

**Dr. Klaus-Stephan Otto**

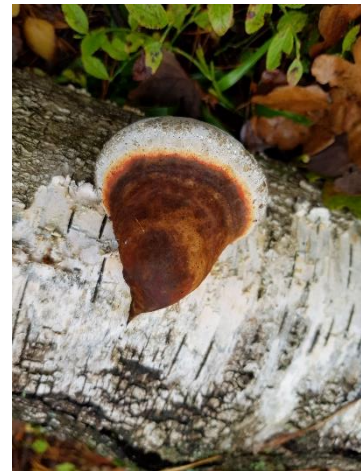
**Transformationsprozesse in Natur und Wirtschaft**

# 1. Einleitung

Wir befinden uns gerade in bedeutsamen Transformationsprozessen, die unsere Wirtschaftsprozesse, aber auch die Prozesse unseres Zusammenlebens massiv verändern. Ist dies ein rein menschliches Phänomen? Auch in der Evolutionsgeschichte des Lebens auf unserer Erde hat es an vielen Punkten vergleichbare Transformationsprozesse, verbunden mit vielen Umwälzungen, gegeben, von denen wir für unsere heutigen Prozesse wichtige Hinweise und Anregungen ableiten können. Nicht im Sinne eines direkten Kopierens, sondern um wichtige Anregungen zur Prozessoptimierung zu bekommen.

Die Ermöglichung des Recyclingprozesses des Holzes der Bäume ist dafür ein gutes Beispiel: Im Transformationsprozess der Pflanzen, die vom Wasser aufs Land gekommen sind, hatten die Pflanzen an Land plötzlich mit der Schwerkraft zu kämpfen, sie mussten deswegen sehr viel stabiler werden, um in dem neuen Element zu überleben. Es entstand der Stoff Lignin, der Pflanzen und später Bäumen Stabilität verleiht, sodass sie besser mit der Schwerkraft umgehen können.

Über einen langen Zeitraum nach der Entstehung des Lignins konnte dieses allerdings nicht zersetzt werden, da in der Natur noch keine Lösung dafür vorhanden war. In dieser Zeit sind die fossilen Brennstoffe Öl, Kohle und Gas aus den Ablagerungen der Bäume, die nicht recycelt wurden, entstanden. Deren heutige übermäßige Nutzung für die Energiegewinnung ist einer der wichtigen Treiber für menschengemachte Klimaveränderung. Erst der weiße Baumpilz als Innovation der Natur – wir sehen ihn vielfach bei unseren Waldspaziergängen an Totholz - war in der Lage, das Lignin abzubauen. Dadurch kann Holz komplett recycelt werden und die zersetzten Stoffe sind Grundlage für ein neues Wachstum der Pflanzen und Bäume. Danach ist kein weiteres Öl mehr entstanden. Die Natur hat den Recyclingprozess weiterentwickelt und perfektioniert. Die mit der Transformation der Pflanzen, die ein neues Element besiedelten, einhergehende Begleiterscheinung brauchte einige Zeit für eine neue Lösung. Die Entwicklung von Kunststoffen im Zuge der industriellen Revolution hat für unser Leben eine Reihe von Vorteilen gebracht, aber wir sind bisher noch nicht in der Lage, ein umfassendes Recycling dafür zu gewährleisten. Wenn wir das konsequente Recycling der Natur in Stoffkreisläufen genauso auf unseren Umgang mit Kunststoffen anwenden würden, wäre das Problem der ungeheuren Vermüllung der Meere gelöst und wir wären einer nachhaltigen Wirtschaftsweise ein gutes Stück nähergekommen. Recyclingprozesse zu entwickeln und zu optimieren ist also nicht eine geniale Erfindung von Homo sapiens, sondern wir vollziehen noch viel zu langsam nach, was die Natur seit vielen Millionen Jahren praktiziert.



Weißer Baumpilz ©Klaus-Stephan Otto

## 2. Definition von biologischer/bioinspirierter Transformation

Um welche Transformationen geht es? Unter dem Transformationsbegriff, wie er in diesem Beitrag benutzt wird, verstehen wir eine grundlegende Veränderung von Lebensprozessen auf der Erde. Das können Lebensprozesse in der Natur, aber auch in der menschlichen Kultur sein. In der Entwicklung der Gesellschaft können wir heute von drei wichtigen Transformationen sprechen: Erstens der digitalen Transformation, die den Diskurs bestimmt und momentan nicht zuletzt als großes Heilsversprechen für die Menschen in aller Munde ist, zweitens der biologischen oder auch bioinspirierten Transformation, die die Übertragung von Naturprozessen auf wirtschaftliche Prozesse, Technik und gesellschaftliche Entwicklungen zum Mittelpunkt hat und schließlich drittens von der „großen“ oder auch ökosozialen Transformation hin zu einer nachhaltigen und klimagerechten Wirtschaft und Gesellschaft, wobei letztere Transformationsprozesse sich sehr stark überschneiden. Der Begriff der biologischen oder auch bioinspirierten Transformation beinhaltet eine klare Lösungsrichtung: Von bewährten Prinzipien der Evolution in der Natur für die Wirtschaft und Gesellschaft zu lernen und nachhaltige Lösungen an Naturprozessen zu orientieren.

