

Günther Ossimitz
Christian Lapp

Systeme

Denken und Handeln

Das Metanoia-Prinzip

Eine Einführung

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available in the
Internet at <<http://dnb.ddb.de>>.

Günther Ossimitz
Christian Lapp

Systeme
Denken und Handeln

Das Metanoia-Prinzip

Eine Einführung

ISBN 978-3-88120-423-1

Variierte Version der ersten Auflage.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die der
Vervielfältigung und Übertragung auch einzelner Textabschnitte, Bilder oder Zeichnungen
vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Zustimmung des Verlages in
irgendeiner Form reproduziert werden (Ausnahmen gem. 53, 54 URG). Das gilt sowohl für
die Vervielfältigung durch Fotokopie oder irgendein anderes Verfahren als auch für die
Übertragung auf Filme, Bänder, Platten, Transparente, Disketten und andere Medien.

© 2013 by Verlag Franzbecker, Hildesheim

Inhalt

Vorwort	11
Zum Aufbau dieses Buches	11
Wie soll man dieses Buch lesen?	12
Das „Metanoia-Prinzip“	13
Zu dieser Auflage	13
Danksagung	14
1 Vernetztes Denken	15
1.1 Was ist ein System? – Begriffsdefinition	15
1.1.1 Elemente, Beziehungen, Systemgrenzen	16
1.1.2 Geschlossene und offene Systeme	19
1.1.3 Funktionen von Systemen	21
1.1.4 Systeme nach Rapoport	22
1.2 Systeme betrachten	23
1.2.1 Struktur und Verhalten von Systemen	23
1.2.2 Strukturelle und dynamische Komplexität von Systemen	25
1.2.3 Lineare, nichtlineare und rückgekoppelte Systeme	27
1.2.4 Systeme, Teilsysteme und Obersysteme	30
1.2.5 System und Beobachter	31
1.2.6 Selbstbezüglichkeiten, Paradoxien und Metaebenen	32
1.2.7 Aporetische Konflikte	36
1.3 Systeme darstellen und modellieren	38
1.3.1 Denken und Darstellen	38
1.3.2 Systemdenken braucht systemische Darstellungsmittel	40
1.3.3 Vier Darstellungsmodi von Systemen	41
1.3.4 Wirkungsdiagramme (Causal Loop Diagrams)	42
1.3.5 Arten von Wirkungsbeziehungen	45
1.3.6 Wirkungsketten	46
1.3.7 Rückkopplungen	48
1.3.8 Eskalierende vs. stabilisierende Rückkopplungen	49
1.4 Systemarchetypen nach Senge	53
1.4.1 Systemarchetyp „Eskalation“	54
1.4.2 Systemarchetyp „Erfolg den Erfolgreichen“	56
1.4.3 Die Bedeutung der wahrgenommenen Systemgrenzen	57

1.5 Was ist Vernetztes Denken?	58
1.5.1 Lineares (funktionales) Denken	59
1.5.2 Vernetztes Denken	61
1.6 Systemansätze in verschiedenen Wissenschaften	63
1.6.1 Der mathematische Systemansatz – Gleichungssysteme	63
1.6.2 Allgemeine Systemtheorie – General Systems Theory	64
1.6.3 Der kybernetische Systemansatz	64
1.6.4 Der System Dynamics Ansatz	66
1.6.5 Ökologischer Systemansatz	68
1.6.6 Der Kommunikationstheoretische Systemansatz	70
Literatur zu Kapitel 1	72
2 Zeitliche Dynamiken	73
2.1 Die Logik des Misslingens nach Dietrich Dörner	73
2.1.1 Forschungsergebnisse zum Komplexen Problemlösen	73
2.1.2 Zeitgestalten versus Raumgestalten	75
2.2 Verschiedene Typen von zeitlichen Dynamiken	77
2.2.1 Kontinuierliche vs. diskrete Modellierung von Zeit	78
2.2.2 Kontinuierliche vs. diskontinuierliche Veränderungen	80
2.2.3 Dynamisches Gleichgewicht vs. Ungleichgewicht	81
2.2.4 Wachstum versus Abnahme	82
2.3 Stabilität und Wandel	83
2.3.1 Stabilität von Systemen	83
2.3.2 Stabilität und Betrachtungshorizont	84
2.3.3 Wandel erster und zweiter Ordnung	85
2.4 Systemarchetyp „Shifting the Burden“	86
2.4.1 Wandel erster Ordnung und „Shifting the Burden“	87
2.4.2 Die lange Geschichte von Shifting the Burden	89
2.4.3 Die Logik von „Quick and Dirty“-Lösungen	90
2.4.4 Problemverschiebung auf den Intervenierenden	91
2.4.5 Systemarchetyp „Erodierende Ziele“	92
2.4.6 Scylla und Charybdis	93
2.5 Zeitverzögerungen	94
2.5.1 Fallbeispiel: Auswirkungen der Ein-Kind-Politik in China	95
2.5.2 Das Prinzip von Saat und Ernte	96

