



„Alles ist ...“

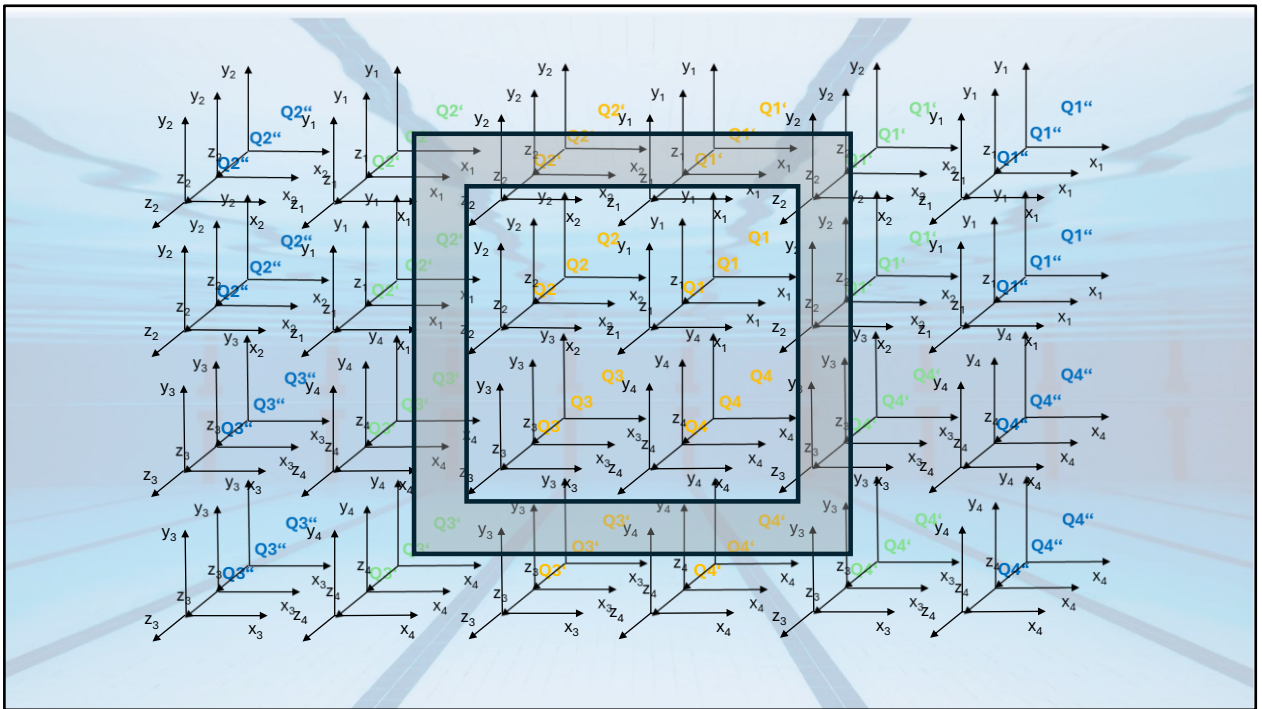
Eine kurze Geschichte der Systemtheorien

von Thales bis zum heutigen F&E Projekt M-Q-M

Meine Damen und Herren, ich möchte Sie heute auf eine kleine Reise durch die Geschichte systemischen Denkens mitnehmen. Der Titel lautet bewusst offen: Alles ist Genau diese Leerstelle wurde in der Geistes- und Wissenschaftsgeschichte immer wieder neu gefüllt: mit Wasser, mit Form, mit Fluss, mit Transformation, mit Kommunikation, mit Information oder in dem Forschungsprojekt, das ich Ihnen im Verlauf des Vortrags vorstellen möchte, mit „Bewegung“.

Ich werde also nicht versuchen, Ihnen die eine Systemtheorie zu präsentieren. Mein Ziel ist

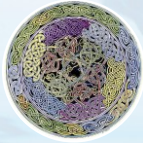
bescheidener und vielleicht zugleich produktiver: Ich möchte zeigen, warum der Systembegriff, obwohl völlig zersplittert, doch anschlussfähig ist, weshalb er in fast allen Disziplinen auftaucht, wo seine Grenzen liegen und am Ende dieser Präsentation, warum ein neuer Ansatz für eine Modellierung von mir vorgeschlagen wird.



Diese für Sie zunächst sicherlich etwas rätselhafte Grafik über ein Mehr-Quadranten-Modell (M-Q-M) lasse ich nur sehr kurz stehen.

Sie dient im zweiten Klick quasi als Vorausblick auf den später von mir vorgestellten Modellkern, einem 4-Q-M. Wichtig ist an dieser Stelle nur der Eindruck: Was hier noch vorgeschlagen werden wird, ist kein lineares Ursache-Wirkung-Schema, sondern eher als ein mehrdimensionaler Ordnungsrahmen zu verstehen. Wir werden später auf diese Struktur zurückkommen. Für den Moment genügt: Die Präsentation läuft auf den Versuch hinaus,

verschiedene Arten von Relationen zwischen Teilen und Ganzem, zwischen Raum, Zeit und Modus, zwischen Input, Transformation und Output in einer konsistenten Form zusammenzudenken. Dazu werde ich mich in diesem Vortrag auf diesen hier umrandeten Kern des sogenannten „Mehr-Quadranten-Modells“, abgekürzt M-Q-M, beschränken, einem 4-Quadranten-Modell also als Ausgangspunkt oder auch universellen Kern des im aktuellen Forschungsprojekt entwickelten M-Q-M.



If you don't know what you are talking about, call it

„System“.



If you don't know what it is made of, call it

„Subsystem“.



If you don't know how it works, call it

„Process“.

J.K. Zawodny

Ich beginne meinen Vortrag über die Systemtheorien gerne mit einem ironischen Zitat:

Wenn man nicht genau weiß, worüber man spricht, nennt man es gerne „System“. Wenn man nicht weiß, woraus es besteht, nennt man es auch „Subsystem“. Und wenn man nicht weiß, wie es funktioniert, lautet die Erklärung, es handelt sich um einen „Prozess“.

Das klingt witzig, aber es trifft einen empfindlichen Punkt. Der Systembegriff ist stark, gerade weil er so allgemein ist. Diese Allgemeinheit macht ihn aber auch unscharf. Sie erlaubt Brücken zwischen

Disziplinen wie Physik, Biologie, Informatik, Soziologie, Ökonomie u.a.m. Sie birgt aber zugleich die Gefahr, dass man mit dem Wort „System“ mehr verdeckt als erklärt. Genau diese Spannung begleitet die ganze Geschichte der Systemtheorien über inzwischen mehrere tausend Jahre.



Diese nächste Folie formuliert das noch etwas zugespitzt: „Die System-Theorie ist tot, es lebe die Systemtheorie.“ Dies kann man auch so lesen: Es gibt nicht die eine, abgeschlossene, endgültige Systemtheorie. Aber der systemische Blick lebt und erneuert sich in Modellierungssprachen, in Simulationsansätzen, in UML, SysML, System Dynamics, in mathematischen Formalismen, in Netzwerken, Regelkreisen und Organisationsmodellen.

Der Begriff System ist also kein modisches Etikett ohne Geschichte. Im Gegenteil: Er ist ein sehr altes Konzept, das sprachlich und methodisch immer

wieder neu gefasst wird.

Was assoziieren Sie mit dem Begriff „Systemtheorie“?



„Systemtheorie“ bezeichnet allgemein eine interdisziplinäre Betrachtungsweise sogenannter „Systeme“. Sie besitzt bis heute keinen einheitlichen Theorie-Ansatz.

Verschiedene **Gegenstandsbereiche und Modelle** wie vom Universum, Sonnensystem, von biologischen Zellen, Menschen, Familien, Organisationen, Staaten, Maschinen, (Computer-) Netzwerken, Feldern, Strings ... werden **als Systeme aufgefasst und „systemtheoretisch“** beschrieben. Gelegentlich nur Dinglich oder Objekt-(Subjekt-)orientiert, d.h. fragmentiert.

Kognitive Prozesse des Erkennens und Problemlösens, die auf Konzepte der verschiedenen Systemtheorien Bezug nehmen, werden als „**Systemdenken**“ bezeichnet.

In verschiedenen Disziplinen, wie der Philosophie, Mathematik, Informatik, Physik, Chemie, Biologie, den Sozial- oder den Ingenieurwissenschaften werden „**systemische Aspekte und Prinzipien**“ zur Beschreibung und Erklärung sowohl statischer als auch dynamischer oder komplexer Phänomene **jeweils unterschiedlich definierter Systeme** herangezogen.

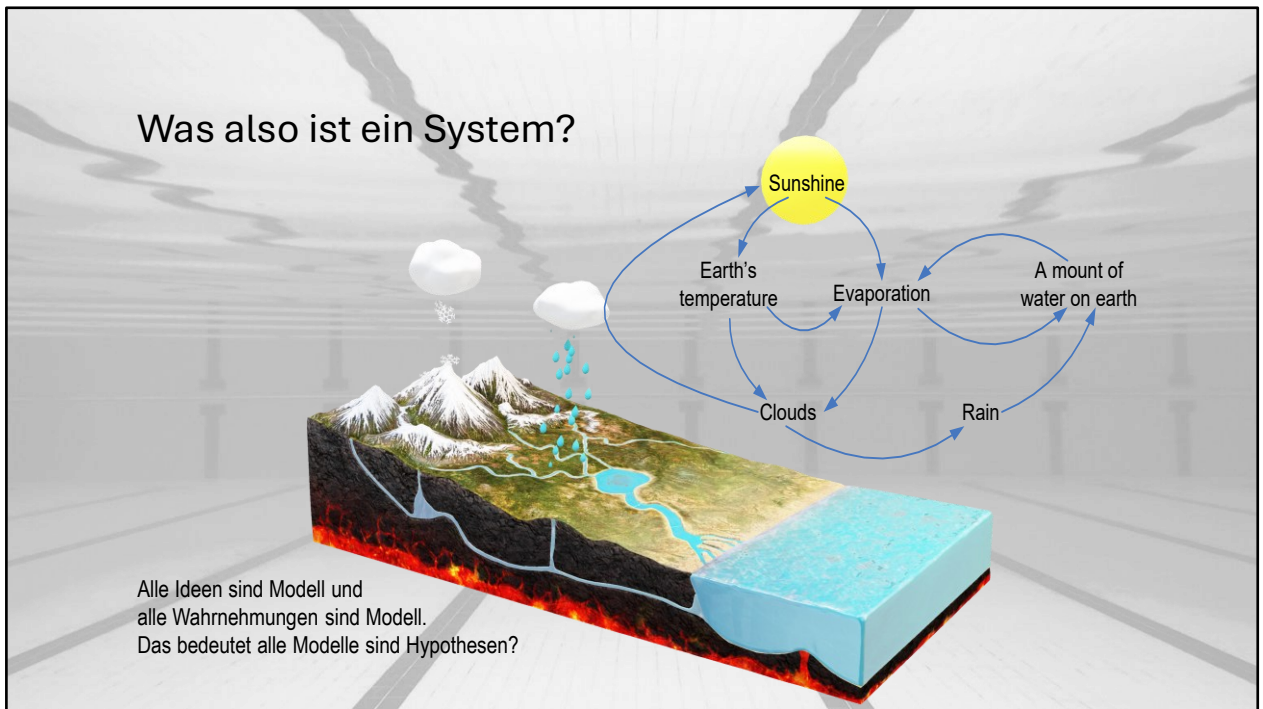
Hier möchte ich Sie kurz innerlich mitnehmen:
„Was assoziieren Sie mit dem Begriff Systemtheorie?“
- kurze Pause -

Eine gute Nachricht: Sie werden alle in irgendeiner Form richtig liegen.