In diesem Beitrag soll beleuchtet werden, inwiefern aus Transformationsprozessen in der Natur für wirtschaftliche und gesellschaftliche Transformationsprozesse gelernt werden kann und es sollen beispielhaft Prinzipien vorgestellt werden, die sich übertragen lassen. Dabei wird unsere Erfahrung aus der Beratungsarbeit der Evoco GmbH einbezogen werden

Teil der biologischen/bioinspirierten Transformation ist die Bionik, die technische Lösungen aus der Natur auf technische Lösungen in der Wertschöpfungskette überträgt. Die Bionik ist inzwischen etabliert und die Übertragung von Prozessen aus der Natur auf die Technik schon lange anerkannt. Bioinspirierte Transformation beinhaltet aber auch die Art, wie wir wirtschaften und wirtschaftliche Prozesse an den Gesetzmäßigkeiten der Natur ausrichten, z.B. auch unseren Umgang mit wirtschaftlichem Wachstum zu überdenken. In den Rahmen der bioinspirierten Transformation ordnen sich auch die Organisationsbionik bzw. das Evolutionsmanagement für die Optimierung von Organisationsprozessen ein. Die sich mit der Nutzung nachwachsender Rohstoffe und Organismen beschäftigende Bioökonomie sowie die Weiterentwicklung und Nutzung der Biotechnologie gehören ebenfalls zur biologischen Transformation. Ein weiteres Feld der biologischen Transformation ist die verstärkte Nutzung von Erkenntnissen aus der Neurobiologie für die Transformation. Mit all diesen Bestandteilen hat die bioinspirierte Transformation eine große Bandbreite, um die Herausforderungen der notwendigen Transformationsprozesses in vielen Bereichen unterstützen zu können.

In der Evolution entwickeln sich nach dem Philosophen Hartmann und dem Ethologen Lorenz in ihrer historischen Entwicklung verschiedene Schichten.<sup>1</sup> Das, was an grundlegenden Gesetzmäßigkeiten in einer früheren Schicht der Evolution entstanden ist, gilt auch weiter in der nächsten Schicht. Die Physik und die Chemie sind die Wissenschaften der nicht belebten Materie, des Anorganischen, die schon existierte, bevor sich das Leben auf der Erde entwickelt hat. In der nächsten Schicht entwickelt sich das Leben auf der Erde, damit beschäftigen sich die Lebenswissenschaften, unter ihnen die Biologie. Die Gesetzmäßigkeiten der Physik und der Chemie gelten aber auch für die Biologie und z.B. die Evolutionstheorie, wie Darwin sie entwickelt hat. Mit der Entstehung der menschlichen Kultur ist eine weitere Schicht in der Evolution entstanden: Für diese gelten sowohl die Gesetzmäßigkeiten der Physik und der Chemie als auch die Gesetzmäßigkeiten der

---

<sup>1</sup> Lorenz 1987, S. 49ff.

Entstehung und Entwicklung des Lebens, wie sie die Biologie und andere Lebenswissenschaften gefunden haben. Dabei ist in der Evolution und der evolutionären Entwicklung oft auch eine Komplexitätsentwicklung zu beobachten: Es wird in diesem Prozess Altes zerstört und es entwickelt sich Neues, das so vorher noch nicht dagewesen ist und in vielen Fällen auch eine höhere Komplexität ausweist. So wird auch deutlich, dass die kulturelle Evolution Prozesse beinhaltet, die es in der biologischen Evolution bis dahin noch nicht gegeben hat. Trotzdem gelten die vorher entstandenen Gesetzmäßigkeiten auch in der kulturellen Evolution weiter.

### 3. Übertragung nur in der Technik?

Um welche Bereiche geht es in der biologischen Transformation bei der Übertragung von Lösungen aus der Natur? Die Fraunhofer-Gesellschaft hat seit 2017 intensiv am Konzept der biologischen Transformation gearbeitet. Ihr Präsident Prof. Reimund Neugebauer definiert sie dabei wie folgt:

Die Bionik sucht in der Natur nach Lösungen, mit denen sich vor allem Gestalt und Design von technischen Strukturen verbessern lassen. Die biologische Transformation aber geht weit darüber hinaus. Sie beschreibt den Prozess der zunehmenden Nutzung von Ressourcen, Strukturen und Prozessen der Natur in der Technik. Die Grundlage hierfür ist die digitale Transformation, der wir eine biologische Transformation an die Seite stellen. (Reckter 2019)

Neugebauer erweitert die klassische Bionik. Aber diese Erweiterung ist aus unserer Sicht noch weiterzuführen. Die Definition der biologischen Transformation sollte über die Anwendung in der Technik hinausgehen. Für uns ist die Anwendung auf technische Prozesse eine Teilmenge der umfassenderen Anwendung auf wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse, um Nachhaltigkeit zu gewährleisten, naturzerstörerische Prozesse abzuwenden und eine nachhaltige Klimapolitik umzusetzen. Dabei hat die Technik eine dienende und unterstützende Funktion für die gesamtgesellschaftliche und wirtschaftliche Transformation, die ohne eine Weiterentwicklung der Technik nicht erfolgreich sein kann. Technische Anwendungen sind also einerseits Mitverursacher von menschengemachtem Klimawandel und Umweltzerstörung, bieten aber auf der anderen Seite auch Möglichkeiten, um negative Begleiterscheinungen von Innovationsprozessen zu korrigieren und die notwendigen Nachhaltigkeitsziele umzusetzen. Dies wird aber nur möglich sein, wenn die biologische Transformation sich nicht auf Übertragungen in der Technik beschränkt, sondern Managementprozesse sowie wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse insgesamt einbezieht.

An einem praktischen Beispiel kann man das verdeutlichen: Die Kultur der Nutzung von Kleidung in den industrialisierten Ländern ist geprägt durch einen außerordentlich hohen Ressourcenverbrauch, Umweltverschmutzung, Naturzerstörung sowie die Nichteinhaltung von Menschenrechten und menschengerechten Arbeitsbedingungen. Die technische Entwicklung von immer besseren, abbaubaren Fasern, Maschinen, die die Arbeitsbedingungen verbessern und Verfahren, die die Belastung der Umwelt durch Schadstoffe bei der Produktion reduzieren, ist schon sehr weit fortgeschritten. Die Technik allein kann aber nicht die bestehenden Probleme aus unserem Nutzungsverhalten von Textilien lösen, da diese sehr komplex sind und sich aus vielen verschiedenen sozialen, gesellschaftlichen, kulturellen, wirtschaftlichen und ökonomischen Faktoren zusammensetzen: Viele Verbraucher wollen zahlreiche neue, billig hergestellte Kleidung schnell und oft online kaufen. Dadurch verlängert sich die Lieferkette, gibt es einen hohen Ressourcenverbrauch in der Produktion, auch der Transport durch den Handel erhöht sich signifikant. Dadurch steigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung und beim Vertrieb von Kleidung enorm. Bei der Herstellung von Naturfasern kommt es zu einem massiven Einsatz von Pestiziden. In der Produktion spielen auch die Entstehung von Mikroplastik mit den dazugehörigen Auswirkungen eine Rolle. Die Modeindustrie mit ihrem schnellen Wechsel der Kollektionen und der Ausrichtung auf schnelle Profite bildet die ökonomische Seite des übermäßigen Konsums ab. Die Verbraucher, die ein T-Shirt für zwei Euro wollen und sich einer Kultur des schnellen Modewechsels und der Markenkulte unterwerfen, tragen ihren Teil dazu bei.

