



Peter Jörg Plath (MLS) und Ernst-Christoph Haß

Strukturbildung durch soziale Spiegelung - Mythen und Realität

Iwan Frolow conference on November 20th 2018 – „Myths and Reality of the Century of Scientific-Technical Revolution“

Veröffentlicht: 11.09.2018

Das Thema der diesjährigen Frolow Lectures „Myths and Reality of the Century of Scientific-Technical Revolution“ setzt implizit die Annahme eines Widerspruchs zwischen Mythen und Realität voraus. Aber beschreibt dies das Verhältnis von Mythen und Realität in sachgerechter Art und Weise?

Eine Mythe (auch: Mythos, maskulin; von altgriechisch μῦθος, „Laut, Wort, Rede, Erzählung, sagenhafte Geschichte, Mär“, lateinisch mythus; Plural: *Mythen*) ist ebenso wie eine Mär – der entsprechende Begriff in der deutschen Sprache – eine große, bedeutende Geschichte, die erzählt werden muss. Sie muss nicht unbedingt mit dem Wahrheitsbegriff verknüpft werden. Wie Jakob Grimmⁱ unterscheiden wir zwischen der Sage, einer ortsgebundenen Erzählung und der sehr viel allgemeineren, nicht ortsgebundenen Mär bzw. dem Märchen.ⁱⁱ

Sowohl bei der „Deutschen Mythologie, I bis III“ⁱ von Jakob Grimm als auch in den Werken „Griechische Mythologie – Quellen und Deutung“ von Robert von Ranke-Gravesⁱⁱⁱ – handelt es sich bei den Mythen um Erzählungen, die zumeist eng verbunden sind mit den religiösen Vorstellungen der Zeit, in denen sie angesiedelt sind. Die Mythen beschreiben allgemeine, gesellschaftliche Vorgänge, deren Abstraktheit in der göttlichen Überhöhung zum Ausdruck kommt. Da sie aber für die Menschen der damaligen Zeit fassbar sein mussten, um erzählt und verstanden werden zu können, wurden in der abstrakten Götterwelt spielende Vorgänge wieder in die Alltagswelt der Menschen jener Zeit transformiert, in der die Götter wie reale Menschen handeln. Es handelt sich hier also um eine zweifache Spiegelung, eine Spiegelung der Prozesse in der menschlichen Gesellschaft in die Götterwelt und deren Widerspiegelung in die menschliche Gesellschaft zurück.

Ist das nicht auch in ähnlicher Weise der Fall, wenn wir von *Realität* sprechen?

Hier sind es Handlungen, wie Arbeit, Experimente und deren beider Resultate, über die wir uns Gedanken machen, indem wir von diesen Handlungen abstrahieren. Wir stellen Regeln auf, nach denen wir uns richten, oder gar Gesetze, die wir oftmals – vor allem im naturwissenschaftlichen Bereich – in sehr abstrakter Weise mathematisch formulieren. Beide, Regeln und Gesetze, dienen uns dann – wieder transformiert in alltägliche Begriffe – als Handlungsanleitungen. Gelingt uns diese Transformation, so sprechen wir davon, dass wir etwas verstanden haben. Dabei unterscheiden wir zwischen der geistigen Abstraktion – unseren Gedanken – und dem, wovon wir abstrahiert haben – dem Gegenstand der Abstraktion, unseren Handlungen, Experimenten, also der materiellen Welt.

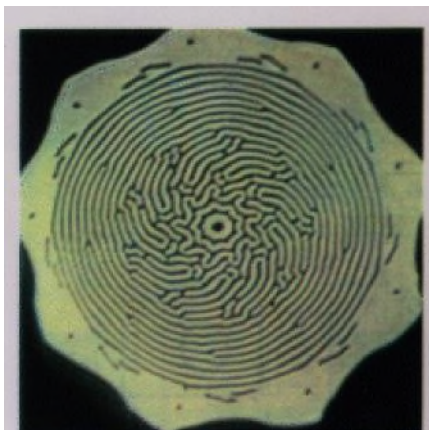
Um nicht missverstanden zu werden, scheint es uns an dieser Stelle wichtig zu sein zu betonen, dass wir selbstverständlich davon ausgehen, dass unabhängig von unserem Bewusstsein eine Welt existiert, dass aber die Bilder und Gedanken, die wir uns davon machen, von unserer Art und Weise des Umgangs mit dieser Welt und der Kommunikation zwischen uns abhängen. Die Bilder und Gedanken, das ist ein Moment unserer Realität! In diesem Sinn sind also unsere Gedanken eine Abbildung der Welt, bei der eine Struktur in uns entsteht – unsere Gedanken, in Form biologisch-chemischer Prozesse. Wir können diese Gedanken aussprechen, aufschreiben; wir können vor allem aber auf Grund unserer Gedanken handeln und werden damit unsere Welt verändern. Dieses Handeln aber ist selbst eine Abbildung – eben unserer Gedanken – in die Welt bzw. das Seiende, das uns dabei zu unserer Realität wird.

Kurz: wir schaffen uns unsere Realität, indem wir über unser Handeln nachdenken und dieses Nachdenken in unsere künftigen Handlungen einfließt. Dieser Prozess der Realität wird bekanntlich als Widerspiegelung, als Zurück-Spiegelung begriffen und es ist ein nicht-endlicher, eben ein unendlicher Prozess. Doch was hat das für Folgen?

Um diesen unendlich wiederholbaren Vorgang zu verstehen, betrachten wir ein einfaches Experiment mit einem Fernseher und einer Videokamera als Modell für diesen Prozess. Mit der Videokamera nehmen wir zu Beginn zum Beispiel eine brennende Kerze auf und spielen diese kurze Szene auf dem Fernseher ab. Dabei aber richten wir nun die Kamera auf den Bildschirm des Fernsehers und nehmen diese dort abgespielte Szene ebenfalls auf, geben das aufgenommene Fernsehbild über die Videokamera wieder zurück auf den Fernseher und so fort. Ganz klar, dieses Studioexperiment ist unendlich fortsetzbar und ähnelt doch sehr unserem zuvor betrachteten System.

Werden wir nun immerfort eine brennende Kerze – vielleicht ein wenig verzerrt – sehen? Die Antwort ist ein klares „Nein“. Was aber sehen wir? Das Bild entwickelt sich und nach einer Weile hat es nichts, aber auch gar nichts mehr mit dem ursprünglichen Bild der brennenden Kerze gemein. Das ist ganz anschaulich gesprochen auf die „Rückkopplung“ des Bildes über die Videokamera zurückzuführen.

Optische Rückkopplungen – darum handelt es sich hier – sind in den 70iger Jahren des 20. Jahrhunderts im Bereich der Kunst- und Fernsehproduktion mit großem Interesse diskutiert worden^{iv}. Insbesondere sind mit dem Aufkommen der Videogeräte und der Idee der Fraktale in den 80iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts Untersuchungen dazu angestellt worden.^v Nun beruhte die Fernseh- wie auch Videotechnik auf der Zeilendarstellung des Bildes^{vi}, so dass ein wesentliches Moment der Rückkopplung der Winkel zwischen der Zeilendarstellung des Wiedergabegerätes (Fernseher) und der des Aufnahmeapparates (Videokamera) war. Je nach der Wahl des entsprechenden Winkels wurden verschiedenste Muster – u.a. – Fraktale beobachtet, die sich zeitlich veränderten^{vii} (s. Abb. 1). Die Musterbildung führt in der Regel nicht zu stabilen Mustern.



© Jim Crutchfield und Physica

a)



© Dan Mahoney

b)

Abb. 1 Verschiedene Muster, erzeugt durch optische Rückkopplung.

a) Video-Feedback-Muster von Jim Crutchfield, URL:

<http://web.archive.org/web/20010826061930/http://www.videofeedback.dk:80/pics/crutchfield/crutchfield.html/>;

b) Video-Feedback-Formation von Dan Mahoney, URL:

<http://web.archive.org/web/20010424135513/http://www.megacyberworld.com:80/rfbum/>.

Das Auftreten der (fraktalen) Muster konnte man schließlich auch mathematisch beschreiben und in Simulationen nachvollziehen^{viii}. Abb. 2 zeigt beispielhaft Muster, die sich bei einer Video-Feedback Simulation aus einem Startbild mit schwarz-weißem Schachbrettmuster nach verschiedenen Feedback-Schritten ergeben.

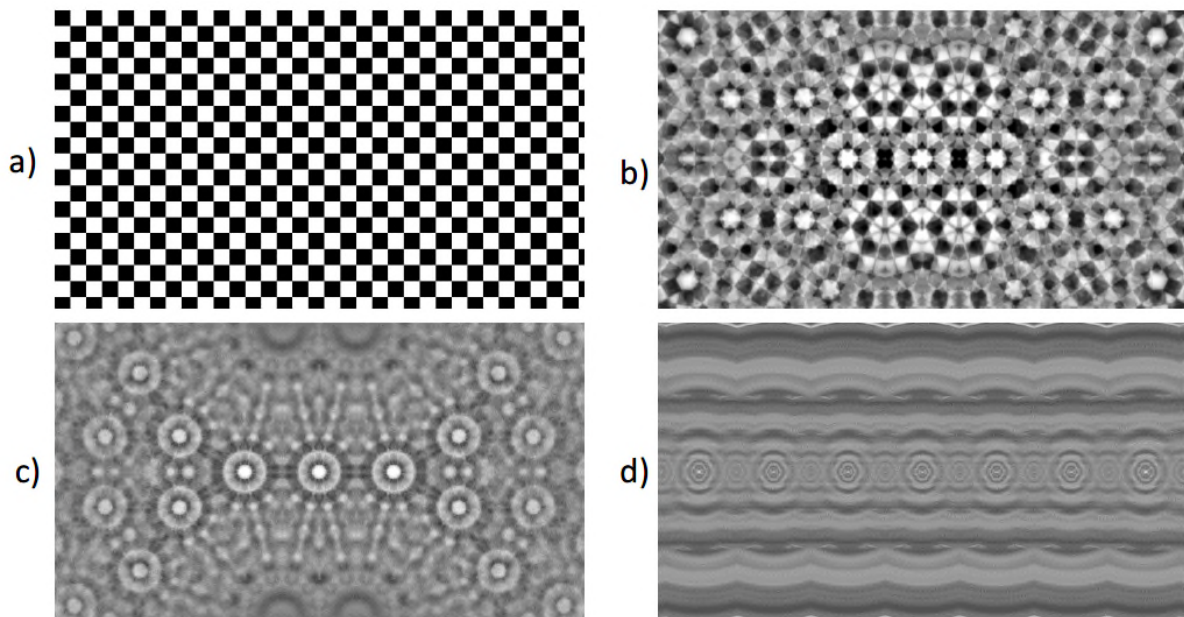


Abb. 2 Entwicklung der Muster bei einer Feedback-Simulation.
a) Startbild mit schwarz-weißem Schachbrettmuster; b) Muster nach 5 Feedback-Schritten;
c) Muster nach 50 Feedback-Schritten; d) Muster nach 100 Feedback-Schritten.