2.5.3 Homöostat mit Zeitverzögerung	97
2.5.4 Das Kühlhaus-Experiment	102
2.5.5 Der Schweinezyklus	103
2.6 Zeitverzögerung und das Thema Geld	105
2.6.1 Die Logik von Schulden	105
2.6.2 Wie sollen wir mit dem Thema Schulden umgehen?	109
2.7 Wachstumsformen	113
2.7.1 Begrenztes und unbegrenztes Wachstum	114
2.7.2 Systeme mit Zwang zu permanentem Wachstum	118
2.7.3 Lineares Wachstum	120
2.7.4 Exponentielles Wachstum	120
2.7.5 Logistisches Wachstum	122
2.7.6 Logistisches Wachstum und Chaos	123
2.8 Stocks and Flows	128
2.8.1 Grundsätzliches zur Stock-Flow-Logik	128
2.8.2 Bestandsgrößen, Veränderungsgrößen und Flussgrößen	130
2.8.3 Stock-Flow-Diagramme	131
2.9 Der Keynesianische Multiplikatoreffekt	134
2.9.1 Das Grundmodell von Keynes	135
2.9.2 Der Multiplikator-Effekt	137
2.9.3 Wirtschaftspolitik mit dem „Multiplikatoreffekt“	138
2.9.4 Ein dynamisches Keynes-Modell mit Excel	139
2.9.5 Statische vs. Dynamische Modellierung	142
Literatur zu Kapitel 2	143
3 Denken in Modellen	145
3.1 Modelle und Modellbilden	145
3.1.1 Modellbilden als Konstruktionsprozess	145
3.1.2 Radikaler Konstruktivismus	149
3.1.3 Modellannahmen	152
3.2 Einige Gedanken zum Messen	155
3.2.1 Direkte und abgeleitete Messungen	155
3.2.2 Messvorschriften und Messergebnisse	156
3.2.3 Genauigkeit von Messungen und Messfehler	159
3.3 Qualitative vs. quantitative Modellierung	161