Die technische Entwicklung neuer Fasern/Materialien, Maschinen oder neuer Produktionsweisen allein reicht also nicht aus, um einen Wandel in der Textilindustrie zu bewirken. Es braucht das Zusammenspiel aller technischen, sozialen, ökologischen und kulturellen Faktoren, um einen nachhaltigen Umgang mit Kleidung zu erreichen. Wenn man sich bei der Lösung der heutigen komplexen Probleme auf die Technikanwendung reduziert, werden in vielen Fällen Lösungen nicht möglich sein. Dies erfordert ein komplexeres Denken für die Technikwissenschaften und erfordert ein neues Zusammenspiel mit den nichttechnischen Disziplinen.

## 4. Folgt die Technikentwicklung den evolutionären Gesetzmäßigkeiten?

Unbestritten ist heute, dass man in der Technikentwicklung Beispiele aus der Natur übertragen kann, wie es die Bionik umsetzt. Aber folgt auch die Technikentwicklung als Ganze den Gesetzmäßigkeiten der Natur? Dies ist deswegen wichtig, weil dann für Transformationsprozesse die Analyse der Evolutionsgeschichte von großer Bedeutung ist. Hier hat der Physiker und Philosoph Gerhard Vollmer eine klare Position bezogen. Er betont die Wichtigkeit der evolutionären Wissenschaft, zieht aber weiterhin eine Grenze zur Technikentwicklung.<sup>2</sup> Er vertritt den Standpunkt, dass sich die natürliche Evolution nicht auf die Technikentwicklung übertragen lässt. Vollmer orientiert sich an Grassman<sup>3</sup> und macht fünf Merkmale der Technikentwicklung fest, die seiner Meinung nach entscheidende Unterschiede zur natürlichen Evolutionsentwicklung ausmachen. Deswegen seien technische und natürliche Entwicklung nicht vergleichbar. Auf diese möchte ich im Einzelnen Bezug nehmen und herausarbeiten, warum die Übertragung doch sinnvoll und möglich ist.

**In der Technikentwicklung ist laut Vollmer von Anfang an ein Ziel gesetzt, in der Natur aber nicht.**

Die Komplexitätsentwicklung des Lebens ist stark von Zufällen geprägt. Aber die Organismen verfolgen durchaus Ziele. Nach den Erkenntnissen des Neurowissenschaftlers Antonio Damasio gibt es für alle Organismen zwei klare Ziele: Sie wollen überleben und dabei so angenehm leben wie möglich.<sup>4</sup> Darin unterscheiden sich menschliche Organismen nicht von anderen Organismen, auch nicht von den einfachsten, wie den Bakterien. Diese Ziele des Überlebens und angenehm Lebens treiben die Evolution und bringen viele Innovationen hervor. Sie sind auch übergeordnete Treiber für die Technikentwicklung: Sie



Eichhörnchen legen Nahrungsvorräte für den Winter an ©Klaus-Stephan Otto

Sie sollte dazu dienen, unser Überleben zu sichern und uns das Leben so angenehm wie möglich zu machen. Hier wird also deutlich, dass es sich eben nicht um einen Unterschied, sondern eine deutliche Parallele handelt. Eine weitere Argumentation betont, der Mensch allein könne die Zukunft antizipieren und daran sein Handeln, seine Ziele ausrichten. Dies gelte auch für die Technikentwicklung, weswegen sie auch nicht mit der natürlichen Evolutionsentwicklung vergleichbar wäre. Schaut man in die Natur, findet man aber ebenfalls Beispiele für zukunftsorientierte planvolle Vorgehensweisen: Z.B. schaut auch das Eichhörnchen in die Zukunft und bereitet sich auf den Winter vor, in dem die Nahrung knapp ist. Es legt versteckte Nahrungsvorräte an. Nun wird argumentiert, dass dieses Verhalten instinktgetrieben sei. Das macht aber für den Vergleich keinen Unterschied, denn das instinktgetriebene Verhalten ist Teil der Gesetzmäßigkeiten der Evolution. Auch der Mensch handelt in seiner Zukunftsplanung stark instinktgetrieben, eben mit dem Ziel des Überlebens und des möglichst angenehm Lebens. Die große Finanzkrise 2008/2009 wurde von einem Finanzsektor ausgelöst, der instinktgetrieben immer mehr haben wollte und dieses Ziel unter Inkaufnahme so außerordentlich hoher Risiken mit katastrophalen Konsequenzen für die Wirtschaft und die Menschheit verfolgt hat, dass nicht mehr von rationaler, bewusster Planung gesprochen werden kann. Die Neurowissenschaft geht heute davon aus, dass weit

---

<sup>2</sup> Vollmer 2017, 308f.

<sup>3</sup> Grassmann 1985, 567ff.

