

3. Der Holonen Ansatz

„Die Kette ist ein hoffnungsloses Modell, wir kommen nicht ohne den Baum aus.“

– [Koestler 1970, S.200] –

In den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts stellte Arthur Koestler eine Studie zu dem Thema Allgemeine Systemtheorie vor; zunächst in seinem Buch „The Ghost in the Machine“¹⁷ und dann ein Jahr später in einer sehr guten Zusammenfassung auf einem Symposium über das neue Menschenbild mit dem Titel „Jenseits von Atomismus und Holismus – Der Begriff des Holons“.¹⁸ Koestler hat ein systemtheoretisches Modell einer **Selbstregulierenden Offenen Hierarchischen Ordnung (SOHO)** entworfen, aber nicht mit Hilfe einer mathematischen Symbolik, sondern in Form von Gleichnissen. Nach der Meinung Koestlers gab es zu der damaligen Zeit noch keine mathematische Symbolik für die von ihm formulierten Gedankengänge [Koestler 1970, S.221].¹⁹

Koestler hat erkannt, dass alle komplexen Strukturen und einigermaßen stabilen Vorgänge eine hierarchische Struktur aufweisen, seien es lebende Organismen, soziale Gesamtheiten, unbelebte Systeme oder Verhaltensweisen [Koestler 1970, S.193]. Ein Hauptgrund dafür ist, dass komplexe Systeme sich in ungleich kürzerer Zeit aus einfachen Systemen entwickeln, wenn es stabile Zwischenformen gibt. Einfache Systeme, die erst stabile Zwischenformen durchlaufen und dann komplex werden, sind zwangsläufig hierarchische Systeme [Koestler 1970, S.195f.].²⁰

¹⁷ Deutsche Übersetzung: „Das Gespenst in der Maschine“.

¹⁸ Enthalten in dem Buch „Das neue Menschenbild“ von A. Koestler und J.R. Smythies.

¹⁹ Anmerkung des Autors: Vielleicht stellen heute Fraktale und neuronale Netze solche Beschreibung dar. Auch die Arbeit von Turin über Morphogenesis sollte neu bewertet werden und aktuelle Themen der Genforschung könnten vom Interesse sein.

²⁰ Bei dem Entwurf des Referenzmodelles wird es aus diesem Grunde auch Zwischenformen zwischen Supply Netz und Firma geben, vgl. Verbindungsholone, S.57ff..

3. Der Holonen Ansatz

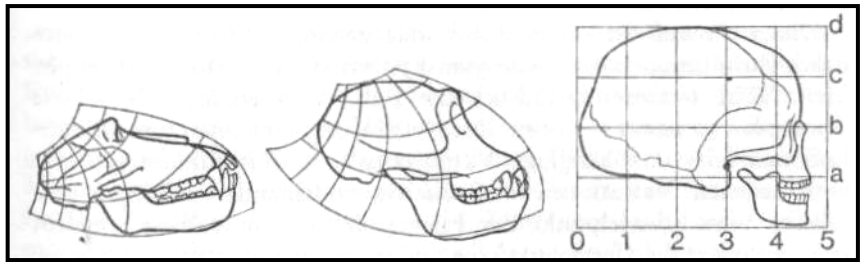


Abbildung 3: Schädel eines Pavians, eines Schimpansen und eines Menschen, Quelle:[Koestler 1968, S.157]

Dieses von Herbert Simon erdachte Prinzip stellt das Vorgehen der Modularisierung dar. Simon weist darauf hin, dass in den komplexen Systemen der Natur die Hierarchien vorherrschen. Seiner Meinung nach reicht unter allen möglichen komplexen Strukturen nur bei Hierarchien die Zeit zu deren Entwicklung aus.