3.3.1 Die qualitative und die quantitative Welt _____	161
3.3.2 Vier Typen der Darstellung von System-Modellen _____	162
3.3.3 Bestands- und Flussgrößen _____	166
3.3.4 Der „Papiercomputer“ _____	170
3.4 Modellieren als kooperativer Prozess _____	175
3.4.1 Das „Do-it-yourself-Syndrom“ der Mathematik _____	175
3.4.2 Kooperation zwischen Anwendern und Modellierspezialisten _____	176
3.5 Nutzung von Modellbildungssoftware _____	178
3.5.1 Modellierung von Zeit am Computer _____	178
3.5.2 Tabellenkalkulationsmodelle _____	179
3.5.3 Mindmapping-Software _____	181
3.5.4 Simulationssoftware _____	181
3.5.5 Modellbildungssoftware im Vergleich _____	184
Literatur zu Kapitel 3 _____	184
4 Systemgerechtes Handeln _____	187
4.1 Die Konflikttheorie von Gerhard Schwarz _____	187
4.1.1 Sinn von Konflikten _____	187
4.1.2 Konfliktarten _____	188
4.1.3 Sechs Stufen der Konfliktlösung _____	191
4.1.4 Flucht _____	191
4.1.5 Kampf mit Vernichtung des Gegners _____	192
4.1.6 Unterwerfung des Gegners _____	194
4.1.7 Delegation an eine höhere Instanz _____	195
4.1.8 Hierarchie und Grundaporien _____	199
4.1.9 Kompromiss _____	203
4.1.10 Konsens bzw. Konfliktlösung als Prozess _____	205
4.1.11 Fallstudie: „Get in Touch with Chaos – eine für Laien verständliche Einführung in die Chaostheorie“ _____	209
4.1.12 Aporetische Konflikte in der Praxis _____	212
4.2 Vernetztes Denken im Management _____	216
4.2.1 Die St. Gallener Schule systemischen Managements _____	216
4.2.2 Sieben Denkfehler im Umgang mit komplexen Problemen _____	216
4.3 Peter Senge: Organisationales Lernen _____	223
4.3.1 Fünf Disziplinen einer Lernenden Organisation _____	224
4.3.2 Gesetze der fünften Disziplin nach Senge _____	227

4.3.3 Radikales Umdenken – Metanoia	231
4.4 Soziale Systeme und deren Besonderheiten	232
4.4.1 Besonderheiten sozialer Systeme	232
4.4.2 Steuerung sozialer Systeme	233
Literatur zu Kapitel 4	234
5 Selbstorganisation und lebende Systeme	237
5.1 Selbstorganisierende Systeme	237
5.1.1 Zur Wissenschaftsgeschichte der Selbstorganisation	237
5.1.2 Selbstorganisierende Systeme und Leben	238
5.1.3 Besonderheiten selbstorganisierender Systeme	238
5.1.4 Fassetten einer Theorie der Selbstorganisation	239
5.1.5 Stellenwert für das System-Denken	240
5.2 Energie und Entropie in Systemen	241
5.2.1 Energie und Arbeit	241
5.2.2 Energie messen	242
5.2.3 Energieerhaltung	242
5.2.4 Entropie	244
5.2.5 Information und Entropie	245
5.2.6 Offene und abgeschlossene Systeme	246
5.3 Die Theorie dissipativer Strukturen	247
5.3.1 Entfernung vom Gleichgewicht	247
5.3.2 Im und nahe dem Gleichgewicht: Nichts Neues	250
5.3.3 Jenseits des Kritischen Punktes: Selbstorganisation	251
5.3.4 Über- überkritischer Energieeintrag: Turbulentes Chaos	253
5.3.5 Schlussfolgerungen aus dem Experiment	253
5.4 Eigenschaften selbstorganisierender Systeme	255
5.4.1 Entstehung von Raum	255
5.4.2 Entstehung von Zeit	255
5.4.3 Wahrnehmung und Sensibilität	256
5.4.4 Voraussagen	256
5.4.5 Die zwei "Tode" eines Systems	257
5.4.6 Flexibilität	258
5.4.7 Charakteristika selbstorganisierender Systeme	259
5.4.8 Verschiedene Formen von Gleichgewicht	259

5.5 Selbstorganisierende Systeme und Maschinen	260
5.5.1 Eigenschaften von Maschinen	260
5.5.2 Technische Immunisierung und ihre Folgen	261
5.6 Lebende autopoietische Systeme	263
5.6.1 Leben als Selbstorganisationsprozess	263
5.6.2 Eigenschaften autopoietischer Systeme	264
5.6.3 Operationale Geschlossenheit und Strukturelle Kopplung	265
5.6.4 Metazellularität	265
5.6.5 System- und Beobachterkategorien	266
5.6.6 Kommunikation	266
5.7 Soziale Systeme und Aporien	267
5.7.1 Selbstorganisation sozialer Systeme	267
5.7.2 Unterschiede und Konflikte	267
5.7.3 Selbstorganisation und aporetische Konflikte	268
5.8 Chaostheorie	269
5.8.1 Selbstorganisation und Chaostheorie	269
5.8.2 Phasenraum und Attraktoren	270
5.8.3 „Seltsame Attraktoren“	272
5.8.4 Kategorien von Attraktoren	273
5.8.5 Eigenschaften chaotischer Systeme	275
5.8.6 Iteration und Bifurkation	275
5.8.7 Alltagsanwendungen des deterministischen Chaos	277
5.8.8 Von der Ordnung zum Chaos	278
5.8.9 Modellierung mit Differenzen- oder Differenzialgleichung	282
5.8.10 Chaos ab drei Dimensionen	283
5.8.11 Das Yin und Yang des Chaos	283
Literatur zu Kapitel 5	286

