

Strukturwissenschaften

In **Strukturwissenschaften** befasst man sich im Unterschied zur real- oder erfahrungswissenschaftlichen Forschung nicht mit der Untersuchung vorgefundener Gegebenheiten, sondern mit selbst hergestellten und in der wissenschaftlichen Forschung nötigen [Methoden](#).

Zu den Strukturwissenschaften werden von den Befürwortern dieser Wissenschaftskategorie folgende Forschungsbereiche gezählt:

- [Mathematik](#) (vgl. [Konstruktive Mathematik](#))
- [Theoretische Informatik](#)
- [Logik](#)
- [Informationstheorie](#)
- [Systemtheorie](#)
- [Kybernetik](#)
- [Synergetik](#)
- [Linguistik](#)

Der Begriff „Strukturwissenschaft“ wurde 1971 von [Carl Friedrich von Weizsäcker](#) geprägt. [Bernd-Olaf Küppers](#) (seinerzeit am [Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie](#)) beschrieb im Jahr 1997 Strukturwissenschaften als Bindeglied zwischen [Natur-](#) und [Geisteswissenschaft](#). Küppers gründete 2008 das Frege Centre for Structural Sciences an der [Friedrich-Schiller-Universität Jena](#).^[1]



Dieser Artikel oder Abschnitt ist nicht hinreichend mit [Belegen](#) (bspw. [Einzelnachweisen](#)) ausgestattet. Die fraglichen Angaben werden daher möglicherweise demnächst entfernt. Hilf bitte der Wikipedia, indem du die Angaben recherchierst und gute Belege einfügst. Bitte entferne zuletzt diese Warnmarkierung.

Üblich waren zeitweise auch die Bezeichnungen Formal- und Ideal-, apriorische, abstrakte oder reine sowie Vernunftwissenschaft, die man der Real-, empirischen oder [Erfahrungswissenschaft](#) gegenüber stellte. Zwischen Strukturwissenschaft und Vernunftwissenschaft gibt es Ähnlichkeit, was Mathematik und Logik betrifft.

Weitere Verwendung des Begriffs [\[Bearbeiten\]](#)



Dieser Artikel oder Abschnitt bedarf einer Überarbeitung. Näheres ist auf der [Diskussionsseite](#) angegeben. Hilf mit, ihn zu [verbessern](#), und entferne anschließend diese Markierung.

Das Problemfeld stammt aus der Abgrenzung zwischen den Naturwissenschaften [Physik](#) und [Biologie](#)^[2].

Erkenntnisse in der Physik sind allgemein gültige [Naturgesetze](#) (mit bestimmten Anfangsbedingungen), die auf unterschiedliche spezielle Situationen anwendbar sind. So können beispielsweise völlig verschiedene Beobachtungen (Kräfte bei der Beschleunigung,

schiefer Wurf, sogar Atom- und Molekülstrukturen) durch wenige fundamentale Gesetze (z.B. [Energieerhaltung](#) oder [Massenträgheit](#)) erklärt werden (s. [Reduktionismus](#)).

In der Biologie hingegen kennt man zwar die Abläufe in Zellen und die [Evolutionstheorie](#), warum sich aber in Australien [Beuteltiere](#) entwickelt haben, warum wir [Bewusstsein](#) wahrnehmen oder weshalb es Höhenangst gibt, kann man damit aber zunächst nicht erklären. Erst das Wissen um die umgebende Struktur (z.B. herrschen in Australien spezielle Lebensbedingungen, durch das Fallen aus einer gewissen Höhe kann man ums Leben kommen, zu Bewusstsein s. [Das Leib-Seele-Problem](#)) lassen sich derartige Phänomene erklären.

Eine exakte Zuordnung von Wissenschaften in die eine oder andere Kategorie ist nicht möglich, wie z.B. die [Chaos-Theorie](#) (s. auch [Deterministisches Chaos](#)) aus der Physik zeigt. Dies kann aber auch gar nicht das Ziel sein, wurde der Begriff doch vielfältig verwendet, um die Einheit der Wissenschaft(en) zu beleuchten.

Siehe auch [\[Bearbeiten\]](#)

- [Formalwissenschaft](#)

Einzelnachweise [\[Bearbeiten\]](#)

1. [↑ http://www.frege.uni-jena.de/](http://www.frege.uni-jena.de/)
2. [↑ http://www.personal.uni-jena.de/~x7kuba/download/pdf/Strukturwissenschaften.pdf](http://www.personal.uni-jena.de/~x7kuba/download/pdf/Strukturwissenschaften.pdf)

Von „<http://de.wikipedia.org/wiki/Strukturwissenschaft>“

Kategorie: [Wissenschaftskategorie](#)

Frege Centre for Structural Sciences

Im Rahmen der Erforschung komplexer Phänomene in Natur und Gesellschaft haben in den letzten Jahren die Strukturwissenschaften eine enorme Bedeutung gewonnen. Neben den klassischen Strukturwissenschaften (wie Informationstheorie, Spieltheorie, Entscheidungstheorie, Systemtheorie, Semiotik und Kybernetik) sind dabei zahlreiche neue strukturwissenschaftliche Disziplinen wie die Theorie der Selbstorganisation, die Komplexitätstheorie, die Netzwerktheorie, die Synergetik, die Chaostheorie und dergleichen entstanden.

