An den Wurzeln von Evolution

Vor etwa 4 Milliarden Jahren kam es irgendwo auf dieser Erde, vielleicht in der Umgebung heißer Quellen in der Tiefsee, aufgrund physikalischer Wechselwirkungen zu einer funktionellen Koppelung zwischen Vertretern jener Molekülgruppen, die wir heute als Nucleinsäuren und Proteine bezeichnen. Dieser Schritt bedeutet die Entstehung des Lebens. Ihm war eine etwa 1 Milliarde Jahre dauernde präbiotische chemische Evolution vorausgegangen, in deren Verlauf sich die Bausteine des Lebens nach dem Abkühlen des Planeten in einem chemisch reichhaltigen Milieu angereichert hatten: die Nucleobasen (Adenosin, Thymin (Uracil), Guanin und Cytosin) und die Phosphorsäureester der Zucker (Ribose, Desoxyribose), aus denen sich die Nucleinsäuren zusammensetzten, sodann die natürlichen Aminosäuren (20 an der Zahl), die Bausteine der Proteine, sowie Kohlenhydrate und Fette.

Die entscheidende »Stufe zum Leben« (EIGEN 1987) bestand nun in der Integration dieser Makromoleküle zu einem Molekülsystem, das zur Selbsterhaltung, zur Selbstreplikation und zur Anpassung an veränderte Umweltbedingungen fähig war. In welchem chemischen Milieu dieser Schritt ablief, ist im einzelnen noch nicht geklärt, daß er jedoch als Selbstorganisation der Materie im Rahmen unseres physikalisch-chemischen Weltbildes begreifbar ist, scheinen die neueren Ergebnisse der Molekularbiologie zu zeigen (z. B. EIGEN und WINKLER 1975, KÜPPERS 1986).

Evolution als biologischer Informationsgewinn

Grundlage für die Entstehung des Lebens und damit zur Bio-Evolution war die Festlegung biologischer Information in definierten Sequenzmustern von Makromolekülen und die Fähigkeit zur Selbstreplikation dieser Information sowie die Anpassungsfähigkeit des Reproduktionssystems an geänderte Umweltbedingungen. Der Speicherort der biologischen Information ist die DNS, ihr Substrat sind vier Nucleobasen (A und G, T und C), Phosphat und Zucker, ihr Inhalt sind die Instruktionen zum Aufbau lebender Organismen, ihre Codierungseinheit ist das Gen, ihre Exekutive sind die Proteine, ihre Struktur besteht aus einer hierarchisch organisierten Molekularsprache mit syntaktischen Elementen vom Nukleotid bis zum Genotyp (zusammenfassende Darstellungen siehe z. B. LEWIN 1987, KNIPPERS 1985).

Alle Lebewesen haben Nucleinsäuren und Proteine; der genetische Code reicht durch — vom integrierten Molekülsystem in der Ursuppe bis zum hochkomplexen Molekülsystem, das über seinen Ursprung reflektiert: Wie wahrscheinlich ist es, daß aus unbelebter Materie belebte Materie wird? Einen Hinweis darauf liefert Manfred Eigens Konzept der Selbstorganisation der Materie. Die eingangs erwähnte Koppelung der Molekülsysteme zu einem sich selbst reproduzierenden Individuum wird durch eine übergeordnete zyklische Verknüpfung zwischen den Reaktionspartnern »besiegelt« (EIGEN und WINKLER 1975). Bei jeder Selbstreplikation der Nucleinsäuren wird Information, d. h. Anweisungen zur Proteinsynthese, in ein Proteinzym übersetzt, das den jeweils nächsten Replikationszyklus katalytisch fördert. So entsteht ein Hyperzyklus, der über eine Rückkoppelungsschleife auf seinen Anfang zurückwirkt, also zy-

klich geschlossen ist. Dieser Hyperzyklus beschleunigt den Ablauf der Proteinsynthese und damit den Aufbau lebender Organismen ganz entscheidend.