Mit der seit Beginn des 21. Jahrhunderts aufkommenden Pixeltechnik im Aufnahme- und Wiedergabebereich ließen sich aber erstmals auch stabile fraktale Muster erzeugen^{ix} und auch durch mathematische Experimente belegen. Aus einem quadratischen Pixelmuster entwickelte sich beispielsweise eine stabile Spirale mit in sich fraktaler Struktur. Auch mehrere stabile fraktale Strukturen konnten bei entsprechender Wahl der experimentellen Parameter erzeugt werden.

Die Konstruktion unserer Realität und Mythen

Doch all diese sich selbst organisierenden Muster hatten mit ihren Urbildern praktisch nichts mehr gemein! Sie unterschieden sich himmelweit voneinander! Aber was hat das alles noch mit sozialen Systemen und den Begriffen von Realität und Mythen zu tun?

Nun, die sozialen Systeme der Menschen sind bestimmt durch die Arbeit. Wie auch immer die menschliche Gesellschaft strukturiert gewesen sein mag bzw. heute strukturiert ist, die Arbeitsweise, also der Umgang des Menschen mit seiner Umgebung, können wir als das jeweilige „Urbild“ begreifen, worüber wir uns Gedanken gemacht haben bzw. machen. Die Arbeit ist nicht nur die individuelle Tätigkeit eines einzelnen Individuums, aber auch nicht nur das kollektive, gleichgerichtete Verhalten im Sinne eines gemeinsamen Schwingens der Hämmer. Zur Arbeit wird die individuelle wie die kooperative Tätigkeit erst durch die Kommunikation in dem Sinn, dass sich in der Gemeinschaft aller Beteiligten ein fiktives Abbild dieser Tätigkeit formt. Hierzu ist das Denken des Individuums wie auch die Sprache in jedweder Form Voraussetzung. Als Arbeit verstehen wir also die Tätigkeit zusammen mit dem Prozess ihrer Abbildung vermittelt des Denken und der Sprache, d.h. der Schaffung eines fiktiven Prozesses, der in unseren Köpfen abläuft.

In seinem Essay „Woher wir kommen“ berichtet der Wissenschaftsjournalist Stefan Klein im ZEITmagazin 39/2016, S.18 – 27, über die generationsübergreifenden Forschungen der Familie Leakey in Kenia zum Stammbaum der Menschheit. Am Turkana-See in Kenia fanden sie menschliche Fossilien wie zum Beispiel den „flachgesichtigen“ „Kenyanthropus platyops“, deren Alter auf ca. 3,5 Millionen Jahre datiert werden konnte. Sonia Harmand und Jens Lewis fanden in unmittelbarer Nähe eine ganze „Werkstatt“ von Menschen, die dort vor 3,3 Millionen Jahren lebten, und kamen, so Stefan Klein, zu dem Schluss:

Um solche Werkzeuge herzustellen, benötigten die urzeitlichen Handwerker vor allem ein „räumliches Vorstellungsvermögen“ (kursive Hervorhebungen durch die Verfasser), um die Steine in der richtigen Form zu behauen. Und sie brauchten *Anleitung*, denn auf sich allein gestellt findet niemand den richtigen Weg. Die vorzeitlichen Werkzeugmacher mussten imstande gewesen sein, *voneinander zu lernen*.

Spuren an den Fundstücken verraten, dass diese weder Waffen noch Fleischmesser waren. Sie dienten dazu, Nüsse zu knacken, Pflanzenknollen zu zerteilen, Insekten in Baumstämmen freizulegen. Sollte das Flachgesicht die Werkzeuge erschaffen haben, würde das erklären, wie sich diese Vormenschen ohne starkes Gebiss in ihrer Umwelt behaupten konnten: Wozu andere Hominiden wie der [gleichzeitig lebende – Anm. d. Verf.] *Nussknackermensch* ihre Zähne einsetzen mussten, das erledigten sie mit *Werkzeugen und Intelligenz*. So gab es während Millionen von Jahren zwei unterschiedliche Lösungen für dasselbe Problem – Kraft und Verstand.

Es dauerte also, doch schließlich setzte sich die Intelligenz durch. Auf lange Sicht waren Geschöpfe, die auf Geist statt auf Gewalt setzten, im Vorteil.“ (Klein 2016: S. 25 – 26, s. auch Leakey et al.^x und Harmand et al.^{xi})

Ein Beispiel für ein etwa 400.000 Jahre altes Werkzeug aus der Altsteinzeit zeigt Abb. 3.^{xii}



© MPI f. evolutionäre Anthropologie

Abb. 3 400 000 Jahre alter Neandertaler Schaber aus Sachsen Anhalt.^{xii}

Was Stefan Klein hier als räumliches Vorstellungsvermögen und Anleitung zum gegenseitigen Lernen bezeichnet, ist ein gutes Beispiel für das, was wir als den fiktiven Prozess bezeichnen.

Ein solcher fiktiver Prozess ist geeignet als Handlungsanleitung und verändert damit unsere Umwelt, wie auch die Arbeit selbst. Dieser stetige Arbeitsprozess ist „unendlich“ fortsetzbar und verändert dabei die Umwelt durch die Arbeit, schafft immer neue fiktive Prozesse als seine Abbilder und verändert sich also selbst immerfort. Er schafft unsere Realität! Sehr illustrative und bekannte Beispiele sind die Prozesse der Wissenschaft oder der Technik. Die so veränderte Welt, eben unsere Realität, hat aber natürlich eine große Wirkung auf unser weiteres Denken und unsere Kommunikation mit ihr, wie mit den Menschen in den jeweiligen sozialen Gefügen.

Diesen immerwährenden, unendlichen Prozessen liegt die bekannte *zirkuläre Kausalität* (zyklische Kausalität) der Synergetik zugrunde^{xiii}, was historisch gesehen zu vielen Kontroversen geführt hat über die Priorität der objektiven Realität oder der subjektiven Realität bzw. des Denkens, als man die

zyklische Kausalität noch nicht in ihrer Mächtigkeit erkannte. Selbstverständlich liegt sowohl dem objektiven Prozess wie auch dem fiktiven Prozess – dem Denken bzw. der Kommunikation – jeweils ein materieller Prozess zugrunde; beiden müssen wir eine ihnen eigene, objektive Realität zubilligen, ebenso wie dem Fernsehbild (Computerbildschirm) eine objektive Realität zukommt wie auch der Bildaufnahme in der Kamera und den Prozessen der Kommunikation zwischen beiden Geräten.

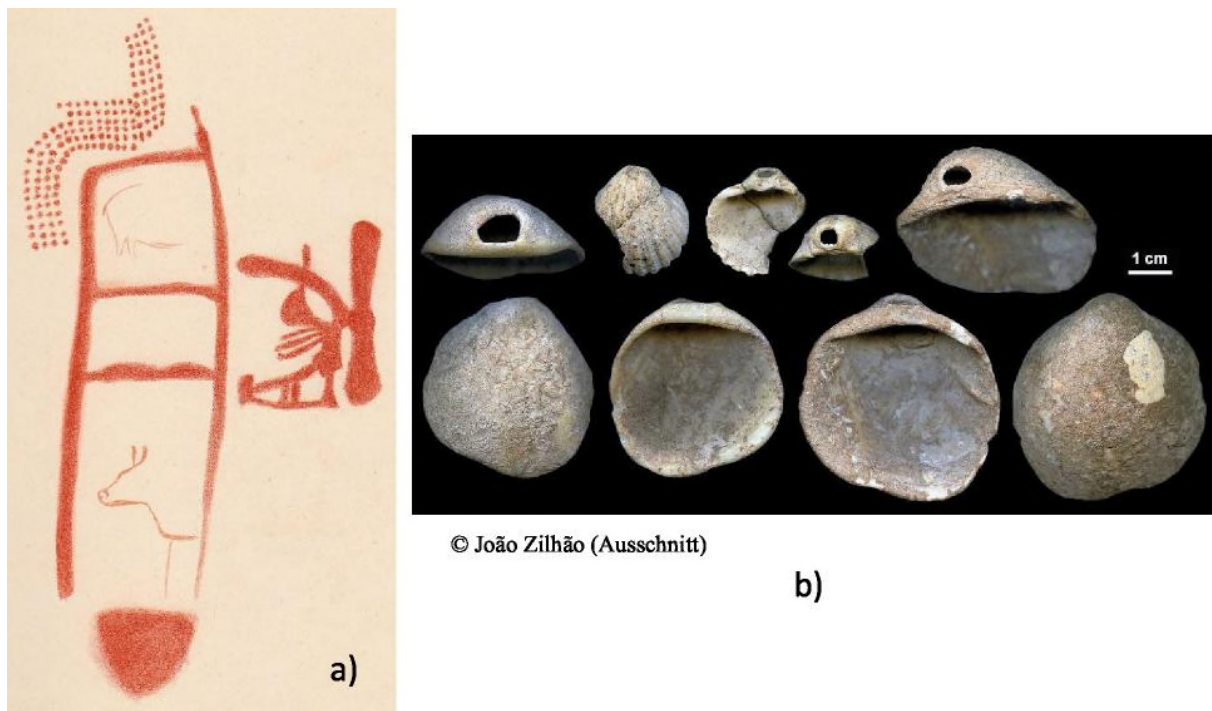
Dem Denken liegt ein materieller Prozess zugrunde, den wir als Gehirnaktivität begreifen. Aber jedem Prozess lässt sich eine Struktur zuordnen, die wir begrifflich erfassen. Die Bildung und Änderung dieser Strukturen ist der *fiktive Prozess*, das Denken.

Durch Sprache, Bilder, Skulpturen oder Schrift können die Menschen sich bekanntermaßen z.B. in einem materiellen Symbolsystem ihres Denkens entäußern und ein „reales Bild“ des fiktiven Prozesses schaffen, diesen in Begriffen begreifbar machen. Diese, dem einzelnen Individuum fremd werdenden (von ihm entäußerten) Begriffe können dann auch von anderen Individuen neu denkend erfasst werden. Die Begriffe werden über ihre materielle Darstellung (Manifestation) außerhalb des Individuums selbst zu einer neuen Realität der Menschen.

Das muss nicht nur über die Werkzeuge, deren Herstellung und Gebrauch geschehen, sondern es kann auch durch Schaffung von Kunst stattfinden, also z.B. durch Amulette, Schmuck, Kleidung, Haartracht, Zeichnungen, Körperbemalung, Schnitzerei, Skulpturen und Musik, Lieder, Tanz, und Sprache, Wortspiele, Reime, Gedichte. All dies dient der menschlichen Kommunikation. Kunst ist unserer Auffassung nach nicht das, was man zwar anfertigt, aber nicht unmittelbar zum Überleben benötigt, wie es langläufig angenommen wird. Kunst ist eine eigene Form der Kommunikation, die neben der Fertigung und dem Gebrauch von Werkzeugen und der verbalen Sprache sich entwickelt hat. Unter Herausbildung ästhetischer Kategorien ist sie notwendig für das gegenseitige, unmittelbare Verstehen der Menschen. Sie dient der sexuellen Kommunikation (algebraischer Aspekt), der Feststellung der Gruppenzugehörigkeit (topologischer Aspekt) und der hierarchischen Kommunikation (ordnungsstruktureller Aspekt). Sie ist für das Leben der Menschen unentbehrlich! Ohne Kunst ist die Entwicklung der Menschheit nicht zu verstehen.