Die Strukturwissenschaften befassen sich mit den komplexen Strukturen der Wirklichkeit in äußerst abstrakter Form, und zwar unabhängig von der Frage, ob sie belebten oder unbelebten, physikalischen oder sozialen, natürlichen oder künstlichen Systemen angehören. Aufgrund ihres hohen Abstraktionsgrades nehmen die Strukturwissenschaften eine wichtige Brückenfunktion zwischen den traditionellen wissenschaftlichen Disziplinen ein. Ihr Anwendungsbereich erstreckt sich dementsprechend von den physikalischen und biologischen bis zu den sozialen und ökonomischen Systemen.

Das im Januar 2008 gegründete Frege Centre for Structural Sciences hat sich - als weltweit erstes Zentrum dieser Art - zum Ziel gesetzt, der wachsenden Bedeutung der Strukturwissenschaften durch die Entwicklung von innovativen transdisziplinären Projekten in der Grundlagenforschung wie der angewandten Forschung - unter internationaler Beteiligung - Rechnung zu tragen.

Mit der Namensgebung soll an den Mathematiker und Logiker Gottlob Frege erinnert werden, der als herausragende Forscherpersönlichkeit der Universität Jena mit seinen Vorstellungen über die ideal- und formelsprachliche Begründung der Logik das strukturwissenschaftliche Denken ganz wesentlich initiiert hat.

-
- **Mehr Informationen zum Jena Life Science Forum 2010 und Reisestipendien für Nachwuchswissenschaftler finden Sie [hier!](#)**
 - **Please find more information about the Jena Life Science Forum 2010 and travel grants for junior scientists [here!](#)**
 - **NOW ONLINE: Jena Life Science Forum 2009 Opening Lecture by Nobel Laureate Manfred EIGEN [here!](#)**
 - **Please find more information about the Jena Life Science Forum 2009 *The Molecular Language of Life* [here!](#)**

[Pressemitteilung](#) der Friedrich-Schiller-Universität zur Gründung des Frege Centre for Structural Sciences

<http://www.frege.uni-jena.de/>

Herzlich Willkommen auf den Internetseiten des Querschnittbereichs "Analyse und Management komplexer Systeme" der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Komplexe Systeme sind Gegenstand zahlreicher Wissenschaften. Ihre Erforschung hat gezeigt, dass sich dieselben grundlegenden Strukturen in komplexen Systemen unterschiedlichster Wirklichkeitsbereiche wiederfinden. Daher muss die Untersuchung komplexer Systeme transdisziplinär erfolgen. Auf der Basis bereits bestehender Arbeitsgruppen an verschiedenen Fakultäten der FSU Jena initiiert und fördert dieser Querschnittsbereich die transdisziplinäre Zusammenarbeit mit dem Ziel, aus der Analyse komplexer Systeme Strategien für ihr Management zu entwickeln.

Beteiligte Zentren und Cluster

- Frege Centre for Structural Sciences
- Jena Centre for Bioinformatics (JCB)
- Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IZWR)
- Competence Center - Self-Organized Integration of Computing and Information Systems

<http://complex.uni-jena.de/cms/>

Workshop Dornburg, 20.6.08

Slides:

- Welcome and status report (Birgitta König-Ries) [PDF](#)
- Schubert (Missing)
- High-Performance-Computing (Dietmar Fey) [PDF](#)
- What Bioinformatics is all about (Jürgen Sühnel) [PDF](#)
- Motion Systems
 - [PDF1 \(Martin Fischer\)](#)
 - [PDF2 \(Hartmut Witte\)](#)
 - [PDF3 \(Christoph Ament\)](#)
- Complexity in Social Systems [PDF](#)

Goethe-Galerie Januar 2009

Alle Poster (in Druckgröße), die am 26.1.2009 präsentiert wurden:

- [SafeTSA - Mobiler Code der Zukunft](#)
- [Biodiversitätsforschung](#)
- [IT-Systeme für Rettungskräfte](#)
- [Globale biogeochemische Kreisläufe als Prozesse des komplexen thermodynamischen Systems Erde](#)
- [Frege Center for Structural Sciences](#)
- [Einsicht in \(komplexe\) Daten](#)
- [Komplexe Spiele](#)
- [Komplexe Probleme](#)
- [Komplexität von Wahlsystemen](#)
- [High-Performance-Computing in Jena](#)
- [Generische Spiel-Algorithmen](#)
- [Dem trabenden Hund auf die Pfoten geschaut](#)
- [Dem Laufen auf der Spur](#)
- [Wie kommunizieren Hirnregionen?](#)
- [Entscheidungsunterstützung \(Decision@work\)](#)
- [Pneumoniefrüherkennung auf der ITS mit Hilfe von Data Mining](#)

Die Formatvorlagen sind weiterhin online und können frei verwendet werden:

[Formatvorlagen](#)

Systemtheorie

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie

Gesichtet [\[zur aktuellen Version\]](#) (+/-)

Status gesichtet

Wechseln zu: [Navigation](#), [Suche](#)



Der Titel dieses Artikels ist mehrdeutig. Weitere Bedeutungen sind unter [Systemtheorie \(Begriffsklärung\)](#) aufgeführt.

Systemtheorie ist ein [interdisziplinäres Erkenntnismodell](#), in dem [Systeme](#) zur Beschreibung und Erklärung unterschiedlich komplexer Phänomene herangezogen werden. Die Analyse von [Strukturen](#) und [Funktionen](#) soll häufig [Vorhersagen](#) über das Systemverhalten erlauben.

