

## Probekapitel

### Franz M. Wuketits: Darwins Kosmos

#### 1. Die Ordnung des Lebenden

Ordnung zu schaffen und zu erhalten, fällt uns Menschen bekanntlich nicht immer leicht, dennoch durchdringt sie alle Sphären unseres Lebens (von der Straßenverkehrsordnung bis zur Verordnung einer bestimmten Krümmung bei Qualitätsgurken). Wenn die Dinge in Unordnung geraten, breitet sich Unruhe – bei manchem gar Panik – aus; nicht jeder vermag aus dem Chaos Kreativität zu schöpfen. Aber wir leben ja auch, so will es uns zumindest scheinen, in einer geordneten Welt, einer Welt jedenfalls, die nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten funktioniert, welche uns die Physik in einigen Jahrhunderten allmählich entschlüsselt hat. So kreisen die Planeten nach bestimmten Gesetzen um die Sonne, wechseln Tag und Nacht regelmäßig einander ab, friert ein Teich bei bestimmten Temperaturen zu und so weiter und so fort. Doch gibt es „in dem uns bekannten Kosmos kein Phänomen, dessen Gehalt an Ordnung auch nur annähernd jenem der Lebenserscheinungen nahekäme; und es gibt keine Lebenserscheinung, die nicht selbst auf einem ungeheuren Gebäude der Ordnung beruhte“.<sup>1</sup> Staunen ist also angesagt.

Dieses Kapitel befasst sich, in aller gebotenen Knappheit, mit Phänomenen der Ordnung des Lebendigen, die Naturforscher, Philosophen und Künstler – und darüber hinaus jeden, der die Augen offen hält – stets fasziniert haben. Aber sie haben viele Beobachter zu abenteuerlichen Deutungen verleitet. Die Strukturen und Funktionen der Lebewesen erscheinen auch nach Darwin oft als geheimnisvoll, einer naturalistischen beziehungsweise materialistischen Erklärung nicht zugänglich. Das hat damit zu tun, dass der Idealismus in seinen verschiedenen Ausdrucksformen, generell aber als die Auffassung vom Primat des Geistigen (Immateriellen), seit der Antike hohe Wellen schlägt und man die Phänomene des Lebens demnach gern übernatürlichen Kräften überantwortet. Spätestens seit Darwin bleibt für diese jedoch kein Platz mehr.

#### Harmonische Systeme

Wer die Feinstruktur eines Insektenflügels, einer Vogelfeder oder eines Säugetierhaars unter dem Mikroskop betrachtet, wird bemerkenswerte Ordnungsmuster feststellen. Aber wir brauchen kein Mikroskop, das freie Auge genügt, um überall in der (sichtbaren) Welt der Lebewesen Ordnung und Harmonie wahrzunehmen. Die Blüten einer Blume, ein Schneckengehäuse, ein Seestern, Fischflossen, das Gebiss eines Nagetieres, die Farbmuster eines Schmetterlingsflügels – man nehme, was man will, alles scheint von Ordnung durchdrungen zu sein. Auch in der Fortbewegung der Tiere erkennen wir Ordnung und Harmonie und sprechen von Eleganz, wenn beispielsweise ein Gepard seiner Beute nachläuft oder ein Adler in der Luft seine Kreise zieht. Vieles, was wir in der Natur, an Pflanzen und Tieren, beobachten, weckt unser ästhetisches Empfinden, erscheint uns als schön. Wie abstoßend und Furcht einflößend wirken auf uns dagegen etwa die bizarren Geschöpfe aus dem labyrinthischen Werk des niederländischen Malers Hieronymus Bosch (um 1450-1516), Gestalten, die es nicht geben dürfte – und tatsächlich nicht gibt.<sup>2</sup> Weil eben zum Beispiel ein Wesen mit nur einem Kopf und zwei Füßen, jedoch ohne Rumpf nicht lebensfähig wäre. (Aber auf das Problem der Lebensfähigkeit wird noch ausführlich zurückzukommen sein.) Ordnung hat offenbar auch etwas mit

1 R. Riedl: Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. Hamburg 1975, S. 50.

2 Siehe dazu den illustrierten Band von H. Holländer: Hieronymus Bosch. Welt-bilder und Traumwerk. 2. Aufl. Köln 1976.

Schönheit zu tun, die jedoch, genauso wie Hässlichkeit, eine menschliche Kategorie ist, korreliert mit bestimmten Empfindungsstrukturen unseres Gehirns. Die Natur bleibt diesbezüglich neutral; ihre Erzeugnisse waren und sind nicht darauf ausgerichtet, dass wir sie als schön oder hässlich wahrnehmen. (Schon hieraus ließe sich ein Argument gegen die Annahme eines intelligenten Planers gewinnen: Warum sollte der Geschöpfe kreierte haben, die viele Menschen als Ekel erregend empfinden? Nacktschnecken etwa, die sich in unseren Gärten ausbreiten und dort auch noch Schaden anrichten?)