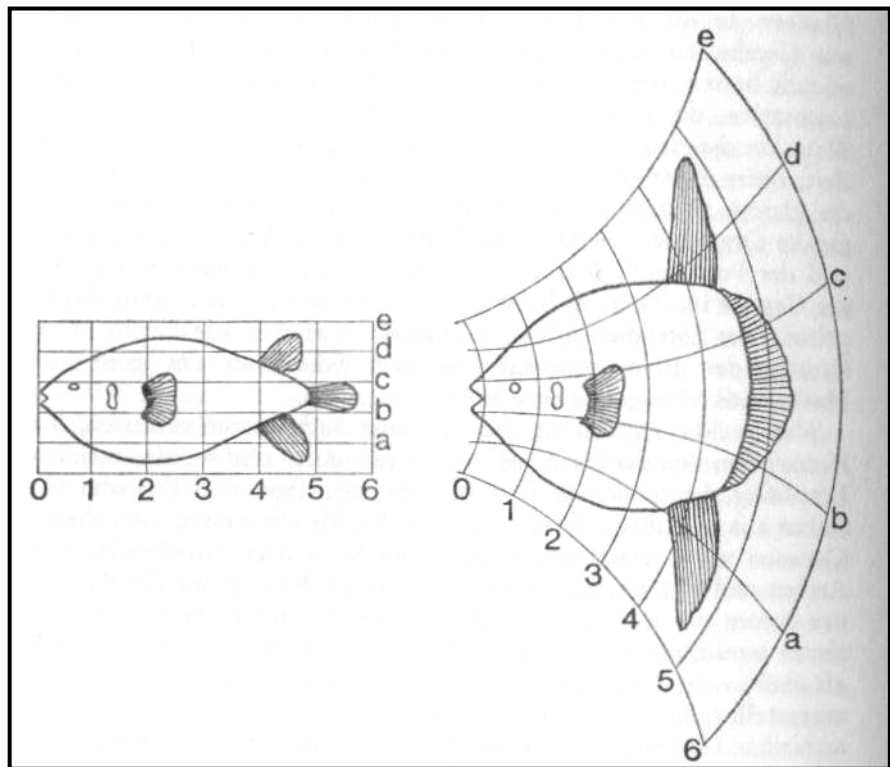


Abbildung 4: Sonnenfisch und Igelstich, Quelle:[Koestler 1968, S.156]

Die Evolution hält (wahrscheinlich aus diesem Grunde) an einmal erprobten Strukturen fest und verändert diese durch **harmonische Verzerrung** [Koestler 1970, S.196]. Zu sehen ist dies in der Abbildung 3, die die Ähnlichkeiten der Schädel eines Pavians, eines Schimpansen und eines

3. Der Holonen Ansatz

Menschen zeigt, und in der Abbildung 4, in der ein Sonnenfisch durch Verzerrung das Bild eines Igelfisches annimmt.

3.1. Hierarchien

„Hierarchien kann man als sich ‚vertikal‘ verzweigende Strukturen ansehen, deren Zweige sich mit denen anderer Hierarchien auf mannigfachen Niveaus verflechten und ‚horizontale‘ Netzgeflechte bilden: Verzweigungen und Verflechtungen sind komplementäre Prinzipien in der Architektur von Organismen und Sozialverbänden.“

– [Koestler 1970, S.213] –

Simon hat sich mit der Häufigkeit beschäftigt, mit der Komplexität in hierarchischer Form erscheint. Hierarchisch bedeutet bei Simon, dass hierarchische, komplexe Systeme aus Subsystemen aufgebaut sind, die wiederum selbst aus Subsystemen bestehen [Simon 1990, S.145]. Koestler beschreibt die Struktur einer Hierarchie über die Verbindungen, die zwischen den höheren und den niedrigeren Levels bestehen [Koestler 1970, S.211].

Das Etablieren einer Hierarchie (siehe Abbildung 5) bildet sowohl die Basis der Strukturierung, als auch der Kontrolle eines Systems.²¹ Typischerweise bieten Hierarchien einen Top-Down-Fluss von Befehlen und einen Bottom-Up-Fluss von Informationen an.

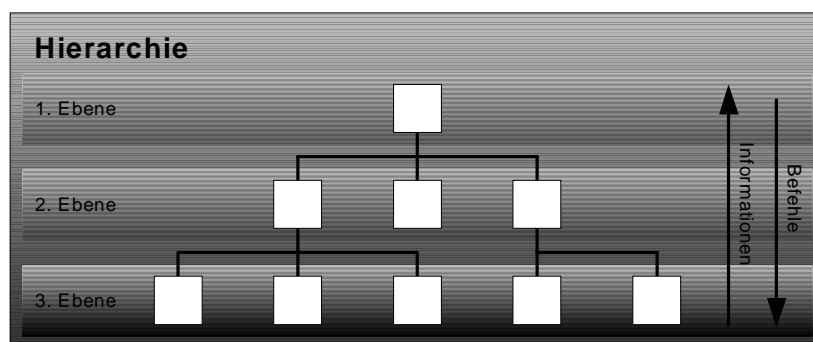


Abbildung 5: Hierarchie, Quelle [Peters 2003, S.12]

²¹ Was nicht heißt, dass nur hierarchische Kontrollsysteme existieren.

