



Schmetterlingseffekt Chaos ist der Normalzustand

von Falko A. Cerny

Wir denken uns die Welt in Ordnung. Fein säuberlich aufgeteilt, strukturiert, kategorisiert, um – vermeintlich – zu verstehen, was in der „Welt da draußen“ so alles stattfindet und wie man damit am besten zurecht kommt. Und dann stellt sich heraus: Alles für die Katz. Nur blanke Illusion zugunsten eines künstlichen Durchblicks. Die eigentliche Ordnung ist das Chaos.

Was hat sich der Mensch die Welt schön übersichtlich zurechtgebastelt: Die Tierwelt aufgeteilt in Vögel, Fische, Säugetiere, Insekten, Amphibien, usw., usw. Dazu die Medizin, Ohren-, Augen-, Nasen-, Fußärzte und Psychologen. Wir werden in den Medien informiert über Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Umwelt und Kultur. Sogar das ganze Leben eingeteilt in Kindheit, Schulzeit, Berufsleben und Rentenalter, in Arbeitszeit und Freizeit, etc. Schon in der Schule ist alles schön ordentlich aufgefächert in Mathematik, Physik, Biologie, Chemie, usw. ...so sind wir alle in eine Welt hineingeboren worden, in der im Prinzip alles in (einer) Ordnung scheint.

Dazu gehört auch, dass es für alles ein Gegenteil gibt: „Entweder-Oder“; auch das wird bereits Kleinkindern und wurde jedem von uns gelehrt. So ist beispielsweise das Gegenteil von Ordnung eben Unordnung. Und eine extreme Form davon ist Chaos. Jedoch: alles völlig daneben.

Für die Thematik rund um das Chaos sind erst einmal ein paar gedankliche Aufräumarbeiten erforderlich. An erster Stelle steht da zunächst dieses Missverständnis, Chaos sei ein „großes Durcheinander“, eine extreme Unordnung, in der niemand einen Überblick hätte. Tatsächlich jedoch handelt es sich bei Chaos um „nicht-lineare Phasenübergänge“! Das ist eine Definition, die für unsere Denkroutine ziemlich abgehoben klingt.

Genau das ist das eigentliche Problem. Denn: Unsere „ganz normale“ Denkweise zeichnet sich durch *Linearität* aus! Unser Denken nach dem „Ursache->Wirkung“-Prinzip, etwa in Form



des „Wenn->Dann“, „Problem->Lösung“ oder auch der Planung nach dem „Ist->Soll/Ziel“, in Form „von A über B nach C“ ist *schnurgerades, lineares Denken in Folgeketten*. So zu denken und die Welt zu erklären, das sind wir bestens gewohnt, das ist unsere Denkroutine. Chaos als ein *nicht-lineares* Phänomen widerspricht damit unserem Gewohnheitsdenken komplett!

Erschwerend hinzu kommt, dass es sich hierbei um „(nicht-lineare) Phasenübergänge“ handelt, also nicht irgendein Ding, irgendein Etwas, ein „Ist“ und Zustand, sondern eben *Übergänge*, also *ein Prozess, ein Vorgang, eine Art „Dazwischen“, ein „Weder-Noch“*. Und auch damit sind wir kaum gewohnt, gedanklich umzugehen. Wir kennen „Entweder-Oder“ aus dem Eff-Eff. Entweder etwas *ist* A oder es *ist* B, man *ist* entweder gesund und geht joggen oder man *ist* krank und geht zum Arzt, doch einer „Übergangphase“ fehlt für uns das Greifbare.

Das eigentliche Problem ist also nicht Chaos, sondern unsere Denkweise: die Art und Weise, wie wir gedanklich damit umgehen. Es ist sinnvoll, Chaos nicht mehr als „Durcheinander“ und Unordnung zu verstehen, sondern als eine *andere Form von Ordnung*.

Um sich dem Phänomen des Chaos zu nähern, muss man sich bewusst machen: Chaos ist ein Naturgesetz, das sich zwar völlig gesetzmäßig verhält; und „dennoch“ unkalkulierbare und unvorhersehbare Auswirkungen zeigen kann. Ein System ist chaotisch, wenn es sich vollständig



mathematisch erklären und berechnen lässt, in dem jede kleinste Variable festgelegt und jeder Zufall ausgeschlossen ist, und dennoch auf völlig unvorhersehbare Weise reagieren kann; ohne jegliche Einwirkung von Außen, ohne jede Störung, ohne Anzeichen, quasi „einfach so“.

Mit einem Augenzwinkern könnte man sagen, die Diskussion über den Menschen als Verursacher des Klimawandels hätte sich damit erledigt. Mit der Kenntnis um das Chaos, das immerhin ein Naturgesetz ist, muss es keinerlei Einwirkung (welcher Art auch immer) gegeben haben, es muss noch nicht einmal *überhaupt irgendeine* Ursache gegeben haben, damit das globale Klima in eine Veränderung übergeht.

