

Hallo miteinander,

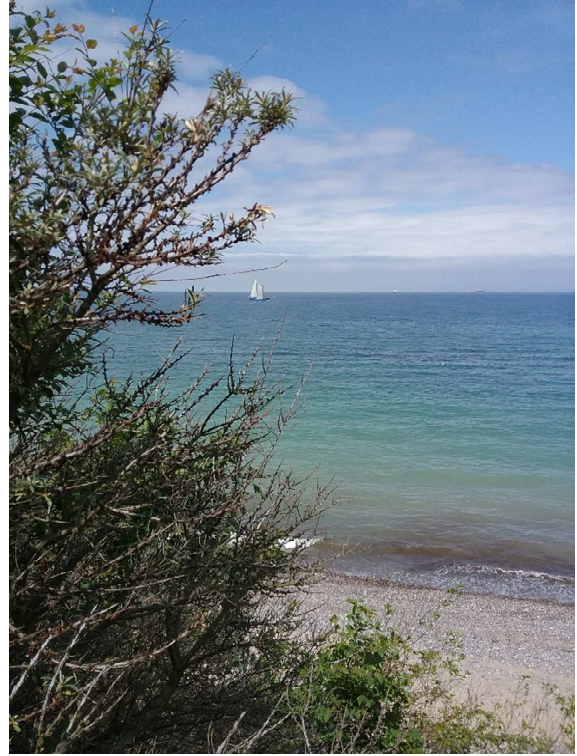
was tut sich an der Ostsee? Ein paar Informationen dazu wieder in dieser Folge. Wie hat sich der Klippenabbruch weiterentwickelt?



Abgestürzter Baum im Sommerlicht



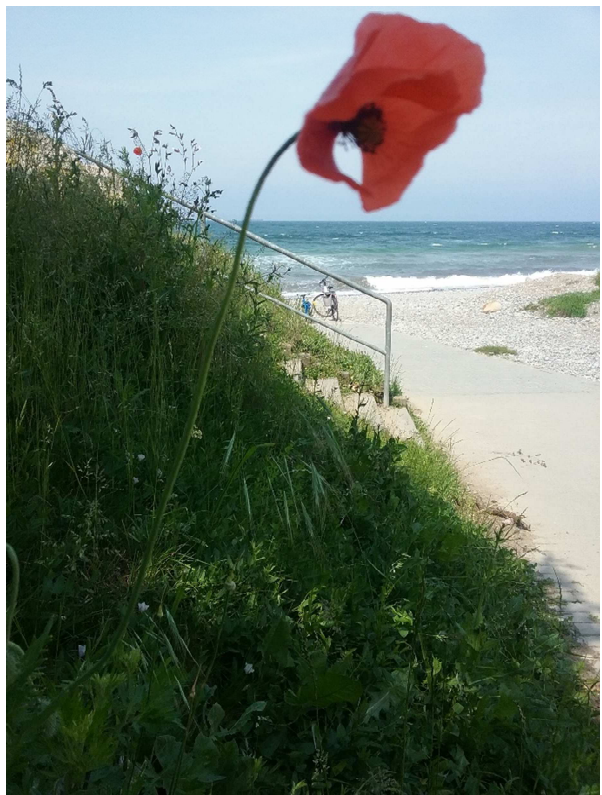
Schmetterling am Strand



Segelschiff am Horizont



Geändertes Klippenrelief



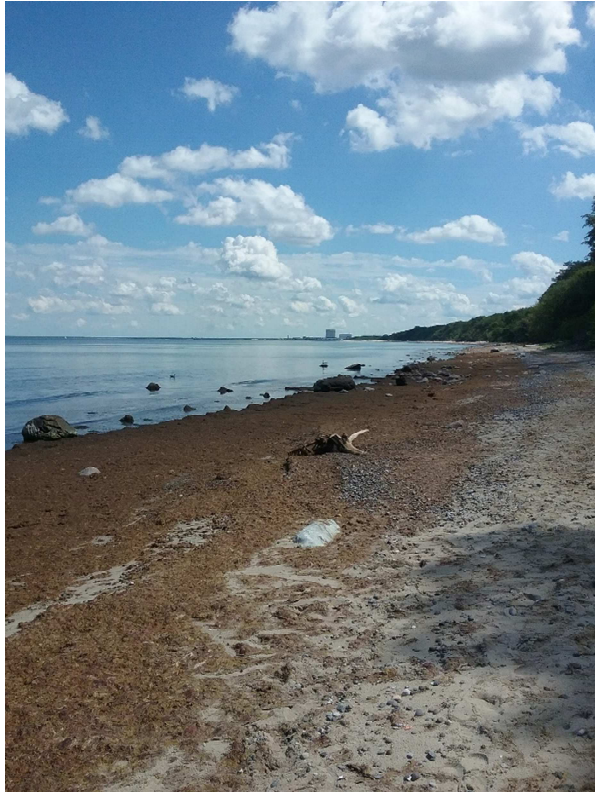
Mohn am 12.Meridian



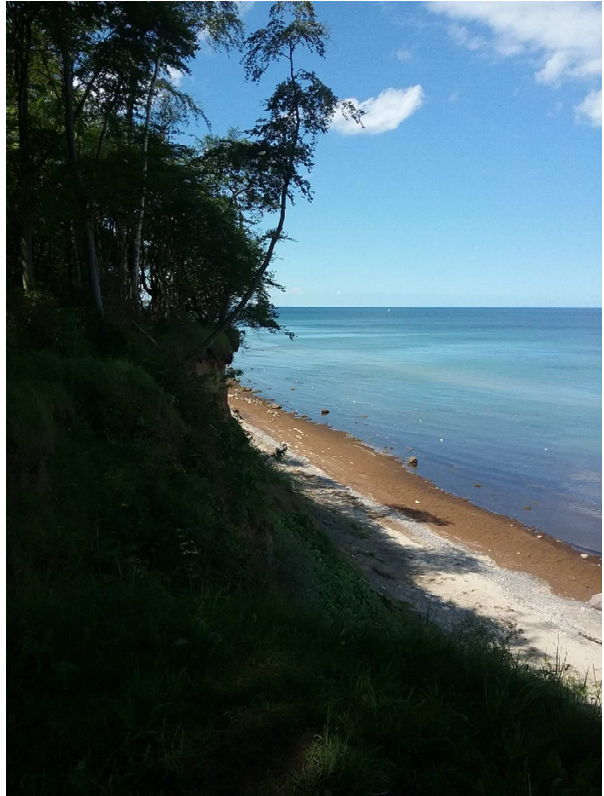
Auf einer Weide beim Ostseeland: Kuh hält Mittagsschläfchen



Am nächsten Tag wieder Mittagsschläfchen, diesmal mit Aufpasserkuh



Nach den Gewittern angeschwemmter Tang



Blick von oben auf angeschwemmten Tang



Steinburg an Gedenkstein für den Geologen Prof. Eugen Geinitz, Info zu Eugen Geinitz unter: <https://www.nnn.de/lokales/rostock/die-stoltera-war-sein-naturlabor-id13829481.html>



Nisthöhlen der Seeschwalben

*Nun zu unserem Begleitthema. Dieses Mal konnte ich mich nicht entscheiden. Deshalb gibt es zwei Themen, die gegensätzlicher kaum sein könnten – oder vielleicht doch nicht?. Das erste ist „Ehrenrettung der Psychoanalyse“ und das zweite „Skalierung, Chaos und Zufall“.*

Beginnen wir mit dem Thema „Ehrenrettung der Psychoanalyse“, da es sich nahtlos anfügt an unser letztes Thema „Schlaf und Träumen“.

Um es präziser zu fassen: Ich will versuchen, einen Teil des Modells der Psychoanalyse zu retten, nämlich die Vorstellung von der Bedeutung des Unbewussten. Nicht retten will ich die meisten Aspekte der Traumdeutung und Therapie. Die Gründe für meine diesbezügliche Verweigerungshaltung habe ich im vorangegangenen Newsletter dargestellt.