Je nach Ansatz könnten wir nämlich ganz unterschiedliche Antworten hören: Theorien über das Universum, Sonnen- und Planetensystem, Theorien über das Nervensystem, Betriebssystemtheorie, Betrachtungen sozialer Systeme, politischer Systeme, solche von Ökosystemen, Differentialgleichungssystemen, Netzwerken,

Familie, Organisationen oder Zellen und Theorien über alle diese unterschiedlich verbunden oder nur andere mehr.

Genau darin liegt die Kritik: Systemtheorie ist keine geschlossene Disziplin oder Spezialtheorie, sondern eine „interdisziplinäre Betrachtungsweise“. Sie macht unterschiedliche Gegenstandsbereiche vergleichbar, indem sie nach Elementen, Relationen, Grenzen, Dynamiken und Mustern fragt. Diese Vergleichbarkeit ist ihr großer Vorteil und zugleich ihre methodische Herausforderung. Denn was in einer Disziplin ein Element ist, kann in einer anderen bereits ein komplexes Subsystem sein.



Diese Folie mit dem Wasserkreislauf ist dafür ein gutes Beispiel. Wir sehen Sonne, Verdunstung, Wolken, Regen, Temperatur, Wassermenge, also ein Netz von Größen und Übergängen. Eine entscheidende Frage lautet hier: „Was ist das System?“ Der globale Wasserkreislauf? Ein regionales Klimasystem? Nur die Abfolge von Verdunstung und Niederschlag? Eine Modellkonstruktion, die wir aus vielen realen Prozessen abstrahieren?

Dies führt zu einem erkenntnistheoretischen Akzent, den ich hier zugleich und auch für das von mir noch vorzustellende Modell setzen möchte: Alle Ideen sind Modell, alle Wahrnehmungen sind Modell. Das ist

wissenschaftlich gesehen ein wichtiger Punkt. Modelle sind nicht die Realität selbst, sondern selektive, zweckgebundene Abbilder oder Zugänge zu einer sogenannten Realität. In diesem Sinne sind auch Systemmodelle immer Hypothesen über relevante Zusammenhänge.

Während in der Informatik und den Ingenieurwissenschaften der Modellbegriff eher gegenständlich genutzt oder verstanden wird, möchte ich den Modellbegriff hier in einem weiteren Sinne als ein rein begriffliches Modell verwenden und verstanden wissen.

„Definiere System ...“

Das Wort System ist ein Konzept, das in vielen Bereichen menschlichen Handelns und auf vielen Ebenen verwendet wird: **Gebilde, Gefüge, Einheit, geordnetes Ganzes, Anordnung, planmäßige Verbindung, Satz und weitere Begriffe** (Begriffssystem selbst oder Knowledge Organisation Systems) werden synonym zur Bezeichnung von Systemen verwendet.

Allgemein wird ein System als ein „**Ganzes**“ aus mehreren **Teilen, Elementen** oder miteinander **verbundenen Komponenten** gesehen, deren Relationen die Unterscheidung von seinen Teilen ermöglichen.

„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“.

Je nach theoretischem Ansatz unterscheidet man weiter in **substantielle Existenz** von Systemen oder deren **kognitive Konstruktion**, so auch **statische Systeme**, wie ein Modell oder ein Haus u.v.m. **Niklas Luhmann definiert Systeme über ihre Differenz zur Umwelt.**

Wenn wir also definieren sollen, was ein System ist, dann landen wir meist bei einem gemeinsamen Kern: Ein System ist ein „Ganzes aus mehreren Teilen oder Komponenten“, wobei nicht nur die Teile, sondern vor allem deren Relationen entscheidend sind. Der klassische Satz lautet: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.“

Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist dieser Satz nur dann brauchbar, wenn wir ihn präzisieren. „Mehr“ heißt hier nicht mystisch „mehr“, sondern: Das Verhalten des Ganzen ist nicht ohne Weiteres aus den isolierten Eigenschaften der Teile

ableitbar. Die Organisation, die Kopplung, die Anordnung und die Abfolge spielen mit hinein.

Die Folie soll außerdem daran erinnern, dass Systeme sehr unterschiedlich aufgefasst werden können: als reale Gebilde oder kognitive Konstruktionen oder gerade nicht über seine Teile, sondern nach Luhmann über eine Grenze bzw. seine „Differenz zur Umwelt“.

System und Umwelt, ein Paradoxon innerhalb der Systemtheorie?

Die Teile oder Komponenten eines Systems sind vielfältig miteinander verknüpft und das System selbst ist grundsätzlich mit anderen **Systemen (Super-/Hyper- oder Subsystemen)** verbunden. Dies gilt für sogenannte *offene* Systeme, nicht für *geschlossene* oder *abgeschlossene* Systeme.



Alle Systeme besitzen aus einer Innenbetrachtung heraus jedoch eine **Grenze (definitionsgemäß)**: Nach üblicher Vereinfachung allerdings gegenüber ihrer „**Umwelt**“ oder „**Umgebung**“.

Diese Grenze kann je nach Betrachter oder Zweck einer Betrachtung schwanken, weniger erkennbar oder offener für Interpretationen sein. **Ein Bruch im „Ganzheits“-Systemgedanken?**

Die nächste Folie führt zu einem klassischen Problem: Wenn ein System ein Ganzes ist, braucht es offenbar eine „Grenze“. Aber offene Systeme stehen gerade dadurch in Austausch, dass diese Grenze nicht absolut ist. Das heißt:

Einerseits definieren wir Systeme über eine Abgrenzung, andererseits interessieren uns gerade die Wechselwirkungen über diese Abgrenzung hinweg. Die Grenze ist deshalb oft weniger eine reale Mauer als eine „analytische Entscheidung“. Sie hängt vom Beobachter, vom Erkenntnisinteresse oder vom Zweck des Modells ab. Das aber widerspricht an sich

dem System-Gedanken als ganzheitliche Betrachtung.

Für interdisziplinäre Arbeit ist das zentral. In einem biologischen Kontext kann eine Zellmembran eine reale Grenze sein. In der Organisationsforschung ist die Grenze zwischen Unternehmen und Umfeld bereits viel interpretativer. Ich halte dies für ein Paradoxon. Denn Systemdenken braucht Ganzheit und verlangt die Abgrenzung?

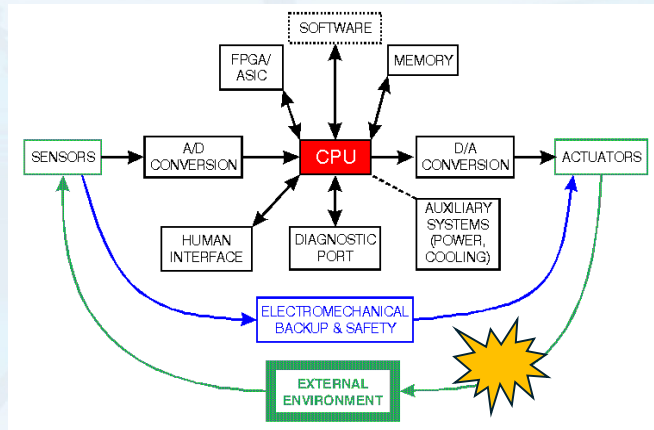
Bisher weitgehend gemein ist die Betrachtung von: System und „Umwelt“

Sogar Kernidee u.a. Luhmann:

Ein **soziales System** entsteht durch die Grenzziehung zur Umwelt, d.h. operativ geschlossen (**Autopoiesis**, - nach Maturana und Varela zuvor für Zellen / **biologische Systeme** formuliert) und u.a. bestehend aus Prozessen oder Kommunikation, nicht Dingen. **Auch in technischen Kontexten** im Sinne der Anordnung von Funktionen (hier siehe Abbildung).

Auch ganz im Sinne von Konfuzius'?

Der Weise sucht, was in ihm selber ist, der Tor, was außerhalb.



Viele Systemtheorien arbeiten bis heute mit dieser Unterscheidung von „System und Umwelt“, auch technische Ansätze. Für Luhmann bildet die Grenzziehung und Unterscheidung sogar einen Kern seiner Theorie: Systeme definieren sich über ihre Differenz zur Umwelt.

Soziale Systeme bestehen zudem nicht primär aus Dingen, sondern aus „Operationen“ oder „Aktivitäten“ und nicht zuletzt aus Kommunikation. Diese Sicht Luhmanns, aus Theorien über biologische Systeme abgeleitet, kann außerordentlich produktiv sein, weil sie den Fokus

von Subjekten auf „Operationen“ verlagert.

Doch sie bleibt nicht die einzig mögliche systemtheoretische Sicht. Denn sobald wir mehrere ineinander verschachtelte Systeme betrachten, geraten wir mit der einfachen Gegenüberstellung von System und Umwelt schnell an Grenzen.

Gerade das wird später einen Schüler Luhmanns zu einer konsequenten Unterscheidung in Hyper- und Subsysteme motivieren, also zu mehrstufigen Relationen jenseits einer bloßen Innen-Außen-Dichotomie. Auf den Ansatz von Willke werde ich später noch zurückkommen.

Was also könnte zunächst das System für sich selbst bedeuten?

Systeme weisen Eigenschaften auf, die nicht aus den Eigenschaften der Komponenten selbst ersichtlich sind. Dies wird manchmal als **Synergie** oder als **Emergenz** (lat. *emergere* „Auftauchen“, „Herauskommen“) bezeichnet.

Während ein System häufig als **Struktur** wahrgenommen wird, ergeben sich die besonderen Eigenschaften aus Beziehungen zwischen den Elementen (**Subsystemen**) wiederum als Struktur oder **Muster**?



Ein System entsteht und erhält sich dadurch, dass Operationen aneinander anschließen? Wenn organische Prozesse als Operationen aneinander anschließen, entsteht ein **organisches System**? Wenn Gedanken als Operationen aneinander anschließen, entsteht ein **psychisches System**? (auch: „**Bewusstseinsystem**“, - zu unterscheiden von **Beziehungssystem** in der Psychologie).

Im Folgenden tritt zunächst der verbreitete Emergenz-Gedanke hinzu. Systeme zeigen Eigenschaften, die man an den Komponenten allein nicht ablesen kann. Diese emergenten Eigenschaften entstehen aus „Muster, Struktur und Kopplung“. Prozessual formuliert: Ein System entsteht und erhält sich dadurch, dass „Operationen an Operationen anschließen“. Für biologische Systeme kann man dabei an Stoffwechsel und Selbsterhaltung denken. Für psychische Systeme an Gedanken, die an Gedanken anschließen. Für soziale Systeme an Kommunikation, die Kommunikation fortsetzt.

Wichtig ist hier: Systemidentität ist nicht nur eine Frage des Materials, sondern auch eine Frage der „stabilisierten Reproduktion von Relationen und Operationen“.

Hierhin gehört auch der Begriff der Identität - das betrachtete System bleibt auch während einer Fortentwicklung in seiner historischen - äußeren Zeit (eines Hypersystems) über seinen eigenen Lebenszyklus (innere Gesamtdauer, absolute Zeit) und verschiedene Perioden (innere relative Zeit, Zeitabschnitte, -punkte) hinweg stets dasselbe System. Dabei geht es stets um die innere Einheit eines Systems.

Systeme / und ihre Merkmale nach Willke	Deterministische Systeme, Flows	Unorganisierte Systeme, Stocks	Organisierte Systeme, Lives
Elemente / Variablen	wenige gerichtete	sehr viele unabhängige gleicher Art	mittlere Zahl, interdependent, willensabhängig
Disziplin	Klassische Wissenschaften	Statistik	interdisziplinäre Wissenschaften zu komplexen Systemen
Prognose	grundsätzlich exakte Voraussagen möglich	statistische Wahrscheinlichkeit	Szenarien oder Muster- Voraussagen
Intervention	punktuell	stochastisch	kontextuell

Die folgende Tabelle, nicht von aber nach Willkes Ansatz formuliert, ist nützlich, weil sie die Diskussion ordnet und den Begriff System erstmals operationalisierbar macht, dies zugleich mit dem Begriff „komplex“, der ähnlich vielfältig definiert wird, wie der Systembegriff selbst. Willke unterscheidet vereinfacht zwischen „deterministischen Systemen“, „unorganisierten Systemen“ und „organisierten (komplexen) Systemen“.

