

Standpunktpapier zum Seminartermin am 19.11.2019

Immanuel Thoke

19. November 2019

1 Preface - Einordnung der Begriffe Organisation und System

Vergleicht man die charakteristischen Merkmale der Organisations- mit jenen der Systemtheorien, lassen sich soziotechnische Ontologien erfassen, die sowohl als Erklärungsbasis für beide Theorien separat taugen, als auch Beschreibungsformen erlauben, die eine gemeinsame Betrachtung (Organisation als System und systematische Organisation) ermöglichen:

Ein allgemeines System kann als der Realisierungsversuch eines ebenso allgemeinen Modells oder einer Folge von Beobachtungen, die ein kohärentes Modell beliebiger Beschreibungsformen bilden. In Interaktion mit der Umwelt, lassen sich Systemeigenschaften modellieren, die entweder das System als Ganzes begreifen und sich bspw. durch informationelle Innen-Außen-Beziehungen abgrenzen (submersive Perspektive) oder – die I/O-Relationen als Ausgangspunkt begreifend – einer immersiven Sichtweise des System dienen können, die Systeme in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt und die umweltlichen Interaktionen prinzipiell oder normativ durch funktional konvergente oder operational konsistente, aber nicht hinreichend glatt abgrenzbare Komponenten beschreibt.

Der Realisierung einer systematischen Konfiguration oder einer temporären Konstellation des Systems kann eine „innere“ Ordnung zugeschrieben werden. Ein Funktions- oder Prozessmodell zur Erzielung dieser speziellen Ordnung, kann als Organisation definiert werden. Diese Sichtweise, in der die Organisation auf das zu erhaltende System angepasst ist, lässt sich bereits von klassischen Organisations- oder Managementtheorien ableiten, wie dem Taylorismus oder Webers Bürokratieverständnis. Das System realisiert sich demnach als Prozess seiner eigenen formalisierten Organisation.

Ein System definiert sich allerdings nicht ausschließlich über seine Organisationsstruktur, sondern bspw. auch über sein Verhältnis zur Umwelt (I-O-Relationen) oder quantitativer Eigenschaften über die Summe seiner Teile hinaus, während die selben Organisationsstrukturen in unterschiedlichen Systemen oder Subsystemen auftreten können. Zudem lassen sich nicht sämtliche Eigenschaften, insbesondere von nicht-deterministischen, chaotischen Systemen, auf einen formalen Produktionsprozess zurückführen, sondern höchstens auf das Produkt der eigenen Umstände.

Spätestens mit Luhmanns Analyse institutionalisierter Organisation in gesellschaftlichen Systemen wird deutlich, dass der Organisationsprozess über formale Regeln hinausreicht. Formulierungen wie „brauchbare Illegalität“ kennzeichnen das Scheitern formaler Ordnungsprozesse als hinreichendes Kriterium für die Stabilität des Systems.

Vielmehr begreift er Organisation als jedwede Art und Weise, die die Selbstbeschreibungsfähigkeit

und Zweckmäßigkeit des Systems erhält, in dem es Mechanismen entwickelt, die die Entscheidungsfähigkeit gewährleistet, in dem sie Entscheidungsfreiheit sicherstellt. Auch von Förster beschreibt dieses autologische Verhältnis zwischen Organisation und System, in der nicht die Form der Organisation, sondern dessen Zweck die Grundlage der kommunikativen Entscheidung bildet.

Diese Erkenntnisse finden auch ihre Übertragung auf Organisationskonzepte lebender Systeme und werden als „Autopoiesis“ oder Selbstorganisation bezeichnet. Die Art und Weise der Organisation bestimmt auch hier maßgeblich den Zustand des Systems, grenzen sie allerdings nicht auf rein formale Aspekte ein. So sorgen etablierte Reproduktions- oder Anpassungsmechanismen für den Selbsterhalt des Systems.

Im folgenden sollen nun zwei Ansätze erklärt werden, die formelle und informelle Konzepte der Organisation in lebenden Systemen abdecken. Ein Widerspruch liegt in der Luft, wenn man versucht den klassischen Begriff des Selbst als eine Art Konstante mit evolutionären Prozessen in Einklang zu bringen. Wo endet Reproduktions- und inhärente Anpassungsfähigkeit endet und wo beginnt Revolution/Mutation als Ausgangspunkt elementarer Veränderungsprozesse?