Im März-Newsletter hatten wir Forschungsergebnisse von Dehaene zum Bewusstsein betrachtet. Wir hatten gesehen, dass Dehaene die Selektion durch das Bewusstsein aus den Möglichkeiten, die das Unbewusste gesammelt hat, über eine Bayesianische Statistik erklärt. Zum Unbewussten schrieb Dehaene an einer Stelle: *Below the level of our awareness, our unconscious brain ceaselessly evaluates dormant opportunities.* Wir erinnern uns ferner an diese Versuche zum Priming, d.h. zu Effekten, dass unbewusste Wahrnehmung unser späteres Verhalten beeinflusst. Daraus folgt, dass unbewusst Wahrgenommenes nicht weg ist nach ca. 1 Sekunde, sondern dass viele dieser Inhalte gespeichert bleiben. Nun ist jede Speicherung von Information zeitlich begrenzt. Die Frage ist also: Wie lange bleiben unbewusst wahrgenommene Inhalte gespeichert? Die Antwort, denke ich, kann nur sein: Von 1 Sekunde bis zu einem Leben (vgl. März-Newsletter/Seite 13). Das deckt sich mit der Hebb'schen Vorstellung, dass Information in den neuronalen Netzen unseres Gehirns über die Stärke der Synapsenverbindungen gespeichert ist. Für den Abruf der Information kommt der Parameter Schwellwert des Neurons hinzu. Im letzten Newsletter zu Schlaf und Träumen hatten wir gesehen, dass im Schlaf über Variation von Auslösern (und wie ich postulierte auch Schwellwerten) Inhalte gefestigt (durch erweiterte Assoziationen) oder entfernt wurden – so die derzeitige Vorstellung. Diese Festigung von Inhalten bedeutet nun keineswegs, dass die Inhalte für bewussten Zugriff (conscious access nach Dehaene) zur Verfügung stehen. Es bedeutet nur, dass sie gefestigt sind. Bei bestimmten Auslösern und Niveaus der Schwellwerte können sie abgerufen werden. Das Eintreffen eines richtigen Auslösers ist eher Zufall. Die Wahrscheinlichkeit steigt, mit dem Maß der Assoziationen zum Inhalt (mit seiner Unschärfe). Schwellwerte können beeinflusst werden durch Halluzinogene und – so meine Vermutung – durch Schwellwertvariation während des Schlafes, speziell des Träumens. Die unbewusst gespeicherten Inhalte sind das, was ich früher als Raum der Möglichkeiten beschrieben habe. Im Dezember-Newsletter ging es um den Geschichtenerzähler. Ich hatte ihm die Eigenschaft zugeschrieben, dass er uns Zugang zum Raum der Möglichkeiten geben würde. Jetzt, denke ich, ist klarer, dass das kein esoterisches Konstrukt ist, sondern ein Teil unserer selbst: Die zahllosen, nicht direkt dem bewussten Zugriff zur Verfügung stehenden Inhalte und Erlebnisse, die es nie schafften, die Schwelle zur bewussten Wahrnehmung zu überschreiten. Sie sind die große Fundgrube unseres Geschichtenerzählers und die Quelle zur Erschließung von Möglichkeiten im Denken, die reine Rationalität uns nicht schaffen kann. Wenn das so ist, ist auch eines klar: Der Raum dieser Möglichkeiten ist begrenzt durch unser Leben. Nur das, was wir erlebt und erfahren haben, kann Teil dieser Möglichkeiten sein. Die Vorstellung, dass wir uns einklinken könnten in eine Art universellen Geist, halte ich für Esoterik, die durch keinerlei Beobachtung begründet ist. Das, was wir erlebt und erfahren haben, ist für mich erstaunlich genug. Hinzu kommt, dass jeder Mensch diese Erfahrungen unterschiedlich verarbeitet, Leben verzweigen sich, nehmen ungeahnte Wendungen. Wenn wir später chaotische Systeme betrachten, werden wir ähnliches sehen: Marginale Änderungen von Rahmenbedingungen können auf lange Sicht zu völlig verschiedenem Systemverhalten führen, so wie unser Leben ungeahnte Wendungen nehmen kann.

Gilt das auch für die Evolution? Entsprechen Variationen der Lebensbedingungen und damit einhergehende Mutationen und deren Selektion der Variation von Auslösern und

Schwellwerten im Schlaf und der bewirkten Selektion der fittesten Erinnerungen? Ist das nur Leben auf einer anderen Skala? Mit anderen Worten: Schläft die Evolution? Nun, wenn sie das täte, dann sicher nicht regelmäßig, sondern etwa zu Zeiten gewaltiger Vulkanausbrüche oder der Entstehung neuer Ozeane durch Drift der Landmassen oder der Eroberung des Landes durch eine Symbiose von Pilzen und Algen. Vielleicht erweckt die Vorstellung, dass die Erde ausgerechnet zu solchen einschneidenden Ereignissen schläft, bei euch Unverständnis. Aber dann müsst ihr euch fragen, ob ihr denn die richtige Vorstellung von unserem Schlaf habt. Wenn ihr meint, der Schlaf sei der tumbe Bruder des Wachseins, so irrt ihr vielleicht. Vielleicht leben wir im Wachsein nur nach außen und im Schlaf nach innen. Vielleicht finden im Schlaf nicht nur jede Menge Reparaturarbeiten statt, sondern regelrechte Schlachten zwischen Immunsystem und Viren und Bakterien – und die Geburt bleibender Erinnerungen, die wir einfach als selbstverständlich im Wachzustand so hinnehmen. Die einschneidendsten Ereignisse der Erdgeschichte folgten jedenfalls eher dem Chaos als periodischen Vorgängen. Es ist wohl weniger eine Frage geänderter (größerer) Skalierung. Wobei der Naturwissenschaftler James Lovelock die Erde mit einem Organismus verglich, den er Gaia nannte, nach der griechischen Mythologie, in der die Erde als Gottheit verehrt wurde, möglicherweise als Sinnbild der großen Gebährerin.

Im Dezember-Newsletter hatte ich dem Geschichtenerzähler die Eigenschaft der Gedanken-Rotation zugeschrieben, mit der er uns Zugang zum Raum der Möglichkeiten schafft. Die Vorstellung blieb etwas vage. Ich kann sie jetzt präzisieren. Oben hatte ich darauf hingewiesen, dass eine Variation von Auslösern und Schwellwerten Zugang zu unbewussten Inhalten liefern kann. Mit der Gedanken-Rotation (man nutzt in Workshops z.B. dies als sog. Brainstorming) schafft man genau diese Variation der Auslöser. Schafft es ein derartiger Inhalt unseres unbewussten Gedächtnisses ins Bewusstsein, so dürfte er häufiger begleitet sein von einem Gefühl der Vertrautheit oder eines Aha-Erlebnisses: *Irgendwie kommt mir das bekannt vor, aber ich kann nicht sagen warum.* - Das ist mir jetzt zu einfach. Ich denke, der Geschichtenerzähler schafft nicht nur unbewusstes Erleben ins Bewusstsein. Das gelingt ihm wahrscheinlich eher selten. Wahrscheinlicher finde ich, dass seine Geschichten aufgrund unbewusster Inhalte konstruiert sind, d.h. nur indirekt das unbewusste Erleben widerspiegeln. Die unbewussten Inhalte sind wohl eher diffus und könnten in „Reinform“ nicht erzählt werden. Hierzu bedarf es eines fähigen Interpreters, der Realitätsnähe daraus konstruiert. Und eines fähigen Therapeuten, auf die unbewussten Inhalte rückzuschließen?

Das bringt uns zurück zur Psychoanalyse. Die Bedeutung des Unbewussten herausgearbeitet zu haben, ist für mich eines ihrer großen Verdienste. Die Bestückung des Unbewussten mit *Geheimnissen* der Vergangenheit halte ich für fragwürdig. Natürlich können verdrängte Erlebnisse Teil des unbewussten Gedächtnisses sein, wenn es doch unser ganzes Leben in einer Repräsentation enthält. Und natürlich kann man in Form zahlreicher Gespräche – die ja einer Form der Gedanken-Rotation entsprechen – solche Inhalte zugreifbar machen<sup>1</sup>. Solange man das in der Art „Weißt du noch, damals ...“ macht, ist das in Ordnung. Oder wenn man Gespräche nutzt, um dem Gegenüber Handlungsmuster transparent zu machen. Bedenklich finde ich, wenn man bestimmte Schubladen füllen will. Diese Schubladen sind die Kategorien psychischer Erkrankungen in den Vorstellungen der Psychoanalytiker. Ich erinnere an die Geschichte vom Ödipuskomplex aus dem Juni-Newsletter. Völlig abstrus wird es für mich dann, wenn Träume nach standardisierten Mustern interpretiert werden, um genau diese Schubladen zu füllen. Hier wird für mich die Grenze zur Esoterik und zu Geschäftsmodellen indischer Gurus überschritten.