Je nachdem, mit welcher Art von Variablen und Kopplungen wir es zu tun haben, ändern sich auch unsere Möglichkeiten der Prognose und Intervention.

Bei deterministischen Systemen sind exakte Vorhersagen oft prinzipiell möglich. Bei sehr großen unorganisierten Mengen unabhängiger Elemente arbeiten wir statistisch. Bei organisierten, interdependenten, willensabhängigen Systemen, etwa in Organisationen oder sozialen Zusammenhängen, operieren wir besser mit „Szenarien, Mustern und Kontextwissen“.

Nicht alle Systeme verlangen also dieselben Methoden. Und auch der Begriff „komplex“ findet hier über das organisierte System eine klare Abgrenzung zu komplizierten, einfachen oder chaotischen Systemen.

Ein Beispiel hierzu: ein Fernseher bestehend aus unorganisierten und deterministischen Komponenten ist als solcher für den Anwender eher kompliziert, dessen Herstellung jedoch in jedem Fall komplex, da Menschen an der Produktion beteiligt sind.

Flow: Fluss oder Strom von Elementen, wobei ein Ortswechsel der Elemente stattfindet.

Stock: (Zwischen-)Bestände von Elementen, die am Ort sich verändern (Zwischen-)Ergebnisse im System bzw. das System so selbst (wellenförmig)

Live: Willensfähige Systeme im Sinne von Albert Schweizer („Ich bin Leben, das Leben will, inmitten von Leben, das leben will“), Kleinstlebewesen, Zellen bis hin zu Menschen und deren Organisationen

Attribute: Sie beschreiben Wesensmerkmale eines Systems, einer Bewegung, einer Aktivität oder eines Bündels aus ihnen bzw. deren Verwebung,

Verflechtung oder Verbindung, Interaktion von Bewegungen oder Aktivitäten bzw. deren Aktionen innerhalb bestimmter Phasen oder Sequenzen, z.B. Verwebung von Management-, Hilfs- und Leistungsprozessen zu einem Geschäftsprozess

Komplexität - jedes System ist als Teil eines Hypersystems organisiert; ***ausgenommen hiervon sind lediglich geschlossene Systeme als Elemente eines Raums.*** Komplexität im Sinne des Soziologen Willke findet sich zugleich in der Definition von ISO/IEC/*.

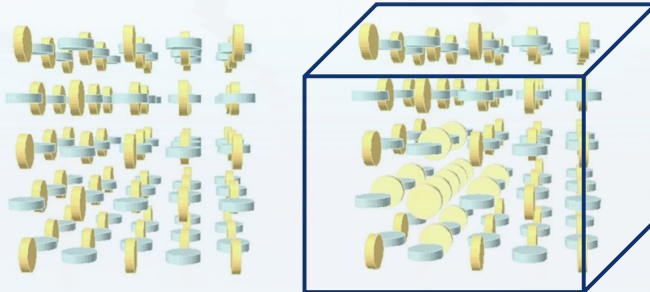
Zur Operabilität des Begriffs „komplex“ unterscheidet Helmut Willke (†2024) Systeme in:

- deterministische (aus stetigen Vorgängen bestehend),
- stochastische (aus diskreten Ereignissen bestehend, wie physikalische Felder, Märkte, Portfolios oder andere Bestände) und
- organisierte (u.a. von einem inneren oder äußeren Willen getragene) Systeme.

Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO/International Electrotechnical Commission IEC, Institute of

Electrical and Electronics Engineers IEEE
15288:2015.

Es fehlt die Unterscheidung in Raum und System? -
Definiere Raum, (Ereignis-)Feld, Markt, Bestand, ... Chaos



Eine mittels **Entropie** beschriebene Tendenz ermöglicht Systemen unter **Dissipation von Energie** ins thermo-dynamische Gleichgewicht überzugehen bzw. überhaupt, dass Systeme auch wieder aus dem **thermodynamischen Gleichgewicht getrieben werden, Ströme fließen und Strukturen entstehen**. Aus dem thermodynamischen Gleichgewicht entwickeln sich wiederum komplexe Strukturen:
"vom **Sein zum Werden**" (Ilya Prigogine)

Die nächste Folie schiebt einen wichtigen Gedanken nach: Vielleicht reicht es gar nicht, nur zwischen Systemen oder gar zwischen System und Umwelt zu unterscheiden.

Vielleicht müssen wir zusätzlich zwischen „System und Raum“, Raum im Sinne oder Bild wie Ereignisfeld, Markt, Bestand oder chaotischem Feld unterscheiden.

Hinzu kommt eine physikalische Perspektive: Unter Dissipation von Energie tendieren Systeme zum thermodynamischen Gleichgewicht; zugleich entstehen gerade „fern vom Gleichgewicht“ Strukturen.

Hierfür steht das berühmte Motiv bei Prigogine: „vom Sein zum Werden“.

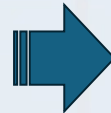
Systeme sind danach nicht etwa Dinge, sondern nur „zeitlich stabilisierte Nicht-Gleichgewichte“. Dies ist eine Denkfigur, die von der Physik bis zur Biologie und Ökonomie tragfähig sein kann. Zur Unterscheidung eines Systems von anderen Systemen oder Räumen, Feldern, Beständen, Ereignissen ... mag auch Bohms physikalischer Ansatz impliziter (System) und expliziter Ordnung (Objekte oder Ereignisse) helfen. Auf die Unterstützung aus der Physik kommen wir noch

zurück.

Räume und Systeme im Austausch mit sich und anderen

Ein System nimmt gemeinhin **von innen oder außen** 'etwas' auf (**Input**), transformiert es (**Throughput, PutPut**) und gibt es wieder in die „Umwelt“ oder besser: an andere Systeme verschiedener Ebenen ab (**Output**).

Form/Masse
Energie
Information
(Wärmezugang)



Form/Masse
Energie
Information
(Wärmeverlust)

Da die Energie eine mengenartige Größe ist, kann man die Bedeutung des Wortes Energieverbrauch in Analogie zur Bedeutung des Verbrauchs von beliebigen Stoffen, - etwa zum Wasserverbrauch im Haushalt betrachten: Wasser wird für die verschiedensten Zwecke verbraucht, ohne dass darin ein Widerspruch zur Erhaltung des Wassers gesehen würde. **Es kann daher nicht schwer fallen, Energie gleichzeitig als quantitativ erhalten und qualitativ verändert anzusehen?**

Die folgende Folie zeigt das klassische operative Minimalmodell: Ein System nimmt etwas auf, transformiert es und gibt etwas ab. Das können Stoffe, Energie, Information oder Mischformen sein. Dies ist bewusst allgemein formuliert:

- Ein Organismus nimmt Nahrung auf, transformiert sie und gibt Wärme, Bewegung und Stoffwechselprodukte ab.
- Ein Unternehmen nimmt Ressourcen, Informationen, Arbeitszeit, ... auf und erzeugt

Produkte, Entscheidungen, Daten, Abfälle.

- Ein Rechenprozess nimmt Eingaben auf und liefert Ausgaben.

Wichtig ist: „Erhaltung und Veränderung schließen sich nicht aus.“ Quantitativ kann etwas erhalten sein, qualitativ aber in anderer Form vorliegen. Genau diese Idee bereitet den Übergang zur späteren Modellarchitektur vor.

Anstoß zum Q4-Modell: die Einfachheit der Physik

Teilchen - Q3

oder **Element**,
Wirkungsquant
oder ‚Aktivität‘

Ausdehnung oder Varianz im
leeren Raum über seine
Lebenszeit(-dauer)

Strom - Q2

Ortsveränderung eines
Teilchens oder Fluss eines
Elements

Stetige Bewegung oder
Differenzausgleich (wie die
Erledigung einer Aufgabe im
Rahmen von Vorgaben)

Welle - Q4

Veränderung eines Teilchens
oder Elements (z.B. durch
Aufnahme/
Weitergabe von Ladung)
am Ort über die Zeit

Diskretes Feld oder
Bestände, Messungen
vergleichbar Portfolios oder
Märkten in der VWL

Transformation - Q1, **Überlagerung von Bewegung und Feld**, Spannung/Wellenlänge/Frequenz

Hier möchte ich einen besonderen Impuls für die Entwicklung meines Modells darstellen. Die Folie deutet eine sehr elementare physikalische Heuristik an, zur Einfachheit der Physik: „Teilchen, Strom, Welle und Transformation“. Dies bedeutet keine Reduktion aller Wissenschaften auf Physik. Es bildet vielmehr die Basis, aus sehr einfachen relationalen Grundfiguren ein interdisziplinär verwendbares Vokabular zu gewinnen.

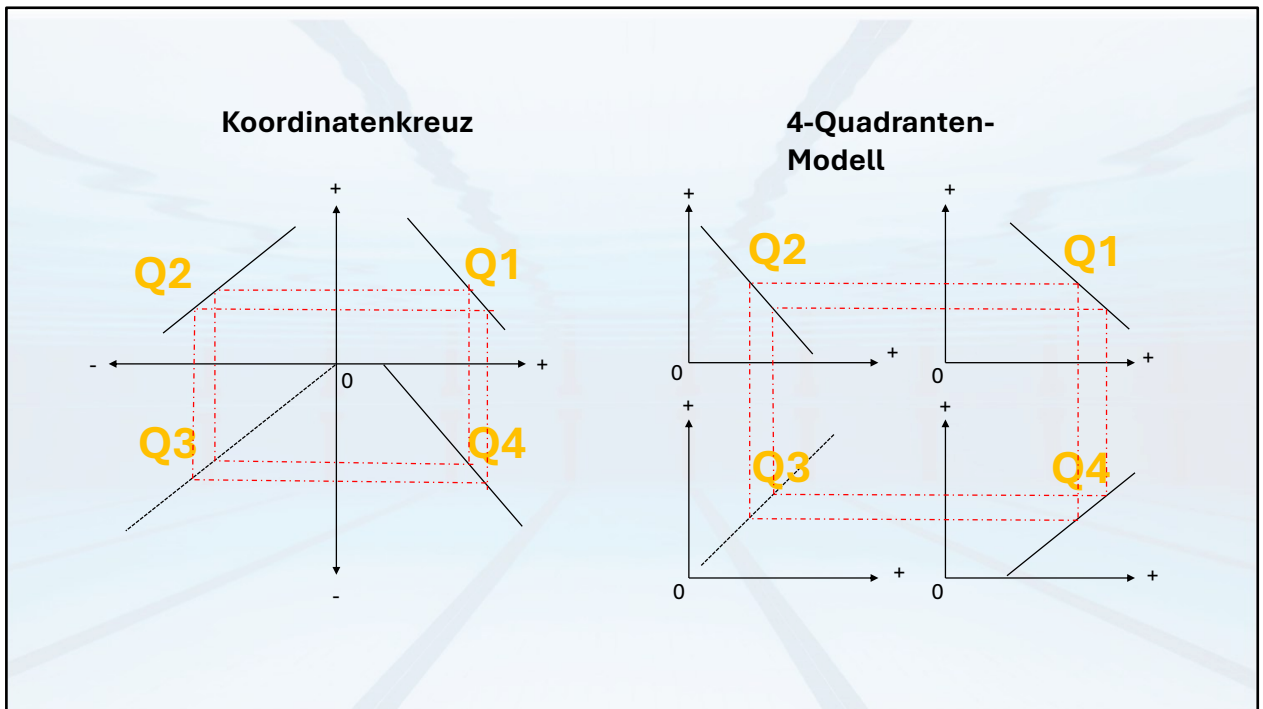
- Das „Teilchen“ steht für ein Element, sei dies statisch oder dynamisch gedacht.
- Der „Strom“ steht für eine Ortsveränderung oder

einen äußeren Fluss, eine stetige Bewegung eines Elements.

