

---

Lothar Kolditz

## **Evolution – Intelligenz – Toleranz**

### **Evolution der organischen Verbindungen, Entstehung der Biosysteme**

Alle organischen Kohlenstoffverbindungen, die aus anorganischem Material vor Milliarden Jahren entstanden, erforderten für ihre Bildung eine Energiezufuhr und für ihre weitere Existenz bestimmte Umweltbedingungen, unter denen offensichtlich die Temperatur die wichtigste Rolle spielte. Das trifft zu für die einfachen Aminosäuren oder auch ihre ersten Kondensationsprodukte, Vorstufen der Proteine, die sich aus Wasserstoff, Stickstoff und Kohlendioxid in Gegenwart von Wasser bildeten, und die als Grundlage für die Entstehung des Lebens gelten. Das Energiereservoir war die Umgebung, zum Beispiel auch in Form von elektrischen Entladungen zur Einleitung der Reaktionen. Die Zeit floß dahin, Verbindungen zerfielen und bildeten sich neu, und es waren Zufälle, die im Laufe der Zeit gelegentlich eintraten und geeignete Verbindungen zusammenfügten unter Bedingungen, bei denen sie sich zu höheren Einheiten verbanden.

Je komplizierter die Verbindungen in der Entwicklung wurden, umso restriktiver waren die Bedingungen für ihren Fortbestand. Aber sie waren auch zahlreicher geworden. Gleichgewichte mit laufender Wechselwirkung und Umsetzung zwischen den Verbindungen stellten sich ein. Nur das thermodynamisch Beständige konnte auf Dauer nach Zerfall und Neubildung weiter existieren. Das Energiereservoir der Umgebung war nicht mehr allein ausschlaggebend, sondern auch der Energieinhalt bereits gebildeter Verbindungen. Im Prinzip änderte sich daran nichts mehr, auch bei Entwicklung zu immer komplizierteren Systemen. Die notwendigen energetischen Voraussetzungen bei der Bildung neuer Verbindungen wurden durch Zersetzung und Einbeziehung vorhandener Verbindungen und aus dem Reservoir der Umgebung geliefert.

Schließlich waren die Systeme so weit entwickelt, hatten sie sich so weit selbst organisiert, dass die Vervielfältigung von komplexen Gebilden eintrat, was als Entstehung des Lebens bezeichnet werden kann.

Die erforderlichen Bedingungen für den Erhalt solcher Gebilde waren nun wesentlich anspruchsvoller als in den früheren Stadien. Der Energiehaushalt zur Aufrechterhaltung der Funktionen musste zu einem erheblichen Teil aus

dem Verbrauch von vorhandenen, vorher entstandenen Verbindungen gedeckt werden bei selbstverständlich geeigneten mittleren Umgebungstemperaturen. Bei zu tiefer Temperatur wären die Energie liefernden Verbrauchsreaktionen zu langsam und bei zu hoher Temperatur gesamtzerstörerisch zu schnell verlaufen. Das Prinzip des Werdens und Vergehens, des Verbrauchs anderer Systeme zur Deckung des eigenen Energiebedarfs, von Fressen und Gefressenwerden ist also uralte, es ist chemisch-thermodynamisch bedingt, wobei dieses thermodynamische Prinzip – es handelt sich um den II. Hauptsatz der Thermodynamik, der auch die Entropie berücksichtigt – streng für das Gebiet aller chemischen Reaktionen gilt, die in Gleichgewichtsnähe ablaufen. Die Biosysteme funktionieren weitab vom Gleichgewicht, was zusätzliche Betrachtungen erfordert, die aber hier nicht behandelt werden können. Die grundsätzliche Aussage verändert sich dadurch nicht.

Was am Beispiel der Aminosäuren, den Bausteinen der Eiweiße, ausgeführt wurde, gilt prinzipiell auch für andere lebensnotwendige Verbindungsgruppen, z. B. für die Kohlenhydrate (Zucker, Stärke) gleichermaßen. In der Evolution der Verbindungen waren viele Zufälle und lange Zeiten notwendig, um diese komplizierten Substanzgruppen entstehen zu lassen.

Die unterschiedlichsten Entwicklungen sind dabei anzunehmen. Die Umweltbedingungen veränderten sich. Die Systeme mit höherer Anpassungsfähigkeit waren im Vorteil und blieben erhalten. Aber Anpassungsfähigkeit allein war für die Sicherung des Fortbestandes nicht ausreichend. Wichtig war die Eigenschaft eines Systems, ein anderes, weniger flexibel ausgestattetes System für sich nutzbar zu machen oder zu verbrauchen. Die aggressivsten Systeme setzten sich durch. Gute Voraussetzungen für eine erfolgreiche Reproduktion und Weiterentwicklung waren Anpassungsfähigkeit und Aggressivität. Es wären noch weitere Eigenschaften in diesem Zusammenhang zu betrachten, wir wollen uns aber der Einfachheit halber auf diese beiden beschränken.