---

<sup>1</sup> Vgl. aber die Ansichten des Psychiaters Dogs in <https://www1.wdr.de/mediathek/video-resilienz--was-die-seele--stark-macht-100.html> dazu, dass Verdrängung eigentlich ein positiver Mechanismus unseres Gehirns ist. Ich bin mir aber nicht sicher, ob Dogs nicht Vergessen und Vergessen wollen verwechselt. Im ersten Fall wird Energie frei, im zweiten verbraucht. Durch das Vergessen werden überragende Ressourcen (bestimmte Proteine) für das Speichern neuer Erinnerungen frei.

## *Zu Skalierung, Chaos und Zufall*

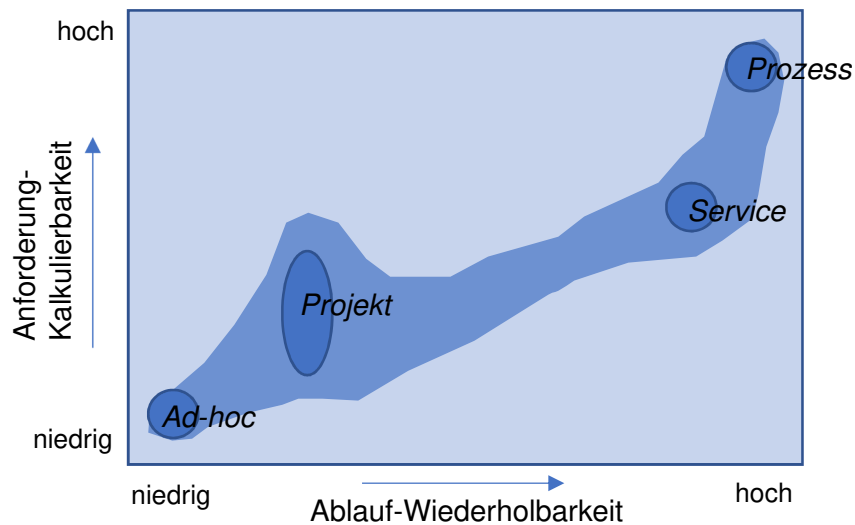
### *Zunächst zur Skalierung:*

Ich will das Thema anhand mehrerer Beispiele behandeln. Beginnen möchte ich mit Liechtenstein und Roaming. Liechtenstein ist ein Kleinstaat zwischen Österreich und der Schweiz (genau der sechstkleinste Staat der Erde) mit ca. 38.000 Einwohnern. Die EU hat die Roaming-Gebühren (für Handy-Nutzung in anderen EU-Ländern) begrenzt und will nun mit einigen Nicht-EU-Staaten wie eben etwa Liechtenstein diese Regelung auch für deren Staatsgebiet vereinbaren. Ihr könnt euch vielleicht den Fürsten vorstellen mit großen Augen: „Roaming? Was ist das?“ Es wird, denke ich, schnell klar, dass das Fürstentum mit der Aufgabe, eine solche Regelung umzusetzen und auch zu überwachen, überfordert ist. Dasselbe gilt sicher, wenn Liechtenstein Regelungen der Strombörse des EU-weiten Stromnetzes umsetzen sollte. Die EU wird in beiden Fällen Hilfestellung leisten und deren Vergütung vertraglich absichern müssen. Im SPIEGEL vom 18.5.2019 stand ein Artikel über das Bundesland Bremen, über dessen finanzielle Probleme und die zahlreichen Behörden, die es genauso vorhalten muss, wie alle anderen Bundesländer. Bremen hat derzeit ca. 570.000 Einwohner. Zum Vergleich: Bayern hat ca. 13 Millionen, Baden Württemberg 11 Millionen Einwohner. Die Skalierung Aufgaben/Größe passt nicht. Ähnliches wird jedem von uns passieren, würde er/sie aufgefordert, etwas gegen den Klimawandel zu tun. Bestimmte Probleme haben eine bestimmte Skalierung. Im Liechtenstein-Beispiel ist es die EU und die nächsten Jahre, im Klimawandel-Beispiel ist es der Planet und damit die Gesamtheit aller Staaten und das Jahrhundert. Das Problem, eine 5-Zimmer-Wohnung in Berlin oder Umgebung zu finden, ist zunächst ein regionales, kann aber durch Vorschriften und Gesetzgebung auch ein staatliches Problem sein. Ein Problem der EU oder darüberhinausgehender Struktur, etwa der UN, ist es sicher nicht. Seine zeitliche Skala hängt am Bedarf der Suchenden, ist aber eher im Bereich von Monaten oder Jahren.

Ein eher skurriles Skalierungsproblem fand ich in dem Buch „Für Eile fehlt mir die Zeit“ von Horst Evers. Er beschreibt in seiner Geschichte „Gepresste Lebensqualität“, dass ihm eine elektrische Saftpresse geschenkt wurde, mit der er sich innerhalb von nur 10 Sekunden einen frischen, vitaminreichen, gesunden und leckeren Saft pressen könnte. Er schreibt: *Zehn Sekunden dauert es ungefähr, wenn ich mir an einem der vielen Stände in Berlin einen fertigen, frischgepressten Frucht- oder Gemüsesaft kaufe. Das ist praktisch. Wenn ich diesen Saft mit der Maschine machen will, muss ich erst das Obst kaufen, es nach Hause tragen, waschen, schälen, zuschneiden, die Maschine aufbauen, zehn Sekunden Saft pressen und hinterher das Ding ewig wieder reinigen. Ich wäre ungefähr einen halben Tag beschäftigt. Das ist nicht praktisch. Damit sich die Saftpresse lohnt, müsste ich in die Großproduktion wechseln. Immer gleich einen Hektoliter Saft herstellen. Dann würde es sich vom Aufwand her vielleicht rechnen.* – Anm. der Redaktion: das ist das Skalierungsproblem - *Aber so viel kann ich doch gar nicht trinken. Was mache ich dann mit dem ganzen überschüssigen Saft? Ihn in Plastiktüten heimlich nachts illegal über die Grenze nach Liechtenstein schaffen? Als stille Altersvorsorge? Das führt doch zu nichts.* Genau, das führt zu nichts. Deshalb merkt euch: Skalierungsprobleme vermeiden! Keine elektrischen Saftpressen verschenken!

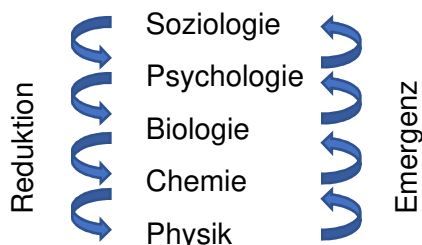
Daimler und BMW haben ihre Carsharing-Initiativen zusammengelegt, um Kosten zu sparen und einem Vordringen amerikanischer Unternehmen wie UBER etwas entgegenzusetzen. Ob diese Skalierung reicht? UBER will Mobilität weltweit verändern. Der Zusammenschluss der Carsharing-Initiativen ist thematisch enger gefasst und regional auf Deutschland beschränkt, zeitlich im Horizont von (wenigen) Jahren. Man nennt das neu-deutsch asymmetrisch. In jedem Fall zeigt das Beispiel, dass es in der Wirtschaft ständig darum geht, die richtige Skalierung zu finden. Die Skalierung ist dabei keineswegs immer an Raum und Zeit gebunden. Ein Beispiel für eine völlig andere Skala ist etwa die Ablauforganisation von Leistungen. Leistungen lassen sich als Prozess, als Service, als Projekt oder als skillbasierte Ad-hoc-

Leistung organisieren, je nach Einordnung in die folgende Matrix (von Beratungsfirmen wird gewöhnlich der Begriff Quadrant verwendet – ich kann den Begriff nicht mehr hören):



Für Firmen ist die Wahl der Ablauforganisation sehr wichtig, da hiermit Festlegungen und Kosten, Risiken und Chancen verbunden sind. Die ellipsoide Form bei Projekten soll verdeutlichen, dass in manchen Projekten die Kalkulierbarkeit leidet aufgrund häufiger Change Requests (RFC). Der Berliner Großflughafen ist ein Paradebeispiel. Hier kommt allerdings ein ganz allgemeines Faktum zu Projekten hinzu: Je länger ein Projekt dauert, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit für RFCs und für sein Scheitern.