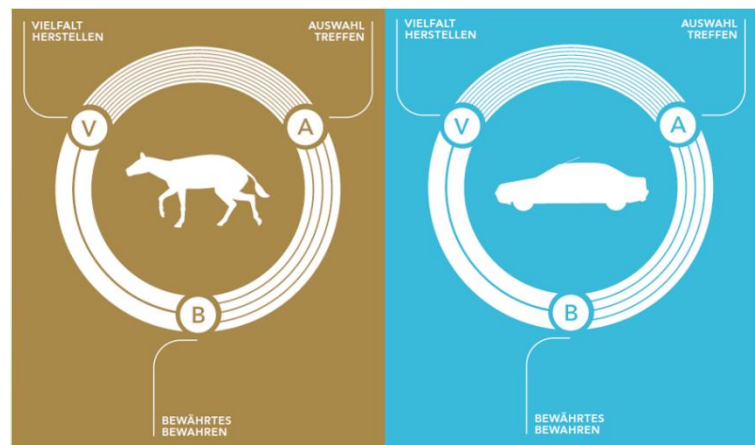
<sup>4</sup> Damasio 2003, S. 67

mehr als neunzig Prozent unserer Gehirnaktivitäten nicht bewusst und kognitiv sind. Würde der Mensch nur bewusst und rational handeln, hätten wir nicht die Probleme, mit denen wir uns heute auseinandersetzen haben.

### **Mutation, Rekombination und Auslese in der Natur sind nach Vollmer in der Technik durch das Spiel der Gedanken ersetzt, sowie der Elektronen in den Computern.**

Schaut man sich den Innovationsprozess in der Natur an, lässt sich feststellen, dass er größtenteils nach Prinzipien des von uns entwickelten VAB-Modell verläuft: Es entsteht Vielfalt durch Mutation (z.B. durch Fehler, die beim Kopieren der Gene entstehen), Rekombination, Anpassungsprozesse oder durch zufällige Ereignisse. Dann findet in einem Selektionsprozess eine Auswahl statt. Was sich in dem Auswahlprozess bewährt und weiter bestehen soll, wird anschließend bewahrt.

Bei der Herstellung eines Produktes in der Technikentwicklung erfolgt der Innovationsprozess nach den gleichen Prinzipien: Es wird eine Vielfalt von Ideen entwickelt, was man machen und wie man es umsetzen könnte. In einem ersten Auswahlprozess werden erste Ideen ausgewählt und entsprechende Prototypen gebaut und getestet. Im nächsten Auswahlprozess wird



VAB-Modell in Natur und Technik

©evoco GmbH

entschieden, welche Produkte auf den Markt gebracht werden. Im Markt findet nun ein weiterer Auswahlprozess statt, das Produkt wird vom Markt angenommen oder es fällt durch. Ist ein gutes Produkt entstanden und angenommen worden, ist es wichtig, dieses zu bewahren, die Qualität und Quantität der Herstellung zu gewährleisten und dafür zu sorgen, dass es am Markt bleibt.

Der große Unterschied zwischen Entwicklungsprozessen in der Natur und der Technik liegt an diesem Punkt darin, dass der Auswahlprozess in der Technik tatsächlich erst einmal gedanklich und in den Diskussionen von Menschen stattfinden kann. Wenn aber ein Produkt, das erst gedanklich und dann real entstanden ist, sich nicht bewährt, d.h. im Auswahlprozess des Marktes durchfällt, war das Produkt nicht erfolgreich. Der einfache Auswahl-Prozess in der Natur ist in der Wirtschaft durch einen mehrfachen Auswahl-Prozess ersetzt: Zuerst werden im Unternehmen Ideen ausgewählt (z.B. für ein neues Produkt), die umgesetzt werden sollen, danach erfolgt der Auswahl-Prozess auf dem Markt. Diese Unterschiede ändern aber nichts daran, dass der grundlegende Prozess der Entstehung von Innovationen in Technik und Natur sich nicht voneinander unterscheidet.

### **Die Bewährung wird laut Vollmer in der Technik im Unterschied zur Natur schon weitgehend vor der Realisation beurteilt.**

Wie im vorherigen Abschnitt ausgeführt, wird die Bewährung in der Technikentwicklung zwar schon vor der Realisation antizipiert, aber sehr viele Produkte gehen auf dem Markt unter, auch wenn sie vorher als erfolgreich beurteilt wurden. Die vorherige Antizipation kann die entscheidende Auswahl auf dem Markt nicht ersetzen. Wenn dies möglich wäre, hätten die Unternehmen sehr viel niedrigere Entwicklungskosten und es gäbe keine „Flops“ mehr

### **Nach Vollmer wird in der Technikentwicklung jedes Einzelteil gesondert, aber in Sicht auf das Ganze optimiert**



Die Natur optimiert viel besser in Sicht auf das Ganze als die heutige Technik. Diejenigen Innovationen in der Natur, die sich durchsetzen, die sich bewährt haben und bewahrt werden, sind in der Regel solche, die sich eben nicht als Einzelteil perfektioniert haben, sondern die sich in das gesamte Ökosystem und dessen Leben einpassen. Meine These an dieser Stelle lautet, dass die Natur dabei viel ganzheitlicher vorgeht und die Realisierung orientiert am Ganzen viel stärker ausübt, als das in der Technikentwicklung der Fall ist. Die Verliebtheit in neue technische Lösungen von Ingenieuren verhindert oftmals diese Sicht auf das Ganze. Die Entwickler der bekannten Kaffeekapseln aus Aluminium hatten bei dieser Innovation eben nicht das Ganze im Blick, sondern allein den speziellen Geschmack von Kaffee-Genießern und deren Bequemlichkeit, ohne die Abfallprobleme zu berücksichtigen. Es ist genau die Herausforderung einer nachhaltigen Technikentwicklung, in stattfindenden Transformationsprozessen die Komplexität der Technikfolgen im Blick zu haben und daraus resultierend langfristig nachhaltige Produkte zu entwickeln.

