

# Autonomieentwicklung in der Evolution

Till Reckert

*„Das Tier wird durch seine Organe belehrt; Der Mensch belehrt die seinigen und beherrscht sie.“ J. W. von Goethe (Maximen und Reflexionen)*

*Paläontologie, vergleichende Morphologie und Physiologie ergänzt durch Genetik und Molekularbiologie, ergeben heute ein weitgehend zuverlässiges Bild vom physischen Verlauf der Evolution hin zu immer komplexeren Organismen.*

*Anders verhält es sich mit Annahmen zu der Frage, wodurch es überhaupt Evolution gibt: Populärwissenschaftlich denkt man sich diese Entwicklung heute angetrieben durch zufällige Mutationen von Genen und durch das bessere Überleben und sich Fortpflanzen untereinander konkurrierender und hierbei besser an die Umwelt angepasster Individuen („survival of the fittest“). Aber kann man so wirklich erklären, warum Organismen umso autonomer werden, je höher entwickelt sie sind?*

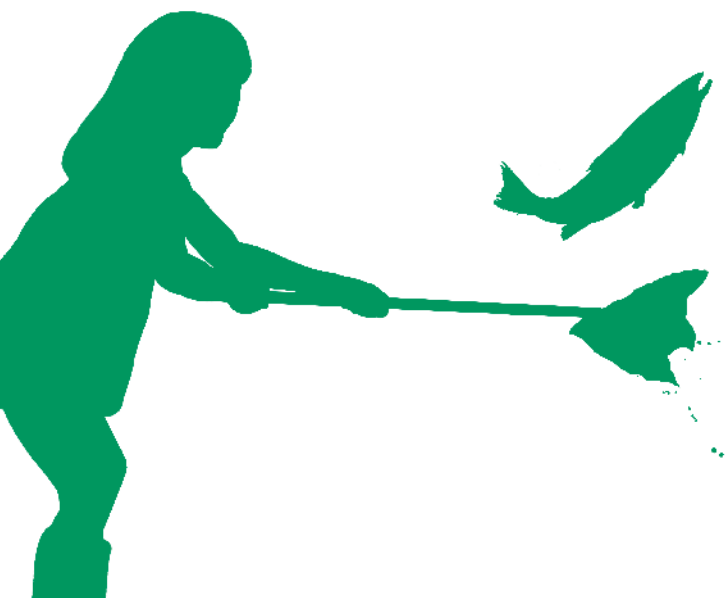
## MUTATION UND SELEKTION ALS ALLEINIGE ANTREIBER DER EVOLUTION?

Als ausschließlicher Erklärungsversuch ist dieses Modell trotz umfangreicher Bearbeitung seit 150 Jahren weitgehend Hypothese geblieben, die sich aber tief auf das Selbstverständnis des Menschen auswirkt. Diese Hypothese verstellt den Blick auf wichtige biologische Phänomene. So haben sehr ursprüngliche Lebewesen, wie etwa Bakterien, beste Überlebensfähigkeiten als Population, sodass allein unter diesem Aspekt jede Form der Höherentwicklung überflüssig erscheint. Auch bleibt rätselhaft, wie aus zufälligen Mutationen neue, geordnete Strukturen und evolutiv innovative Baupläne entstanden sein könnten. Denn diese sind gar nicht immer mit besseren Überlebensfähigkeiten erklärbar, sondern widersprechen dieser angenommenen Zielsetzung oft geradezu.

Vor dem Hintergrund heute erlangter Empirie kann im 21. Jahrhundert bisher niemand umfassend belegbar sagen, was den Prozess der Evolution antreibt. Sicher erscheint aber, dass die evolutionstheoretischen Hypothesen des 19. und 20. Jahrhunderts in weiter gefassten und mit der Empirie besser übereinstimmenden Theorien aufgehen müssen, wenn man sie für die Erklärung der Evolution des Lebendigen, ja für die Erklärung des Lebendigen selber sinnvoll nutzen will. Hierzu muss man nicht notwendigerweise in einen Kreationismus zurückfallen. Verständlicher Weise wird also auf diesem Feld unter Fachleuten viel grundlegender gestritten, als dies viele populärwissenschaftliche Darstellungen der Evolutionstheorie gegenwärtig noch vermuten lassen. Dies fand z. B. einen vorläufigen Höhepunkt auf einer internationalen Tagung in der Royal Society London im November 2016 unter dem Titel: „New Trends in Evolutionary Biology“, auf der ausgesprochen progressiv über die Probleme der bisherigen Evolutionsauffassungen und über neue Aspekte diskutiert wurde, was auch in einem Sammelband veröffentlicht wurde. Wissenschaftler mit neuen evolutionären Denkrichtungen haben sich hier zusammengeschlossen: [www.thethirdwayofevolution.com](http://www.thethirdwayofevolution.com).