3. Der Holonen Ansatz

Demzufolge existieren zum einem Output-Hierarchien und zum anderen Input-Hierarchien (siehe Abbildung 6). Output-Hierarchien operieren nach einem Schalter-Prinzip: ein relativ simples, implizites oder codiertes Signal in höheren Ebenen löst einen komplexen, vorgefertigten Mechanismus in niedrigeren Ebenen aus. Bei Output-Hierarchien ist es immer ein verschlüsseltes Signal – das verhältnismäßig einfach sein kann – das als Auslöser für komplexe, vorprogrammierte Mechanismen wirkt. Wichtig ist hierbei, dass dieser Vorgang der schrittweisen Übersetzung des einfachen Signals zur Auslösung komplexer Handlungen eine Folge von Aktivierungsprozessen darstellt, von denen jeder dieser Prozesse mit dem Öffnen eines Kombinationsschlusses vergleichbar ist. Bei der Umsetzung eines Signals sind ständig alle Arten von Rückkopplungs- und Vorkopplungsmechanismen involviert [Koestler 1970, S.196].²²

„Dieses hierarchisch organisierte Lebewesen, das ich bin, operiert in einer Hierarchie von Umwelten, gelenkt durch eine Hierarchie von Rückkopplungsmechanismen.“

– [Koestler 1970, S. 204] –

Input-Hierarchien operieren nach dem inversen Prinzip. Anstatt eines auslösenden Schalters sind sie mit Filtern ausgestattet, die den Input vom Datenrauschen befreien und die relevanten Informationen herausfiltern. Output-Hierarchien konkretisieren und zerteilen; Input-Hierarchien abstrahieren und generalisieren [Wyns 1999, S.40 und Koestler 1970, S.200].

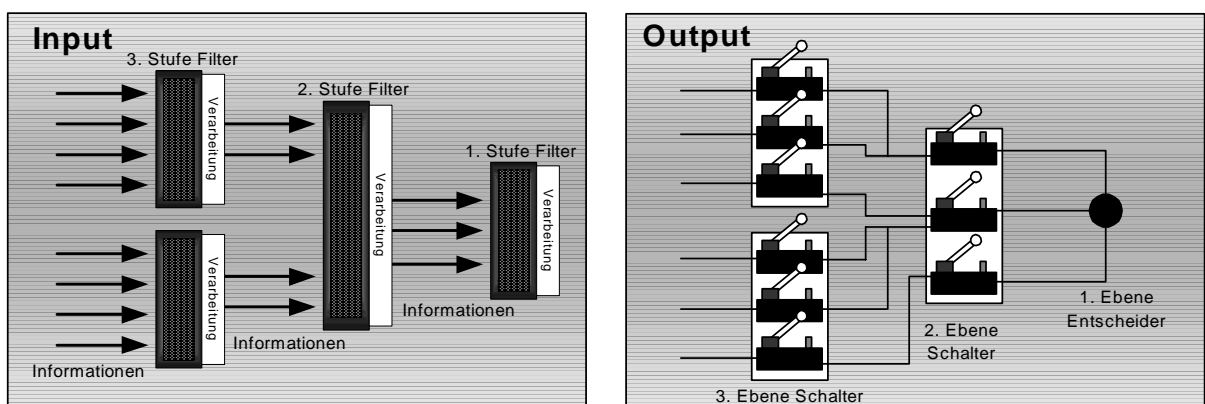


Abbildung 6: Input-Hierarchie und Output-Hierarchie, Quelle [Peters 2003, S.12]

²² In einem Supply Netzwerk sind folgende Vorkopplungsmechanismen denkbar: Marktprognosen, Anfragen nach dem Status bestellter Güter, Simulationen (z.B. Worst-Case Szenario, allgemein die Suche nach einer Optimalen Lösung), Planung allgemein.

