

Appendix A: Kleine Ideengeschichte der Evolutionsbiologie

- Hellenismus Die Philosophie des Altertums wird durch PLATO und ARISTOTELES gültig formuliert. Speziell in PLATO's Philosophie spielt der Typus, die "Idee" eine dominante Rolle. Die "Idee" ist eine unvergängliche, unveränderliche Essenz ("Essentialismus"). Variabilität, so wie sie für biologische Systeme charakteristisch ist, hat in diesem Weltbild der Antike keine Bedeutung.
- Mittelalter Christliche Theologie (Auslegung der Bibel) und die Überlieferung aus dem Altertum bilden den Rahmen des Naturverständnisses. Die Essenz aller Dinge existiert im Willen Gottes. Da Gott perfekt ist, ist auch seine Schöpfung perfekt. Damit ist gegeben, dass die Natur zu Anfang erschaffen wurde und unvergänglich ist. Alle Dinge müssen zudem in der von Gott gewollten, natürlichen Ordnung, der *Scala Naturae* des ARISTOTELES (vom Unbelebtem zum Menschen aufsteigend), geordnet sein. Veränderbarkeit und Unordnung wären nicht mit dem perfekten Wesen Gottes vereinbar. Der Mensch lebt in der vollkommensten der Welten. Evolution (und soziale Veränderungen) sind daher undenkbar.
- um 1650 Der irische Erzbischof JAMES USHER (1581-1656) errechnet das Schöpfungsdatum des Menschen als 23. Oktober 4004 v. Chr. (um 9 Uhr). Sein System der biblischen Chronographie bleibt lange einflussreich.
- 1691 Die mittelalterlich-scholastische Haltung ist etwa in JOHN RAY's *The Wisdom of God Manifested in the Works of Creation* zu finden. Die Rolle der Naturwissenschaften soll sich auf das Katalogisieren und Ordnen der Erscheinungen beschränken. Diese Erkenntnisse würden die Weisheit der Ordnung Gottes enthüllen und seiner Bewunderung dienen.
- 1753 Der schwedische Naturforscher CARL VON LINNÉ (1707-1778) veröffentlicht seine Hauptwerke *Sytema Naturae* und *Species Plantarum*. Darin benützt er die binäre Bezeichnungsweise für Arten und die hierarchische Klassifikation der Organismen. Noch sollen diese Arbeiten aber zur Bewunderung von Gottes Ordnung beitragen.
- 1749-1789 Der französische Naturforscher GEORGES LOUIS LECLERC, COMTE DE BUFFON (1707-1788) publiziert seine 36 Bände der *Histoire Naturelle*; er kommt DARWIN's Gedanken der Bildung neuer Arten aus der Variation innerhalb bestehender Arten nahe. Er vertritt die Meinung, dass die Erde sehr alt sei (168'000 Jahre).
- 1788 Der englische Geologe JAMES HUTTON (1728-1799) postuliert, dass die gleichen, auch heute zu beobachtenden Prozesse für die Veränderungen in der Vergangenheit verantwortlich sein müssen ("Uniformitarismus"). Sein Erkenntnisse beruhen auf dem Studium von Erosion, Sedimentation, Vulkanismus, etc. Die Welt hat keinen Anfang und kein Ende, sie ist sehr alt und verändert sich allmählich. HUTTON's Arbeiten finden wenig Beachtung.
- Um 1800 In vielen Wissensgebieten (Astronomie, Physik, Erdkunde) sind die Naturerscheinungen als nicht konstant erkannt worden. Die Ordnung der Welt kann deshalb nicht perfekt sein, sondern lässt Raum zu Veränderungen. Die Aufklärung überwindet das mittelalterliche Weltbild.