Darüberhinaus integriert ein solcher Hyperzyklus Gene und erweitert damit die Informationsmenge, die zum Aufbau eines Biosyntheseapparates erforderlich ist, und schließlich steuert er die Kooperation der Reaktionspartner und damit sein eigenes Wachstum. Integration und selbstorganisierte Höherentwicklung treten uns bereits auf der basalen Stufe der Entstehung von Lebendigem entgegen. Hinzu kam die evolutive »Erfindung« der Kompartimentierung, also des Abschlusses der Replikatoren von ihrer Umwelt, wodurch die nächste Stufe vom molekularen Replikator zur Zelle erklommen werden konnte.

Die Zelle, ein abgeschlossenes, in ihrem Inneren mittels Hyperzyklen effizient organisiertes Selbstproduktionssystem und somit die kleinste Einheit autonomen Lebens, eröffnete eine neue Ära der Evolution (EIGEN 1987).

Mechanismen der Evolution

Wenn wir von Evolution sprechen, meinen wir zumeist die nun folgende etwa 3 - 3.5 Mia. Jahre dauernde Entwicklung vom Einzeller bis zum Menschen. Der Forschungszweig der präbiotischen Chemie dokumentiert jedoch die Wirksamkeit der Evolution auch im molekularen Bereich, und darwinsche Selektion tritt auch in unbelebten Materiesystemen auf, sofern diese thermodynamisch offen sind und autokatalytische selbstorganisierende Eigenschaften besitzen (KÜPPERS 1986, Synergetik: HAKEN 1983). Jener Integrationsprozeß der Einzelwissenschaften, der mit DARWINs »Origin of Species« (1859) eingesetzt hat (WUKETITS 1982) und dessen Evolution in diesem Jahrhundert zur Synthetischen Theorie der Evolution geführt hat (z. B. MAYR 1963), findet nun, gegen Ende dieses Jahrhunderts, in der wechselseitigen Öffnung von Chemie, Physik, Biologie, Mathematik, Philosophie u. a. Disziplinen seine Fortsetzung (vgl. KÜPPERS 1987). Die Evolutionstheorie ist ihrem Wesen nach eine integrative, synthetische Theorie. Darauf weist auch die weite Definition von Evolution als »Selbstorganisation der Biosphäre« hin (die sich, wie nahezu alle übrigen Definitionen, auf die Bio-Evolution bezieht; WUKETITS 1982).

Gängige Umschreibungen des Evolutionsbegriffes sprechen von Artenwandel, Veränderung der Arten in der Zeit (vgl. z. B. WUKETITS 1982) oder aber von der »Veränderung der Mannigfaltigkeit von Organismenpopulationen und ihrer Anpassung« (MAYR 1984) und den »erblichen Veränderungen der Organismen in der Zeit« (SEDLAG und WEINERT 1987). Als Einheit der Evolution wird also die Art, Populationen von Organismen oder der Organismus selbst angesprochen. Was ist nun die Einheit, auf die Evolution wirkt?

Mit dem Übergang von der präzellulären Phase zur Phase der abgeschlossenen selbstorganisierenden Replikatoren, also von Individuen, war eine neue Organisationsstufe der Evolution erreicht. Individuen mit unterschiedlicher Genausstattung traten miteinander notwendigerweise in Konkurrenz und wurden so automatisch zum Gegenstand von Selektion (DARWIN 1859). Nicht mehr die in makromolekularen Biosyntheseeinheiten festgelegte Information selbst, sondern die durch Proteine exekutierte Übersetzung dieses Programms in Phänotypen, in individualisierte Merkmalsträger also, war nun Gegenstand des Tests auf Angepaßtheit an die Umwelt und damit des Widerstandes gegen Selektionsdruck.

