

# Thinking in Systems

Meadows

2026

ISBN 978-3-8006-7875-4

Vahlen

schnell und portofrei erhältlich bei  
[beck-shop.de](https://beck-shop.de)

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](https://beck-shop.de) steht für Kompetenz aus Tradition. Sie gründet auf über 250 Jahre juristische Fachbuch-Erfahrung durch die Verlage C.H.BECK und Franz Vahlen.

[beck-shop.de](https://beck-shop.de) hält Fachinformationen in allen gängigen Medienformaten bereit: über 12 Millionen Bücher, eBooks, Loseblattwerke, Zeitschriften, DVDs, Online-Datenbanken und Seminare. Besonders geschätzt wird [beck-shop.de](https://beck-shop.de) für sein umfassendes Spezialsortiment im Bereich Recht, Steuern und Wirtschaft mit rund 700.000 lieferbaren Fachbuchtiteln.

Systemelemente müssen keine greifbaren Dinge sein. Auch immaterielle Größen können Bestandteile eines Systems sein. So sind Verbundenheit mit einer Hochschule und ihr wissenschaftlicher Leistungsstand zwei immaterielle Werte, die sehr wichtige Systemelemente einer Universität sein können. Hat man erst einmal damit angefangen, die Teile eines Systems aufzulisten, findet man schwer ein Ende. Man kann Teile weiter in Unterelemente zergliedern und dann wieder in Unterunterelemente. Ziemlich rasch verliert man dann das System aus den Augen. Man sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr, wie es so schön heißt.

Bevor man es so weit kommen lässt, sollte man lieber mit dem Zergliedern in Einzelteile aufhören und stattdessen nach den *Verknüpfungen* suchen, also denjenigen Beziehungen, die die Systemelemente zusammenhalten.

Die Vernetzungen im System Baum sind die physischen Flüsse und die chemischen Reaktionen, die die Stoffwechselprozesse des Baums steuern – jene Signale, die ein Element auf das reagieren lassen, was in einem anderen Teil passiert. Wenn zum Beispiel an einem sonnigen Tag die Blätter Wasser verdunsten, veranlasst ein Druckabfall in den Wasser leitenden Gefäßen die Wurzeln dazu, mehr Wasser aufzunehmen. Umgekehrt signalisiert der abfallende Wasserdruck den Blättern, ihre Poren zu schließen, um nicht noch mehr wertvolles Wasser zu verlieren, wenn die Wurzeln ein Austrocknen des Bodens registrieren.

Während die Tage in den gemäßigten Zonen kürzer werden, sendet ein Laubbaum chemische Signale aus, die dazu führen, dass die Nährstoffe aus den Blättern in den Stamm und die Wurzeln wandern, und dass in den Blattstängeln ein Trenngewebe entsteht, das die Blätter schließlich abfallen lässt. Es scheint sogar Signale zu geben, die einige Bäume dazu bringen, abweisende Chemikalien oder härtere Zellwände zu entwickeln, sobald nur ein Teil der Pflanze von Insekten angegriffen wird. Niemand versteht all die Zusammenhänge, die die vielfachen Reaktionen eines Baumes ermöglichen. Diese Wissenslücke überrascht nicht. Es ist einfacher, die Einzelteile eines Systems zu untersuchen, als die systemischen Verknüpfungen zu verstehen.

Im System der Universität sind solche Verknüpfungen die Zulassungsbedingungen, die Anforderungen für Abschlüsse, die Prüfungen und Zensuren, Etats und Finanzströme, der Tratsch und, als Wichtigstes, die Kommunikation von Wissen, die vermutlich der Zweck des ganzen Systems ist.

Bei einigen Verknüpfungen in Systemen handelt es sich tatsächlich um physische Flüsse: Wasser im Baumstamm oder Studierende bei ihrem Weg durch die universitäre Ausbildung. Viele Verknüpfungen sind Informationsströme – Signale, die Stellen ansteuern, an denen im System Entscheidungen getroffen oder Wirkungen entfaltet werden.