Die Begriffe der Systemtheorie werden in verschiedenen [wissenschaftlichen Disziplinen](#) angewendet, so in der [Biologie](#), der [Chemie](#), der [Ethnologie](#), der [Informatik](#), der [Geographie](#), der [Literaturwissenschaft](#), den [Ingenieurwissenschaften](#), der [Logik](#), der [Mathematik](#), der [Pädagogik](#), der [Philosophie](#), der [Physik](#), der [Physiologie](#), der [Politikwissenschaft](#), der [Psychologie](#), der [Semiotik](#), der [Soziologie](#), der [Sozialen Arbeit](#) und den [Wirtschaftswissenschaften](#). Die Systemtheorie ist sowohl eine allgemeine und eigenständige Disziplin als auch ein weitverzweigter und heterogener Rahmen für einen interdisziplinären [Diskurs](#), der den Begriff *System* als Grundkonzept führt. Es gibt folglich sowohl eine allgemeine „Systemtheorie“ als auch eine Vielzahl unterschiedlicher, zum Teil widersprüchlicher und konkurrierender [Systemdefinitionen](#) und -begriffe. Es hat sich heute jedoch eine relativ stabile Reihe an Begriffen und [Theoremen](#) herausgebildet, auf die sich der systemtheoretische Diskurs bezieht.

Chronologie

- um 1950 *Allgemeine Systemtheorie* (basierend auf [Ludwig von Bertalanffy](#))

- um 1950 [Kybernetik](#)

([William Ross Ashby](#),
[Warren Sturgis McCulloch](#), [Walter Pitts](#), [Arturo Rosenblueth](#),
[Norbert Wiener](#)):
Mathematische
Theorie der
Kommunikation,
Steuerung und
Regelung von
lebenden,
technischen und
sozialen Systemen u.
a. durch
Rückkopplungsschleifen, verwandt ist die
[Kontrolltheorie](#)

- um 1970
[Katastrophentheorie](#)
: Dieser Zweig der
Mathematik
beschreibt plötzliche
Veränderungen, die
sich aus kleinen
Impulsen ergeben.
-

- um 1980
[Chaostheorie](#):
Mathematische
Theorie von
nichtlinearen
dynamischen
Systemen, die
Verzweigungen
beschreibt,
Attraktoren und
chaotische
Bewegungen.
-

- um 1990 [Komplexe adaptive Systeme](#)
([John H. Holland](#),
[Murray Gell-Mann](#),

Harold Morowitz, [W. Brian Arthur](#)):
beschreibt
[Emergenz](#),
Anpassung, und
[Selbstorganisation](#)
und beruht auf
Arbeiten des [Santa Fe Institute](#).

Inhaltsverzeichnis

[\[Verbergen\]](#)

- [1 Grundlagen](#)
- [2 Hauptströmungen der Systemtheorie](#)
 - [2.1 Systemlehre \(Ludwig von Bertalanffy\)](#)
 - [2.2 Kybernetik](#)
 - [2.2.1 Generelle Erweiterungen der Kybernetik](#)
 - [2.2.2 Fachspezifische Erweiterungen der Kybernetik](#)
 - [2.3 Soziologische Systemtheorie](#)
 - [2.4 Theorie komplexer Systeme](#)
- [3 Verwandte Gebiete](#)
 - [3.1 Informationstheorie](#)
 - [3.2 Chaostheorie](#)
 - [3.3 Katastrophentheorie](#)
 - [3.4 Konnektionismus](#)
 - [3.5 weitere](#)
- [4 Universalitätsanspruch](#)
- [5 Begriffe der Systemtheorie](#)
- [6 Beispiele](#)
- [7 Siehe auch](#)
- [8 Literatur](#)
 - [8.1 Klassische Literatur](#)
 - [8.2 Aktuelle Literatur](#)
- [9 Weblinks](#)
- [10 Einzelnachweise](#)

Grundlagen [\[Bearbeiten\]](#)

Die [Systemtheorie \(Ingenieurwissenschaften\)](#) wurde in den 1920er Jahren konzipiert.^[1] Der Begriff *Allgemeine Systemtheorie* geht auf den Biologen [Ludwig von Bertalanffy](#) zurück^[2]. Seine Arbeiten bilden zusammen mit der [Kybernetik](#) ([Norbert Wiener](#), [William Ross Ashby](#)) und der [Informationstheorie](#) ([Claude Elwood Shannon](#), [Warren Weaver](#)) die grundlegenden Überlegungen dieses Wissenschaftsansatzes. Weitere wichtige Theorien stammen von [Humberto Maturana](#) und [Francisco Varela](#) ([Autopoiesis](#)), [Stuart Kauffman](#) ([Selbstorganisation](#)), [Bronisław Malinowski](#) und [Alfred Radcliffe-Brown](#) ([Strukturfunktionalismus](#)) sowie [Talcott Parsons](#) ([Strukturfunktionalismus](#) oder Systemfunktionalismus) und [Niklas Luhmann](#) ([soziologische Systemtheorie](#)).

Hauptströmungen der Systemtheorie [\[Bearbeiten\]](#)

Kulturgeschichtlich geht der Systembegriff bis auf [Johann Heinrich Lambert](#) zurück und wurde unter anderem von [Johann Gottfried Herder](#) übernommen und ausgearbeitet. Dies vollzieht sich vor allem an der Frage, wie man lebende Organismen und deren Selbsterhaltung und -organisation verstehen kann. Hieran entwickelt sich ein Vokabular, das „interne Gleichgewichte“ kennt, „Ausgleichsbewegungen“ und „Kraft“ als die Möglichkeit über sich hinauszugreifen, womit es dem System eine innere Dynamik gibt, eine Aktivität, die das System nicht darauf beschränkt passiv Impulse von außen zu empfangen. Der biologische Organismus wird als ein System aufgefasst, in dem keines der Teile die alleinige Herrschaft über andere hat, sondern sie in steter Wechselwirkung zueinander aufgefasst werden müssen. Wenngleich diese Überlegungen noch frei von dem Wunsch sind, eine *Systemtheorie* zu entwickeln, bilden sie den Nährboden für spätere Ansätze.

