

2 Wesen und Chancen der Komplexität

Während meiner Forschungen für dieses Buch hat sich gezeigt, wie unterschiedlich Vorstellungen und Definitionsversuche von „Komplexität“ sind. Neben der Sichtung von Quellen und vielen Gesprächen wurde im Oktober 2009 eine Analysediskussion in „Linkedin®“ initiiert, bei der einer unter dem Themenkreis „Quantitative Complexity Management“ zusammengefundene Gruppe von 480 Mitgliedern die Aufgabe gestellt wurde, „Komplexität“ zu definieren. Die Teilnahme war herausragend, und über 90 zum Teil längere Beiträge lieferten fundierte Aussagen und Reflexionen.

Auffällig waren zunächst zwei Erkenntnisse:

1. Es bildeten sich schnell Fakultätslager, abhängig von der Erfahrungswelt der einzelnen, vor allem aufgeteilt nach Engineering- oder Management-Bereichen.
2. Es gab ein überwiegendes Eingeständnis selbst von Menschen, die tagtäglich Systeme managen, dem Thema „Komplexität“ bisher keinen besonderen Platz eingeräumt zu haben. Aussagen wie *“I always measured risk, not the complexity when setting strategy to mitigate. In my profession I just didn't have time to present evidence of complexity to justify actions”* sind hier evident. Darüber hinaus zeigten viele Teilnehmer der befragten Gruppe auf, dass gerade im Engineering-Bereich das Zerlegen komplexer Systemprozesse in arbeitsteilige Aufgaben dazu führt, Komplexität nicht wirklich zu sehen und mit ihr umzugehen: *„All safety engineers dream the ,handmade Swiss tourbillion watch‘ style design. But we are lost because the knowledge is scattered in different disciplines and different phases of the project.“* *„But now more than ever I feel that what ,we‘ don't understand about complexity and help us (the engineers) to put an order in our mind.“*

Die gebotenen Definitionsansätzen zeigten, dass „Komplexität“ im Zusammenhang mit Systemen, Informationen und Interaktionen steht. Ansonsten konnten die Beiträge einerseits unter „Ansichtssache“ subsumiert werden und andererseits unter schlichtweg einseitigen oder fehlerhaften Sichtweisen, fern der Realität von Komplexität.

Allen Fehlvorstellungen voran standen die Verwechslung von Kompliziertheit mit Komplexität, die Meinung, dass die Zahl der ein System bestimmenden Variablen oder deren Redundanzen im Wesentlichen Komplexität bestimme, dass Systeme automatisch immer komplex sind, Komplexität und Systeme Synonyme seien, oder dass Systeme vornehmlich in technischen Bereichen angesiedelt seien.

Kontrovers diskutiert wurde, ob „Komplexität“ eine Eigenschaft oder ein Zustand eines Systems ist, ob sie einem System latent immer anhaftet, ob eine Trennung in komplexe und nicht-komplexe Systeme möglich und die Lernfähigkeit eines Systems eine Voraussetzung für Komplexität ist.

Ich möchte einige interessante Kommentare aus dieser Diskussion im O-Ton zitieren:

- o In general, a complex system behaviour is not predictable.*
- o A complex system cannot be modelled (or described) in its totality; only views (view-points of the modeller) may explain some particular behaviour.*
- o Diversity, Connection, Interdependence, and Adaptation/Learning. Source: „Understanding Complexity“ from „The Learning Company“. A system can be complicated but not complex if it can't adapt or learn.*
- o Complexity or redundancy? Simple versus safer? It is always a balancing act.... now complexity as it relates to operability or maintainability , that is another problem.*
- o Complexity emerges in systems, as the number of derived interconnections between components grows exponentially with size, and subtle second-degree, third-degree and so on relationships start appearing, leading to coupling and other effects. It is a property of systems (any kind of), we can deal with it but we cannot avoid it.*
- o Information systems suffer from interaction and then the „subtle relationships“ catch up pretty quickly. It's our inability to accurately describing all the relevant physical world involved that gives us the illusion of simplicity. The subtlety I referred to regards this intrinsic inability.*
- o Complexity = amount of structured information in a system. Complexity is measured by taking into account structure (topology of information flow) and entropy. The number of parts = degree of sophistication but it has very little to do with complexity.*

o *The systemic approach learns us, that the objective vision is not sufficient, and leads always to a simplification through reduction of the phenomenon. Thinking that the definition of a phenomenon is a major step (at least a necessary step) is just forgetting that the observation depends from the observer; so the definition of a complex system depends on the people that see the complex system, it does not exist an unique definition. For example, the definition given by your dictionary is valid, and depends on the „objectives“ of the dictionary (at least on the writer).*