2 An Empirical Comparison of Pruning Methods for Decision Tree Induction

So genanntes „*Decision Tree Learning*“ (DTL) sortiert strukturierte Datensätze (hier Attribut-Wert-Tupel), so dass eine eindeutige Reihenfolge an Auswahlkriterien induziert wird, welcher die Klassifizierung der Elemente des Datensatzes mittels eines Entscheidungsbaums ermöglicht. Der hier genutzte Algorithmus, ID3, identifiziert aussagekräftige Merkmale, auf Basis derer Entscheidungen besonders sinnvoll erscheinen¹ - „*die Guten ins Töpfchen, die Schlechten ins Kröpfchen.*“

Der Artikel konzentriert sich auf die zweite Phase des DTL, die Auswertung von Daten, die nicht zweifelsfrei von Störfaktoren ist, und deren Musterbildung durch Pruning-Verfahren. Hierbei besteht das Risiko, dass Entscheidungen zu Gunsten der Eliminierung dieser Störfaktoren gefällt werden, anstatt sich auf semantische Beziehungen der Attribut-Wert-Matrizen zu konzentrieren und unter Umständen zu riskieren, dass dadurch ein induzierter kritischer Erwartungswert nicht erreicht wird². Um kontrolliert fehlerhafte Attributwerte, Klassenzugehörigkeit oder „off-the-record-values“ zu vermeiden, müssen irrelevante Teilbäume entfernt werden, was man „*Pruning*“ nennt. Die angewandten Verfahren lassen sich in Top-Down-, Bottom-Up- Pre- und Post-Pruning unterscheiden. Dabei werden Teilbäume durch Blätter ersetzt, wenn eine Entscheidung für die Klassifizierung als nicht relevant markiert wird. Dies geschieht entweder von der Wurzel zum tiefsten Blatt, oder vice versa und vor oder nachdem ein initialer Entscheidungsbaum generiert wurde. Die Qualität des finalen Entscheidungsbau- mes bemisst sich an dessen Umfang (wie viele Attribute müssen auf jeder Entscheidungsebene verglichen werden und wie viele Attribute haben ein- oder gegenseitige Abhängigkeiten) und der Genauigkeit, mit der alle Elemente korrekt klassifiziert wurden. Bis auf ein Pruning-Verfahren versuchen alle diese potenziellen Abhängigkeiten auszuloten, in dem sie ein relatives

¹Vgl. Entropiemaß der Informationstheorie <https://de.wikipedia.org/wiki/Entropiekodierung>

²siehe critical value pruning - das ist deswegen problematisch, weil Standard-ID3 nicht zweifelsfrei erkennen kann, ob noch bessere Entscheidungsbäume existieren <https://de.wikipedia.org/wiki/ID3>

Fehlermaß festlegen, welches negative Konsequenzen des Pruning eines Teilbaumes insofern berücksichtigt, als dass mögliche effektive Entscheidungswege proportional zum Fehlermaß angerechnet werden („worth of subtree“). Über eine Vielzahl an Iterationen oder Rekursionen, die sowohl mit bekannten als auch unbekannten Trainingsdaten erfolgt, kann so ein fehlersensibler Entscheidungsbaum gewonnen werden. Mingers hält fest, dass ein generalisierter Ansatz, ergo ein umfangreicher Entscheidungsbaum, zwar vielversprechende Analysen der Verfahren erlaubt, in der Praxis die Prognosefähigkeit in Konfrontation mit unbekannten Testszenarien verschlechtern *kann* und man deshalb versucht die Modelle zu spezialisieren, um sichere qualitative Aussagen zu erhalten. Demzufolge versucht man eher weniger komplexe Entscheidungsbäume zu generieren.

Festzuhalten ist, dass dort gekürzt wird, wo bereits aussagekräftige Merkmale identifiziert wurden und eine weitere Unterteilung zu einer Erhöhung der Fehlerrate führen würde. Des weiteren führen gleiche Pruning-Verfahren auf verschiedenen Domänen zu unterschiedlichen Ergebnissen, was sich auf Abhängigkeiten zwischen Attributwerten, deren Störanfälligkeit und der Bewertung dieser in Kombination mit ihrem Verhältnis zu bisher unbekannten Trainingsdaten zurückführen lässt. Das einzig hier angewendete Pre-Pruning-Verfahren ist das Critical Value Pruning. Im Unterschied zum Post-Pruning kann hierbei die vollständige Induktion der Trainingsdaten vermieden werden, in dem in der Creation-Phase Beschränungskriterien zur Relevanz eines Blattes vordefiniert werden, was sich bei fuzzy data sets positiv auf die Störfaktor-Eliminierungs-Quote auswirkt. Das schlug sich im Ergebnis durch den kleinsten Entscheidungsbaum nieder. Dabei wird auch vom Horizonteffekt gesprochen.³

DTL macht deutlich, dass es keiner expliziten Regeln bedarf, um Organisationsprozesse zu entwickeln, sondern dass statistische Häufungen als Ausdruck emergenter Strukturbildungsprozesse die Grundlage einer Selbststabilisierung des Systems bilden können⁴), die ihre eigenen Regeln hervorbringt und in gestaltender Wechselwirkung mit der Umwelt in zweiter Ordnung Strukturen schafft, die eine kohärente Selbstbeschreibungsfähigkeit erzeugen. Hebb beschrieb 1949 wie neuronale Plastizität als emergentes Phänomen einen kritischen Einfluss auf die Quantität und Qualität der Synapsenverbindungen und damit der Gedächtnisbildung hat.