Die moderne Systemtheorie beruht auf unabhängig voneinander entwickelten Ansätzen, die später synthetisiert und erweitert wurden: Der Begriff Systemtheorie bzw. Systemlehre stammt von [Ludwig von Bertalanffy](#) (vgl. „General Systems Theory“). Von Bertalanffy spricht von [offenen Systemen](#) und entwickelt den Begriff der organisierten [Komplexität](#), der den dynamischen Austausch mit der Umwelt beschreiben soll. Erst mit der Ausformulierung des [Informationsbegriffes](#) ließ sich dieses Konzept jedoch weiter generalisieren. Bereits 1948 hatte [Norbert Wiener](#) mit „Cybernetics“ ([Kybernetik](#)) einen ebenfalls zentralen Ausdruck geprägt, der heute mit dem Systembegriff eng verbunden ist. Ein weiteres verwandtes Konzept ist die [Tektologie Alexander Bogdanows](#).

Systemlehre (Ludwig von Bertalanffy) [\[Bearbeiten\]](#)

[Ludwig von Bertalanffy](#) führte ein neues wissenschaftliches [Paradigma](#) ein, das er als Gegenentwurf zur klassischen [Physik](#) positionierte. Er kritisierte deren [deduktive](#) Verfahren und die damit einhergehende isolierte Betrachtung von Einzelphänomenen. Für die [Biologie](#) sei diese Methode nicht adäquat. Anstelle von Einzelphänomenen, die in der Realität niemals isoliert auftraten, seien diese Phänomene in ihrer [Vernetzung](#) zu beschreiben. Daher setzte er der isolierten Einzelbetrachtung den Systembegriff entgegen, wobei dieser Begriff eine Menge von Elementen und deren Relation untereinander beschreiben soll. Als ein solches Modell betrachtete er die „organisierte [Komplexität](#)“. Während die klassische Wissenschaft „unorganisierte Komplexität“ erfolgreich beschrieben habe, stehe die theoretische Erfassung organisierter Komplexität vor neuen Herausforderungen. Organisierte Komplexität sei gegeben, wenn Einzelphänomene nicht schlicht [linear logisch](#) miteinander gekoppelt seien, sondern [Wechselwirkungen](#) unter ihnen bestünden. Sei dies der Fall, könne eine exakte Beschreibung der [reziproken](#) Vernetzungsbedingungen ein Bild von der *Einheit* der Summe jener Einzelphänomene vermitteln. Die Systemlehre untersucht somit die Organisationsformen komplexer Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Elementen jenseits linear darstellbarer Relationen und einfacher Kausalität. Dabei unterschied von Bertalanffy zwischen offenen und [geschlossenen Systemen](#). Ein geschlossenes System wird als binnenstabil und über keine Wechselwirkungen mit der Umwelt verfügend beschrieben. In einem solchen System gibt es strenggenommen keine organisierte Komplexität, da sich die Elemente im Gleichgewichtszustand in mathematisch eindeutiger Weise zueinander verhalten. Ein offenes System dagegen verfügt über variabilisierte Relationen seiner Elemente, die durch nichtprognostizierbare Umwelteinflüsse verändert werden. Die interne Variabilität ermöglicht es dem System, sich in einem dynamischen Umfeld relativ zu stabilisieren ([Fließgleichgewicht](#)). Offene Systeme entfalten also im Austausch mit ihrer Umwelt eine Dynamik und variieren ihre Zuständlichkeit ohne dabei ihre Systemstrukturen vollständig

ändern zu müssen. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht kausal von außen beeinflusst werden, sondern ihre interne Organisation bei Umweltveränderungen *selbst* umstellen („[Black Box](#)“-Theorem). Dies wird als [Selbstorganisation](#) bezeichnet und kann als Paradigma organisierter Komplexität gelten.

Gegen das „Newtonsche Weltbild“ setzte von Bertalanffy also seinen Gedanken einer allgemeinen, interdisziplinären Systemlehre. Auch in Wissenschaftsgebieten, die sich nicht in den Rahmen physikalisch-chemischer Gesetzmäßigkeiten einordneten - etwa der Biologie oder der Soziologie -, träten dennoch exakte Gesetzmäßigkeiten auf, die durch passend gewählte Modellvorstellungen abgebildet werden könnten.

Die Systemlehre wurde als allgemeine Naturwissenschaft des Lebens konzipiert. In der Systemlehre werden energetisch offene Systeme beschrieben. L. von Bertalanffy argumentierte vor dem Hintergrund der physikalischen Auffassung der [Thermodynamik \(Wärmetod\)](#). Offene Systeme können Energie aus ihrer Umwelt aufnehmen und sich so zu höherer Ordnung entwickeln, also die globale thermodynamische Entropie lokal umgehen. Die Systeme der Systemlehre sind [Lebewesen](#), der wesentliche Prozess ist die [Osmose](#), die in einem [Fließgleichgewicht](#) (steady state) verläuft.

Die Informations- und Regelungsprozesse wurden von L. von Bertalanffy mathematisch formuliert.