Phänotypen sind sterblich. Das im Genom festgelegte Programm wird jedoch über die Keimzellen von Generation zu Generation weitervererbt, ist also potentiell unsterblich. Voraussetzung für die Weitergabe der genetischen Information an die nächste Generation ist natürlich die Fortpflanzung der vorangehenden Generation. Phänotypen, die nicht zur Repro-

duktion gelangen, können auch nicht zur weiteren Verbreitung ihre Gene (Information) in der Population beitragen, werden also ausselektiert. Anders herum gesprochen, begünstigt die Selektion Phänotypen mit optimaler Reproduktionsleistung (fitness) und in der Folge weiter Verbreitung ihrer genetisch fixierten Programme in der Population. Daraus resultiert eine ganz bestimmte statistische Verteilung von Genotypen in Populationen. Da jedoch nicht die genetischen Programme selbst, sondern ihre Phänotypen sich an ihrer abiotischen und biotischen Wirklichkeit, der Umwelt, bewähren müssen, kann man diese auch als Vehikel jener bezeichnen (DAWKINS 1976) und solcherart betonen, daß die Einheiten der *Verbung* die Gene sind. Die Einheit der *Selektion* ist dagegen das Individuum, der Phänotyp (DAWKINS 1987, KÜPERS 1986, DARWIN 1859).

Selektion bringt unterschiedliche Verteilung von Genotypen in Populationen. Die Einheiten, an denen diese Unterschiedlichkeit der Genotypen manifest wird, sind die Allele, die unterschiedlichen Zustandsformen von Genen, die jeweils dieselbe Stelle an homologen Chromosomen einnehmen. Sie unterscheiden sich durch meist geringfügig andere Proteine, die sie synthetisieren, und sorgen damit für das Substrat der Evolution, nämlich für die Variation dessen, was sich an der Umwelt bewährt: die Phänotypen.

Aufgrund unterschiedlicher Veränderungswahrscheinlichkeiten der in einem »Sequenzraum« (EIGEN 1987) darzustellenden hochkomplexen Anordnung der Aminosäuren erfolgen Mutationen nicht ganz zufällig, sondern infolge interner makromolekularer Selektion entlang bestimmter Achsen oder »Grate« im Sequenzraum gerichtet (EIGEN 1987). Dies muß als weiterer die Evolution entscheidend beschleunigender Faktor verstanden werden.

Phänotypen, die sich zweigeschlechtlich fortpflanzen, leben in Populationen zusammen. Populationen sind räumlich definierte Untereinheiten der Art: die »Gesamtheit der Individuen einer Art in einem Raum« (SCHWERDTFEGER 1978). Formale und funktionelle Kenngrößen charakterisieren sie: Dichte, Altersaufbau, Geburts- und Sterberate und Geschlechteranteil. Das numerische Geschlechterverhältnis ist meist 1:1, und die Zweigeschlechtigkeit wirkt als weiterer wesentlicher evolutionsbeschleunigender Faktor. Sie bedeutet eine obligate Neumischung, Re-Kombination, der biologischen Information bei jeder Verschmelzung von Keimzellen. Dadurch wird die genetische Vielfalt erhöht und die Anpassungsfähigkeit des Genoms an geänderte Umweltbedingungen verbessert. Die hierdurch erreichte Beschleunigung der Evolution entspricht nahezu linear der Anzahl der Genpositionen, an denen überhaupt günstige Mutationen möglich sind; sie ist also beträchtlich (MAYNARD-SMITH 1971).

Rekombination muß somit als dritte wesentliche Triebkraft neben Mutation und Selektion gestellt werden.

Höherentwicklung und Verzweigung

Bereits aus den angeführten Wirkmechanismen wird deutlich, daß Evolution weit mehr ist als die bloße Auslese zufällig entstandener Variation. Evolution gleicht nicht einem Uhrmacher, der solange Metallteilchen herstellt, bis sie zufällig so zusammenpassen, daß sie eine Uhr ergeben. Ebenso wenig aber gleicht sie einem vernunftbegabten Wesen, das, mit dem Ziel vor Augen, eine Uhr herzustellen, ans Werk geht und eine Uhr baut. Vielmehr ist Evolution der »Blinde Uhrmacher« (DAWKINS 1987): blind, weil sie kein Ziel verfolgt, also nicht zweckgerichtet abläuft. Dennoch stellt sie Uhren (Arten, Ökosysteme usw.) her, und das nicht mit Hilfe geheimnisvoller Mechanismen, sondern auf der Basis und im Rahmen basaler Naturgesetze. Ist biologische Information nämlich einmal festgelegt, wird sie nicht mehr weggeworfen. Jeder Baustein dient als Basis für den nächsten. Selektion wirkt nicht punktuell, sondern kumulativ,