Natürlich gab es Umweltkatastrophen, die auch weit fortgeschrittene Entwicklungen plötzlich zunichte machten, Bedingungen unter denen auch die anpassungsfähigsten und aggressivsten Systeme des betroffenen Gebietes vernichtet wurden. Aber die Entwicklung nahm ihren Fortgang, nicht geradlinig, sondern verschlungen und von Zufällen bestimmt, wie das *F. Klix* und *K. Lanius* in ihrem Buch „*Wege und Irrwege der Menschenartigen. Wie wir wurden, wer wir sind*“ darstellen.<sup>1</sup>

1 Vgl. Friedhart Klix und Karl Lanius: Wege und Irrwege der Menschenartigen. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 33, (1999), Heft 6, S. 5-33.

Das Prinzip aber des Verbrauchs vorhandener Systeme für den eigenen Energiehaushalt und die Vorteilsnahme durch Anpassung und Aggressivität bleibt unabhängig von den vielfältigen Wegen der Entwicklung gültig. So bildete sich der Egoismus als eine bestimmende und durchaus normale Eigenschaft der Individuen heraus. Vorstufen des Egoismus ohne bewusstes Ego sind dabei mit einzubeziehen. Das Prinzip ist allen Biosystemen aufgeprägt bis zum *homo sapiens sapiens*.

### **Genomforschung**

Das war jetzt gewiß ein großer Sprung, doch der Geltungsbereich dieser allgemeinen Schlussfolgerung für alle Biosysteme kann bei den Ergebnissen der Genomforschung heute wohl kaum noch ernsthaft angezweifelt werden. Die für diese Betrachtungen wichtigsten Ergebnisse der Genomforschung sollen nun kurz in Erinnerung gebracht werden.

Ob die widerstandsfähigen z. B. aus heißen Schloten in großer Meerestiefe gewonnenen Archaeobakterien, ob Prokaryoten (Bakterien) und Eukaryoten (Pflanzen und Tiere), alle enthalten ihre Bauvorschrift in der DNA, die in jedem Biosystem nach dem gleichen Schema aufgebaut ist und deren Molekülform mit dem Bild einer gewendelten Strickleiter ganz gut erfasst wird.

Es sind vier Basen, die stickstoffhaltigen Verbindungen Adenin, Cytosin, Guanin und Thymin, die in bestimmten Paaren – Adenin kombiniert stets mit Thymin und Cytosin mit Guanin – die Leitersprossen der DNA bilden und deren Abfolge die Codierung für die verschiedenen lebensnotwendigen Aminosäuren ausmacht. Sie dienen als Matrizen in den Zellen des Organismus für die Proteinproduktion, enthalten die Erbanlagen und sorgen so für den Aufbau und Fortbestand.

Das menschliche Genom ist praktisch entziffert, d. h. die Folge der Basen in der DNA der einzelnen Chromosome ist bestimmt, die Buchstaben des Genoms sind gelesen. Es sind über 3 Milliarden Buchstaben, die die genetische Information eines menschlichen Organismus beinhalten. Jeweils drei aufeinander folgende Basen bilden die verschlüsselte Information für eine der 20 verschiedenen essentiellen Aminosäuren, die die Proteine des Organismus aufbauen. Die Reihenfolge der Triplets verursacht dann den Proteinaufbau mit Aminosäuren in der richtigen Weise, also die Erzeugung der zahlreichen Proteine, die den Organismus in Gang halten. In den Genen sind Anfang und Ende des Proteinaufbaus markiert. Es handelt sich bei den Genen also um bestimmte Strecken auf der DNA.

Weite Strecken der DNA sind nicht aktiv. Sie werden als Müll oder Schrott bezeichnet und als Überbleibsel von viralen Angriffen angesehen, denen das Genom über 100 Millionen von Jahren ausgesetzt war. Ob dies in jeder Hinsicht zutrifft, muss noch dahingestellt bleiben. Wir wissen wohl noch viel zu wenig über das komplexe Geschehen des Lebens. Die nächste große Aufgabe nach dem Humangenom-Projekt ist die Proteomforschung, die Ermittlung, welche Eiweiße von welchen Genen vorbestimmt sind und welche Struktur und Funktion sie haben.