Therefore, first, all definitions given in the comments of this discussion are valid, they simply depend on what are the objectives of the commenters Each definition brings a little touch of the reality of the complex system, but we must forget the traditional idea that the complexity of the reality can be „understood“ or „comprised“ or „defined“ by a single model (here in its acceptance of materialization of a knowledge). Second, the systemic approach learns us, that we must also consider the subjective vision of the phenomenon, i.e. to answer to the question: if I were the complex system, how could I „see“ what is surrounding me? This brings the vision of the system itself, which is may be more important than the vision of observers of the system. Of course, the system is also an observer (of itself), so this vision depends on the objectives of the system. So the first question we have to ask when we encounter a complex system is: What are the objectives of this system (and this viewed from its point of view)? Finally, we must understand that each complex system is different because its objectives are different... And again, we must admit that we cannot resume the complexity of the reality by drawing „general considerations“ about this reality. Each complex system is unique, and must be studied as unique.

o *...knowing and accepting this, all kind of things become remarkable. You see ‚fractals‘ of development everywhere. In fact: finding those fractal formulas are exactly those simple functional elements which structure complex systems. Using or developing fractal formulas is a speciality, which help organizations grow. In a more appropriate setting I am able to give you a lot of examples.*

o *Complexity is a PROPERTY of EVERY system.*

o *In decommissioning and waste management I'm frequently presented with complex ‚systems‘ that incorporate significant uncertainty and unpredictability. The project goal is generally to deconstruct the complex system. A key part in designing the solution is to expect change and try to anticipate (in a structured way) where change may occur.*

o *I like what Einstein said about simplifying... „You can only simplify so far, until meaning is lost“.*

- o Turning „hidden“ to „transparent“ and „complex assumptions“ to „objective and well defined definitions, facts and domain knowledge“ can solve more than 80-90% of the problems/issues.
- o We can never acquire the kind of complete information necessary for that to become true. At least not at this present time. If the system (whatever it is) involves some kind of human role (participant, decision maker, etc.) forget about objectivity. You can write a manual, you can print a banner, you can write a standard, you can put a pilot light, you can wear a t-shirt saying „click HERE“ and somebody will do otherwise. I've worked for P... for 12 years and one of the systems I developed was an expert system to diagnose problems in petroleum extraction. The knowledge map for the domain area of the system was kind of well delimited (the best possible), but we had to create a primeval form of collective intelligence (now they talk about it) at the time to acquire more completeness (1993-94). The domain knowledge had a boundary, but it wasn't defined anywhere!
- o Complex is perception; simplify complex with a step by step analysis to better understand. We have found that a classic Function Analyses technique is very effective when the goal is to have multi-disciplinary teams „understand“ a complex system. ... with a view to creatively improving it.
- o A complex system can be any system where the number of variables, the possible relationships and constraints that can exist among these variables exceed man's capabilities to control and evaluate in any given time. A system becomes complex the moment that it becomes difficult to understand, or if understood, we cannot control or achieve the right combination of parameter settings to maintain our objectives when conditions changes.
- o Complexity is NOT a perception - it is a property of systems, just like mass or energy. It can be measured and managed.
- o Complexity does involve perception unless you plan on removing the human operator. Whether it is operations or repair or troubleshooting. Complexity is a property of systems... the human is a component of that system.
- o There are two ways to deal with uncertainty: 1. Force reality into your formula (best guess on a good day). 2. Force your formula to fit reality (only good for one discrete population). The point should be: 1. When should we make a complex system? 2. How should we integrate the human into the complex system?
- o Complex systems are characterised by the presence of number of interconnected simple systems which interact with each other such that the combined behaviour of the complex system is different for the behaviour or attributes of the simple (or simpler) systems.

o If you cannot measure something it doesn't mean that it is meaningless - what is meaningless are „quantitative statements“ about something that you haven't measured or experienced materially. There are, for example, those who claim that „a system is complex when the whole is greater than the sum of the parts“. Well, in our quantitative work on complexity we have noticed that sometimes the whole is LESS than the sum of the parts (for example when banks merge). The point is that you can only make such statements in a serious fashion if you have measured the complexity of the parts and of the whole.

