

Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 14 (1960)

Heft: 11

Artikel: Was sind Strukturen? : Eine Begriffsbestimmung

Autor: Wieser, Wolfgang

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-330470>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Wolfgang Wieser

Was sind Strukturen?

Eine Begriffsbestimmung.

Anmerkung der Redaktion

Die Sprache, mit der Werke der Architektur beschrieben und charakterisiert werden, hinkt gewöhnlich den Tendenzen im Bauen nach. Wir empfinden das heute, wo sich die Entwicklungen überstürzen, doppelt schmerzlich, weil sich im Gebrauch der Sprache und im Bilden von Begriffen auch noch eine unverantwortliche Oberflächlichkeit breitmacht. So kommt es, daß eine ernsthafte Diskussion unter Architekten nur mit großen Schwierigkeiten verbunden ist.

Immer wieder stoßen wir auf Begriffe, die mit einem Wort ausgedrückt sind, das die Sache entweder falsch wiedergibt, wie etwa »Organische Architektur«, oder den Begriff einengt, und damit den Blick auf das Ganze verzerrt, wie etwa »Struktur«. Der aus der Biologie entlehnte und zuerst im Amerikanischen gebrauchte Begriff wird auch bei uns nur für den konstruktiven Aufbau verwendet. Damit ist das Wort besetzt und kann nicht mehr für konstruktive, räumliche und andere Gefüge gebraucht werden. Diese Einengung und einseitige Anwendung widerspricht aber dem Begriff, wie er in den Naturwissenschaften verwendet wird. Dort wird unter »Struktur« ein Beziehungsnetz

von Elementen oder elementaren Prozessen verstanden. Wir dürfen diesen Begriff auch in die Architektur übernehmen, ohne uns eines Plagiaten schuldig zu machen; denn dieser und andere Begriffe sind — in sinngemäßer »Übersetzung« — in vielen Wissenschaften gebräuchlich (z.B. »Feld« in der Physik, Kernphysik, Mathematik u.a.). Die Ganzheit, die komplexe Verknüpfung zahlreicher Elemente, die der Naturwissenschaftler untersucht und entdeckt, nennt er »System«. Ein System wird durch das Prinzip der Ordnung ausgedrückt. Die Elemente eines Systems müssen miteinander kommunizieren, sie müssen gesetzmäßige Beziehungen zueinander entwickeln — und diese Notwendigkeit der »Kommunikation« ist gleich wichtig für physikalische, biologische oder soziologische Systeme. Ohne Kommunikation keine Ordnung, ohne Ordnung keine Ganzheit! Diese Bestimmungen der Begriffe »Struktur«, »System« und »Kommunikation« können unmittelbar von der Naturwissenschaft in die Architektur und Raumplanung übernommen werden; denn wie das Lebendige, das die Naturwissenschaft untersucht, kann sich auch das von Menschenhand geschaffene Technische nicht außerhalb der Gesetze der Natur stellen. Im Buch »Organismen, Strukturen, Maschinen« weist Wolfgang Wieser nach, daß organische und technische Strukturen nach gleichen Prinzipien entworfen sind und gleichen Gesetzen unterliegen. Insbesondere haben die Kybernetik und das damit verbundene Problem der Automation Licht in bisher verborgene Vorgänge gebracht. Wir drucken hier aus dem genannten Werk, das 1959 in der Fischer Bucherei erschienen ist, aus dem 1. Kapitel ab.

Blicken wir auf die Dinge und Erscheinungen dieser Welt, so ist zunächst einmal alles flächenhaft und amorph. Die Oberfläche verbirgt alles. Dann dringen wir tiefer: Einzelne Elemente, Linien oder Kausalverbindungen treten in den Vordergrund und erhöhen die Mannigfaltigkeit, aber auch die Ordnung der Erscheinungen. So verwandeln sich die flachen menschlichen Figuren, wie sie auf ägyptischen

Reliefs einerschreiten, in die Skulpturen der Gotik und Renaissance, deren Gesichter von Leidenschaften gezeichnet und deren Körper nach anatomischen Bauplänen modelliert sind.