### **Evolution und Intoleranz**

Kehren wir zur Betrachtung der Evolution zurück. Aus der Sequenz-Untersuchung von Archaeobakterien und Bakterien läßt sich ableiten, dass der letzte gemeinsame Vorfahre, den alle Lebewesen haben, sich in 2 Zellen ohne Zellkern teilte, in Bakterien- und Archaeobakterienzellen. Das geschah vor etwa 3,5 Milliarden Jahren. Nach Jahrmillionen wiederum entwickelten sich aus den Archaeobakterien Zellen mit einem Zellkern, die Eukaryoten. Durch Aufnahme von Bakterien in diese Zellen entstanden die Mitochondrien, die als Energieerzeuger dienen und die Chloroplasten, die in Pflanzen die Fotosynthese bewirken.

Parallel zu der Entzifferung des menschlichen Genoms wurden die Genome einfacherer Organismen untersucht, wobei sich zeigte, dass mit jeder Art nicht alle Gene neu entwickelt, sondern zum Teil auch weitergegeben wurden. So sind 30% von den Genen des Fadenwurms *Caenorhabditis elegans* mit menschlichen Genen verwandt, im Fruchtfliegen-genom (*Drosophila*) wurden Sequenzen festgestellt, die mit über 60% der Sequenzen von menschlichen Krebs- und anderen Krankheitsgenen Ähnlichkeiten aufweisen.<sup>2</sup>

Bei soviel ausgetauschten, weitergegebenen und -entwickelten Genen in der Evolution ist es offensichtlich, dass die für den Fortbestand erfolgreich wirkenden Aggressivitätseigenschaften neben der Anpassungsfähigkeit an existierende Umweltbedingungen nicht verloren gingen, sondern im Gegenteil in ihrer Bedeutung zunahmten, besonders dann, wenn durch starke Vermehrung der Lebensraum für die Organismen eingeengt wurde. Auch für die Höherentwicklung waren gerade Aggressivität und Anpassungsfähigkeit geeignete Triebkräfte. Daraus kann sich unter Berücksichtigung der Vorge-

---

2 Vgl. Kevin Davies: Die Sequenz - Der Wettlauf um das menschliche Genom, Carl Hanser Verlag München Wien, 2001.

schichte und der herausgebildeten Veranlagung zum Egoismus die Neigung zur Intoleranz entwickeln, die den individuellen Systemen aufgeprägt ist und weitergegeben wird, und zwar Arten abhängig umso stärker, je höher die Entwicklung vorangeschritten ist.

Dieser Urtrieb ist mächtig, aber es gibt auch eine Gegensteuerung, wirksam vor allem bei längerfristigem Handeln. Das folgt schon aus der Notwendigkeit, dass die Ausschüttung einer Substanz im Organismus, die bestimmte Reaktionen hervorruft, durch eine gegenwirkende Substanz gesteuert werden muss, da ansonsten die durch die Substanz ausgelöste Reaktion bei ungenügendem Abbau sich hochschaukeln kann und den Fortbestand des Organismus gefährden würde. Wir wissen zum Beispiel, dass zu jedem Hormon auch ein Gegenhormon existiert. Freilich kann diese verkürzte Darstellung nur ein sehr vereinfachtes Bild des wirklichen Geschehens geben, das durch viele ineinandergreifende Prozesse eine hohe Komplexität aufweist.

Die Einschaltung eines DNA-Abschnittes zur Produktion und Ausschüttung einer Wirksubstanz ist nicht ausschließlich automatisch und kann durchaus einer Willensbeeinflussung unterliegen. Anderenfalls wäre es gar nicht möglich, unsere Handlungen zu kontrollieren. Die Steuerung kann versagen bei extrem starker Belastung, Demütigung, Erfahrung von Ungerechtigkeit, bei starken emotionalen Komponenten, Liebe, Hass, Eifersucht, was häufig zur Steigerung der Intoleranz führt. Wie ist nun aber der Weg zur Toleranz zu finden?

### **Evolution und Toleranz**

Die Steuerung in einem komplexen System setzt sich aus vielen Komponenten zusammen und geht über einfache Wirkung und Gegenwirkung hinaus. Die Urfänge können in der vorher geschilderten durch gegenseitigen Nutzen gekennzeichneten Endosymbiose von Eukaryoten und Bakterien zur Mitochondrien- und Chloroplastenbildung gesehen werden. Symbiosen verbreiteten sich schließlich allgemein und können als zweckgerichtete Toleranz angesehen werden.