Stauend stand gewiss schon der prähistorische Mensch vor dem einen oder anderen Naturphänomen, und verblüfft war mancher Naturforscher späterer Tage ob der bemerkenswerten Organisation eines Pflanzen- oder Tierkörpers. Zwar gehört es zu den Aufgaben der Naturforschung, alles Erstaunliche und Verblüffende zu erklären, jedem Phänomen den Status eines Wunders zu nehmen, dennoch schrieb noch der Schweizer Zoologe Adolf Portmann (1897-1982), „dass in den Organismen uns ein Geheimnis begegnet, das dem unseres eigenen Lebens verwandt ist, dass in diesen Gestalten eine besondere Seinsweise sinnfällig vor uns ist, welche in verschiedenem Maße und verschiedener Art von ihrer Innerlichkeit kündigt“.<sup>3</sup> Zwischenzeitlich dürfte es kaum einen Biologen geben, der dermaßen ehrfürchtig von Lebewesen spricht und hinter den Gestalten der Organismen gleichsam ein inneres Geheimnis wittert. Ich will damit selbstverständlich nicht sagen, dass Biologen heutzutage grundsätzlich keine Ehrfurcht mehr vor dem Leben haben, aber kaum einer von ihnen würde Portmanns Haltung teilen, wonach Lebewesen eine (metaphysische) „Innerlichkeit“ zukommt, die sich in ihren Gestalten auf mehr oder weniger geheimnisvolle Weise ausdrückt. Seit Darwin wissen wir ohnehin manches besser, aber Portmann ist ein Beispiel dafür – auf weitere Beispiele wird noch zurückzukommen sein –, dass selbst noch einige Biologen des 20. Jahrhunderts mit Darwins Gedankenwelt ihre Schwierigkeiten hatten und sie nur zaghaft und nicht vollständig zu akzeptieren bereit waren.

Aber wie auch immer, eins ist klar: Jedes Lebewesen ist ein komplexes, geordnetes System, alle seine Teile sind minutiös aufeinander abgestimmt. Deutlich ist auch selbst für den oberflächlichsten Naturbeobachter die Anpassung der Lebewesen an ihre jeweilige Außenwelt; es ist nicht zu übersehen, dass zwischen einem Organismus und seiner Umwelt eine naturgesetzlich bestimmte Beziehung besteht. Man denke nochmals an den Wüstenfuchs und seine Verwandten in den gemäßigten Zonen beziehungsweise in der nördlichen Polarregion und die Ohren dieser Tiere. Oder man frage sich einmal, ob der Blauwal auf dem Festland leben könnte. (Ein meiner Meinung nach ganz gutes Beispiel zur Einübung in das Evolutionsdenken.) Zwar stammen die Wale – auf die wir später, in Kapitel 3, noch zurückkommen werden – von vierbeinigen Landtieren ab, haben sich aber als Wasserbewohner entfaltet, und mit dem Blauwal entstand das größte lebende Säugetier; ja, nach allem, was wir heute wissen, das größte Tier, das überhaupt jemals auf der Erde existiert hat. Mit einer Körperlänge von über dreißig Metern und einem Gewicht von etwa 130 Tonnen ist der Blauwal der Gigant in der Tierwelt. Wo anders als in den Weiten der Ozeane könnte er existieren?! In den Wüsten- und Polarregionen fände er wohl genügend Platz, aber keine ausreichende Nahrung und hätte obendrein Schwierigkeiten, seine Körpertemperatur zu regulieren. Abgesehen davon bräuchte er, um sich fortbewegen zu können, gewaltige Extremitäten, vier – wie bei Wirbeltieren üblich – würden kaum ausreichen. Eine kriechende oder fliegende Fortbewegungsweise – die für manche Wirbeltiere durchaus typisch ist – kommt bei einem Tier mit seinem Körpergewicht ohnehin nicht in Frage. Um es kurz zu machen: Der Blauwal ist als Landbewohner undenkbar. Generell gilt, dass in der Evolution zwar vieles, aber nicht alles möglich ist. Wir kommen in Kapitel 3 noch darauf zu sprechen. Ein System, das sich bewähren, also lebensfähig sein soll, muss auch entsprechend funktionieren.

Bereits an dieser Stelle sei bemerkt, dass der Evolution – und damit den „Bauplänen“

---

3 A. Portmann: Die Tiergestalt. Studien über die Bedeutung der tierischen Erscheinung. Freiburg 1965, S. 240.

der Organismen – eine gewisse Logik innewohnt. Nur darf diese „Logik“ nicht verwechselt werden mit dem Walten eines intelligenten Planers in der Natur. Lebewesen sind zweckmäßig organisierte Gebilde, was aber nicht bedeuten muss, dass sie einer kosmischen Teleologie unterworfen sind, einer den ganzen Weltprozess beherrschenden Absicht, die irgendein Endziel verfolgt. Auch ein Brückenbauer muss verschiedene Grundsätze etwa der Statik berücksichtigen, damit seine Brücke nicht schon bei erster Gelegenheit einstürzt. Aber er braucht dabei keinen kosmischen Planer zu bemühen.

## Zweckmäßigkeit

Unter den Naturwissenschaften ist die Biologie die einzige, in der die Frage „Wozu?“ eine Rolle – und zwar eine ganz wichtige! – spielt.<sup>4</sup> Es ist die Zweckfrage, und Zwecke haben in der Physik keine Bedeutung. Wenn eine Kaffeetasse zu Boden fällt und zerbricht, dann folgt sie lediglich dem Gravitationsgesetz beziehungsweise den Fallgesetzen und enthält dabei keinerlei Zweck. Allenfalls kann sie jemand aus Wut hinuntergeworfen haben, aber dann wollte eben die betreffende Person damit etwas bezwecken, während die Kaffeetasse selbst zweckneutral bleibt. Auch die Alpen oder das Schwarze Meer haben keinen Zweck; Gebirge und Meere sind einfach da, als Folge langer erdgeschichtlicher Prozesse. Wir mögen sie bestaunen oder ihnen einen Zweck für uns zuweisen (Badevergnügen und das Erlebnis des Bergsteigens), sie selbst aber bleiben teilnahmslos – ja, nicht einmal das, weil Teilnahmslosigkeit auch schon irgendeinen Zweck suggeriert und an Absichten denken lässt, die Gebirgszügen, Gewässern oder auch einem Gewitter und sonstigen Wetterphänomenen nicht ernsthaft zugesprochen werden können. Elektrische Entladungen in einer Wolke bauen Spannungen auf, die durch Blitze abgebaut werden – das ist auch schon alles, weder die Wolke noch der Blitz dienen irgendeinem Zweck. Wird ein Mensch von einem Blitz erschlagen, dann ist das ein zwar tragisches, aber zweckloses Ereignis.