### **Informationsspeicher ist für Vollmer das erworbene Wissen der Menschheit**

Ist der Informationsspeicher für die technische Entwicklung das erworbene Wissen der Menschheit? Er ist es auch, aber die Natur selbst ist ein viel größerer Informationsspeicher und wir sind noch längst nicht in der Lage, diesen Informationsspeicher mit seinen unendlich vielen guten Lösungen im breiten Maße zu öffnen. Wenn wir ihn an einer Stelle öffnen, führt er uns oft zu neuen Geheimnissen, die zu öffnen eine weitere Herausforderung ist. Die Natur ist schon mit den verhältnismäßig einfachen Organismen in der Lage, Fotosynthese zu betreiben und dadurch viele ihrer Energieprobleme zu lösen. Wüssten wir, wie das gelingt, hätten wir die Energiewende schon längst gemeistert. Der österreichische Biologe Rupert Riedl geht davon aus, dass die Informationseinheiten in die Natur eingeschrieben sind: „Alle lebendige Struktur enthält gespeichertes Wissen, etwas wie ein Urteil über die Gesetze, unter welchen sie existiert.“<sup>5</sup> Die materialisierten Lösungen der Natur aber z.B. auch die DNA sind solch ein gespeichertes Wissen in der Natur. Die große Chance der biologischen Transformation liegt darin, das gespeicherte Wissen der Natur zu nutzen, das um ein Vielfaches größer ist als das gespeicherte Wissen von Homo Sapiens.

Die vorangegangenen Ausführungen stützen also die These, dass Evolution in der Technik auf den gleichen Gesetzmäßigkeiten und Prozessen basiert wie die natürliche Evolution. Erste Formen der Technikentwicklung gibt es schon vor dem Menschen beim Werkzeuggebrauch von Tieren, etwa bei Affen, die mit Stöcken Termiten aus dem Bau holen oder mit Steinen Nüsse knacken. Was bei Tieren noch nicht zu finden ist, sind Werkzeuge zur Herstellung von Werkzeugen. Das hat erst der Mensch erfunden. Die technische Evolution des Menschen hat also Dinge hervorgebracht, die in der vormenschlichen natürlichen Evolution so noch nicht zu finden sind. Aber wie vorher bereits ausgeführt, gehört auch das zum Prinzip der Evolution: Spätere Entwicklungen bringen oft Neues hervor, das es so vorher nicht gab. Kulturelle Evolution baut auf der evolutionären Entwicklung der Pflanzen und Tiere auf, aber sie entwickelt sie weiter; deswegen kann sie nicht gleich sein, aber sie verläuft nach den Grundgesetzmäßigkeiten der Evolution.

---

<sup>5</sup> Riedl und Parey 1981, S. 26

## 5. Erfolgreiche Transformationen mit Evolutionsmanagement

Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, dass ein Vergleich zwischen der natürlichen Evolution und der kulturellen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen nicht nur möglich, sondern auch sinnvoll ist. Deswegen arbeiten wir in der Evoco GmbH bei unserer Beratungsarbeit mit „Evolutionsmanagement“, bei dem es darum geht, zu schauen, was man aus der Natur für wirtschaftliche und organisatorische Prozesse lernen kann. Dabei gibt es fünf Prinzipien, die im Evolutionsmanagement genutzt werden<sup>6</sup>: Erstens gibt es das Lernen aus einzelnen Naturvorgängen für wirtschaftliche Prozesse. Dieser Mikroblick, der einzelne innovative Lösungen aus der Natur untersucht und auf wirtschaftliche und organisatorische Prozesse überträgt, ist auch in der Bionik stark vertreten. Zweitens bedienen wir uns im Evolutionsmanagement des Makroblicks und schauen, wie größere evolutionäre Prozesse in der Natur verlaufen und was man hier für Wirtschaft und Organisationen lernen kann. Aus diesem evolutionären Gesamtblick lassen sich auch Antworten darauf finden, wie langfristige nachhaltige Lösungen für die Wirtschaft der Zukunft gefunden werden können. Er scheint uns besonders wichtig für die Weiterentwicklung der notwendigen Transformationsprozesse. Drittens lernen wir von der Neurobiologie, wie die Prozesse in dem wohl komplexesten Organ in der Natur, dem menschlichen Gehirn, ablaufen. Ein interessantes Beispiel ist hier, dass zwei Neuronen nicht in Dialog miteinander treten können: Ein Neuron gibt eine Nachricht an ein anderes Neuron, wenn dieses zweite Neuron antworten will, kann es das nicht direkt tun, sondern muss die Nachricht über ein drittes Neuron an das erste zurückgeben. Dadurch wird das Hochschaukeln von Prozessen verhindert. Unser Gehirn lässt Prozesse nicht durch Endlosfeedbackschleifen umkippen. Wir sehen es gerade in den sozialen Medien, wie schnell Fake News sich ausbreiten und nicht mehr kontrollierbar sind. Viertens geht das Evolutionsmanagement davon aus, dass die Evolution einerseits geschieht, aber gleichzeitig der Mensch in einem konkreten Prozess einzelne evolutionäre Entwicklungen kraft seines Bewusstseins auch aktiv mitgestalten kann. Ein CEO eines Unternehmens schaut nicht einfach zu, wie sich das Unternehmen entwickelt und womöglich untergeht, sondern versucht, diesen Teilprozess einer evolutionären Entwicklung zu gestalten. Er oder sie leitet Schritte ein, die das Überleben des Unternehmens und damit auch die Arbeitsplätze für die Beschäftigten sichern. Dafür sitzt er oder sie an dieser Stelle und hoffentlich werden dabei die Führungskräfte und die Beschäftigten in diesen Prozess als Mitgestalter einbezogen. Als letzter, fünfter Punkt hat das Evolutionsmanagement eine ethische Dimension: Wirtschaftliche Entwicklungen sollen eingebettet werden in ein langfristiges Evolutionsgeschehen, Wirtschaft soll sich nachhaltig und naturbewahrend entwickeln und ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Das ist die große Herausforderung unserer heutigen Transformationsprozesse.

In dem folgenden Abschnitt möchte ich anhand von drei konkreten Transformationsprozessen der Vergangenheit aufzeigen, was wir daraus für heutige Transformationsprozesse übertragen können.