sie selektiert nicht Einzelinformation aus einem ungeordneten Informationshaufen aus, sondern greift in ein geschichtlich entstandenes System mit selbstorganisierenden Verschaltungen und Regelkreisen ein. Mit dem Bild des Uhrmachers bedeutet dies, daß der Uhrmacher zwar blind ist, aber einmal für gut/passend befundene Werkstücke nicht wegwirft, sondern, auf den bereits zusammengesetzten Stücken aufbauend, Teil nach Teil zum Ganzen zusammenfügt. Das ist das Prinzip der Irreversibilität der Evolution.

Solcherart ist Höherentwicklung dem Begriff der Evolution notwendigerweise immanent. Wenn nichts verworfen werden kann (höchstens überdeckt), andererseits unscharfe Replikationsvorgänge aber dauernd Neues entstehen lassen, von dem einiges brauchbar ist und dem Bestehenden zu seiner Verbesserung hinzugefügt werden kann, ja *muß* (das Bessere ist der Feind des Guten), dann muß eine Entwicklung zum Komplexeren, zum höher Organisierten stattfinden.

Jeder Organisationsstufe, die erreicht ist, kommen eigene neue Systemgesetzmäßigkeiten zu (RIEDL 1975), die ihrerseits die Evolutionsfähigkeit des Systems beeinflussen, z. B. durch Verschaltung der Einheiten der Vererbung, der Gene. Evolution kann als Fluß gesehen werden, der sich selbst sein Bett gräbt (WAGNER 1985).

Es ist nach heutigem Verständnis der Evolutionsmechanismen nicht notwendig, eine geheimnisvolle Rückwirkung der Phäna auf die Gene zu postulieren, wie es schon Darwin selbst in seiner Pangenestheorie getan und wieder verworfen hat.

Neben der Höherentwicklung, der Anagenese, äußert sich die Evolution aber auch in einer zunehmenden Verzweigung, der Kladogenese. Aufbauend auf phylogenetischem Erbgut entwickeln sich in Anpassung an vielfältige Selektionsdrucke in einer vielfältigen Umwelt immer neue spezialisierte Anpassungsformen (adaptive Radiation oder Formenaufspaltung). Die Verzweigungen erfolgen in konsekutiver Anordnung, also nicht etwa büschelförmig (EIGEN 1987).

Gleichsam im Zeitraffer gesehen, entfaltete oder entwickelte sich (e-*volvere* heißt entwickeln) im Laufe der vergangenen einmilliarde Jahre der beeindruckende Formenreichtum der ausgestorbenen und rezenten Organismen.

Die Stufe zum Menschen

Erinnern wir uns an die Umschreibung von Evolution als Selbstorganisation der Biosphäre und damit daran, daß Zunahme an Organisation Zunahme an Ordnung bzw. Information bedeutet, so wird klar, daß mit dem Schritt zum Menschen eine neue Systemebene erreicht worden ist, auf der das »Wachstum der Muster« (BRESCH 1977) seinen bisher komplexesten Stand erreicht hat. Von der Festlegung biologischer Information in selbstreplikativen Molekülsystemen bis zum Menschen hat sich die Materie in schrittweiser Evolution von Organisationsstufe zu Organisationsstufe höherentwickelt, wobei jede Systemebene auf der vorhergehenden hierarchisch fußt und so einen Schichtenbau der realen Welt (HARTMANN 1964) aufbaut. Auf jeder Systemebene sind systemimmanente Mechanismen wirksam, die jeweils auf die nächsthöhere Ebene in Erfüllung des Irreversibilitätsprinzips mitgenommen werden. In diesem »Mitnehmen« oder »Mitschleppen« des phylogenetischen Erbes kann auch eine Manifestation des universellen Prinzips der Tradierung gesehen werden. Die durch Intergration der Vorstufen entstehenden neuen Systemeigenschaften jeder Organisationsstufe sind aus ihren Bausteinen nicht erklärbar, höchstens rekonstruierbar (RIEDL 1975): Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.