An dieser Stelle soll auf die Theorie der evolutionär stabilen Strategien von *J. M. Smith* und *G. R. Price*<sup>3</sup> hingewiesen werden. In ihrem Beitrag *The Logic of Animal Conflict* wird ausgeführt, dass eine ausschließliche Bekämpfung aller gegen alle nicht zum Gleichgewicht führt. Ein stabiles Evolutions-

3 Vgl. John Maynard Smith / G. R. Price: *The Logic of Animal Conflict*, Nature 246 (1973) S. 15-18.

gleichgewicht bildet sich nur aus, wenn nicht nur Habichtartige vorkommen, die bis zum Sieg oder Untergang kämpfen, sondern auch verschiedene weniger aggressive Beteiligte vorhanden sind, die einlenken oder sich bereits bei Drohung ergeben. Das beinhaltet zwei Seiten der Entwicklung: Aggressivität und die Verbindung zum Egoismus einerseits und Unterordnung mit der Tendenz zum Altruismus andererseits und Förderung der Kooperation. Bienen- und Ameisenvölker sind eindrucksvolle Beispiele für Kooperation.

Bei höher entwickelten Organismen ergab sich unabhängig von der allgemeinen Ausbildung evolutionär stabiler Strategien die Erfahrung des Nutzens gegenseitiger Unterstützung, z. B. bei der Jagd, und das nicht nur beim Menschen. Auch das Wolfsrudel weiß den Vorteil gemeinsamen Jagens zu nutzen, für das Funktionieren der Gruppe ist das Entstehen von Hierarchien wesentlich.

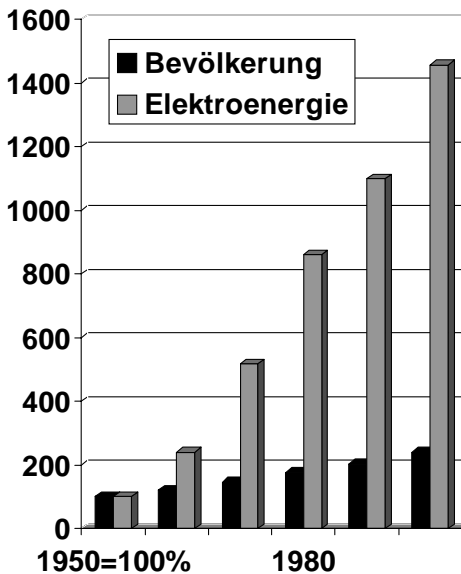
### **Intelligenz und Toleranz**

Neben dem verbleibenden Egoismus bildete sich bei den Individuen mit fortschreitender Höherentwicklung die Fähigkeit zur Folgenabschätzung des Handelns, und zwar nicht nur zur Einschätzung der unmittelbaren Folgen, sondern auch die Beurteilung von Langzeitfolgen heraus. Dies ist die Entwicklung von Einsichten oder der Anfang von Intelligenz, wobei hier für die Zwecke unserer Betrachtung Intelligenz als die Fähigkeit zur Langzeitfolgenabschätzung des Handelns verstanden sein soll. Diese Definition stellt einen wichtigen Teil der Intelligenz heraus, ohne Anspruch auf umfassende Darstellung des Begriffes zu erheben. Für unsere Betrachtung ist es auch nicht notwendig, auf Details der Fähigkeit zur Langzeitfolgenabschätzung einzugehen.

Die absehbaren Vorteile gegenseitiger Unterstützung führten zur Ausdehnung des Egoismus auf die Gruppe, ohne dass der Egoismus des Individuums ganz ausgeschaltet wurde. Einsicht und daraus abgeleitete Gründe der Vernunft verursachten die Zügelung des Egoismus, der Aggressivität und der Intoleranz innerhalb der Gruppe. Beanspruchten mehrere Gruppen ein Territorium oder wollte eine Gruppe ihren Einflußbereich ausdehnen, so kam es zu feindlichen Auseinandersetzungen und Entfaltung der aggressiven Ur-eigenschaften zwischen den Gruppen. Vorhandene Ressourcen verursachten gleichermaßen kriegerische Handlungen. Aber es gab auch Verbindungen und Zusammenschlüsse aus Zweckmäßigkeitsgründen. Es entstanden größere Gruppen. Dieser Prozeß erweitert sich heute im globalen Wandel und ist keineswegs abgeschlossen. Der interne Gruppenegoismus macht sich immer

wieder bemerkbar und hat letztlich seinen Ursprung im individuellen Egoismus, der weiterhin wirksam ist.

