

Komplexität

Kompliziert: lat. *complicare*: zusammenfalten, -legen, -wickeln, auch *Komplize*: Mithelfer-Mittäter. komplizieren: verwickeln, erschweren. *heute* etwa: schwer verständlich, nur ganzheitlich, Gegenteil von einfach, leicht einsichtig

Komplex: lat.: *complecti*: umschlingen, umfassen. *plectere*: flechten, ineinanderfügen. *heute*: mehr auf Meßbarkeit, Zahlenangabe aber logisch ableitbar

Ähnlich: unübersichtlich, verflochten, verschlungen, verzweigt, vielschichtig, mehrteilig, beziehungsreich, vertrackt, verzwickelt, zusammengesetzt, problematisch, umständlich, vielfältig, undurchschaubar, unverständlich

Wird **angewendet auf**: Situationen, Entscheidungen, Systeme, Strukturen, Modelle, Verhalten
Unterschiedliche **Methoden und Maße** zur Kennzeichnung.

Luhmann: Soziologische Systeme

Prigogine, Lewin: Benard-Zelle Millimeterbereich _ intermolekulare Kräfte Angstrombereich (10-10 m) eine Benard-Zelle $\sim (10^7)^3 \sim 10^{21}$ Moleküle.
Komplexes system = globale Eigenschaften, die sich aus dem Gesamtverhalten von Individuen ergeben. Oberflächenkomplexität wächst aus Tiefeneinfachheit. Komplexe adaptive Systeme sind Mustersucher.

Dörner: Menschen schwierig mit Komplexität umzugehen. Viele Merkmale zugleich beachten, Komplexität um so höher, je mehr Merkmale vorhanden und je mehr diese voneinander abhängen: erfassen um Handlungen zu planen. Komplexität gilt nur für einen bestimmten Akteur. Die Analyse der gegenwärtigen Gegebenheiten reicht nicht aus, man muß auch herausbekommen, wo das Ganze hin will, nicht Hierarchien sondern gegenseitige Abhängigkeiten. Probleme des exponentiellen Denkens: Teich mit Seerose. Schachspiels Körner zur Belohnung. Wahl des richtigen Auflösungsgrades.

Systemtheorie übliche:

- 1) Vielzahl vorhandener Elemente und deren Verknüpfungen: Wechselwirkungsvielfalt: Graphentheorie:
- 2) Norbert Wiener: Ursache-Wirkungs-Gefüge der Kybernetik.
- 3) Ashby: Vielfalt-Konzeption \sim Multistabilität.
- 4) Elektronik: Komplexität der Schaltkreise (Gatter, Transistoren) SSI, MSI, LSI, VLSI ULSI

Moles: *instrumentelle* (Anwendungsmöglichkeiten) _ *konstruktive* (Aufbau, Struktur) Komplexität. Bleistift: konstruktiv = Mine + Holz. instrument: zum Schreiben und Zeichnen, als Lineal, Mine elektrischer Widerstand. Aufteilung: Spiele _ Computer)

Andere: *sensorische* = mögliche Inputs, *verarbeitende-speichernde* = Struktur- und Funktionsvielfalt, *effektorische* = Outputs

Mathematische Systeme, Algorithmen usw. existiert Komplexitätstheorie.

Fragestellung: intuitiv: wie kann auf ein wenig komplexes System eine hochkomplexes abgebildet werden? Turingautomat - Speicherband - Mensch - Umwelt

Meßtechnik - Zahlen

Rucker: 4 Zahlenbereiche: *klein* 1 bis 1000; *mittel* 1000 bis Billion, *groß* Googol , 10^{100} Namen für Zahlen kaum möglich, *unvorstellbare* noch nicht unendlich

Hat man einmal mit dem **Zählen begonnen**, so ist es schwer, wieder damit aufzuhören.

Die "**Sandzahl**" war das letzte, was Archimedes schrieb. 215 vor Christus 10⁶³ Sandkörner sind die Welt. **Googol** erfand um 1930 der Neffe des Mathematikers Edward Kasner. Googolplex ist Zahl mit Googol Nullen.