Für Komplexität gibt es offensichtlich keine objektive Definition. Was als Komplexität wahrgenommen wird, ist vielschichtig und hängt sehr von der jeweiligen Situation und dem Blick der Involvierten ab. Dies sind entscheidende Grundmaximen gleich zu Beginn.

Fest steht aber, dass die Gesamtheit von mittelbaren und unmittelbaren Beziehungen oder Vernetzungen zwischen Faktoren Systeme bildet. Die Mehrheit der Teilnehmer hat auch festgestellt, dass auch viele Teile eines rein komplizierten Systems nicht zu Komplexität führen müssen! Auch Vielfalt alleine führt nicht zu Komplexität, erst im Zusammenhang mit anderen Komplexitätsfaktoren kann sie ein verstärkendes Momentum sein.

Ein System ist zunächst per se immer ein System, eine Einheit vernetzter Teile. Es ist weder komplex noch unkomplex, sondern eben nur ein System. „Komplexe Systeme“ – nutzt man diese Diktion – sind solche, deren Eigenschaft beziehungsweise Zustand komplex ist, ihre Faktoren sich hinsichtlich ihrer Interdependenzen also „komplex“ verhalten. Dabei ist es durchaus zulässig zu sagen, dass jedes System „latent“ komplex ist, also Komplexität in sich angelegt hat, die unter bestimmten Umständen Raum greift. Dennoch verhält sich ein System nicht automatisch komplex. Die Anzahl der Teile beziehungsweise Variablen eines Systems ist, entgegen oft zu findenden Definitionen, nach meinen Erkenntnissen kein zentrales Kriterium für Komplexität. Alleine die Qualität der in einem System enthaltenen Informationen ist entscheidend: Je mehr zum Chaos neigende Informationsvielfalt die Faktoren und deren Interdependenzen eines Systems enthalten, die nicht mehr klar strukturiert werden können, desto mehr neigt der Charakter eines Systems zu Komplexität. Letztlich ist eine klare Trennung in komplexe

und nicht-komplexe Systeme nicht möglich. Fest steht aber, dass Komplexität nur in wie auch immer gearteten Systemen entstehen kann.

Nichtkomplexe Systeme lassen keine Phantasie zu. Aus den Systembausteinen lässt sich wenig Neues und Anderes gestalten, als das, was das System bereits ausmacht. Nichtkomplexe Systeme sind vordergründig, logisch. Ganz vereinfacht: Eine Kaffeetasse und die zugehörige Untertasse haben systemisch zueinander eine klare und technisch logische Funktion und Aufgabe. Die Tasse passt exakt auf die Unterasse. Mit etwas Kreativität lässt sich die Unterasse auch auf die Tasse legen, um das Getränk abzudecken und zu wärmen, doch damit sind die Möglichkeiten bereits erschöpft. Dieses triviale System hat keine höhere Botschaft.

Ich habe ein Bild entdeckt, mit dem ich dagegen Komplexität vor allen späteren Details griffig veranschaulichen möchte: Diese Aufnahme fängt zufällig eine Situation ein, wie sie komplexer nicht sein kann: In dem „Tree-Face“ kommt eine ganz bestimmte Stellung der Kamera mit einer bestimmten Baum- und Aststruktur, vorbeiziehenden Vögeln und einer Nebel-Lichtkonstellation zusammen, die dieses geheimnisvolle Gesicht als höhere Botschaft hinter den vordergründigen Strukturen erkennen lässt. Eine nur wenig andere Kamerastellung z.B. hätte diese Konstellation schon nicht mehr geboten. Innovationen sind vielfach neue Kombinationen und Weiterentwicklungen, Weiterdenken, von Vorhandenem. Genau dies setzt aber voraus, dass Vorhandenes über die Logik und Trivialität der gegebenen Struktur eine höhere Botschaft zu Neuem enthält (Abb. 2.1).