***Viele der Verknüpfungen in Systemen wirken über den Informationsfluss. Information hält Systeme zusammen und bestimmt weitgehend ihr Verhalten.***

Verknüpfungen dieser Art sind oft schwieriger zu erkennen, aber dem aufmerksamen Beobachter bleiben sie nicht verborgen. So nutzen Studierende oft informelle Informationen, um die Wahrscheinlichkeit einer guten Note einzuschätzen und entsprechende Kurse zu belegen. Bei einer Kaufentscheidung nutzt ein Käufer Information über Einkommen, Ersparnisse, Kreditwürdigkeit, Bestand an häuslichen Vorräten, Preise und die Verfügbarkeit von Waren. Regierungen brauchen Informationen über Art und Ausmaß von Wasserverschmutzungen, bevor sie sinnvolle gesetzliche Bestimmungen zu ihrer Verringerung verabschieden können. (Wichtig: Informationen über die Existenz eines Problems sind zwar notwendig, aber möglicherweise nicht ausreichend, um etwas zu bewegen – es werden auch Informationen über Ressourcen, Anreize, und Konsequenzen gebraucht).

Wenn schon informative Verknüpfungen schwierig zu erkennen sind, so gilt das für *Funktionen* oder *Zwecke* von Systemen erst recht. Systemfunktion oder Systemzweck sind selten schriftlich, mündlich oder sonst wie explizit erfassbar, und drücken sich meist nur im Systemverhalten selbst aus. Den Zweck eines Systems erkennt man am besten, in dem man sein Verhalten eine Zeitlang beobachtet.

Wenn sich ein Frosch nach rechts wendet und eine Fliege fängt, dann nach links wendet und eine Fliege fängt, und sich dann nach hinten dreht und eine Fliege fängt, dann ist der Zweck seines Verhaltens offensichtlich nicht das Drehen in die verschiedenen Richtungen, sondern das Fangen von Fliegen. Bekundet eine Regierung ihr Interesse an Umweltschutz, wendet dann aber wenig Geld oder Mühen dafür auf, so ist Umweltschutz eben nicht das Ziel der Regierung. Die tatsächliche Zielsetzung ist aus dem Verhalten abzuleiten, nicht aus Rhetorik oder Absichtserklärungen.

### **Funktion vs. Zweck**

Das Wort **Funktion** wird im Allgemeinen für ein nicht-menschliches System benutzt, das Wort **Zweck** im Sinne von **Absicht** für ein menschliches. Diese Unterscheidung gilt aber nicht unumschränkt, da viele Systeme sowohl menschliche als auch nichtmenschliche Elemente aufweisen.

Die Funktion eines Thermostat-Heizsystems ist es, ein Gebäude auf einer vorgegebenen Temperatur zu halten. Die Funktion einer Pflanze ist es, Samen hervorzubringen und mehr Pflanzen zu erzeugen. Der Zweck der Wirtschaft eines Landes scheint weiteres Wachstum zu sein – wenn man die wirtschaftliche Entwicklung betrachtet. Eine wichtige Funktion fast aller Systeme ist es, die eigene Erhaltung sicherzustellen.

Systemzwecke müssen also nicht unbedingt menschlichen Zwecken entsprechen und spiegeln nicht unbedingt die Absicht einzelner Akteure innerhalb des Systems wider. Einer der frustrierendsten Aspekte von Systemen ist, dass die Zwecke ihrer Untereinheiten sich zu einem Gesamtverhalten aufaddieren können, das eigentlich niemand befürwortet. Niemand möchte eine Gesellschaft, die von verbreiteter Drogensucht und Kriminalität geprägt ist, aber betrachten Sie doch mal was sich aus den unterschiedlichen Absichten und entsprechenden Handlungen der beteiligten Akteure ergeben kann:

- Verzweifelte Menschen, die sich (vorübergehende) Erlösung von ihren Suchtqualen erhoffen
- Drogenanbauer, Dealer und Banker, die Geld verdienen wollen
- Drogenhändler, die Recht und Gesetz brechen, während die Polizei bei der Bekämpfung der Drogenkriminalität daran gebunden ist
- Regierungen, die gesundheitsgefährdende Substanzen verbieten und den Handel mit Polizeigewalt zu unterbinden versuchen
- Reiche, die direkt neben Armen leben
- Nichtsüchtige, denen der eigene Schutz näher liegt als die Heilung Suchtkranker

Aus allem zusammen ergibt sich ein System, aus dem sich Drogensucht und Kriminalität nur schwer ausmerzen lassen.