Vorwort

Entstanden ist dieses Buch aus einem Vorlesungsskriptum „Einführung in die Systemwissenschaften“. Unser Verleger Walter Franzbecker lud uns ein, dieses Skriptum als Buch herauszubringen. Im Zuge der Überarbeitung für die Buchfassung entstand ein weitestgehend neues Werk, das noch wesentlich stärker die praktische Seite des systemgerechten Denkens und Handelns in den Vordergrund rückt. Dennoch haben wir die *systemwissenschaftliche* Ausrichtung beibehalten nach dem Motto: „Eine gute Theorie erkennt man daran, was sie für die Praxis taugt.“

Mit dem vorliegenden Buch möchten wir einen Ein- und Überblick über die Vielfalt systemwissenschaftlicher Ansätze und systemischen Denkens geben. Wie es sich für eine Einführung gehört, haben wir dabei der Breite und Vielfalt den Vorzug gegenüber der Tiefe gegeben. Um Ihnen selbst eine erste Möglichkeit zu geben, sich dort zu vertiefen, wo Sie für sich einen Bedarf sehen, haben wir am Ende jedes Kapitels einige Literaturhinweise angefügt.

Zum Aufbau dieses Buches

Der Aufbau des Buches orientiert sich an den grundlegenden Dimensionen systemgerechten Denkens und Handelns:

- *Vernetztes Denken*: Damit ist ein Denken in vernetzten, systemischen Zusammenhängen gemeint, bei denen Wirkungsnetze und Wirkungskreisläufe beachtet werden.
- *Zeitliche Dynamiken verstehen*: Systeme entwickeln oft ihre eigene Dynamik und können nur im Einklang mit dieser Eigendynamik verstanden und gesteuert werden. Da wir Menschen uns oft schwer tun, zeitliche Dynamiken wie Verzögerungen, Schwingungen oder Eskalationen zu erkennen, brauchen wir entsprechende Hilfsmittel zur Darstellung und Modellierung von zeitlichen Prozessen.
- *Denken in Modellen*: Systeme sind immer modellhafte Vereinfachungen. Ein Verständnis über die Möglichkeiten und Grenzen verschie-

dener Systemmodellierungen hilft uns, mit Systemmodellen bewusst umzugehen.

- *Systemgerechtes Handeln:* Wir sehen systemisches Handeln als die Umsetzung systemischen Denkens in der Praxis. Es ist wichtig, die richtigen Hebelpunkte zur Steuerung von Systemen zu erkennen und die Lenkungseingriffe in der richtigen Intensität zur richtigen Zeit zu setzen.

Diese vier miteinander vernetzten Dimensionen decken die in der systemwissenschaftlichen Literatur zu findenden Ansätze zu systemgerechten Denken und Handeln weitgehend ab und bieten insgesamt einen breiten Zugang zum Thema.

Das fünfte Kapitel behandelt:

- *Selbstorganisation und lebende Systeme:* In diesem Kapitel wird der Bogen systemischer Ansätze aus einem neuen Blickwinkel betrachtet. Im Kern steht die Frage, wie Selbstorganisation funktioniert und was das mit lebenden Systemen zu tun hat.

Dieses Kapitel basiert auf Teilen der Dissertation von Christian Lapp.

Wie soll man dieses Buch lesen?

Ist es ein Buch, das strikt von vorne bis hinten durchzugehen ist, oder ist es möglich, mitten drin einzusteigen, hin und her zu springen oder es gar von hinten nach vorne zu lesen?

