischen, evolutionären und systemischen Gesichtspunkten betrachtet werden:

1) funktional: Wie funktioniert das Interface?

2) ontogenetisch: Wie entwickelt sich das Interface?

3) evolutionär: Wieso ist das Interface so, wie es ist?

4) systemisch: Welche Interfaces existieren?

-- Funktionale Betrachtung

Interfaces interpretieren die uns zugängliche Wirklichkeit auf eine neue Weise und diese Interpretationen können wiederum neue verbesserte Interfaces schaffen. Der Interface-Ansatz erlaubt biologische, physikalische, chemische und evolutionäre Ansätze unter einer neuen Perspektive zu betrachten, wobei dessen wesentliches Merkmal die Differenzierung darstellt, die durch Brechung der Symmetrie entsteht. Interfaces führen zu einer neuartigen Betrachtungsperspektive für selbstreferentielle Systeme. Da es eine Vielzahl unterschiedlicher Interfaces gibt, existieren für konkrete Problemstellungen auch eine Vielzahl von Lösungsansätzen, was das Problem der richtigen Auswahl, d.h. der Entscheidungsfindung akut werden läßt (siehe Kapitel 4.3.2.4).

Luhmann betonte die Bedeutung der Differenz von System und Umwelt für systemtheoretische Betrachtungen./41/ Umwelt ist im Rahmen dieser Arbeit das, was außerhalb des Interface liegt./42/ Der Systemansatz bei Luhmann und Willke, der funktional geprägt ist, berücksichtigt bereits, daß Veränderungen im Gegensatz zu kybernetischen Systemen nicht von der Systemgrenze, sondern vom Systeminneren ausgehen. Mit der Bildung von Interfaces wird die Differenzbildung von der Systemgrenze in das Innere, in den Endo-Raum verlagert. Hierbei wird der gesamte Endo-Raum zum Interface, zur Grenze, zur Differenz. Das menschliche Interface ist nicht allein der Bildschirm des Rechners oder unsere Augen, sondern das gesamte Gehirn mit all seinen kognitiven Fähigkeiten bildet das Interface und somit den Endo-Raum für Bewußtsein. Hierbei spielt das Konzept des selbstreferentiellen Systems für Interfaces eine besondere Rolle. Die

selbstreferentielle Operationsweise steht nicht im Widerspruch zur Umweltoffenheit des Systems, vielmehr erweitert es die möglichen Umweltkontakte./43/

Luhmann zufolge haben Interaktionssysteme hinreichend bestimmte, jedenfalls bestimmbare Grenzen und schließen alles ein, was als anwesend behandelt werden kann./44/ Das Kriterium der Anwesenheit bringt aus seiner Sicht die besondere Bedeutung von Wahrnehmungsprozessen für die Konstitution von Interaktionssystemen zur Geltung./45/ Luhmanns Ausführungen sind somit zu vergleichen mit dem in der vorliegenden Arbeit gewählten Konzept des fluiden Interface. Dieses hat als wesentliches Konstruktionsprinzip die Anwesenheit und die Wahrnehmung von Teilnehmern im Rahmen einer prozessorientierten Struktur. Was unendlich ist, können wir nicht wahrnehmen. Deshalb können Interfaces immer nur endliche Dinge wahrnehmen. Differenzbildung ist somit nur bei endlichen Prozessen möglich. Trotzdem kann die Differenzbildung auf einer höheren Stufe stattfinden. Dies geschieht immer dann, wenn ein Interface durch Phasenübergang in einen neuen Zustand überwechselt. Nur wenn es dem System gelingt, seine eigenen Randbedingungen zu verändern, d.h. seine Stukturdeterminiertheit temporär zu überwinden, kann es sich neuen Situationen anpassen.