Harald Lesch definiert in seinem Vortrag zu Reduktion und Emergenz<sup>2</sup> folgende Ebenen der Komplexität wissenschaftlicher Systeme:



Im Rahmen dieser Taxonomie muss für Probleme geklärt werden, auf welcher Ebene sie sich bewegen und welche Mittel demzufolge für eine Problembehandlung verwendet werden. Für ein Phänomen „Bewusstsein“ wären das die Schichten Psychologie und Biologie, für den Zitronensäurezyklus Chemie und Physik (immer Schicht des Phänomens und darunter liegende Schicht). Man sieht daran ein weiteres Beispiel für Skalen völlig anderer Natur als raum-zeitlich. Als Beispiel für ein Skalierungsproblem zu diesen Skalen möchte ich den (in meinen Augen untauglichen) Versuch von Roger Penrose erwähnen, das Bewusstsein durch Phänomene der Quantenphysik zu erklären, wie er das in seinem Buch „Das Große, das Kleine und der menschliche Geist“ illustriert. Ich stimme der Replik von Nancy Cartwright in dem Buch zu, dass Phänomene einer Komplexitätsebene mit den Mitteln dieser Ebene erklärt werden sollten. Niemand käme doch z.B. auf die Idee, Darwins Evolutionstheorie mit Mitteln der Quantenphysik zu erklären. Oder doch? Nun, ich jedenfalls nicht. Im Fall „Bewusstsein“ kommt für mich erschwerend hinzu, dass der Begriff noch nicht einmal sauber definiert ist.

Zur Ehrenrettung von Penrose (den ich sehr schätze) will ich erwähnen, dass es in der Quantenphysik inzwischen Zweifel an diesem sog. Natürlichkeitsprinzip gibt. Das Natürlich-

<sup>2</sup> Siehe <https://www.youtube.com/watch?v=T0-8tzdHEo0>



keitsprinzip sagt grob, dass Phänomene unterer Skalierungsschichten auf darüberliegende geringen Einfluss haben. Dieses Prinzip spielt eine große Rolle in den sog. Renormierungsverfahren der Quantentheorie<sup>3</sup>. Es ist ausgerechnet das neu entdeckte Higgs-Teilchen, das dem Standardmodell der Teilchenphysik Verdauungsbeschwerden verursacht. Seine Masse ist gemäß Vorhersagen von Theorien mit starker Referenz auf das Natürlichkeitsprinzip viel zu gering. Es ist sozusagen um Größenordnungen zu schlank – und zwar um einen Faktor >100.000. Manche Physiker plädieren inzwischen dafür, das Natürlichkeitsprinzip aufzugeben. Obiges sind menschliche oder irdische Skalen.

Gehen wir auf größere Skalen. Die Sonne wird sich in ca. 4 Milliarden Jahren zu einem roten Riesen aufblähen und dabei die Erde grillen. Ist das unser Problem? Ne! Jeder von uns kann sagen: Nach mir das Grillfest. Dieser Zeithorizont ist schlicht jenseits aller menschlichen Skalen. Denkbar ist aber natürlich, dass ein gewisser amerikanischer Präsident sich fragt, ob er dann vielleicht vergessen ist (und all das, was er für die USA geleistet hat). Das Problem hat aber offenbar die Skala Sonnensystem (räumlich) und 4 Milliarden Jahre (zeitlich), der Horizont des Problems des Präsidenten ist deutlich geringer.

Innerhalb unseres Universums haben wir die Skalen

*Sterne und Mehr-Sternsysteme*

*Sternhaufen und Galaxien*

*Galaxienhaufen*

*Superhaufen* (zu denen etwa der große Attraktor rechnet).

Auf dieser Skala, der kosmischen Skala, dominiert die Gravitation. Ob aber auf Skalen wie Galaxienhaufen und Superhaufen möglicherweise noch andere Kräfte wirken, ist unklar.

Das bringt uns zur Skalierung der 4 Grundkräfte der Physik. Wobei die Gravitation nach Einstein eigentlich keine Kraft ist oder eine Art Zwitter. Denn die Gravitation ist gegeben durch die Geometrie der Raumzeit, „Wirkung“ ist damit instantan. Auf der anderen Seite folgt aus den Gleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie so etwas wie Gravitationswellen, die sich wie die elektromagnetischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten<sup>4</sup>. Deren Wirkung ist also nicht instantan. Die 4 Grundkräfte *starke Wechselwirkung, elektromagnetische Kraft, schwache Wechselwirkung, Gravitation*, stehen bzgl. ihrer Abschwächung im Verhältnis  $1 : 10^2 : 10^{15} : 10^{41}$ . Die Gravitation ist also um den Faktor  $10^{41}$  schwächer als die starke Wechselwirkung.<sup>5</sup> Wir werden z.B. durch die elektromagnetische Wechselwirkung zusammengehalten ( $10^{39}$ -mal so stark wie die Gravitation). Die Erde ist zwar kosmologisch gesehen ein Zwerg, aber sie zieht uns an – über die Gravitation. Zum Glück sind die Steine wie wir und verhindern, dass wir einfach bis zum Erdmittelpunkt driften.

Gehen wir auf noch größere Skalen. Es ist unklar, ob unser Universum ewig expandiert, einen Ereignishorizont erreicht oder gar pulsiert oder ob es womöglich ein Hologramm einer 2-dimensionalen Struktur (wie etwa eines Ereignishorizonts) ist. Für das Universum ist dieser Zustand völlig unbefriedigend. Uns könnte das eher kalt lassen – in unserer Nische des

---

<sup>3</sup> Wer mehr dazu wissen will, kann etwa den Artikel „Naturgesetze am Ende der Natürlichkeit“ im Spektrum der Wissenschaft 2.19 lesen.

<sup>4</sup> Das ist inzwischen gut gesichert, weil man eines der Objekte, für das man Gravitationswellen gemessen hat, auch durch seine Strahlung orten konnte. Man hat für dieses sehr weit entfernte Objekt praktisch keine Laufzeitunterschiede in Empfang der Gravitationswellen und der elektromagnetischen Wellen festgestellt. Die Signale kamen also praktisch zur gleichen Zeit bei uns an.

<sup>5</sup> Die starke Wechselwirkung unterscheidet sich zusätzlich dadurch von der Gravitation, dass sie mit zunehmender Entfernung wächst, während die Gravitation mit kleinerer Entfernung wächst. Dann ist natürlich die Frage: für welche Entfernungsskala wurde das Verhältnis der Kräfte bestimmt? Ich vermute, dass man zunächst das Verhältnis von starker und elektromagnetischer Kraft bestimmt hat (denn beide treten bei den Quarks auf) und dann das Verhältnis von elektromagnetischer Wechselwirkung und Gravitation (denn beide nehmen quadratisch mit der Entfernung ab).

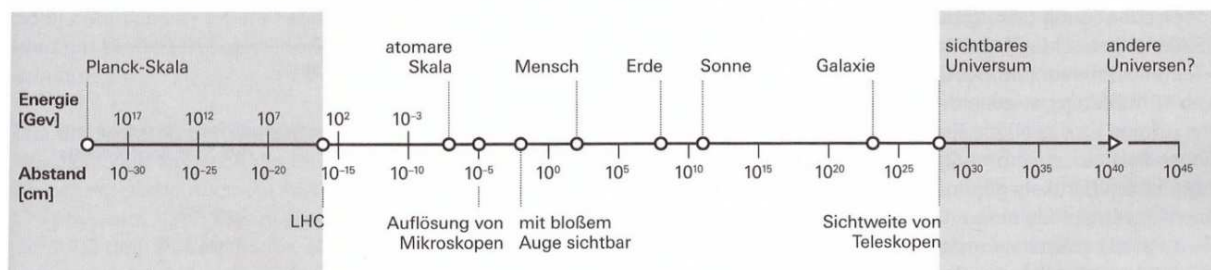
Weltalls und unserem kurzen Hauch von Leben im Vergleich zu den Milliarden Jahren des Alters des Universums. Aber wenn Lee Smolin Recht hat, ist unser Universum nur eines in einer Evolution von Universen, wo diejenigen Universen die Oberhand gewinnen, die am meisten schwarze Löcher aufgrund ihrer jeweiligen Naturgesetze erzeugen. Unser Universum wäre sozusagen im Trend (bzgl. survival of the fittest universes). Im Spektrum der Wissenschaft 2.19 findet sich der Hinweis, dass die Stringtheorie, die ja auch eine Multiversen-Theorie ist, schätzt, dass es  $10^{500}$  (eine 1 mit 500 Nullen dahinter!) Typen von Universen mit unterschiedlichen Raumzeit-Geometrien und Naturgesetzen gibt. Wohl gemerkt: Typen, nicht Instanzen. Letztere kann es noch wesentlich mehr geben. In dem Artikel fand ich den Hinweis, dass die Theoretiker allerdings Schwierigkeiten hätten, unser Universum unter den  $10^{500}$  zu finden. Das kann man, denke ich, nachvollziehen. Eine Analogie zu Tononis Theorie der Integrierten Information zur Erklärung des Bewusstseins drängt sich auf (wir hatten uns die im April-Newsletter angesehen). Ich vermute nämlich, dass man auch in dem  $10^3$  Billionen-dimensionalen (eine 1 mit 3 Billionen Nullen dahinter!) Zustandsraum von Tononi das eigene Bewusstsein nicht mehr findet.