Systeme können wiederum in andere Systeme eingebettet sein. Daher kann es sozusagen Zwecke innerhalb von Zwecken geben. Der Zweck einer Universität ist Wissensfindung und -bewahrung und die Weitergabe von Wissen an die nächsten Generationen. Innerhalb der Universität wollen Studierende gute Noten, die Professorin eine Dauerstelle, der Leiter der Verwaltung einen ausgeglichenen Finanzhaushalt. Jeder dieser Unterzwecke kann mit dem Gesamtzweck in Konflikt geraten – die Studentin könnte in Prüfungen schummeln, der Professor könnte die Lehre vernachlässigen, um lieber Veröffentlichungen herauszubringen, der Verwaltungsangestellte könnte den Haushalt durch die Entlassung von wissenschaftlichen Mitarbeitern ausgleichen. Erfolgreiche Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen Unterzwecke mit dem Gesamtzweck in Einklang gebracht werden. Darauf komme ich später noch zurück, wenn es um Hierarchien geht.

Die relative Bedeutung der Elemente, Wechselbeziehungen und Zwecke für die Funktion eines Systems lässt sich erkennen, wenn man einmal annimmt, dass sie einzeln ausgewechselt würden.

Die Elemente auszutauschen, hat für gewöhnlich die geringste Wirkung auf das System. Nach dem Austauschen sämtlicher Spieler einer Fußballmannschaft ist die Mannschaft noch immer als Fußballmannschaft erkennbar. (Vielleicht spielt sie viel besser oder schlechter – bestimmte Teile eines Systems können tatsächlich wichtig sein.) Ein Baum erneuert ständig seine Zellen, seine Blätter etwa jedes Jahr, aber trotzdem ist es grundsätzlich der gleiche Baum. Ihr eigener Körper wechselt den Großteil seiner Zellen alle paar Wochen aus, bleibt aber weiterhin Ihr Körper. In einer Universität gibt es einen ständigen Durchfluss von Studierenden und einen langsameren von Professoren und Angestellten, trotzdem bleibt es aber weiter eine Universität. Tatsächlich ist es sogar die gleiche Universität, mit gewissen Unterschieden zu anderen Universitäten, genau wie General Motors und der US-Kongress irgendwie ihre jeweiligen Identitäten aufrechterhalten, obwohl die Personen in diesen Organisationen immer wieder wechseln. Ein System behält im Allgemeinen seine Identität und verändert sich – wenn überhaupt – nur langsam, selbst bei komplettem Austausch seiner Elemente – jedenfalls solange die Systemverknüpfungen und der Systemzweck intakt bleiben.

Veränderungen bei den Verknüpfungen der Elemente (also in

der Systemstruktur) hingegen können das System erheblich verändern. Möglicherweise sogar bis zur Unkenntlichkeit, obwohl noch die gleichen Spieler in der Mannschaft sind. Wenn in einem Spiel die Fußballregeln gegen Basketballregeln ausgetauscht werden, so ergibt sich, im sprichwörtlichen Sinne, ein ganz neues Spiel. Würden die Wechselbeziehungen im Baum geändert – sagen wir derart, dass er, anstatt Kohlendioxid aufzunehmen und Sauerstoff abzugeben, das Gegenteil täte – so wäre das kein Baum mehr (sondern ein Tier.) Sollten in einer Universität die Studierenden die Professoren bewerten oder würden wissenschaftliche Argumente statt mit Vernunft mit Gewalt ausgetragen werden, so wäre das vielleicht eine interessante Institution, aber keine Universität mehr. Die Wechselbeziehungen in einem System zu verändern, kann also dramatische Veränderung bedeuten.

Änderungen der Funktion oder des Systemzwecks können ebenfalls drastische Auswirkungen haben. Was passiert, wenn man Spieler und Regeln beibehält, aber den Zweck ändert – beispielsweise von Sieg zu Niederlage? Was, wenn die Funktion eines Baums nicht mehr aus Überleben und Fortpflanzung bestünde, sondern darin, alle Nährstoffe aus dem Boden zu ziehen und unbegrenzt zu wachsen? Auch für eine Universität haben gewisse Leute schon ganz andere Zwecke vorgeschlagen als die Verbreitung von Wissen – Geld verdienen, Menschen indoktrinieren, Fußballspiele gewinnen. Eine Änderung des Systemzwecks verändert ein System grundlegend, selbst wenn alle Systemelemente und Verknüpfungen gleichbleiben.

