

Über die katalytische Ausbreitung kreativer Ideen in der Wissenschaft

Zusammenfassung

Über die Ausbreitung kreativer Ideen gibt es verschiedene Hypothesen. Bei manchen Ideen beobachten wir eine geradezu explosionsartige Akzeptanz, während andere erfahrungsgemäß jahrelang völlig ignoriert wurden. Da Wissenschaft in erster Linie eine professionelle Problemlösung darstellt, liegt es nahe anzunehmen, dass Ideen zu besonders brennenden Problemen sich am raschesten ausbreiten. Die meisten Hypothesen gehen daher direkt oder indirekt von einem Gefälle aus, bei dem in einem *Creative Flow* oder auch in einer Ideendiffusion sich kreative Gedanken in die breite Öffentlichkeit mit ihren Problemen ergießen. Demnach müsste sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit entsprechend des Gefälles zwischen Angebot der kreativen Idee an die Gesellschaft und Nachfrage in der Bevölkerung verändern. Andererseits beobachten wir allerdings, dass gerade die besonders kreativen Ideen sich bisher um so weniger ausbreiteten, je weniger die breite Öffentlichkeit sie verstand. Die Gesellschaft hatte also nicht selten einen großen Bedarf, wusste es aber nicht, weil sie nicht erkannte, wo ihr Bedarf überhaupt liegt. Das war typisch für die *Little Science*. Um die Ausbreitung kreativer Ideen zu verstehen, müssen wir daher zunächst danach fragen, was ist Kreativität, was ist Katalyse, was ist ein Problem und wie erzeugt man eine Nachfrage nach zeitgemäßen Problemlösungen. Die verkürzte Antwort darauf lautet: Eine entsprechende Vorbildung und Informationskompetenz muss vorhanden sein. Schon in einer früheren Publikation wurde darauf hingewiesen, dass sich die Nachfrage nach zeitgemäßen Problemlösungen in der *Big Science* gegenüber der *Little Science* umgekehrt hat. In der Big Science fordert immer öfter die Gesellschaft die Lösung von Problemen durch die Wissenschaft. Dass sich damit auch die Ausbreitung neuer Ideen stark veränderte, liegt auf der Hand. Im Science Citations Index zeigt sich dies dadurch, dass die meisten bekannten Publikationen von Anfang an viel zitiert werden und nicht, wie es der Matthäus Effekt erwarten ließe, im Laufe der Zeit immer öfter.

Einleitung

Da der Begriff der Kreativität meist positiv besetzt ist, wird oft übersehen,

1. dass die meisten kreativen Ideen als Hypothesen Unsinn sind, sie damit die Arbeit in der Wissenschaft erheblich belasten und darum Wissenschaft zu einem anstrengenden Beruf machen.

2. dass sich viele wissenschaftliche Ergebnisse ausbreiten, ohne dass die kreativen Ideen dahinter zunächst zur Kenntnis genommen werden.

3. dass kreative Ideen in der Wissenschaft ein Vorwissen erfordern, dass auch nur wenig Wissenschaftler haben, da mit der zunehmenden Arbeitsteilung in der Wissenschaft auch Wissenschaftler selbst auf immer mehr fachfremden Gebieten Laien sind. Nicht zufällig werden die letzten Universalgelehrten meist zur Zeit der Brüder Humboldt verortet.

Die häufig geäußerte Ansicht, dass sich kreative Gedanken diffusionsartig ausbreiten benutzt den Diffusionsbegriff meist sehr unscharf und keinesfalls im wirklichen Sinne der Diffusion. So haben Ronald Rousseau und andere kürzlich (2012) ¹wieder das veraltete Diffusionsmodell aufgegriffen, um die Ausbreitung von Ideen zu beschreiben. Dabei liegt die etwas eigenwillige Definition von Diffusion zugrunde: „*the term diffusion as such has no meaning*“.

Wir wollen hier terminologisch etwas präziser vorgehen.

1. *Katalyse*

Beginnen wir zunächst mit der Frage: Was ist ein Katalysator? Als Wilhelm Ostwald für seine Arbeiten über Katalyse, chemische Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten 1909 den Nobelpreis erhielt, war das insofern eine Revolution in der Wissenschaft, weil in der Folge nicht nur zahlreiche neue Enzyme² und Katalysatoren entdeckt wurden, das Verständnis dafür, wie sich Stoffwechsellgleichgewichte in belebter und unbelebter Natur kontrollieren lassen veränderte sich fundamental. Das gesamte Leben erscheint uns damit als ein kompliziert ausgewogenes System an Enzymen, die alle zu bestimmten Zeiten entstehen, in bestimmten Konzentrationen, an bestimmten Orten wirksam werden, und damit den gesamten Stoffwechsel strukturieren. Auch wenn Berzelius bereits 1835 von der Catalyse sprach und Payen schon 1833 die Amylose spaltende Diastase entdeckt hatte, die eigentliche Theorie der Katalyse und der kreative Gedanke da-

1 Rousseau, R., Liu, Y. und Ye, F. Y., A preliminary investigation on diffusion through a layered system. – In: *Journal of Informetrics*. 6(2012), S. 177 – 191.

2 Enzyme sind Katalysatoren die von lebenden Organismen hervorgebracht werden und deren gesamten Stoffwechsel in bestimmte Bahnen lenken.

hinter breitete sich erst langsam in immer mehr Theoriegebäuden der Biologie, Chemie, Mathematik, Philosophie, Physik, Psychologie oder den Sozialwissenschaften auch als Metapher aus, und brachte auch die Vorstellung der Autokatalyse hervor. Wobei die positive bzw. negative Autokatalyse einem positiven bzw. negativen *feedback* entspricht. Danach vermögen Katalysatoren sich selbst reproduzierend hervorzubringen. Meist, wie im Falle des Lebens und des Wissens, ist diese Selbstreproduktion nicht nur auf ein Enzym konzentriert, sondern auf ganze katalytische Systeme. Überall erkannte man nach der Entdeckung der Katalyse das Walten katalytischer Prinzipien bei der Überwindung energetischer Barrieren.

2. *Kreativität*

Was war aber an dieser Idee der Katalyse kreativ? Als kreative Ideen können wir zunächst sicher nur Vorstellungen zählen, die etwas neues, etwas bislang noch nicht erkanntes hervorbringen, denn eine solche schöpferischer Tätigkeit ergibt sich aus dem lateinischen *creare*, was so viel bedeutet wie etwas neu schöpfen, erzeugen bzw. erschaffen. Wenn es dazu im Brockhaus heißt: Kreativität sei "schöpferisches Vermögen, das sich im menschlichen Handeln oder Denken realisiert und einerseits durch Neuartigkeit und Originalität gekennzeichnet ist, andererseits aber auch einen sinnvollen und erkennbaren Bezug zur Lösung technischer, menschlicher oder sozialpolitischer Probleme aufweist", so ist dem zwar weitgehend zuzustimmen, ob allerdings Kreativität ausschließlich auf das menschliche Sein begrenzt werden kann, und ob Kreativität immer sinnvoll und Lösungsrelevant sein muss, ist noch kritisch zu hinterfragen. In Wikipedia beispielsweise heißt es: „Kreativität ist eine Eigenschaft lebender Systeme.“, hier wird sie also nicht mehr nur auf den Menschen beschränkt.

Wenn man beispielsweise daran denkt, wie viele Jahrzehnte es inzwischen dauert, bis die breite Öffentlichkeit begreift, dass auch intelligente Maschinen kreativ sein können, und wie viele Menschen sich strikt weigern, diese Idee auch nur genauer zu prüfen, dann erkennt man, dass Menschen, denen die Grundlagen der Kybernetik fehlen, sich einer solchen Idee gar nicht oder nur schwer nähern können.

Historisch ist die anthropomorphe Einschätzung im Brockhaus zwar verständlich, da beispielsweise Francis Galton 1890 mit der „schöpferischen Begabung“ ebenso menschliche Begabung meinte, wie 1921 Lewis Terman in seinen *Genetic Studies of Genius*, wo er sich bei den hochbegabten erwartungsgemäß nur mit kreativen Menschen befasste. Diese Betrachtungen blenden aber das gesamte Gebiet

der sogenannten Künstlichen Intelligenz aus. Die Brockhaus- und auch die Wikipedia-Definition sind also inzwischen völlig veraltet.

Wenn Kreativität darüber hinaus grundsätzlich an sinnvolle Lösungen technischer, menschlicher oder sozialpolitischer Probleme gebunden wäre, könnte man unzählige kreative Kunstwerke nicht mehr als solche bezeichnen. Die Definition im Brockhaus vernachlässigt somit auch so manche Kreativität im künstlerischen Bereich.

R. M. Holm-Hadulla (2010)³ versteht unter Kreativität eine Neukombination von Informationen. Das ist ohne Zweifel eine korrekte Beschreibung vieler als kreativ bezeichneter Erscheinungen. Sie sind also im Prinzip nur neu erzeugte Assoziationen. Das ist insofern wichtig, weil wir noch sehen werden, wie die sogenannten kreativen Ideen in der Wissenschaft durch Neukombinationen entstanden sind. Wobei man insbesondere bei der wissenschaftlichen Kreativität nicht unterschätzen sollte, dass es für etliche geistige Fortschritte ganzer Ketten kreativer Ideen bedarf, so wie die Logik nicht selten mehrere Schlussfolgerungen erfordert, um von der Erkenntnis A gesichert zur Erkenntnis B zu gelangen.