3. Der Holonen Ansatz

Bei beiden Hierarchiearten ist das Prinzip des Feedbacks immanent vorhanden, ständig wird wie im Regelkreis das Ergebnis von Änderungen mit dem Ziel verglichen. Als mahnende Worte jedoch sind folgende Worte zu verstehen:

„Wir sollen uns aber davor hüten, das Prinzip der Rückkopplungssteuerung als Zauberformel zu betrachten. Das feedback-Konzept allein, ohne die Ergänzung durch das Prinzip der hierarchischen Organisation, ist wie der Buckel ohne die Katze.“

– [Koestler 1970, S.203] –

Nach Paul Weis führt im Nervensystem eines Organismus eine bestimmte Struktur des Inputs nicht zu einer bestimmten Struktur des Outputs, sondern die inneren Vorgänge im Nervensystem werden modifiziert, die selbst eine eigene strukturelle Organisation aufweisen. Hier liegt der wesentliche Unterschied zwischen einem Stimulus-Response-Modell und dem Konzept der Selbstregulierenden-Offenen-Hierarchischen-Ordnung (SOHO): nach ersterer wird das Verhalten durch die Umwelt determiniert, während nach dem SOHO-Modell das Feedback aus der Umwelt nur führend, korrigierend und stabilisierend auf vorhandene Verhaltensmuster einwirkt [Koestler 1970, S.204f.].

Hierarchien werden zu meist als starre und flexible Gebilde angesehen. Es gibt jedoch Ansätze, die dies nicht tun, z.B. dynamische Hierarchien²³ oder der Holonen Ansatz. In dem letzteren kann es zu einer neuen Verkettung der Hierarchien kommen, z.B. könnte ein Holon der Stufe 3 in die nächsthöhere Stufe aufsteigen.

²³ Wobei die holonische Sichtweise eine Unterkategorie von dynamischen Hierarchien sein kann. Dieser wissenschaftliche Zweig des Artificial Life's ist noch nicht sehr ausgereift und dem holonischen Prinzip noch nicht ausführlich begegnet.

3. Der Holonen Ansatz

Strukturelle und dynamische Hierarchien

Es gibt einen Unterschied zwischen strukturellen und dynamischen Hierarchien. Strukturelle Hierarchien sind gebildet worden durch die Teil-Ganzes Beziehung.

„Eine hierarchische Ordnung in physikalischen Systemen, wie etwa im Raumgitter eines Kristalls(...), resultiert aus der Vereinigung von ursprünglich separierten Systemen niederer Ordnung, in diesem Fall von Atomen und Radikalen. In biologischen Bereich aber herrscht die Differenzierungshierarchie vor, die man in unbelebten Systemen kaum antrifft (Immerhin begegnet man ihr in der „Differenzierung“ einer Flamme in verschiedene Regionen).“

– [Bertalanffy 1970, S.89] –

Es existieren auch manche Systeme, wo die langsamere high-level- und die schnellere lower-level-Dynamik sich beeinflussen (wenn auch schwach). Simon hat solche Systeme beinahe zerlegbare Systeme genannt [Simon 1994 , S.156f.].

Diese Systeme haben folgende Eigenschaften:

- Das kurzfristige Verhalten jeder Komponente der Subsysteme ist annähernd unabhängig von dem kurzfristigen Verhalten irgendwelcher anderen Komponenten
- Langfristig hängt das Verhalten jeder Komponente nur aggregiert von dem Verhalten der anderen Komponenten ab.

3.2. Das Holon – vom hierarchischen Prinzip zum Holonen Ansatz

An der evolutionären Stabilität der Untereinheiten komplexer Systeme in der Natur spiegelt sich ihre bemerkenswerte Autonomie oder Selbstständigkeit wieder. Jede Untereinheit ist in der Lage, als ein quasi unabhängiges Ganzes zu funktionieren. Sie sind Sub-Ganzes, die sich ihren untergeordneten Teilen gegenüber als abgeschlossenes Ganzes zeigen, in Bezug auf die übergeordneten Kontrollsysteme aber abhängige Teilchen darstellen [Koestler 1970, S.196].