-- Ontogenetische Betrachtung

Die Herausbildung unterschiedlicher Vernetzungen, Hierarchien, Matrix-Strukturen oder Hyperstrukturen können als Spezialfälle von Interfaces verstanden werden (siehe Kapitel 4.3.3.2). So kann je nach Problemstellung die Selektion eines geeigneten Interfaces zur Problemlösung herangezogen werden. Die Hierarchie ist hierbei genauso wenig abzuwerten wie die Hyperstruktur als "non plus ultra" angesehen werden darf. Es hängt von der Komplexität der Problemstellung ab, wie komplex die Struktur zur Problemlösung sein muß. Auf jeden Fall wird das Endo-Modell, das wir für das Interface wählen, meistens weniger komplex sein, als die Komplexität der Exo-Welt, für die wir einen Output erzeugen./46/

Wenn Strukturen einen Phasenübergang durchlaufen, so müssen auch die zugrunde liegenden Lenkungscharakteristika angepaßt werden, damit die Lenkungsfähigkeit erhalten bleibt. Es steht ohne Zweifel fest, daß wir in Systemen die Stufe der Instabilität brauchen, um das lineare und monokausale Denken zu überwinden, das unser Denken und die

Bewußtseinsfindung behindert. Die Nutzung des Zufalls bedeutet, daß die Probleme der Anpassungsfähigkeit, Flexibilität, Lernfähigkeit, Evolution, Selbstregulierung und Selbstorganisation in den Mittelpunkt unseres Handelns gestellt werden./47/ Durch Selbstorganisation können sich je nach Anforderungen aus der Umwelt oder den Zielvorgaben des Systems die Interfaces weiterentwickeln. Deterministisches Chaos ermöglicht hierbei den Interfaces durch operationale Öffnung Phasenübergänge zu neuen Strukturen und Prozessen zu vollziehen.

-- Evolutionäre Betrachtung

Differenzierung und Autonomie, die eng miteinander verbunden sind, bilden die beiden Grundeigenschaften evolutionärer Interfaces. Jeder Teilnehmer eines Interfaces kann nur über Differenzen neue Erkenntnisse über sein eigenes System und die Umwelt gewinnen. Dabei hängt es vor allem von der Komplexität des Interfaces ab, ob die Umwelt erkannt werden kann. Je komplexer die Umwelt ist, desto notwendiger wird es sein, ein Interface zu gestalten, welches in der Lage ist, diese Komplexität zu bewältigen. Die Interaktivität über Interfaces ist der entscheidende Schritt für den Übergang von einer Beobachter- zu einer Teilnehmersperspektive, von linearer Abhängigkeit zu nichtlinearer Autonomie. Die Interface-Theorie ermöglicht hierbei einen Erklärungsansatz für komplexe Strukturen wie z.B. nanotechnologische, mikrophysikalische oder sozioökonomische Strukturen, da sie ein neuartiges Verständnis der Kontexte zwischen mikro- und makroskopischen Strukturen liefert. Erst die ständige Weiterentwicklung der Interfaces erlaubt eine evolutionäre Perspektive für komplexe Mensch-Maschine-Systeme.

Das Interface bildet einen relativistischen Schnitt, in dem starke, nichtlineare Verzerrungen der Gleichzeitigkeit stattfinden./48/ Durch **Minkowski's** "absolute Welt", die Raum-Zeit wurde die Welt entobjektiviert, sie wurde zu einem Schnitt, einer Projektion der eigentlichen Realität./49/ Der Minkowski-Schnitt erzeugt ein Interface innerhalb der absoluten Raum-Zeit, der Heisenberg-Schnitt erzeugt ein Interface innerhalb der Quantenwelt und der Endo-Schnitt im Computer erzeugt ein Interface zwischen dem internen Teilnehmer und dem Rest der Welt./50/ Die telematischen Interfaces haben gerade deshalb einen bedeutenden Beitrag zum Übergang von irreversibler zu reversibler Zeit erzeugt, weil diese die Kommunikation in Echtzeit ermöglichen. Die Interfaces sind somit dafür verantwortlich, daß von einer

neuen Physik, der Endophysik, und einer neuen Zeit, der fraktalen Zeit, gesprochen werden kann (siehe Kapitel 3.4).