Aus dieser Neukombinationen von Informationen, oder informationstheoretisch korrekter, Nachrichten, weil viele der sogenannten Informationen nicht neu sind und damit auch redundant sein können, wird auch deutlich, warum so viele Kreationen unsinnig, absurd, irreführend, phantastisch, sogar kriminell, etc., und darum weit von Wissenschaftlichkeit entfernt sind. Dabei sind zwei Typen von Neukombinationen zu unterscheiden

1. Die Neukombination von Nachrichten, die sich sozusagen aus der Summe oder dem Produkt der beteiligten Informationen ergibt.

2. Die Neukombination von Nachrichten, die deutlich mehr als die Summe oder das Produkt der beteiligten Informationen hervorbringt. Hier hat sich seit etwa 1910 die Ansicht durchgesetzt, dass Evolution auch sogenannte Emergenzen hervorbringt. Emergenz ist bei Konrad Lorenz der Terminus für das Auftreten qualitativer Neuheit. Das von ihm verwendete Wort „Fulguration“ hat sich weniger durchgesetzt.

Wenn man sich das morphologisch evolutionäre Prinzip der *penta dactyla* beispielsweise ansieht, das von den Flossen der Meeressäuger, über unsere fünfgliedrigen Greifhände, bis zu den Flügeln der Vögel oder den Hufen der Pferde reicht, so basiert dies zunächst auf relativ einfachen unterschiedlichen allometrischen Wachstumsunterschieden, in dem bestimmte Finger verlängert oder auch verkümmert sind. Wenn wir dagegen die damit verbundene Anpassung der Federn

3 Holm-Hadulla, R. M., Kreativität. Konzept und Lebensstil. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 3. Aufl. 2010.

an die Aerodynamik in der Luft, die taktile räumliche Perzeption alles greifbaren oder die Hydrodynamik der Flossen betrachten, so müssen wir hier durchaus von evolutionären Innovationen oder Emergenzen sprechen.

Wie wir speziell aus der Evolution heraus wissen, beruhen diese Kreationen grundsätzlich auf Mutationen und sind damit zufällig. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass auch zahlreiche kreative Gedanken nichts anderes sind als zufällig assoziierte Nachrichten.

An dieser Unterscheidung wird deutlich, dass wir bei der Definition Holm-Hadullas für Kreativität, zwei Arten der Kreativität differenzieren müssen, wobei die Kreativität im engeren Sinne eine Emergenz hervorbringt, die uns als etwas völlig neues erscheint, während die meisten Kombinationen von Nachrichten nur eine neu Assoziation darstellen, die, wenn sie wissenschaftlich betrachtet neu sein soll, noch nicht publiziert wurde. Da unser Denken ja grundsätzlich aus den beiden Komponenten Assoziation und Prüfung auf Brauchbarkeit, auf Sinnhaftigkeit bzw. Logik beruht, ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass eine einfache Assoziation zwar schon kreativ sein kann, aber noch nicht die Bedingung des wissenschaftlichen Denkens mit seinen logischen Schlussfolgerungen erfüllt.

Am Beginn der Künstlichen Intelligenz, als man Computer noch als Denkmaschinen zu konzipieren versuchte, blieb der Aspekt der Assoziation weitgehend unbeachtet, so dass diese Maschinen die Information nur logisch verarbeiteten. Darum sprach man ihnen später das Denken wieder ab. Zur gleichen Zeit stieg aber auch das Interesse, den Computern auch *fuzzy logic* und Assoziation beizubringen. Insofern machte man sie zu der Zeit zu Denkmaschinen, in der ihnen Kritiker diese Fähigkeit zunehmend absprachen. Es ist im Prinzip nicht schwierig einem Computer Assoziationsfähigkeit einzuprogrammieren, es wird nur nicht so häufig gemacht, weil ihre Stärke uns gegenüber eindeutig in der konsequenten und raschen Logik liegt. In der Kunst sinnvoller Assoziationen waren wir dagegen bisher überlegen – meist ohne bewusst zu wissen, wie wir das machen.

Bei weitem nicht alle außergewöhnlichen bzw. neuen Vorstellung die kreativ sein sollen, sind sinnvoll. Im Gegenteil, die meisten sind erfahrungsgemäß unsinnig und halten einer logischen oder praktischen Nachprüfung nicht stand. Insofern hatte Friedrich August Kekulé 1890 Recht, als er sagte: „Lernen wir träumen, meine Herren, dann finden wir vielleicht die Wahrheit, aber hüten wir uns, unsere Träume zu veröffentlichen, ehe sie durch den wachen Verstand geprüft worden sind.“⁴

4 Kekulé, F. A., "Uroboros-Rede" gehalten bei der ihm zu Ehren veranstalteten Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft im großen Saal des Rathauses der Stadt Berlin am 11.3.1890. (25 Jahre Benzolfest). - In: Ber. d. deutschen chemischen Gesellsch. 23(1890), S. 1302.

In diesem Sinne ist auch Einsteins Aphorismus „*I believe in intuition and inspiration. Imagination is more important than knowledge. For knowledge is limited, whereas imagination embraces the entire world, stimulating progress, giving birth to evolution. It is, strictly speaking, a real factor in scientific research.*“⁵ zu verstehen. Die oft zu findende verkürzte Übersetzung „Phantasie ist wichtiger als Wissen,“ die auch das Motto des Einstein-Jahres 2005 war, ist oft missverstanden worden, denn

1. bedeutet „*Imagination*“ Vorstellungskraft, was hier synonym mit Phantasie übersetzt wurde, obwohl Einstein zur Verdeutlichung daneben auch noch *Intuition* und *inspiration* (Eingebung) verwendete, aber das ist nur eine sprachliche Feinheit.

2. wurde in den vielen Bemerkungen dazu sicher nicht ausreichend deutlich, dass der Zusatz Einsteins „denn Wissen ist begrenzt.“, bis heute nicht ernst genug genommen wird, denn diese Unterschiedlichkeit, dass Information unendlich und Wissen endlich ist,⁶ hat erhebliche Konsequenzen. Wissen ist also schon darum begrenzter als Information, weil wir in unseren Träumen, Einfällen oder Phantasien uns weitaus mehr und auch unlogisches oder unverstandenes vorstellen können, als es die begründeten Informationen zulassen.

Was Einstein in diesem Zusammenhang unter „*stimulating progress, giving birth to evolution.*“ andeutet, deckt sich weitgehend mit dem, was Kekulé mit dem vom wachen „Verstand geprüft“ (1890) oder Thomas Heinze (2007)⁷ mit „Anschlussfähigkeit“ umschreiben, denn schon die biologische Evolution erklärt sich daraus, dass epigenetisch jeder neue Schritt sich aus dem vorhergehenden kausal ableiten muss.

Nach der Kreativitätsphase und der logischen Prüfung gibt es noch eine dritte Innovationsphase, die der Verallgemeinerung. In Anlehnung an *Occams Razor* hat man sie auch schon als 'Einstein's razor' bezeichnet, da er schrieb: „Everything should be made as simple as possible, but no simpler.“ Dahinter steckt die große Gefahr, der viele Menschen immer wieder erliegen, die unerlaubte Vereinfachung. Sie tritt uns insbesondere bei der induktiven Schlussfolgerung entgegen, bei der wir leicht dazu verführt werden *pars pro toto*-Schlüsse zu ziehen. Beispiel: Ich sah

- 5 Einstein, A., As quoted in "What Life Means to Einstein: An Interview by George Sylvester Viereck". In: The Saturday Evening Post (26 October 1929) bzw. Einstein, A., Cosmic Religion: With Other Opinions and Aphorisms by, (1931) S. 97.
- 6 Umstätter, W., Die Rolle der Bibliothek im modernen Wissenschaftsmanagement. –In: Humboldt-Spektrum. 2(1995)4, S. 36 – 41.
- 7 Heinze, Th., Institutionelle Rahmenbedingungen für kreative Forschung. Eine empirische Analyse der Felder Nanowissenschaft und Humangenetik. <http://www.hfv-speyer.de/kruecken/pdf-Dateien/ManuskriptHeinze.pdf>

einen ersten, zweiten, dritten weißen Schwan. Behauptung: Alle Schwäne sind weiß.

Wenn Einstein feststellt: *“We can't solve problems by using the same kind of thinking we used when we created them.”* So bedeutet das nicht, dass sich in der Wissenschaft nicht immer wieder das selbe induktive Prinzip wiederholt hat. Nachdem sich eine Begründung für ein bestimmtes Phänomen, wie das der Kraft, als Produkt aus Masse und Beschleunigung, das der Katalyse oder auch das der Informationstheorie zunächst an Spezialfällen beobachtet wurde, versuchte man dieses dann zunehmend auf alle vergleichbaren Probleme direkt oder als Metapher anzuwenden beziehungsweise zu verallgemeinern. Diese Phänomene fanden so ihre wiederholte Bestätigung beziehungsweise ihre Grenzen.