So konnten Dirk Hoffmann vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig und Alice Pike (University of Southampton) für die Zeichnungen der Neandertaler z.B. in der Pasiega-Höhle vom Monte Castillo in Nordspanien (s. Abb. 4a^{xiv}) mit der Methode der Uran-Thorium Datierung ein Alter von mindestens 64.000 Jahren bestimmen^{xv}. Die ältesten Zeichnungen des Homo sapiens sind also ca. 20 000 Jahre jünger als die Höhlenzeichnungen der Neandertaler. Der früheste Gebrauch des Homo sapiens von Ockerfarben und dazugehöriges Werkzeug vor ca. 75000 Jahre wurden in der mehrere tausend Kilometer entfernten Blombos Höhle in Südafrika beim Kap Agulhas nachgewiesen. Dort fanden sich auch durchbohrte Muschelschalen von demselben Alter.

Hoffman und Pike analysierten aber auch die von dem portugiesischen Paläontologen João Zilhão^{xvi} entdeckten Artefakte der Neandertaler: durchbohrte und bemalte Muscheln, die er u.a. 2008 in einer südspanischen Höhle entdeckte (s. Abb. 4b^{xiv}). Sie kamen zu dem Schluss, dass die bearbeiteten Muscheln mindestens 115 000 Jahre alt waren^{xvii}.



© Breuil et al., 1913 (Ausschnitt)

© João Zilhão (Ausschnitt)

Abb. 4 Höhlenzeichnung und Muschelschmuck der Neandertaler^{xiv}.

- a) Vergrößerung einer mindestens 64.000 Jahre alten Zeichnung in der Pasiega-Höhle vom Monte Castillo in Nordspanien, die eine Art Leiter darstellt, in deren Zwischenräumen halbe Tierbilder angedeutet sind;
- b) Perforierte und gefärbte Muschelschalen aus der südspanischen Höhle Cueva de los Aviones, die vor ca. 115.000 Jahren genutzt wurden.

Stefan Klein schreibt in seinem Essay „Jagen, Sammeln, Malen“ (ZEITmagazin 26/2018, S. 16 – 25):

„ »Das Ergebnis war für uns wie ein Schock« erzählte mir Zilhão am Telefon. Denn damit sind die spanischen Muscheln die ersten bekannten *Schmuckstücke* (Hervorhebung durch die Verfasser) überhaupt. Schon die Neandertaler fertigten Dinge an, die sie zum Überleben nicht brauchten. Und offenbar ging solches Kunsthandwerk der Kunst der Höhlenmalerei lange voraus. Bis dahin galten eingefärbte Schneckenhäuser als ältester Schmuck, die vor gut einem Jahrzehnt in der südafrikanischen Blombos-Höhle aufgetaucht sind und fast sicher vom Homo sapiens hergestellt wurden, vor 75 000 Jahren.

Wenn zwei verschiedene Menschenarten auf beiden Seiten der Erde und noch dazu im Zeitabstand von 40 000 Jahren Schmuck hinterließen, ist das sicher kein Zufall. Andererseits konnten sich die einen von den anderen unmöglich ihr Kunsthandwerk abgeschaut haben. Zwischen den Fundorten liegt schließlich ganz Afrika, und der Homo sapiens sollte Europa ja erst viel später erreichen. Beide Menscharten begannen also unabhängig voneinander, Schmuck herzustellen.

Schon sehr lange bevor die nun gefundenen Artefakte entstanden, müssen kreative Talente im Menschen geschlummert haben. Schließlich verfügten sowohl der Neandertaler als auch Homo sapiens über die geistige Beweglichkeit zur Herstellung von Schmuck. Da beide Arten aber voneinander getrennt waren, erbten sie diese Fähigkeit sehr wahrscheinlich von einem gemeinsamen Vorfahren, der in Afrika lebte, bevor die Vorfahren der Neandertaler nach Europa auszogen. Das war vor mindestens 500 000 Jahren. Schon diese Ahnen verfügten also wohl über ein Gehirn, das leistungsfähig genug war, um in Symbolen zu denken.“ (Klein 2018: 22 – 23)

Wir haben auf diese Weise zwei Aspekte der Realität, deren Strukturen wir untersuchen und vergleichen können (s. Abb. 5):

- die objektive, materielle Welt – die Welt der „Dinge“ einschließlich unserer Handlungen und
- die subjektive, ebenfalls materielle Welt – die Welt der „Begriffe“ (z.B. die Mathematik, Philosophie, Religion, Kunst, Dichtung, Erzählung, Musik, die Natur- und Technikwissenschaften, die Sozialwissenschaften). Sie ist das entäußerte Abbild der noch nicht begriffenen Begriffe des fiktiven Prozesses.

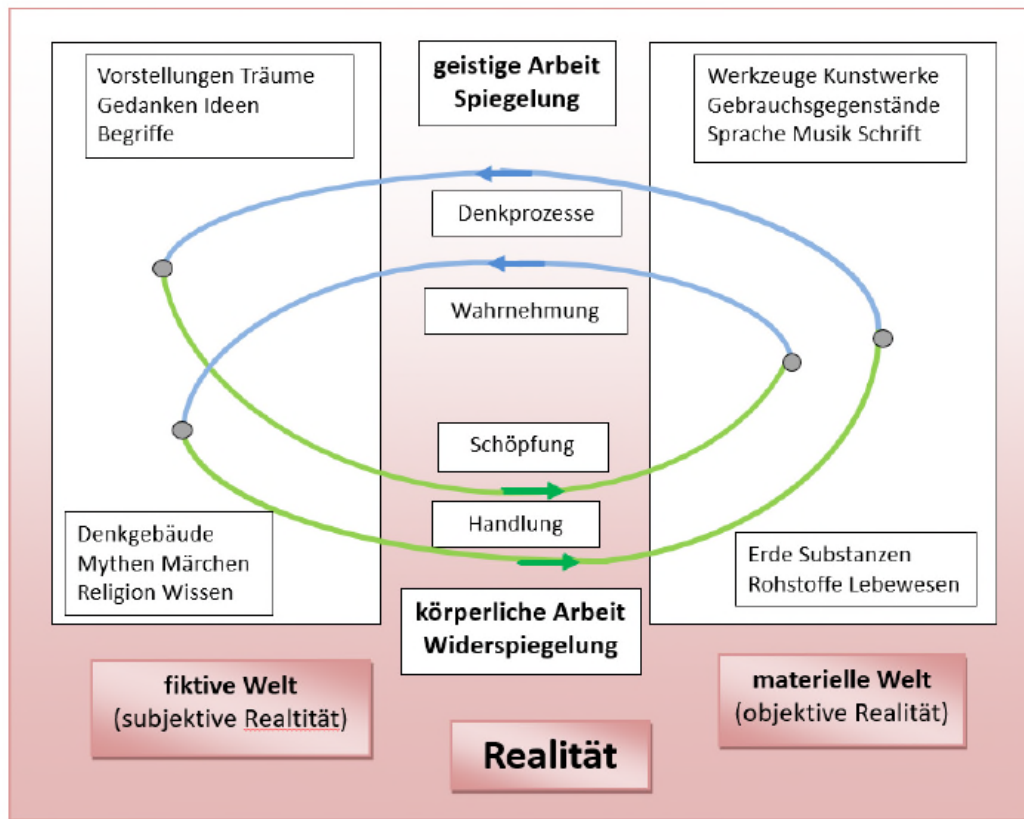


Abb. 5 Prinzipalskizze der unterschiedlichen Momente des Prozesses der Realität: materielle und fiktive Welt und die Prozesse der Spiegelung und Widerspiegelung zwischen beiden mittels Arbeit. Die Realität wird als ein gesellschaftlicher Prozess begriffen, der hier durch einen Umlauf auf dem Rand eines Möbius-Bands skizziert wird.

Das alles sind jeweils unendliche gesellschaftliche Prozesse analog denen von Bild-Erfassung und Bild-Wiedergabe, oder wie man auch sagen könnte von Spiegelung und Widerspiegelung (Rückspiegelung). Beide sind Rückkopplungsprozesse beruhend auf der Arbeit und wurden in der Vergangenheit häufig als körperliche und geistige Arbeit beschrieben. Wir wissen aber vom oben beschriebenen optischen Rückkopplungsprozess, dass diese Prozesse nur selten auf einen stabilen Fixpunkt, auf eine stabile Struktur zulaufen. Häufig können leichte Parametervariationen selbst die attraktiven, auf stabile Strukturen hinlaufenden Prozesse in instabile Situationen überführen

In einer sich durch die Arbeit ständig verändernden Welt würden sich also unsere objektive, materielle Realität und unsere Bilder von ihr (Ideen, Fiktionen, Vorstellungen – subjektive Realität) ständig ändern und damit auch unsere Art und Weise, mit ihnen umzugehen. Von einer stetigen, über die Zeit weg stabilen Realität bzw. stabilen Vorstellung von ihr wird man nur sehr selten sprechen können. Auch wenn sich die objektive Realität und unsere Ideen von ihr für eine gewisse Zeit auf eine scheinbar stabile Struktur (Situation) hin zu bewegen scheinen, wird sich diese Situation mit großer Wahrscheinlichkeit aber wieder ändern, z.B. fraktal „zerfallen“, und nur wesentliche, elementare Teilstrukturen werden die Zeit „überdauern“.

Dies gilt sowohl für wissenschaftlich-technische Ideen als auch für religiöse oder allgemein für ideologische Vorstellungen. Betrachten wir ein Beispiel, um dies zu veranschaulichen. Es hat seinen Ursprung in der Struktur der menschlichen Gesellschaft (soziale Struktur).

Schon in der Steinzeit werden die komplexen gesellschaftlichen Verhältnisse erfasst und zu höherwertigen Logiken verdichtet. Doch um die Gesellschaft zu leiten bedurfte es einer Übersetzung dieser Logiken durch allgemein verständliche (und von allen Mitgliedern) nachvollziehbare Erzählungen. Heute würden wir sagen, man braucht geeignete Narrative, um die politischen Zielsetzungen durchsetzen zu können.

Narrative sind politisch geeignete Erzählungen – sie können auch frei erfunden sein! Mythen, bzw. Märe jedoch sind Darstellungen, denen bedeutungsvolle Ereignisse zu Grunde liegen. Sie können natürlich auch in „verkleinerter“ Form als Märchen bzw. Narrative auftreten, um auch für ein breites Publikum zugänglich zu sein. In allen Fällen bilden sie jedoch eine subjektive gesellschaftliche Realität ab, ganz im Sinne des fortwährenden gesellschaftlichen Widerspiegelungsprozesses. Es nimmt deshalb nicht Wunder, wenn das aktuelle Bild, was wir von dem ursprünglichen Geschehen zeichnen, mit diesem oftmals nur noch wenig zu tun hat. Es bedarf in der Regel akribischer, detektivischer Arbeit, dieses Urbild aus dem gegenwärtigen Märchen herauszuschälenⁱⁱ.