Zahlbessene: Arithnomanen: "Es ist schwierig, sich vorzustellen, wie die Welt aussahen würde, würde sie nicht von Zahlbessenen regiert". "Erfährt man mittlere Zahlen unmittelbar **sinnlich**, so sind sie etwas ganz anderes als die Zahlen in den **Zeitungen**"

Geschlossene Masse = z.B. Kirchengemeinde ist beschränkt, religiöse Zeremonie: daß man sich einer größeren Gruppe angehörig fühlt. In der dafür das Wort darshan. Macht über die Massen. Auch Predigt zielt darauf ab, Macht über Massen zu haben.

Offene Masse = Straßendemonstration: Sie will und muß wachsen und kennt dafür keine Grenzen. Wenn sie nicht mehr wächst, erreicht sie ihr Ende.

Meine Zahlenbereiche:

binär Ja/Nein-Entscheidungen, Aussagenlogik, Boolesche Algebra, binäre Arithmetik usw.

psychologisch Kapazität unseres Gegenwartsgedächtnisses. Klassenzahl bei Begriffsbildung: $\lg(150) \sim 7,23$.

anschaulich: m ein mm mit bloßem Auge zu erkennen; Million, Milliarde, Billion, Billiarde, Trillion usw. Vorsätze des SI wie p, m, m, k, M, G, T

naturgegebene: Exponent von -99 bis 99. Masse Weltall/Elektron $\sim 10^{85}$. Anderen nur kleiner. Gleitkomma-Arithmetik der Rechner. Rechnen mit

Exponenten gehorcht anderen Gesetzen als Peano-Axiom: Nachfolger

kombinatorisch: 10⁸⁰ Atome Speicherung je eines bit: $2^{(10^{80})} \sim 10^{3 \cdot 10^{79}}$ Zustände = Zahl mit $3 \cdot 10^{79}$ Ziffern.

mathematisch: null und abzählbar unendlich, sehr dichte Staffelung der Zahlen

Berechenbarkeit: Unentscheidbarkeit: Unerschöpflichkeit. Sprache ist unerschöpflich. 100 Wörter, Satzlänge 10 Wörter -> 10²⁰⁰ verschiedene Sätze. Um sie auszusprechen nicht einmal Zeit des Bestehens der Welt ausreichend.

Übergänge und Unschärfen

Klassenbildung: Objekte (anschaulich) Eigenschaften (psychologisch), binär Klassenbildung.

Modellbildung: Wirklichkeit (physikalisch) durchschaubare, anschauliche, wesentliche Relationen. Kann zusätzliche Erkenntnisse liefern.

Evolution: Zukunft = Möglichkeiten (kombinatorisch) Wirklichkeit (naturgegeben)

Reduzierung der Komplexität bewirkt **Ungenauigkeiten** und **Unschärfen** und **Redundanzen**. Informationstheoretisch **Unbestimmtheit beseitigt**.

Entstehen von Information

Unschärfen von **Heisenberg und Küpfmüller**

unscharfen Mengen von Zadeh

unscharfen Modelle in Physik und Chemie.

Sonderproblem: Rekursion - Iterationstiefe: Suche nach einem grafischen Code.

Widerspruch: Schall <-> Musik: Rezeptionshäufigkeit <-> Speicher- und Produktionsaufwand.

Literatur

Ashby, Y.: Einführung in die Kybernetik. Suhrkamp Verlag, Frankfurt/M 1974

Dörner, D.: Die Logik des Mißlingens - Strategisches Denken in komplexen Situationen. rororo, Reinbeck bei Hamburg, 1992

Lewin, R.: Die Komplexitätstheorie - Wissenschaft nach der Chaosforschung. Aus dem Amerikanischen von Hainer Kober. Hoffmann und Campe Hamburg, 1993

Nicolis, G. u. Prigogine, I.: Die Erforschung des Komplexen, Piper, München - Zürich 1987

Rucker, R.: Der Ozean der Wahrheit - über die logische Tiefe der Welt; Fischer-Logo; Frankfurt/M. 1990

Ursul, A. D.: Information. Dietz-Verlag, Berlin 1970