Dieses Buch handelt nicht nur von Systemen; die Inhalte selbst sind miteinander hochgradig systemisch vernetzt. Es gibt nicht „den“ Weg durch die Systemwissenschaften, aber viele Möglichkeiten, die Welt der Systeme zu erkunden. Sie können daher beginnen, wo immer Sie wollen und alle Zusammenhänge auf eigene Faust entdecken.

Natürlich hat auch das vorliegende Buch – wie jeder gedruckte Text – eine sequentielle Struktur. Wir haben uns bemüht, die hochgradig vernetzte Struktur des Themas so in eine lineare Abfolge zu bringen, dass man beim Durcharbeiten von vorne nach hinten mit möglichst wenigen Verweisen auf künftige Kapitel auskommt. Es macht daher Sinn, wenn dieses Buch von vorne nach hinten gelesen wird.

Das „Metanoia-Prinzip“

Das Wissen, die Prinzipien und die Beispiele, die wir in diesem Buch präsentieren, liegen vermutlich zum Großteil quer zu Vielem, was Sie bisher gelernt haben und was andere Wissenschaften lehren. Das soll Sie nicht verwundern: Systeme, Systemdenken und systemgerechtes Handeln sind einfach anders – bisweilen sogar total anders als unser herkömmliches Denken. Das soll auch der Buch-Titel „Das Metanoia-Prinzip“ andeuten. Der griechische Begriff „Metanoia“ bedeutet ein radikales Umdenken, bei dem das gesamte Denken und Handeln auf eine neue Grundlage gestellt wird. Mit dem Begriff „Metanoia-Prinzip“ meinen wir, dass der Umgang mit Systemen eine fundamental neue Art des Denkens und Handelns braucht. Wundern Sie sich nicht, wenn so manches Ihrer gewohnten Denkmuster in Frage gerät. Dies ist ein Zeichen einer ernsthaften Beschäftigung mit Systemen und ihren Eigenarten.

Die systemorientierte Betrachtungsweise verändert unser herkömmliches Bild oft grundlegend und zeigt uns neue Varianten und Möglichkeiten auf, die nach üblichen Denkmustern bisweilen völlig widersinnig oder unmöglich erschienen. Im ersten Moment macht das unser Leben oft nicht einfacher. Wo es bisher *eine* Erklärung und *eine* Reaktion gab, müssen wir uns nun entscheiden, welche Sicht angebracht ist. Anfangs kann es verwirrend sein, wenn mehrere Möglichkeiten, die womöglich einander komplett widersprechen, praktisch gleichwertig vor einem stehen. Mit der Zeit jedoch, wenn sich so etwas einstellt wie Systemisches Denken, werden Sie bemerken, dass die Entscheidung zwischen den möglichen Erklärungen immer leichter wird. Sie beginnen von der Vielzahl der Wege zu profitieren. Sie entdecken Neuland und können es nützen.

Zu dieser Auflage

Diese Fassung ist im Februar 2007 erschienen und ist ein korrigierter Nachdruck der ersten Auflage. Gegenüber der ersten Auflage vom April 2006 wurden Tippfehler beseitigt sowie einige Formulierungsdetails verbessert.

Danksagung

Dieses Buch entstand aus einem Skriptum zu einer Vorlesung „Einführung in die Systemwissenschaften“ an der Universität Graz. Die Erstellung dieses Skriptums wurde auch von der Universität Klagenfurt finanziell unterstützt.

Einen besonderen Dank möchten wir unseren akademischen Mentoren, Förderern und Freunden aussprechen: Gerhard Chroust (Universität Linz), Roland Fischer (Universität Klagenfurt), Anton Huber (Universität Graz) und Heijo Rieckmann (Universität Klagenfurt).