Auf der Stufe zum Menschen erfolgte infolge Großhirnentwicklung, aufrechtem Gang, zentraler Repräsentanz des Raumes, Entwicklung der Hände zu vielseitigen Werkzeugen usw.

ebenfalls eine neuerliche Integration, die zu neuen Systemeigenschaften führte. Aufgrund einer spezifischen Integration informationsverarbeitender Elemente des Zentralnervensystems und daraus resultierender neuer hochkomplexer Schaltmuster von Neuronen kam es zur Entstehung der auf dieser Organisationsstufe rein menschlichen Systemeigenschaft: der Vernunft, der Ratio, des planenden Bewußtseins. Wie auf jeder Organisationsstufe, brachte das Auftreten einer neuen Ordnungskategorie auch neue Freiräume; sie werden durch die Kultur ausgefüllt.

Mit anderen Worten: Die Türen zu den Welten 2 und 3 waren aufgestoßen (POPPER 1983). Über der Welt der Physik (Welt 1) erkannte der Mensch die Welt der Bewußtseinszustände und des subjektiven Wissens (Welt 2) und konnte dadurch die Welt der Kultur einschließlich Wissenschaft aufbauen (Welt 3). Diese Welt 3 ermöglichte es dem Menschen, die natürliche Auslese weitgehend auszuschalten, dank Fortschritten in der Medizin usw. Dennoch ist kultureller Wandel nicht unabhängig von natürlicher Selektion. Die Evolutionsfaktoren Innovation (Mutation) und Selektion wirken im Rahmen einer sozialen oder kulturellen Evolution weiter (z. B. KOENIG 1975), zudem meist in unmittelbarer rascher Rückkopplung: Ideen können in Gedanken durchgespielt und verbessert werden, was die kulturelle Evolution entscheidend beschleunigt (vgl. z. B. ALEXANDER 1979). Ideen, Bücher, Computerprogramme usw. werden nun zu Einheiten der kulturellen Evolution. Sie sind von DAWKINS (1976) in Anlehnung an die Gene als »Meme« bezeichnet worden.

Aber auch bei der Durchsetzung unmittelbarer Lebensinteressen sind Evolutionsfaktoren wirksam, was schon aufgrund der phylogenetischen Ausstattung des Menschen zu erwarten ist (KOENIG 1986). Das Streben nach materiell und sozial abgesichertem Fortpflanzungserfolg einschließlich der übernächsten Generation (Gesamtfitness, HAMILTON 1964) mit all seinen Konsequenzen bei Partnerwahl, Ressourcensicherung und Jungenaufzucht bzw. Erziehung lassen das Wirken von Mechanismen der sexuellen Selektion, Konkurrenz, Einnischung usw. offenbar werden. (z. B. WILSON 1975, WEINRICH 1977).

Erziehung und Selektion

Ein wesentlicher Teil der Umwelt, in die Menschenkinder geboren werden, ist Kultur. Sie sind in den ersten Lebensjahren auf eine Bezugsperson, im Normal- und Optimalfall die Mutter, angewiesen, und zwar sowohl physisch (»Tragling«, EIBL- EIBESFELDT 1984) als auch psychisch. Die Bindung an die Bezugsperson ist für eine ungestörte Verhaltensentwicklung notwendig und zeigt alle Kennzeichen angeborener Verhaltenskomplexe (vgl. attachment theory; z. B. AINSWORTH et al. 1978). Kinder sind keine kleinen Erwachsenen; über mehrere unterscheidbare ontogenetische Phasen reifen sie heran. Die Eltern dienen besonders während der frühkindlichen Entwicklung als sicherer Rückzugsort und als Erkundungsbasis (AINS- WORTH et al. 1978, EMDE und GAENSBauer 1982), aber auch als Leitmuster und Einübungsmodelle (KOENIG 1971, IMMELMANN et al. 1982).