Bei der Frage der Entwicklung der Götterwelten treffen wir jedoch auf ein interessantes Phänomen: Auch ihnen kommt eine materielle, jedoch subjektive Realität zu, vor allem den Begriffen des Werdens, der Heilung und der Schöpfung, auf denen der gesellschaftliche Begriff der Macht einschließlich der Machtausübung beruht.

In einem langen Prozess wurde wie in der Kunst der materielle Charakter der fiktiven Struktur mit objektiven Strukturen identifiziert: Bäume, Tiere und Statuen, ja sogar reale Menschen wurden zu Göttern bzw. Halbgöttern. Es dauerte lange, ehe man nur den abstrakten Begriff des Gottes – z.B. „Im Anfang war das Wort“^{xviii} (Bibel) – und somit die sprachliche (auch sie hat einen materiellen Aspekt) Struktur des Begriffes als die eigentliche, subjektive Realität Gottes begriffen hat. Bei dieser Entwicklung diente der Begriff des Gottes/der Götter immer wieder als neues „Urbild“, das erfasst und sozial widerspiegelt wurde. Es ist unbezweifelbar, dass die Idee Gottes sozial sehr mächtig ist, so dass viele Gläubige der Auffassung sind, im sozialen Verhalten der Menschen offenbare sich Gott bzw. die Götter. Es scheint uns jedoch, dass diese Begriffsentwicklung selbst fast einen Fixpunkt im Widerspiegelungsprozess bzw. Abbildungsprozess erreicht hat, zumindest aber einen annähernd stabilen Zustand.

Dies trifft auch auf viele naturwissenschaftlichen Aussagen bzw. Gesetze zu. Sie beschreiben eine objektive, materielle Realität, und die „Gesetze“ selbst bilden nur eine fiktive Realität. Sie finden heute aber in der Mathematik bzw. in den Computern eine Materialisierung, die es gestattet, ihre innere Struktur zu bestimmen und auch ihre „Wahrheit“ in Bezug auf die entsprechende materielle, objektive Realität zu überprüfen. Aber all diese Gesetze gehören dem Bereich des „Fiktiven“ an.

Wo also liegt der Unterschied zum Gottesbegriff und den „göttlichen Gesetzen“? Sind es die „Wunder“, die ihm zugeschrieben werden, oder ist es die Frage seiner Existenz oder gar seiner „Allmächtigkeit“?

Einer jeden Idee, auch der Idee eines Gottes, entspricht ein biochemischer Prozess in unserem Kopf, eine materielle Struktur, die auch gespeichert werden kann. Ihr eine davon unabhängige Existenz, eine Wirklichkeit außerhalb des Individuums zuzuschreiben, wäre ein Rückgriff auf frühere Stadien der Bildung eben dieses Begriffes. Ein Wunder, das nur ein Gott vollbringen kann, müsste aus dem Ideengebäude, aus der Struktur dieses Gottesbegriffes – und eben nur aus dieser – ableitbar sein.

Genau das fordern wir von der Wissenschaft, was häufig zur Konsequenz hat, dass wir unser wissenschaftliches Begriffssystem erweitern müssen. Für die Wissenschaft fordern wir also, dass die beiden Begriffsbildungsprozesse des Experimentes und des Denkens zumindest nicht in einem Fixpunkt bzw. stationären Zustand landen.

Wie verhält es sich nun aber im Fall der Wissenschaft? Über die Jahrtausende hinweg entwickelten sich, aus vielerlei Quellen speisend, langlebige, graphische Symbolsysteme, unter anderem zum Beispiel Hieroglyphen, Buchstaben und Ziffern, mit denen es möglich wurde, die direkte Kommunikation von Mensch zu Mensch durch die indirekte, über langlebige materielle Symbole vermittelte Kommunikation zu ergänzen. Das vergrößerte die Kommunikationsmöglichkeiten wesentlich. Es er-

möglchte aber auch, auf der Basis der Semiotik Beziehungen zwischen unseren Begriffen graphisch darzustellen: Schriftsprache und Mathematik mit der objektiven, materiellen Realität zu verknüpfen und so deren Strukturen zu erfassen.

Darüber hinaus war es aber nun möglich, durch Arbeit mit den interpretierbaren Symbolen das Begriffssystem selbst zu erweitern. Auf diese Weise wurde ein Begriffssystem (Mathematik, Logik, Philosophie) entwickelt, das auf mehr und mehr Bereiche der Realität anwendbar wurde. Je stärker von der ursprünglichen Bedeutung der Symbole abstrahiert wurde, desto mehr eigneten sie sich zur Beschreibung gänzlich unterschiedlicher Situationen und Probleme. So können diese hochabstrakten Symbolsysteme auch zur Untersuchung der Struktur eben dieser Symbolsysteme selbst verwendet werden. Sowohl die Arbeit an den Symbolsystemen (subjektive materielle Realität) als auch die Arbeit der Anwendung der Begriffe auf neue Felder der objektiven materiellen Realität führt zu einer Veränderung der Begriffe (fiktive Prozesse) als auch der Symbolsysteme (z.B. Schaffung der Integral-symbolik) und auch der objektiven materiellen Realität.

Im Bild unseres Aufnahme-Wiedergabe-Prozesses ändern sich damit laufend die Parameter der Aufnahme wie der Wiedergabe und sichern so die notwendige Instabilität des realitätsbildenden Prozesses der Wissenschaft, der immer wieder neue Bilder bzw. Erkenntnisse erzeugt. Darin liegt der entscheidende Unterschied zum Prozess der Entwicklung der religiösen Begriffssysteme.

Mythen des 19. und 20. Jahrhunderts

Politische Mythen^{xix}

Wir haben bereits betont, dass Mythen wie auch Mären Erzählungen sind, in denen Ereignisse in sozialen Systemen beschrieben werden. Sie beruhen auf unseren Ideen, Vorstellungen und Begriffen von diesen Ereignissen. Unsere Vorstellungen sind wiederum abhängig von unseren „Erfahrungen“. Diese können jedoch, ein objektives Ereignis vorausgesetzt, ganz verschieden sein, abhängig von der Situation, in der wir das Ereignis erleben, bzw. von der Position, von der aus wir es beschreiben. Ganz deutlich wird dies zum Beispiel im Fall einer kriegerischen Auseinandersetzung, wo die Position des Siegers ganz andere Mythen erzeugen wird als die des Besiegten.

Heute spielt der Begriff der Narrative eine große Rolle in der politischen Diskussion. Es geht dabei darum, eingängige Erzählungen zu finden, mit denen die Bevölkerung, aber auch die jeweiligen Parlamente und Entscheidungsträger dazu gebracht werden können, eine bestimmte Politik zu akzeptieren. Es handelt sich dabei eher um moderne Märchen als um bedeutungsvolle gesellschaftliche Erzählungen wie Mären bzw. Mythen.

Die großen Mythen der wissenschaftlichen-technischen Revolution beruhen zum Beispiel auf den Memen^{xx} wie: „vom Tellerwäscher zum Millionär“ oder „dem Land der unbegrenzten Möglichkeiten“. Natürlich greifen diese beiden Meme auf kulturell bezogene Ereignisse – nämlich in den Vereinigten Staaten von Amerika – zurück. Sie berücksichtigen die enormen ökonomisch-sozialen Entwicklungen in den USA, die mit der wissenschaftlich-technischen Revolution verbunden sind.

In Deutschland nach dem zweiten Weltkrieg entwickelten sich in der Bundesrepublik Deutschland (BRD) die Mythe vom „Wirtschaftswunder“ und in der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) das Mem von den „Trümmerfrauen“ und die Mythe vom „Neuaufbau Deutschlands^{xxi xxii} und begründete damit auch die neue Rolle der Frau in der neuen Gesellschaft der DDR. In Filmen, Romanen und vielen Erzählungen, in Presse, Rundfunk und Fernsehen wurden diese Mythen erzählt. Es fehlt jedoch eine allgemein akzeptierte Erzählung, da die zugrundeliegenden Ereignisse noch nicht genügend weit zurückliegen und vor allem, weil die bisherigen Mythen dazu aus völlig unterschiedlicher Perspektive/Position heraus entstanden.

Beide dieser neuen deutschen Mythen sind eng mit der wissenschaftlich-technischen Revolution verbunden. In der BRD war es der Neustart des Kapitalismus in Form der „sozialen Marktwirtschaft“, in der DDR der Versuch des Aufbaus einer neuen gesellschaftlichen Ordnung – des Sozialismus – ohne eine entsprechende, vorausgehende soziale Revolution eines großen, entscheidenden Teils der Bevölkerung.

Mit der „Wende“ 1989/90 bzw. der Vereinigung von BRD und DDR ergab sich die Möglichkeit, die in Deutschland fehlende „revolutionäre Mythe“ mit der Erzählung von der „friedlichen Revolution“^{xxii} bzw. der „Kerzenrevolution“ endlich zu konstruieren. Unzweifelhaft handelt es sich hierbei um ein erzählenswertes, gesellschaftliches Ereignis von großer Bedeutung, das als legitime Grundlage für eine Mythe bzw. Mär dienen kann und es auch tut! Und dieser gesellschaftliche Umbruch hat durchaus seinen Grund in der wissenschaftlich-technischen Revolution, denn die Entwicklung der Produktivität in der DDR – wie auch in den anderen sozialistischen Ländern – konnte nicht Schritt halten mit der in der BRD sowie den anderen hochindustrialisierten, kapitalistischen Ländern und war somit unterlegen! Den „Wettbewerb der Systeme“ hat das System „Comecon“ der sozialistischen Länder verloren. Es fand ein gesellschaftlicher Phasenübergang ungeheuren Ausmaßes statt, denn das dem Comecon zugrundeliegende ökonomische System war längst instabil geworden. Die staatlichen Strukturen dieser sozialistischen Länder brachen allesamt aus nichtigen Anlässen innerhalb weniger Wochen völlig zusammen – ein untrügliches Zeichen einer höchst instabilen Situation. Das ist der Grund für die „Friedlichkeit“ dieser Mythe von der „friedlichen Revolution“.

Doch gibt es neben dieser politischen Mythe noch eine, der wissenschaftlich-technischen Revolution immanente, weltanschauliche Komponente, die an der Entwicklung der wissenschaftlich-technischen Revolution wesentlichen Anteil hat und eine eigene Gruppe von Mythen darstellt. Wir sind der Auffassung, dass Mythen, aber auch der religiöse Glaube als Triebkräfte der Entwicklungen dienen, die sie selbst beschreiben. Sie haben demnach gewissermaßen die Funktion von Katalysatoren der jeweiligen sozialen Entwicklungen.

Um diese These besser verstehen zu können, sei vorweg darauf hingewiesen, dass heutige Mythen oft in der stark komprimierten Form ihrer Meme, also in Form von Schlagzeilen und Bildern uns entgegentreten.

In dieser Kurzform fungieren auch die Mythen der wissenschaftlich-technischen Revolution als Triebkräfte der Entwicklungen, die sie selbst beschreiben. Das klingt ganz nach einer Katalyse, ist aber weit mehr – es handelt sich hierbei um „Autokatalyse“.