Der Gepard jedoch, der einer Gazelle nachläuft, verfolgt damit offensichtlich einen bestimmten Zweck, wie der Hase, der vor einem Fuchs davonrennt oder der Truthahn, der sich mittels seiner Schwanzfedern aufplustert oder der Hund, der seine Zähne zeigt – und so weiter. Aber auch jedes einzelne Organ, ob Auge oder Ohr, Herz oder Niere, erfüllen offenbar einen bestimmten Zweck im Organismus selbst, der sich umgekehrt, wenn sie versagen, nur eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr am Leben erhalten kann. Teleologische Erklärungen sind daher in der Biologie gang und gäbe. Sie sind jeweils Aussagen über bestimmte Zwecke. Doch um Missverständnissen vorzubeugen, muss ich hier etwas weiter ausholen.

Die auf die Antike zurückgehende Idee der Teleologie bedeutet, wie der Ausdruck schon sagt (*telos* = Ziel, Zweck, Vollendung), grundsätzlich eine Zielgerichtetheit des Weltgeschehens. Dabei wird oft ein außerweltliches Zweck setzendes Wesen (Gott) angenommen, wie bei Thomas von Aquin (um 1225-1274), der lehrte, dass durch Gottes Vorsehung die Welt gelenkt wird und Gott alles wegen eines Zieles tut.<sup>5</sup> (Umgekehrt heißt es in einem bekannten Wienerlied, das gern in weinseliger Laune gesungen wird: „Wenn der Herrgott net will, nutzt das gar nix.“) Die Ordnung des Lebenden wäre damit

---

4 Siehe hierzu z. B. K. Lorenz: Vergleichende Verhaltensforschung. Grundlagen der Ethologie. Wien 1978; F. M. Wuketits: Biologische Erkenntnis: Grundlagen und Probleme. Stuttgart 1983; ders.: Zustand und Bewusstsein. Leben als biophilosophische Synthese. Hamburg 1985.

5 Vgl. z. B. V. Spierling: Kleine Geschichte der Philosophie. 50 Porträts von der Antike bis zur Gegenwart. 4. Aufl. München 1993. Diese Lehre durchdringt bis heute das Denken mancher Philosophen sehr nachdrücklich, von Theologen ganz zu schweigen. Siehe hierzu beispielsweise R. Spaemann und R. Löw: Die Frage Wozu? Geschichte und Wiederentdeckung des teleologischen Denkens. München 1981. Die Autoren, selbst „Teleologeng“, geben eine umfassende Übersicht über das teleologische Denken in der Philosophie von der Antike bis ins 20. Jahrhundert.

eine von Gott gewollte und somit zugleich ein Beweis für dessen Existenz. Dass sich ein solches „Argument“ gleichsam im Kreis bewegt, hat die Anhänger des teleologischen Gottesbeweises scheinbar nie gestört.

Analog zur Annahme einer Teleologie des Lebenden steht die Auffassung, dass die Geschichte des Menschen von einem „Weltgeist“ determiniert sei, nach einem bestimmten Plan und zu einem bestimmten Ende hin verläuft. Das Geschick des Menschen wäre demnach im voraus entschieden. (Allenfalls könnten wir uns noch bemühen, herauszufinden, wer oder was die Geschichte lenkt.) Gleiches gilt für Vorstellungen, die von einer der Geschichte immanenten Gesetzlichkeit ausgehen. Karl Popper (1902-1994) hat grundsätzlich alle diese Vorstellungen in den Bereich des Aberglaubens und der Mythologie verwiesen.<sup>6</sup> Wir kommen in Kapitel 5 noch darauf zurück.

Wenn nun in der modernen Biologie von Zwecken beziehungsweise von Zweckmäßigkeit die Rede ist, dann wird damit nicht die Teleologie als Zielgerichtetheit des Weltgeschehens strapaziert. Konrad Lorenz (1903-1989) schrieb dazu Folgendes:

„Wenn wir fragen ‘Wozu hat die Katze spitze krumme einziehbare Krallen?’ und kurz darauf antworten ‘Zum Mäusefangen’, so bedeutet diese Frage keineswegs ein Bekenntnis zu einer dem Universum und der organischen Evolution innewohnenden Zweckgerichtetheit. Sie ist vielmehr eine Abkürzung der Frage ‘Welche besondere Leistung ist es, deren Art-erhaltungswert den katzenartigen Raubtieren (Felidae) diese Form von Krallen angezuchtet hat?’“<sup>7</sup>