Erziehung heißt nach PIAGET (1972), »das Individuum an das umgebende soziale Milieu anpassen«. Im Prinzip gilt das schon für Primaten. Eltern werden auch bei ihnen nicht nur als Zufluchtort und sichere Basis benützt (ELSE und PHYLLIS 1986), sondern auch als soziale Mittler und Übungsobjekt sozialer Verhaltensweisen (NISHIDA 1987), und, wie GOODALL (1986) berichtet, sind z. B. Schimpanseneltern bereits in der Lage, ihren Nachwuchs zur Durchführung bestimmter Verhaltensweisen gezielt anzuleiten, etwa im Dienste der Nahrungsbeschaffung oder im sozialen Kontext. Auch die Bestrafung Halbwüchsiger bei sozialem Fehlverhalten wurde beobachtet (GOODALL 1986). Die Selektionsvorteile liegen auf der Hand.

Beim Menschen erreicht der Erziehungsvorgang natürlich einen höheren Komplexitätsgrad. Er wird durch die in dieser Ausprägung rein menschliche Fähigkeit bestimmt, Symbole willkürlich, also kreativ, Objekten zuzuordnen und auch wieder verändern zu können (NISHIDA 1987). Die Möglichkeiten der Tradierung und Integration von Information auf nicht-genetischem Wege sind somit im Sinne einer neuen Systemeigenschaft um eine neue Dimension erweitert worden. Dies bedeutet abermals eine Beschleunigung der kulturellen Evolution (die auf die biologische zurückwirkt).

Besonders deutlich wird dieser Beschleunigungseffekt bei der Institutionalisierung von Erziehung (Schule), die wohl meist darauf abzielte, in möglichst ökonomischer Weise den zu Erziehenden jene selektiven Vorteile zu verschaffen, die Erziehung bringt (LIEDTKE 1976). Besonders in den Anfangsstadien jenes Institutionalisierungsvorganges können bestimmte neue Erziehungs- und Bildungsformen ganzen Gruppen, gesellschaftlichen Klassen, Populationen oder sogar Gesellschaftsformen Selektionsvorteile bei der Sicherung der Lebensgrundlagen und damit der Gesamtfitness gebracht und so zur Beschleunigung der kulturellen Evolution beigetragen haben (vgl. WILSON 1980). In späteren Phasen mag der gegenteilige Effekt eingetreten sein: Gerade die Mechanismen der Sozialisation von Nachkommen, etwa Schulsysteme, Unterrichtsmethoden, Konditionierungsmittel usw. wirkten wohl lange Zeit als schwer veränderbares, bewahrendes, bremsendes Element der kulturellen Evolution (CAMPBELL 1975).

Neuere Entwicklungen

Von der Erfindung des Buchdrucks über die industrielle Revolution, dem raschen Ausbau der Massenmedien und der Kommunikationsmittel nach dem zweiten Weltkrieg und schließlich mit der revolutionsartigen Computerisierung zumindest der westlichen Welt, die gegenwärtig abläuft, mußten auch Erziehungsinhalte und Werte einer immer häufigeren Revision unterzogen werden. Heute ist nicht nur die institutionalisierte Erziehung einem immer rascher fortschreitenden Wandel unterworfen, auch der Ort der nicht institutionalisierten Erziehung, die »bürgerliche Familie« der letzten 2–3 Jahrhunderte, befindet sich heute im Umbruch. Besonders während der vergangenen 20–25 Jahre fand ein Wandel der Lebensformen, v. a. in urbanen westlichen Gesellschaften statt, der sich durch den Begriff einer Fragmentisierung der Gesellschaftsstrukturen charakterisieren läßt (z. B. HOFFMANN-NOWOTNY et al. 1984). Nach dem weitgehenden Aufbrechen traditioneller Familienformen infolge erhöhter Mobilität, technisch-beruflicher Veränderungen und anderer Faktoren tritt nun auch eine »Kolonisierung der Lebenswelt« durch eine Vielzahl von Interessensgruppen, Ideenträgern (Memen! DAWKINS 1975) und Betätigungsfeldern auf: Individuen sind gleichzeitig Mitglieder vieler verschiedener Interessensgruppen bzw. gesellschaftlicher Teilstrukturen (Berufe, Vereine, Sport- und Freizeitgemeinschaften usw.), und eine oder mehrere dieser Teilexistenzen könnte für ein Individuum bedeutender werden als z. B. die Teilexistenz »Vaterschaft«. Die sinkenden Geburtenraten in den westlichen Industriestaaten und die hohe Scheidungsrate sprechen für diese Entwicklung.