Was die Entwicklung im Zeitalter der wissenschaftlich-technischen Revolution betrifft, wollen wir dies hier an Hand einiger Schlagwörter kurz erörtern. Es sei jedoch vorweg betont, dass in den letzten Jahrzehnten seit der „Wende“ Schlagzeilen und Werbeslogans zumindest auf kurze Sicht die Rolle der Mythen und insbesondere der Mythenbildung übernommen haben (s. Herfried Münkler: „Wir sind Papst“ und „Du bist Deutschland“ in: *Die Deutschen und ihre Mythen*^{xxi}). Dies gilt aus unserer Sicht nicht nur für politische Mythen.

Die große mathematische Erzählung

a) Die Messbarkeits-Mythe

„**Alles ist messbar**“ ist einer der Glaubenssätze der modernen Wissenschaften und Voraussetzung aller Technik! Es war unzweifelhaft ein großer Fortschritt, als man von der Phase der spekulativen Wissenschaft zur messenden Wissenschaft überging. Damit sind die Namen unter anderem von Kepler, Galilei, Newton und Leibniz^{xxiii} verbunden und in späteren Jahrhunderten z.B. von Humboldt und Gauß. Daniel Kehlmann beschreibt gerade diesen letztgenannten Beginn fast mythenbildend in seinem überaus lesenswerten Roman „Die Vermessung der Welt“^{xxiv}. Die Messbarkeitshypothese ist die Grundlage vieler moderner Wissenschaften und war Grundbedingung des sich stark entwickelnden Instrumentenbaus und dieser wiederum für die Weiterentwicklung der Mythe, die durch den einfachen Slogan „**alles ist messbar**“ fast als Mem fortexistierte und so immer weitere Gebiete, immer größere ebenso wie immer kleinere Zeiten erfasste.

Bei der Entwicklung der Quantenmechanik spielte die Messbarkeit in Form des „Messproblems“ eine entscheidende Rolle. Als „Problem der Messbarkeit „gleichzeitiger“ Ereignisse wird sie zur Grundidee der Relativitätstheorie. Als Statistik wird sie Grundlage des modernen Kapitalverkehrs, der Ökonomie und der Versicherungswirtschaft.

Die Messbarkeit ist eine äußerst faszinierende und fruchtbare Idee. Sie fasst in ganz ungewöhnlichem Maße gesellschaftliche Erfahrungen zusammen und veränderte und verändert immer noch unsere Welt. Aber ist wirklich alles messbar oder grenzen wir hiermit nur etwas aus?

Tatsächlich erreicht die Messbarkeit ihre Grenzen, wenn die Realität der Messung das gemessene System selbst verändert, wie es z.B. in der Quantenmechanik der Fall ist. Und lassen sich qualitative Eigenschaften wie z.B. Komplexität, Unordnung oder sogar Glück wirklich messen? Ebenso gibt es in der Biologie zahlreiche Prozesse wie den der Zellteilung, die nicht messbar sind. Bei Fraktalen tritt das prinzipielle Problem auf, dass die Messgröße vom Maßstab der Messung abhängt^{xxv}. So erhält man z.B. bei der Messung der Länge einer zerklüfteten Küstenlinie (z.B. der Küste der Insel Rügen, wie dies 1978 anschaulich in der populärwissenschaftlichen DDR-Zeitschrift ‚wissenschaft und fortschritt‘ beschrieben wurde^{xxvi}) beliebig viele Werte, je nachdem wie man den Maßstab ansetzt.

Aber die Messbarkeit hat noch zwei Geschwister – die Berechenbarkeit und die Vergleichbarkeit. Erst dieses Tripel bildet die große „mathematische Mythe“, die großartige, mathematische Erzählung, die unbedingt erzählt werden muss!

b) Die Vergleichbarkeits-Mythe

Dass man Quantitäten erfassen kann, ist die eine Sache, aber die Messbarkeit impliziert ja, dass man auf diese Weise eine Ordnungsstruktur aufbauen kann. Man erklärt eine totale Ordnung auf der Menge der messend erfassten Objekte. Das hat die scheinbar angenehme Konsequenz, dass man Objekte oder Situationen an Hand der so geschaffenen Ordnungsrelation miteinander vergleichen kann. Die Einführung des Geldes war nicht nur eine große ökonomische Errungenschaft, sondern erfasste auch die gesellschaftliche Erfahrung, die in dem Satz: „**Alles ist vergleichbar.**“ ihren zutreffenden Ausdruck fand; denn über das Geld ist ja alles, aber auch alles vergleichbar geworden, indem es austauschbar wurde. Karl Marx spricht im Zusammenhang mit dem Tauschwert vom Fetischcharakter/Fetischwert einer Ware und des Geldes^{xxvii}.

Heute nun wollen wir alles messen und vergleichen. Wettbewerbe jeder Art mit anschließender Preisverleihung, Intelligenzquotient, Pisa-Test, Weltglückstag am 20. März (wie kann man Glück vergleichen?), ja sogar ein Ranking von Universitäten sind Schlagworte, die uns alltäglich begegnen und eine „Objektivität“ von Entscheidungen und Entscheidern vortäuschen, die es gar nicht gibt! Selbstverständlich gibt es eine Vielzahl von Narrativen, von Erzählungen und Bildern, Berichten und groß aufgemachten Nachrichten, in denen uns die „Vergleichbarkeitsmythe“ tagtäglich nähergebracht wird.

Unzweifelhaft kann man heute vieles messen und vergleichen. Wir beherrschen diese Techniken, aber wir vergessen dabei die Wissenschaft. Diese sagt nämlich, dass die „natürliche Ordnung“ der Dinge ganz und gar nicht die *totale Ordnung* ist, sondern die *Halbordnung*, und das impliziert die *Unvergleichbarkeit*. Vergleicht man Verteilungen (z.B. Partitionen einer natürlichen Zahl n – bereits Leibniz fand in seinen mathematischen Studien zur „*ars combinatoria*“ eine Rekursionsformel für Partitionen von n in k Summanden^{xxiii xxviii}) bezüglich der „kleiner-gleich“- bzw. „größer-gleich“-Beziehung (Majorisierung^{xxix}), so lassen sich bereits für $n = 6$ Verteilungen finden, die nicht vergleichbar sind (s. Abb. 6). Grundlegende Arbeiten hierzu in der Mathematik und Physik gehen auf Uhlmann, Albert et al.^{xxx} sowie Ruch und Schönhofer^{xxxi} zurück.

Es gibt also Verteilungen von Eigenschaften, die man nicht miteinander vergleichen kann, und tut man es entgegen der wissenschaftlichen Erkenntnis doch, dann beruht das auf Vorurteilen, über die man in der Regel einfach nicht spricht. Mit der Objektivitätsphrase leugnet man, dass man eben nicht objektiv ist.

Kurz: bei der Unvergleichbarkeitsmythe handelt es sich um eine Mythe der *technischen Revolution* – nicht aber der *wissenschaftlich-technischen Revolution*, denn die Wissenschaft wird hier bewusst negiert bzw. außeracht gelassen. Anders ausgedrückt: Kunstwerke kann man nicht vergleichen. Schreibt man ihnen zum Beispiel auf Auktionen einen Tauschwert zu, dann ist dies weitgehend der Fetischwert, auf den schon Karl Marx^{xxvii} hinweist, der damit die Subjektivität der Wertzuweisung bzw. das Vorurteil betont.

c) Die Berechenbarkeits-Mythe

Die dritte bedeutende, mathematische Mythe in diesem Dreiklang ist die der Berechenbarkeit („**Alles ist berechenbar**“). Sie ist eng verbunden mit der Entwicklung der Physik, insbesondere der Mechanik. Zwar wurde der Laplace'sche Dämon^{xxxii}, nach dem es theoretisch möglich sein sollte, aus der Kenntnis aller Naturgesetze und Initialbedingungen jeden vergangenen und jeden künftigen Zustand zu berechnen, oft belächelt, aber die Entwicklung in der Technik im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert gaben ihm doch weitgehend recht.

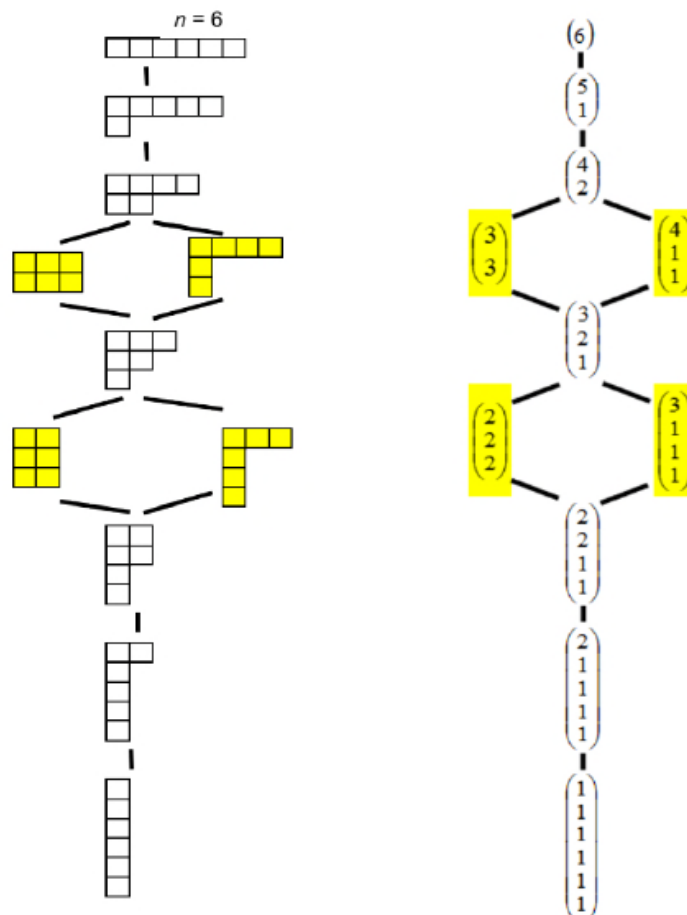


Abb. 6 Diagramm-Verband der Zahl 6.
 Die jeweils nebeneinander stehenden, gelb markierten Verteilungen sind nicht vergleichbar.

Welch großen Einfluss die Berechenbarkeitsmythe auf die Entstehung der Quantenchemie hatte, zeigt sich in der Entwicklung des „ab-initio“ SCF (self consistent field) Verfahrens^{xxxiii}. Die Annahme, man könne die Eigenschaften auch großer Moleküle aus den Basiseigenschaften der beteiligten Elektronen und Atomrümpfe bzw. Atomkerne – also von Anfang an, d.h. ab initio – berechnen, erwies sich schon bald als nicht gerechtfertigt, was aber die Theoretische Chemie nicht daran hinderte, dieses Verfahren ständig weiter zu entwickeln, was auch mit beträchtlichen staatlichen Mitteln gefördert wurde. Das trug auch dazu bei, die Entwicklung der Großrechenanlagen und ihrer zugehörigen Betriebssysteme zu forcieren.