- Die „Welle“ steht für Veränderung am Ort über die Zeit, also für Bestand, Feld, Messzustand oder ein Frequenzmuster.

- Die „Transformation“ verbindet Bewegungs- und Feldaspekt bzw. bedeutet deren Überlagerung oder Verschmelzung und steht für Regelmäßigkeit, Parameter, Spannung oder Umwandlung.

Die Pointe ist: sehr verschiedene Systeme, Felder und Räume lassen sich mithilfe dieser vier Perspektiven strukturell ähnlich beschreiben.



Aus dieser Heuristik bilden wir nun ein „Vier-Quadranten-Modell“.

Statt nur linear von Ursache zu Wirkung zu denken, teilt das Modell den Gegenstand in vier miteinander verschränkte Aspekte. Der Gewinn liegt weniger in den Achsen selbst als in der Einsicht, dass unterschiedliche Systemfragen an „unterschiedlichen Stellen“ des Modells auftauchen: Wo ist der Fluss? Wo ist die Regel? Wo das absolute Bild? Wo ist das Ergebnis oder der Bestand?

Dabei wird dem positiven 4-Quadranten-Schema,

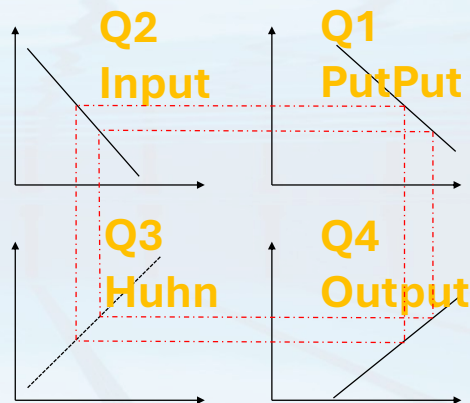
bekannt aus der Volkswirtschaftslehre, der Vorzug gegenüber dem klassischen Koordinatenkreuz mit der Null in der Mitte und drei Quadranten mit negativen Achsen eingeräumt. Die Natur kennt keine negativen Verhältnisse oder Bewegungen. Solche sind rein menschliche Konstrukte, die vor allem das Rechnen in der Finanzwelt erleichtern.

In der Kosmologie führt die Anwendung mit entsprechender Algebra zu mathematischen Konstrukten wie Urknall oder Schwarze Löcher und der Notwendigkeit von ebenso unbekannter Dunkler Materie und Energie, um Messungen und Modelle in Einklang zu bringen.

Komponentenwahl für das interdisziplinäre 4-Q-M

Mit der **Wahl der Q1-4 Komponenten-Bezeichnung** konnten auch Relationen der VWL-Vorlage nach diversen Tests zunächst beibehalten werden.

Ein elementares dynamisches System wird gemäß diesem Modell komplett beschrieben über sein Regelwerk bzw. seine Leistungsparameter (**Q1**), seinen Informations- oder Materialfluss (**Q2**), sein Gesamt- oder Leitbild (**Q3**) und seine Zwischen-, Endergebnisse, Ziele oder Bestände (**Q4**).



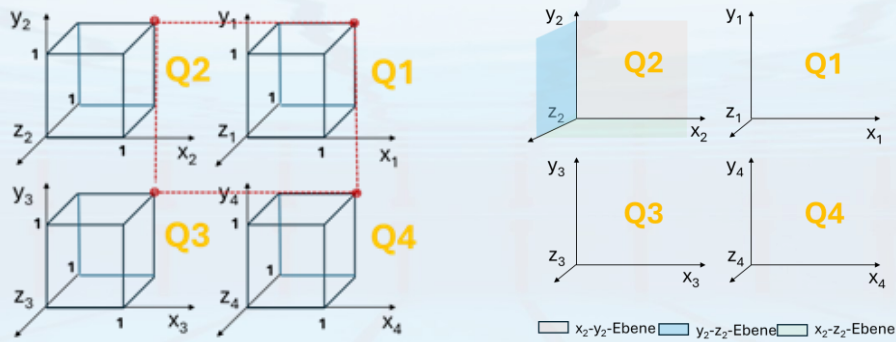
Die Beschriftung dieser Folie wirkt spielerisch, aber inhaltlich ist sie sehr wichtig:

- „Q1“ steht für das „Regelwerk“, Verfahren, Leistungsparameter oder die Transformationslogik.
- „Q2“ steht für „Input“, also den Verbrauch von Material-, Energie- oder Informationsfluss.
- „Q3“ steht für das „Gesamt- oder Leitbild“, also Struktur, Muster, Identität oder Gesamtzustand.
- „Q4“ steht für „Output“ bzw. Outcome, Zwischen- und Endergebnisse oder Bestände.

Der Anspruch lautet: Jedes elementare dynamische

System ist vollständig beschrieben, wenn wir diese vier Aspekte konsistent aufeinander beziehen können und diese gleichermaßen für Hyper-, System- und Subsysteme gelten.

Das Ganze und seine Teile – Achsen und Ebenen



Eine Verwebung von Raum, Zeit und Modus: die Metaebene hinter dem Modell.

Die nächste Folie öffnet die Metaebene hinter dem Modell. Jetzt geht es nicht mehr nur um vier Kästchen, sondern um eine „Verwebung von Raum, Zeit und Modus“.

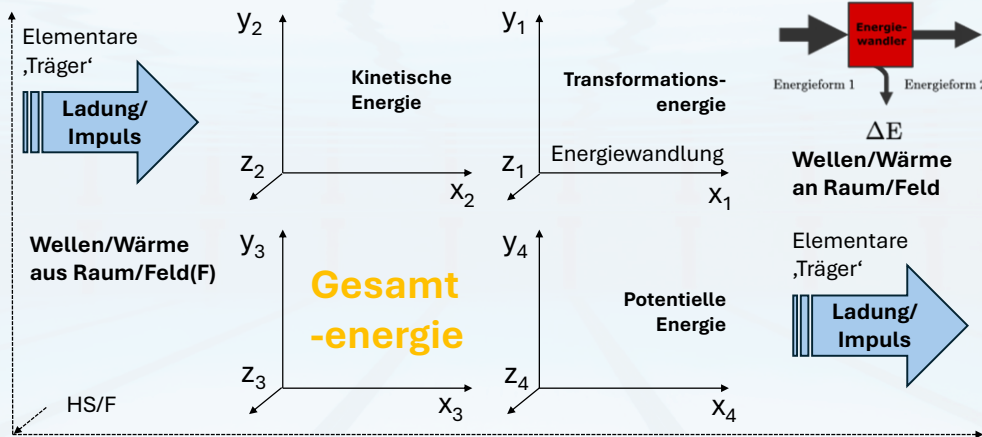
Das Modell will nicht nur Funktionen auflisten, sondern verschiedene „Dimensionen der Beschreibung“ integrieren.

Ein System hat räumliche, zeitliche und modale Aspekte; außerdem gibt es Relationen zwischen dem Ganzen und seinen Teilen.

Sie müssen die Grafik nicht vollständig auf einmal verstehen. Wichtiger als jede Einzelachse ist die Feststellung: Systembeschreibung braucht mehrere, sauber unterscheidbare Ebenen.

Speicherung, Transport, Transformation, ...

Stets der gleiche Kern für alle Energieformen und ‚Träger‘ möglich?



Die folgende Folie macht dies an Energieanschauungen fest. Sie verweist darauf, dass Speicherung, Transfer und Transformation mit denselben vier Quadranten beschrieben werden können, dass also ein „Kern“ für unterschiedliche Energieformen und Träger möglich ist.

Systemmodelle sollten nicht nur Dinge klassifizieren, sondern „Übergänge“ beschreiben können, also wie etwas gespeichert, transportiert, verändert und in andere Formen überführt wird.

Dies gilt physikalisch, biologisch, organisatorisch und informationell. Ein Speichermedium, ein

Transportpfad, eine Transformationsregel und ein Ergebniszustand sind in vielen Disziplinen wiedererkennbare Rollen.

Dabei gilt jedes System wie vor zugleich als Subsystem eines oder mehrerer Hypersysteme, jede Umwelt quasi als Bestandteil eines oder mehrerer Hypersysteme.

Alle Systeme neigen wegen des Q_2 immanenten Effizienzgebots (relativer Raum / Absoluter Zeit) zur Geschlossenheit bzw. bei entsprechendem Plan im leeren Raum sogar zur Abgeschlossenheit (Drehimpulsquant mit $Q_2=Q_4$).

Wegen ‚atmender‘ Transformation (Dichteschwankungen im Wechselspiel von leerem Raum / Freiheit innen und außen (Q_1)) neigen dynamische Systeme zum Gleichgewicht.

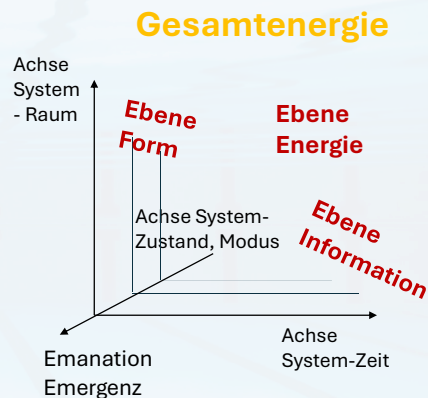
Offene Systeme können Materie oder Information und Energie mit ihrer Umgebung austauschen.

Wärmeeffekte über Q_3 , Q_1 können zum ‚Einfrieren‘ eines Systems führen.

Das Ganze und seine Teile – die Basis struktureller Verknüpfung in 3 Dimensionen

- Absolut: Raum = Zeit = Zustand (Achsen)
- Energie = Information = Form (Ebenen)
(„Quantum-Bit“ – Weizsäcker, Görnitz u.a.)
(„Informationsmonismus“ – Eisenhardt u.a.)

Die absoluten Zustände (Q3) dokumentieren zugleich die Historie der Subsysteme eines Systems materiell im Leeren Raum oder immateriell in Freiheit (dargestellt hier zwischen den Doppellinien zur Trennung von Zuständen) dar; dies relativ in Folge (Q2) und Häufigkeit (Q4) und ‚geregelt‘ in Q1.



Hier wird der Anspruch noch einmal explizit formuliert: Achsen und Ebenen sollen Raum, Zeit, Zustand, Energie, Information und Form strukturell koppeln. Eine starke, aber nachweisbare Hypothese des Modells. Nicht jede Disziplin wird möglicherweise akzeptieren, dass Energie, Information und Form so eng zusammengehören oder im Absoluten verschmelzen. Aber genau hierin liegt zugleich der Entwicklungscharakter des Modells.

Als heuristische Aussage kann man vielleicht so formulieren:

Systeme sind in deren Innenbetrachtung nicht nur in ihrem Raum, in ihrer Zeit und ihrem Modus absolut als Idee, Plan oder Vorstellung von sich selbst, sondern sie bestehen zugleich aus „Form, Informationsbezügen und energetischen beziehungsweise inneren prozessualen Unterschieden“. Das Modell versucht, diese Ebenen nicht getrennt zu halten, sondern diese konsistent zu verknüpfen.

Systemisches Gleichgewicht und Nichtgleichgewichtsstrukturen

Ein solches System heißt „dissipativ“. (William Thomson)



Für das weitere Verständnis ist die folgende Folie vielleicht hilfreich. Sie soll daran erinnern, dass viele relevante Systeme gerade „nicht“ im Gleichgewicht sind. Die Erde im Austausch mit der Sonne, das konstant fahrende Auto, die Badewanne mit Zu- und Abfluss, eine Glühwendel, eine Kerze oder eine Blume, das sind alle Systeme, deren Form und Funktion gerade durch einen fortlaufenden Durchsatz stabilisiert werden.