---

<sup>6</sup> Vgl. Otto et al. 2007, S. 4

## 6. Aus vergangenen Transformationsprozessen lernen

### 6.1 Vom Land aufs Wasser

Die Vorgänger unser heutigen Wale als Meeressäuger waren Huftiere an Land. Es gab für sie einen Transformationsprozess, in dessen Zuge diese Tiere ihren Lebensraum in das Wasser verlegt haben. Eine Forschergruppe um Michael Hiller vom Dresdner Max-Planck-Institut für Molekulare Zellbiologie und Genetik fand 85 Gene, deren Verlust diesen Tieren ein Leben unter Wasser erst ermöglicht hat.<sup>7</sup> So haben sie das Gen verloren, das verhindert, dass die Lungen zusammenklappen, was für ihr Leben unter Wasser notwendig wurde. Außerdem haben sie sämtliche Melatonin-Gene verloren. Nur ohne diese Gene können die Gehirnhälften abwechselnd schlafen und immer eine Gehirnhälfte wach sein. So können Wale zu jeder Tages- und Nachtzeit rechtzeitig zum Luftholen auftauchen, was für sie als Säugetiere mit Lungen überlebensnotwendig für ein Leben im Wasser ist. Hier wird deutlich, dass in Transformationsprozessen nicht nur Neues zu lernen ist, sondern wir auch die Bereitschaft brauchen, Dinge zu verlernen, um in der Transformation erfolgreich zu sein. Dieser Punkt könnte vor allem bei der Veränderung unseres bisherigen erlernten Konsumverhalten, unserem Umgang mit Energie aber auch einer zukunftsorientierten Gewichtung der Profitgenerierung bei der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen in den Unternehmen wichtig sein.

### 6.2 Lehren aus dem großen Meteoriteneinschlag

Nach dem großen Meteoriteneinschlag vor 65 Millionen Jahren haben sich die viele Ressourcen verbrauchenden riesigen Dinosaurier nicht schnell genug an die neuen Gegebenheiten anpassen können und sind ausgestorben. Die Evolution hatte mit ihnen Tiere hervorgebracht, die außerordentlich groß und stark waren: Tyrannosaurus Rex hatte eine Höhe von 6 Metern, war 13 Meter lang, 6 Tonnen schwer und seine Beißkraft entsprach etwa 3.500 bis 5.700 Kilogramm Gewicht, die auf die kleine Fläche der Zahnschneidekante konzentriert wurden. In Folge des Meteoriteneinschlags ist der Herrscher seiner Zeit untergegangen, dafür haben kleine, gut angepasste, wenig Energie verbrauchende Säugetiere überlebt. Von den Dinosauriern haben nur die Vögel überlebt, die viel kleiner sind und durch das Fliegen ein weiteres Element zu Verfügung haben, in dem sie leben. Die Evolution hat danach nie wieder ein so großes und körperlich starkes Landtier wie den Tyrannosaurus Rex hervorgerbracht. Homo Sapiens ist zwar viel kleiner und nicht so kräftig wie Tyrannosaurus Rex, hat aber eine dominierende Herrschaft auf Kosten anderer Lebewesen aufgebaut. Der Anthropologe Gregory Bateson hat dazu folgendes gesagt: „Das Lebewesen, das im Kampf gegen seine Umwelt siegt, zerstört sich selbst.“<sup>8</sup> Eine Gesetzmäßigkeit der Evolution ist es also, dass zu mächtige Lebewesen Gefahr laufen, unterzugehen. Homo Sapiens hat nicht die Größe und körperliche Stärke wie die Dinosaurier. Aber sein verhältnismäßig großes Gehirn hat es ihm ermöglicht, eine dominierende Stellung auf diesem Planeten aufzubauen und seine Anzahl in den letzten Jahrhunderten exponentiell ansteigen zu lassen verbunden mit einer massiven Naturzerstörung und Einschränkung der Artenvielfalt. Hier braucht es neue Lebensweisen.

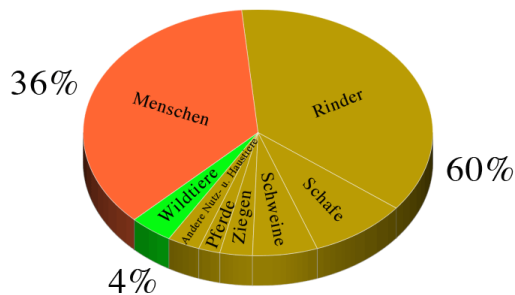
---

7 Huelsmann et al. 2019

8 Bateson 1985

### 6.3. Neolithische Transformation

Ein umfassender Transformationsprozess in der Geschichte der Evolution im Zuge der Entwicklung der Menschheit ist die neolithische Transformation vor ca. 10 000 Jahren gewesen, die den Ackerbau und mehr Unabhängigkeit des Menschen von der Natur durch neuentwickelte Vorratshaltung hervorgebracht hat. Dieser neue Überfluss hat die Ausweitung von Arbeitsteilung ermöglicht, die kulturelle Evolution massiv gefördert und damit die Entwicklung von Städten möglich gemacht. Die neolithische Transformation wird



Landsäugetiere (Biomasse/Gewicht)

gemeinhin als große Entwicklungsleistung der Menschheit verstanden. Der Historiker Yuval Harari macht aber deutlich, dass die Errungenschaften der Neolithischen Transformation nicht nur Vorteile gebracht haben.<sup>9</sup> So gab es eine starke Ausbreitung von Epidemien durch das enge Zusammenleben der Menschen und durch die Übertragung von Krankheitserregern aus der Viehzucht. Mittlerweile sind in der Folge der Ausweitung der Landwirtschaft und der übermäßigen Jagd der Menschen 96% der Landsäugetiere auf der Erde Nutztiere des

Menschen, nur noch 4% sind Wildtiere<sup>10</sup>. Wir befinden uns in einem großen durch die Menschen ausgelöstes Artensterben, dass die bisherigen großen Aussterbekatastrophen in der Geschichte der Evolution bei weitem übertrifft.