Nun lasset uns abstürzen. Gehen wir auf die kleinsten Skalen.

Wenn wir kleinste Skalen der Physik betrachten, so nimmt die Planck-Skala einen ausgezeichneten Platz ein. Sie bildet die Grenze heutiger Physik. Unterhalb dieser Skala kann die Physik keine Aussagen mehr machen. Diese Skala ist letztlich bedingt durch das sog. Planck'sche Wirkungsquantum, das in Heisenbergs Unschärferelation auftritt.<sup>6</sup> Aufgrund der sonstigen Naturkonstanten (z.B. Lichtgeschwindigkeit, Gravitation) ergeben sich daraus Planckgrößen für Länge, Zeit, Masse und noch einige weitere Größen. Für die Länge liegt der Planck-Wert bei  $\sim 1,6 \cdot 10^{-35} \text{m}$ , für die Zeit bei  $\sim 5,4 \cdot 10^{-44} \text{s}$ . Menschliche Welt ist der Sekunden-, vielleicht (wenn wir uns noch weiter optimieren) der Millisekunden-Bereich. Das Alter des Universums in Millisekunden ist laut Standardmodell der Kosmologie  $\sim 4,35 \cdot 10^{20}$ . In einer Millisekunde sind  $\sim 2 \cdot 10^{40}$  Planck-Zeiteinheiten. Das ist also etwa um einen Faktor  $0,5 \cdot 10^{20}$  mehr als Millisekunden bisher im Universum vergangen sind. Man kann sich fragen, wie viele „Planck-Universen“ schon vergangen sind, bis die Zeit für uns 1 Millisekunde fortgeschritten ist. Ein schönes Bild zur Veranschaulichung der verschiedenen Skalen der Physik findet sich im Spektrum der Wissenschaft 2.19:

### Die Grenzen des Messbaren

Menschen können die Natur auf vielen Größenordnungen erforschen (weißer Bereich): Mit Teleskopen schauen sie weit ins Weltall hinaus. Und mit Teilchenbeschleunigern feuern sie Atomkerne mit vielen Gigaelektronvolt (GeV) aufeinander, wodurch sie die Interaktionen der Materie bei winzigen Abständen erforschen können. Viele Theorien der modernen Physik spielen sich aber auf unerreichbaren Skalen ab (grauer Bereich).

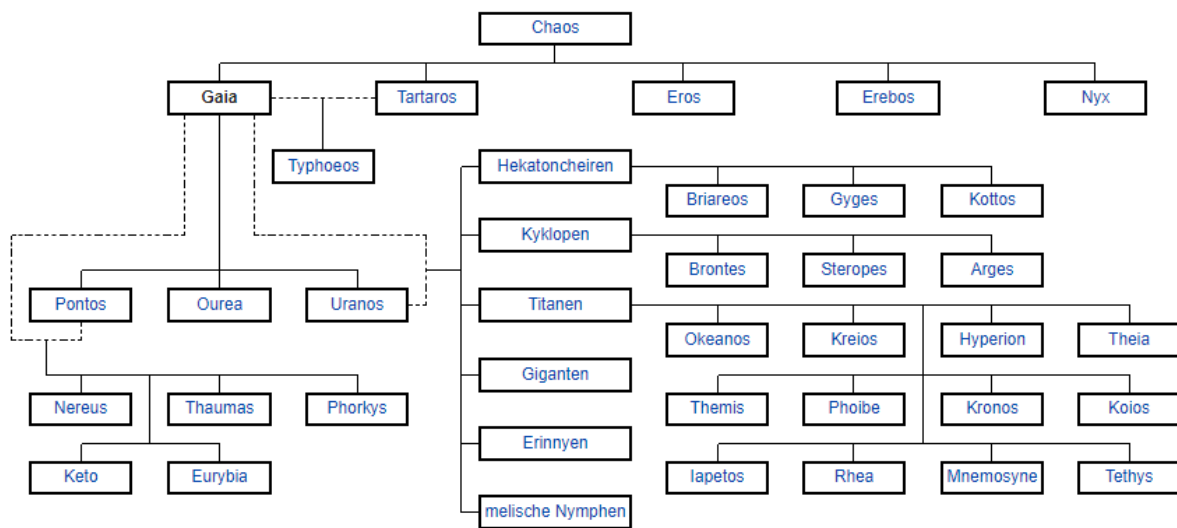


Kommen wir nun zu chaotischen Systemen.

<sup>6</sup> Ich vermute (Event-Horizon-Modell), dass die Größe dieses Wirkungsquantums wiederum gegeben ist durch den Drehimpuls unseres Universums, unter den kein Produkt aus Länge und Impuls fallen kann. Die Größe  $h$  könnte damit in anderen von Smolins Universen anders sein.

Ich möchte beginnen mit einem Rückgriff auf die griechische Mythologie. Der folgende Stammbaum nach Hesiod (aus Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gaia> - Mythologie) zeigt u.a., dass Gaia, die uns ja schon oben begegnet ist, Tochter des Chaos ist.

Stammbaum nach Hesiods Theogonie



Manche der Nachfahren des Chaos sind euch vielleicht schon begegnet, wie Titanen und Giganten (laut Selbsteinschätzung eines amerikanischen Präsidenten inzwischen Bürger der USA) oder Eros, Pontos (griechisch Meer, eine Seegottheit) oder die Göttin der Nacht Nyx. Was ihr aber vielleicht nicht gleich gesehen habt, sind die gestrichelten Linien. Die machen nämlich die ganze Verderbtheit der griechischen Götter und Halbgötter des Präolymp klar. Man sieht in diesen Linien, dass es Gaia wahrlich wild getrieben hat. Hier ein Auszug aus der griechischen Mythologie:

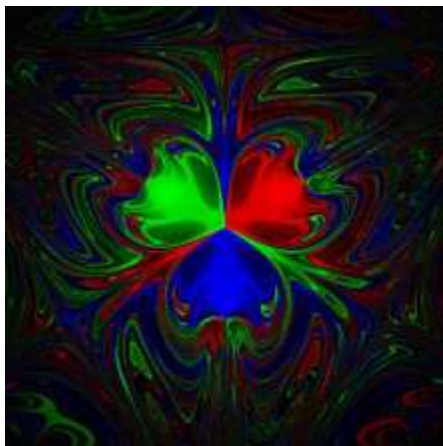
*In der Theogonie gebiert Gaia ohne Befruchtung<sup>7</sup> Uranos, Ourea und Pontos. Mit Uranos zeugt sie daraufhin die Titanen Okeanos, Koios, Kreios, Iapetos, Hyperion, Theia, Rhea, Mnemosyne, Themis, Phoibe, Tethys und Kronos, die Kyklopen Brontes, Steropes und Arges sowie die Hekatoncheiren Briareos, Gyges und Kottos. Aus Uranos' Blut, das nach der Entmannung von Uranos auf Gaia fällt, wachsen die Giganten, die Erinyen und die melischen Nymphen, die alle nicht näher benannt werden. Von Pontos bekommt sie die Kinder Nereus, Keto, Phorkys, Thaumatas und Eurybia. In der Theogonie sagen Uranos und Gaia dem Kronos voraus, dass einer seiner Nachkommen ihn stürzen würde. Kronos verschlingt daraufhin jedes Kind, sobald es von seiner Gemahlin Rhea geboren worden ist. Als Rhea aber den Zeus erwartet, bittet sie Gaia, ihn vor Kronos zu verstecken. Anstatt des Kindes bringt Rhea diesem einen gewinkelten Stein, den dieser verschlingt, und Gaia zieht Zeus heimlich in Kreta auf. Als Zeus später den Kronos stürzt und mit den Titanen kämpft, zeugt Gaia mit Tartaros den Typhoeos und sendet diesen gegen die olympischen Götter aus. Sie muss sich aber fügen und die Oberherrschaft des Zeus anerkennen.*

Man sieht daran schon, dass Gaia nicht ohne Grund Abkömmling des Chaos war. Im Vergleich nehmen sich heutige Familiengeschichten geradezu beschaulich aus.