Für die Bereitstellung von Material und Kommentaren zum Buch und die Mitarbeit am Vorläuferskriptum sind wir einer ganzen Anzahl von Personen – vorwiegend aus dem Bereich „Umweltsystemwissenschaften“ an der Universität Graz – zu Dank verpflichtet:

Iris Absenger, Johannes Ebner, Michael Eder, Susanne Frank, Philip Gaggl, Sandra Hafner, Katrin Krainz, Andreas Kreuzeder, Hans Hubert Langthaler, Dietmar Leitl, Klaus Lichtenegger, Stephan Maier, Nicole Müller, Richard Rogenhofer, Christina Sakowitsch, Eva Stummer, Stefan Thonhauser, Eva Tusini, Thomas Vlk, Reinhard Wagner und Nana Zorbas.

Gabriele Frankl und Maximilian Mrotzek haben uns durch ihre sorgfältige Lektorierung des Buches ganz besonders unterstützt. Ein besonderer Dank gebührt schließlich unserem Verleger Walter Franzbecker, ohne dessen beharrliche Ermunterung dieses Buch nicht entstanden wäre.

Günther Ossimitz und Christian Lapp

Klagenfurt im März 2007

1 Vernetztes Denken

In diesem Kapitel steht Vernetztes Denken als eine der vier Teildimensionen von Systemdenken im Mittelpunkt. Daher ist vernetztes Denken auch stets ein Denken in Systemen, und aus diesem Grund werden wir uns zunächst mit dem System-Begriff beschäftigen. Nach einer Begriffsdefinition in 1.1 werden wir eine Reihe von wichtigen Aspekten im Umgang mit Systemen kurz anreißen. Dabei wird die Frage, wie Systeme dargestellt werden, eine besondere Rolle spielen. Vernetztes Denken wird dann in 1.5 als Gegenpol zum herkömmlichen linearen Denken definiert. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einer Skizze von Systemansätzen in verschiedenen Wissenschaftsbereichen.

1.1 Was ist ein System? – Begriffsdefinition

Der Begriff „System“ stammt aus dem Griechischen (systema = das Zusammengestellte). Der Begriff ist geistesgeschichtlich relativ jung und wurde erstmals im 17. Jahrhundert in der Bedeutung „die gesamte Schöpfung, das Universum“ verwendet.¹ Heute ist das Wort „System“ eines der verbreitetsten überhaupt (mit über 2,5 Milliarden Treffern in Suchmaschinen²), das auch in vielerlei Zusammensetzungen vorkommt: Betriebssystem, Bezugssystem, Computersystem, Gesundheitssystem, Immunsystem, Informationssystem, Kommunikationssystem, Koordinatensystem, Nachrichtensystem, Nervensystem, Ökosystem, Periodensystem, Politisches System, Psychisches System, Rechtssystem, Rentensystem, Schulsystem, Soziales System, Telefonsystem, Transportsystem usw.

¹ <http://www.etymonline.com/index.php?term=system>

² <http://www.google.com>, (Stand: September 2006)

1.1.1 Elemente, Beziehungen, Systemgrenzen

Je nach spezieller fachlicher Orientierung gibt es eine Vielzahl von Systemdefinitionen. Dennoch lassen sich bestimmte Gemeinsamkeiten ausmachen. Eine der zentralen Besonderheiten von Systemen ist folgende:

Systeme bestehen aus Elementen, die zueinander in Beziehung stehen.

In Abb. 1 ist ein System mit verschiedenen Elementen und Beziehungen schematisch dargestellt. Die Art der Elemente und der Beziehungen können sehr verschieden sein:

- Die Elemente können materieller oder nichtmaterieller Natur sein.
- Beziehungen sind meist kausale Ursache-Wirkungsbeziehungen.
- Rück-, Fern- und Wechselwirkungen sind möglich. Beziehungen und speziell Beziehungskreisläufe (Rückkopplungen) erzeugen in Systemen eine gewisse Dynamik. Ein einfaches Beispiel dafür ist das „Streitende Ehepaar“ aus dem berühmten Buch „Menschliche Kommunikation“ von Paul Watzlawick (1969, S. 58ff.): Der Ehemann sagt: „Ich gehe in die Kneipe, weil sie dauernd meckert und nörgelt.“ Die Ehefrau sagt: „Ich meckere und nörgle, weil er dauernd in die Kneipe geht.“
- Beziehungen sind notwendig für die Systemhaftigkeit: Ohne Beziehungen hat man kein System, sondern nur eine Ansammlung oder einen Haufen (im Sinne einer unstrukturierten mathematischen Menge). So ist ein Haus beispielsweise ein wohl strukturiertes System, bei dem alle verwendeten Materialien in wohldurchdachten Beziehungen zueinander stehen. Die Ansammlung der Baumaterialien vor dem Bau ist hingegen noch kein System, obwohl sie vielleicht physisch bereits alles enthalten, was zum Haus gehört. Falls ein Haus durch ein Erdbeben zu einem Trümmerhaufen einstürzen sollte, verliert es auch in erster Linie seine Systemhaftigkeit. Die materielle Substanz ist nicht verschwunden, aber die systemische Struktur ist vernichtet.

Insgesamt bilden Systeme ein abgrenzbares Ganzes, das eine eigene „Identität“ und einen bestimmten Zweck hat.

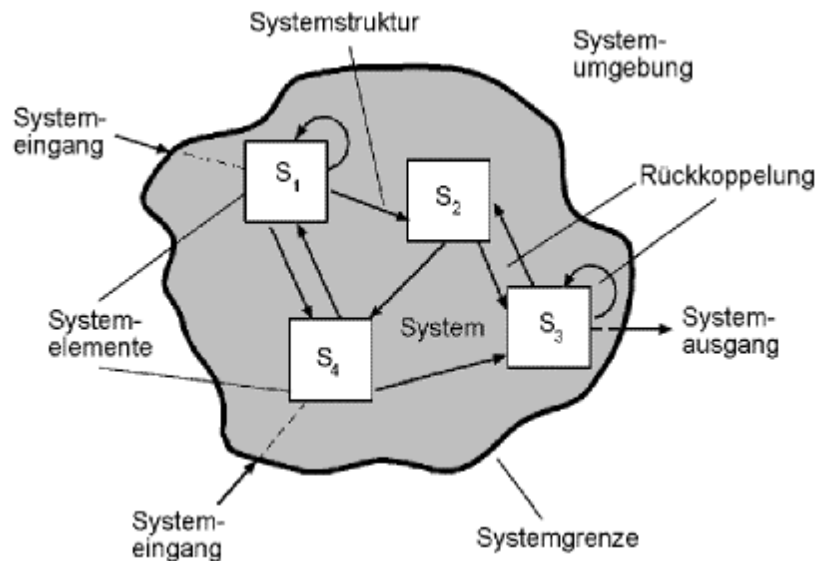


Abb. 1 Schematische Darstellung eines Systems mit seinen Elementen, deren Beziehungen inkl. Rückkopplungen und der Grenze inkl. Ein- und Ausgängen.

Systeme lassen sich in diesem Sinne auch von Ihrer „Umwelt“ abgrenzen. Systemgrenzen können materieller Art (z. B. die Haut des menschlichen Körpers) oder immaterieller Art sein (z. B. die Abgrenzung einer sozialen Gruppe gegenüber denen, die nicht dazugehören).

Grenzen determinieren: Was gehört dazu und was nicht? Aus diesem Grund haben Systemgrenzen immer mit der Identität eines Systems zu tun. Speziell soziale Systeme, bei denen es ja oft keine materiellen Grenzen gibt, beziehen ihre Identität aus einer strikten sozialen Abgrenzung nach außen. Wer zu einer Clique dazugehört und wer nicht, wird oft sehr subtil – und dennoch wirkungsvoll – geregelt. Jede Gruppe bezieht ihre Identität als soziales System ganz wesentlich aus einer gewissen Abgrenzung nach außen – wie auch schon der Volksmund weiß: „Wer für alles offen ist, kann nicht ganz dicht sein.“

Hinter dem Ziehen einer Grenze steckt eines der fundamentalsten Prinzipien des Erkennens und der Ordnung unserer Welt: das Prinzip der Unterscheidung. Der britische Logiker und Philosoph George Spencer Brown formulierte es in seinem Werk „Laws of Form“ (Spencer Brown 1969) folgend: „Draw a distinction and a universe comes into being.“ Hier zeigt sich eine verblüffende Analogie zum biblischen Schöpfungsbericht, in

dem die Erschaffung der Welt aus dem Tohuwabohu als eine Abfolge von Trennungen beschrieben wird: „Und Gott schied Himmel und Erde, ... Tag und Nacht, ... Land und Wasser“ (vgl. Buch Genesis Kap. 1).