Für den Teilnehmer einer Endo-Systems enthält das Interface die ganze Welt, da es außerhalb des Interfaces für den Teilnehmer keine Realität gibt./51/ Sollte es durch Veränderung des Interface die Möglichkeit geben, hinter den Vorhang zu schauen und somit nicht nur die Wahrnehmung der Wirklichkeit, sondern die Realität selbst zu verändern? Otto E. **Rösslers** herausragende Leistung besteht darin, daß seine Interface-Theorie (die Endophysik) gerade die Frage nach einer möglichen "Weltveränderungs-Technologie"/52/ herausgreift und zur Diskussion stellt. Wenn **Weizenbaum** schreibt, daß das menschliche Vorstellungsvermögen in der Lage sein sollte, die Grenzen physikalischer Gesetze zu überschreiten, ehe es diese Gesetze überhaupt verstehen kann, so fordert er damit ein Überschreiten der Grenzlinie des eigenen Endo-Systems./53/

-- Systemische Betrachtung

Die Interface-Theorie integriert unterschiedliche Grundlagenwissenschaften in einen gemeinsamen Bezugsrahmen, was notwendig ist, da das Verhalten komplexer sozialer Systeme grundsätzlich nicht aus Hypothesen einer wissenschaftlichen Disziplin erklärbar ist./54/ Die Interface-Theorie verbindet darüber hinaus die Grundlagenwissenschaften mit den angewandten Wissenschaften, indem diese durch ihre teilnehmerorientierte Perspektive einen Handlungsbezug herstellt. Außerdem bietet die Interface-Theorie eine Basis für die Gestaltung komplexer Modellwelten aus einfachen Regeln. Es gibt zwei Arten von Interfaces: privilegierte eines Superbeobachters oder eines Operateurs am Keyboard und die unterprivilegierten der Nutzer eines relativistischen Frames, z.B. der Teilnehmer einer Billardkugelwelt oder der Betrachter einer Quantenwelt./55/

Die Interface-Theorie gibt eine brauchbare Bestimmung der Grenzbereiche von Systemen, da diese die Strukturen festlegt, die zur Lösung von Problemstellungen notwendig sind, wobei diese in Erweiterung Piagets von offenen Kreisläufen ausgeht. Während die autopoietische Organisation entweder eine operative oder eine topographische Einheit beschreibt/56/, beschreibt die Interface-Theorie die konstruktive Bildung von Strukturen und Prozessen, die eine Vielfalt möglicher Zustände einnehmen können und hierbei ihre eigene Identität (Endo-Perspektive) erhalten. Die Interface-

Theorie von Rössler könnte den Wissenschaften eine gemeinsame Struktur geben, da diese Bewußtsein und Bedeutung mit einschließt. Die wesentlichen Konzepte der Interface-Theorie sind: fraktale Zeit, quantenmechanische Nichtlokalität, relativistische Nichtlokalität, rotierende Frames und das Jetzt beim Beobachter./57/

Bei zukünftigen neurobionischen Anwendungen, werden neurale Chips entwickelt, die als Interfaces zwischen menschlichen Nervenfasern dienen./58/ Durch Interface-Ansätze können die Interaktionen von Neuronen mikroskopisch simuliert werden, wobei sich makroskopisch durch Emergenz neue kognitive Strukturen offenbaren. Da durch die Zunahme der Komplexität die Modellwelten in Zukunft mindestens genauso bedeutend sein werden wie unsere natürliche Umwelt, stehen wir im Management vor völlig neuen Herausforderungen, die auch eine eigenständige Managementphilosophie erfordern. Als Strukturen, die auch a-systemisches Verhalten erzeugen, sollten Interfaces hierbei vor allem den freien Willen zum Handeln ermöglichen (siehe Kapitel 4.3.2.1).

- Analogien zum Management

Die Chaosforschung und die Endophysik liefern ein naturwissenschaftliches Vorbild zum Aufbau einer tragfähigen, theoretischen Grundlage für die Managementlehre. Die Chaosforschung eignet sich besser zur Beschreibung von Interfaces als die Selbstorganisation, da erstere eine operationale Offenheit ermöglicht, während das Charakteristikum selbstorganisierender Systeme ihre operationale Geschlossenheit ist. Die Interface-Theorie beinhaltet wesentliche Elemente aus physikalischen Theorien, die sich als Analogien für das Management in komplexen Netzwerken als relevant erweisen werden:

Endophysikalische Charakteristika Analogien zum Management

1. Wheelers teilnehmerorientiertes Universum: interaktiver Computernutzer

2. Everetts "Viele-Welten"-Ansatz: "Viele-Welten" im Cyberspace

3. Gödels Unentscheidbarkeitssatz: Gödelgrenze zwischen Wissen und Nicht-Wissen

4. Heisenbergs Unschärferelation: fluide Grenzen durch die telematischen Medien und die Fuzzy Logik

5. Bells Nichtlokalität: Telepräsenz an unterschiedlichsten Orten in Echtzeit

6. Bohrs Prinzip der Komplementarität Komplementäre Existenz von Wirklichkeiten und Realitäten

7. Rösslers Ausbruch aus dem Gefängnis Verbindung von Mikro- und Makrophysik, der Wirklichkeitskonstruktionen: d.h. von Nano- und Megastrukturen

8. Ruelles Seltsame Attraktoren: Innovationen schaffen neue Attraktoren

Betrachtet man die wesentlichen Schlüsselfaktoren der Interface-Theorie, so muß herausgestellt werden, daß natürlich eine physikalische Theorie ihre Anwendungsgrenzen für das Endo-Management haben muß. Hierbei muß zweierlei betrachtet werden, einerseits die Übertragbarkeit bzw. Analogiebildung mikroskopischer Effekte im Makrokosmos und andererseits die Entwicklungsperspektiven zukünftiger Technologien bezogen auf das Endo-Management:

	heute		Fiktion	
Charakteristika	mikro	makro	mikro	makro
Teilnehmer	ja	ja	ja	ja
Ununterscheidbarkeit	ja	nur bei Robotern	ja	nur bei Androiden
Determin. Chaos	ja	ja	ja	ja
Irreversible Prozesse	ja	ja	ja	ja
Reversible Prozesse	ja	ja	ja	ja
Nichtlokalität	ja	als Analogie	ja	Zuse-Interface
Everett-Welten	ja	als Analogie	ja	Zuse-Interface

Tab. 2.13: Übertragbarkeit mikroskopischer Phänomene/59/

In den meisten Punkten ist eine Übertragbarkeit auf den Makrokosmos möglich, zumindest im Rahmen von Analogien. Dies bedeutet, daß der Interface-Ansatz für das Management nicht vernachlässigt werden kann. Daß die Interface-Theorie für die Anwendung im Management jedoch nicht widerspruchsfrei ist, offenbart sich im Bereich der Nichtlokalität und bei den Everett-Welten, die ja ausschließlich für den mikroskopischen Bereich gelten. Deshalb sollen folgende Analogien für die VR-Technologie gelten: 1.

Telepräsenz und Echtzeit stellen die Analogie zur Nichtlokalität her; 2. Fraktale Cyberwelten stellen die Analogie zu Everetts Viele-Welten-Hypothese dar. Das World Wide Web, das Internet und die Computer sind alle Interfaces. Ob die Welt selbst ein Interface ist, ein riesiges Hyper-Netzwerk, das uns die Evolution geschenkt hat, ist eine Frage, die an die Endophysik zu stellen ist. Entscheidend ist jedoch, daß die Endophysik nur dann eine erfolgreiche Interpretation der Welt liefern kann, wenn diese auch die Phänomene der Ästhetik, der Kreativität, des Willens, der Verantwortung, des Bewußtseins und der Sinnfindung berücksichtigt.

Interfaces zeigen uns, daß wir nicht das Verhalten programmieren sollten, sondern Strukturen, die Verhalten emergent hervorbringen können. Da die Erlangung von Wissen in den telematischen Netzen über fluide Interfaces führt, müssen wir unsere Interfaces für die Wahrnehmung und Entscheidungsfindung verbessern, wenn wir die Probleme der Arbeitslosigkeit, der Vermögensdisparität, des Bürokratismus und der Umweltverschmutzung lösen wollen./60/ Es wird immer deutlicher, daß der Weg der systemorientierten Managementlehre von der systemorientierten Abgrenzung zur interfaceorientierten Öffnung geht, wobei im Grenzfall des Bewußtseins die Strukturen und Prozesse unscharf werden (siehe auch Kapitel 4.3.1).