[Kybernetik](#) [[Bearbeiten](#)]

Die [Kybernetik](#) behandelt operationell geschlossene (nach W. Asby "informationsdichte") Mechanismen. Sie wurde als [Regelungs-](#) und Kommunikationstheorie konzipiert. Der Fokus der Kybernetik liegt auf [Regelung und Steuerung](#). Deshalb kommen in der Kybernetik als Systeme in erster Linie geregelte Mechanismen in Betracht. Die Regelung beruht immer auf [Prozessen](#), die mit der [mathematischen Systemtheorie der Technik](#) beschrieben werden. L. von Bertalanffy hat sich gegen die Vermischung seiner Systemlehre und der Kybernetik ausgesprochen, weil er das mechanistische Denken der Kybernetik für die Beschreibung von Leben nicht als adäquat erachtete. Heute wird der Ausdruck „Systemtheorie“ aber beliebig für beides auf drittes verwendet.

[Generelle Erweiterungen der Kybernetik](#) [[Bearbeiten](#)]

Als [Systemtheorie 2. Ordnung](#) bezeichnet man Systemtheorien, die in folgendem Sinne selbstbezüglich sind: Mit der jeweiligen Systemtheorie wird der Systemtheoretiker, der die Theorie macht, beschrieben. Der Kernbegriff ist deshalb *die [Beobachtung des Beobachters](#)*.

[Heinz von Foerster](#) hat den Begriff der 2. Ordnung eingeführt, er sprach von *second-order cybernetics* oder von *cybernetics of cybernetics*. Die Systemtheorie 2. Ordnung ist eine [erkenntnistheoretische](#) Interpretation der Systemtheorie, in welcher untersucht wird, was der Systemtheoretiker als System theoretisch wissen kann. Systeme 2. Ordnung werden auch vom [Radikalen Konstruktivismus](#) (RK) benutzt.

Als [Autopoiesis](#) bezeichnet [Humberto Maturana](#) sowohl seine Systemtheorie wie auch den wesentlichen Prozess, den er mit seiner Theorie beschreibt, nämlich das Leben. Maturana beschreibt, grob gesehen, das gleiche wie von Bertalanffy in seiner Systemlehre, er argumentiert aber kybernetisch: er spricht von lebenden (autopoietischen) Maschinen, die operationell geschlossen sind.

Als [Selbstorganisation](#) bezeichnet man Prozesse, die wie die Autopoiese zu höheren strukturellen Ordnungen führen, ohne dass ein steuerndes Element erkennbar ist. Ein exemplarisches Beispiel ist der Laserstrahl, anhand dessen die Theorie von [H. Haken](#) auch entwickelt wurde .

Der [Radikale Konstruktivismus](#) wurde von [Ernst von Glasersfeld](#) entwickelt. Er hat dabei auf die Arbeiten von [Jean Piaget](#) zurückgegriffen. Die Denkweise von Piaget war [konstruktivistisch](#) und [epistemologisch](#). Ernst von Glasersfeld argumentiert insbesondere auch mit der operationellen Geschlossenheit von Systemen.

Als [System Dynamics](#) bezeichnet man die Modellierung mit Regelkreisen. Bekannt gemacht hat das Verfahren [Jay Wright Forrester](#) durch das Weltmodell „[World3](#)“, anhand dessen in der [Club of Rome](#)-Publikation *Limits to Growth* ([Die Grenzen des Wachstums](#), [Dennis L. Meadows](#) 1972) der globale Rohstoffverbrauch prognostiziert wurde.

[Fachspezifische Erweiterungen der Kybernetik](#) [[Bearbeiten](#)]

- Technologische Kybernetik (Automatik, Informatik, [Systemtheorie der Technik](#))
- Biologische Kybernetik (biologische Autopoiesis, [Biologische Kybernetik](#))
- Soziale Kybernetik ([Sozialkybernetik](#), politische Kybernetik)
- Ökonomische Kybernetik (Dynamische Systemmodelle in der Wirtschaftsmathematik und im Bereich Produktion+Logistik)

[Soziologische Systemtheorie](#) [[Bearbeiten](#)]

Als wichtigste Vertreter der [Soziologischen Systemtheorie](#) gelten [Talcott Parsons](#) (handlungstheoretische Systemtheorie) und [Niklas Luhmann](#) (kommunikationstheoretische Systemtheorie).

Systemtheorie bei Parsons:

Der soziologische Systembegriff geht auf [Talcott Parsons](#) zurück. Parsons betrachtet dabei [Handlungen](#) als konstitutive Elemente sozialer Systeme. Er prägte den Begriff der strukturell-funktionalen Systemtheorie.

Erweiterung und Neuformulierung durch Luhmann:

→ *Hauptartikel:* [Systemtheorie \(Luhmann\)](#)

Luhmann unterscheidet drei besondere Typen sozialer Systeme: [Interaktionssysteme](#), Organisationssysteme und Gesellschaftssysteme. Die Gesellschaft ist dabei ein System höherer Ordnung, ein System „anderen Typs“. Sie umfasst die anderen Systeme, ohne dass sie in ihr aufgehen. Luhmann bezeichnet sein Systemmodell als „operatives Systemmodell“, d. h. ein System wird als die Verkettung von kommunikativen Operationen betrachtet. Luhmanns Systemmodell ist daher eher zeitlich als räumlich geprägt.

[Theorie komplexer Systeme](#) [[Bearbeiten](#)]

Die neueste Strömung ist die [Theorie komplexer Systeme](#) (Vertreter u. A. [Stuart Kauffman](#)). Ein [komplexes System](#) ist dabei ein System, dessen Eigenschaften sich nicht vollständig aus den Eigenschaften der Komponenten des Systems erklären lassen. Komplexe Systeme

bestehen aus einer Vielzahl von miteinander verbundenen und interagierenden Teilen, [Entitäten](#) oder Agenten.