## EVOLUTIONS BIOLOGISCHES URPHÄNOMEN: ENTWICKLUNG VON (RELATIVER) AUTONOMIE

Widmen wir uns hier einem ins Auge fallenden Urphänomen der Evolution ohne dieses gleich (reduktionistisch) „erklären“ zu wollen: Die Entwicklung des Lebendigen und dessen Höherentwicklung führen mit jedem innovativen Schritt zu einer vermehrten Autonomie der entstehenden lebenden Organismen gegenüber der Umwelt. Dies soll anhand ausgewählter Beispiele erläutert werden. Jede Autonomiestufe kann hierbei nur relativ sein, da jeder Organismus gleichzeitig von der Umwelt abhängig bleibt, in und von der er lebt. Diese Wechselwirkungen zwischen Autonomiebestrebung und Abhängigkeit führen in den unterschiedlichen Organismen zu verschiedensten Lösungen als Akte in einem Entwicklungs drama, welches wir Evolution nennen. Dieses Entwicklungs drama verlief nicht linear, es kam auch zu Rückentwicklungen und Aussterbevorgängen.



## Einzeller

Seit der Entstehung der Bakterien begleitet eine relative Autonomie die Geschichte der Lebewesen: Umweltabgrenzung, metabolische und genetische Selbständigkeit, Selbstregulation, Anreicherung und regulierte Verwendung energiereicher Moleküle, dynamischer Ordnungszustand (negative Entropie) und deren zeitliche Gliederung. Bakterien bilden noch heute die Grundlage aller Lebensgemeinschaften: Obwohl wir sie nicht direkt wahrnehmen, bilden sie insgesamt auf der Erde eine größere Biomasse als alle Pflanzen, Pilze und Tiere zusammen.

Einer der ersten großen Übergänge in der Evolution war die Entstehung von Zellen mit echtem Zellkern (Eukaryonten). Dieser neue Zelltyp wurde erheblich größer und schloss spezialisierte Organellen ein. Schon die großenbedingt relativ geringere Oberfläche schränkte den Umweltaustausch ein und betonte die relative Geschlossenheit. Die Entwicklung des Zellskelettes wurde auch zur Grundlage für eine kräftigere autonome Eigenbewegung z. B. durch Geißeln. Endosymbionten verarbeiteten Energie innerhalb der Zelle, was bei Bakterien noch mit der Außenmembran verbunden war. Auch die Verdauung wurde internalisiert (Endozytose), wobei Verdauungsenzyme viel höher konzentriert werden können. Das Genom wird in eine zusätzliche Umhüllung verlegt, was den unter Bakterien üblichen horizontalen Gentransfer stark einschränkt und die Eigenständigkeit der eukaryonten Zellarten stabilisiert. Die Eukaryonten spezialisierten sich weiter zu Pflanzen-, Pilz- und Tierzellen.

## Mehrzeller

Die vor ca. 2 Milliarden Jahren entstandene Mehrzelligkeit erweiterte erheblich das Potenzial eines Organismus, sich gegenüber Umweltfaktoren zu stabilisieren. Denn nun können Zellen in einem durch eine Haut geschützten Innenbereich liegen, dessen Bedingungen der Zellverband selbst homöostatisch regulieren kann. Auf dieser Grundlage wurden ab der kambrischen Explosion vor ca. 535–545 Mio. Jahren verschiedenste grundlegende Organe, Körperanhänge und -funktionen entwickelt. Jede der nachfolgenden Arten bildete ihre eigene Kombination von Autonomiemerkmalen aus: Während Muscheln massive Umweltabgrenzungen bildeten, entwickelten andere Gruppen immer schnellere und flexiblere Bewegungsmöglichkeiten und wurden so unabhängiger von den unmittelbaren Umgebungsbegebenheiten. Austauschflächen für Stoffe aus der Umwelt wurden auf spezialisierte Gewebe konzentriert und vielfach nach innen verlagert (Atmung, Verdauung). Kreislaufsysteme gestalteten die Umspülung des Körpergewebes mit einer von den Einflüssen des Umgebungsmediums isolierten (Blut-)Flüssigkeit. Beim späteren Landgang in eine für Zellen lebensfeindliche, trockene Umwelt konnten so die Organismen ihren eigenen inneren Tümpel mitnehmen, in dem Zellen baden müssen, um leben zu können. Dazu gehörten dann auch leistungsfähige Nierenorgane, die die Flüssigkeitshomöostase regulieren.