Wir betrachten nun ausschließlich die menschliche Entwicklung. Eine Verschärfung der Verhältnisse tritt ein mit zunehmender Bevölkerungsdichte. Von 1952 bis 1988 war eine Verdoppelung der Weltbevölkerung festzustellen.



Weltbevölkerung – Anstieg in %

	1950/1960	1960/1970	1970/1980	1980/2000
D	20,0	26,4	30,6	63,7

Bild 1:  
Weltbevölkerung und Welterzeugung von Elektroenergie<sup>4</sup>

4 Quellen 1950-1988: Statistisches Jahrbuch '90 der DDR, Rudolf Haufe Verlag Berlin 1990. Das Jahrbuch enthält im Anhang internationale Übersichten ab 1950. Quellen 1997 (Elektroenergie) und 2000 (Bevölkerung): Statistisches Jahrbuch 2001 für das Ausland, Herausgeber Statistisches Bundesamt, Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart.

Im Bild sind der Anstieg der Weltbevölkerung und der Ressourcenverbrauch am Beispiel der Elektroenergieerzeugung dargestellt. Der Ressourcenverbrauch ist noch stärker angestiegen als die Weltbevölkerung. Für andere Ressourcen läßt sich das auch belegen.<sup>5</sup> Dabei ist zu bedenken, dass der verstärkte Ressourcenverbrauch nicht etwa gleichmäßig auf die gesamte Weltbevölkerung verteilt ist, sondern in der Hauptsache von etwa 20% der Weltbevölkerung in Anspruch genommen wird. Die Bevölkerung wächst weiter an, die Probleme verschärfen sich, und die Urtriebe werden auch heute noch aktiviert. Beibehaltung der bisherigen Lebensweise, womöglich noch unter Vergrößerung der bereits geschaffenen Asymmetrien, muss schließlich katastrophale Folgen hervorrufen.

Führt nun diese Einsicht zu einem Wandel in der Verhaltensweise der Menschen, werden zunehmend mehr Menschen sich in ihren Entscheidungen von der Vernunft leiten lassen? Das ist eine Frage, die nicht abschließend zu beantworten ist. Hier wird jeder nach seinen Erfahrungen und seiner Beurteilung der Lage eine Einschätzung geben. Es werden wohl viele Menschen dazu neigen, den Durchbruch der Urtriebe für wahrscheinlicher zu halten. Daraus darf aber nicht abgeleitet werden, dass Anstrengungen zur Förderung der Toleranz und zum Abbau der Aggressivität wenig Erfolg haben und eher Resignation angebracht ist. Emotionen können immer wieder zu Ausbrüchen führen. Im normalen Gleichgewicht, das stets angestrebt werden muss, sollte die Vernunft das Handeln bestimmen, wobei Vernunft und Nachdenken stets die Toleranz fördern werden.

Die biologischen, durch Evolution geschaffenen Systeme haben in ihrer Ursprünglichkeit Selbstregulierungsmechanismen, die z. B. die Vermehrung einer Art bei Nahrungsmittelknappheit einschränken. Der Mensch hat sich darüber erhoben. Die Selbstregulierung funktioniert nicht mehr automatisch. Der homo sapiens sapiens hat aber die Intelligenz, die Folgen seines Handelns weitreichend abzuschätzen. Diese Erkenntnis erzeugt eine höhere Verantwortung, die nicht immer bequeme Auswirkungen hat, nämlich auch Einschränkungen hinzunehmen und Verschwendungen abzubauen, so dass der Nachwelt eine bewohnbare Erde zur Verfügung steht. Toleranz ist damit nicht nur die gegenseitige Duldung der Lebensgewohnheiten, sofern sie nicht zerstörerisch auftreten, sondern erweist sich im weitesten Sinne als ein Verhalten, das allen Individuen die gleichen Lebensbedingungen zugesteht und

---

5 Lothar Kolditz: Rohstoffe und Energie, in: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Heft 1-2, [1994], S. 105-115.



nicht einem Teil der Menschheit das Recht einräumt, die Ressourcen für sich allein in Anspruch zu nehmen. Ein anderes Verhalten führt schließlich zu Spannungen, die, zu unerträglicher Höhe gelangt, katastrophale Entladungen hervorrufen würden.

Ein immerwährendes Bemühen um Toleranz ist dringend geboten. Es lohnt sich, und wenn es dadurch nur gelingen sollte, eintretende Katastrophen in ihrem Ausmaß zu mildern. So ist Toleranz nicht nur Voraussetzung für ein gedeihliches Zusammenleben in der Gegenwart, sondern schafft auch Sicherheit für die Zukunft.