Abb. 2.1: The Tree Face¹

Schauen wir das Phänomen „Komplexität“ genauer an:

Die Beschäftigung mit Komplexität erfordert „systemisches Denken“. Dieses bringt die Welt der Objekte mit der Fähigkeit des menschlichen Erkennens, Denkens und Urteilens und deren Wechselwirkungen in Beziehung. „An die Stelle geradlinig-kausaler treten zirkuläre Erklärungen, und statt Objekte isoliert zu analysieren, werden die Relationen zwischen ihnen betrachtet“.² Dadurch werden die Grenzen abgesteckt, disziplinäre Betrachtungen überschritten und Antworten auf Fragestellungen quer zu bestimmten Fach- und Objektbereichen möglich. Der in diesem Zusammenhang immer wieder auftauchende Begriff der „Kybernetik“ (griech. kybernetes = Steuermann) beschreibt die Steuerung von Verhalten im interaktionellen Kontext zusammengesetzter und zusammenwirkender emergenter Einheiten (= Systeme), unabhängig von der Materie des jeweils untersuchten Phänomens. „Emergent“ bedeutet, dass Systeme durch die bloße Addition ihrer Teile in sachlicher und zeitlicher Folge nicht verstanden werden können, weil sie zu spontaner Herausbildung von Phänomenen oder Strukturen auf einer höheren Ebene aufgrund des Zusammenspiels ihrer Elemente fähig sind. Es geht

¹ <http://www.davinciinstitute.com/wp-content/uploads/2011/07/Tree-Face-499.jpg>
23.09.2013

² Simon, Fritz B., Einführung in die Systemtheorie und Konstruktivismus, Heidelberg 2006, S. 12 f.

also um funktionelle Koppelungen von Systemteilen, die nicht auf die Eigenschaft der einzelnen Elemente selbst rückführbar sind. Vielmehr bilden diese funktionellen Koppelungen etwas qualitativ anderes und können daher ausschließlich aus der Ganzheit ihrer Synergien heraus verstanden werden. Die Aufgabe der Kybernetik ist es daher, Ganzheiten zu betrachten, „deren Elemente in einem Netzwerk von Wechselbeziehungen miteinander verbunden sind, in dem jedes die Bedingungen aller anderen bestimmt“.³

Es gibt Systeme, die als eher „trivial“ zu bezeichnen sind, weil sie synthetisch vorhersehbar, analytisch bestimmbar, vergangenheitsunabhängig und in ihrer Funktion und Entwicklung vorhersagbar sind. In unserem Alltag sind dies zum Beispiel einfachere technische Geräte.

Sehr schnell finden wir uns jedoch in „nichtrivialen Systemen“ wieder, die eben nicht synthetisch vorhersehbar, analytisch unbestimmbar, vergangenheitsabhängig und nicht voraussagbar sind.

Nichttriviale Systeme neigen eher zur Eigenschaft der Komplexität als triviale.

Das Erforschen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen ist in Hochrisikointustrien wie zum Beispiel der Luftfahrt- oder Automotive-Industrie Standard. Dort werden beispielsweise mögliche Konstruktionselemente und -varianten dahingehend untersucht, wie sie sich zum Ganzen oder zu anderen Teilen des Systems (z. B. Flugzeug, halten, und welche Variante unter Einbeziehung einer Vielzahl von Entscheidungsparametern unter technischen, ökonomischen, ökologischen und sicherheitsrelevanten Aspekten die bestmögliche Lösung bei geringstem Risiko darstellt (Abb. 2.2).

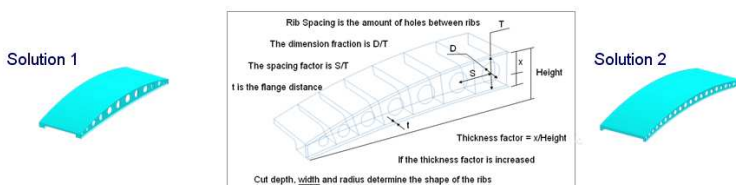


Abb. 2.2: Eigene Darstellung: Lösungsalternativen Tragflügelkonstruktion

³ Simon, Fritz B., Einführung in die Systemtheorie und Konstruktivismus, Heidelberg 2006, S. 16.

Vor allem gilt es, riskante Bauteile oder Baustrukturen zu identifizieren, um diese entweder zu eliminieren oder systemverträglich zu konstruieren. Im umfassendsten Falle werden so Konstruktionen mit näher und weiter vernetzten Systemwelten in Beziehung gesetzt und Interdependenzen analysiert. Bei technischen Systemen, die vor allem hohe Risiken bergen, handelt es sich meistens um Fälle hoher Kompliziertheit, das heißt hohe technische Anforderungen, Schwierigkeitsgrade, also das Gegenteil von „einfach“.