3. *Hypothese versus Theorie*

In diesem Zusammenhang ist auch auf den Unterschied zwischen Hypothese und Theorie hinzuweisen. Während sich in der Geschichte der Wissenschaft schon unzählige Arbeitshypothesen als falsch, irreführend oder auch nur unbrauchbar erwiesen, weil sie zunächst nur auf Phantasie beruhten, erfordert eine Theorie, dass sie in ihrem Aussagebereich bereits überprüft und damit wiederholt bestätigt werden konnte.

Eine eher martialisch anmutende Arbeitshypothese war beispielsweise die von A. Weismann, der zum Nachweis der Vererbung erworbener Eigenschaften, im Sinne Lamarcks, Mäusen reihenweise und von Generation zu Generation die Schwänze abhackte, mit der Hoffnung, sie würden eines Tages Nachkommen ohne Schwänze hervorbringen. Das war natürlich nicht nur grober Unfug, es wurde auch noch als Beleg dafür gewertet, dass Darwins Theorie der Lamarcks überlegen war. Die Hypothese war also eindeutig falsch, anzunehmen, dass eine Maus, aus Angst, dass man ihren Nachkommen auch den Schwanz abhackt, diesen gar nicht erst vererbt. Genau genommen hatte das auch nichts mit den Vorstellungen Lamarcks zu tun, dass der Gebrauch von Organen, deren evolutionäre Entwicklung stärkt. Klassisches Beispiel war die Giraffe, bei der man annahm, dass sie sich immer wieder nach hohen Ästen reckte, und so die Entwicklung eines langen Halses förderte. Wir wissen heute, dass es Gene gibt, die bestimmte Entwicklungstendenzen solcher Art eröffnen. Wobei man zu Weismanns Ehrenrettung erwähnen muss, dass es damals Stimmen gab, die meinten, eine schwanzlose Katze beobachtet zu haben, deren Katzenmutter ihren Schwanz verloren hatte.

Wenn wir in der Literatur immer wieder lesen, eine Theorie sei als falsch erkannt worden, so hat es sich in Wirklichkeit oft nur um eine Hypothese gehan-

delt, oder es hat sich bei genauerer Analyse gezeigt, dass die Theorie nur innerhalb bestimmter Grenzen oder bis zu einem bisher untersuchten Genauigkeitsgrad zutrif. Insofern werden Theorien oft als falsifiziert bezeichnet, obwohl sie eigentlich nur weiterentwickelt wurden.

Merkwürdigerweise beobachten wir die von Karl Raimund Popper als charakteristisch für die Wissenschaft erkannte Falsifikation in der Literatur weit seltener als man annehmen sollte. Im Gegenteil, auch positive Zitierungen sind häufiger als negative, wie E. Garfield⁸ festgestellt hat. Wobei ihm auffiel, dass viele Autoren dazu neigen, die negativen Zitationen zu verschweigen. Ob das daran liegt, dass sich manche Wissenschaftler davor hüten, mögliche *Peer Reviewer* zu verärgern oder Arbeiten mit positiven Zitationen leichter akzeptiert werden, sei dahingestellt. Vereinfacht kann gesagt werden, dass die meisten Autoren eine Publikation dadurch falsifizieren bzw. weiterentwickeln, dass sie weit mehrere Arbeiten mit anführen, die ihre eigene Gegenposition unterstützen.

Es wäre im Prinzip nicht tragisch, wenn Theorien als falsifiziert erscheinen, die eigentlich nur weiterentwickelt wurden, wenn es nicht bei zahlreichen Laien oder Gegnern einer Theorie zu Fehlinterpretationen führen würde. So wurde beispielsweise schon von unzähligen Gegnern der darwinistischen Deszendenztheorie wiederholt behauptet, sie sei bereits falsifiziert, obwohl sie beispielsweise durch die Entdeckung der Informationstheorie, der Desoxyribonukleinsäure (DNS), der Genetik und so weiter. im Neodarwinismus glänzende Bestätigungen fand. Natürlich kann man all das, was Darwin noch nicht wissen konnte, als einen Mangel, als Fehler oder als unzureichende Kreativität in seiner Theorie ansehen, man kann sein geistiges Fundament aber auch als Basis für die spätere Weiterentwicklung dieser Theorie verstehen, was sie zweifellos war.

Dass zahlreiche Gegner der darwinistischen Theorie ihrem Kreator oft anlasteten, was schon über hundert Jahre vor seiner Zeit bekannt war, nämlich dass Mensch und Affe eine für damalige Zeit erschreckende Verwandtschaft aufweisen, zeigt deren weitgehende Unkenntnis in dieser Thematik. So hat Darwin die Erkenntnis Linnés, Lamarcks und anderer nicht falsifiziert, sondern nur besser begründet.

Schon weit vor Darwin hatte Linné zwei Sammlungen an Erkenntnissen seiner Zeit assoziativ zusammen gebracht, die Vielfalt beschriebener Tiere und Pflanzen einerseits, und das Wissen über die sexuelle Vermehrung der Lebewesen andererseits. Zwangsläufig ergab sich aus seiner Systematik ein Verwandtschaftssystem aller Pflanzen und Tiere und weiterhin eine Evolution, für die Darwin ei-

8 Garfield, E., How to Use Citation Analysis for Faculty Evaluations, and When Is It Relevant? Part 2. – In: *Current Comments* Number. 45 (7.11.1983),

gentlich nur noch den Namen und die Erklärung lieferte, die er aus einer Beobachtung von Thomas Robert Malthus entnahm, dem aufgefallen war, das grundsätzlich weitaus mehr Lebewesen geboren werden, als überleben können. Also brachte auch er im Prinzip nur zwei Erkenntnisse, die von Linné und die von Malthus, zusammen. Das Ergebnis war für Männer der Kirche, wie Malthus oder Darwin, in der damaligen Zeit ein schockierender Gedanke, weil er bewies, dass ein „gütiger“ Gott anscheinend Millionen und Abermillionen von unschuldig sterbenden Lebewesen in seiner Schöpfung fest eingeplant hatte.⁹ Es rief abermals in erschreckender Weise das Theodizee-Problem,¹⁰ wie es Leibniz ein Jahrhundert davor formuliert hatte, in Erinnerung und erschütterte nicht nur den Glauben vieler, sondern stärkte auch den Atheismus im Kommunismus.

Insofern war es nur konsequent, dass die katholische Kirche das Systema Naturae auf den Index Librorum Prohibitorum setzte und nicht erst Darwins 1859 erschienenes *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. Für sie, war die kreative Idee Linnés weitaus gefährlicher als die Darwins. Darwin bestätigte nur noch, was auch schon sein Großvater Erasmus Darwin in der *Zoönomia* (1796) oder Johann Wolfgang v. Goethe in der Abhandlung vom Zwi-schenkieferknochen (1785) publiziert hatten. So schrieb Goethe, dass man es ihm schon sehr übel nahm, dass er mit seiner neumodischen Morphologie die „peinliche Verwandtschaft des Affen zu dem Menschen“ nachgewiesen hatte.

4. *Kreativität juristisch betrachtet*

Kreativität ist also bei weitem nicht so positiv, wie es oft den Anschein hat. Sie ist weitaus öfter unsinnig oder unbegründet, als wissenschaftlich fundiert. „Wissenschaftliche Erkenntnisse sind nicht das Ergebnis persönlicher geistiger Schöpfung.“ – sie sind lediglich entdeckt.¹¹

Im Prinzip bedeutet das, dass Wissenschaft aus juristischem Blickwinkel *per se* nicht kreativ sein kann, weil sie ja nur etwas entdeckt, was bereits im Universum enthalten ist.

Es ist darum juristisch auch korrekt, wenn eine Gleichung, wie $-H = \Sigma pi \times l dpi$ nicht als kreativ angesehen werden kann, weil sie bereits mehrfach in allen Variationen publiziert wurde, und sie sich aus der Logik der Mathematik heraus ergeben hat. Für sie kann weder ein geistiges Eigentum, noch ein Urheber- oder ein Patentrecht erworben werden. Sie ist juristisch lediglich eine

9 <http://www.ib.hu-berlin.de/~wumsta/infopub/lectures/Darwinismus09.pdf>

10 <http://www.ib.hu-berlin.de/~wumsta/infopub/lectures/Theodizee09.pdf>

11 jura-basic.de

Entdeckung. Dagegen ist die simple Grafik in Abbildung 1 als einmalig, urheberrechtlich geschützt und damit als kreative Schöpfung anzusehen. Mit Wissen hat diese Grafik nichts zu tun, so dass sich ein weiteres Mal bestätigt, dass Kreativität und Wissen bzw. Wissenschaft zunächst sehr verschiedene Gegenstände sind.

Abbildung 1: Unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten enthält diese Graphik für Menschen Information aber kein Wissen. Ihre Erzeugung erfordert (wenn auch nur geringe) Kreativität, sie ist (von Kopien abgesehen) einmalig und damit urheberrechtlich geschützt.



Es ist auch bemerkenswert, dass schon die geringfügige Abwandlung von Abbildung 2 zu Abbildung 1, eine neue Kreation darstellt. Dies ergibt sich sowohl aus der Tatsache, dass sich rein grafisch der Punkt nicht an der selben Stelle befindet, als auch daraus, dass für uns Menschen damit ein anderer Blick resultiert.