- **Komplexe Adaptive Systeme**

Die Theorie der [Komplexen adaptiven Systeme](#) ([John H. Holland](#), [Murray Gell-Mann](#), Harold Morowitz, W. Brian Arthur) beruht vorwiegend auf den Arbeiten des [Santa Fe Institute](#). Diese neue Komplexitätstheorie, die [Emergenz](#), Anpassung, und [Selbstorganisation](#) beschreibt, basiert auf Agenten und Computersimulationen, die [Multiagentensysteme](#) (MAS) einschließen, die zu einem wichtigen Instrument bei der Erforschung von sozialen und komplexen Systemen wurden.

[Verwandte Gebiete](#) [\[Bearbeiten\]](#)

Diese vier Hauptrichtungen haben Vorläufer, Unterabteilungen, Entwicklungen, Anwendungen in den Fachdisziplinen.

[Informationstheorie](#) [\[Bearbeiten\]](#)

Die [Informationstheorie](#) wurde entwickelt von [Claude Elwood Shannon](#) und [Warren Weaver](#). Wichtige Begriffe sind: [Information](#), [Entität](#), [Entropie](#), [Informationsübertragung](#), [Datenkompression](#), [Kodierung](#), [Kryptographie](#), [Komplexitätstheorie](#).

[Chaostheorie](#) [\[Bearbeiten\]](#)

Die [Chaosforschung](#) ([David Ruelle](#), [Edward N. Lorenz](#), [Mitchell Feigenbaum](#), [Stephen Smale](#), [James Yorke](#)) beschäftigt sich mit bestimmten nichtlinearen dynamischen Systemen, die eine Reihe von Phänomenen aufweisen, die man Chaos (genauer: *chaotisches Verhalten*) nennt. Eines dieser Phänomene ist der [Schmetterlingseffekt](#), der besagt, dass kleine Änderungen unerwartet große Effekte haben können. Benannt wurde der Effekt von Edward N. Lorenz. Weitere Vertreter sind [Benoît Mandelbrot](#) und [Henri Poincaré](#). Chaotische Systeme seien ihrer Meinung nach zum Beispiel [Wetter](#), [Klima](#), [Plattentektonik](#), [Turbulenz](#), Wirtschaftskreisläufe, [Internet](#) und das [Bevölkerungswachstum](#).

[Katastrophentheorie](#) [\[Bearbeiten\]](#)

Die [Katastrophentheorie](#) ([René Thom](#), [Erik Christopher Zeeman](#)) ist ein Zweig der Mathematik, der sich mit den Verzweigungen von dynamischen Systemen beschäftigt und beschreibt plötzliche Veränderungen, die sich aus kleinen Veränderungen von Umständen ergeben.

[Konnektionismus](#) [\[Bearbeiten\]](#)

Der [Konnektionismus](#) versteht ein System als Wechselwirkungen vieler vernetzter, einfacher Einheiten. Die meisten konnektionistischen Modelle beschreiben die Informationsverarbeitung in [Neuronennetzen](#). Sie bilden eine Brücke zwischen biologischer Forschung und technischer Anwendung.

[weitere](#) [\[Bearbeiten\]](#)

Medizinische Kybernetik

Die [Medizinische Kybernetik](#) umfasst die Anwendung systemtheoretischer, nachrichtentheoretischer, konnektionistischer und entscheidungsanalytischer Konzepte für biomedizinische Forschung und klinische Medizin.

Medizinische Systemtheorie

Das Ziel der Medizinischen Systemtheorie ist es, die komplexen Zusammenhänge des physischen Systems und deren spezifische vernetzte Funktionsweise besser zu verstehen. Dabei werden physiologische Dynamiken im gesunden und erkrankten Organismus identifiziert und systemtheoretisch modelliert.

Dialektische Systemtheorie

Die [Dialektische Systemtheorie](#) geht davon aus, dass der Begriff System, verstanden als ein strukturiertes Ganzes, für die Wissenschaft als konstitutiv verstanden werden muss. Als Gegenbegriff des Systems wird das [Chaos](#) gesetzt. Der so verstandene Systembegriff und die Leitunterscheidung System und Chaos werden vor allem bei [Kant](#) und [Hegel](#) formuliert.

Philosophie lebender Systeme

Die „Philosophie lebender Systeme“ interpretiert menschliches Verhalten als Resultat zweier gegensätzlicher Gruppen von Regelkreisen. Regelkreise mit negativer [Rückkopplung](#) steuern die Selbsterhaltungsprozesse (Stoffwechsel), Regelkreise mit positiver Rückkopplung steuern Wachstumsprozesse. Diese belohnen den erwünschten Effekt: der sexuelle Orgasmus belohnt das Verhalten, das zum Wachstum des Systems höherer Ordnung führt (Bevölkerungswachstum). Erst der Mensch ist durch seine geistigen Fähigkeiten in der Lage, dieser biologischen Steuerung entgegenzuwirken. ^[3]

- [Systemtheorie in den Ingenieurwissenschaften](#)
- [Systemische Psychologie](#)
- [Systemische Sozialarbeit](#)
- [Systemische Therapie](#)
- [Systemtheorie der Evolution](#)
- [Viable Systems Theory](#)
- Theorie der [dissipativen Systeme](#): [Ilya Prigogine](#)

Universalitätsanspruch [\[Bearbeiten\]](#)

Ein Charakteristikum dieser theoretischen Ansätze ist der Anspruch, eine formale Theorie zu erarbeiten, die möglichst umfassend anwendbar ist. Dieser Anspruch geht vor allem aus Ludwig v. Bertalanffys Werk *Allgemeine Systemtheorie* hervor: „Wenn wir ... den Begriff des Systems entsprechend definieren, so finden wir, daß es Modelle, Prinzipien und Gesetze gibt, die für verallgemeinerte Systeme zutreffen, unabhängig von der Natur dieser Systeme.“ Auch heute ist es diese Ausrichtung, die systemtheoretische Ansätze attraktiv erscheinen lässt, auch wenn das Ziel bislang unerreicht ist. So verbindet etwa das [Santa Fe Institute](#) mit seiner „[Theorie komplexer adaptiver Systeme](#)“ einen universellen Erklärungsanspruch.