Die Antwort auf diese Frage liegt seit Darwin auf der Hand: Die natürliche Auslese hat unter den Katzen stets nur diejenigen gefördert, die mit Krallen ausgestattet waren. Da die Katzenartigen ausgesprochene Beutegreifer sind, erweisen sich spitze, krumme und einziehbare Krallen für sie von Vorteil. Diese waren in der Evolution keineswegs von Anfang an vorgesehen, sondern sind erst mit dem Auftreten einer bestimmten Raubtierform unter spezifischen Lebensbedingungen entstanden. Im Laufe der Zeit erwiesen sich nur diejenigen Katzen im Vorteil, die über entsprechende Krallen verfügten, die anderen wurden „wegselektiert“. Eine krallenloser Leopard etwa wäre eine pathologische Variante mit geringer Lebenserwartung. (Unsere Hauskatzen benötigen zwar ihre Krallen eigentlich nicht mehr, weil sie mit Futter aus dem Supermarkt versorgt werden und keine Beute fangen müssen, aber jeder Katzenbesitzer ist gut beraten, seinen vierbeinigen Hausgenossen einen Kratzbaum zur Verfügung zu stellen, um ihnen weiterhin zu ermöglichen, sich ihrer Art gemäß irgendwo festzukrallen. Katzen bauen am Kratzbaum auch allfällige affektive Spannungen ab.) Um diese Form der Zweckmäßigkeit von der Teleologie im althergebrachten Sinn zu unterscheiden, hat sich in der Biologie längst der Ausdruck *Teleonomie* eingebürgert.<sup>8</sup> *Telos* bezieht sich dabei nur auf die Unmittelbarkeit der Zwecke: auf die Zweckmäßigkeit eines Organs, einer Funktion oder einer Verhaltensweise im Rahmen eines gegebenen Gesamtsystems.

Teleonomie bedeutet Leistung nach Plan, die ohne Kenntnis des Ziels Ziel gerichtet wirkt, und zwar auf der Grundlage der evolutiv entstandenen genetischen Programme. Ein teleonomes Phänomen hat systemerhaltenden Charakter. Teleologische oder – besser natürlich – teleonome Erklärungen in der Biologie beantworten grundsätzlich die Frage nach dem systemerhaltenden „Wert“ einer Struktur, einer Funktion oder einer Verhaltensweise. Ob es sich um die Krallen einer Katze, das Stachelkleid eines Igels,

6 Vgl. z. B. K. R. Popper: Das Elend des Historizismus. 6. Aufl. Tübingen 1987.

7 K. Lorenz, Vergleichende Verhaltensforschung, S. 25.

8 Siehe hierzu beispielsweise B. Hassenstein: Biologische Teleonomie. In: Neue Hefte für Philosophie 20, 1980, S. 60-71; E. Mayr: Evolution und die Vielfalt des Lebens. Berlin 1979; H. Penzlin: Das Teleologie-Problem in der Biologie. In: Biologische Rundschau 25 (1), 1987, S. 7-26; G. G. Simpson: This View of Life. The World of an Evolutionist. New York 1963; F. M. Wuketits: Biologische Erkenntnis: Grundlagen und Probleme. Stuttgart 1983; ders.: Zustand und Bewusstsein. Leben als biophilosophische Synthese. Hamburg 1985; W. Zimmermann: Evolution und Naturphilosophie. Berlin 1968.

einen Vogelflügel, die Fluchtreaktion einer Gazelle vor einem Löwen oder das Balzverhalten des Auerhahns handelt – alles das und vieles mehr ist nur unter dem Zweckgesichtspunkt zu erklären. Es sind aber Zwecke ohne Absichten, die hier in Rede stehen, weil die natürliche Auslese, die allein alles Zweckmäßige hervorbringt, keine Absichten kennt (siehe Kapitel 3).

Lebewesen sind hierarchisch organisierte Systeme, Hierarchie ist eine der Grundformen der Ordnung des Lebenden.<sup>9</sup> Organismen bestehen aus Untersystemen, die ihrerseits wiederum in Untersysteme zergliedert sind. Ein vielzelliger Organismus besteht aus Organen, die aus Zellen aufgebaut sind, welche sich aus noch kleineren Elementen (Mitochondrien, Ribosomen und so weiter) zusammensetzen. Jedes Untersystem erfüllt im jeweiligen Obersystem seinen Zweck, der vom Obersystem definiert wird. Die Teile eines Lebewesens ergeben für sich betrachtet natürlich keinen Sinn (Zweck), sondern erst im jeweiligen Gesamtsystem. Beispielsweise kann es Ohren oder Nasen für sich allein selbstverständlich nicht geben, ihre Struktur und Leistung entsteht nur in einem Systemganzen und hat in diesem seinen spezifischen Zweck. Ober- und Untersysteme stehen in wechselseitiger Beziehung zueinander. So wie Organe für den Aufbau eines Lebewesens unerlässlich sind – Einzeller und Organismen, die nur aus Zellverbänden bestehen, lassen wir hier beiseite –, so bestimmt umgekehrt das Lebewesen als Ganzes die Funktion seiner Organe, was einem Fluss von Ursache und Wirkung in beide Richtungen, also auch von „oben“ nach „unten“ (*downward causation*<sup>10</sup>) gleichkommt. Anders gesagt: Teile und Ganzheit sind untrennbar miteinander verbunden. Das klingt zwar trivial, doch gibt es in der Geschichte der Naturwissenschaften, vor allem der Biologie, konträr zueinander liegende Positionen, von denen die eine das Ganze, die andere die Teile überbetont hat. Für unsere weiteren Überlegungen spielen diese (historischen) Details – so wichtig sie in anderen (wissenschaftstheoretischen) Kontexten nach wie vor auch sind – allerdings keine Rolle.