3. Der Holonen Ansatz

„Diese Relativität der Begriffe ‚Teil‘ und ‚Ganzes‘ bezüglich ihrer Anwendung auf derartige Untersysteme bildet ein weiteres allgemeines Charakteristikum der Hierarchie.“

– [Koestler 1970, S.196] –

Gerade dieser Teilchen-Ganzes Dualismus ist für Koestler überaus wichtig. Von der Bedeutung der Worte her stellt ein ‚Teil‘ etwas Fragmentarisches und Unvollständiges dar, dass für sich allein keine Existenzberechtigung aufweist. Das Teil von etwas zu sein, entspricht einer Tendenz zur Integration.²⁴ Der Ausdruck ‚Ganzes‘ steht für etwas in sich Vollständiges, das keiner weiteren Erklärungen mehr bedarf. Für dieses Teil-Ganzes hat Koestler den Begriff ‚Holon‘ geprägt, abgeleitet vom griechischen **holos = ganz**, mit dem Suffix **-on** (Neutron, Proton), das ein Teil andeutet [Koestler 1970, S.196f.].

Autonomie- und Integrationstendenz

Eine Grundlage für den Zusammenhalt, die Stabilität und die spezifischen Funktions- und Strukturmuster eines Holons, also seine Tendenz zur Autonomie, bilden Regeln oder besser gesagt ein Kanon aus diesen.

Die Regeln beschreiben den *Inhalt*, die *strukturelle Konfiguration* und die *Funktionsmuster* eines Holons. Während Regeln die möglichen Handlungen eines Holons definieren, sucht die Strategie die jeweilige Handlung in Hinblick auf die Umweltvoraussetzungen aus. Ein Holon kann aus seinen Regeln eine Strategie zusammenstellen, die seinen eigenen Wünschen, Zielen, Interpretation der Umwelt etc. entspricht. Ein Holon besitzt also verschiedene Auswahlstrategien, die relativ flexibel sind, jedoch nur auf einen festen Kanon zurückgreifen.²⁵

²⁴ „Die allgemeinste Manifestation von INT-Tendenzen [Anmerkung: Integrationstendenzen] besteht in der Umkehrung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik bei offenen Systemen, die ‚von negativer Entropie gespeist werden‘ (Schrödinger), und in der evolutionären Tendenz zur ‚zur spontanen Entfaltung von Zuständen größerer Heterogenität und Komplexität‘ (Herrick).“ [Koestler 1970, S.212]

²⁵ „Es ist unmöglich bei komplexen Lebewesen zwischen angeborenen und erlernten Verhalten eine klare Trennungslinie zu ziehen, insbesondere weil sich zwischen diesen beiden Faktoren die wichtige Zone der Selbstregulierung ausbreitet.“ [Inhelder 1970, S.128f] D.h. Regeln ändern sich ebenfalls, sie können durch Erlerntes erweitert oder gar kompensiert werden.

3. Der Holonen Ansatz

Es gibt noch eine zweite Haupttendenz eines Holons: Die Tendenz zur Integration in ein größeres Ganzes. Diese Tendenz ergibt sich aus dem Teilchen-Charakter eines Holons. Aus der Integrationstendenz leiten sich die Kooperations- und Kommunikationsfähigkeiten eines Holons ab.

Nicht alle Komplexe ist ein Holon, es muss schon eine hierarchische Ordnung besitzen und sowohl Regeln als auch Strategien sein eigen nennen.²⁶ Ohne eine wie auch immer geartete Kommunikations- und Reaktionsfähigkeit ist ebenfalls nicht von Holonen zu sprechen. Anhäufungen von Artefakten sind als solche keine Holone, aber sie können durchaus Bestandteil eines Holons sein (z.B. der Friedhof einer Ameisenkolonie oder der Kieshaufen einer Kiesgrube sind essentielle Bestandteile des jeweiligen Überholons).

Selbstregulation

Das Prinzip der Selbstregulation ist fundamental für das Konzept der Autonomie. Wenn ein Holon ein semi-autonomes 'Teil-Ganzes' darstellt, muss es mit Selbstregulierungsplänen ausgestattet sein. Mit anderen Worten, eine Handlung muss auf der einen Seite den eigenen internen Regeln entsprechen und auf der anderen Seite von beobachteten Variablen der Umwelt abhängen. Es muss ein konstanter Fluss an Informationen von dem Prozess der Handlungserfüllung zu dem Teil, der dies kontrolliert, geben. Eine Handlung muss permanent nachgeregelt werden, was dem Prinzip des Feedback Controls entspricht²⁷ [Koestler 1976, S.97].