Dennoch kann auch ein solches System trotz hoher Kompliziertheit noch „trivial“ sein, wenn seine Konstruktion klare und vorhersagbare Verhaltensweisen definiert. In der Regel wird das System „Flugzeug“ diese Anforderung nicht mehr erfüllen.

„Kompliziert“ ist etwas grundlegend anderes als „komplex“, denn es impliziert eine andere Risikoqualität. Komplizierte Systeme können ohne Verlust wichtiger Informationen in einfache Teilbereiche zerlegt und unter verschiedenen Blickwinkeln bearbeitet werden. Ein technisches System wie ein Tragflügel eines Flugzeuges ist zweifelsohne kompliziert, aber deshalb immer noch nicht automatisch komplex. Kompliziertheit kann, muss aber nicht Komplexität bedeuten.

Die Interdependenzinformationen eines Systems verursachen dann Komplexität, wenn sie die Fähigkeit zu Überraschungen und zu unerwartetem Verhalten beinhalten. Komplexität birgt immer Unsicherheit und schwierige Prognostizierbarkeit, die mit der Vielzahl der die Beziehung beziehungsweise das System beeinflussenden Variablen und deren Wirkungsvielfalt bis hin zum Chaos zunimmt. Die Vorhersehbarkeit der Verhaltensweisen von Systemfaktoren und deren Beziehungen werden mit wachsender Komplexität immer geringer. Und je geringer die Möglichkeit einer klaren Bestimmung von Verhaltens-Szenarien und deren möglichen Auswirkungen ist, desto größer werden die Risiken einer Beziehung oder eines Systems. Damit stehen auch Komplexität und Risiko in engem Zusammenhang.

Der Mensch ist per se ein eher hochgradig nichttriviales und damit unberechenbares System, da er durch seine psychische Undurchschaubarkeit, Erfahrungsverarbeitung und Lernfähigkeit (Geist und Körper) sein Verhalten nicht prognostizierbar verändern kann. Auch kann er seine eigenen neuronalen Verknüpfungen verändern. Der Mensch ist immer

nur aus dem Moment heraus operativ einschätzbar. Dass ein Mensch für andere als geradlinig, verlässlich oder berechenbar wahrgenommen wird, ist wiederum seiner ureigenen inneren Steuerung und Ordnungsgebung und Organisation zu verdanken. Systeme aus Menschen oder mit Menschen als Elementen – die Gesellschaft, Unternehmen – potenzieren ihre Nichttrivialität und Komplexität.

Komplexität ist die „Tatsache, dass reale Systeme ungeheuer viele Zustände und Informationen aufweisen können. Selbst in relativ einfachen Fällen ist die Komplexität meistens größer, als man zu erfassen vermag“.⁴

Grundlegende Erkennungsraster für Komplexität sind insbesondere:

QUALITÄT VON INFORMATIONEN IN ELEMENTEN, VERNETZUNGEN UND INTERDEPENDENZEN	Eine wachsende Vielzahl von Elementen bis zur Unüberschaubarkeit ist Systemen immanent, machen aber selbst noch keine Komplexität aus. Erst nicht mehr strukturierbare, zum Chaos neigende Informationen und die (grenzenlose) Vielfalt der möglichen Informationen und Beziehungen, Interdependenzen und Kombinationen zwischen den Elementen sowie eine unmögliche Voraussagbarkeit eines abschließend bestimmten Systemverhaltens charakterisieren Komplexität.
ZIELBREITE UND ZIELUNGENAUIGKEIT; EINDEUTIGKEITSVERLUST	Mangels klarer und eindeutiger Beziehungen und Wenn-dann-Aussagen, können Verhaltensweisen und Ziele in einem komplexen System nie scharf definiert werden. Zu viele Abweichungsmöglichkeiten im Systemverhalten können zu Zieländerungen führen.
EIGENDYNAMIK	In einem komplexen System ändern sich über die Zeitachse laufend Elemente in Qualität und Quantität sowie in ihrer Vernetzung und Bedeutung zueinander. Ein komplexes System kann nur verstehen, wer es in seiner dynamischen Entwicklung beobachtet und erforscht. Aber selbst bei genauester historischer Analyse lassen sich künftige Verhaltensweisen nur ungenau vorhersagen.

⁴ Malik, Fredmund, Strategie des Managements komplexer Systeme, Bern 2008, S. 168.

Das Konzept Interdependency
Chancen und Risiken systemischer Komplexität
erkennen und steuern

Schließmann, C.

2014, XIII, 270 S. 42 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-642-44943-7