Abbildung 2: Schon die Verschiebung eines einzigen Punktes (des Auges) gegenüber Abbildung 1 entspräche hier einer kreativen Veränderung.



Das die Entdeckung von Naturgesetzen für Wissenschaftler/innen andererseits erfahrungsgemäß eine unglaubliche Kreativität erfordert, ist ein interessantes Paradox, das darin seine Erklärung findet, dass wir von unserer Welt ein inneres Modell erzeugen, um dann zu prüfen, ob es mit der realen Welt übereinstimmt.

5. Theorie und Katalyse

Katalysen haben nicht nur zufällig eine große Ähnlichkeit mit den Theorien der Wissenschaft. Letztere katalysieren sozusagen Problemlösungen ohne sich zu verbrauchen.

Betrachten wir beispielsweise einen Begriff aus der Mechanik, wie den der Kraft. Kaum hatte man in der Theorie erkannt, dass Kraft das Produkt von Masse und Beschleunigung ist ($K = M \times B$), zeigte sich in beeindruckender Weise, dass dies grundsätzlich und ausnahmslos für alle Kräfte der Mechanik galt. Man sprach tief beeindruckt von einem Naturgesetz, das in der Biomechanik, Feinmechanik, Himmelsmechanik, Quantenmechanik oder Strömungsmechanik gleichermaßen galt. Das ging so weit, dass man im Laplaceschen Dämon davon ausging, dass alle Vorgänge in diesem Universum entsprechend determiniert sind, und der Zufall, bis zur Entdeckung des Maxwellschen Dämons in der Wissenschaft ausgeschlossen wurde. Auch Einstein war noch stark vom Determinismus beeinflusst, als er schrieb: „Das, wobei unsere Berechnungen versagen, nennen wir Zufall. Zufall ist nur der Ausdruck unserer Unfähigkeit, den Dingen auf den Grund zu kommen.“ und weit bekannter ist sein lapidarer Satz: „Ich kann nicht glauben, dass Gott mit dem Würfel spielt“.

Als Zufall bezeichnet man im allgemeinen das Eintreten unvorhergesehener Ereignisse. Der Grund dafür kann zwar durchaus sein, dass unser Wissen nicht ausreicht, um die Ereignisse vorhersehen zu können, er kann aber auch darin liegen, dass die Ereignisse grundsätzlich nicht präziser vorhersehbar sind. Diese Möglichkeit hat man allerdings lange, bis zur Aufgabe des Determinismus, der Erkenntnis der Chaostheorie und der Informationstheorie, für ausgeschlossen gehalten, nicht zuletzt darum, weil es nur schwer verständlich war, dass ein Schöpfer dieses Universums unter dieser Bedingung alle Ereignisse in dieser Welt schon vorhersehen konnte. Auch dieses Beispiel zeigt die lang anhaltende starke Dominanz christlichen Denkens in unserer Wissenschaft.

Die Definition für den Zufall muss daher heute lauten, dass wir Ereignisse als zufällig ansehen, die bei einer Ursache mehr als ein Resultat zulassen.

Dabei ist es wichtig anzumerken, dass zufällige Ereignisse nicht beliebig viele Möglichkeiten eröffnen, sondern beispielsweise, wie beim Würfel, nur sechs Möglichkeiten. Das impliziert, dass der Zufall auch nicht unendlich viele Szenarien zulässt. Während der Würfel ein Beispiel dafür ist, dass von den sechs Möglichkeiten alle die gleiche Wahrscheinlichkeit haben, sind die meisten Freiheitsgrade bzw. Möglichkeiten in der Natur durch sehr unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten gekennzeichnet. Entsprechend der Informationstheorie ist es sogar so, dass alle Strukturen nichts anderes sind als Wahrscheinlichkeiten.

Der Zufall erweitert damit den monokausalen lediglich in einen begrenzt polykausalen Determinismus. So können sich Menschen in ihrem Leben weitgehend frei entscheiden, trotzdem endet ihr Leben mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit mit ihrem Tod.

Es gehört somit zu den zahlreichen unerlaubten Vereinfachungen anzunehmen, dass der Zufall in der Welt das Weltgeschehen grundsätzlich unvorhersehbar macht. Damit entsteht eine Situation, die für viele Menschen unvorstellbar ist. Trotz des menschlichen freien Willens, ist der Verlauf des Universums in bestimmten Grenzen voraussagbar.

Im Zusammenhang mit dem Determinismus brach zwangsläufig auch eine Diskussion darüber aus, ob das Phänomen des Lebens allein aus physikalischen und chemischen Gesetzen heraus erklärbar ist, oder ob es hier noch einer weiteren Prämisse, wie der Seele, der Entelechie, dem *élan vital*, der Orthogenese, Teleologie, Teleonomie etc. bedarf. Erst die Informationstheorie hat in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts die Voraussetzung geschaffen, dass man die Bedeutung und das Wirken des Lebens (mit den drei essentiellen Eigenschaften Selbstreproduktion, Metabolismus und Irritabilität), auf der Basis der Informations- bzw. Wissensspeicherung verstehen konnte.

Sowohl für die einfache Gleichung $K = M \times B$ der Mechanik, als auch für die der Informationstheorie, $-H = \sum p_i \times \log p_i$, in der $H = \text{Eta}$ für Entropie und damit für den mittleren Informationsgehalt einer Nachricht steht,

Σ = Summe des nachfolgenden Ausdrucks,

p_i = die Wahrscheinlichkeit mit der die jeweiligen Zeichen dieser Nachricht eintreffen und

\log = Logarithmus zur Basis 2

ist klar ausgedrückt, dass die Größen K bzw. H eindeutig in Beziehung zu den anderen Gleichungsgrößen stehen. Im Sinne R. M. Holm-Hadullas Neukombination sind solche Gleichungen ohnehin nichts anderes als mathematisch festgelegte Assoziationen von Informationen. Wobei in der Wissenschaft allerdings hinzukommt, dass diese Neukombinationen, Assoziationen bzw. Relationen einer Begründung bedürfen. Diese kann auf Kausalität, auf Logik oder auf Erfahrung beruhen. Diese Erkenntnis bestätigt damit auch die Aussage, Wissen ist begründete Information¹² bzw. *knowledge is evidence based information*. Der Unterschied zwischen Erfahrung und Logik ist dabei eigentlich nur der, dass wir in der Logik bestimmte Erfahrungen in immer gleiche mathematische Beziehungen fassen können, und dass Kausalität den Beziehungen feste Richtungen gibt. So lange wir gleichberechtigt $K = M \times B$; $M = K / B$ oder $B = K / M$ schreiben können, wissen wir nicht, welche Größen die anderen ursächlich bedingen.

12 Umstätter, W., Die evolutionstrategische Entstehung von Wissen. – In: Fortschritte in der Wissensorganisation Band 2 (FW-2), Hrsg., Deutsche Sektion der Internationalen Gesellschaft für Wissensorganisation e.V. Indeks Verlag 1992. S. 1 – 11.

Die Tatsache, dass wir uns an viele dieser Beziehungen in mathematischen Gleichungen im Laufe der Zeit gewöhnt haben, und sie immer wieder als hilfreich erfuhren, ist aber noch kein Kriterium dafür, dass wir die dahinter stehenden kreativen Ideen wirklich geistig durchdrungen haben. Es zeigte sich im letzten Jahrhundert bei genauer Analyse vielmehr, dass wir im allgemeinen gar nicht wissen, was das Wesen der Masse M wirklich ist, als wir aus der Relativitätstheorie heraus erkennen mussten, dass schwere Masse und träge Masse Funktionen der Geschwindigkeit sind. Auch an den Gedanken, dass Information nur ein Maß der Ordnung, bzw. Entropie, also das der Unordnung ist, und dass sie somit nur eine Frage der Wahrscheinlichkeit ist, konnten sich bisher nur erstaunlich wenig Menschen gewöhnen.

Obwohl die Entdeckung der Informationstheorie wiederholt Kreativität erforderte, da sie bei Boltzmann (Thermodynamik), Fisher (Statistik), Nyquist (Nachrichtentechnik), Shannon (Dechiffrierung) oder Wiener (Filtertheorie) aus recht verschiedenen Gründen sozusagen jeweils neu entdeckt wurde, ist es natürlich kein Zufall, dass ihr der Durchbruch im zweiten Weltkrieg gelang. Hier war es die Einsicht in das faktische, dass die Formel für den mittleren Informationsgehalt in der Nachrichtentechnik, in der Codierung und Decodierung von Geheimsprachen und in der Abwehr beweglicher Ziele, immer wieder gute Dienste leistete.