Das wäre jedenfalls nicht ganz ohne Ironie, schließlich war es ein Meteorologe, Edward N. Lorenz, der die Chaosforschung in den 1960er Jahren angestoßen hatte. Gemäß dem mechanistischen Weltbild der „Weltmaschine“ glaubte Lorenz, auch das Wetter müsse sich mathematisch beschreiben, erklären, berechnen, kalkulieren, und somit vorhersagen lassen. Doch alle seine Forschungen liefen darauf hinaus, dass sich eine nur minimal veränderte Ausgangsbedingung zu einem enormen Effekt aufschaukelt, mit einer völlig anderen Entwicklung, als zu erwarten gewesen wäre. Lorenz veröffentlichte seine Entdeckung unter der Frage „*Kann der Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien einen Tornado in Texas auslösen?*“. So wurde der „Schmetterlingseffekt“ zum Inbegriff eines chaotischen Systems.

Ganz nach Einstein „*Die Theorie bestimmt, was wir sehen*“ erkannte man nun, wofür man vorher blind war: Zunächst fand Robert May Anfang der 1970er heraus, dass unermesslich kleine Schwankungen in der Fortpflanzungsfrequenz von Tieren enorme Auswirkungen auf den Gesamtbestand haben. Seit dem ist man zu der Erkenntnis gelangt, dass es von chaotischen Systemen nur so wimmelt: vom Billard über den Herzrhythmus bis zum Verkehrsstau.

Mehr noch: Die selben Regeln und Gesetze, die für völlige Unkalkulierbarkeit und Unvorhersehbarkeit verantwortlich sind, sorgen für das „Funktionieren“ der Natur und haben so hochkomplexe Lebewesen wie den Menschen entstehen lassen. Für unsere gewohnte Denkweise ist das ein Widerspruch – und noch viel mehr ein guter Grund, sich mit der Begrenztheit unseres „ganz normalen“ Denkens auseinanderzusetzen.

Der Punkt ist: Wenn einem Menschen ein „unberechenbares Verhalten“ attestiert wird, gilt er als gemeingefährlich. Wenn von einem „unkalkulierbaren Risiko“ gesprochen wird, ist völlig klar, dass man besser die Finger davon lässt. In unseren Köpfen sind diese Begriffe, Unberechenbarkeit, Unkalkulierbarkeit so einseitig negativ besetzt, dass zwangsläufig auch in der Thematik rund um das Chaos ein allgemein verbreitetes Annäherungsproblem herrscht (von einem Verständnisproblem noch abgesehen).

Dazu kommt, dass alleine nur die Vorstellung, dass irgendetwas ohne äußere Einwirkung, ohne Ursache, ganz ohne erkennbaren Grund, ohne jedes Anzeichen und „einfach so“ passiert, extremes Unbehagen bereitet. Schlimmer noch: wenn genau so etwas dann geschehen ist, nicht zu wissen, wie und warum, ratlos ausgeliefert zu sein, und nicht die geringste Ahnung zu haben, wie man darauf reagieren soll.

Den meisten Menschen ist es deutlich lieber, sich nicht damit zu beschäftigen – „Zeitalter des Lernens, Wissens und der Bildung“ hin oder her. Jedoch: So, wie Gegenstände nun einmal gesetzmäßig nach unten fallen und nicht nach oben, so befinden wir uns mitten in chaotischen Systemen. Chaos ist jederzeit und überall vorhanden. Ob man will oder nicht.

Die Erkenntnisse über das Chaos bilden einen echten Wendepunkt in der Geschichte der Wissenschaft, die sich noch bis Ende der 1970er Jahre strikt dagegen wehrte. Man lebte in der jahrhundertelangen „Gewissheit“, in einer „Weltmaschine“ (siehe oben) zu leben, in der nach Newtons Gesetzen prinzipiell restlos alles berechenbar, kalkulierbar, vorhersagbar und optimierbar war, und wollte das nicht als blanke Illusion akzeptieren, geschweige denn die Erkenntnis einer totalen Unsicherheit (auch Wissenschaftler sind letztlich nur Menschen).

Da ist zunächst das Phänomen der „Selbststeuerung“ bzw. „Selbstorganisation“ in chaotischen Systemen (inzwischen in Wissenschaften auch als „Autopoiesis“ eingeflossen). Nämlich gerade dass sich ein System von jetzt auf gleich, ohne erkennbare Ursache verändert, widerspricht der Vorstellung von der Welt als „große Maschine“ komplett: Eine Maschine macht eben nicht, was sie will, wie und wann sie will.