Zudem sorgt ein Individualisierungsschub für größere Selbständigkeit und gesellschaftliche Mobilität des Einzelnen und das Hineintragen z. B. von beruflichem Konkurrenzverhalten in traditionelle Partnerschaften.

Dennoch gibt es besonders in jüngerer Zeit einige Anzeichen, wie etwa das bewußte Zur-Schau-tragen von Kinderreichtum und Kinderfreundlichkeit in (grün-)alternativen Kreisen, die einen Gegentrend ankündigen könnten. Auch die immer wieder in Medien veröffentlichten Umfrageergebnisse, wonach Familie und damit Erziehung von Nachwuchs konstant einen

sehr hohen Stellenwert einnehmen, lassen Kulturpessimismus bezüglich der Zukunft von Erziehung und Familie ev. nicht angebracht erscheinen.

Erziehung als wertebewahrendes, den gesellschaftlichen Umbruch in sicherem Rahmen nachvollziehenden Tradierungs- und Sozialisierungssystem kommt eine besondere Bedeutung zu. So kann die allgemeine Akzeptanz einer Ökologischen Ethik, die sich etwa in Konsumverweigerung, Selbstbeschränkung und Recyclingverhalten äußert (OTT 1985) langfristig wohl nur im familiären Rahmen, also über Erziehung, durchgesetzt werden, zumal auf diesem Wege auch sachfremde, radikale Ideologierungsversuche besser abgepuffert werden können. Andererseits sind in zunehmendem Maße gebildete Eltern eher in der Lage und auch willens, berechnete Forderungen, etwa die Forderung nach Bildung, aufzunehmen und zu verwirklichen. So wird derzeit häufig ein Überwiegen der analytisch-logischen Erziehungsinhalte beklagt und ein (der rechten Gehirnhälfte zugeschriebenes) Umschwenken auf mehr synthetisch-visuelle Erziehungsinhalte und -methoden gefordert. Hierher gehört etwa die Forderung nach »Herzensbildung« (RIEDL 1987); zur Problematik der Zuordnung spezifischer Leistungen zu Gehirnhemisphären siehe SPRINGER und DEUTSCH (1987).

Entsprechend der zunehmenden Integration von Wissensbereichen und -inhalten und in Verbindung mit dem allgemein steigenden Demokratieverständnis, das ebenfalls Integration im Sinne sozialer Toleranz beinhaltet, kommt dem integrativen Unterricht (PIAGET 1972) besondere Bedeutung zu. Hierbei sollten nicht nur einzelne Wissensbereiche kombiniert, sondern auch mit Anschauungsunterricht vor Ort und selbständiger Arbeit verknüpft werden (z. B. REUTER 1987).

Vor dem Hintergrund der schon weit fortgeschrittenen Vorbereitungen des ökologischen Selbstmordes der Menschheit kann schließlich ein seriöser, sachlicher und motivierender Biologieunterricht nicht überbewertet werden.