Dass Boltzmanns Eta-Theorem sich dabei auf eine binäre Betrachtung Shannons, auf die Entdeckung der Redundanz und einen logarithmischen Maßstab bei der Information (im Gegensatz zu allen anderen linearen Maßsystemen wie Meter, Kilogramm, Sekunde, etc.) hin bewegte, ist bis heute in weiten Kreisen der Informationswissenschaft unverstanden. Nobert Wiener bemerkte dazu süffisant, „*Shannon loves the discrete and eschews the continuum.*“¹³ Mit anderen Worten, Shannon ersetzte die Summe der infinitesimalen Quantitäten der Boltzmannschen Integrale durch das Summenzeichen für ganze Zahlen, als wäre er zu einer Mathematik mit Integralen nicht fähig. In Wirklichkeit, war es aber ein höchst kreativer Gedanke Shannons, an den sich ein begabter Mathematiker wie Wiener nicht gewöhnen wollte. Formal vereinfachte also Shannon nur das H-Theorem über Ja-Nein-Entscheidungen auf ganze Zahlen. Das war in gewisser Hinsicht nicht nur kreativ, es war gerade in seiner Einfachheit so genial, dass es bis heute kaum jemand glauben kann. Denn schon darum haben viele Menschen Zweifel, dass die Informationstheorie die Grundlage all unseres Denkens sein kann, obwohl wir seit über hundert Jahren durch Max Planck wissen, dass das gesamte Universum gequantelt ist.

13 Wiener, N., *L'm a Mathematician*. Doubleday. New York 1956. S. 263.

Bezüglich der deterministischen Weltanschauung Einsteins muss an dieser Stelle auch erwähnt werden, dass dieses große Genie seiner Zeit, sowohl durch die Kritik an Boltzmanns Theorie, in der er schrieb: „Die Gleichung $S = (R/N) \lg W + \text{konst.}$ erscheint ohne Beigabe einer Elementartheorie oder – wie man es auch wohl ausdrücken kann – vom phänomenologischen Standpunkt aus betrachtet inhaltslos.“¹⁴, als auch durch das Ignorieren der gesamten folgenden Entwicklung der Informationstheorie, zeigte, dass er für die Adaption seiner Vorstellungen an diese neue Gedankenwelt nicht bereit war.

Es waren also nicht immer die kreativen Gedanken, die sich in der Wissenschaftswelt ausbreiteten, sondern lediglich die Beziehungen, die in den Gleichungen festgeschrieben waren. Insbesondere dort, wo diese nicht ignoriert werden konnten.

Das zeigt deutlich, dass sich die Informationstheorie nur so rasant ausbreiten konnte, weil ihre Formel immer wieder abgeschrieben (kopiert) und auf diverse Probleme der Biochemie, der Neurologie, der Informatik, der Datenübertragung etc. erfolgreich angewandt werden konnte. Diese Formel wirkte wie ein Katalysator für zahlreiche Problemlösungen. Der eigentlich kreative Gedanke wurde aber nur selten wirklich nachvollzogen bzw. hinterfragt. Im Gegenteil, es gibt zahllose Belege in der Literatur, die deutlich zeigen, dass Informationswissenschaftler, von Laien ganz abgesehen, die Theorie nutzen und gleichzeitig bezweifeln, dass sie überhaupt richtig ist. So liest man wiederholt, sie sei nur im Technikbereich der Computer gültig, ohne zu wissen, dass sie ursprünglich der Thermodynamik entsprang und dann grundsätzlich auf jede Information anwendbar war. Der essentiell wichtige, und im eigentlichen Sinne kreative Satz bei Shannon und bei Weaver: „*In particular, information must not be confused with meaning*“ blieb bis heute in zahlreichen Publikationen zur Informationstheorie unverstanden – nicht zuletzt darum, weil Information mit Interpretation¹⁵ bzw. die Informationstheorie mit der Semiotik immer wieder verwechselt wird.¹⁶

Daraus ergibt sich auch die wichtige Erkenntnis, dass es bei vielen Theorien unerheblich ist, wie weit sie verstanden wurden, solange die darin enthaltenen Gleichungen richtig eingesetzt werden. Obwohl also Theorien in der Wissen-

14 Einstein, A., Theorie der Opaleszenz von homogenen Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemischen in der Nähe des kritischen Zustandes. –In: Annalen der Physik (Leipzig). 33(1910), S. 1275 – 1298.

15 Umstätter, W., Schrift, Information, Interpretation und Wissen. – In: Bibliothek: Forschung und Praxis (München). 16(1992)2, S. 264 – 266.

16 Umstätter, W., Zwischen Informationsflut und Wissenswachstum. Bibliotheken als Bildungs- und Machtfaktor der modernen Gesellschaft. Berlin: Simon Verlag für Bibliothekswissen 2009. S. 112 ff.

schaft wie Katalysatoren im Energiehaushalt der Natur, bzw. die Enzyme in Lebewesen wirken, sind es weniger die kreativen Ideen die dahinter stecken und die ihre Ausbreitung fördern, als viel mehr ihre Reproduzierbarkeit. Je leichter eine Theorie unverändert mit Erfolg übernommen und angewandt werden kann, desto rascher breitet sie sich aus.

Schon aus Zeitmangel sparen sich die meisten Anwender einer Theorie deren gedankliche Durchdringung des dahinter stehenden kreativen Gedankens, solange sie mit dem Ergebnis der Theorie erfolgreich arbeiten können. Das ist nicht gefahrlos und hat auch schon zu zahlreichen Sackgassen in der Wissenschaft geführt, ist aber Teil der Versuch-und-Irrtums-Strategie unseres geistigen Fortschritts.

In gewisser Hinsicht arbeitet die gesamte Quantenmechanik auf dieser Basis, so dass ihre Vertreter mit den mathematisch begründeten Gleichungen erfolgreich arbeiten, ohne aber das dahinter stehende Prinzip verstanden zu haben.¹⁷ Hier finden wir also ein Gedankengebäude vor, zu dem uns seit über einem Jahrhundert ein umfassend kreativer Erklärungsansatz fehlt.

6. *Dialogus de ludo Globi*¹⁸

Schon die Kugelform der Erde war zu dieser Problematik ein erhellendes Beispiel. So lange die Menschheit mit der Vorstellung der Erde als Scheibe problemlos lebte, erschien es den Zeitgenossen weniger kreativ als absurd, sich die Welt als Kugel zu denken. Die gesamte flächige Trigonometrie funktionierte im Rahmen der damaligen Messgenauigkeit störungsfrei. Es war wahrscheinlicher an eine optische Täuschung zu glauben, als daran, dass das Meer am Horizont eine erkennbare Krümmung aufweist. Auch das allbekannte Schulbeispiel, dass man bei Schiffen, die am Horizont verschwinden, am Schluss nur noch die Segel bzw. Schornsteine sieht, ist sicher von vielen Lehrern, die dies ihren Schülern erzählen, nicht selbstkritisch genug beobachtet worden, sonst wüssten sie, dass die Luftfeuchte über dem Wasser diese Beobachtung, ähnlich einer Fata Morgana, verzerrt. Sogar die Beobachtung des griechischen Bibliothekars Erathostenes über die unterschiedliche Sonneneinstrahlung in Syene und Alexandria, enthält im

17 Einstein, A., in: Gegen die stochastische Deutung: "Die Quantenmechanik ist sehr achtunggebietend. Aber eine innere Stimme sagt mir, daß das noch nicht der wahre Jakob ist. Die Theorie liefert viel, aber dem Geheimnis des Alten bringt sie uns kaum näher. Jedenfalls bin ich überzeugt, daß der Alte nicht würfelt." (1926). Bohr, N. bei seinem Nobelpreis: "Wer über die Quantentheorie nicht entsetzt ist, der hat sie nicht verstanden." (1922).

18 Nikolaus von Kues: Gespräch über das Globuspiel. (1463).

Prinzip eine unerlaubte Vereinfachung, die davon ausgeht, dass die Erdkrümmung, die er zwischen diesen beiden Punkten abgeschätzt hatte, problemlos um das fünfzigfache extrapolierbar sei. Auch wenn wir heute wissen, dass diese in erster Näherung der Realität entsprach, so wäre die Kreation eines neuen Weltbildes für die damalige Zeit eher kühn gewesen, als wissenschaftlich. Erst unter der erdrückenden Last an Erfahrungen der Seefahrer zur Zeit des Christoph Columbus (1492), wurde die Kugelform für die Erde, den Mond, die Sonne, die Planeten etc. immer wahrscheinlicher.

Auch hier kann man festhalten, dass die Vorstellung der Kugelform sich weniger deshalb ausbreitete, weil sie so attraktiv kreativ erschien, als vielmehr darum, weil sie zunehmend unausweichlich wurde. Dies machte schon der *Dialogus de ludo globi* von Nikolaus von Kues 1463 deutlich. Gegen diese Vorstellung vorzugehen wurde letztendlich auch für die Kirche immer erfolgloser – trotz Inquisition.