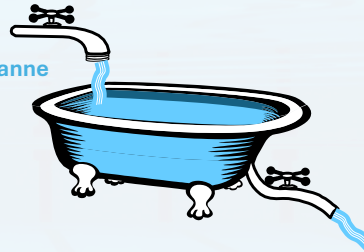
Man könnte dies so zuspitzen: Für viele wissenschaftlich interessante Fälle ist Stabilität keine Ruhe, sondern „stabilisierte Dynamik“. Das ist

der Kerngedanke dissipativer Strukturen.

Was bedeutet Speicherung in diesem Zusammenhang?

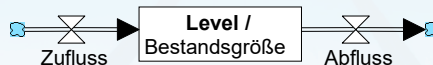
Lediglich eine **Überbrückung von Zeit**, - in der **Energie im System oder extern ‚verweilt‘**.
Subjekte, Objekte sind gebündelte Energie aus Atomen oder Molekülen (Bewegungsbündel), die uns über einen gewissen Zeitraum hinweg statisch erscheinen

Lager, Speichersystem Wanne



Die Badewanne als bekannte Metapher für gespeicherte Energie zur Verwahrung:

Im Flussdiagramm SD
(Eindimensionale Zeit):



Die bekannte Badewannen-Metapher aus der System Dynamics ist hier sehr anschlussfähig. Zufluss, Bestand, Abfluss, damit lässt sich anschaulich zeigen, was ein Speicher ist. Der wichtige Punkt lautet: „Speicherung ist keine absolute Ruhe“, sondern eine Überbrückung von Zeit. Etwas verweilt im System, intern oder extern, und erscheint uns daher relativ stabil. So gesehen sind viele Objekte nichts anderes als über eine gewisse Dauer gebündelte, geordnete Prozesse.

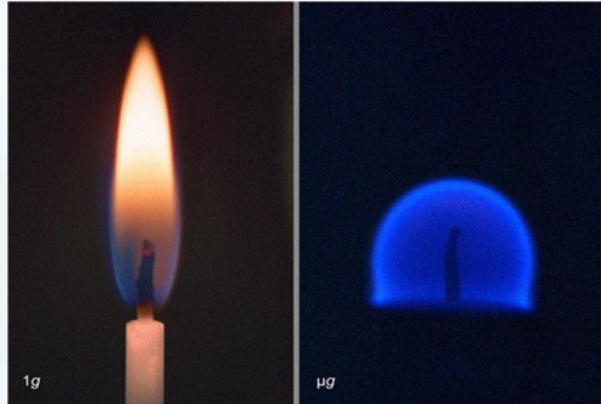
Diese Umdeutung vom Objekt zur zeitlich stabilisierten Prozessform ist später für das M-Q-M

zentral.

Die Flamme einer Kerze – Paradebeispiel für viele Systemische Strukturen und Phänomene



Die Ähnlichkeit zwischen Kerzenflammen und Blüten ist nicht nur äußerlich. Auch eine Pflanze kann als dissipative Struktur angesehen werden, die sich in ständigem Auf- und Abbau befindet.



Verhalten einer Kerzenflamme unter 1g (links) vs. Mikrogravitation (rechts). In Schwerelosigkeit brennt die Flamme kugelförmig und zieht Sauerstoff aus allen Richtungen symmetrisch an – ein Analogon zur Äthersenken-Theorie der Schwerkraft nach Newton.

Die Kerzenflamme ist fast ein Lehrbuchbeispiel für dissipative Struktur: Ihre Gestalt existiert nur, solange kontinuierlich Material nachgeführt, umgesetzt und als Wärme und Licht abgegeben wird. Unter veränderten Randbedingungen, etwa im All, ändert sich die Form deutlich zur Kugel.

Das heißt: „Die Gestalt eines Systems ist eine Funktion seiner Randbedingungen und Flüsse.“

Die Folie schlägt darüber hinaus eine historische Analogie zur Theorie Newtons über die Schwerkraft vor. Das möchte ich hier nur kurz erwähnen und würde es lediglich vertiefen, sofern in der Diskussion

ausdrücklich danach gefragt wird.

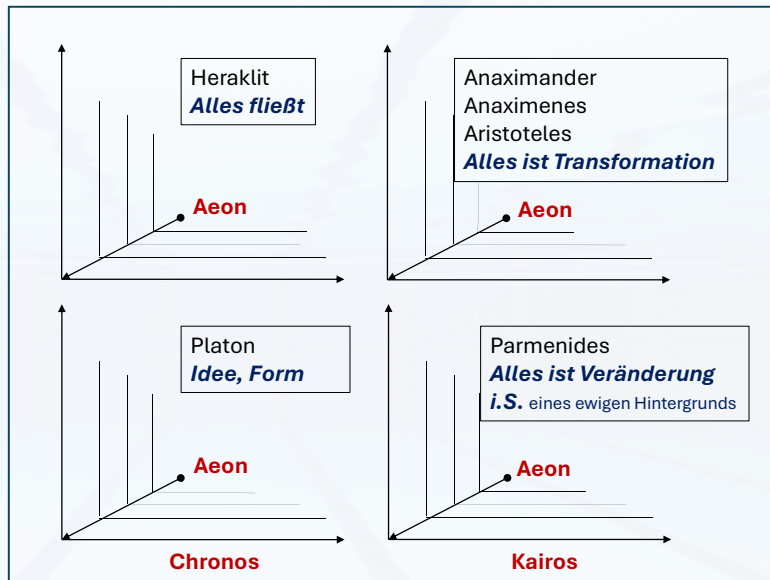
Ein Schritt zurück zu „Alles ist ...“

Thales
Alles ist Wasser

Demokrit
**Elemente und
Leerer Raum**

Griechische Philosophen
hier (sehr) grob zugeordnet
nach System-Aspekten:

- **Input, stetiger Fluss**
- **Transformationen**
- **Ergebnisse, Bestand**
- **Gesamtsystem**



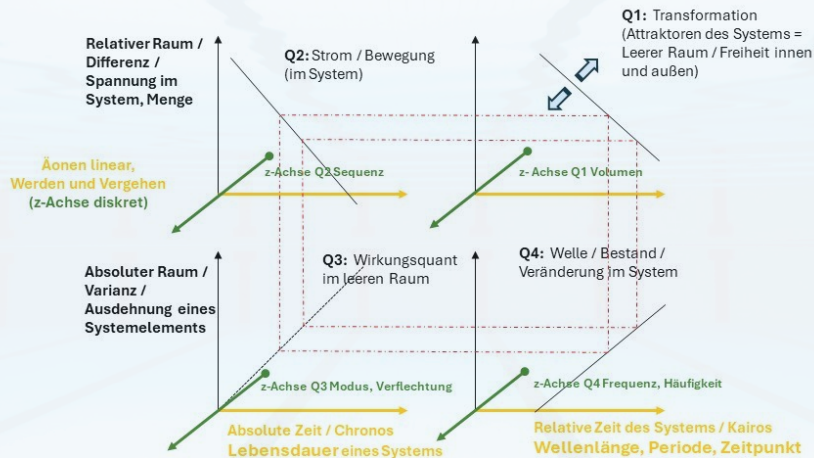
Ich möchte noch einmal einen Schritt zurückgehen in der Ideengeschichte. Die antiken Philosophen werden hier „bewusst sehr grob“ verschiedenen Systemaspekten zugeordnet.

Das ist keine philologische Rekonstruktion, sondern eine heuristische Landkarte.

Interessant ist die Leitfrage: Womit füllt man den Satz „Alles ist ...“ aus? Mit Wasser? Mit Elementen und leerem Raum? Mit Fluss? Mit Form? Mit Transformation? ...

Es zeigt sich, dass systemische Grundfragen sehr alt sind: Was ist das Primäre? Stoff, Form, Veränderung, Ordnung, Werden, Bestand, ...?

Zeitgedanken übertragen ins 4-Q-M



Die folgende Folie verbindet Zeitdenken mit dem Vier-Quadranten-Modell. Ich möchte sie hier nicht im Detail erklären, sondern ihren methodischen Kern hervorheben: „Zeit ist nicht nur eine eindimensionale Linie.“

Für die Modellierung kann es wichtig sein, zwischen absoluter und relativer Zeit, zwischen Dauer und Periode, zwischen kontinuierlichen und diskreten Verläufen zu unterscheiden. Eine Systembiografie, ein Prozessablauf und ein wiederkehrender Takt sind nicht dasselbe.

Das Modell versucht, solche Unterschiede nicht als

Nebensache, sondern als integralen Teil der Beschreibung aufzunehmen.

Aristoteles: Ganzheit, Zweck und Selbstbewegung.



Das mechanisch-analytische Weltbild von **Galilei** und **Newton**

Hier markiert die Geschichte eine große historische Verschiebung: von einer stärker ganzheitlichen, zweckbezogenen Sicht bei Aristoteles zu dem mechanisch-analytischen Weltbild, das mit Galilei und Newton seine klassische Prägung erhält. Diese Verschiebung stellt keinen einfachen Gegensatz dar, sondern einen „Produktivitätsgewinn mit Kosten“. Das mechanische Weltbild bringt enorme Präzision, Zerlegbarkeit und mathematische Beherrschbarkeit. Gleichzeitig neigt es dazu, komplexe Ganzheiten in isolierte Teilprobleme zu zerlegen. Systemdenken entsteht schließlich auch als Reaktion auf genau diese analytische Fragmentierung.

Leibniz' Idee einer universellen Wissenschaft

Kants philosophischer Systemgedanke

Lambert „Systematologie“ als früher allgemeiner Systementwurf

Im 20. Jahrhundert verschieben **Bertalanffy, Kybernetik, Informationstheorie** und **System Dynamics** den Fokus auf *offene Systeme, Rückkopplung, Modellierung und Simulation.*

Seit den 1970er und 1980er Jahren treten

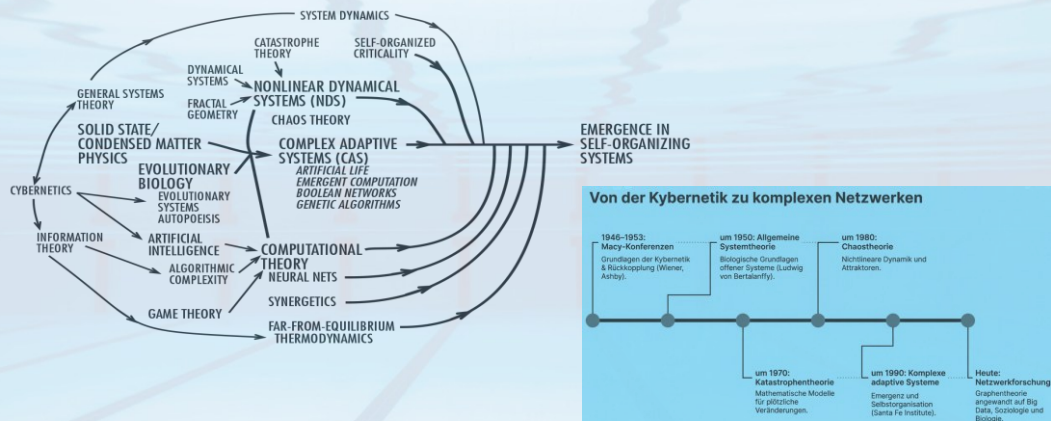
Autopoiesis, Chaos- und Komplexitätstheorie hinzu.