***Der unauffälligste Teil des Systems, nämlich seine Funktion oder sein Zweck, hat im Allgemeinen den kritischsten Einfluss auf das Systemverhalten.***

Die Frage, welche der drei Komponenten (Systemelemente, Systemstruktur oder Systemzweck) in einem System am wichtigsten ist, ist eine un-systemische Frage. Alle sind essenziell. Alle interagieren miteinander. Alle spielen ihre Rolle. Aber gerade der unauffälligste Teil eines Systems, nämlich seine Funktion oder sein Zweck, bestimmt das Systemverhalten grundsätzlich. Auch die Wechselbeziehungen der Systemstruktur haben kritische Bedeutung. Veränderungen in den Wechselbeziehungen ändern normalerweise das Systemverhalten.

Die Systemelemente, also jene Systemteile, die uns am ehesten ins Auge fallen, sind oft (nicht immer) am unwichtigsten, wenn es darum geht, die charakteristischen Eigenheiten des Systems

zu bestimmen – es sei denn, der Austausch eines Elements hat auch die Änderung eines strukturellen Zusammenhangs oder des Systemzwecks zur Folge.

Der Austausch einer einzigen Führungsperson – etwa eines Breschnew gegen einen Gorbatschow, oder eines Carter gegen einen Reagan – kann einer ganzen Nation unter Umständen eine neue Richtung geben, obwohl doch das Land, die Fabriken und hunderte Millionen Menschen genau die Gleichen geblieben sind. Eine neue politische Leitfigur kann ein Land, seine Fabriken und seine Menschen dazu bringen, dass sie ein anderes Spiel mit neuen Regeln spielen, oder er kann das Spiel auch auf einen neuen Systemzweck hin ausrichten.

Und umgekehrt ist die Geschwindigkeit begrenzt, mit der eine Führungsperson die Richtung ändern kann, , eben weil das Land und die Fabriken und Menschen langlebige, nur allmählich veränderbare physische Elemente des Systems sind.

### **Badewannen-Grundkurs – zeitabhängiges Systemverhalten verstehen**

*In der Natur vorfindbare Information ... erlaubt uns eine teilweise Rekonstruktion der Vergangenheit. ... Die Entwicklung der Mänderschleifen eines Flusses, die zunehmende Komplexität der Erdkruste ... sind Medien, die Informationen genauso wie genetische Systeme speichern. ... Information zu speichern heißt, die Komplexität des Mechanismus zu erhöhen.*

Ramon Margalef<sup>5</sup>

Ein **Bestand**<sup>6</sup> (oder Zustand) ist der Grundstock jeden Systems. Bestandsgrößen (oder Zustandsgrößen) sind die Systemelemente, die man jederzeit sehen, fühlen, zählen oder messen kann.

Ein Bestand ist genau das, wonach es klingt: ein Vorrat, eine Menge, eine Anhäufung von Material oder Information, die sich mit der Zeit aufgebaut hat. Das kann Wasser in einer Badewanne sein, eine Population, Bücher in einem Buchladen, das Holz eines Baumes, Geld auf einer Bank, das eigene Selbstbewusstsein. Ein Zustand muss nicht materiell sein. Ihr Vorrat an gutem Willen gegenüber anderen oder Ihre Hoffnungen

***In einer Zustandsgröße (Bestandsgröße) ist die Geschichte ihrer wechselnden Zu- und Abflüsse in der Vergangenheit gespeichert.***

auf eine bessere Welt – das sind beides auch verhaltensbestimmende Zustände.

Zustände verändern sich zeitabhängig durch Zu- und Abflüsse, also **Flüsse** (oder Flussgrößen). Das sind z. B. Geburten- und Sterbefälle, An- und Verkäufe, Wachstum und Zerfall, Einzahlungen und Abbuchungen, Erfolge und Fehlschläge. Der momentane Zustand ist folglich die gegenwärtige Erinnerung an die Geschichte wechselnder Flüsse im System.

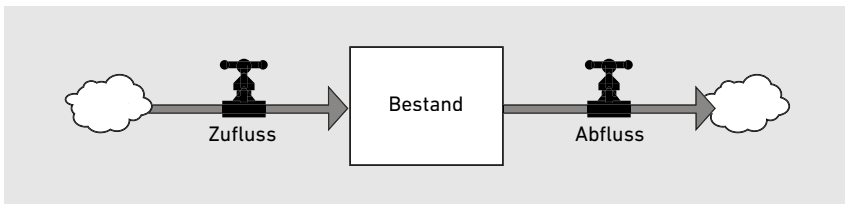


Abb. 1: Wie man Flussdiagramme liest: In diesem Buch werden Bestände als Kästen dargestellt und Flüsse als »Rohre« mit Richtungspfeilen, die in die Bestände hinein oder aus ihnen heraus zeigen. Das Wasserhahn-artige Symbol an jedem Fluss bedeutet ein »Ventil«; es kann weiter auf- oder zugedreht werden, offen oder geschlossen sein, um den jeweiligen Fluss zu regeln. Die »Wolken« stehen für den Herkunfts- oder Zielort der Flüsse – die Quellen und Senken, die hier zunächst nicht betrachtet werden.