Transformationsprozesse bringen also oft mehr Komplexität und Neues, sie bergen aber auch Risiken und können Nachteile mit sich bringen. Wir können das im Moment sehr gut an der digitalen Transformation beobachten. Auf der einen Seite bringt sie uns viele positive Neurungen, wir haben einen unglaublichen, schnellen Zugriff auf die vielfältigsten Informationen, wie er so noch nie dagewesen ist. Aber die auch dadurch sich immer schneller verändernden Prozesse haben das Gefühl von Unsicherheit und Angst bei den Menschen massiv verstärkt. Davon profitieren populistische Parteien, was zusammen mit den Gefahren eines möglichen Überwachungsstaates zur Gefährdung unserer demokratischen Strukturen führt. Das Versprechen eines angenehmeren Lebens durch die Digitalisierung wird nur bedingt eingehalten. Die Preistransparenz heizt die Konkurrenz der Unternehmen an und führt in den Unternehmen zu massiven Sparprogrammen, verbunden mit Personalabbau und zunehmendem Stress im Arbeitsalltag verbunden mit einer Zunahme von psychischen Erkrankungen. Natürlich kann es nicht darum gehen, die Digitalisierung zu stoppen, aber darum, bewusster darauf ein zu wirken, dass die Digitalisierung wirklich unser Leben einfacher macht und unsere Lebensqualität steigen lässt. Das gleiche gilt auch für die biologische oder bioinspirierte Transformation. Sie bietet viele Chancen, zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu kommen. Aber sie birgt auch Gefahren, die vermutlich noch schädlichere Auswirkungen als die digitale Transformation haben können. Das Spiel mit der unkontrollierten Beeinflussung von Lebensprozessen ist weit weniger steuerbar als das von technischen Prozessen, was eine noch größere Vorsicht und Achtsamkeit braucht.

<sup>9</sup> Harari 2013, S. 101-125

<sup>10</sup> Wikipedia 2020

## 7. Kompetenzentwicklung für ökosystemares Denken

Wie eingangs schon erwähnt, braucht es für den Umgang mit der immer weiter steigenden Komplexität und für erfolgreiche Gestaltung von Transformationsprozessen ein ganzheitliches, ökosystemares Denken. Dabei ist es wichtig, biotische (lebende) und abiotische (nicht-lebende) Faktoren in ihrem Zusammenspiel verstehen. Beispiele für dieses Zusammenspiel sind die Industrie 4.0 und das Internet der Dinge. Der Vorstandsvorsitzende von Nokia, Stephen Elop, sagte über das untergehende Unternehmen in der großen Krise von Nokia: „Unsere Wettbewerber nehmen uns nicht über ihre Geräte Marktanteil ab, sie nehmen ihn uns mit einem kompletten Ökosystem ab.“<sup>11</sup>. Gemeint waren Google und Apple, die Nokia in die Knie zwangen. Dass ökosystemares Denken immer wichtiger wird, zeigt auch das stetig wachsende und erfolgreiche neue Geschäftsmodell Plattform-Ökonomie wie es z.B. von Amazon oder HRS praktiziert wird. Frank Riemensperger, Deutschland-Chef der Firma Accenture äußerte sich dazu kürzlich wie folgt:

„Wir denken immernoch in den alten Marktregeln. In der Plattform-Ökonomie kann aber niemand Erfolg haben, der alles kontrollieren will. So funktioniert die digitale Welt nicht. Plattformen sind in der Regel offene Ökosysteme, in denen jeder mitmachen kann und wo die Erfolge geteilt werden. Der Bau von Geschäftsmodellen auf Basis von Plattformen und offenen Ökosystemen ist ein komplett anderer Ansatz als Exzellenz im Ingenieurwesen und in der Produktion.“<sup>12</sup>

Es wird wichtig sein, dieses ös Denken auch in andere Geschäftsmodelle und besonders auch in die Technikentwicklung stärker zu integrieren.

Wir brauchen ein ökosystemares Denken, das nicht primär aus technischen Systemen abgeleitet ist, sondern lebende Systeme und ihr Zusammenspiel im Ökosystem versteht, denn nur so ist eine nachhaltigere, ethische Wirtschaft zukünftig realisierbar. Die Bereicherung nur einer kleinen Gruppe von Menschen hat langfristig keine Perspektive, insofern ist der Fraunhofer-Gedanke der Ermöglichung des „Wohlstands für alle“ in der Welt durch neue Verfahren aus der biologischen Transformation sinnvoll. Dabei sollten wir aber nicht nur das Wohlergehen von Homo Sapiens im Mittelpunkt haben, sondern die Vielfalt des Lebens bewahren. Um die Herausforderungen der biologischen Transformation anzugehen, um eine gute Zukunft für alle zu schaffen, braucht es ein neues Zusammenspiel von Ingenieurs-, Natur- und Gesellschaftswissenschaften. In die ingenieurwissenschaftliche Ausbildung sollte das ökosystemare Denken einbezogen werden, um neue technische Lösungen zu finden, die sich einbetten in das gesamtgesellschaftliche Geschehen und die Prozesse in der Natur. Aber das reicht nicht aus. Der hochkomplexen Transformation, an deren Anfang wir stehen, lässt sich am besten durch eine transdisziplinäre Wissenschaft begegnen, die die Entwicklung von Lösungen nicht auf die Wissenschaft beschränkt sondern aus dem Zusammenspiel von Wissenschaftler\*innen und Praktiker\*innen, von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft zu neuen Lösungen kommt. Dies geschieht z.B. im Konzept der Citizen Sciences. Diese neuen Lösungen sollten nicht nur technisch funktionieren, sondern auch die Unterstützung der Menschen finden und die Menschen bei ihrer Entwicklung einbeziehen. Eine nachhaltige Klima und Umweltpolitik wird nur umzusetzen sein, wenn sie nicht nur getragen ist von Eliten, sondern von breiten Teilen der Bevölkerung unterstützt wird. Es braucht ein grundlegendes Umdenken. Wenn Homo Sapiens seine Überheblichkeit und seinen Anthropozentrismus ablegt, öffnet dies auch

---

<sup>11</sup> Heuzeroth 2011

<sup>12</sup> Gneuss 2020

seinen Blick für die unendlich vielen guten Lösungen, die in der Geschichte des Lebens auf diesem Planeten entstanden sind und uns für gute Transformationsprozesse inspirieren werden.