Auch die wissenschaftlichen Bemühungen der Menschen folgen diesem Weg. In älteren Zeiten sah man die Phänomene in ihrer gleichsam flächenhaften Totalität, dann begann man sie zu zergliedern, bis man zu jenen Elementen, Linien und Kausalverbindungen gelangte, die anscheinend die einfachsten Bausteine darstellen. Bis zum Beginn dieses Jahrhunderts waren die Naturwissenschaften auf diese Weise beschäftigt gewesen, die Bausteine der Welt zu entdecken und diese aus jenen wieder zusammensetzen. Dabei modellierten sich die Analysen aller Naturwissenschaftler nach dem Vorbild der Physiker. Was zum Beispiel die Biologen suchten, war ein definierbares Element: eine morphologische Einheit, ein biochemischer Prozeß, eine Bewegung oder ein Reflex. Man betrachtete diese, als wären sie so starr, wohlabgegrenzt und stabil, wie man sich früher die Atome vorgestellt hatte.

Irgendwie lag dem vergangenen Jahrhundert die Vorstellung eines linearen Prozesses. Es war gut, zu denken, daß sich die Komplexität der Welt mit all ihren Verwandlungen letztlich auf eine Anzahl sozusagen handgreiflicher, fertiger Bestimmungstücke reduzieren lasse.

Vergangen waren die Epochen mystischer Zusammenhänge, in denen alles mit allem irgendwie kommunizierte, und man stand im Schatten Newtonscher Idealbegriffe, in einer Welt von kugelförmigen Körpern, Bahnen, die diese Körper voraussagbar beschreiben, und Ereignissen B, die unweigerlich auf Ereignisse A folgen. Zum Bild dieser Welt gehörte auch, daß sie sich durch die beiden Begriffe »Kraft« und »Stoff« völlig aufschlüsseln läßt.

Das geistige Klima, das diese wissenschaftliche Weltbetrachtung ermöglichte, hat sich nun in den letzten Jahrzehnten zu wandeln begonnen. Die Frage tauchte auf, ob denn nicht die Analyse eines Systems bis auf Elemente und Elementarprozesse eine ganz wesentliche Eigenschaft des Systems übersähe, ja, im Moment des Analysierens unwillkürlich zerstöre? Elemente verbinden sich eben mit anderen Elementen zu höheren Einheiten — und wer könnte sagen, ob sich nicht ein Bestandteil, wenn er aus dem Zusammenhang des Ganzen herausgenommen wird, im Moment des Herausnehmens entscheidend verändert?

Hier zeichnen sich die Aufgaben einer neuen Betrachtungsart der Erscheinungen ab. Zu studieren sind nicht mehr einzelne Elemente, sondern die Wirkungen der Elemente aufeinander; nicht die Eigenschaften losgelöster Prozesse, sondern die Eigenschaften von Ganzheiten. Dabei wird der Begriff der Struktur oder der Form wichtig, denn unter »Struktur« soll ein Beziehungsnetz von Elementen oder von elementaren Prozessen verstanden werden. Wo immer sich Elemente zu einem sinnvollen Ganzen zusammenfügen, treten Strukturen auf, deren Aufbau bestimmten Gesetzen folgt. Die Ganzheit, in der wir Strukturen entdecken und untersuchen, nennen wir ein »System«. Es gibt also anorganische, organische, soziologische und technische Systeme. Wenn wir sagen, daß der Begriff der Struktur in der modernen Naturwissenschaft an Bedeutung gewinnt, so heißt dies, daß selbst solche Naturereignisse, die man früher geneigt war, als lineare Prozesse aufzufassen, in Wirklichkeit nur als das Resultat der komplexen Verknüpfung zahlreicher Elemente begriffen werden können. Losgelöste Partikel oder lineare Prozesse sind das Ergebnis von Dissektion und Abstraktion und nie repräsentativ für das Ganze. Was all dem zugrunde liegt, ist das Phänomen der Organisation. Organisation ist ein Prinzip, das nicht auf eine der beiden Kategorien Kraft oder Stoff zurückgeführt werden kann, sondern selbst eine unabhängige Größe ist, weder Energie noch Substanz, sondern etwas Drittes, durch das Maß — und die Art — der Ordnung (oder negativen Entropie) eines Systems ausgedrückt.