Die Frage „Wozu?g ist, wie bemerkt wurde, in den Naturwissenschaften eine typisch biologische Fragestellung, und das Gleiche gilt für die Antwort „Um zug oder „Damitg. Der Fennek hat große Ohren, *damit* er unter den obwaltenden Bedingungen in der Wüste seine Körpertemperatur regulieren kann; der Igel stellt sein Stachelkleid auf, *um* sich vor einem Feind *zu* verteidigen; und so weiter und so fort. Die Ohren des Fennek und das Stachelkleid des Igels sind teleonome Strukturen, die in der Evolution dieser Arten durch natürliche Auslese entstanden sind und systemerhaltende Bedeutung haben. Teleonomes *Verhalten* ist aber nicht immer ein unmittelbares Resultat der Selektion. Zum Beispiel wird „in zahlreichen Fällen die Kenntnis, welche Tiere gefährliche Räuber sind, erst von den Jungen erworben, die für diesen Typ von Information ein offenes Programm besitzen. Mit anderen Worten, diese spezielle Information wurde nicht durch Selektion erworben und ist dennoch eindeutig zum Teil für teleonomisches Verhalten verantwortlich.<sup>11</sup> Allerdings kann man sagen, dass die Disposition oder Veranlagung zum Erwerb dieser Information doch wieder ein Resultat der Selektion sei. Denn wenn jenes offene (Lern-)Programm nicht vorhanden wäre, dann wäre auch das betreffende Tier rettungslos verloren. Ein Singvogel, der nicht zu lernen imstande ist, dass eine Katze oder ein Marder gefährlich sind, hat eine nur sehr geringe Lebenserwartung.

Damit kommen wir zu einem weiteren Phänomen der Ordnung des Lebenden, nämlich dem der individuellen Entwicklung der Organismen, das den Zweckgesichtspunkt in besonderer Weise nahe legt und bis ins 20. Jahrhundert zu allerlei phantastischen Deutungen geführt hat.

---

9 Vgl. R. Riedl, Die Ordnung des Lebendigen.

10 D. T. Campbell: eDownward Causation in Hierarchically Organised Biological Systems. In: F. J. Ayala und T. Dobzhansky (Hrsg.): Studies in the Philosophy of Biology. London 1974, S. 179-186.

11 E. Mayr, Evolution und die Vielfalt des Lebens, S. 214.

## „Wunderg̃ der Entwicklung

Im 17. und 18. Jahrhundert erfreute sich unter Naturforschern die so genannte Präformationstheorie großer Beliebtheit, deren Vertreter der Auffassung huldigten, das „fertige“ Lebewesen sei bereits im Keim gewissermaßen als Kleinformat vorhanden. Auf diese Weise kam es auch zur Idee eines „Homunkulusg̃“, eines Menschleins, das sich nur – einer Blütenknospe ähnlich – zu entfalten braucht, um ein „großer, fertigerg̃“ Mensch zu werden. Gottfried W. Leibniz (1646-1716), beseelt von der Vorstellung einer in allen Einzelheiten vorbestimmten Welt (prästabilisierte Harmonie), meinte demnach, man könne die Entwicklung verstehen, „sobald man nur die bereits völlig organische Präformation im Samen der geborenen werdenden Körper hinzunimmt“<sup>12</sup> was nur vom allmächtigen und allweisen Urheber aller Dinge herrühren könnte, der, da er von Anfang an alles ordnungsgemäß erschuf, alle zukünftige Ordnung und Künstlichkeit darin vorherbestimmt hat.<sup>12</sup> Philosophen und Naturforschern jener Zeit wird man einen solchen Obskurantismus verzeihen müssen, doch bleibt hier daran zu erinnern, dass das Phänomen der individuellen Entwicklung noch um die Mitte des 20. Jahrhunderts für manch merkwürdige Aussagen Anlass gab, zum Beispiel die folgende:

„In der organischen Entwicklung kommen also durchaus immaterielle Gesetze und Fähigkeiten zum Ausdruck. Niemals kann sich ein materielles Gebilde selbst entwickeln, sondern es wird entwickelt. Auch die gestaltende Wirkung der Gene kann nicht materieller Natur sein, denn noch niemals sind sinnvoll ordnende Einflüsse chemischer Substanzen festgestellt worden.“<sup>13</sup>

An solchen Vorstellungen erkennt man abermals die lang anhaltende Attraktionskraft einer idealistischen Denkweise, die dem Geistigen gegenüber dem Materiellen eine Vorrangstellung beimisst. Das Merkwürdige dabei ist die Idee, dass Immaterielles auf Materielles *einwirken* könne. Wie das in Anbetracht der Grundgesetze der Physik geschehen soll, konnte selbstverständlich nie empirisch dargelegt werden, aber Ideen sind nun einmal oft stärker als die Erfahrung.

Im Bereich der individuellen Entwicklung der Lebewesen kommt dem teleologischen Gesichtspunkt natürlich eine besondere Bedeutung zu. Organismen entwickeln sich offensichtlich im Sinne einer Finalität, also in Richtung eines bestimmten Ziels. Das veranlasste auch manche Biologen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zum Glauben an spezifische Lebenskräfte mit mehr oder weniger geheimnisvoller Wirkungsweise.<sup>14</sup> So etwa den Zoologen Hans Driesch (1867-1941), der sich – was bemerkenswert ist – gerade auf dem Gebiet der Embryologie seine Verdienste erwarb. Er untersuchte unter anderem Seeigelkeime und kam darob zu der Überzeugung, dass der Prozess der organischen Entwicklung ein autonomer Vorgang sei, geleitet aber von „lenkenden Kräften“, die seine Finalität bewirken. Der wissenschaftliche Gehalt seiner experimentellen Studien ist hier nicht weiter zu hinterfragen, bezeichnend aber ist, dass Driesch, nachdem er sich philosophischen Fragen zuwandte, zwei Jahre lang den Lehrstuhl für Natürliche Theologie in Aberdeen (Schottland) bekleidete (um danach an verschiedenen Universitäten als Dozent beziehungsweise Professor für Philosophie zu wirken).