3.3. Holarchie

Hierarchien von komplexen Systemen, in denen nicht nur einfache Verbindungsstrukturen, sondern auch heterarchische Subsysteme zu finden sind, werden von Koestler als Holarchien bezeichnet. Holarchien stellen eine

²⁶ Das wir dies nicht immer erkennen, ist ein anderes Problem.

²⁷ Das Prinzip der Feedback Controls koppelt den Output mit dem Input.

3. Der Holonen Ansatz

Anordnung von Holonen dar, die hierarchisch miteinander verbunden sind, wobei jedes Holon an sich eine andere interne Struktur aufweisen kann. Sollte es immer wiederkehrende Strukturierungsmerkmale geben, so kann von einer fraktalen Ordnung in der hierarchischen Strukturierung gesprochen werden.

Ganz allgemein haben Holarchien kein Ende, weder nach unten noch nach oben. Das oberste klassifizierte Holon, das Überallem-Ganze, kann immer noch Teil eines noch höheren Ganzen sein; genauso wie das kleinste Holon, das den elementarsten Teil eines Systems ausmacht, immer noch in kleinere Teile zerlegbar ist. Die höheren Schichten einer Holarchie sind normalerweise nicht im direkten Kontakt mit den niedrigeren und umgekehrt. Signale werden über etablierte Kanäle übertragen von einer Schicht zur nächsten, ein Schritt zur Zeit, ob hoch oder runter. Ein Kurzschluss des Informationsflusses über mehrere Schichten hinweg kann zu verschiedensten Störungen des Systems führen [Koestler 1976, S.112]. Mit jedem Schritt aufwärts in der Holarchie zeigen Holone in zunehmenden Maß komplexere, flexiblere und weniger voraussagbare Verhaltensstrukturen, mit jedem Schritt abwärts trifft man zunehmend auf mechanisierte, stereotype und voraussagbare Verhaltensstrukturen.

Bei der Aktivierung von Tätigkeiten sind in den oberen Holarchiestufen noch relativ große Freiheiten vorhanden, in den unteren jedoch immer weniger, bis hin zur automatischen Ausführung der Tätigkeit. Als Beispiel kann man sich das Schreiben vorstellen. Die Auswahl der Themen ist riesengroß. Auf der nächsttieferen Stufe, der Formulierung der Sätze, gibt es immer noch viele verschiedene Alternativen, doch die Regeln der Grammatik und der Wortschatz stellen eine Beschränkung dar. Die darauf folgenden Regeln der Rechtschreibung sind starr und bieten keinen Spielraum für flexible Strategien. Die Muskelkontraktionen beim Schreiben selbst sind schließlich vollkommen automatisiert [Koestler 1970, S. 205].

„Eine Sub-Fertigkeit oder ein Verhaltensholon auf der n-ten Stufe der Hierarchie besitzt mehr Freiheitsgrade (eine größere Auswahl von Strategien, die der Kanon zulässt) als ein Holon auf der (n+1)-ten Stufe.“

– [Koestler 1970, S. 206] –

3. Der Holonen Ansatz

Alle Fertigkeiten zeigen mit zunehmender Übung eine Tendenz zur Automatisierung [Koestler 1970, S. 203], ähnlich der Lernkurve im Unternehmen bei der Produktion eines Gutes. Es werden also am Ende immer weniger Holone höherer Ebenen in Anspruch genommen und die niederen erfüllen vollkommen die Tätigkeiten. Tritt jedoch ein unerwartetes Ereignis auf, so werden die höheren Ebenen wieder eingeschaltet. Eine Holarchie ist in Abbildung 7 zu sehen.