Die Elemente eines Systems müssen miteinander »kommunizieren«, sie müssen gesetzmäßige Beziehungen zueinander entwickeln — und diese Notwendigkeit der Kommunikation ist eine fundamentale, gleich wichtig für physikalische, biologische oder soziologische Systeme. Ohne Kommunikation keine Ordnung, ohne Ordnung keine Ganzheit. Das hier zugrunde liegende Prinzip kann der Übersichtlichkeit halber (nicht aus logischen Gründen) von zwei Seiten betrachtet werden. Zunächst einmal von den Schaltproblemen her. Die entsprechende Fragestellung wäre da etwa: Was sind — im Sinne der Technik — die Schaltprinzipien komplexer Systeme, und in welcher Weise können sie für das Verhalten dieser Systeme verantwortlich gemacht werden? Schaltnetze dienen nun fäher dazu, um Mitteilungen, Signale, kurz: Information zu übertragen. Daraus ergibt sich der zweite Gesichtspunkt: Von welcher Art sind die Informationen, die zwischen den Elementen eines Systems ausgetauscht werden, wie werden

sie weitergegeben, und was für eine Rolle spielen sie?

Diese Zweiteilung: Schaltprinzipien und Information, soll als Gerüst für die folgenden Erörterungen dienen.

Ihr Ziel ist eine Analyse des lebenden Organismus, doch wird es sich, wie schon im Vorwort angedeutet, als günstig erweisen, auch in den viel einfacheren technischen Systemen, vor allem in modernen elektronischen Maschinen, nach einigen der allgemeinen Prinzipien von Kommunikation und Organisation zu suchen, da sie sich in diesen oftmals leichter definieren lassen als in den komplexen biologischen Systemen. Die Einsicht in die entscheidende Rolle, die Schaltprinzipien, Kommunikation und Information in komplexen Systemen spielen, ging von der Technik und nicht von der Biologie aus. Der Grund hierfür ist wohl, daß sich die Technik in den letzten sechs Jahrzehnten mehr und mehr mit sehr praktischen Fragen der Kommunikation und Information zu beschäftigen gehabt hat. Radio, Telefon, Fernsehen sind ja alles Instrumente der Nachrichtenübermittlung (in denen allerdings der Mensch als Empfänger, Sender und Vermittler noch immer unentbehrlich ist). In ihnen kündigten sich bereits jene Probleme an, die im Laufe der letzten 20 Jahre, vor allem durch militärische Aufgaben während des letzten Krieges stimuliert, so besonders wichtig geworden sind. Für die Formulierung der entscheidenden Ideen sind z.B. die Anforderungen der modernen Flugabwehr von großer Bedeutung gewesen. Am Problem, eine Kanone so genau einzustellen, daß ein mit großer Geschwindigkeit fliegendes Flugzeug durch das Geschöß getroffen wird, lassen sich zwei konstruktive Unterprobleme unterscheiden: erstens müssen gewisse Punkte eines Systems ständig darüber informiert sein, was sich an anderen Punkten zuträgt, zweitens soll der Erfolg einer Leistung die Voraussetzungen dieser Leistung rückwirkend selbst wieder beeinflussen. Bei modernen Flugabwehranlagen verbinden sich also ein Effektor (die Kanone), ein Meldeorgan (das Radargerät) und eine Befehlsstelle so miteinander, daß die Bewegungen des ersten, die Nachrichten des zweiten und die Befehle der dritten einen geschlossenen Kreis bilden. Das Radargerät meldet ein Flugzeug, leitet die Information zum Befehlsgerät, das die Kanone grob einvisiert. Die Position der Kanone wird an das Befehlsgerät zurückgemeldet, so daß sich die Differenz zwischen tatsächlicher und erforderter Position errechnen und entsprechend korrigieren läßt. Der Erfolg ist, daß sich die Kanone — gleichsam zielbewußt — in einer Reihe von Annäherungsschritten auf den vom Meldeorgan geforderten Punkt zubewegt. Hier ist der Mensch als wesentliches Element des Kommunikationskreises bereits ausgeschaltet. Er baut die Maschine, und er setzt sie in Bewegung — aber die Nachrichten, die sie zu übermitteln hat, kommen auch ohne seine Beihilfe an. In diesen Apparaten oder Apparatenformationen entdeckten die Techniker die fundamentale Rolle von »Kreisschaltungen«: Schaltungen, bei denen sich der Endpunkt mit dem Anfangspunkt wieder verbindet und diesen steuert.