Gewiss ist es nach wie vor erstaunlich, wie sich Eizellen differenzieren und aus winzigen Keimen fertige Organismen entstehen; wie aus einer befruchteten Eizelle, die zunächst in überhaupt keine Richtung weist, nach durchschnittlich neun Monaten sogar ein Mensch entsteht, ausgestattet mit einem Gehirn, das ihm im weiteren erlaubt, Kunstwerke zu produzieren, über die Entstehung des Universums und den Sinn des Lebens nachzudenken, Computerprogramme zu ersinnen oder einen Mord zu planen. Dieses Gehirn weist viele Milliarden (Gehirn-)Zellen auf und eine astronomische Zahl von

12 G. W. Leibniz: Die Theodicee. Bd. 1. Leipzig 1883, S. 69.

13 O. Feyerabend: Zielstrebigkeit der Entwicklung. In: *Universum* 4 (16), 1949, S. 622-628 (Zitat S. 624).

14 Zur Übersicht siehe F. M. Wuketits, *Zustand und Bewusstsein*.

Verbindungen zwischen diesen, und es muss uns geradezu phantastisch anmuten, dass innerhalb der kurzen Zeit von neun Monaten ein derartig kompliziertes System entstehen kann. Aber nicht nur die Gehirnentwicklung, auch die Entstehung und Entwicklung aller anderen Organe aus einer befruchteten Eizelle ist in hohem Maße erstaunlich. Etwa die kleinen Hände eines Neugeborenen, die diesem erlauben, sich am Finger seiner Mutter festzuklammern. Und wenn das Kind dann nach einem Jahr den aufrechten Gang erwirbt und die ersten Wörter aus seinem Mund zu hören sind, nehmen wir abermals erstaunliche Entwicklungsprozesse wahr. Da ist es so unverständlich nicht, dass man die längste Zeit an (geheime) lenkende Faktoren dachte.

Dennoch sind alle diese Vorgänge einer „entwicklungsgeschichtlichen Finalität durch Programmierung“<sup>15</sup> nichts weiter als die Folge genetischer Instruktionen, wobei die in Nukleinsäuren verschlüsselte (genetische) Information dekodiert wird. Darüber gibt praktisch jedes Genetik-Lehrbuch nähere Auskünfte, so dass hier nicht weiter darauf einzugehen ist. Nur soviel: Jede Organismenart verfügt über ihr eigenes genetisches Programm, das in der Evolution entstanden ist, und auf dieser Basis entwickeln sich immer neue Individuen der gleichen Art. Die individuelle Entwicklung ist also in jedem Fall sozusagen die spezifische Manifestation eines umfassenderen, arteigenen Programms, das wiederum Resultat der Evolution durch natürliche Auslese ist. (Umgekehrt bedeutet Evolution die Entstehung und Entwicklung von immer neuen genetischen Informationsprogrammen.) Dieses Programm war dem Menschen die längste Zeit verborgen. Denn was wir im allgemeinen erkennen, ist nicht das Entstehen neuer Arten, sondern bloß das Entstehen von Individuen, die ihren Eltern ähnlich sehen. So schlüpft aus dem Ei einer Ente wieder eine Ente, ein Pferd bringt ein Pferd, ein Schwein ein Schwein, ein Mensch einen Menschen hervor. Diese seit Urzeiten gemachten Beobachtungen ließen auch später noch einen Artenwandel geradezu als unmöglich erscheinen. Die Generationenfolge von Individuen einer Art schien eindeutig dagegen zu sprechen. Das Studium der individuellen Entwicklung der Organismen ist ein überaus weites Feld, und es ist nicht zu leugnen, dass verschiedene der dabei wirksamen Mechanismen noch ungenügend erforscht sind. Gerade in neuerer und jüngster Zeit werden die komplexen Zusammenhänge zwischen Individualentwicklung, Evolution und Umwelteinflüssen (auf das sich entwickelnde Lebewesen) auf breiter Basis zum Teil kontrovers diskutiert.<sup>16</sup> Aber von einem „Wunder“ kann keine Rede mehr sein. Abgesehen davon, dass Wunder wissenschaftlich wertlos sind, ist es heute geradezu ein Gemeinplatz, dass alle Lebewesen dazu tendieren, sich erfolgreich fortzupflanzen, das heißt, ihre Gene an die nachfolgende Generation weiterzugeben oder, besser gesagt, mittels ihrer Gene durch Reproduktion eine neue Generation zu erzeugen. Dabei haben verschiedene Organismenarten sehr unterschiedliche Wege beschritten. Manche legen Eier, andere bringen ihre Jungen lebend gebärend zur Welt; manche Lebewesen pflanzen sich einfach durch Knospung oder Sprossung fort; im Tierreich weit verbreitet ist jener Entwicklungsmodus, dem zufolge unfertige Individuen hervorgebracht werden, die mit den Erwachsenen ihrer Art zunächst so gut wie keine Ähnlichkeit aufweisen, so genannte Larven (zum Beispiel Engerlinge von Käfern oder Kaulquappen der Froschlurche). Dann wiederum betreiben viele Tiere Brutpflege oder Brutfürsorge, andere überlassen ihre Jungen einfach dem Schicksal. Über all das sind schon viele dicke Bücher geschrieben worden, und es bleibt jedem unbenommen, darüber zu staunen, auf wie vielfältige Weise in der Natur die Reproduktionsgeschäfte abgewickelt werden und wie unterschiedlich sich die Wege vom Keim zum fertigen Lebewesen gestalten. Viele Details der Entwicklungsge-