- Fazit

Der Interface-Ansatz ist ein Denken in Modellen und virtuellen Simulationswelten. Die Kopplung eines Interface an andere Interfaces erlaubt interaktive, beobachterabhängige Kommunikation über Schnittstellen und führt zum Aufbau hochkomplexer Ordnungsstrukturen fern vom Gleichgewicht. Allen Endo-Interfaces gemeinsam ist, daß bei diesen die Möglichkeit zur Simulation in hervorragender Weise ausgeprägt ist. Eine vollständige Kontrolle ist in hochgradig vernetzten Endo-Interfaces jedoch nicht mehr möglich, ja diese ist dort geradezu kontraproduktiv. Die dort wirksamen Handlungsparadigma orientieren sich an den Prozessen des Deterministischen Chaos und der Selbstorganisation.

Ohne Überraschungsmomente gäbe es keine Strukturbildung, da nichts Neues vorkäme, was zu verknüpfen wäre./61/ Deshalb dürfen nur notwendige, nicht jedoch hinreichende Regeln angegeben werden, damit der Einzelne genügend Freiräume für Kreativität und Differenzbildung hat./62/ Um die Freiheitsgrade zu erhalten, müssen wir auch bereit sein, die

Spielregeln des sozialen Zusammenlebens zu ändern, wodurch sich neue Randbedingungen ergeben. Interfaces wie das Internet haben neuartige Spielregeln und erlauben ungeahnte Freiheiten, trotzdem gibt es dort Begrenzungen, z.B. in Form von geschlossenen Benutzergruppen. Interfaces zeichnen sich zwar durch ein hohes Maß an Freiheit bei der Wahl der Alternativen aus, d. h. sie haben eine hohe Kontingenz, jedoch müssen die Randbedingungen zu anderen Interfaces beachtet werden. Entscheidend für die Betrachtung von Interfaces ist deshalb das Denken und das Hervorbringen von Bedeutungen (siehe Kapitel 3.4), da der Geist nur so ein sinnorientiertes Handeln finden und durchsetzen kann.

Ein semantischer Informationsbegriff ist für die Interface-Theorie sehr wesentlich, da der syntaktische Informationsbegriff von Shannon und Weaver für die Sinnfindung unbrauchbar ist. Der semantische Informationsgehalt ist abhängig von der Komplexität der Strukturen und der Informationsdichte, die beim Teilnehmer hervorgerufen wird. Der semantische Informationsgehalt ist deshalb immer relativ zum Wissensstand der Teilnehmer und kann nie absolut angegeben werden. Da es keine beobachterunabhängig vorgegebene Wirklichkeit geben kann, müssen wir immer Bezugssysteme vorgeben und Codierungen entschlüsseln, um neue Bedeutungen zu erzeugen. Die Interface-Theorie hat hierbei das Anliegen, das eigentlich 'Unsichtbare' sichtbar zu machen, was diese zu einer Theorie der Entzauberung der Welt macht.

Die nachfolgende Matrix zeigt auf, daß sich die bisher im Rahmen des Buches behandelten Forschungsfelder sinnvoll in den gemeinsamen Bezugsrahmen des Interface-Ansatzes integrieren lassen. Hierbei bildet die Komplexitätserforschung von Interfaces eine Basis, um die Entwicklungen neuer Technologien in einer ganzheitlichen Weise zu verstehen:

	<u>operational geschlossen</u>	<u>operational offen oder geschlossen</u>
<u>Struktur konstant</u>	Kybernetik	Reversible Automaten Künstliche Intelligenz
<u>Struktur variabel</u>	Selbstorganisation	Deterministisches Chaos Künstliches Leben

Abb. 2.57: Forschungsfelder-Matrix

Aufgrund der für die Zielerreichung benötigten Struktur determiniertheit von Interfaces sind diese für die Konstruktionen der Wirklichkeit selbst verantwortlich. Strukturveränderungen von Unternehmen können deshalb nur erreicht werden, wenn sich die Teilnehmer verändern. Strukturelle Geschlossenheit bedeutet im Rahmen der Evolution eine Anfälligkeit gegenüber externen Störgrößen. Deshalb müssen Interfaces sich temporär strukturell und operational öffnen, wenn diese sich an völlig neue Situationen anpassen müssen. Durch die Endophysik von Rössler können sowohl die biologische Evolutionstheorie als auch die zukünftigen Molekular-Technologien in einen gemeinsamen Kontext gebracht werden.