7. *Kreativität mit unzureichenden Wissen*

In den Fällen, in denen zwei oder mehr konkurrierende Problemlösungen existieren, gibt es erfahrungsgemäß massiven Streit, welcher der Lösungsansätze bevorzugt werden soll. Als die Kreativitätsforschung durch Joy P. Guilfords Vortrag über *Creativity* im Jahre 1950 vor der *American Psychological Association* begann, weil er den Mangel an kreativen Personen in Wissenschaft und Wirtschaft in den USA beklagte, kam er auch zu der Ansicht, dass etliche der Probleme zahlreiche Problemlösungen zulassen. Das gilt natürlich insbesondere in den Bereichen, in denen wir weniger wirkliches Wissen und nur vage Einschätzungen haben. Wie weit die kreativen Ideen der wissenschaftlichen Logik dann standhalten, muss sicher sorgfältig hinterfragt werden. So gibt es zahlreiche Tricks ein Produkt möglichst gewinnbringend zu verkaufen, und über den besten Weg dorthin, lässt sich trefflich streiten. Für unsere Fragestellung hier ist aber wichtiger, wie weit sich damit die verschiedenen Problemlösungsansätze gegenseitig in ihrer Anwendbarkeit und Ausbreitungsgeschwindigkeit behindern bzw. fördern. Seitens der Politik übernehmen dann verschiedene Interessengruppen erfahrungsgemäß über ihre Lobbyarbeit und die Einflussnahme von Massenmedien die Regie. Wer sich da durchsetzt, ist bekanntlich weniger eine Frage des Wissens, als der Einflussnahme. Ein schönes Beispiel dafür ist die globale Erwärmung und ihre Ursachenforschung, wo anstelle einer wissenschaftlichen Entscheidung inzwischen eher nach Mehrheiten (nicht nur) in der wissenschaftlichen *Community* gesucht wird. Ein eher abenteuerliches Unterfangen, wenn man sich daran erinnert, wie oft in der Wissenschaft schon Mehrheiten in die Irre führten.

Ohne Zweifel vervielfachen die Massenmedien damit die Kenntnis der angebotenen Problemlösungen, ob sie allerdings bei den Lesern auf das entsprechende Substrat, im Sinne der Katalyse treffen, ist eine andere Frage. Im Gegenteil, die Massenmedien versuchen viel mehr die Neigungen ihrer Leser zu bedienen, als deren Wissen zu erhöhen, auch dann, wenn sie auf längere Sicht in die Irre führen.

Es sind weniger die kreativen Ideen, die in der Wissenschaft zur Ausbreitung neuer Theorien führen, als vielmehr ihre Konsequenzen. Erst beim Erreichen der nächsten Krise, wird diese dann als Chance zum Neubeginn genutzt. Dass uns die Kreativität trotzdem so wichtig erscheint, liegt daran, dass wir meist unzähliger neuer Hypothesen bedürfen, bevor wir eine tragfähige Theorie finden.

Neu oder auch kreativ ist im Sinne Einsteins also vieles, anschlussfähig im Sinne Heines nur ein äußerst geringer Teil davon. Das ist auch in der biologischen Evolution zu beobachten, wo es unzählige Mutationen gibt, von denen nur verschwindend wenige zu einem wirklich evolutionären Fortschritt führen.

Wir erkennen auch immer wieder, dass es beim Fortschritt der Wissenschaft weit weniger um Kreativität, als um das Sammeln, Ordnen und Verfügbar machen von Beobachtungen geht. Das wurde im *Systema Naturae* von Carl von Linné 1735 besonders deutlich, als er für die Sammlung aller zu seiner Zeit bekannten Lebewesen ein entscheidendes ordnendes Prinzip einführte, die Sexualität. Die Entdeckung des chemischen Periodensystems ist dazu ein ganz ähnliches Beispiel. Hier könnte man zwar von höchst kreativen Gedanken sprechen, es waren aber mehr Erkenntnisse der damaligen Zeit, denn nachdem Rudolf Jakob Camerarius 1694 die Sexualität der Pflanzen in Tübingen entdeckt hatte und Linné über Sébastien Vaillant (1718) davon Kenntnis gewann, hatten auch schon Nehemia Grew, Samuel Morland, Richard Bradley, Patrick Blair, Claude-Joseph Geoffroy und Antoine de Jussieu sich mit dieser Frage beschäftigt. Ganz ähnlich haben J. Dalton (1808), Mendelejew, Robert Mayer (1896) beziehungsweise H. G. Moseley (1913) das Periodensystem der chemischen Elemente systematisiert. Sie haben große Mengen an Daten gesammelt, nach verschiedenen Kriterien geordnet und systematisiert.

Auch hier haben die Computer in den letzten Jahrzehnten einen großen Beitrag zur Kreativitätsförderung geleistet, in dem schwindelerregend große Mengen an Daten in Datenbanken gesammelt beliebig geordnet und systematisiert werden konnten. So betrachtet ist die wissenschaftliche Kreativität die Kunst herauszufinden, welche Probleme mit den Mitteln und Möglichkeiten der jeweiligen Zeit gerade lösbar sind.

Linné brachte also zwei Ideen, die zu seiner Zeit *en vogue* waren zusammen und entwickelte damit einen kreativen Gedanken, der auf zahlreiche gleichartig

denkende Menschen traf, die alle zusammen eine kritische Masse an potentieller Erkenntnis bildeten.

So betrachtet erscheint uns in der Wissenschaft die Kreativität doch nur eine sehr untergeordnete Rolle zu spielen, sie ist eigentlich nur eine große Sammlung gewagter Assoziationen, zu denen aber im Anschluss gut begründete Erklärungen gesucht werden müssen, wenn sie wissenschaftlichen Standards genügen sollen.

Trotzdem erscheint uns die Phantasie als so wichtig, weil die selbstverständlichsten Gedanken uns revolutionär anmuten, wenn wir nicht an sie gewöhnt sind. So dass es unseren Vorfahren schon eine erhebliche „Kreativität“ abverlangte, wenn sie sich an den Gedanken einer Erdkugel, einer Evolution, eines Welle-Teilchen-Photons und so weiter gewöhnen sollten. Es war also eher das Problem der Adaption an unausweichliche Erkenntnisse, als eine Kreation neuer Ideen, wobei die jeweils neue Theorie den Übergang von einer alten zu einer neuen Vorstellung, wie ein Enzym erleichtert.

Thomas S. Kuhn nannte das bekanntlich einen Paradigmenwechsel, was in Wirklichkeit nur eine Gewöhnung an unausweichliches ist. Wie unausweichlich eine neue Theorie ist, ergibt sich in erster Linie aus ihrer jeweiligen Verwendbarkeit.

8. *Ausbreitung kreativer Ideen*

Goffman¹⁹, Garfield²⁰ und andere²¹ haben immer wieder aufgezeigt, dass sich Theorien und Innovationen epidemologisch ausbreiten. Im Gegensatz zu einer diffundierenden Ausbreitung²² ist die katalytische bzw. epidemologische durch ein anderes Gefälle, mit einem *long tail*, vom Zentrum her gekennzeichnet, so wie wir es im *Bradford's Law of Scattering* beobachten.²³ Bezüglich der Wiederbe-

19 Goffman, W., *Mathematical approach to the spread of scientific ideas*. 1966.

20 Garfield, E., *The Epidemiology of Knowledge and the Spread of Scientific-Information*. – In: *Current Contents*. 35 (1980), S. 5 – 10.

21 *The Growth of Scientific Ideas*. Contributors: William P. D. Wightman - author. Publisher: Yale University Press. Place of Publication: New Haven, (1953).

22 Meadows, A. J., *Diffusion of Information Across the Science*. – *Interdisciplinary Science Reviews* 1 (3) (1976) S. 259 – 267.

23 Umstätter, W., *Bibliothekswissenschaft als Teil der Wissenschaftswissenschaft – unter dem Aspekt der Interdisziplinarität*. – In: *Interdisziplinarität – Herausforderung an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler*. Festschrift zum 60. Geburtstag von Heinrich Parthey. Hrsg. Walter Umstätter u. Karl-Friedrich Wessel, Bielefeld: Kleine Verlag 1999. S. 146 – 160.

lebung des Diffusionsmodells benutzen nicht nur Rousseau, R. und andere²⁴ eine etwas eigenwillige Definition von Diffusion.

Davon abgesehen, können wir vier wichtige Modellvorstellungen in der Ausbreitung von Ideen betrachten.

1. Bei der Diffusion haben wir eine bestimmte Menge einer Substanz (Publicationen einer Idee) im Zentrum einer Lösung, die sich langsam über den gesamten Lösungsraum ausbreitet.

2. Bei der Epidemie haben wir einen infizierten Herd (Leser einer publizierten Idee), der Individuen in seiner Umgebung infiziert, die alle zu neuen Infektionsherden werden. Dabei ist die Geschwindigkeit von der Übertragungsform und der Mobilität der Infektionsträger (wie rasch publizieren die infizierten Leser etwas zu dieser Problematik) bestimmt.

3. Bei der Katalyse haben wir zwei bestimmte Mengen, die des Katalysators (die Idee), die im Michaelis-Menten-Mechanismus die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmt und die der Substratkonzentration (Leser, die diese Idee verstehen bzw. nutzen können), wobei das Substrat (die Vorbildung der Leser) alle Voraussetzungen mitbringen muss, um mit dem Katalysator zu reagieren.

4. Bei der Autokatalyse haben wir zusätzlich eine wachsende Mengen des Katalysators, (eine Idee, die in neuen Ideen virulent werden) der sich aus der Katalyse heraus sozusagen selbst vermehrt, so wie sich unser Wissen in der Welt auch konsequent selbst vermehrt und erweitert. Besonders hervorzuheben sind die autokatalytisch entstehenden Enzyme in den Lebewesen, deren Aktivitätsmuster auf der DNS genau festgelegt sind.