15 Vgl. R. Morchio: Teleological Explanations in Biology. In: Epistemologia 5, 1982, S. 221-237.

16 Siehe etwa J. A. Coffmann: Developmental Ascendency: From Bottom-up to Top-down Control. In: Biological Theory 1 (2), 2006, S. 165-178; B. K. Hall et al. (Hrsg.): Environment, Development, and Evolution. Toward a Synthesis. Cambridge/Mass. 2004; G. B. Müller: Evolutionary Developmental Biology. In: F. M. Wuketits und F. J. Ayala (Hrsg.): Handbook of Evolution. Bd. 2: The Evolution of Living Systems (Including Hominids). Weinheim 2005, S. 87-115.

schichte verschiedener Arten bedürfen noch der genaueren Untersuchung und Aufklärung. Aber der prinzipielle Mechanismus der Speicherung und Weitergabe genetischer Information ist entschlüsselt, und, wie gesagt, Wunder brauchen wir nicht mehr anzunehmen. Diese Annahme würde uns im Dienste der Erkenntnis auch nichts nützen.

## Die Vielfalt der Arten

Dass das Leben in einer großen Vielfalt auftritt, ist eine seit jeher bekannte Tatsache, die auch jedermann unmittelbar zugänglich ist. Selbst in unseren Industriegesellschaften, in einer Welt der Künstlichkeit, kann dem Einzelnen nicht entgehen, dass es viele verschiedene Organismenarten gibt. Jeder Besuch in einem auch nur kleinen Zoo oder Naturpark lässt zumindest einen beschränkten Ausschnitt aus der Vielfalt des Lebens erkennen. Sogar dem Großstadtbewohner, der keine Zoos besucht, bleibt nicht verborgen, dass es verschiedene Arten von Lebewesen gibt, Hunde, Katzen, Tauben, Fliegen, verschiedene Arten von Sträuchern und Bäumen und so weiter; und selbstverständlich kann jeder aus Büchern, Zeitschriften, Dokumentarfilmen und aus dem Internet einen weiteren Einblick in die Vielfalt der Arten oder Spezies gewinnen.

Von den rezenten, also derzeit auf der Erde lebenden Pflanzen- und Tierarten sind etwas weniger als zwei Millionen bekannt. Die Zahl der gegenwärtig tatsächlich auf unserem Planeten existierenden Arten kann aber nur geschätzt werden. Seit den 1990er Jahren belaufen sich solche Schätzungen auf fünf bis zehn, manche auf zwanzig Millionen oder gar mehr.<sup>17</sup> Diese Diskrepanzen liegen in der Hauptsache darin, dass einige Lebensräume, vor allem die tropischen Wälder, noch ungenügend erforscht sind, zugleich aber in hohem Tempo vom Menschen zerstört werden. Im Oktober 1975 sichtete ein Insektenforscher in Brasilien an einem halben Tag über vierhundert Schmetterlingsarten, und in Peru wurden einmal auf einem einzigen Baum über vierzig verschiedene Ameisenarten gefunden. Man kann also die Artenzahlen kleiner, mehr oder weniger abgrenzbarer Biotope erfassen und dann „hochrechnen“. Bezeichnend für die gegenwärtige Situation vieler Lebensräume (nicht nur der tropischen Wälder) ist, dass sie schneller dahinschwinden als neue Arten in ihnen entdeckt werden können. Eine Schande eigentlich: Wir können zwar auf den Mond fliegen, auf elektronischem Wege mit ungeheurer Geschwindigkeit Nachrichten senden und empfangen sowie gewaltige Experimente mit Teilchenbeschleunigern durchführen (über deren Nutzen die Meinungen auseinander gehen), sind aber über die Kreaturen unseres Heimatplaneten nur recht dürftig informiert.

Die Vielfalt der Arten ist jedenfalls erstaunlich. Würde man die Beschreibung jeder bekannten Art (mit knappen Angaben zu ihrer Anatomie, Lebensweise, geographischen Verbreitung und so weiter) auf einer Buchseite zusammenfassen, so ergäbe das rund 1800 Bände zu je 1000 Seiten auf Regalen von über achtzig Metern Länge. Eine respektable Bibliothek also, die allerdings in Wirklichkeit nicht existiert. Großangelegte, vielbändige Werke mit dem Ziel, ein möglichst vollständiges Bild der Vielfalt des Lebens (vor allem der Tierwelt) auf der Erde zu vermitteln, begannen vor Jahrzehnten ihr Erscheinen, wurden aber entweder nie vollendet oder sind noch lange nicht abgeschlossen.<sup>18</sup> Den „Laien“ überrascht diese enorme Vielfalt wahrscheinlich, weil die uns im allgemeinen vertrauten Tiere zu den Wirbeltieren zählen, die aber bloß etwa 40000 Arten umfassen – und in jener nicht existierenden Bibliothek also in nur vierzig Bänden unterzubringen wären. (Die Zahl der noch nicht entdeckten Wirbeltierarten muss auch vergleichsweise sehr gering sein.) Von der umfangreichsten Tierklasse aber, nämlich der

17 Vgl. z. B. E. O. Wilson: Der Wert der Vielfalt. Die Bedrohung des Artenreichtums und das Überleben des Menschen. München 1996.