Chaotische Systeme sind bekanntlich dynamische, nicht-lineare (d.h. rückgekoppelte) Systeme, die eigentlich deterministischen Gleichungen genügen, deren Verhalten sich aber sehr stark ändert bei kleinster Veränderung der Anfangsbedingungen. Ein weiteres Beispiel dazu: Der kleine Felix spielt mit seinen Lego-Bausteinen. Er hat dazu kurzerhand die große Schachtel mit den Bausteinen über das halbe Kinderzimmer ausgeleert. Zufällig ergab sich an

<sup>7</sup> Man sieht, dass die christliche von der griechischen Mythologie geklaut hat, denn Hesiod lebte schon 700 v. Chr.

einer Stelle etwas, das an eine Pyramide erinnerte. Da Felix erst gestern eine Sendung im Fernsehen gesehen hatte, in der Pharaonen und Pyramiden vorkamen und Schätze, die in diesen versteckt waren, beschloss er, eine Pyramide aus Lego-Bausteinen zu bauen. Soweit so gut. Nur ergab es sich, dass just zum selben Zeitpunkt Mama ihren Schlüsselbund suchte. Der Schlüsselbund, an dem alle Schlüssel, von Auto- bis Wohnungsschlüssel hingen. Eigentlich war doch klar, wo dieser Schatz versteckt war. Das Chaotische in diesem System ist aber, dass der Aufenthaltsort des Schlüsselbunds offenbar davon abhing, dass Felix am Abend zuvor diese Sendung mit den Pyramiden gesehen hatte. Also: Kleine Ursache, große Wirkung. Gibt es einen Bezug zum Thema Skalierung? Nun, einer der Chaosforscher vertrat die Meinung, dass Chaos nur eine Frage der Skalierung wäre. In dem Sinn, dass eine immer höhere Auflösung zeigen würde, dass das Verhalten des Systems eigentlich vorhersagbar ist.<sup>8</sup> Es gibt aber Systeme, die Bereiche von Anfangswerten besitzen, in denen Ausgangswerte, die zu unterschiedlichem Verhalten führen, dicht ineinander liegen. D.h. in jeder noch so kleinen Umgebung eines Anfangswerts, der zu Verhalten A führt, gibt es Anfangswerte, die zu abweichendem Verhalten B führen. Ein Beispiel ist das magnetische Pendel mit 3 Magneten, die über die Farben rot, blau und grün symbolisiert seien. Das Bild



(<https://de.wikipedia.org/wiki/Chaosforschung>) links aus Wikipedia zeigt die entsprechend gefärbten Bereiche zugehöriger Anfangswerte. Man kann Strukturen fraktaler Art in den Außenbereichen erkennen. Dort gibt es Bereiche, in denen bei gewisser Unschärfe nicht mehr prognostizierbar ist, bei welchem Magneten das Pendel arretiert. Für alle physikalische Systeme gilt eine Einschränkung der Messgenauigkeit (mindestens bedingt durch das Planck'sche Wirkungsquantum). D.h. es wird immer eine Unschärfe in Ausgangswerten geben (die jenseits der Messgenauigkeit liegt oder die aus quantentheoretischen Gründen nicht verbessert werden kann), die bewirkt, dass für derartige Systeme ihr

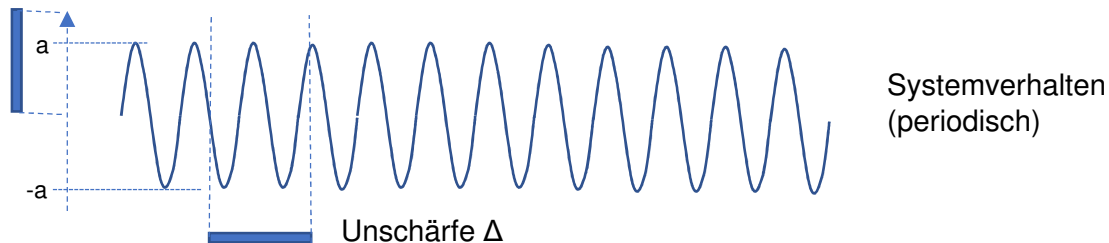
langfristiges Verhalten nicht prognostizierbar ist. Man könnte vielleicht annehmen, dass solche Systeme die Ausnahme sind. Das Gegenteil ist richtig. Die Physik, zumal die klassische Physik, arbeitet überaus häufig mit der sog. „ersten Näherung“. Dabei handelt es sich um ein Verfahren der Mathematik, eine Funktion, die sich als unendliche Summe schreiben lässt, nach den ersten 2 Gliedern (Konstante und lineares Glied) abubrechen. In der Nähe des Punkts, um den die Funktion entwickelt wurde, ist diese Näherung brauchbar. Sie wird i.d.R. immer schlechter, je weiter man sich von diesem Punkt entfernt. Die nicht-linearen Glieder der Funktionsentwicklung nicht zu vernachlässigen, heißt gewöhnlich, das Chaos zu akzeptieren.

Wie ist der Zusammenhang zwischen Chaos und Zufall? Nehmen wir das Werfen einer Münze. Es heißt, wenn die Münze ideal ist und ich sie immer gleich werfe, kriege ich über sehr viele Versuche gleich oft Kopf und Zahl. Aber das ist natürlich Unsinn, so ähnlich wie der Laplace'sche Dämon (April-Newsletter). 1) Ich kann nicht exakt messen, ob die Münze ideal ist. 2) Ich kann die Münze nicht immer gleich werfen. D.h. die Anfangsbedingungen werden immer anders sein. Das liegt schon allein daran, dass Zeit vergeht. Die Erde rast um die Sonne

<sup>8</sup> Auf das obige Beispiel übertragen: Hätte man die Lego-Bauwerke von Felix in einen Teilchenbeschleuniger wie den LHC gegeben, hätte man metallische Isotope festgestellt. Zur Erläuterung für die, die nicht so sehr mit den Grundlagen der Teilchenphysik vertraut sind: Den LHC kann man sich vorstellen wie das Mikroskop der Teilchenphysik. Indem dort Materie auf immer höhere Energien beschleunigt wird, kann man immer genauer in die Materie zoomen, man sieht sozusagen immer mehr Details. Die Höhe der Energie entspricht der Auflösung. Wenn der LHC so groß wäre wie unsere Galaxis, könnten wir sogar bis zur Planckskala auflösen. Ein Problem dabei wäre allerdings der Umfang mit gut 300.000 Lichtjahren. Denn die Experimentatoren müssten über 300.000 Jahre auf das Ergebnis ihres Versuchs warten. Das kann natürlich ziemlich ermüdend sein.

mit etwa 30 km/s (pro Sekunde wohlgermerkt!). Das Sonnensystem rast um das Zentrum der Galaxie mit (nach neuesten Erkenntnissen) 267 km/s. Wie groß die Beschleunigung der Galaxis ist in Richtung Großer Attraktor, weiß ich nicht. In jedem Fall bleiben die Anfangsbedingungen nicht konstant. Wir sind in einem beschleunigten Bezugssystem. Es gibt dieses System nicht, in dem der ideale Münzwurf stattfindet. Nur in gewisser Näherung. Gibt es dann den Zufall überhaupt?

Betrachten wir folgende periodische Funktion:



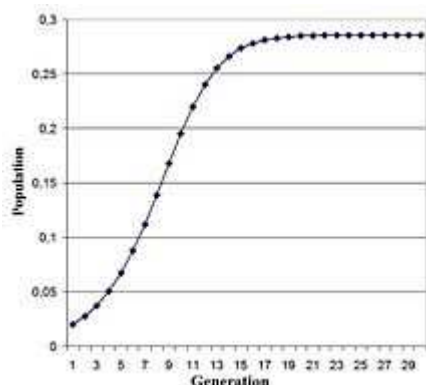
Der Experimentator lese den Wert des Systemverhaltens zu einem Punkt der Raumzeit „mit dickem Daumen“, d.h. seine Ablesung erfolgt mit einer Mindest-Unschärfe, was den Raumzeitpunkt angeht. Innerhalb der Unschärfe sei der abgegriffene Wert zum Systemverhalten beliebig ausgewählt. Man erkennt, dass der gemessene Wert ein Zufallswert innerhalb  $[-a-\Delta, a+\Delta]$  sein wird. Entscheidend ist die Kombination von Periodizität und Unschärfe für das Auftreten von Zufall. Betrachten wir zum Vergleich die logistische Funktion:

$$x_{n+1} = r \cdot x_n \cdot (1 - x_n / K)$$

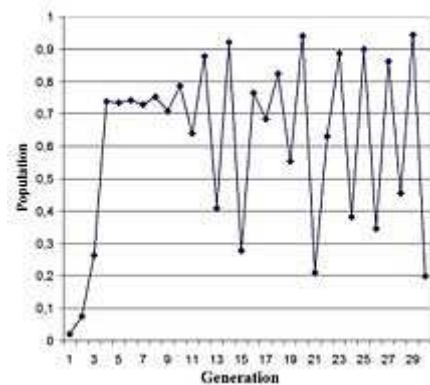
Hierin bedeutet  $x_n$  die Population zum Zeitpunkt  $t_n$  und  $x_{n+1}$  die zum darauffolgenden Zeitpunkt  $t_{n+1}$  (bei Seeschwalben z.B. im nächsten Jahr).  $r$  ist die Vermehrungsrate, die sich ergibt aus Reproduktionsrate und Verhungern.  $K$  ist die sog. Kapazität des Biotops. Je größer sie ist, desto mehr geht die Funktion zu Beginn der Iteration in eine lineare Funktion über, d.h. ist ohne Rückkopplung ( $x_n/K \rightarrow 0$ ). Je kleiner die Kapazität, desto größer die Rückkopplung. Bei geeigneter Normierung (Prozentsatz der Kapazität) kann man von  $K=1$  ausgehen. Damit ergibt sich die schrittweise Entwicklung der Population gemäß

$$x_{n+1} = r \cdot x_n \cdot (1 - x_n)$$

Wenn man die Folge für unterschiedliche  $r$  berechnet, stellt man fest, dass ab  $r \sim 3,6$  die Funktion chaotisch wird. In Wikipedia ([https://de.wikipedia.org/wiki/Logistische\\_Gleichung](https://de.wikipedia.org/wiki/Logistische_Gleichung)) findet man Details, u.a. folgende 2 Verläufe, einmal für  $r=1,4$  und anschließend für  $r=3,81$ :



Logistische Funktion für  $r=1,4$



Logistische Funktion für  $r=3,81$

Man erkennt, dass sich die Population im ersten Fall auf ein Grenzniveau zubewegt, im zweiten Fall wechseln sich Katastrophen- und Erholungsphasen völlig unregelmäßig ab. Stellt

man sich für einen kurzen Moment vor, es handelte sich um die menschliche Population, so versteht man die *Hoffnung* mancher Experten für Bevölkerungsentwicklung bei den Vereinten Nationen, dass wir uns gemäß der ersten Kurve im Rahmen der Kapazität unseres Planeten bewegen. Zufall und Chaos unterscheiden sich. Während im Falle des Zufalls statistische Methoden noch eine eingeschränkte Berechenbarkeit liefern, ist das für das Chaos nicht mehr der Fall. Hier versagen die statistischen Methoden.

Bei Abläufen unseres Lebens versagen statistische Methoden schon deswegen, weil solche Abläufe nicht wiederholbar sind. Wenn wir erklären wollen, warum Herr H. zum Mörder wurde, dann betrachten wir seriöserweise seinen gesamten Lebenslauf und nicht nur Ort und Zeitpunkt der Geburt<sup>9</sup>. Üblicherweise stellt man neben allgemeinen ungünstigen Rahmenbedingungen gewisse „Verzweigungspunkte“ im Leben fest, in denen Weichen für das weitere Leben gestellt wurden. Häufig sind das Begegnungen mit anderen Menschen, die Einfluss auf Denken und Handeln nahmen. Hätte Herr H. z.B. Anerkennung als Maler gefunden oder wäre er nicht gewissen antisemitischen Ideologen begegnet, wäre er vielleicht nicht zum größten Massenmörder des 20. Jahrhunderts geworden. Niemand weiß das. Aber mit Sicherheit war Herr H. nicht mit seiner Geburt dazu bestimmt. Ebenso wenig ist unser Leben vorherbestimmt. So wenig wie vorherbestimmt war, dass es diesen Planeten geben würde, auf dem Leben entstand. Man kann es rückblickend erklären, das macht es aber nicht kausal. Im Gegenteil. Je weiter wir zurückblicken, desto unwahrscheinlicher erscheint der Weg hin zu uns, desto mehr andere Möglichkeiten werden offenbar. Ich erinnere nur daran, dass es ohne den Mond die Stabilität der Rotation der Erde nicht gäbe, mit katastrophalen Auswirkungen auf das Magnetfeld und damit den Schutzschild der Erde vor kosmischer Strahlung. Man geht heute davon aus, dass der Mond durch die Kollision der Erde mit einem etwa marsgroßen Himmelskörper namens Theia in einem Kollisionswinkel, der nahe an einem Vorbeistreifen war, entstand. Wenn wir in Hesiods Theogonie nachschauen, so stellen wir tatsächlich fest, dass Theia als Mitglied der Titanen eine weitere Nachfahrin des Chaos war (genauer: Tochter von Gaia und Uranos). Jetzt können wir die griechische Mythologie um ein weiteres Detail ergänzen: Theia kämpfte gegen ihre Mutter Gaia und wandelte sich in diesem Kampf in Luna – ah, ne, das geht jetzt nicht: Luna ist die römische Göttin des Mondes, *Selene* wäre die der Griechen – also nicht in Luna, sondern in Selene. Falsch! Ich habe Hesiod unterschätzt. An anderer Stelle findet man tatsächlich, dass Theia mit Hyperion eine Tochter zeugte, nämlich **Selene**. Na, und wer ist Hyperion? Er stellt sich als Sohn von Gaia heraus (unter den Titanen zu finden). D.h. Hyperion war Theias Bruder. Na, wenn das nicht chaotisch ist. Eines ist allerdings merkwürdig: Wenn Theia Tochter von Gaia war, dann müsste der marsgroße Himmelskörper ja aus der Erde entstanden sein. Wie geht das denn? Die Erde erzeugt einen Himmelskörper, der später mit ihr kollidiert? Eine Hilfestellung könnte von Feynman kommen. Ihr erinnert euch: Im Oktober-Newsletter ging es kurz um Paarbildung und die Zerstrahlung von Teilchen und Antiteilchen. Ich zitiere: *Das Elektron trifft auf ein Positron, das als Antiteilchen in der Zeit zurück zum Treffpunkt kommt*. D.h. mit Mitteln der Quantenphysik könnten wir Hesiods Theogonie zur Entstehung von Erde und Mond möglicherweise retten. Aber vielleicht ist es ja viel einfacher: *Was, wenn die derzeitige Theorie der Astronomen zur Entstehung des Mondes falsch wäre?* Wenn wir bei Hesiod nachschauen, so ergibt sich nämlich eine ganz andere Entstehungsgeschichte des Mondes. Die Bahn des Uranus war bei Entstehung des Sonnensystems noch chaotisch. Er kollidierte mit der Erde (Gaia) und es entstanden große Trümmerstücke, u.a. Theia und Hyperion. Diese beiden kollidierten wiederum in der Folge und erzeugten unseren heutigen Mond (Selene). Die Bahn des Uranus stabilisierte sich mit der Zeit (Entmannung des Uranos<sup>10</sup>) und die Überreste von

---

<sup>9</sup> obwohl Astrologen hier schon anderer Ansicht sind. Ich nehme an, dass sie von der Chaostheorie noch nichts gehört oder gelesen haben.

<sup>10</sup> Uranos wurde übrigens von seinem Sohn Kronos entmannt, Kronos dann von keinem geringeren als seinem Sohn Zeus gestürzt. Die griechischen Götter waren alle Nachfahren der Titanen und damit

Theia und Hyperion zogen mit Uranus in die Weiten des Alls. Ihr müsst zugeben, dass diese Entstehungsgeschichte schon viel plausibler klingt. Nur ist sie leider falsch. Denn Uranus war und ist ein Gasplanet, kein Gesteinsplanet.<sup>11</sup> So bleibt uns vielleicht noch eine Erklärung: In Wikipedia ist zu lesen, dass Hesiod (<https://de.wikipedia.org/wiki/Hesiod>) nicht nur Dichter war, sondern auch Bauer. Ich vermute, dass er einer der ersten Weinbauern war und dass folgendes 700 v.Chr. geschehen ist:

Hesiod hatte Besuch von zahlreichen Nachbarn. Seine Familie und die Familien der Nachbarn saßen am Fuß seines Weinbergs im Schatten von Johannisbrotbäumen bei Schafskäse, Oliven und Wein. Viel Wein. Es war Spätnachmittag, die Sonne stand schon tief. Hesiod spann seine Geschichte zur Entstehung des Universums – er hatte einen sehr ausgeprägten Geschichtenerzähler im Gehirn (vgl. Newsletter von Dezember und Januar zur Rolle des Geschichtenerzählers in unserem Gehirn). Hesiod war gerade bei Uranos angekommen und mit einer weit ausholenden Bewegung seines Arms erzählte er von der Geburt der Titanen durch Gaia, dessen Weib. Dabei verschüttete er etwas von dem Rotwein. Unvermittelt kam ihm dieses Lied von Udo Jürgens in den Sinn:

Griechischer Wein  
ist so wie das Blut der Erde,  
schenk' nochmal ein, ....