Heute findet „Big Data“ in der Berechenbarkeitsmythe ihre technische Begründung. Das Sammeln bisher unvorstellbar großer Datenmengen soll es ermöglichen, immer genauer die Zukunft bzw. die zukünftigen Handlungen und Verhaltensweisen der Menschen im Voraus zu berechnen – also vorherzusagen. Der Laplace'sche Dämon hat die Herrschaft übernommen und lässt grüßen. Welch ein

Irrglaube! Komplexität wird auf Kompliziertheit reduziert, denn die sei ja bekanntlich berechenbar! Wir bezweifeln hier nicht, dass sehr vieles berechnet werden kann, weit mehr, als man jemals dachte, denn wir verfügen heute über ein hervorragendes Werkzeug dafür – den Computer!

Aber gerade mit seiner Hilfe war es auch möglich zu zeigen, wo die Grenzen dieser Art von Berechenbarkeit prinzipiell liegen. Es waren die grundlegenden Arbeiten z.B. von Benoit Mandelbrot^{xxxiv}, Mitchell Feigenbaum^{xxxv} und Heinz-Otto Peitgen^{xxxvi} zu Chaos und dessen fraktaler Struktur, die deutlich machten, dass das Ergebnis der Rechnung zum Beispiel abhängt von der Genauigkeit, die niemals unendlich sein kann. Ein schönes Beispiel dafür ist die iterative Berechnung der logistischen Gleichung^{xxxvii} $x_{n+1} = rx_n(1 - x_n)$ im Intervall $0 \leq x_n \leq 1$. Trägt man die Folge der Werte x_{n+1} als Funktion von $0 \leq r \leq 4$ auf, dann erhält man das berühmte Feigenbaum-Diagramm (Abb. 7).

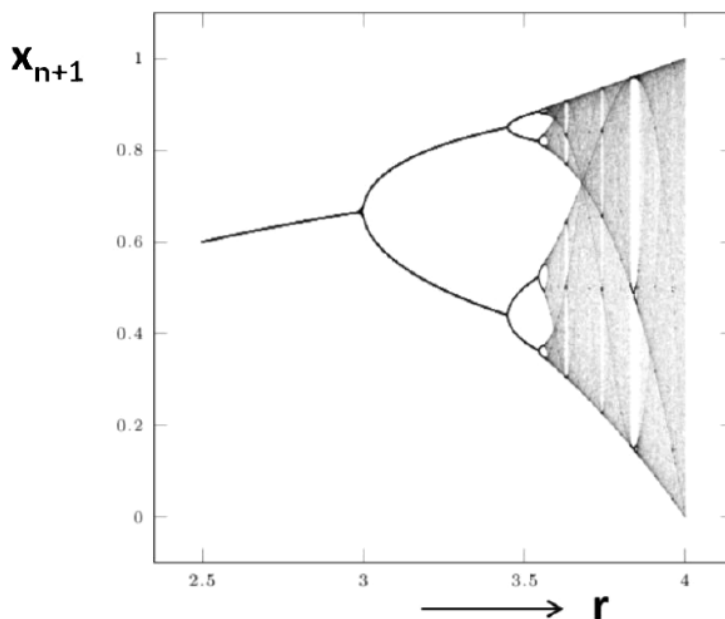


Abb. 7 Feigenbaum-Diagramm der Logistischen Gleichung (Quelle: Internet^{xxxviii}).

Wenn man diese Ideenwelt auf die Physik, Chemie, Biologie und die Gesellschaftswissenschaften anwendet, dann zeigen sich die Grenzen dieser Allmachtphantasie der Berechenbarkeitsmythe nur zu deutlich, wie die beschränkte Vorhersagbarkeit des Wetters uns täglich beweist, da dieses oft recht chaotisch ist^{xxxix}.

Aber auch in der Mathematik und der theoretischen Informatik lassen sich die Grenzen der Berechenbarkeit^{xl} zeigen. So ist eine Funktion berechenbar, wenn es einen Algorithmus gibt, der für jede Eingabe aus dem Definitionsbereich der Funktion terminiert und den korrekten Funktionswert ermittelt sowie an den nicht definierten Stellen der Funktion nicht stoppt, sondern diese überspringt. Da jeder Algorithmus aus einem endlichen Text bestehen muss und die Programme mit natürlichen Zahlen geordnet werden können, ist die Menge der Algorithmen und damit auch der berechenbaren Funktionen abzählbar unendlich. Andererseits folgt aus dem Satz von Cantor^{xli}, dass die Menge aller Teilmengen der natürlichen Zahlen über-abzählbar ist und es somit über-abzählbar viele Funktionen gibt. Daraus folgt, dass unendlich viele Funktionen übrig bleiben, die sich nicht durch einen Algorithmus berechnen lassen. Das bekannteste Beispiel für eine nicht berechenbare Funktion, die auf einem Computer prinzipiell nicht lösbar ist, ist das Halteproblem^{xlii}.

Die große physikalische Erzählung

Ergänzt werden die drei „mathematischen Mythen“ durch drei „physikalische Mythen“, die ebenfalls auf der Anwendung des Allquantors^{xliii} beruhen. Nebenbei sei bemerkt, dass sich auch viele, seit Jahrtausenden bekannte Paradoxien aus dem Gebrauch des Allquantors ergeben (Beispiel „ein Kreter sagt, **alle** Kreter lügen.“ Hat er gelogen, oder hat er die Wahrheit gesagt?^{xliiv}).

a) Die „Kausalitäts-Mythe“

Das Schlagwort der Kausalitätsmythe lautet ganz einfach „**Alles hat eine Ursache**“ und wurde als *Ursache-Wirkungs-Prinzip* im 19. und 20. Jahrhundert ausgiebig diskutiert. Beruhend auf der Mechanik spiegelt sie wie kaum eine andere Mythe die technische Entwicklung der letzten beiden Jahrhunderte wider.

Im Zusammenhang mit dem Wahrheitsbegriff der klassischen Logik fordert die *starke Kausalität* die Umkehrbarkeit, d.h. dass jede Ursache eine Wirkung – und jede Wirkung eine Ursache hat (Äquivalenz), während die *schwache Kausalität* nur fordert, dass eine Ursache eine Wirkung hat (Implikation). Diese Auffassung der Kausalität ist eng verknüpft mit dem Begriff des Determinismus.

Andererseits spricht man heute in der Physik, insbesondere der Mechanik, von *schwacher Kausalität* dann, wenn gleiche Ursachen stets die gleiche Wirkung zur Folge haben, und von *starker Kausalität*, wenn ähnliche Ursachen eine ähnliche Wirkung zur Folge haben^{xliv}. Aber selbst die schwache Kausalität erreicht in diesem Zusammenhang ihre Grenzen, da es bereits bei vergleichsweise einfachen Versuchsanordnungen vorkommt, dass kleinste Unterschiede in den Anfangsbedingungen zu völlig verschiedenen Versuchsergebnissen führen.

Nicht in das allgemeine Bewusstsein Eingang gefunden haben jedoch die auf der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie beruhenden Entwicklungen des Kausalitätsbegriffes^{xlvi}.

Die auf der Entwicklung des Chaosbegriffes zurückgehende Einbeziehung des Zufalls in den Kausalitätsbegriff hat zwar mit dem „Schmetterlingseffekt“^{xxxxix} eine mythische Repräsentation erfahren, doch scheint uns dies nur eine kurze, vorübergehende Episode zu sein, ein Medienspektakel bzw. Medien-Hype. Der alte Kausalitätsbegriff – gekoppelt mit dem Missverständnis, dass Chaos die totale Unordnung beschreibe – dominiert auch weiterhin das gesellschaftliche Verhalten und die Vorstellungen der Menschen darüber.

b) Die Machbarkeits-Mythe

„Im Grunde genommen ist **alles** machbar“, man braucht nur genug Geld und Zeit, die richtigen Werkzeuge, Maschinen, Rohstoffe und geeignetes Personal. Keine Aufgabe, kein Projekt ist groß genug, als dass man es nicht bewältigen könne. Wir können alles herstellen und bauen, überall hingelangen, wir können zum Mond fliegen, die Wüste fruchtbar machen, wir können das Verhalten von Menschenmassen beliebig steuern, wir können ein Individuum „klonen“ und jede Krankheit heilen.

In einer kaum überschaubaren Flut von Erzählungen, Romanen, Dokumentationen, Features usw. wird diese Mythe ständig reproduziert. In dem heute bereits geflügelten Wort der deutschen Kanzlerin Angela Merkel zur Migrationswelle 2015 „Wir schaffen das“ hat diese Mythe eine prägnante, ikonographische Form gefunden. Mit diesen Narrativen steuert man wirklich das Verhalten der Menschen (Willkommenskultur). Auf diese Weise verändern wir unsere Welt und nehmen sie dadurch völlig neu und verändert wieder wahr, was wir in neuen Narrativen/Erzählungen erneut verarbeiten. So erklingt heute bereits – bezogen auf die eben erwähnte Migrationswelle nach Deutschland – die Forderung, mit neuen Narrativen auf die veränderte Situation zu reagieren („Migranten sind Verge-waltiger“).

Aber wie alle anderen Mythen der industriellen Revolution beruht auch diese Mythe auf dem Allquantor^{xliiii} und sollte somit auch Veranlassung zu neuen Paradoxien sein. Und solche Paradoxien haben sich durchaus gebildet: Wenn wir alles machen können, dann können wir auch alles zerstören, also auch uns und unsere Gesellschaft selbst. Darauf beruhte das Abschreckungsszenarium des Kal-

ten Kriegen und darauf setzt insbesondere der Präsident der USA Donald Trump, der zum Beispiel im Konflikt mit Nord-Korea diese Paradoxie bewusst als eine Verhandlungsstrategie verwendet. Der Krieg bzw. der Atomkrieg ist in seiner Konsequenz die furchtbarste Paradoxie dieser Machbarkeitsmythe.

c) Die Mythe des unbeschränkten Wachstums

Die ikonographische Mythe „*Seid fruchtbar und vermehrt euch*“^{xlvii} ist die Quintessenz der historischen Erfahrungen der Menschheit. Sie reflektiert das Verhalten eines biologischen, bzw. gesellschaftlichen Systems, das die Grenzen seiner eigenen Existenz nicht spürt. Und wenn Grenzen spürbar wurden, dann konnten sie wie im Fall der menschlichen Gesellschaft verschoben werden: Auf der Basis der Kausalitäts- und Machbarkeitsmythe erfolgte eine Besiedelung der Welt (Migration, Machbarkeitsmythos), man erfand die Viehzucht (Arche Noah) und auch den Ackerbau oder den Kunstdünger (Wettbewerb der franz. Akademie der Wissenschaften, Kausalitätsmythos), um den Hunger zu bezwingen.