18 Allerdings soll das neue, im Internet zugängliche Projekt „Encyclopedia of Life“ alle derzeit bekannten Organismenarten erfassen. Eile ist geboten, weil unter dem Einfluss des Menschen Arten in rasendem Tempo aussterben.

der Insekten, nähmen allein die Käfer fast dreihundert Bände ein. Aber unzählige Repräsentanten genau dieser Klasse warten noch auf ihre Entdeckung, sofern sie eben nicht zuvor noch aussterben.

Die wahren Dimensionen der Artenvielfalt blieben uns die längste Zeit verborgen. Aristoteles (384-322 v. Chr.), der manchmal – mit Recht – als der „Vater der Biologie“ bezeichnet wird, kannte und beschrieb lediglich über 500 Tierarten. Der Pionier der modernen biologischen Systematik und Klassifikation, der schwedische Naturforscher Carl von Linné (1707-1778), kannte immerhin schon ungefähr 8500 Pflanzen- und 4200 Tierarten, war aber offensichtlich noch weit davon entfernt, die tatsächliche Zahl der Arten auch nur zu erraten. In den letzten zwei Jahrhunderten stieg die Zahl der neu entdeckten Spezies geradezu explosionsartig. Das hat natürlich mit der gerade in diesem Zeitraum sich ausbreitenden Zivilisation und ihrer Technologie zu tun, die entsprechende Reise- beziehungsweise Forschungsunternehmen möglich gemacht hat, aber andererseits wiederum für das Schwinden von Arten verantwortlich ist. (Viele Arten, die heute noch existieren, werden wir nicht mehr entdecken, weil sie vor ihrer möglichen Entdeckung ausgestorben sein werden.)

Die Artenvielfalt erscheint uns heute sozusagen als Reaktion des Lebens auf immer die gleichen Herausforderungen unter ganz unterschiedlichen Rahmenbedingungen. „An der geschätzten Zahl der Arten gemessen, gibt es einige Zigmillionen Wege, das Leben zu fristen.“<sup>19</sup> Das Leben zu fristen bedeutet erfolgreiche Fortpflanzung und als deren Voraussetzung die Sicherung von Ressourcen. Die Weinbergschnecke schafft das auf ihre, der Leopard auf seine Weise; das Riesengürteltier hat seine Lebens- beziehungsweise Überlebensstrategie entwickelt, die Honigbiene ihre; und der Mensch wieder eine andere. Keine Spezies ist dabei „besser“ oder „schlechter“ als irgendeine andere, was allein zählt, ist das Überleben. Wir Menschen neigen allerdings zu (Be-)Wertungen, und seit jeher wird daher beispielsweise – in gewisser Hinsicht freilich mit Recht – zwischen Ungeziefer und nützlichen Tieren unterschieden.

Natürlich liegt die Frage auf der Hand, warum denn so viele Arten existieren. In den frühen Phasen der Erdgeschichte war die Artenvielfalt wesentlich geringer. Strebt das Leben gleichsam danach, möglichst viele Arten zu entwickeln? Freilich könnte man diese Frage metaphysisch deuten und als mögliche Antwort wiederum eine Teleologie der Geschichte des Lebens auf der Erde bemühen. (Vermehrung der Geschöpfe als Ziel des Lebens.) Aber es geht auch einfacher. Wir dürfen davon ausgehen, dass bereits in den frühen Phasen der Evolution des Lebenden Wettbewerbsbedingungen herrschten, die eine Voraussetzung für die Entstehung der Arten im Sinne von Darwin sind. Wir kommen in den beiden nächsten Kapiteln darauf zurück. Aber wie experimentelle Analysen in den 1970er Jahren zeigten, treten Wettbewerb und natürliche Auslese unter bestimmten Rand- und Rahmenbedingungen bereits im unbelebten, molekularen Bereich auf und sind mithin als Voraussetzung der Entstehung des Lebens und seiner Vielfalt zu betrachten.<sup>20</sup> Im Laufe der Erdgeschichte formten sich – etwa durch die Verschiebung der Kontinente, die Bildung von Inseln und so weiter – stets neue Möglichkeiten für Konkurrenz und Selektion heraus, so dass die Entstehung und Entwicklung von immer neuen Arten nicht als Resultat einer umfassenden Teleologie des Lebendigen gedeutet werden muss.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass viele – das heißt, die allermeisten – Arten wieder ausgestorben sind; nach Ernst Mayr (1904-2005) (siehe Fußnote 16) über 99 Prozent aller Spezies, die seit der Entstehung des Lebens auf der Erde vor etwas weniger als vier Jahrmilliarden existiert haben. Eine Art kann sich aus ökologischen und sonstigen Gründen im Lauf der Zeit wandeln, stirbt also nicht aus, sondern lebt sozusagen in ver-

---

19 R. Dawkins: Und es entsprang ein Fluß in Eden. Das Uhrwerk der Evolution. München 1998, S. 10.

20 Vgl. z. B. B.-O. Küppers: Zufall oder Planmäßigkeit? Erkenntnistheoretische Aspekte der biologischen Informationsentstehung. In: Biologie in unserer Zeit 13 (4), 1983, S. 109-119.

wandelte Form weiter; sie kann sich aber auch, vor allem unter der Wirkung von geographischen Isolationsmechanismen (insbesondere der Bildung von Inseln) in mehrere so genannte Tochterarten aufspalten; oder – was eben in unzähligen Fällen geschieht – sie stirbt aus.<sup>21</sup> Die Zahl der im Laufe der Evolution ausgestorbenen Arten lässt sich nur sehr grob schätzen. Damit sind wir aber schon beim Gegenstand des folgenden Kapitels.

---

21 Vgl. z. B. E. Mayr: Das ist Evolution. München 2003.