Das entscheidende Anliegen der Endophysik ist die Lenkung nichtlinearer Interfaces, deren mikrokosmische Strukturen nur indirekt zugänglich sind. In Interfaces wird alles, was nicht direkt der Ideen- und Wissenserzeugung dient, reversibel und deterministisch verlaufen können. Lediglich das Neue, die Informationserzeugung wird irreversibel nach nichtlinearen Gesetzen, wie z.B. dem Deterministischen Chaos vor sich gehen. Im Rahmen der Interface- Theorie gibt es deshalb keine Welt a priori, sondern subjektiv erzeugte Endo-Welten der jeweiligen Teilnehmer komplexer Interfaces. Diese Endo-Welten in Form von Interfaces können miteinander in Beziehung treten und komplexere Interfaces bilden, die ihrerseits wiederum Wirklichkeiten und komplementäre Realitäten erzeugen.

- Die Fähigkeit zur Fluidität erweitert die Machtpotentiale bestehender Netzwerke und erlaubt den Aufbau völlig neuer Machtpotentiale in komplexen Interfaces.

- Fluide Interfaces eröffnen Freiräume für flexible Ver- und Entschaltungen von Netzwerken.

- Die Freiheit komplexer Interfaces kann nur dann erhalten werden, wenn man sich über deren Grenzen bewußt wird.

- Um die Freiheitsgrade zu erhalten, müssen wir auch bereit sein, die Spielregeln der Interfaces zu ändern, wodurch sich neue Randbedingungen ergeben.

Abb. 2.58: Konsequenzen für Macht und Freiheit

Wissenschaftliche Kontexte:	Auswirkungen auf das Management:
- Interfaces passen ihre Strukturen und Prozesse den jeweiligen Problemstellungen an.	- Management bedeutet sowohl die Strukturen als auch die Prozesse der Problemstellungen anzupassen.
- Interfaces sind ein Differenzphänomen zwischen Wissen und Nicht-Wissen.	- Management nimmt Differenzen wahr und bildet neue Differenzen, um neues Wissen und somit neue Identitäten zu bilden.
- Endo-Interfaces ermöglichen eine neuartige Teilnahme an komplexen Problemlösungen.	- Beobachtendes Management führt meistens nur zu linearen Abgrenzungen, dagegen führt teilnehmendes Management häufig zu nichtlinearer Autonomie.
- Der Interface-Ansatz legt die Existenz paralleler Welten und einer fraktalen Zeit nahe.	- Die Analogie zu Bells Nichtlokalität und Everetts Vielen-Welten sind im Makrokosmos die Telepräsenz, Echtzeit und der Cyberspace.

Abb. 2.59: Konsequenzen für das Endo-Management

[1](#) Vgl. Rechenberg (Evolutionsstrategie), 167.

[2](#) Vgl. Rombach (Ursprung), 178.

[3](#) Vgl. Piaget (Biologie), 141.

[4](#) Vgl. Piaget (Biologie), 337.

[5](#) Vgl. Piaget (Biologie), 141.

[6](#) Vgl. Rombach (Ursprung), 128.

[7](#) Wie z.B. ein schmelzender Schneekristall auf der Hand, der sich vom festen in den flüssigen Zustand verwandelt.

[8](#) Vgl. Rombach (Ursprung), 114.

[9](#) Vgl. Rombach (Ursprung), 46.

[10](#) Vgl. von Bertalanffy (System Theory), 208.

[11](#) Vgl. von Foerster (Einsicht), 35.

[12](#) Vgl. Rombach (Ursprung), 48.

[13](#) Während der Relationalismus als Kennzeichen die Anwendungsorientierung hat, ist der Relativismus theoretischer Natur. Deshalb sucht der Relationalismus vorwiegend nach Gewißheiten, während der Relativismus die Wahrheit hinter der Gödelgrenze erforscht.

[14](#) Vgl. Bateson (Ökologie), 596f.

[15](#) Vgl. Streufert (Complexity), 17.

[16](#) Vgl. Maturana (Erkenntnis), 182f.

[17](#) Deshalb ist eine Analogiebildung zu seriellen Computern falsch.

[18](#) Vgl. Fuller (Path), xxii. Das britische Empire war das erste wirklich weltumspannende Imperium der Geschichte und somit der erste Versuch, eine endliche Endo-Struktur 3. Ordnung aufzubauen.