Was? Ihr sagt, das sei aber eine blöde Geschichte? Ich erinnere an Feynman<sup>12</sup> und das Positron, das in der Zeit zurück zum Treffpunkt kam und mit dem Elektron, das in der Zeit vorwärts lief, zerstrahlte. Wie anders wollt ihr denn erklären, dass die alten Griechen ihrer Zeit so weit voraus waren? Jedenfalls inspirierte der verschüttete Rotwein Hesiod zu der Geschichte von der Entmannung des Uranos durch den eigenen Sohn Kronos. Ein Raunen ging durch die Festgesellschaft: „Mein Gott, der eigene Sohn!“ So etwas muss wahr sein. Kein Mensch kann sich so etwas ausdenken. Ehrfürchtig blickten sie auf Hesiod. Tja, und so kam es, dass diese (weinselige) Theogonie von Hesiod bis in die heutige Zeit überliefert wurde, in Form des Ödipus-Komplexes Eingang fand in Freuds Psychoanalyse und jetzt in Wikipedia zu finden ist.

Wir sind also Kinder des Chaos. Auf viele Kinder trifft das ohnehin zu. Sie lieben das Chaos. Warum? Wahrscheinlich, weil so vieles möglich ist. Und weil es schön ist, Schätze zu verstecken.

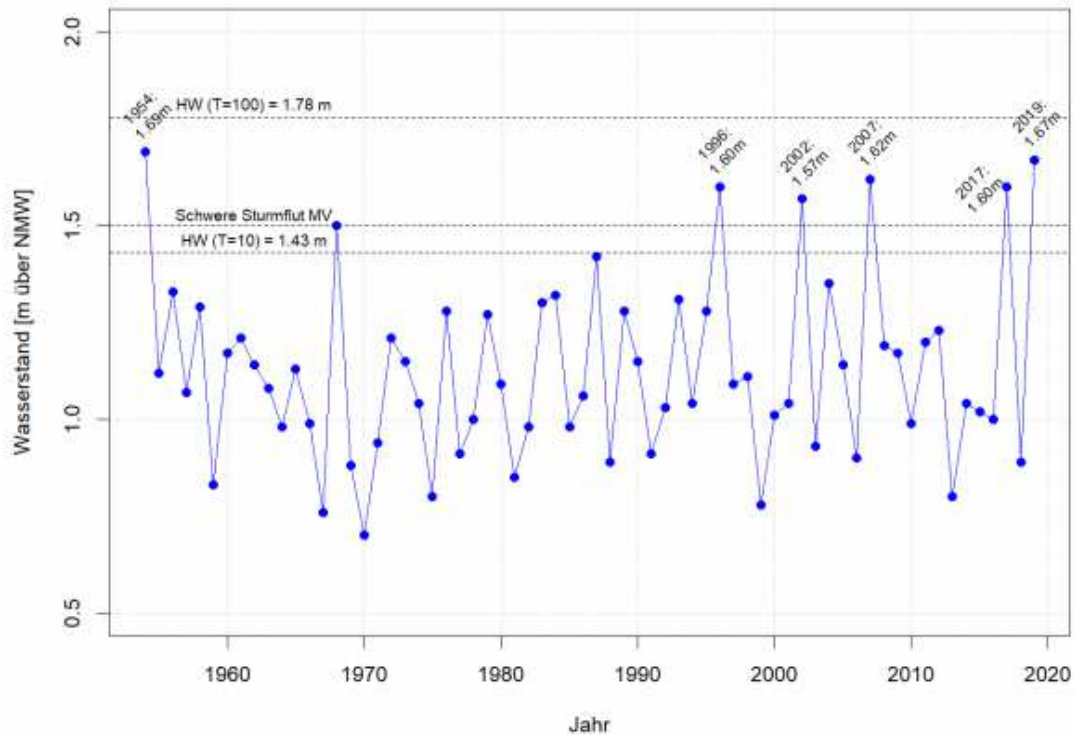
Aber auch das Meer liebt das Chaos, wie es scheint. Ich habe eine Grafik zu den jährlichen Scheitelwerten der Ostsee bei Warnemünde in einem Artikel der Uni Rostock gefunden (Link: [https://www.auf.uni-rostock.de/fileadmin/uni-rostock/Alle\\_AUF/AUF/IW/Bilder/Sturmflut\\_Zeetje.pdf](https://www.auf.uni-rostock.de/fileadmin/uni-rostock/Alle_AUF/AUF/IW/Bilder/Sturmflut_Zeetje.pdf))

---

von Gaia und Uranos und damit des Chaos. Vielleicht könnte man die Euro-Krise in einem ganz anderen Zusammenhang sehen?

<sup>11</sup> Denkbar wäre allerdings auch, dass die Astronomen bei der Namensvergabe für Himmelskörper eher dem Chaos gefolgt sind als einem Verständnis der griechischen Theogonie. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Kenntnis zum Universum in früheren Zeiten falschen Weltmodellen folgte (man denke etwa an das geozentrische Weltmodell). Auch Hesiod hatte ein falsches Bild vom Universum, denn bei ihm ist Helios (der Sonnengott) ein Sohn von Theia und Hyperion und damit ein Enkel von Gaia. Wenn man bedenkt, dass unsere Sonne 99,86% der Masse des gesamten Sonnensystems in sich vereint und es damals noch keine Fastfoodketten gab, scheint das schwer vorstellbar.

<sup>12</sup> Feynman hatte übrigens ein Faible für die alten Griechen, wie seine Kritik am Begriff Farbe für eine Eigenschaft der Quarks zeigt (ein früherer Arbeitskollege hat mich darauf hingewiesen): *The idiot physicists, unable to come up with any wonderful Greek words anymore, call this type of polarization by the unfortunate name of ,color,‘ [sic!] which has nothing to do with the color in the normal sense.*



Ihr seht den chaotischen Verlauf und dass am 2. Januar 2019 eine Sturmflut war. Bewirkt wurde sie durch das Orkantief Zetje. Interessant fand ich den Mechanismus. Zunächst gab es nämlich Südostwind, der das Meer nach Nordwest trieb. Dann drehte der Wind relativ rasch mit Annäherung des Sturmtiefs Zetje auf Nordwest, das Meer schwappte quasi zurück, zusätzlich getrieben durch das Sturmtief (das Ganze beschrieben in <https://www.auf.uni-rostock.de/professuren/a-g/geotechnik-und-kuestenwasserbau/aktuelles/sturmflut-zetje/>).

Diesmal schließe ich mit einem Auszug aus einem Artikel aus Gehirn & Geist 06/2019 über die Forschungsergebnisse der Neurowissenschaftlerin Doris Tsao zur Gesichtserkennung (die sie inzwischen soweit entschlüsselt hat, dass sie über die Aktivität der Neuronen eines Areals namens IT, das sie gefunden hat, Schlüsse auf das gesehene Gesicht ziehen kann – d.h. sie kann prognostizieren, wie das gesehene Gesicht aussieht – ich sage nur: Wao!): Doris Tsao ist überzeugt: *Das Gehirn besteht nicht bloß aus einer Reihe passiver Siebe, die Gesichter oder Enten (warum gerade Enten?) aus unserer Umwelt herausfischen. Es ist eine Art Halluzinationsmaschine<sup>13</sup>: Sie erzeugt eine Version der Realität, die auf unserem aktuell besten inneren Modell der Welt basiert* (Hesiod lässt grüßen).

<sup>13</sup> Dehaene beschreibt in seinem Buch *Consciousness and the brain* ein Phänomen bei Tests zum bewussten Wahrnehmen von Gesichtern: In einem bestimmten Areal feuern ganz wenige Neuronen (im Test sogar nur eines) beim bewussten Erkennen eines bestimmten Gesichtes (durch Befragen des Probanden verifiziert). Wenn das Gesicht nun nur unbewusst „erkannt“ wird (durch Maskierung und sehr kurze Darbietung) feuern dieselben Neuronen. Bei bewusster Erkennung feuern bekanntermaßen Neuronen weit verteilt über das Gehirn zusätzlich synchron. Dehaene stellte nun fest, dass bestimmte Aktivitätsmuster gelegentlich schon vor Reizdarbietung auftraten. Ich frage mich, ob das das sein könnte, was Psychologen gerne *Erwartung* nennen.