³<https://de.wikipedia.org/wiki/Pruning>

⁴wie ein notwendiges Milieu aussehen kann siehe 2.

3 Quantifying sustainability

Das Feld der quantitativen Biologie bedient sich physikalischer Methoden der Thermodynamik, statistischer Mechanik und somit auch der Informationstheorie. Überlegungen gehen auf die Entdeckung elementarer Zusammenhänge zwischen mechanischer Thermodynamik und Wahrscheinlichkeitstheorie zurück. Boltzmann erkannte, „dass der Übergang zum thermischen Gleichgewicht und die damit verbundene Erhöhung der Entropie einem Übergang von einem unwahrscheinlicheren zu einem wahrscheinlicheren Zustand entspricht: ‚Der Anfangszustand wird in den meisten Fällen ein sehr unwahrscheinlicher sein, von ihm wird das System immer wahrscheinlicheren Zuständen zueilen, bis es endlich den wahrscheinlichsten, d. h. den des Wärmegleichgewichts, erreicht hat. Wenden wir dies auf den zweiten Hauptsatz an, so können wir diejenige Größe, welche man gewöhnlich als die Entropie zu bezeichnen pflegt, mit der Wahrscheinlichkeit des betreffenden Zustandes identifizieren.‘“⁵. Max Planck reduzierte diesen Zusammenhang schließlich auf die Gleichung $S = k \ln(W)$

Diesen Zusammenhang machen sich die Autoren zu nutze. Während die Wahrscheinlichkeit des Auftreten eines Mikrozustandes maßgeblich von der Entropie des Gesamtsystems abhängen, stellt die Polarisierung der Gleichung (1) diesen Zusammenhang auf den Kopf: Das Überleben des biologischen Systems sei demnach abhängig davon, ob ein definierter Gesamtzustand, respektive eine totale Ordnung(gekoppelt an die Konstante k), nicht erreicht wird. Demnach gibt es einerseits Zustände, die eintreffen, während andere genau nicht eintreffen sollen, damit das System einen Gleichgewichtszustand beibehält.

Wichtig ist, die Gleichung als Wahrscheinlichkeitsverteilung zu betrachten und die numerische Entwicklung über die Zeit als dynamisches System zu begreifen: Umso größer die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Events, respektive einer Zustandsänderung, ist, umso häufiger tritt der Zustand auch auf – es bleibt aber unklar, wie und wann er nicht auftritt. Komplementär wird ein Maß definiert, dass die Relevanz einer Zustandsänderung positiv bemisst, um dessen Einfluss auf das System zu definieren(2). „In this way, h_i represents the capacity for event i to be a significant player in system *change* or *evolution*.“

Da in der Praxis Zustandsänderung häufig nicht ausschließlich unabhängig von anderen auftauchen, können sich verschiedene Eintrittswahrscheinlichkeiten gegenseitig bedingen und demnach in einer inneren Dynamik der Bezugsvariablen resultieren(4) – analog zu Newtons dritten Bewegungsgesetz. (interdependence of co-occurrence of events). Summiert man die Eintrittswahrscheinlichkeiten der abhängigen Zustandsänderungen, erhält man die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit, mit der abhängige Zustandsänderungen existieren.(5) Es ist jedoch wahrscheinlich, dass in dem Gesamtsystem nicht abhängige Zustandsänderungen eintreten(6). Demzufolge gibt es in jedem dieser Systeme ein Mindestmaß an Unordnung. Für gewöhnlich werden vor allem, die abhängigen Zustandsänderungen untersucht, weil sich auf Grundlage dieser komplementäre Zusammenhänge in dem System erschließen lassen, die die Beschreibung von Komponenten und Funktionen ermöglicht (Eine Synapse wird polarisiert, weil einströmendes Natrium das Erregungspotential der Zellwände verändert). Die Gleichungen machen jedoch deutlich, dass ein biologisches System generell auf Zustandsänderungen reagieren können muss und damit auch auf solche, die nicht kontrolliert werden. Dies wird als Reservekapazität bezeichnet, also der Möglichkeit in Zukunft auf eben diese Zustände reagieren zu können.