Von derartigen Einsichten war es dann nur mehr ein Schritt zur Verallgemeinerung der Situation und zur Feststellung, daß — inter alia — Kreisschaltungen notwendige Bestandteile aller Systeme, belebter und unbelebter, sein müssen, die sich durch das aktive Anstreben eines Zieles auszeichnen. Durch diese Erkenntnis erschien die jahrtausendealte Antithese: Kausalität—Teleologie in einem neuen Licht. Es wurde nämlich deutlich, daß eine Reaktionskette, deren Aufgabe es ist, einen

stabilen Zustand zu erreichen (für die Flugabwehrkanone wäre das z.B. jener Punkt, von dem aus das Flugzeug mit einem Geschöß getroffen werden kann), und die dieses Ziel erreicht, indem der momentane Zustand des Systems dessen Voraussetzungen rückwirkend so beeinflußt, daß sich das gesamte System auf den stabilen Zustand hinbewegt ..., es wurde nämlich deutlich, daß so eine Reaktionskette ein teleologisches Element besitzt, da sie das »Ziel«, wenigstens teilweise, bereits in sich enthält: *τέλος ἔχων ἐν ἑαυτῷ*. »Entlechie«, in diesem Sinne aufgefaßt, ist kein Charakteristikum lebendiger Systeme, sondern bloß an das Vorhandensein einer Kreisschaltung bestimmter Art gebunden. Sie kann also auch in Maschinen, in denen derartige Kreisschaltungen vorkommen, verwirklicht sein.

Demzufolge läuft die Grenze zwischen Kausalität und Teleologie ganz woanders, als man sie bis dahin gezogen hatte. Kausalität und Teleologie sind keine Gegensätze. In linearen Reaktionsketten läßt sich die Aufeinanderfolge der einzelnen Schritte kausal völlig beschreiben. In kreisförmigen Reaktionsketten gilt für die einzelnen Stadien des Reaktionsablaufes auch die kausale Beschreibung; für die Zustände des Gesamtsystems jedoch läßt sich auch eine teleologische Beschreibungsform anwenden, die der kausalen Beschreibung in keiner Weise widerspricht. Die teleologische ist also von der kausalen Beschreibung nur durch den Blickwinkel, unter dem sie bestimmte Reaktionsabläufe betrachtet, unterschieden.

Was ich bisher »Kreisschaltung« genannt habe, heißt heutzutage meistens »Rückkopplung« (feedback) oder »Regelkreis« und ist das Mittelstück einer jungen Wissenschaft, die in den letzten Jahren unter dem Namen Kybernetik (von kybernetes, der Steuermann) die Gemüter zahlreicher Techniker, Biologen, Philosophen und Laien zu bewegen begann. Kurz gesagt, die Kybernetik ist die Wissenschaft von den Steuermechanismen.

Wie schon erwähnt, ging der Anstoß zur Formulierung der Ideen über Kommunikation und Information von der Technik aus, aber die Ideen fielen bei Biologen und Medizinern auf einen bereits vorbereiteten Grund. Wissenschaftsgeschichtlich ist es interessant, festzustellen, daß sich Technik und Biologie eine Zeitlang auf ähnlichen Bahnen, jedoch unabhängig voneinander, fortbewegten, so daß die schließliche Vereinigung der Bemühungen eine außerordentliche Beschleunigung der Entwicklung mit sich brachte. Heutzutage sind an den Fortschritten der Wissenschaft von den Steuermechanismen Mathematiker, Techniker und Biologen in gleichem Maße beteiligt. Mit anderen Worten, Biologen und Techniker schienen in einem gewissen Abschnitt ihrer Forschungsgebiete über dieselben Dinge zu sprechen. Rückkopplung, Information, Kommunikation, Steuerung usw. erwiesen sich als Begriffe, die nicht bloß zur Beschreibung von Organismen und Maschinen angewandt werden konnten, sondern die zu deren Verständnis sogar unerläßlich waren. Kein Wunder, daß die Frage, von welcher Art die Beziehung zwischen Organismen und Maschinen denn überhaupt sei, ein großes Interesse für sich in Anspruch nehmen konnte. Man weiß aber, daß diese Frage heutzutage nicht zum erstenmal gestellt wird. Immer wieder waren Menschen — von Descartes und La Mettrie bis Leduc — von der Ähnlichkeit zwischen gewissen technischen Leistungen und gewissen Funktionen lebendiger Organismen beeindruckt gewesen und hatten die Übereinstimmung zum Anlaß genommen, die einen durch die anderen zu »erklären«.