## DIE BEWEGUNGSENTWICKLUNG DER WIRBELTIERE BIS ZUM MENSCHEN

Mit der kambrischen Explosion entwickelten sich erste Chordaten als Vorläufer der Wirbeltiere. Die rhythmische Organisation ihrer Myomere erlaubte ihnen eine effektive, schlängelnde Bewegung im Wasser. Sie entwickelten sich weiter zu Fischen und dann zu Amphibien. Nach dem Landgang entfiel der Auftrieb. So entwickelten sie Beine, die den Rumpf immer mehr gegen die nun neue Schwere stemmten und ihn so ungleich effektiver mittels Hebelwirkungen und verringerter Reibung fortbewegen konnten. Schulter und Beckengürtel wurden verstärkt. Ferner mussten sie die Extremitätenbewegungen immer feiner und integrierter steuern. Dies konnten sie nur mittels eines nun immer zentralisierteren Nervensystems, was bei den modernen Vögeln und Säugetieren zu verschieden ausgeprägten Höhepunkten der Bewegungsgeschicklichkeit und -dynamik führte. Vor allem die Primaten bauten die Pyramidenbahn aus, um ihre Bewegungen unter die integrierende Kontrolle des fortentwickelten Großhirns zu bringen.

Hier wiederum nimmt der Mensch eine Sonderstellung ein: Als Zweibeiner stemmt er sich ständig aktiv, wenn auch zumeist unterbewusst, balancierend gegen die Schwerkraft, was ungeheure (und dabei unterschätzte) Lernprozesse und viel Übung für die sensomotorische Integration voraussetzt: Ein gut entwickeltes und motorisch geübtes fünfjähriges Kind kann einigemaßen ruhig auf einem Bein stehen und/oder hüpfen und gleichzeitig frei einen griffigen Gegenstand fangen und gezielt werfen. Das macht ihm kein anderer Organismus auf der Erde mehr nach. Aber der übende Mensch ist später aus eigenem Antrieb noch zu viel mehr in der Lage: Tischtennis, Fußball, Tanz, Artistik, Jonglage, Hochseilbalance, Wellenreiten, Skateboard- und Kunstradfahren etc.

Der aufrechte, eigenaktiv balancierte Gang des Menschen befreit seine Hände von der Fortbewegung und macht sie einsetzbar für autonom gewolltes „Handwerk“ verschiedenster Art. Der Bauplan der menschlichen Hand hat dabei eine evolutiv ursprüngliche Mittelstellung beibehalten. Die vordere Extremität anderer Säugetiere ist der menschlichen Hand während ihrer Embryonalentwicklung ähnlicher und entwickelt sich dann in arttypische Spezialisierungen hinein: beispielsweise zu unglaublich langen Fingern bei den Fledermäusen (zwischen denen dann das Flugfell aufgespannt ist) oder zu den verschiedenen Rückentwicklungen der Pfoten. Geübte fünfjährige Kinder sind auch mit ihrer Fingermotorik allen anderen Tieren voraus: Sie können auf Antrieb einen Stift oder eine Münze zwischen den Fingerspitzen einer Hand drehen, wenn man es ihnen einmal vormacht. Und sie können später willentlich vieles mehr lernen: Die Fingerfertigkeit eines Feinmechanikers, Musikers, Zauberers etc.

Seine Bewegungsentwicklung hin zu Autonomie und Flexibilität muss der Mensch zunächst gegen seinen körperlichen Widerstand erringen und einüben, bevor ihm sein Körper als

Werkzeug zur Verwirklichung seiner seelischen Intentionen voll zur Verfügung steht und er ihm gemäß, gut in die Wirklichkeit eingepasste Bewegungsabläufe elegant wie im Schlaf kann. Der Mensch muss alles, aber auch alles lernen und braucht hierzu, im Vergleich zu Tieren, relativ gesehen viel mehr Lebenszeit. Auch diese Art der Bildung bildet das Gehirn ganz körperlich bis hin zum Erhalt von Nervenzellen und Synapsen durch ihre Nutzung.

Wenn Menschen in Wohlstandsgesellschaften sich immer weniger bewegen und ihre Bewegungsfähigkeit immer weniger schulen, verkümmern die motorischen Fähigkeiten. Die Pädagogik sollte also auch die Flexibilität und Geschicklichkeit willentlich geführter Körperbewegungen fördern, indem sie Spiel, Sport und die musikalische und tänzerische Ausbildung aller nicht vernachlässigt.