Damit eine Katalyse eine sichtbare Reaktion zeigt ist eine ausreichende Substratkonzentration erforderlich, um sich selbst immer wieder zu initiieren, braucht sie ähnlich der Kettenreaktion bei einer Atomspaltung eine kritischen Masse, wobei Thomas S. Kuhn für seinen Paradigmenwechsel²⁵ eher eine kritische Masse an Problemen in einer Theorie, als den Auslöser für einen Paradigmenwechsel verstand. Kuhn hatte seine Erfahrungen aus der Zeit der *Little Science* gewonnen, während heute immer mehr die *Big Science* dominiert. Sie ist hauptsächlich durch Projektforschung gekennzeichnet, was einerseits zur Folge hat, dass zur Realisierung einer kreativen Idee genügend Geldgeber gefunden werden müssen, während in der *Little Science* der Wissenschaftler, der eine kreative Idee hatte, diese weitgehend aus seinen eigenen Mitteln heraus prüfen konnte. Andererseits ist

24 Rousseau, R. / Liu, Y./ Ye, F. Y., A preliminary investigation on diffusion through a layered system. – In: *Journal of Informetrics*. 6(2012), S. 177 – 191.

25 Tsantis, L., Technology as the Catalyst http://education.jhu.edu/newhorizons/future/creating_the_future/crfut_tsantis.cfm

es in der *Big Science* immer häufiger, dass die Gesellschaft selbst Problemlösungen fordert und finanziert²⁶, die dann von den Wissenschaftlern geliefert werden sollen. Ein klassischer Fall der *Big Science* war der Flug zum Mond, den die Gesellschaft bzw. die amerikanische Regierung forderte, um ihn dann erst zu realisieren. In der *Little Science* vor ~1950 war es typisch, dass Wissenschaftler Probleme erkannten und lösten, die von der Gesellschaft oft erst Jahrzehnte später akzeptiert wurden, während in der *Big Science* die Gesellschaft immer öfter die Lösung von Problemen wünscht, die die Wissenschaft mit immer mehr Zeitaufwand und Kosten lösen soll.

Vergleicht man die Modellvorstellungen mit unseren bibliometrischen Beobachtungen, was Th. S. Kuhn kaum möglich war, so erkennt man, dass je größer der *Impact Factor* einer Zeitschrift ist, desto wahrscheinlicher wird es, dass eine kreative Idee dort zur Kenntnis genommen wird (erhöhte Zahl an Katalysatoren).

Je einfacher und zwingender das Ergebnis einer Theorie für Leser dieser Theorie ist, um so leichter wird sie akzeptiert (erhöhte Menge an Substrat).

Je umstrittener eine kreative Idee ist, desto rascher wird sie zur Kenntnis genommen (erhöhte Zahl an Katalysatoren und Substraten). Darum haben viel zitierte Arbeiten auch eine erhöhte Chance nobelpreisträchtig zu sein (Garfield, E.)²⁷.

Im SIR Modell (*susceptible–infected–recovered-model*) für Epidemien entspricht der *susceptible* Anteil den inversen Substratmengen in der Katalyse, der *infected* Anteil dem Enzym-Substrat-Komplex (Publikationsaufkommen) und der *recovered* Anteil dem enzymatischen Reaktionsprodukt (der zunehmenden *uncitedness* III Garfields – allgemein bekanntes wird nicht mehr zitiert).²⁸

Während die Akzeptanz einer neuen Theorie eine ausreichende Vorbildung erfordert, sinkt im epidemiologischen Modell die Suszeptibilität mit dem Immunsystem, während in der Katalyse die Substratkonzentration sinkt.

Darum gibt es mehrere Varianten des SIR-Modells, die die komplizierte Immunologie zu berücksichtigen versuchen, und die die Übertragbarkeit auf die Szientometrie sehr beliebig macht.

26 Umstätter, W., Die Zukunft der Sportdokumentation. – In: dvs-Informationen / Hrsg. v. d. Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft e.V. 2(1995), S. 6 – 10.

27 Garfield, E. / Malin, M.V., Can Nobel Prize Winners be Predicted? Paper presented at 135th Annual Meeting, American Association for the Advancement of Science, Dallas, Texas – December 26-31, (1968).

28 Garfield, E., Uncitedness III - The importance of not being cited. – In: Current Contents 8, Februar 1973, S. 5 – 6.

Da Mehrfachentdeckungen in der Wissenschaft häufiger sind, als oft angenommen (siehe de Solla Price)²⁹, können diese als eine erhöhte Zahl an Katalysatoren und eine erhöhte Zahl an Substrat angesehen werden.

Eine Theorie vermehrt sich dadurch, dass immer mehr ihrer Kopien (oft auch fehlerhafte) publiziert werden, die auf Menschen treffen, die als Substrat alle Voraussetzungen mitbringen müssen, damit die Theorie wirksam werden kann. Sie brauchen die entsprechende Vorbildung. Dazu gehört sowohl, dass man beispielsweise lesen kann, in vielen Fällen auch, dass man ausreichend mathematische Kenntnisse besitzt, und dass ein ausreichendes Repertoire an Fachtermini bekannt ist. Hinzu kommt ein notwendiges Interesse an der entsprechenden neuen Theorie, mit der Hoffnung, dass sie für eine eigene Problemlösung wichtig sein könnte. Diese Neugier ist insbesondere in Deutschland ein erhebliches Problem, da sowohl zur Zeit des Nationalsozialismus, als auch in der Zeit des Kommunismus, eine unübersehbare Euphorie bezüglich eines Fortschrittgedankens herrschte, der aber in beiden Fällen zu starken Enttäuschungen führte, so dass heute große Teile der Bevölkerung zu Fortschrittspessimismus und nicht selten auch zu Technologiefeindlichkeit neigen. Die Folge ist, dass kreative Ideen aus Deutschland nicht selten erst über das Ausland ihre Verbreitung finden. Das zeigt sich auch daran, dass immer mehr Autoren in englisch publizieren, mit der Hoffnung, damit eine raschere Ausbreitung ihrer Ideen zu erreichen. Ein anderer Ausweg aus diesem Dilemma ist der Erfindergeist, bei dem zahlreiche kreative Ideen beispielsweise als Innovationen in Autos oder andere Maschinen eingebaut werden. So mussten sich die innovationsfeindlichen Gegner des ABS-Systems oder auch des Airbags beispielsweise, nach dem die Bilanz von getöteten und geretteten Menschen eindeutig zu Gunsten der noch Lebenden entschieden war, diesen Innovationen gegenüber zurückhaltender Äußern. Hier, noch stärker als bei Theorien, sind es also nicht die kreativen Ideen, die sich in die allgemeine Bevölkerung hinein Bahn brechen, sondern die schlichten Fakten, die sich aus diesen Ideen ergeben.

Ganz im Sinne des Bildungsgedankens in der Zeit der Aufklärung, muss also für die betroffene Öffentlichkeit eine ausreichende Neugier und Allgemeinbildung vorhanden sein, damit sich zeitgemäße innovative Ideen ausbreiten können. Diese Voraussetzung ist in der *Big Science* besonders wichtig.

29 de Solla Price, D. J., *Little Science, Big Science*. Suhrkamp Taschenbuch (1974) S. 79.

9. *Individuelle versus kooperative Kreativität*

Die höchst individuelle Kreativität von Menschen, auch als Genialität bezeichnet, hat man wiederholt zu ergründen, professionalisieren und zu beschleunigen versucht, in dem man ganze Gruppen von kreativen Köpfen zusammenbrachte um das sogenannte Brainstorming hervorzurufen. Diese von Alex Osborn³⁰ entwickelte Technik, bei der Einfälle zu einer Problemlösung gesucht werden, fordert alle Teilnehmer zu möglichst vielen Ideen, zunächst ohne Kritik und Qualitätsanspruch auf. Mittlerweile gibt es eine ganze Reihe von Abwandlungen der Technik wie imaginäres Brainstorming, Brainwriting, Creatology, Ideonomy, Mind Mapping, Methode 635, Synectics u.a. In gewisser Hinsicht kann auch die Delphimethode als ein Brainstorming von Experten mit unterschiedlicher Spezialisierung verstanden werden. Sie war sozusagen ein Kind des zweiten Weltkriegs und stand damit nicht zufällig am Beginn der *Big Science*. Dabei wird oft übersehen, dass die individuelle und die Gruppenkreativität beide nur auf bestimmte Problemkreise beschränkt sind. So kann man die Genialität eines Wissenschaftlers nicht beliebig durch das Wissen eines Expertenkonsortiums ersetzen und *vice versa*.