Dazu kam die Erkenntnis der Verbindung der Selbstorganisation mit dem Aufschaukeln durch den „Schmetterlingseffekt“.



Exact die selben Gesetzmäßigkeiten, die alles mögliche unvorhersehbar machen, sorgen für die regelmäßigen Muster und Strukturen, die in der Natur überall zu finden sind. Das heißt: Chaos und Ordnung, Chaos und Regelmäßigkeiten sind also eben *keine Gegensätze!* Die alte Vorstellung, es gäbe klare Strukturen und Regelmäßigkeiten, und im Gegensatz dazu Unordnung und Unregelmäßigkeiten, ist falsch!

Sämtliche Muster haben dabei zwei Gemeinsamkeiten: sie basieren „trotz“ ihrer enormen Komplexität auf einfachen mathematischen Regeln, und haben alle eine einzigartige Eigenschaft, die als „Feedback“ (Rückkopplung) bekannt ist. Ein einfaches System, das auf Rückkopplung und Feedback-Schleifen basiert, kann eine gewaltige Komplexität annehmen.

Damit noch nicht genug: Wir sind an mathematische Formen, an Kreise, Rechtecke, Dreiecke und gerade Linien gewöhnt, die in der Natur so nicht vorkommen. Die Umrisse von Wolken, die Verästelungen von Flussläufen, Blutgefäßen oder Nervensträngen... perfekte Kreise, Bögen und schnurgerade Linien gibt es nicht! Selbst unser Planet ist eben kein runder *Erdball*, sondern ein Klumpen („Geoid“). Und doch gibt es eine Gemeinsamkeit: Fast alle Formen, die in der Natur vorkommen, unterliegen dem *Prinzip der Selbstähnlichkeit!*

Selbstähnlichkeit bedeutet, dass ein Muster, eine bestimmte Struktur, immer kleiner werdend (oder: immer größer, je nach dem) wiederkehrt, bis zu einer unendlichen Komplexität. Das Ganze stellt eine völlig neue Geometrie dar, die als „Fraktale“ bezeichnet wird: Ein grundlegendes Ordnungsprinzip der Natur. Damit ist auch die gewöhnliche Vorstellung falsch, dass einer gewaltigen Komplexität etwas sehr kompliziertes zugrunde liegen müsse. Im Gegenteil: Etwas kann unendlich, unüberschaubar komplex und gleichzeitig enorm einfach sein: *Einfachheit und Komplexität sind keine Widersprüche und keine Gegensätze!*

Das inzwischen gut bekannte Phänomen der „Schwarmintelligenz“ gehört mit dazu: Ganz ohne Anführer, ohne Strategie und Plan vollführt ein Schwarm Vögel schier unglaubliche Flugmanöver. Dabei lässt sich nicht vorhersagen, wie sich ein solcher Schwarm in einer Sekunde verhalten wird, selbst wenn die Umstände fast identisch sind.

Dasselbe ist der Fall bei chemischen Reaktionen, die zwar ähnliche, doch niemals identische Muster erzeugen. Und dasselbe ist der Fall bei

der Verteilung von Sandkörnern, die Dünen bilden: Es lässt sich zwar erwarten, dass unter bestimmten Bedingungen bestimmte Formen auftreten werden, doch die exacten Muster, die dabei entstehen, sind unvorhersehbar.

Wenn man das zu Ende denken möchte, kann man sich mit der Frage beschäftigen, wie aus einem Universum voller Staub so etwas wie Leben, letztlich der Mensch, Bewusstsein und Intelligenz, überhaupt eine schöpferische Kraft wie die Evolution entstehen konnten(?).

Das Knifflige an dieser ganzen Thematik ist: Es genügt nicht, das Wissen über Chaos lediglich *dazu-zu-lernen*, sondern wir sind – wenn wir es ernst meinen – gezwungen, unser komplettes Weltbild zu hinterfragen, in das wir hineingeboren wurden, und das wir (genau deshalb) für selbstverständlich halten.

Es ist eben nicht so, dass wir unser altes Denksystem als Grundlage verwenden und mit den Kenntnissen über Chaos anreichern könnten, etwa so wie es mit der „Schwarmintelligenz“ versucht wird. Wir können nicht weiterhin auf lineare Weise („Ursache->Wirkung“, „Wenn->Dann“, „Problem->Lösung“, etc), nicht weiterhin analytisch denken, im dualen Denksystem des „Entweder-Oder“, nicht weiterhin „objektiv“ denken, über „Etwas“, über ein „Ist“ und Zustände... während wir jetzt „auch noch dazu“ das Wissen über Chaos hätten, aus dem wir „auch etwas lernen“ könnten. Nein. Es ist mindestens umgekehrt.

Falko A. Cerny
alpha@halloCerny.de
(+49) 0157 79 59 89 09