## **AUTONOMIE DES WÄRMEHAUSHALTES**

Die Ausbildung der Eigenwärme (Endothermie) führte zu einem verschwenderischen Grundstoffwechsel mit einem fünf- bis zehnmal höheren Energie- und Nahrungsbedarf im Vergleich zur ektothermen Lebensweise! Mit der Endothermie hängen u. a. folgende physiologische Änderungen zusammen: Erhöhte Mitochondriendichte der Gewebe, verbesserte Sauerstofftransportkapazität des Blutes, erhöhte Atmungskapazität, Trennung der Blutkreisläufe, Wärmeisolation der Haut, optimiertes Ernährungssystem, Homöothermie des Zentralnervensystems etc. Die Folgen sind: Verinnerlichung der Wärmebildung, Stabilisierung enzymatischer Prozesse und der Stoffwechselrate unabhängig von der Umgebungstemperatur, temperaturunabhängigere Leistungsfähigkeit des Zentralnervensystems und der Bewegungsfähigkeit und so eine mögliche und notwendige aktivere Lebensweise mit einem erweiterten Verhaltensrepertoire. Ein Krokodil kann sich aerob nur langsam bewegen. Für seinen schnellen Spurt bei der Jagd mobilisiert es viel Energie auf anaerobem Weg und braucht dann eine längere Erholungspause. Vögel und Säugetiere können dagegen ausdauernd mobil sein. Und sie fallen bei tieferen Außentemperaturen nicht in eine Kältestarre. Dafür müssen sie viel mehr aktiv tun, um nicht zu verhungern. Diese neue Flexibilität des Individuums innerhalb der möglichen ökologischen Systeme war offensichtlich so zentral, dass eine Investition in eine höhere Energieversorgung evolutiv hingenommen wurde.

Der Mensch hat die Wärmeregulation innerhalb der Säugetiere auf ein ganz eigenes Aktivitätsniveau gehoben: Er reguliert seine Wärmeverteilung fein über das vegetative Nervensystem mittels Durchblutungsänderungen und Schwitzen an der ganzen Körperoberfläche und über das zentrale Nervensystem durch sein Verhalten bis hin zur Bekleidung und zum Hausbau. So geht er wie mit der Schwerkraft auch mit der Wärme am autonomsten um. Ihm wächst kein Fell; dieses kann und muss er sich bei Bedarf eigenaktiv zulegen. Aber nur durch seine physiologischen Möglichkeiten der Kühlung kann er auch die Wärme abführen, die der Grundstoffwechsel unter anderem seines großen Denkkorgans erzeugt. So hängen die Evolution des Gehirnes und

der Schweißdrüsen direkt miteinander zusammen und bedingen sich gegenseitig. Ferner steht nur der Mensch einen Marathon bei 30 °C durch, ohne zu überhitzen, zweifellos ein Überlebensvorteil mittags in den Steppen Afrikas.

## **VERINNERLICHUNG DES VORSTELLUNGSLEBENS**

Bereits Einzeller können die Konzentrationsgradienten von Nahrungs- und/oder Giftstoffen wahrnehmen. Dies ändert unmittelbar die Tätigkeit ihrer Antriebsorgane. Mehrzellige Tiere haben vermittelnde Nervenzellen. Je komplexer ein Nervensystem wird, desto mehr werden Signale und direkte Reaktionen entkoppelt. Ganglien und Gehirne ermöglichen graduell immer flexiblere, selbstbestimmtere Reaktionen gegenüber Umweltreizen und damit Autonomie. Die Cephalisation der Tiere im Verlaufe der Evolution brachte mit sich, dass immer mehr Neurone und Synapsen nur für die Integration und Modulation der ein- und ausgehenden Signale verfügbar sind.

Wenn eine Katze eine Maus verfolgt, die hinter einem Vorhang verschwindet, kann sie voraussehen, dass die Maus auf der anderen Seite des Vorhangs wiedererscheinen wird. Reptilien können dies nicht: Eine Giftschlange benutzt ihren Sehsinn oder Wärmedetektoren, um eine sich bewegende Maus anzugreifen. Nach dem Biss läuft die Maus noch etwas weiter, bis das Gift wirkt. Um die tote Maus zu finden, nutzt die Schlange nur ihren Geruchssinn. Wenn sie die Maus Kopf voran verschlucken will, benutzt sie nur ihren Tastsinn. Die Schlange benutzt also drei Sinne, um eine Maus zu erbeuten und zu verschlingen. Aber sie benutzt sie nacheinander; es gibt offensichtlich wenige Verbindungen zwischen diesen Sinnen, sodass sie auf ihre unmittelbaren Eindrücke einzelner Sinne reagiert. Die Katze integriert zunächst die Signale von Augen, Ohren, Nase, Tasthaaren, Pfoten zu einem Gesamtbild und diese mit ihren Erinnerungen und kann sich so die Maus vorstellen und wartet, auch wenn die Maus im Mauseloch verschwunden ist. Eine Schlange tut so etwas nie. Eine Katze jagt daher wesentlich autonomer und flexibler.