Eine Zeit lang versuchte man die Kreativität von Personen auch durch die Fähigkeit zur *Serendipity*³¹ mit Hilfe von „*remote associations*“ zu ermitteln. Das kritische Ereignis, das letztendlich die Kreativitätsforschung voranbrachte, war aber 1957 der Sputnik-Schock, der bekanntlich auch den Weinberg Report und damit die Online-Revolution hervorbrachten. Der Sputnik-Schock machte schlagartig deutlich, dass der Vorsprung der US-amerikanischen Wissenschaft gegenüber den UdSSR sich verringert hatte. Dies führte allerdings nur insofern zu einer Infrastruktur der Kreativitätssteigerung, als die Retrievalsysteme sozusagen die Assoziationen wissenschaftlicher Erkenntnisse massiv förderten. So fand man beispielsweise in MEDLARS auf Knopfdruck etliches zum Thema Peptide mit opioider Wirkung, später Endorphine genannt. Zunächst waren solche Datenbanken zur Vermeidung von überflüssiger Doppelarbeit in der neu entstandene

30 Osborn, A. F., *Applied imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving*. New York: Charles Scribner's Sons 1953.

31 Remer, Th. G., ed. *Serendipity and the Three Princes, from the Peregrinaggio of 1557*. Edited, with an Introduction and Notes, by Theodore G. Remer. Preface by W. S. Lewis. University of Oklahoma Press 1965.

Online-Revolution gedacht.³² In Realität erleichterten sie aber die zur Kreativität notwendige Sammlung aller Fakten und Theorien zu einem Thema erheblich.

Die Fähigkeit zur Erzeugung außergewöhnlicher Ideen, wie in Guilfords Testmethoden zum divergenten Denken (1959) oder in *Torrences Minnesota Test of Creative Thinking* (1962) stand im Vordergrund der damaligen Kreativitätsfördernden Überlegungen.

10. *Was ist ein Problem*

Probleme, insbesondere wissenschaftliche Probleme, sind Fragen, die wir zunächst nicht beantworten können. Oft erscheinen sie uns in dieser Situation sogar unlösbar, während ihre Beantwortung uns nach der Problemlösung geradezu selbstverständlich erscheint, was wir als Pädagogisches Perzeptionsparadox³³ bezeichnen können. Dieses Paradox ist insbesondere in der Pädagogik von großer Bedeutung, weil seit unzähligen Generationen diejenigen, die ein Problem bereits gelöst haben oft nur wenig Verständnis dafür zeigen, dass es noch Menschen gibt, die es für unlösbar halten.

Jedes Problem besteht im Prinzip aus zwei Teilen,

1. der Problemerkennntnis, also der Entdeckung wo ein bestimmtes Dilemma oder eine noch offene Frage liegt, und

2. der Problemlösung.

Ob wir ein Problem als solches erkennen, ist eine Frage der Identifikation des damit verbundenen Fragenkomplexes, von dem wir hoffen, seine Komplexität zu verstehen und auch *state-of-the-art* lösen zu können. Oft beinhaltet die Analyse dessen, wo das eigentliche Problem liegt auch schon weitgehend seine Lösung. Jede wissenschaftliche Problemlösung erfordert damit zunächst eine möglichst klare Begrifflichkeit, aus der sich der Fragenkomplex zusammensetzt. Wobei auch Gruppen von Spezialisten nur auf einem ausreichend hohen Niveau diskutieren können, wenn sie sich auf eine gemeinsame Terminologie einigen können. Die eigentliche Problemlösung ist eine Frage der Kreativität, und dann der Prüfung, ob der entscheidende Gedanke auch wirklich logisch, hilfreich oder weiterführend ist.

Da erfahrungsgemäß mit jedem gelösten Problem zwei neue entstehen³⁴ benötigen wir in der Wissenschaftsgesellschaft seit Jahrhunderten immer mehr Wis-

32 Umstätter, W., Die Folgen der Online-Revolution. Begabungsförderung durch Informationskompetenz. – In: Buch und Bibliothek: Forum Bibliothek und Information. 61(2009)10, S. 729 – 732.

33 Umstätter, W., Zwischen Informationsflut und Wissenswachstum. Berlin: Simon Verlag für Bibliothekswissen 2009. S. 105 ff.

senschaftler, eine Zahl die sich damit etwa alle zwanzig Jahre verdoppelt, und erforderlich macht, dass wir in einer nicht all zu fernen Zukunft, fast nur noch wissenschaftlich ausgebildete Menschen brauchen werden.³⁵

Der Grund, warum wir oft besonders kreative Menschen finden, die nicht nur ein Problem lösen, sondern viele, liegt meist darin, dass diese Menschen, sobald sie in einem entscheidenden Punkt die richtige Erkenntnis gewonnen haben, viele Folgeprobleme fast zwangsläufig mit klären können. Die richtige Theorie katalysiert meist nicht nur ein Problem, sondern etliche verwandte mit.

Kaum wurden beispielsweise die Spiegelneuronen entdeckt, folgte zwangsläufig die Phase, in der geprüft wurde, bei welchen Symptomen, Krankheiten oder Begabungen diese Spezialzellen unseres Nervensystems involviert sind. Es sind Nervenzellen, die auf Ereignisse außerhalb unseres eigenen Körpers so reagieren, als hätten sie bei uns stattgefunden. So aktivieren sie beim hören einer Sprache Nervenzellen in uns, als hätten wir selbst gesprochen. Sie erzeugen sozusagen ein Mitgefühl, etc.

Bezüglich des Brainstormings bzw. der Delphimethode ist noch anzumerken, dass die Interdisziplinarität der Wissenschaft uns in der *Big Science*, bei wachsender Arbeitsteilung, zu immer mehr Zusammenarbeit im Internet zwingt, und damit zu einer vernetzten Kreativität.

11. *Der Überraschungseffekt*

Bruner J. S. hat 1962 Kreativität als Erzeugung effektiver Überraschung beziehungsweise die *production of novelty*³⁶ umschrieben. Das ist zwar keine Definition von Kreativität, da auch Entdeckungen überraschen können, es ist aber richtig, dass insbesondere in der Mode, die Kreativität auf den Überraschungseffekt zielt. In der Wissenschaft ist das nicht viel anders, so dass sich neue Erkenntnisse oft auch nur durch ihren Überraschungseffekt wie ein Lauffeuer herumsprechen. Solche Überraschungen ergeben sich nicht selten als falsch und verschwinden dann mehr oder minder rasch auch wieder aus den aktuellen Publikationen, sie existieren aber in den Bibliotheken weiter und haben schon so manches Unheil angerichtet.

34 Umstätter, W., Die Rolle der Bibliothek im modernen Wissenschaftsmanagement. – In: Humboldt-Spektrum erlin. 2(1995)4 S. 36 – 41.

35 Umstätter, W., Zwischen Informationsflut und Wissenswachstum. Berlin: Simon Verlag für Bibliothekswissen 2009. S. 290 ff.

36 Bruner, J. S., – In: Gruber, H. E., Terrell, G., Wertheimer, M. (Eds), Contemporary approaches to creative thinking: A symposium held at the University of Colorado. New York: Atherton Press. 1962, S. 1 – 30.

Schluss

Die Kreativität in der Wissenschaft, so wie sie insbesondere zur Zeit des Sputnik Schocks, als Kreativitätsforschung bzw. Kreativitätsförderung in den USA versucht wurde, hat die damals wesentlich revolutionäre Online-Revolution hervorgebracht, die zu zwei wichtigen Erscheinungen führte:

1. dazu dass Recherchen zu einem bestimmten Begriff computerunterstützte Assoziationen erzeugen halfen, wie sie vorher nicht möglich waren.

2. dazu dass sich neue Erkenntnisse auf einem bestimmten Gebiet in den *invisible colleges* rascher ausbreiten konnten.

Daraus weiter entwickelt hat sich die Fließbandproduktion von Wissen,³⁷ deren Kreativitätsförderung in der Wissenschaft nicht unterschätzt werden sollte. Insbesondere in der *Big Science*, in der ganze Forschungsgruppen zusammenarbeiten, kommt es darauf an, dass mehrere kreative Ideen zu einer komplexen Problemlösung zusammengeführt werden.

Das eigentlich Ziel der Online-Revolution, dass überflüssige Doppelarbeit reduziert werden sollte, führte dagegen zu einer neuen Doppelarbeit, die dadurch entstand, dass fast alle Wissenschaftler durch die Online-Recherchen auf den gleichen Wissensstand gebracht werden konnten, so dass sie in der großen Mehrheit auf die gleichen zur Zeit lösbaren Probleme stießen, die sie mit Hilfe der *Big Science* gemeinsam zu lösen versuchten.³⁸ Damit wurden auch immer häufiger ähnliche Projekte gleichzeitig gefördert. Ein Teil der Doppelarbeit wurde folglich zur Kreativitätsförderung in der *Big Science* genutzt, um den wissenschaftlichen Fortschritt immer weiter zu beschleunigen.

37 Umstätter, W., Die Nutzung des Internets zur Fließbandproduktion von Wissen. – In: Organisationsinformatik und Digitale Bibliothek in der Wissenschaft: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2000. Hrsg. v. Klaus Fuchs-Kittowski, Heinrich Parthey, Walther Umstätter und Roland Wagner-Döbler. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2001. 2. Auflage 2010 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 297 – 316.

38 Umstätter, W., Qualitätssicherung in wissenschaftlichen Publikationen. – In: Integrität wissenschaftlicher Publikationen in der Digitalen Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. Hrsg. v. Frank Havemann, Heinrich Parthey u. Walther Umstätter, Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2007. 2. Auflage 2012 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 9 – 50.