- 1809 JEAN-BAPTISTE DE MONET, CHEVALIER DE LAMARCK (1744-1829) veröffentlicht sein Hauptwerk, *Philosophie Zoologique*. Darin legt er seine These vor, dass sich Arten über die Zeit in neue Arten verändern ("Transformismus"). Der von ihm angenommene Prozess beruht einerseits auf einer hypothetischen "inneren Kraft", welche zu Nachkommen führt, die leicht von ihren Eltern verschieden sind. Akkumulation solcher kleiner Veränderungen über die Generationen führt demgemäss zu neuen Arten. Andererseits postuliert LAMARCK die Vererbung erworbener Eigenschaften (eine Idee, die auf die griechische Zeit zurückgeht). In LAMARCK's Vorstellung verändern sich die Arten kontinuierlich, sterben aber nie aus und

verzweigen sich auch nicht in neue Arten. Niedere Formen entstehen ständig durch spontane Generation aus unbelebter Materie. LAMARCK ist der Erste, der erkennt, dass die Organismen in einer sich ständig verändernden Welt sich ebenfalls verändern müssen. Er ist der erste, einflussreiche und überzeugte Anhänger der Idee einer Evolution. Die Ideen LAMARCK's werden später durch ein von ROBERT CHAMBERS 1844 anonym publiziertes Traktat *Vestiges of the Natural History of Creation* popularisiert.

- um 1820 GEORGES CUVIER (1769-1832) rekonstruiert ganze Skelette aus Fragmenten vorzeitlicher Tiere. Er demonstriert damit, im Widerspruch zu LAMARCK, dass Arten ausgestorben sind. CUVIER gründet die Schule der Vergleichenden Anatomie und studiert die Anatomie von Tieren, um fundamentale, unveränderliche Baupläne zu finden. Das Tierreich wird in vier Zweige gegliedert (Vertebraten, Articulaten, Mollusken, Radiata). CUVIER postuliert wiederholte Katastrophen als Ursache der Aussterbeereignisse. Arten werden jeweilen durch einen Schöpfer wieder erschaffen.
- um 1830 ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1772-1844) postuliert die Einheit der Organismen. Abstammung und Höherentwicklung wird durch einen innewohnenden, göttlichen Plan getrieben ("Philosophischer Idealismus"). Begündet das Studium der Embryologie.
- 1830-1833 Die *Principles of Geology* des schottischen Geologen CHARLES LYELL's (1797-1875) erscheinen. Darin propagiert er die Allgemeingültigkeit der Naturgesetze über Raum und Zeit (und etabliert damit den "Uniformitarismus" nach HUTTON). Die Prozesse, welche sich heute abspielen, haben sich auch früher abgespielt. Er verwirft die Katastrophentheorie CUVIER's. Die Arbeiten LYELL's haben grossen Einfluss auf das Denken DARWIN's.
- 1831-1836 CHARLES DARWIN (1809-1882) umsegelt die Erde auf der *H.M.S.Beagle*. Die Reise führt zu einer immensen Fülle von gesammeltem Material und Notizen über geologische, botanische und zoologische Beobachtungen, va. aus Südamerika. Unter anderem überzeugen ihn ein persönliches Erlebnis eines Erdbebens und die dadurch verursachte kleine Hebung der Meeresküste vom graduellen Ablauf der Evolution und von der Uniformität der Prozesse, die zu Fossilien von Meerestieren in den Anden geführt haben müssen. DARWIN ist über die nahe verwandschaftliche Beziehung von Arten auf Inselgruppen (zB.Spottdrosseln und Finken auf Galapagos) mit denjenigen des Festlandes von Südamerika erstaunt. DARWIN erkennt in solcher geographischer Verbreitung der Organismen einen Widerspruch zur Erklärung durch einen Schöpfungsplan Gottes oder durch wiederholte spontane Generation: Falls Arten unabhängig entstehen, lässt sich die Tatsache nicht erklären, dass strukturell, embryologisch oder morphologisch nah verwandte Arten auch geographisch benachbart sind, oder dass in ähnlichen Habitaten auf verschiedenen Kontinenten ähnliche ökologische Rollen durch nicht näher verwandte Arten ausgefüllt werden. DARWIN kann seine Beobachtungen aber nicht befriedigend erklären.
- 1837-1838 Der englische Ornithologen JOHN GOULD schreibt DARWIN, dass die von DARWIN auf Galapagos gesammelten Vögel von Insel zu Insel leicht variieren. Solche graduelle Variation lässt sich nicht mehr mit typologischem Denken und unabhängiger Kreation vereinbaren. DARWIN entwickelt die Theorie der graduellen Entstehung neuer Arten durch natürliche Selektion und erkennt 1838 in der Konkurrenz um begrenzte Ressourcen und in der erblichen Variation der Individuen in ihren Fähigkeiten den Konkurrenzkampf zu bestehen den natürlichen Mechanismus des Evolutionsprozesses. Einflussreich waren dabei die Arbeiten von THOMAS ROBERT MALTHUS (1766-1834), speziell sein *An Essay on the Principle of Population* (1798) über die Begrenztheit der Ressourcen und die innerartliche Konkurrenz.