Diese Fähigkeit, Bilder der Welt zu verinnerlichen und zu erinnern, entkoppelt Wahrnehmungen und direkt folgendes, sichtbares Verhalten. Dies ist eine Grundvoraussetzung für Lernen, Spiel, Imitation, Werkzeuggebrauch, Einsicht, Empathie, Selbstwahrnehmung und Sprache. Diese Errungenschaften führen zu hoher Eigenflexibilität im Verhalten und so zu einer zunehmenden Autonomie, die bei Tieren in unterschiedlichen Graden und Kombinationen bereits zu finden ist, die der Mensch aber zur (vorläufigen?) Perfektion bringt.

## **AUTONOMISIERUNG UND VERINNERLICHUNG DER FORTPFLANZUNG**

Reptilien emanzipierten sich von der Gebundenheit an ein feuchtes Milieu, indem sie eine wasserundurchlässige Haut bildeten und ihren Flüssigkeitshaushalt stabilisierten. Gleichzeitig bilden sie die ersten Eier mit einem flüssigkeitsgefüllten Amnion innen und einer festen Schale außen,

sodass sich auch der Embryo unabhängig von einer äußeren wässrigen Umgebung entwickeln kann. Eier und Jungtiere zur Zeit des Schlüpfens sind wesentlich größer, sie werden primär durch eine größere Eidottermenge ernährt. Die nachfolgenden Individuen haben eine höhere Überlebenschance auch durch den Wegfall der vorher notwendigen Larvenphase. Dafür werden wesentlich weniger Eier gelegt.

Vögel sind die ersten Lebewesen, die mehrheitlich eine aufwendige Brutpflege betreiben, für eine passende Wärme und Umhüllung beim Brüten und teilweise darüber hinaus sorgen und dann den geschlüpften, sonst zunächst hilflosen Nachwuchs aufziehen müssen. Bei den Säugetieren wird die Entwicklung des Embryos ganz internalisiert, wobei mit der Plazenta sogar eine sehr intensive Verbindung mit dem Organismus der Mutter entsteht (die wiederum beim Menschen am intensivsten ist). Unter allen Lebewesen hat der Mensch die geringste Kindersterblichkeit, aber den höchsten aktiven Aufwand je erfolgreich aufgezogenem Kind.

## WAS IST GESUNDHEIT?

Gesundheitliche Beeinträchtigungen, Hunger und Armut schränken unsere Autonomie ein. Daher sollte Gesundheit in Medizin und Soziologie ganzheitlich charakterisiert werden als die Fähigkeit zu Autonomie und Freiheit des Individuums, welches sich dazu in einem guten Gleichgewicht mit der Natur in sich und seiner Umwelt befinden muss.

Mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnene Erkenntnisse unterstützen so im Prinzip ein humanistisches Welt- und Menschenbild, welches die Entwicklung eines Kindes zu einer gesunden und mündigen Persönlichkeit verstehen hilft. Dies verhilft pädiatrischem Handeln zu einer adäquaten anthropologischen Grundlage. Dies gelänge dann am besten, wenn man die Naturwissenschaften von physikalistisch dominierten Ideologien und Maschinenmetaphern immer mehr befreite, die viele derzeitige Forschungsagenden zumindest implizit noch bestimmen.

## DANK:

Ich danke Bernd Rosslenbroich (Institut für Evolutionsbiologie an der Universität Witten Herdecke) für sein hervorragendes Buch „Entwurf einer Biologie der Freiheit – Die Frage der Autonomie in der Evolution“ (Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 2018), ohne das dieser Aufsatz nicht möglich gewesen wäre.

Für alle Fehler, Verkürzungen und Übertreibungen im Text bin ich selber verantwortlich.

■ *Dr. med. Till Reckert*  
*Gemeinschaftspraxis*  
*Dr. T. Reckert, A. Marx und A.J. Rotar*  
*Kinder- und Jugendärzte*  
*Lederstraße 120, 72764 Reutlingen*  
*till.reckert@icloud.com*

Literaturangaben beim Verfasser.