[19](#) Vgl. Russell (Erde), 110.

[20](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 16.

[21](#) Vgl. Ulrich (Unternehmensführung), 191.

[22](#) Vgl. Probst (Autonomie), 4.

[23](#) Vgl. Cramer (Zeitbaum), 253.

[24](#) Vgl. Uchtmann (Simulation), 69.

[25](#) Vgl. von Krogh (Firms), 210.

[26](#) Vgl. Rombach (Ursprung), 46.

[27](#) Vgl. Rössler (Intra-observer), 420.

[28](#) Daß die Wasserteilchen sich dem Lauf des Baches anpassen und gemeinsam stromabwärts fließen kann als Co-Evolution aufgefaßt werden. Dort wo der Bach in ein Flußbett kommt, wirkt er für einen außenstehenden Beobachter geordnet, kommt er in eine Schlucht wirkt er für diesen chaotisch.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, daß man beim Wildwasser-Rafting trotz des chaotischen

Verhaltens des Wassers dem Boot die richtige Richtung geben kann, d.h. auch hier ist eine

Co-Evolution möglich, die verhindert, daß das Boot kentert. Erfolgreiche Co-Evolution ist deshalb

nicht trivial, sondern erfordert ein Verständnis der Metadynamik des Wassers.

[29](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 146.

[30](#) Luhmann (Systeme), 289.

[31](#) Vgl. Rössler (Intra-observer), 420.

[32](#) Vgl. Weibel (Realität), 22.

[33](#) Bolz (Gutenberg-Galaxis), 39.

[34](#) Vgl. Atmanspacher (Introduction), 6.

[35](#) Individuenorientierte Modelle sind im Sinne von Foersters nicht-triviale Modelle mit der Fähigkeit zur temporären operationalen Öffnung.

[36](#) Vgl. Weibel (Technik), 108.

[37](#) Einerseits erlaubt die Manndeckung flexibel auf die Struktur des Gegners zu reagieren andererseits schränkt diese die eigene Struktur für den Spielbau ein, da die Räume nicht kreativ genutzt werden.

[38](#) Vgl. Rössler (Constructivism), 442.

[39](#) Hierbei gibt es den Spezialfall, daß eine Zeitumkehr beim Beobachter äquivalent ist zu einer Zeitumkehr in der externen Welt, was ein Mikroschwanken der Kausalität in der externen Welt erzeugt.

Vgl. Rössler (Constructivism), 442.

[40](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 9. Da makroskopische Differenzen aus mikroskopischen Interaktionen entstehen, kann der Mikrorelativismus von Rössler als Erklärung für die Bildung komplexer Interfaces herangezogen werden (siehe Kapitel 2.2.3).

[41](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 35.

[42](#) Dies sind nicht nur die anderen Interfaces, sondern auch das noch nicht zugängliche Wissen.

[43](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 63.

[44](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 560.

[45](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 560.

[46](#) Ist die Exo -Welt unsere physische Welt, wird dies zwangsläufig so sein. Es sind jedoch durch Simulationen verschachtelte Welten denkbar, bei denen die simulierten Endo-Welten komplexer sind als die simulierten Exo -Welten.

[47](#) Vgl. Malik (Strategie), 77.

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

[49](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 23.

[50](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 33.

[51](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 35.

[52](#) Wie z.B. das Feuer, das Rad, der Pfeil, die Eisenbahn, das Auto, der Computer etc.

[53](#) Weizenbaum (Computer), 157.

[54](#) Vgl. Ulrich (Management), 185.

[55](#) Vgl. Rössler (Flammenschwert), 33.

[56](#) Vgl. Schlosser (Einheitswissenschaft), 131.

[57](#) Vgl. Rössler (Endophysics), 158.

[58](#) Vgl. Mainzer (Complexity), 231.

[59](#) Siehe hierzu auch Robotik in Kapitel 4.4.2 und Zuse-Interface in Kapitel 4.4.4.

[60](#) Vgl. Henderson (Solar Age), 249.

[61](#) Vgl. Luhmann (Systeme), 391.

[62](#) Der hypersprachliche Code des World Wide Web kann als Differenzprinzip verstanden werden, welches Systeme entmischt und neu entfaltet. Vgl. Uchtmann (Simulation), 94.