David Snowden u.a. Cynefin Modell einfach, kompliziert, komplex, chaotisch

Das Viable System Model (VSM) von **Stafford Beer**, 1959

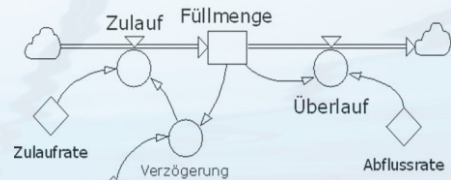
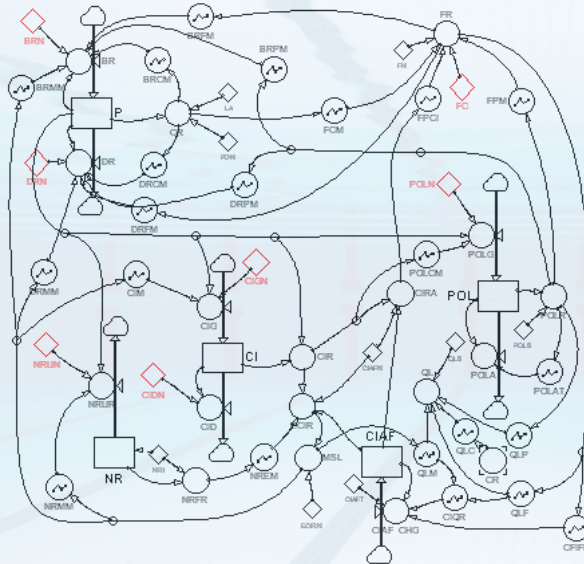
Ein Modell lebensfähiger Systeme

Vielfalt der „systemtheoretischen“ Modellentwicklungen

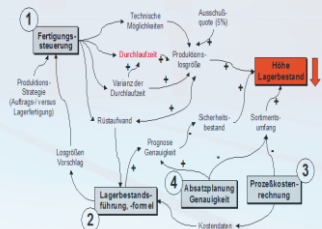
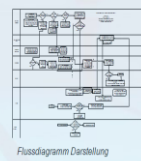


Die nächste Grafik verschärft diesen Eindruck noch einmal. Sie zeigt, wie viele Entwicklungszweige es allein in diesem engeren Bezugsrahmen gibt und wie unterschiedlich die Modelltraditionen miteinander verwandt sind. Die Systemwissenschaften sind erfolgreich, aber nicht konsolidiert. Es existieren viele leistungsfähige Teilansätze, aber keinen unstrittigen übergreifenden Rahmen.

From World Dynamics to System Dynamics



Reaktionszeit



Hier erscheint ein besonders einflussreicher Modelltyp: System Dynamics. Das ist wichtig, weil Bestände, Flüsse, Verzögerungen und Rückkopplungen hervorragend sichtbar gemacht werden können, dies mit Vensim IT-gestützt. System Dynamics hat zudem unser Denken über Akkumulation, Rückkopplung und nichtlineare Dynamik sehr geprägt. Gleichzeitig ist auch dies zwar nur eine „bestimmte Modellgrammatik“, aber eine mächtige. Leider bietet auch sie keine hinreichende Sprache für alle Arten komplexer Systeme.

Kritische Aspekte

- Betrachtung von System und Umwelt, statt Systeme (Hyper, Sub-) und Räume
- Denken ausschließlich in Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen
- Fokus auf Feedback-Schleifen (Loops), Rückkopplungsschleifen zur Beobachtung des eigenen Verhaltens des Systems oder Selbsterzeugung versus Verbindungen von Komponenten der Systeme (Hyper-, Subsysteme)
- Bestimmung von passenden Grenzen zur Definition was zum System gehören soll / was nicht durch das System selbst (Selbstbeobachtung, eigene Logik) oder einen Beobachter? Selbstbezüglichkeit führt häufig zu Paradoxien.
- Fehlende Zeit-, Modus- und Raumunterscheidungen
- Vermischung qualitativer und quantitativer Faktoren und Größen
- Kein System ohne Kommunikation? Bedeutung Information, Form, Energie.

Meine Kritik insgesamt über alle bisherigen Ansätze richtet sich also nicht gegen einzelne Schulen als solche, sondern gegen wiederkehrende Verkürzungen:

- zu starke Fixierung auf System versus Umwelt,
- zu lineares Denken in Ursache-Wirkung,
- Übergewicht von Feedback-Schleifen,
- unklare Grenzziehungen,
- fehlende Differenzierung von Raum, Zeit und Modus,
- Vermischung qualitativer und quantitativer Größen

- und die offene Frage, wie Kommunikation, Information, Form und Energie zueinanderstehen.

Diese Aufzählung ist nicht komplett, die Kritik dahinter kein Abgesang, sondern ein „Forschungsprogramm“. Sie benennt lediglich, was ein neuer Rahmen besser leisten soll.

Die besondere Herausforderung des F&E-Projekts

„Ein skalierbares Mehr-Quadranten-Modell (MQM) soll aus einem 4-Quadranten-Modell (4-Q-M) entwickelt werden, das Management und Führung moderner Organisationen eine dynamische ganzheitliche Analyse, mit einheitlichem Bewertungsmaßstab und zielkongruenter Steuerung ihrer hochkomplexen Systeme ermöglicht. Der interdisziplinäre Ansatz verknüpft dafür verschiedene Dimensionen konsistent, insbesondere:

- Träger und Ladungssystem, **Hyper- und Subsysteme**
- Person und Aktivität (Entscheiden und Handeln oder Denken)
- Räumliche und zeitliche Dimensionen (leer, absolut, zyklisch, relativ, stetig, diskret)
- Modi (immaterieller und materieller Art)
- Unbewusste und bewusste Reflexion, Gegenstands- und Parameterraum
- Portfolio- und Prozessdimension (Bestand, Ereignis und Fluss, Ablauf)“ (*Zitatende*)

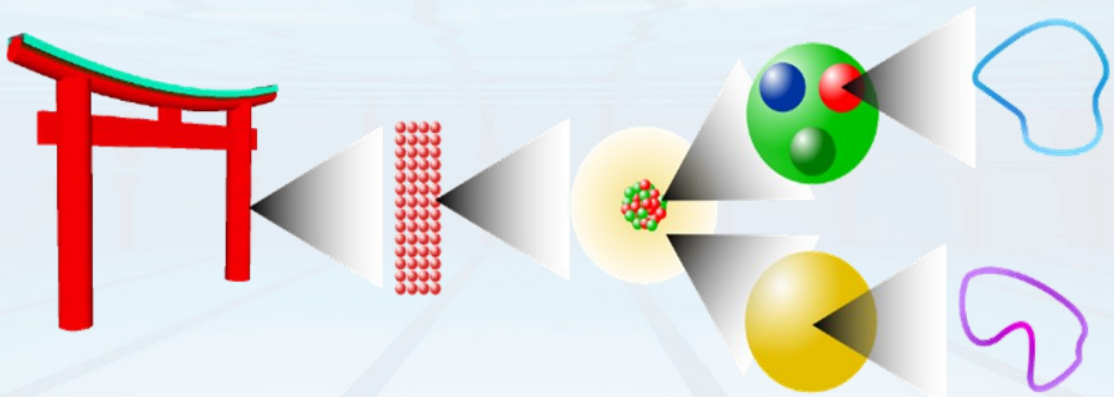
Von der Ideengeschichte möchte ich nun zum konkreten Forschungs- und Entwicklungsprojekt kommen. Der Anspruch ist hoch gesteckt: Aus dem vormals bereits entwickelten 4-Q-M soll ein „skalierbares Mehr-Quadranten-Modell“ entstehen, das Management und Führung moderner Organisationen eine ganzheitliche, dynamische Analyse und Steuerung komplexer Systeme ermöglicht. Dafür sollen mehrere Dimensionen integriert werden:

Hyper- und Subsysteme, Person und Aktivität, räumliche und zeitliche Dimensionen, materielle und

immaterielle Modi, bewusste und unbewusste Reflexion sowie Portfolio- und Prozessdimensionen.

Gesucht wird also ein Rahmen, der „verschiedene Arten von Differenzen und Ebenen zugleich konsistent beschreibbar“ macht.

Alles ist Bewegung?



Die Frage „Alles ist Bewegung?“ bildet den philosophischen als auch modelltheoretischen Drehpunkt des letzten Teils meines Vortrags. Bis hierhin haben wir gesehen, dass Systemtheorien oft zwischen Bestand und Prozess, Struktur und Dynamik, Innen und Außen schwanken. Nun schlage ich eine klare Gewichtung vor: Vielleicht ist die grundlegendste Beschreibung nicht das Ding, sondern die „Bewegung beziehungsweise Aktivität“.

M-Q-M bedeutet eine Aktivitäten-basierte statt Objekt-Betrachtung

"Alles ist Bewegung,,

Schleife, Knoten, Aktivität, System im Sinne von Knoten- oder Aktivitätenbündel, gleich ob aufgrund unterschiedlicher Verläufe **in Form eines Subjekts oder Objekts wahr-genommen.**

"Bewegung resultiert stets aus Bewegung,,

Historischer Zeitverlauf resultiert aus Hypersystemen und ist über Modi bzw. z-Achsen von (Sub-)Systemen darstellbar. **Hypersysteme bieten Logistik und Kommunikationsmittel.**

"Bewegung benötigt stets eine Differenz in Zeit, Raum oder Menge,,

Es existiert auf der Welt nur mehr oder weniger von etwas. Jede scheinbare Polarität oder Gegensätzlichkeit resultiert lediglich aus einer solchen Differenz von etwas. **Dabei strömt mehr stets zum weniger: Wasser, Ladung,** ... Bewegung folgt einer Richtung (Innen-/Außenattraktor)

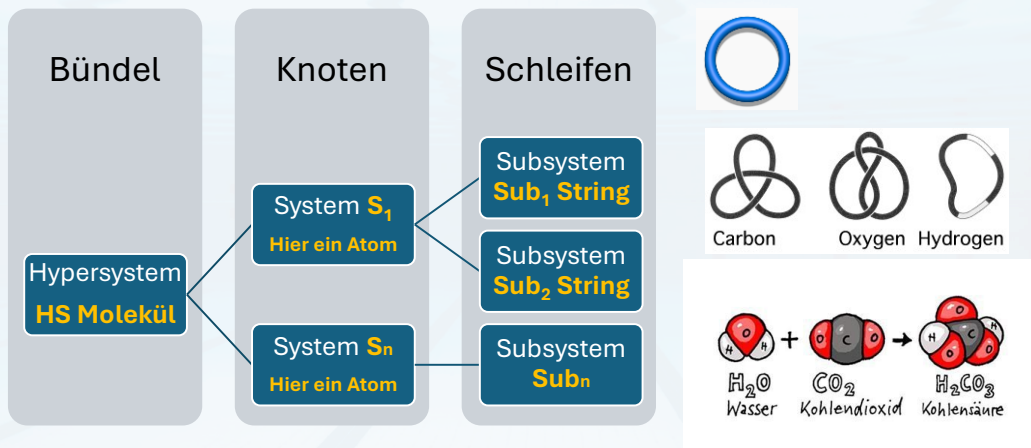
„Bewegung erzeugt bei bestimmter Dichte Wärme“ (Gesamt-Energie-/Impulserhaltung)

Von Systemen **freigesetzte Energie ermöglicht Ordnung** in deren jeweiligem Hypersystem.

Diese Folie formuliert das axiomatisch bzw. programmatisch. Systeme werden hier als Bündel von Schleifen, Knoten und Aktivitäten gedacht. Bewegung resultiert aus Bewegung; sie benötigt Differenzen in Zeit, Raum oder Menge; Gradienten erzeugen Flüsse; und bei bestimmter Dichte erzeugt Bewegung Wärme. Ob man alle diese Sätze in jedem Detail teilen möchte, ist angesichts des ersten Axioms: Alles ist Bewegung, zweitrangig. Methodisch entscheidend ist die Verschiebung: Weg von einer externen, „objektzentrierten“ Sicht, hin zu einer innen-dynamischen „bewegungs- oder aktivitätsbasierten“ Sicht.