Systeme kann man als etwas Ganzes wahrnehmen (Makrosicht) oder sich auf die detaillierte Betrachtung einzelner Systemelemente (Mikrosicht) beschränken. Auf der Makrobetrachtungsebene ist ein System oft Teil eines größeren Systems (Obersystem, Supersystem); auf Mikrobetrachtungsebene bilden die Elemente eines Systems oft eigene Subsysteme. Subsysteme und Supersysteme können ganze Systemhierarchien bilden. Beispielsweise enthält das System „Automobil“ die Teilsysteme „Motor“, „Bremsen“, „Lenkung“, „Karosserie“ usw. Umgekehrt ist jedes Auto Element eines übergeordneten Verkehrssystems oder eines Fuhrparks.

Ein wesentlicher Aspekt von vielen Systemen ist ihre zeitliche Dynamik. Typischerweise ist diese zeitliche Dynamik von Kreislaufprozessen bestimmt. Solche Rückkopplungen können ein System stabilisieren, oder einzelne Systemgrößen wachsen oder auch zyklisch schwanken lassen.

Das Verhalten eines Systems wird im Wesentlichen durch seine Struktur (Elemente und Beziehungen) determiniert.

Typischerweise entwickeln Systeme oft als Ganzes Strukturen und Verhaltensmuster, die durch eine Analyse auf der Mikroebene allein nicht erklärbar sind. Diese Emergenz neuer Strukturen wird schon durch das Sprichwort „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ angedeutet.

Ganz wesentlich für das Verständnis von Systemen ist auch die Frage nach dem Zweck eines Systems: Wozu gibt es ein bestimmtes System überhaupt? Wozu dient es?

Vielfach ist die Betrachtung von Systemen mit sehr grundsätzlichen erkenntnistheoretischen Fragen verbunden, wie z. B. „Gibt es Systeme an sich oder sind sie eher Konstrukte unseres Denkens?“ Viele Systemtheoretiker gehen davon aus, dass das, was wir ein „System“ nennen, nicht die Realität an sich, sondern immer ein Modell *von* irgendetwas ist. Dem entsprechend erfolgen systemtheoretische Betrachtungen auch oft auf der erkenntnistheoretischen Basis des Radikalen Konstruktivismus. (Näheres zum Radikalen Konstruktivismus vgl. 3.1.2).

Aufgabe 1

Suchen Sie Seiten mit Systemdefinitionen im WWW! (Etwa bei Wikipedia oder in anderen Online-Ressourcen.)

Aufgabe 2

Ergänzen Sie folgende Tabelle:

System	Elemente	Beziehungen	Grenze	Zweck	Dynamik
Person					
Auto					
Kegelrunde					

1.1.2 Geschlossene und offene Systeme

Die Unterscheidung zwischen offenen und geschlossenen Systemen bezieht sich auf das Verhältnis eines Systems zu seiner Umwelt. Ein offenes System hat Beziehungen zu seiner Systemumwelt. Was aus der Umwelt in das System hineingelangt, heißt Input; was aus dem System hinausgelangt, heißt Output. Diese Beziehungen spielen sich an den Systemgrenzen ab.

System	Input	Output
Auto	Treibstoff, Steuerung durch Lenker	Abgase, Wärme, Transportleistung
Digitalkamera	Batterien, Licht durchs Objektiv, Einstellungen des Fotografen	Bilddatei
Unternehmen	Produktionsfaktoren (Rohstoffe, Arbeit, Geld)	Produkte, Müll, Wertschöpfung
Mensch	Essen, Hören, Spüren, Sehen, Lernen, Lesen, ...	Reden, Arbeiten, ...