In den Jahren 1837-1859 avanciert DARWIN zu einem der bedeutendsten Naturforscher Englands, vor allem durch seine geologischen Arbeiten (etwa die Erklärung der Entstehung von Riff-Atollen), oder durch die Revision der schwierigen Gruppe der Cirripedier (Ruderfusskrebse). Noch aber vertraut er seine Ideen zur Evolution nur seinen engsten Freunden an; DARWIN leidet schwer am Gedanken, durch seine Ideen

- die abendländische Gedankenwelt in ihren Grundfesten zu erschüttern. Er formuliert 1844 in einem Essay seine Theorie, veröffentlicht dies aber nicht.
- 1830-1850 RICHARD OWEN (1804-1892), ein Schüler CUVIER's, ist der führende Anatom Englands. Sein Einfluss bewirkt, dass in der ersten Hälfte des 19.Jahrhunderts die Ansicht weiterhin vorherrscht, dass Arten unabhängigen Ursprungs sind und bis zu ihrem Aussterben unverändert bleiben.
- 1858 Der junge Naturforscher ALFRED RUSSELL WALLACE (1823-1913) schickt seinem verehrten Vorbild DARWIN ein Manuskript *On the Tendencies of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type* und bittet um seine Meinung. Das Werk enthält die unabhängig gefundene Theorie der natürlichen Selektion ("Transmutation"). DARWIN ist schockiert, sieht sich kurz vor dem Ziel eingeholt und forciert nun die Arbeiten an seinem Hauptwerk. Auf Drängen seiner Vertrauten CHARLES LYELL und JOSEPH HOOKER präsentiert DARWIN Auszüge aus seinem Essay von 1844, gemeinsam mit den Arbeiten von WALLACE an einer Sitzung der Linnean Society London am 1.Juli 1858. Sie finden an diesem Abend aber keine grosse Beachtung. WALLACE' und DARWIN's Wege trennen sich später; überschattet von heftigem Disput.
- 1856-1863 GREGOR MENDEL (1822-1884) findet die Regeln der Vererbung. Seine Arbeiten bleiben jedoch noch Jahrzehnte völlig unbekannt.
- 1859 DARWIN veröffentlicht, nach über zwanzig Jahren des Ringens, des Zusammentragens von Belegen, sowie Arbeiten an ganz unterschiedlichen Themen, sein epochemachendes Werk *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, an dem er seit 1856 gearbeitet hat. Das Buch hat unmittelbar Erfolg und wird Anlass heftigster Kontroversen. Eine Hauptkritik zielt auf das Fehlen einer befriedigenden Theorie der Vererbung.
- um 1870 In Deutschland ist ERNST HÄCKEL (1834-1919) ein eminenter Verfechter von DARWIN's Theorie. Er postuliert die biogenetische Grundregel, nach der die Ontogenese eine Rekapitulation der Phylogenese sein soll. Führt Stammbäume ein, führt den Begriff "Ökologie" ein.
- 1883 Der deutsche Biologe AUGUST WEISMANN (1834-1914) führt den Nachweis, dass erworbene Merkmale nicht vererbt werden können. Er postuliert die Trennung in Keimbahn und Soma. Die WEISSMANN'sche Schule wird zu einer der einflussreichsten, nachdem MENDEL's Gesetze wieder-entdeckt wurden.
- um 1900 MENDEL's Vererbungsgesetze werden wiederun entdeckt. Sie bilden die Basis der modernen Genetik.
- 1908 Mit der Entdeckung ihres Gesetzes, begründen G.HARDY und W.WEINBERG die Populationsgenetik.
- 1920-1930 Die führenden Vertreter der Mendel'schen Genetik, zB.HUGO DE VRIES, WILLIAM BATESON, negieren die kontinuierliche Variation zwischen Individuen als nicht vereinbar mit der Genetik. Da die Mendel'sche Genetik nur in diskreten Verhältnissen auftritt, müssen neue Arten in grossen Sprüngen, den Makromutationen, entstehen. Dies steht im Widerspruch zu DARWIN's Prozess der langsamen und graduellen Veränderung. DARWIN's Theorie wird von vielen Genetikern und Paläontologen (unter dem Eindruck orthogenetischer Veränderungen in Stammeslinien) abgelehnt.