Die „[Theorie Sozialer Systeme](#)“ Niklas Luhmanns teilt diese Ausrichtung nicht unmittelbar, weil sie sich auf stabile soziale Systeme beschränkt und vor allem die Mechanismen ihrer Selbstreproduktion (Autopoiesis) untersucht.

Begriffe der Systemtheorie [\[Bearbeiten\]](#)

Der zentrale Grundbegriff der Systemtheorie ist das [System](#) (nach gr. *to systeme* = Zusammenstellung). Die Annahme, es gäbe Systeme, kann als [Grundaxiom](#) dieses Ansatzes betrachtet werden.

Ein System ist etwa wie folgt definiert:

1. Ein System ist begrenzt und abgrenzbar (System/Umwelt-Differenz). Es besteht aus einer Systemgrenze („Boundary“), einem Systemkern, Systemelementen, dem Zusammenwirken dieser Elemente sowie aus Energie oder Signalen. Wird etwas über die Systemgrenzen hinweg transportiert ist dieses System ein offenes, sonst ein geschlossenes System. Alles außerhalb der Systemgrenze Liegende ist nicht Teil des Systems, sondern dessen Umwelt.
2. Ein System ist eine Menge von Elementen, die in einem abgegrenzten oder abgrenzbaren Bereich so zusammenwirken, dass dabei ein vollständiges, sinnvolles, zweck- und zielgerichtetes Zusammenwirken in einem funktionellen Sinne erzielbar wird.
3. Aufbau und Funktionsweise eines Systems hängen von dem Standpunkt des Betrachters ab.

Siehe auch: [Rückkopplungsschleife](#), [Kontingenzreduktion](#), [Autopoiesis](#), [Information](#), [Kodierung](#), [Selbstorganisation](#), [doppelte Kontingenz](#), [Systemdenken](#), [Soziales System](#), [Systemfehler](#), [Systemregeln](#), [Systemanalyse](#)

Beispiele [\[Bearbeiten\]](#)

Im folgenden einige Beispiele für systemtheoretisches Denken aus der Ingenieurwissenschaft. Diesen Beispielen ist gemein, dass sie sich mit *derselben* Art von [Differentialgleichungen](#) lösen lassen. Diese Verwendung eines universellen Werkzeugs zur Lösung verschiedener, zunächst nicht verwandt erscheinender, Probleme ist Teil des „systemtheoretischen“ Denkens.

- Beschreibung von [Schwingungen](#) (und deren [Fortpflanzung](#)), zum Beispiel:
 - [Luft \(Akustik\)](#),
 - [Wärme \(Thermodynamik\)](#),
 - [Elektronen \(Elektrotechnik\)](#),
 - [elektromagnetische Wellen](#),
 - [quantenmechanische](#) Objekte (im Sinne der [Schrödinger](#) Wellenmechanik),
 - [Geräten](#) (zum Beispiel mechanischen Federn),
- Beschreibung des Verhaltens elektrischer Schaltkreise,
- Beschreibung [mechanischer](#) Vorgänge (zum Beispiel Verteilung von [Kräften](#)).

Siehe auch [\[Bearbeiten\]](#)

- [Theoretische Biologie](#)
- [Systemwissenschaft](#)
- [Synergetik](#)
- [Komplexes System](#)
- [Systemische Organisationsberatung](#)
- [Soziologische Systemtheorie](#)
- [Weltformel](#)
- [Frederic Vester](#)

Literatur [\[Bearbeiten\]](#)

Klassische Literatur [\[Bearbeiten\]](#)

- [Norbert Wiener](#): *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Hermann Editions, Paris 1948.
- [Ludwig von Bertalanffy](#): *Zu einer allgemeinen Systemlehre, Biologia Generalis*. 195, MIT Press/Wiley & Sons, New York/Cambridge 1948, S. 114–129.
- [Claude Shannon](#), [Warren Weaver](#): *A mathematical theory of communication*. Illinois 1949, [ISBN 0252725484](#).
- [William Ross Ashby](#): *Introduction to Cybernetics*. 1956.
- Ludwig von Bertalanffy: *Allgemeine Systemtheorie*. In: *Deutsche Universitätszeitung*. Nr. 12, 1957, S. 8–12.
- Ludwig von Bertalanffy: *General System Theory*. New York 1976.
- Georg Klaus, *Wörterbuch der Kybernetik*, Berlin (Dietz), Frankfurt (Fischer Taschenbuch, 1968
- Rolf Unbehauen: *Systemtheorie Bd. 1*. 8. Auflage, Oldenbourg 2002, [ISBN 3486259997](#).
- Rolf Unbehauen: *Systemtheorie Bd. 2 – Mehrdimensionale, adaptive und nichtlineare Systeme*. Oldenbourg 1998, [ISBN 3486240234](#).
- [George Spencer-Brown](#): *Laws of Form*. 1969, [ISBN 0045100284](#).
- [Ervin László](#): *Introduction to Systems Philosophy*. 1973, [ISBN 0061317624](#) (Vorwort von Ludwig von Bertalanffy).
- [Gerald M. Weinberg](#): *An Introduction to General Systems Thinking*. 1991, [ISBN 0932633498](#) (Silver Anniversary Edition).
- [Humberto R. Maturana](#), [Francisco J. Varela](#): *Autopoiesis and Cognition The Realization of the Living*. 1980, [ISBN 9027710163](#).
- [Ernst von Glasersfeld](#): *Wissen, Sprache, Wirklichkeit*. 1987.
- [Anatol Rapoport](#): *Allgemeine Systemtheorie*. Darmstädter Blätter, Darmstadt 1988.
- [Joël de Rosnay](#): *Das Makroskop: Systemdenken als Werkzeug der Ökogesellschaft. Mit e. Vorwort von Frederic Vester*. Rowohlt, Reinbek 1979, [ISBN 3-499-17264-X](#)