DIE FACHBUCHHANDLUNG

Ein unterirdischer Erzvorrat ist z. B. ein Bestand, aus dem das im Bergbau geförderte Erz »abfließt«. Der »Zufluss« von Erz in einen Mineralbestand ist auch über Jahrtausende nur minimal. Deswegen habe ich dieses System hier vereinfacht ohne Zufluss dargestellt (Abbildung 2). Alle Systemdiagramme und Beschreibungen sind vereinfachte Abbildungen der realen Welt.

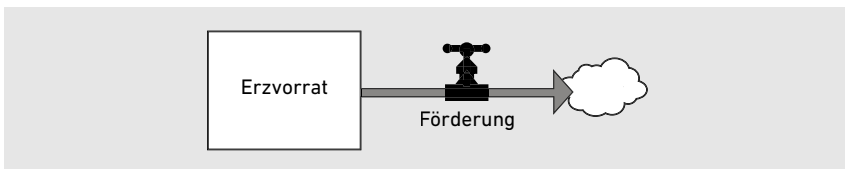


Abb. 2: Ein Erzvorrat, der durch Bergbau abgebaut wird.

Das Wasser in einem Stausee ist ein Bestand, der einen Zufluss durch Niederschläge und Flusswasser, und einen Abfluss durch Verdunstung an der Wasseroberfläche und den Ablass und Überlauf am Damm hat.

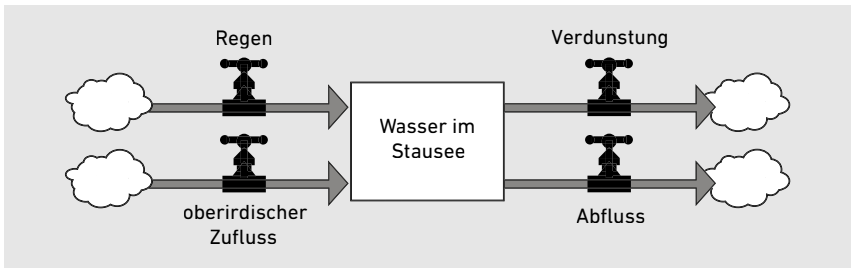


Abb. 3: Wasservorrat in einem Staubecken mit verschiedenen Zu- und Abflüssen

Die Holzmasse der lebenden Bäume eines Waldes ist eine Bestandsgröße. Der Zufluss ist der Holzzuwachs der Bäume. Das natürliche Absterben der Bäume und die Holzernte sind Abflüsse. Die Holzernte geht in einen anderen Bestand über, z.B. den Lagerbestand an Bauholz in einem Sägewerk. Mit dem Verkauf von Bauholz entsteht ein entsprechender Abfluss aus dem Lager am Sägewerk.

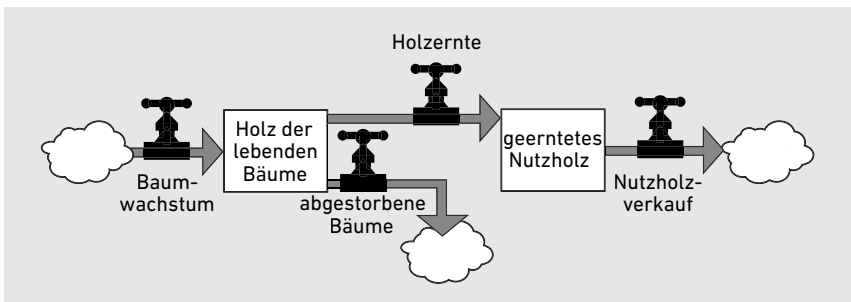


Abb. 4: Bestände und Flüsse, die den Baumbestand eines Waldes mit einem Bauholzbestand im Sägewerk verbinden

Wenn Sie die **Dynamik** von Beständen und Flüssen einmal erfasst haben – ihr zeitabhängiges Verhalten –, so verstehen Sie schon viel vom Verhalten komplexer Systeme. Und wenn Sie Erfahrungen