weitere Ebenen

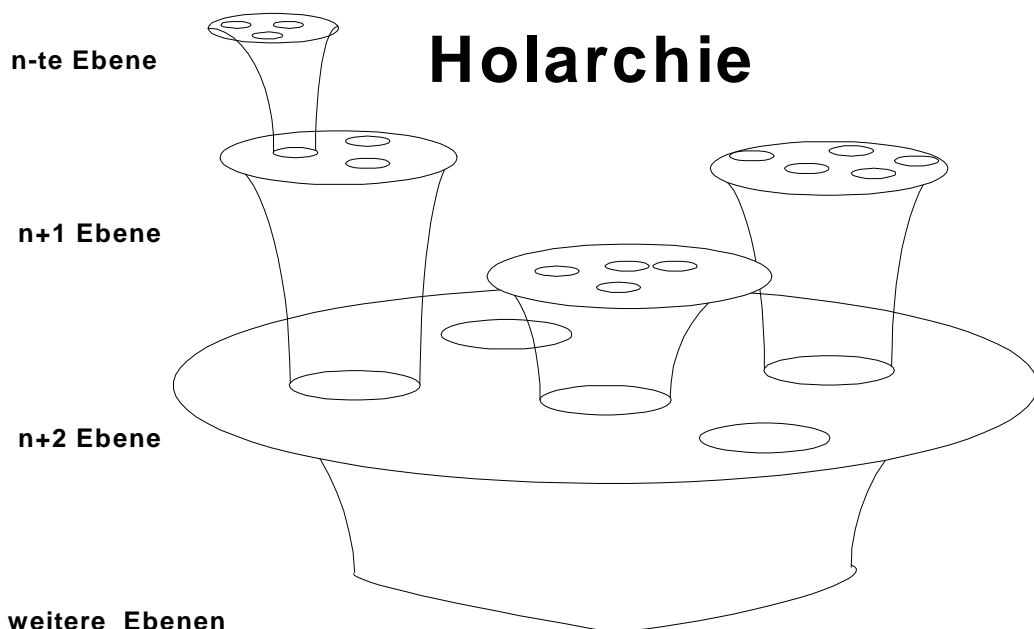


Abbildung 7: Holarchie, Quelle [Peters2003, S.20]

Holone gehören natürlicherweise mehreren Hierarchien gleichzeitig an. Die Struktur von komplexen Systemen kann beschrieben werden als ein Ineinandergreifen von verschiedenen Typen von Hierarchien.²⁸ In einer Holarchie können die Holone durch andere Holone ersetzt werden, wenn diese die Restriktionen des Vorgängers beachten.

²⁸ Anmerkung des Autors: Verschiedene ineinander greifende Holarchien sind ein äußerst interessantes, noch nicht erschlossenes Forschungsthema unter dem Gesichtspunkt der Lenkungs-, Steuerungs- und Selbstregulierungsmechanismen.

3. Der Holonen Ansatz

3.4. Eigenschaften eines Holons

Aus dem Konzept des Strebens nach Autonomie und Kooperation abgeleitete Unterfunktionen sind im Folgenden beschrieben. Um autonom handeln zu können, muss das Holon Wissen über sich selbst besitzen. Ein Holon muss seine eigenen Fähigkeiten und damit auch die Fähigkeiten seiner Unterholone kennen.²⁹ Ebenfalls Autonomie unterstützend wirkt eine reaktive Selbstkontrolle, die mit Hilfe eines internen Kontrollsystems umgesetzt wird.

Der Teilchencharakter des Holons kann nur erfüllt werden, wenn das Holon Wissen über seine Umwelt besitzt und Kontakt mit ihr aufnehmen kann. Dieser Kontakt kann durch den Austausch von Informationen, Objekten oder gar ganzer Unterholone erfolgen.

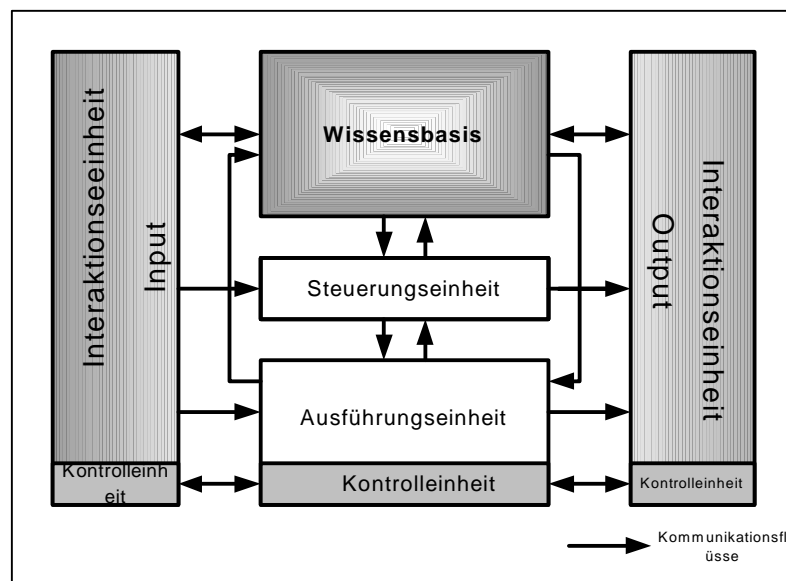


Abbildung 8: Grundstruktur eines Holons, Quelle [Peters2003, S.52]