- 1920-1930 Die russische Schule um SERGEI CHETVERIKOV (1880-1959) entdeckt die Existenz verborgener aber substantieller, genetischer Variabilität in natürlichen Populationen.
- 1930 RONALD A.FISHER (1890-1962) veröffentlicht *The Genetical Theory of Natural Selection*. Darin legt er ein Fundament zur modernen Evolutionsbiologie. Evolution basiert auf dem unterschiedlichen Erfolg individueller "Strategien".

- 1932 In seinem Werk *The Causes of Evolution* legt der britische Genetiker JOHN B.S.HALDANE (1892-1964) die gültige mathematische Theorie der Veränderungen von Genfrequenzen unter natürlicher Selektion dar.
- 1931, 1932 SEWALL WRIGHT (1889-1988) entwickelt eine umfassende genetische Theorie der Selektion, Inzucht, Genfluss und Drift. Er postuliert, dass insbesondere die Drift eine bedeutsame Rolle in der Artbildung spielt und führt das Konzept der "adaptive landscape" ein. WRIGHT, der vor allem das Schicksal von Populationen analysiert, und FISHER, der vor allem die Individuen sieht, führen einen erbitterten Disput über die Natur des Evolutions-Prozesses.
- 1937 THEODOSIUS DOBZHANSKY (1900-1975), nach seiner Emigration von Russland in die USA 1927, hat die Arbeiten von CHETVERIKOV weitergeführt. Sein Hauptwerk *Genetics and the Origins of Species* ist überaus einflussreich. Darin legt er die Übereinstimmung genetischer Prozesse mit der Evolutionstheorie DARWIN's dar, aufbauend auf den Arbeiten über genetische Variation in natürlichen Populationen.
- 1940 RICHARD GOLDSCHMIDT (1878-1958) propagiert nochmals die Vorstellung, dass Arten durch Makromutationen entstehen. Doch dieses Konzept lässt sich unter dem Druck neuerer Erkenntnisse nicht mehr aufrechterhalten und wird vor allem durch MAYR scharf attackiert.
- 1942 ERNST MAYR (geb. 1904) erforscht in seinem Werk *Systematics and the Origin of Species* die Natur geographischer Variation auf der Basis der genetischen Prinzipien DOBZHANSKY's. Das typologische Artkonzept fällt endgültig, die Artbildung wird als gradueller Prozess verstanden.
- 1942 JULIAN HUXLEY's (1887-1975) Werk *Evolution: The Modern Synthesis* trägt wesentlich zur Etablierung der neuen Sicht bei. Unabhängig davon wird dies auch durch BERNHARD RENSCH in Deutschland erreicht (1947: *Neuere Probleme der Abstammungslehre*).
- 1944 In *Tempo and Mode in Evolution* bringt GEORGE GAYLORD SIMPSON (1902-1984) die Prinzipien DOBZHANSKY's in Übereinstimmung mit dem paläontologischem Wissen.
- 1936-1947 Die Vereinheitlichung von Genetik, Systematik, Paläontologie in der *Modernen Synthese* ist erreicht und bringt DARWIN's Theorie endgültig in Übereinstimmung mit der Genetik. Das Schisma der zwanziger Jahre ist überwunden und die Richtigkeit von DARWIN's Theorie der Evolution durch natürliche Selektion wird allgemein anerkannt.
- 1953 JAMES WATSON (geb.1928) und FRANCIS CRICK (geb.1916) entdecken in der Desoxyribonukleinsäure, DNA, den Träger der Erbinformation. Damit ist die stoffliche Basis der Vererbung und der Theorien MENDEL's und DARWIN's aufgeklärt.
- 1963-1964 Der britische Populationsgenetiker und Evolutionsbiologe WILLIAM D.HAMILTON entdeckt beim Versuch, die Ansichten FISHER's und WRIGHT's zu vereinbaren, das Konzept der "inklusive Fitness", ein Meilenstein im Verständnis von bis dahin mit DARWIN's Theorie schwer vereinbaren Phänomenen, wie zB. der Evolution steriler Kasten bei Sozialen Insekten. Das Konzept hat philosophische Implikationen für das Verständnis von Moral, Kooperation und Konflikt. Die Ideen werden später durch RICHARD DAWKINS 1976 in *The Selfish Gene* popularisiert.