Das ist für viele Disziplinen anschlussfähig. In der Physik reden wir über Dynamik, in der Biologie über Prozesse, in der Informatik über Zustandsübergänge, in der Soziologie über Interaktion, in der Ökonomie über Transaktionen, in der Organisationsforschung über Handlungen, Entscheidungen und Routinen. Das Projekt versucht, diese Sichtweisen in einer gemeinsamen Sprache zu bündeln.

Systeme aus Bewegung/Aktivität bzw. deren Bündel



Die nächste Folie visualisiert das. Systeme erscheinen als Bündel von Knoten, Schleifen und Aktivitäten; Hyper- und Subsysteme verschachteln sich.

Ein System ist dann nicht primär ein Behälter von Teilen, sondern ein „Muster gekoppelter Aktivitätszusammenhänge“.

Was wir als Objekt wahrnehmen, ist in dieser Sicht schlicht ein relativ stabiles Bündel von Prozessen.

Was wir als Grenze wahrnehmen, ist eine Verdichtung oder ein Wechsel der Kopplungsweise.

Das ist eine starke, aber für viele Felder sehr produktive Denkfigur.

Vorzüge des Leeren Raums bzw. absoluter Freiheit



Attraktoren der Bewegung:

**Leerer Raum oder Freiheit
jeweils**

Innen- gleich Außenattraktor

d.h. nur **ein** grundlegender Attraktor und
darüber hinaus lediglich mehr oder weniger
„Dichte“ – Pull or Push (back)
in materieller bzw. immaterieller Betrachtung

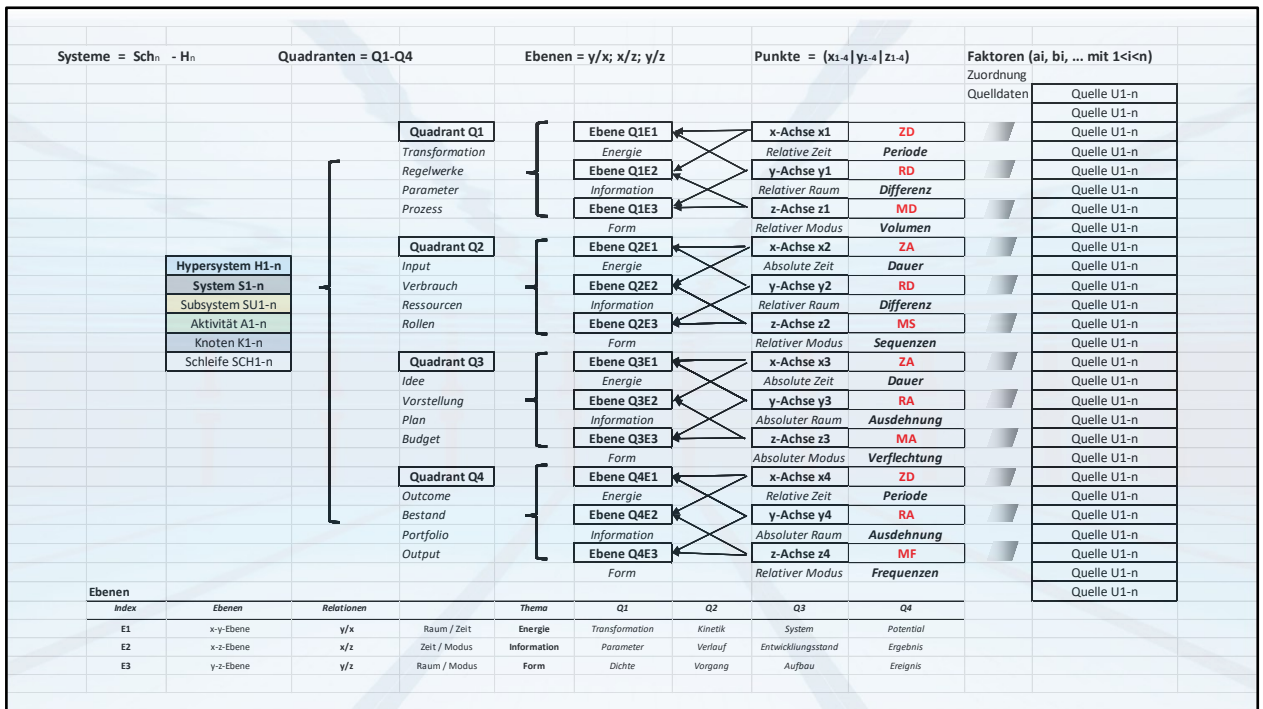
Zur Diskussion:

Innere versus äußere Freiheit
„die Gedanken sind frei...“?

Diese Folie gehört zum spekulativeren, philosophischeren Teil des Modells. Der Leere Raum (Absoluter Raum Newtons) auf der materiellen Seite und absolute Freiheit auf der immateriellen Seite erscheinen als Attraktoren der Bewegung im Inneren und zugleich im Außen des Systems.

Diese Folie markiert ein „Diskussionsangebot“. Man muss nicht alles wörtlich übernehmen, um die Stoßrichtung zu verstehen. Die Stoßrichtung lautet: Neben materiellen Dichte- und Bewegungsbegriffen soll es auch eine Sprache für immaterielle oder kognitive Freiheitsgrade geben. Hier betritt das

Modell einen Bereich, in dem naturwissenschaftliche, philosophische und sozialwissenschaftliche Begriffe enger zusammengeschoben werden.



Hier wird der Modellvorschlag „operationalisiert“. Jeder Quadrant, jede Achse und jede Ebene erhält eine semantische Rolle und kann mit Datenquellen verknüpft werden.

Das ist letztlich die entscheidende Bewährungsprobe jedes Modells: Nicht ob es abstrakt elegant aussieht, sondern ob es heterogene Daten, Ebenen und Perspektiven tatsächlich „konsistent zuordnen“ kann.

Für eine spätere methodische Diskussion kann diese Folie sehr wertvoll sein. Im Vortrag hier soll die

Botschaft genügen: Das Modell beansprucht,
beschreibbar, parametrisiert und datenfähig zu sein.

Alle Konsistenzanforderungen sind erfüllt

Mit dem entwickelten konsistenten Verknüpfungsansatz für Hyper- und Subsysteme werden alle vorgesehenen Anforderungen an das geplante M-Q-Modell - theoretisch - erfüllt.

- Bewertungsmaßstäbe einheitlich aufbauend auf Energiegrößen der jeweiligen Komponenten
- Träger und Ladungssystem über Betrachtung Komponenten (Q1-Q4) statisch oder dynamisch
- Person (entsprechend Träger: Element, Zelle, Mensch...) und Aktivität (entsprechend Ladung)
- Räumliche (Q3 y-Achse absolut, Q2 y-Achse relativ, z-Achsen) und zeitliche Dimensionen (Q3 x-Achse absolut, Q4 x-Achse relativ, z-Achsen)
- Modi (immaterieller und materieller Art) über die jeweiligen z-Achsen der Komponenten (Q1-Q4)
- Unbewusste (Q3) und bewusste (Q1) Reflexion, Gegenstands- (Q3) und Parameterraum (Q1)
- Portfolio- (Q4) und Prozessdimension (Q2)

Die vorletzte inhaltliche Folie formuliert den Selbstanspruch des Projekts: Alle vorgesehenen Konsistenzanforderungen sind theoretisch erfüllt.

Hier ist das Wort „theoretisch“ wichtig. Das Modell ist empirisch noch nicht in allen Domänen validiert. Der konzeptionelle Rahmen scheint aber in der Lage zu sein, die gewünschten Unterscheidungen zusammenzuführen: Bewertungsmaßstäbe, Träger und Ladung, Person und Aktivität, Raum und Zeit, Modi, Reflexionsstufen sowie Portfolio- und Prozessdimension.

Der theoretische Rahmen steht; jetzt beginnen die Fragen nach „Operationalisierung, Vergleich mit bestehenden Modellen, empirischer Tragfähigkeit und praktischer Nützlichkeit“.

Dialog & Kooperation

Wir laden Sie ein, das M-Q-M als Referenzrahmen
für Systemmodelle mit uns weiterzuentwickeln.

PRCSM Andreas Fornefett

Direct: +49 160 9797 9324

Mail: andreas.fornefett@prcsm.com

www.prcsm.com

In Kooperation mit Fraunhofer IESE

Gefördert durch das BMBF



Die Präsentation endet also nicht mit einem endgültigen Beweis, sondern mit einer „Einladung zum Dialog“.

Der Wert dieses Projekts liegt vielleicht weniger darin, dass es schon alle Antworten liefert, sondern darin, dass es einen ehrgeizigen Versuch unternimmt, eine „gemeinsame Sprache für komplexe Systeme“ zu entwerfen.

Ich möchte mit einem einfachen Gedanken enden: Die Geschichte der Systemtheorien zeigt, dass wir immer wieder neue Begriffe brauchen, um das Verhältnis von Teil und Ganzem, von Struktur und

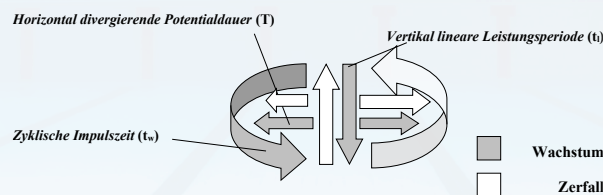
Dynamik, von Ordnung und Veränderung zu verstehen. Der hier vorgestellte Ansatz schlägt vor, diese Geschichte nicht nur weiterzuerzählen, sondern in einem neuen Modellrahmen praktisch zu bündeln. Ob das gelingt, entscheidet sich nicht an seiner Eleganz allein, sondern an seiner Anschlussfähigkeit für unterschiedliche Disziplinen. Genau deshalb ist die interdisziplinäre Diskussion darüber so wichtig.

Anhänge

Die folgenden Folien sind als Anhang gedacht und vertiefen einige der zuvor nur angerissenen Aspekte.

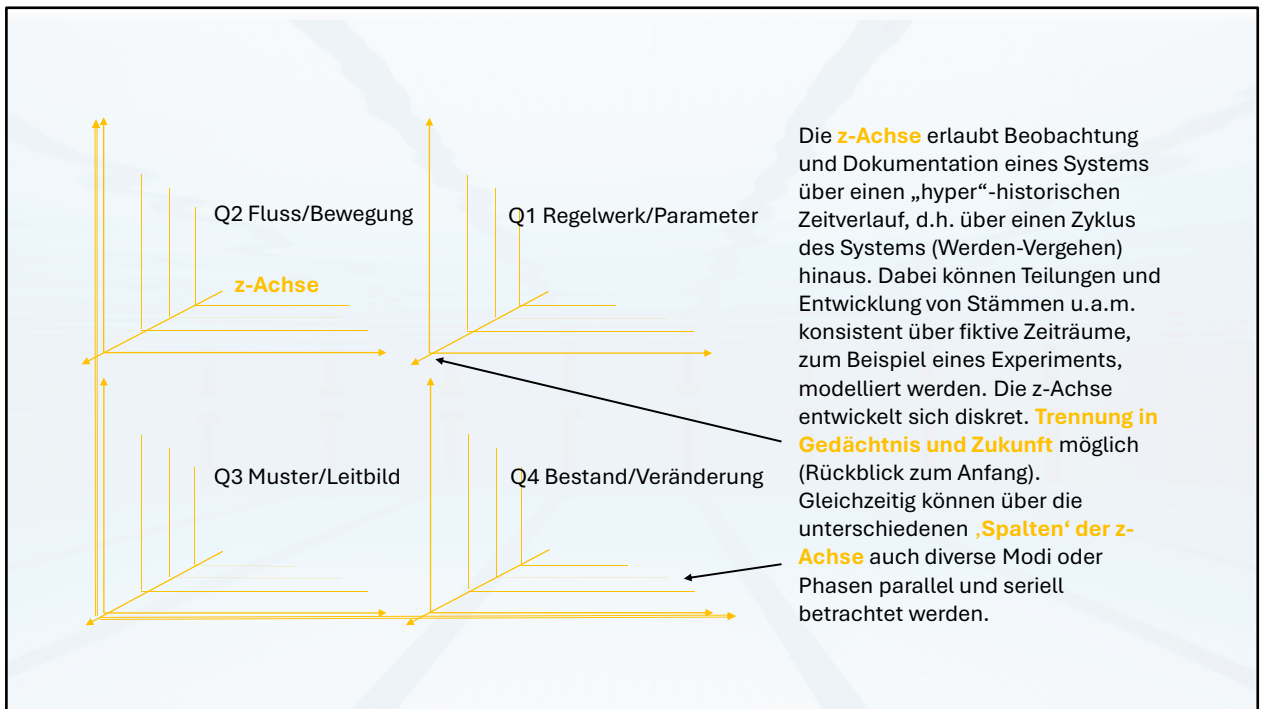
Die alten Ägypter kannten bereits mehrere Arten von Zeit. Die wahrnehmbare, **irdische Zeit** mit Anfang und Ende sowie die Nechech und die Djet Ewigkeiten. Beide beziehen sich auf die Zeit außerhalb der Vergänglichkeit. Dabei drückt **Nechech** eine unendliche Anzahl von Zyklen aus, sowohl vergehende (Stunde) als auch sich verjüngende (Jahr). Sie ermöglichen den Wandel.