Holone sind autonom und gleichzeitig integrationsfähig. Dafür müssen sie Regeln besitzen und diese auch Fall entsprechend anwenden und kombinieren können. Inwieweit hierbei von einer selbstplanenden Einheit gesprochen werden kann, ist zur Diskussion gestellt. Wenn jedoch ein Holon mit expliziten Planungsfunktionen gewünscht wird, so ist es möglich, das Holon mit kognitiven Funktionen auszustatten (je nach Stand der KI-Forschung natürlich). Summa

²⁹ Vgl. S.17

3. Der Holonen Ansatz

summarum besteht ein Holon aus einer Interaktionseinheit, die für den Kontakt zur Umwelt zuständig ist, einer Wissensbasis, die für die verschiedenen Module Wissen enthält, und je nach Aufgabe einer Steuerungseinheit und einer Ausführungseinheit³⁰ (siehe Abb.8).³¹

Aus Sicht der Strukturierung hat die Rekursivität einer Holarchie Auswirkungen auf das letzte³², modellierte Holon. In der Tabelle 1 sind alle wichtigen Merkmale eines Holons zusammengefasst.

Holon
Ganzes-Teilchen Dualismus -> Autonomie und Integrationstendenz
Feste Regeln (Kanon) und flexible Strategien
Auslöser und Abtastvorrichtungen
Hierarchische Ordnung und Rückkopplung (feedback)

Tabelle1 :Holon

3.5. Das Holon und Supply Chain Management – miteinander vereinbar?

Die holonische Sichtweise dient dem Umgang mit komplexen Systemen. Supply Netze sind komplexe Systeme, deren Komplexität nach der Deloitte Studie (2003) sogar noch weiter ansteigen wird. Nach Krallmann et al. (1998) unterstützen Holone die Modellierung sowohl heterarchischer als auch hierarchischer Kontrollsysteme und ermöglichen überdies auch noch die Kombination von beiden. Es ist also möglich, mit Holonen sowohl pyramidenförmige Supply-Netze mancher Automobilfirmen zu schaffen, als auch die flachen Netzwerke der Bekleidungsindustrie zu modellieren. Der Teil-Ganzes Dualismus spiegelt sich in der Eigenständigkeit der Unternehmen, also der

³⁰ Rein reaktive Holone brauchen keine ausgeprägte Steuerungseinheit.

³¹ Für eine genauere Ausführung der einzelnen Bestandteile, vgl. Peters (2003) S.45-56.

³² Mit dem "letzten" Holon ist ein Holon gemeint, das keine weiteren Unterholone mehr besitzt und somit als Abbruchkriterium für die rekursive Struktur der Holarchie gilt, vgl. Peters (2003) S.54.

3. Der Holonen Ansatz

Netzknoten und ihrer Teilnahme an dem Supply Netzwerk wider. Durch die Teilnahme am Supply Netzwerk integrieren sie sich in ein größeres Ganzes und profitieren davon. Unternehmen können Teilnehmer mehrerer verschiedener Netzwerke sein, was dem Bild der verflochtenen Hierarchien entspricht. Die Ausstattung der Holone mit festen Regeln und flexiblen Strategien ist äquivalent zu den Ressourcen des Unternehmens und deren Einsatz. Das Prinzip des Feedback-Controlls der einzelnen Holone kann in den Bemühungen der Unternehmen, Informationen von außen zu erlangen, und dem Vergleich zwischen Planungsdaten und Ist-Daten wiedergefunden werden. Der Holonen Ansatz stellt insgesamt eine Beschreibungsmöglichkeit für Supply Netzwerke dar, die es gilt, in der Praxis zu erproben.