(Bitte in Kasten darstellen)

## **Leitsätze für die biologische Transformation**

1. Die biologische Transformation wird Neues entwickeln, dabei Bewährtes bewahren und Altes wiederaufleben lassen.
2. Die eigene Geschichte besser zu verstehen, kann dabei helfen, geeignete Transformations-Wege zu finden und diese erfolgreich zu gestalten.
3. Für gesellschaftliche Transformationsprozesse sollten wir die Entwicklung der Evolution seit Entstehung des Lebens analysieren, nicht nur seit Entstehung der menschlichen Kultur.
4. Krisen bergen auch Chancen, um Transformation voranzubringen (Fukushima-Effekt). Diese sollten wir nutzen.
5. Wir brauchen ein ökosystemares Denken, das nicht primär aus technischen Systemen abgeleitet ist, sondern aus lebenden Systemen und ihrem Zusammenspiel von biotischen und abiotischen Faktoren.
6. Es braucht für die Transformation ein konsequent nachhaltiges Wirtschaftssystem, orientiert an den erfolgreichen Stoffkreisläufen der Natur.
7. Für die Herausforderungen der großen Transformation braucht es eine Weiterentwicklung der Technik, sie kann uns Vieles erleichtern und sollte eine dienende Funktion für eine erfolgreiche gesellschaftliche Veränderung einnehmen.
8. Transformation bedeutet in der Regel Komplexitätsentwicklung; in der Transformation braucht es aber auch Vereinfachungen, um die Komplexität meistern zu können.
9. Die biologische Transformation bietet viele Chancen, aber auch Gefahren, die noch schädlichere Auswirkungen haben können als die der digitalen Transformation.
10. Transformation kann nur gelingen, wenn breite Teile der Bevölkerung eine mitgestaltende Rolle einnehmen. Dazu brauchen die Menschen die Befähigung, mit Umbruchsituationen umzugehen.
11. Arroganz von Führung und Eliten behindert erfolgreiche Transformationsprozesse.
12. Die Vernunft-Ebene allein reicht nicht aus, um die Menschen zu erreichen; Emotionen sind Teil unserer Lebendigkeit und sind konstruktiv einzubeziehen.
13. Die Transformation erfordert ein neues Zusammenspiel von Natur-, Ingenieurs- und Geistes-/Gesellschaftswissenschaften.
14. Es braucht transdisziplinär Zusammenarbeit über die Wissenschaft hinaus, ein anderes Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis, von Wissenschaft, Wirtschaft Politik und Zivilgesellschaft, die Beteiligung der Bürger\*innen.
15. Die Transformation ist ergebnisoffen zu gestalten, wir sollten bereit sein, die Prozesse ständig anzupassen und vielfältige Wege zu beschreiten.

## 7.1 Literatur

- [Bateson 1985] Bateson, G. (1985): »Ökologie des Geistes - Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven«. Berlin.
- [Damasio 2003] Damasio, A. (2003): »Der Spinoza-Effekt. Wie Gefühle unser Leben bestimmen«. München.
- [Gneuss 2020] Gneuss, M. (2020): »Wir müssen den Wettbewerb annehmen«  
[https://www.welt.de/print/die\\_welt/wirtschaft/article204818100/Wir-muessen-den-Wettbewerb-annehmen.html](https://www.welt.de/print/die_welt/wirtschaft/article204818100/Wir-muessen-den-Wettbewerb-annehmen.html), Zugriff am 2.3.2020
- [Harari 2013] Harari, Y. (2013): »Eine kurze Geschichte der Menschheit«. München
- [Heuzeroth 2011] Heuzeroth, T (2011): »Bei Nokia bleibt kein Stein auf dem anderen«. Welt 12.02.2011; <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article12516800/Bei-Nokia-bleibt-kein-Stein-auf-dem-anderen.html>, Zugriff am 2.3.2020
- [Huelsmann et al. 2019] Huelsmann, M; Hecker, N.; Springer, M.; Gatesy, J.; Sharma, V.; Hiller, M. (2019): »Genes lost during the transition from land to water in cetaceans highlight genomic changes associated with aquatic adaptations«. *Science Advances* 25 Sep 2019 Vol. 5, no. 9. DOI: 10.1126/sciadv.aaw6671
- [Grassmann 1985] Grassmann, P.(1985): »Lässt sich die technische Entwicklung mit der biologischen Evolution vergleichen?«. *Naturwissenschaften* 72, 1985, 567–573
- [Lorenz 1987] Lorenz, K. (1987): »Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens«. München.
- [Otto et al. 2007] Otto, K.-S., Nolting, U., Bässler, C. (2007): »Evolutionsmanagement. Von der Natur lernen: Unternehmen entwickeln und langfristig steuern«. München.
- [Otto et al. 2019] Otto, S., Rösler, S., Teucher, T.: »Denken und Handeln in Ökosystemen – ein strategischer Ansatz für Wirtschaft und Gesellschaft«. In.: Marco E. ,Ternès, A. (Hrsg.) (2019): »Nachhaltiges Management. Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz entwickeln«. Berlin.
- [Reckter 2019] Reckter, B. (2019): »„Unser Ziel ist eine unbedingte Nachhaltigkeit“, Interview mit Reimund Neugebauer«. VDI Nachrichten 24.1.2019
- [Riedl und Parey 1981] Riedl, R., Parey, P. (1981): »Biologie der Erkenntnis. Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft«. Berlin/Hamburg.
- [Vollmer 2017] Vollmer, G. (2017): »Im Lichte der Evolution. Darwin in Wissenschaft und Philosophie«. Stuttgart.
- [Wikipedia 2020] Wikipedia (2020): Biomasse. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Biomasse>, Zugriff am 2.3.2020