⁵https://de.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Boltzmann#Entropie_und_Wahrscheinlichkeit

Das resultierende Gleichungssystem fasst noch einmal die wesentlichen Aussagen des Artikels zusammen: „the capacity for a system to undergo evolutionary change or self-organization consists of two aspects: It must be capable of exercising sufficient directed power (ascendency) to maintain its integrity over time. Simultaneously, it must possess a reserve of flexible actions that can be used to meet the exigencies of novel disturbances.“

Schlussfolgernd können Übergangsphasen identifiziert werden, in dem das System gerade noch den Zustand erreicht, in dem es sich selbst stabilisiert oder einen Wendepunkt erreicht, an dem es auf die scheinbar äußeren Bedingungen reagieren („Reserven aktivieren“) muss, um ein neues Stabilitätsniveau zu erreichen.

„Conversely, systems that are highly constrained and at peak performance (in the second law sense of the word) dissipate external gradients at ever higher gross rates (Schneider and Kay, 1994; Ulanowicz, 2009).“

Als Folge muss ein Maß gefunden werden, dass einen sinnvollen Ausgleich zwischen Selbststabilisierung und Entwicklungsfähigkeit (*“window of vitality”*) ausdrückt.⁽¹⁷⁾ Es ist anzunehmen, dass dieses Maß zu einem hohen Grad von konkreten systemrelevanten Faktoren abhängig ist, als dass es einen universalen Ansatz gibt. Die aufgezeigten Untersuchungen von vernetzten Ökosystemen zeigen zugleich, dass das Verhältnis zwischen prinzipiell möglicher und funktional realisierter Kommunikationskomplexität nicht zu hoch sein darf. Redundanz kybernetischer Faktoren begrenzt sich ebenfalls auf eine Partition des Kommunikationsnetzwerkes.

to be continued...⁶⁷⁸⁹¹⁰¹¹

⁶Notizen:

⁷Biodiversität als Brückenschlag der Divergenzen, was systematisch als Einheit betrachtet wird und dessen, was widersprüchlicher Weise keinen Zweck erfüllt.

⁸Gruppendynamik, Diskussion erfordert gemeinsame oder gegenseitige Vorkenntnisse oder persönliches ad-hoc Wissen, um einen Gesprächsbezug zum Laufen zu bekommen. (lassen sich Funktionen 1. Ordnung [Higher Order Functions] durchreichen?)

⁹Wenn ein Entscheidungsbaum induziert wird („Beteiligen Sie sich an der Public Climate School?“), der hinlänglich viele Ebenen der Entscheidungsfindung berührt (vgl. Signatur), kann es nach der Robustheitstheorie sinnvoll sein, einen Umgang damit zu finden, wenn Umgang „gefühlbar erreichbar“ (Spontanaktivität ist in greifbarer Nähe) ist, egal ob es für die Zukunft nochmal subjektiv entscheidend sein wird, wenn hinreichend viel Reservekapazität vorhanden ist, dass die Zukunft ad-hoc keine Rolle spielt. Und wenn dies der Fall ist, könnte eine versteckte bedingte Wahrscheinlichkeit die greifbare Nähe irgendwann erneut triggern

¹⁰Immunsystem, Stratifikation, CRISPR/cas

¹¹Organisation als Kopplungs- oder Verschränkungsprozess der Ordnungen heterogener Systeme und deren Umwelt im Wandel der Zeiten?

Literatur

- Mingers (1989). An Empirical Comparison of Pruning Methods for Decision Tree Induction. In: Machine Learning, 4, 227-243. Kluwer Academic Publishers, Boston. Manufactured in The Netherlands.
- Ulanowicz, Goerner, Lietaer, Gomez (2008). Quantifying sustainability: Resilience, efficiency and the return of information theory. In: Ecological Complexity, Volume 6, Issue 1 (2009). University of Maryland Center for Environmental Science, Chesapeake Biological Laboratory, Solomons, MD 20688-0038, USA.
- von Förster (1993). Wissen und Gewissen, 233ff. 9. Auflage (2015). Suhrkamp Taschenbuch Verlag. Frankfurt am Main.
- Baecker (2004). Wozu Soziologie?. Kulturverlag Kadmos Berlin.
- https://de.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Boltzmann. Letzter Aufruf ca. 08:30 Uhr, 19.11.19.
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Entropiekodierung>. Letzter Aufruf ca. 08:30 Uhr, 19.11.19.
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Pruning>. Letzter Aufruf ca. 08:30 Uhr, 19.11.19.
- <https://de.wikipedia.org/wiki/ID3>. Letzter Aufruf ca. 08:30 Uhr, 19.11.19.
- https://de.wikipedia.org/wiki/Hebbsche_Lernregel. Letzter Aufruf ca. 08:30 Uhr, 19.11.19.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Decision_tree_learning#Decision_graphs. Letzter Aufruf ca. 08:30 Uhr, 19.11.19.