Wenn aber die Grenzen des Wachstums der Population spürbar werden, wie das der Club of Rome^{xlviii} oder auch Manfred Peschel^{xlix} gezeigt haben, dann negiert man diese Erkenntnis, macht sie lächerlich oder verschweigt sie gänzlich. Gleichzeitig versucht man in Verbindung mit der Machbarkeitsmythe die Mythe des unbeschränkten Wachstums zu perpetuieren: das Leben auf der hiesigen Welt würde so schlimm werden, dass man ins All zu anderen Erden auswandern müsse (Migration). Man wird zu diesem Zweck sehr lange Reisen unternehmen müssen. Wir müssten deshalb die Entwicklung der Raketen und Raumfahrzeuge vorantreiben. Aber die bisherige Lebenserwartung eines einzelnen Menschen reiche dafür nicht aus. Wir müssten uns also unsterblich machen (Machbarkeitsmythe). Für all diese bereits laufenden Entwicklungen werden nicht unerhebliche finanzielle, technische und wissenschaftlich-medizinische Ressourcen bereitgestellt und es existieren viele Erzählungen, Bücher und Filme, die diese Ideen mythisch verkleidet propagieren.

Aber auch auf diesem Gebiet des Wachstums begrenzter Systeme gibt es seit vielen Jahren Forschungsergebnisse, die die Bedingtheit des Mythos vom unbeschränkten Wachstum deutlich machen. Dazu gehören vor allem die Ergebnisse der Synergetik, denn wenn eine Population in einem begrenzten System wächst, dann ändern sich die Bedingungen bzw. die Parameter ständig, bis es möglicherweise einen stationären Zustand erreicht hat, was jedoch nur möglich ist, wenn das System offen ist bezüglich des Nahrungs- und Energieumsatzes. Wenn dabei jedoch das System selbst zerstört wird, z.B. durch ein Festhalten am uneingeschränkten Wachstum des allgemeinen Konsums, dann kann dieser stationäre Zustand nicht erreicht werden, das System zerstört sich selbst. Was die Synergetik aber auch zeigt ist, dass es in solchen nichtstationären Systemen Schwellwerte geben kann, bei denen völlig neue – in diesem Fall gesellschaftliche – Strukturen entstehen können. Dies gilt jedoch nicht nur für die Wachstumsphase, sondern auch für die Abklingphase der Selbstzerstörung.

Fazit

Mythen in jeglicher Form sind nicht nur Zustandsbeschreibungen, sondern sie sind auch Handlungsanleitungen, die die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft beschleunigen. Sie fungieren also als Katalysatoren. Da sie sich dabei aber selbst verändern – auch chemische Katalysatoren verändern sich während der Katalyse! – sind es Katalysatoren eines autokatalytischen Prozesses.

Beruhend diese Mythen auf der Verwendung des Allquantors, wie es für die Mythen der industriellen Revolution üblich ist, dann ist es unvermeidlich, dass dabei Paradoxien entstehen und neue wissenschaftliche Erkenntnisse ausgeschlossen werden. Beschränken sich die Mythen nur auf einen technischen bzw. religiösen Charakter, so verlieren sie ihre autokatalytischen Eigenschaften, nämlich ihren wissenschaftlichen Charakter. Demgemäß gilt dies nicht für Mythen einer wirklich wissenschaftlich-technischen Revolution.

Schlussbemerkung

Greifen wir abschließend noch einmal die eingangs erörterte Problematik der Strukturbildung durch soziale Spiegelung auf. In der fiktiven Welt unseres Denkens spiegelt sich die individuelle wie auch die gesellschaftliche Realität. Wir entwerfen Bilder und schaffen uns geeignete Begriffe, unsere Gegenwart zu meistern, zu verbessern und somit zu verändern. Wir schaffen uns unsere eigene Realität. In diesem Sinn sind auch die mächtigen, auf dem Allquantor beruhenden Mythen der wissenschaftlich-technischen Revolution eine Realität. Wie real diese Mythen sind, zeigt sich an ihrer gesellschaftlichen Wirkung.

Mit ihrer Hilfe und dem Irrglauben an die Omnipotenz des Menschen entwerfen wir auch Vorstellungen von der Zukunft der Menschheit. In einer großen Vielzahl von Narrativen und Bildern können sich einige Menschen ein glänzendes Bild ihrer Zukunft ausmalen. Wir begründen selbst Forschungsanträge mit den waghalsigsten Argumenten, die weder nachprüfbar noch begründbar, ja selbst nicht einmal plausibel sein müssen, indem wir mögliche zukünftige Resultate als Gewissheit darstellen, die alle unsere Probleme löst. Ein Beispiel hierfür sind Anträge auf medizinische Forschungen, wo der Krebs etc. quasi schon heute besiegt sei, gewissermaßen mit der Bewilligung der Gelder für die erst noch zu erbringende Forschung.

Diese erträumte Zukunft, wird sie durch die Medien aufgegriffen, kann eine Realität entwickeln, indem sie wieder – nun massenweise propagiert – zur Anleitung gesellschaftlichen Handelns werden kann. Solche Zukunftsentwürfe sind nicht nur im politischen Bereich von großer Bedeutung, sondern vor allem auch im technischen Bereich.

In diesem Sinne gibt es eben auch zukunftsbezogene Mythen! Gesellschaftspolitisch handelt es sich dabei um Utopien und den Fortschrittsglauben. Ein ganz aktuelles Beispiel hierfür ist die künstliche Intelligenz (KI) in Verbindung mit „Big Data“¹.

Getrieben durch die mathematisch-physikalischen Mythen entwickelt sich eine Vielzahl von Narrativen, aber auch von Maschinen bzw. Robotern mit verblüffenden Fähigkeiten. Die Entwicklung dieser alles versprechenden neuen Technik befeuert mit ihren Produkten die Phantasien auch der politischen Handelnden. Diese begreifen dann die auf Messen dargestellten Produkte als Bestätigung ihrer Politik und fördern intensiv die Mythenbildung. Ein schönes Beispiel dafür sind die Schlagworte von der „Digitalisierung“ der Gesellschaft und der „Industrie 4.0“.

Wir haben oben bereits herausgearbeitet, dass die Mythen wie Katalysatoren im gesellschaftlichen Prozess wirken. Hier, bei den auf die Zukunft bezogenen Mythen tritt ihre katalytische Eigenschaft in markanter Weise hervor, denn sie wirken stark beschleunigend auf die wissenschaftlich-technische, aber auch auf die gesellschaftliche Entwicklung ein.

Adresse der Verfasser: peter_plath@t-online.de
ernst-christoph.hass@web.de

Endnoten

- ⁱ J. Grimm, *Deutsche Mythologie*, Band I bis III, Drei Lilien Verlag Wiesbaden (1992).
- ⁱⁱ P.J. Plath, *Vom Märchen zur Mär*, Logos Verlag Berlin (2012).
- ⁱⁱⁱ R. von Ranke-Graves, *Griechische Mythologie — Quellen und Deutung*, Rowohlt Taschenbuch Verlag Hamburg (1984).
- ^{iv} F. Stöhr, *endlos — Zur Geschichte des Film- und Videoloops im Zusammenspiel von Technik, Kunst und Ausstellung*, transcript Verlag (2016) S. 120 ff.
- ^v J.P. Crutchfield, *Space-time dynamics in video feedback*, *Physica D* 10, 1-2 (1984) 229 — 245; siehe auch: *Space-Time Dynamics in Video Feedback*, A film by Jim Crutchfield, Entropy Productions, Santa Cruz (1984), Original U-matic video transferred to digital video, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=B4Kn3dJMCE>, abgerufen am 04.06.2018
- ^{vi} U. Schmidt, *Professionelle Videotechnik: Analoge und digitale Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, HDTV, Kameras, Displays, Videorecorder, Produktion und Studiotechnik*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2005).
- ^{vii} Eine Auswahl von Video-Feedback Mustern gibt es im Internet-Archiv ‚The Ultimate Video Feedback Page‘, URL: <http://web.archive.org/web/20010424174710/http://www.videofeedback.dk/World/> (Abgerufen am 26.07.2017, 21:31 UTC).
- ^{viii} Als Beispiel für einen Video-Feedback Simulator siehe: D. Plummer, *image_feedback — An Video Feedback Simulator in Java*, zuletzt geändert am 09.10.2017, URL: https://github.com/jumproper/image_feedback (Abgerufen am 26.07.2018, 22:20 UTC).
- ^{ix} K. Patch, *Pixel feedback forms fractals*, The Latest Technology Research News, January 2, 2002, Internat-URL: [http://www.trnmag.com/Stories/2002/010202/Pixel feedback forms fractals 010202.html](http://www.trnmag.com/Stories/2002/010202/Pixel%20feedback%20forms%20fractals%20010202.html) (Abgerufen: 26.07.2018, 21:22 UTC).
- U. Schmidt, *Digitale Film- und Videotechnik: Filmeigenschaften, Videotechnik und HDTV, Filmabtastung, High Definition Kamera, Digitale Aufzeichnung, Digital Cinema*, Carl Hanser Verlag, München (2008).
- ^x M.G. Leakey, F. Spoor, F.H. Brown, P.N. Gathogo, C. Kiarie, L.N. Leakey, I. McDougall, *New hominin genus from eastern Africa shows diverse middle Pliocene lineages*, *Nature* 410 (2001) 433 — 440; s. auch: H. Gee, *New hominid skull — A 3.5-million-year-old skull is a baffling mosaic of primitive and advanced features*, *Nature News*. Published online: March 22, 2001, doi:10.1038/news010322-8, URL: <https://www.nature.com/news/2001/010322/full/news010322-8.html>.
- ^{xi} S. Harmand, J.E. Lewis, C.S. Feibel, C.J. Lepre, S. Prat, A. Lenoble, X. Boës, R. L.Quinn3, M. Brenet, A. Arroyo, N. Taylor, S. Clément, G. Daver, J.-P. Brugal, L. Leakey, R.A. Mortlock, J.D. Wright5, S. Lokorodi, C. Kirwa, D.V. Kent, H. Roche, *3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya*, *Nature* 521 (2015) 310 — 315.
- ^{xii} T. Lauer, M. Weiss, *Deutschland war schon vor 450.000 Jahren von Gletschern bedeckt — Werkzeuge aus der Altsteinzeit*, Newsroom der Max-Planck-Gesellschaft, veröffentlicht am 23.03.2018, URL: <https://www.mpg.de/11983253/mittelpleistozaen-eiszeiten> (Abgerufen am 26.07.2018, 22:51).
- ^{xiii} H.Haken, P.J. Plath, W. Ebeling, Y.M. Romanowvsky, *Beiträge zur Geschichte der Synergetik — Allgemeine Prinzipien der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft*, Springer Fachmedien, Wiesbaden (2016) S. 1 f.
- ^{xiv} J. Dönges, *Höhlenmalereien der Neandertaler gefunden*, Spektrum.de, News vom 22.02.2018, URL: <https://www.spelctrum.de/news/hoehlenmalereien-der-neandertaler-gefunden/1546545> (Abgerufen: 30.07.2018, 18:42 UTC); gedruckte Version in: *Spektrum — Die Woche* 09/2018
- ^{xv} D.L. Hoffmann, C.D. Standish, M. Garcia-Diez, P.B. Pettitt, J.A. Milton, J. Zilhão, J.J. Alcolea-González, P. Cantalejo-Duarte, H. Collado, R. de Balbin, M. Lorblanchet, J. Ramos-Muñoz, G.-Ch. Weniger, A.W.G. Pike, *U-Th dating of carbonate crusts reveals Neandertal origin of Iberian cave art*, *Science* 359.6378 (2018) 912 — 915, DOI: 10.1126/science.aap7778.
- ^{xvi} J. Zilhão, D.E. Angelucci, E. Badal-Garcia, F. d'Errico, F. Daniel, L. Dayet, K. Douka, T.F.G. Higham, M. J. Martínez-Sánchez, R. Montes-Bernárdez, S. Murcia-Mascarós, C. Pörez-Sirvent, C. Roldán-García, M. Vanhaeren, V. Villaverde, R. Wood, J. Zapata, *Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals*, *PNAS* 107.3 (2010) 1023 — 1028, <https://doi.org/10.1073/pnas.0914088107>.