Djet beschreibt dagegen lineare Permanenz, „das was immer vorhanden ist“. Stellt man diese beiden Begriffe graphisch dar, so entspricht Nechech einem unendlichen Kreis und Djet einer unendlichen Geraden. **Die irdische Zeit beschreibt die Spannung der Pole**, die sich aufbauen und abbauen und schließlich drehen, eine **Metamorphose von Zerfall und Wachstum**.



Falls Zeitkonzepte nachgefragt werden:

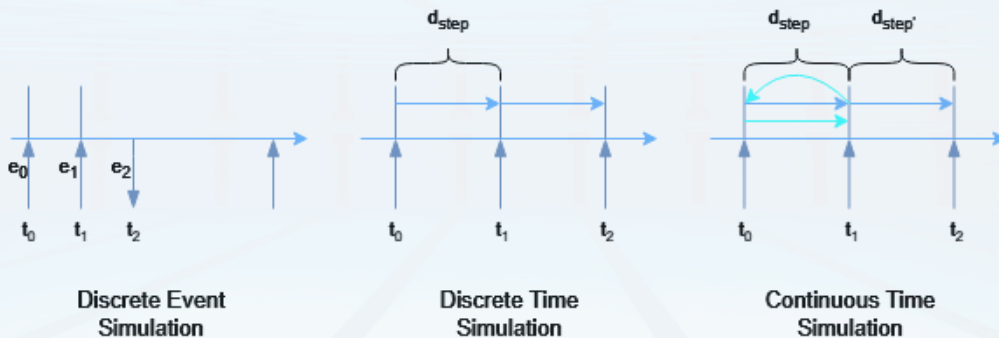
Diese Folie unterscheidet lineare Dauer, zyklische Wiederkehr und eine darüberhinausgehende Zeitauffassung. Für das Modell ist daran wichtig, dass Zeit nicht nur als eindimensionaler Zähler verstanden wird, sondern als Struktur verschiedener Verlaufsformen.



Die z-Achse dient hier dazu, Entwicklung historisch und zugleich modal zu dokumentieren. Sie erlaubt also, unterschiedliche Phasen, Modi oder Entwicklungslinien in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft eines Systems konsistent parallel oder sequenziell zu führen.

Modelle der Berechnung und Kommunikation MOCC

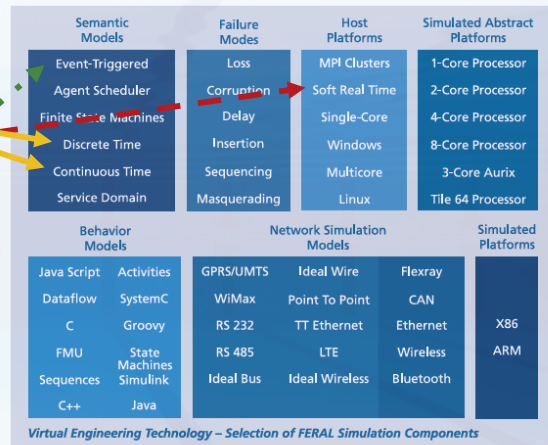
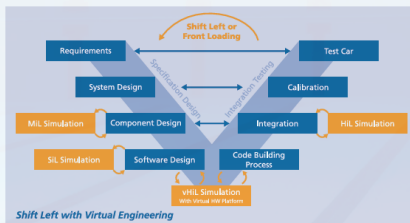
Simulatoren und Simulationsmodelle entsprechen ihren Modellen für Berechnung und Kommunikation. Diese steuern Verhalten und Kommunikationssemantik. Gängige MOCCs für die Simulation sind: **diskrete Zeit, diskrete Ereignis- und kontinuierliche Zeitsemantik.**



Hier geht es um Modelle der Berechnung und Kommunikation, also um die Frage, welche Zeit- und Ereignissemantik ein Simulationsmodell wie hier FERAL überhaupt verwendet: diskret, kontinuierlich oder ereignisbasiert.

Das vom Fraunhofer IESE entwickelte FERAL-Simulationsframework

2 Zeitdomänen:
stetig, diskret (S),
+ historisch (HS),
+ elementar (SubS)



Das Fraunhofer-Framework FERAL ist in diesem Zusammenhang ein Beispiel dafür, wie unterschiedliche Zeitdomänen stetig, diskret, historisch, elementar in einer Simulationsarchitektur zusammengeführt werden können.

Hintergrundmodell nach Newton

Während heute ganz allgemein gilt, dass Newton sich zur Ursache der Schwerkraft nicht geäußert habe, so belegen Quellen, dass er zuvorderst davon überzeugt war, dass sie nicht von der Materie durch den leeren Raum ausgehen konnte: In einem Brief an die Royal Society äußerte Newton ausdrücklich die Vermutung, dass die

„Anziehungskraft der Erde, welche wir Schwere nennen, durch die immerwährende Kondensation einer ätherischen Flüssigkeit verursacht“ sei,

*„... Denn wenn gärungsfähige oder brennbare Körper eine große Menge ätherischer Flüssigkeit in sich zu halten vermögen, so darf man auch von dem großen Körper der Erde annehmen, dass er immerwährend große Mengen ätherischer Flüssigkeit in sich zu kondensieren vermag. Dann aber muss auch immerwährend von allen Seiten die ätherische Flüssigkeit mit großer Schnelligkeit zum Ersatz nach der Erde hinströmen und diese Ätherströme werden die Körper über der Erde mit sich nach der Erde zu führen **und zwar mit einer Kraft, welche den Oberflächen aller der Teile, auf welche die Ströme wirken, proportional ist. Und wie die Erde, so mag auch die Sonne diese Substanz einsaugen und dadurch sich nicht bloß ihre Leuchtkraft bewahren, sondern die Planeten verhindern, sich weiter von ihr zu entfernen.**“*

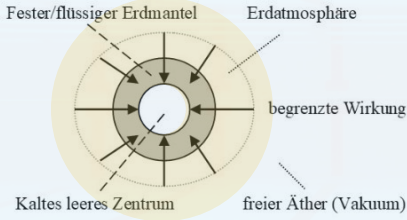
(Isaac Newton, „Theorie des Lichtes und der Farben (etc)“ (1675); Übersetzung von Ferdinand Rosenberger, Isaac Newton und seine Physikalischen Principien, Leipzig 1895, S. 105)

Falls jemand nach dem physikalisch-philosophischen Hintergrund fragt:

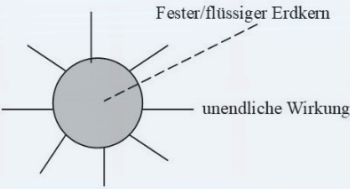
Diese Folien 43-45 zeigen, dass auch klassische Physiker wie Newton in einem breiteren Spektrum von Raum- und Wirkungsmodellen dachten, als oft in vereinfachten Lehrbuchbildern erscheint. Für die Präsentation ist das vor allem deshalb relevant, weil hier das Verhältnis von leerem Raum, Medium, Bewegung und Fernwirkung als Hintergrundfrage erscheint.

Newtons Äquivalenzhypothese von Trägheit und Schwere

Schwerewirkungen des Äthers versus Allgemeine Gravitation



Ätherstrom-Theorie



Theorie vom Erd- bzw. Gravitationsfeld

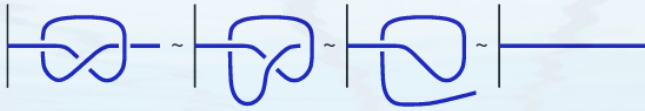
Die ewige Frage nach dem ‚richtigen‘ Raumverständnis

Weltbilder im Widerstreit

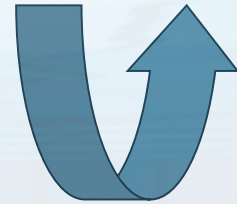
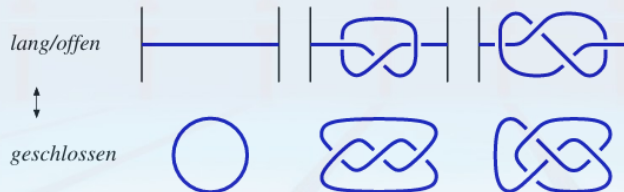
1. Thales:	„Wasser“	<i>Hintergrund stetig, kein Leerer Raum</i>
2. Demokrit:	„Atome und die Leere“	<i>Welt aus Elementen diskret und Leerer Raum</i>
3. Descartes:	„Korpuskel-Theorie“	<i>Äther stetig, kein Leerer Raum</i>
4. Newton:	„Raum und Zeit absolut“	<i>Äther diskret und Leerer Raum</i>
5. Einstein:	„Äther ist der Raum“	<i>Raumzeit stetig, kein Leerer Raum</i>
6. Dirac:	„Äther ist das Vakuum“	<i>Hintergrund diskret und Leerer Raum</i>

Wie modelliert man Knoten?

Beobachtung — In einem allzu naiven Modell sind alle Knoten gleich:



Zwei Modelle sind möglich (und erweisen sich als gleichwertig):



Vom Prozess
zum System

Die Schlussbewegung des gesamten Decks könnte man so zusammenfassen:

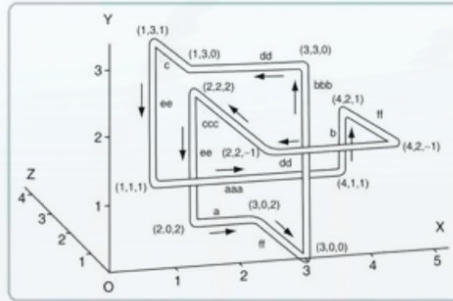
Nicht vom fertigen Objekt zum Prozess zu denken, sondern umgekehrt vom Prozess, von Aktivität und von Bewegung her das System neu zu verstehen.

Zöpfe = Prozesse

Knoten = Systeme, Hyper-/Sub-

Einfacher Knoten = Schleife

Elemente bilden Raum im leeren Raum.



Codierung der Kleeblattschlinge nach Turing (1954)

(1, 1, 1), (4, 1, 1), (4, 2, 1), (4, 2, -1), (2, 2, -1), (2, 2, 2), (2, 0, 2), (3, 0, 2), (3, 0, 0), (3, 3, 0), (1, 3, 0), (1, 3, 1)
aaabffddccceeffbbddcee