Aktuelle Literatur [\[Bearbeiten\]](#)

- [Heinz von Foerster](#): *Wissen und Gewissen*. Suhrkamp, 1993.
- Thomas Allgeier: *Kommunikationswissenschaftliche Systemanalyse: Eine kommunikationswissenschaftliche Integration systemtheoretischer und einstellungstheoretischer Konzepte zur empirischen Analyse des Gesellschaftssystems der Bundesrepublik Deutschland*. Diss. Univ. München, 1995.
- Heinz von Foerster: *Cybernetics of Cybernetics, The Control of Control and the Communication of Communication*. 1995, [ISBN 0964704412](#).
- David J. Krieger: *Einführung in die allgemeine Systemtheorie*. Stuttgart 1996, [ISBN 3825219046](#).
- [Fritjof Capra](#): *The Web of Life – A new Scientific understanding of Living Systems*, Anchor, 1997 (deutsch als *Lebensnetz – Ein neues Verständnis der lebendigen Welt* Scherz Verlag/Knaur-München, 1999.)
- Georg Hörmann (Hrsg.): *Im System gefangen – zur Kritik systemischer Konzepte in den Sozialwissenschaften*. 2. Auflage, Klotz, Eschborn 1997, [ISBN 3-88074-278-2](#).
- John Biggart, Peter Dudley, F. King: *Alexander Bogdanov and the Origins of Systems Thinking in Russia*. In: *The Proceedings of a Conference at the University of East Anglia*. Ashgate Publishing Group, 1998, [ISBN 185972678X](#).
- [Norbert Bischof](#): *Struktur und Bedeutung. Eine Einführung in die Systemtheorie für Psychologen*. 2. Auflage, 1998 [ISBN 3456830807](#) (mit einer Einführung in die Methoden der

mathematischen Systemanalyse – einschließlich [Z-Transformation](#) – nur mit Abiturmathematik als Voraussetzung)

- [Helmut Willke](#): *Systemtheorie, I. Grundlagen, II. Interventionstheorie, III. Steuerungstheorie* 3. Auflage, Stuttgart 2001, [ISBN 3825218406](#)
- Gerald M. Weinberg: *An Introduction to General Systems Thinking*. (25th Anniversary Edition), 2001, [ISBN 0932633498](#).
- Heinz von Foerster: *Understanding Systems: Conversations on Epistemology and Ethics*. 2002, [ISBN 0306467526](#).
- Andreas Häuslein: *Systemanalyse*. 2003, [ISBN 3800727153](#),
- Dieter M. Imboden, Sabine Koch: *Systemanalyse*. Berlin 2003, [ISBN 3540439358](#),
- Christian Schuldt: *Systemtheorie*, Hamburg: Europäische Verlagsanstalt, 2003, [ISBN 3434461841](#).
- [Dominique Aubier](#): *Die Entschlüsselung der Gehirnstruktur* 2 Bände, Viamala-Verlag Ch., 2003, [ISBN 3952166421](#).
- Rudi Zimmerman: *Das System Mensch. Konstruktion und Kybernetik des neuen ganzen Menschen*. Berlin 2003, [ISBN 3-00-012784-4](#).
- [Bernhard Poerksen](#): *The Certainty of Uncertainty*. 2004, [ISBN 0907845819](#).
- Thomas Frey, Martin Bossert: *Signal- und Systemtheorie*. 2004, [ISBN 3519061937](#).
- [Diederich Hinrichsen](#), Anthony J. Pritchard: *Mathematical Systems Theory*. Springer 2005, [ISBN 978-3-540-44125-0](#).

Weblinks [\[Bearbeiten\]](#)

- [Geschichte des Systemdenkens und des Systembegriffs](#)
- [Systemtheorie Hausarbeit](#)
- [Glossar „Vernetztes Denken und Handeln“](#)
- [Skriptum Einführung in die Systemwissenschaft, Universität Osnabrück](#)

Einzelnachweise [\[Bearbeiten\]](#)

1. [↑](#) G. Kapri: Kybernetik und Biotechnologie - Heinz von Foerster [\[1\]](#). Zugriff online: 1. Mai 2009
2. [↑](#) von Bertalanffy schreibt in nachfolgender Quelle: seit 1937 mündlich entwickelt und seit 1946 mit Publikationen. siehe: [Karl Ludwig von Bertalanffy: ... aber vom Menschen wissen wir nichts](#), (Englischer Titel: Robots, Men and Minds), übersetzt von Dr. Hans-Joachim Flechtner. Seite 114f. Econ Verlag GmbH (1970), 1. Auflage, Duesseldorf, Wien.
3. [↑](#) Rudi Zimmerman: *Das System Mensch*. 2003, [ISBN 3-00-012784-4](#).

Von „<http://de.wikipedia.org/wiki/Systemtheorie>“

[Kategorien: Systemtheorie](#) | [Interdisziplinäre Wissenschaft](#)