- xvii D.L. Hoffmann, D.E. Angelucci, V. Villaverde, J. Zapata, J. Zilhão, *Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals 115,000 years ago*, *Sci. Adv.* 4.2 eaar5255 (2018) 1 — 6, DOI: 10.1126/sciadv.aar5255.
- xviii *Elberfelder Bibel*, Brockhaus Verlag / Christliche Verlagsgesellschaft, Wuppertal (2006) Joh. 1,1.
- xix In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 25. Juni 2018, 16:33 UTC. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Politischer Mythos&oldid=178621172](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Politischer_Mythos&oldid=178621172) (Abgerufen: 02. Juli 2018, 22:22 UTC).
- xx P.J. Plath, *Vom Märchen zur Mär*, Logos Verlag, Berlin (2012) S. 9.
- xxi H. Münkler, *Die Deutschen und ihre Mythen*, Rowohlt, Berlin (2009)
- xxii Stiftung Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland, *Deutsche Mythen seit 1945*, Kerber Verlag Berlin (2016).
- xxiii Zur Rolle von Leibniz s. z.B.: H. Hecht, *Gottfried Wilhelm Leibniz: Mathematik und Naturwissenschaften im Paradigma der Metaphysik*, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Leipzig (1992).
- xxiv D. Kehlmann, *Die Vermessung der Welt*, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg (2006).
- xxv B.B. Mandelbrot, *Fractals — Form, Chance, and Dimension*, W.H. Freeman and Company, San Francisco (1977).
- xxvi D. Stoyan, Die nicht-ganzzahlige Dimension — Wie lang ist die Küste der Insel Rügen?, *wissenschaft und fortschritt* 28.12 (1978) 476 — 479.
- xxvii K. Marx, *Das Kapital, Band 1, Erster Abschnitt — Ware und Geld*, K. Marx / F. Engels, Werke, Band 23, Dietz Verlag, Berlin/DDR (1962), S. 50 — 161.
- xxviii E. Knobloch, The Mathematical Studies of G. W. Leibniz on Combinatorics, *Historica Mathematica* 1 (1974) 409 — 430.
- xxix A.W. Marshall, I. Olkin, B.C. Arnold, *Inequalities: Theory of Majorization and its Applications*, Springer-Verlag, New York, Dordrecht, Heidelberg, London (2011).
- xxx A. Uhlmann, Alberti, On the Shannon entropy and related functionals on convex sets, *Rep. Math. Phys.* 1 (1970) 147 — 159;
P.M. Alberti, B. Crell, A. Uhlmann, C. Zylka, Order structure (majorization) and irreversible processes, in: P.J. Plath, E.C. Hass (Hrsg.), *Vernetzte Wissenschaften — Crosslinks in Natural and Social Sciences*, Logos-Verlag, Berlin (2008) 281 — 290.
- xxxi E. Ruch, A. Schönhofer, *Theorie der Chiralitätsfunktionen*, *Theoret. Chim. Acta* 19 (1970) 225 — 287; Ruch, E.: 1975, *The diagram lattice as structural principle*, *Theoret. Chim. Acta*, 38 (1975) 167-183.
- xxxii In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 11. Februar 2018, 16:21 UTC. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Laplacescher D%C3%A4mon&oldid=173893635](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Laplacescher_D%C3%A4mon&oldid=173893635) (Abgerufen: 24. Juni 2018, 11:20 UTC).
- xxxiii Siehe z.B.: W. Kutzelnigg: *Einführung in die Theoretische Chemie*. Wiley-VCH, Weinheim (2002); A.R. Leach: *Molecular Modelling. Principles and Applications*. 2. Auflage, Pearson Prentice Hall, Harlow (2001).
- xxxiv Benoit B. Mandelbrot in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 08. Mai 2018, 17:07 UTC. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Beno%C3%AEt Mandelbrot&oldid=177255633](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Beno%C3%AEt_Mandelbrot&oldid=177255633) (Abgerufen: 25. Juni 2018, 17:33 UTC);
B.B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (1990).
- xxxv Mitchell J. Feigenbaum in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 24. Juni 2018, 19:07 UTC. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Mitchell Feigenbaum&oldid=178597443](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Mitchell_Feigenbaum&oldid=178597443) (Abgerufen: 25. Juni 2018, 17:54 UTC);
M.J. Feigenbaum, *Quantitative Universality for a class of nonlinear transformations*, *Journal of Statistical Physics* 19 (1978) S. 25 — 52.
- xxxvi Hans-Otto Peitgen in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 14. April 2018, 12:27 UTC. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Heinz-Otto Peitgen&oldid=176486813](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Heinz-Otto_Peitgen&oldid=176486813) (Abgerufen: 25. Juni 2018, 17:10 UTC);
H.-O. Peitgen, P.H. Richter, *The Beauty of Fractals — Images of Complex Dynamical Systems*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo (1986).

- ^{xxxvii} In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 16. Februar 2018, 12:03 UTC. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Logistische Gleichung&oldid=174070460](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Logistische_Gleichung&oldid=174070460) (Abgerufen: 25. Juni 2018, 19:11 UTC);
- ^{xxxviii} Bilder zum Feigenbaumdiagramm siehe Internet, URL:
<https://www.google.de/search?q=feigenbaumdiagramm&tbnisch&imgilx84KUTAauGAFM%253A%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.ammu.at%25252Farchiv%25252F10%25252F104.htm&source=iu&pf=m&fir=lx84KUTAauGAFM%253A%252CgweGaxxeTXJVQM%252C&usq=1Y256mC32uBpGGpBbWEolyql4%3D&biw=1680&bih=902&ved=OahUKEwj47KGq5L3TAhXFWRQKHSa7CfMQYjclRg&ei=I0z-WLjPHcWzUab2ppgP#imgrc=NzK6UvldtVDEbM>
(Abgerufen: 25. Juni 2018, 19:12 UTC).
- ^{xxxix} E.N. Lorenz, *The Essence of Chaos*, University of Washington Press (1993, 1995), Kap. 3: *Our Chaotic Weather*, Appendixes: *The Butterfly Effect*
- ^{xl} H. Herold, B. Lurz, J. Wohlrab, *Grundlagen der Informatik*, Pearson Studium, München (2007). S. 615 ff.
- ^{xli} G. Cantor: *Über eine elementare Frage der Mannigfaltigkeitslehre*, Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 1 (1890), 75 — 78;
Brief von Cantor an Dedekind vom 3. August 1899 und 30. August 1899, in: E. Zermelo, Georg Cantor: *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts*. Mit erläuternden Anmerkungen sowie mit Ergänzungen aus dem Briefwechsel Cantor-Dedekind, Verlag von Julius Springer, Berlin (1932) S. 443 ff.
- ^{xlii} In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 17. März 2018, 21:11 UTC. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Halteproblem&oldid=175114356> (Abgerufen: 08. Juli 2018, 19:47 UTC).
- ^{xliii} In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 21. Januar 2018, 12:47 UTC. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Quantoren—Modalitäten—Paradoxien&oldid=173159978> (Abgerufen: 26. Juni 2018, 13:28 UTC); H. Wessel (Hrsg.), *Quantoren — Modalitäten — Paradoxien*, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin (1972).
- ^{xliv} B. Russel, *Mathematical Logic as Based on the Theory of Types*, *American Journal of Mathematics* 30.3, (1908) 222 — 262.
Siehe z.B.: LEIFIPhysik der Joachim Herz Stiftung, *Deterministisches Chaos — Starke und schwache Kausalität*, URL: <https://www.leifiphysik.de/waermelehre/deterministisches-chaos/starke-und-schwache-kausalitaet> (Abgerufen: 29.07.2018, 16:02 UTC);
S. Großmann, *Kausalität und Grenzen der Vorhersagbarkeit*, welt der physik vom 10.06.2009, URL: <https://www.weltderphysik.de/thema/chaos-und-ordnung/kausalitaet/> (Abgerufen: 29.07.2018, 16:06 UTC).
- ^{xlv} Siehe z.B.: LEIFIPhysik der Joachim Herz Stiftung, *Deterministisches Chaos — Starke und schwache Kausalität*, URL: <https://www.leifiphysik.de/waermelehre/deterministisches-chaos/starke-und-schwache-kausalitaet> (Abgerufen: 29.07.2018, 16:02 UTC);
S. Großmann, *Kausalität und Grenzen der Vorhersagbarkeit*, welt der physik vom 10.06.2009, URL: <https://www.weltderphysik.de/thema/chaos-und-ordnung/kausalitaet/> (Abgerufen: 29.07.2018, 16:06 UTC).
- ^{xlvi} J.S. Bell, *On the Einstein Podolsky Rosen Paradox*, *Physics* 1.3 (1964) 195 — 290;
J.S. Bell, *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*, 2. Aufl., Cambridge University Press, Cambridge (2004), (mit einer Einführung von Alain Aspect, bündelt Bells Originalaufsätze, dt. Übersetzung: *Quantenmechanik, Sechs mögliche Welten und weitere Artikel*, de Gruyter, Berlin (2015));
H. Wiseman, *Physics: Bell's theorem still reverberates*, *Nature* 510 (2014) 467 — 469, dt. Übersetzung: *Bellsche Ungleichung — Kontroverse Korrelationen*, spektrum.de, 30.07.2014, URL: <https://www.spektrum.de/news/kontroverse-korrelationen/1302714> (Abgerufen: 26.06.2018, 18:56 UTC).
- ^{xlvii} *Elberfelder Bibel*, Brockhaus Verlag / Christliche Verlagsgesellschaft, Wuppertal (2006) Gen 1,28.
- ^{xlviii} D. Meadows, D. Meadows, E. Zahn, P. Milling, *Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit*, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg (1973).
- ^{xlix} M. Peschel, W. Mende, *Leben wir in einer Volterra-Welt? : Ein ökolog. Zugang zur angewandten Systemanalyse*, Akademie-Verlag, Berlin (1983).

- ¹ G. Scobel, *Ethik der Algorithmen*, 3Sat Mediathek, 24.05.2018 um 21:00 Uhr, URL:
<http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=73782> und
http://nrodl.zdf.de/none/3sat/18/05/180524_sendung_scobe1/3/180524_sendung_scobel2328k_p35v13.mp4 (Abgerufen: 27.06.2018, 19:28 UTC).