Literatur

- AINSWORTH, M. D. S., BLEHAR, M. C., E. and S. WALL (1978): Patterns of attachment. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates
- ALEXANDER, R. D. (1979): Natural selection and culture. In: Darwinism and human affairs. University of Washington Press, Seattle London
- BRESCH C. (1977): Zwischenstufe Leben. Evolution ohne Ziel? Piper, München Zürich
- CAMPBELL, D. T. (1975): On the conflicts between biological and social evolution and between psychology and moral tradition. American Psychologist 30:1103-1126
- DARWIN, C. (1859): The Origin of Species. Dt. Ausg. Die Entstehung der Arten. Philipp Reclam jun., Stuttgart 1963
- DAWKINS, R. (1976): The Selfish Gene. Oxford University Press
- DAWKINS, R. (1987): Der blinde Uhrmacher. Ein neues Plädoyer für den Darwinismus. Dt. Ausg. Kindler, München
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1984): Die Biologie des menschlichen Verhaltens. Grundriß der Humanethologie. Piper, München
- EIGEN, M. (1987): Stufen zum Leben. Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie. Piper, München Zürich
- EIGEN, M. und R. WINKLER (1975): Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall. Piper, München
- ELSE, J. G. and P. C. LEE (eds.) (1986): Primate ontogeny, cognition and social behaviour. Cambridge University Press.
- EMDE, R. N. und T. GAENSBAUER (1982): Modelle über Gefühle beim Kind. In: Verhaltensentwicklung bei Mensch und Tier. Das Bielefeld-Projekt. K. IMMELMANN, G. BARLOW, L. PETRINOVICH und M. MAIN (Hrsg.), Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- GOODALL, J. (1986): The Chimpanzees of Gombe. Patterns of Behavior. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England
- HAKEN, H. (1983): Synergetik. Eine Einführung. 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo
- HAMILTON, W. D. (1964): The genetical evolution of social behaviour. Journal of Theoretical Biology 7:1-52
- HARTMANN, N. (1964): Der Aufbau der realen Welt. 3. Aufl., De Gruyter, Berlin
- HOFFMANN-NOWOTNY, H. J., HÖPFLINGER, F., KÜHNE, F., RYFFEL, C. und D. ERNI (1984): Planspiel Familie. Familie, Kinderwunsch und Familienberatung in der Schweiz. Soziologie 10, Rügger

- IMMELMANN, K., BARLOW, G., PETRINOVICH, L., und M. MAIN (Hrsg.) (1982): Verhaltensentwicklung bei Mensch und Tier. Das Bielefeld-Projekt. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- KNIPPERS, R. (1985): Molekulare Genetik, 4. Aufl., Georg Thieme Verlag Stuttgart New York
- KOENIG, O. (1971): Das Paradies vor unserer Tür. Ein Forscher sieht Tiere und Menschen. Verlag Fritz Molden, Wien-München-Zürich
- KOENIG, O. (1975): Urmotiv Auge. Neuentdeckte Grundzüge menschlichen Verhaltens. Piper, München Zürich
- KOENIG, O. (1986): Grundriß eines Aktionssystems des Menschen. Bd. 7 Umwelt, Schriftenreihe des Vereins für Ökologie und Umweltforschung, Wien
- KÜPPERS, B.-O. (1986): Der Ursprung biologischer Information. Zur Naturphilosophie der Lebensentstehung. Pieper, München
- KÜPPERS, B.-O. (Hrsg.) (1987): Ordnung aus dem Chaos. Prinzipien der Selbstorganisation und Evolution des Lebens. Piper, München Zürich
- LEWIN, B. (1987): Genes. Third Edition. John Wiley & Sons, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore
- LIEDTKE, M. (1976): Evolution und Erziehung. Ein Beitrag zur integrativen pädagogischen Anthropologie. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen
- MAY, R. M. (Hrsg.) (1980): Theoretische Ökologie. Verlag Chemie, Weinheim Deerfield Beach, Florida Basel
- MAYNARD-SMITH, J. (1971): What Use is Sex? *J. Theor. Biol.* 30:319-335
- MAYR, E. (1963): Animal Species and Evolution. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- MAYR, E. (1984): Evolution. In: Evolution. Die Entwicklung von den ersten Lebensspuren bis zum Menschen. 4. Aufl., Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg
- NISHIDA, T. (1987): Local Traditions and Cultural Transmission. In: Primate Societies. B. B. SMUTS, D. L. CHENEY, R. M. SEYFARTH, R. W. WRANGHAM and T. T. STRUHSACKER (eds.), The University of Chicago Press, Chicago London
- OTT, J. A. (1985): Ökologie und Evolution. In: Evolution, Ordnung und Erkenntnis. J. A. OTT, G. P. WAGNER, F. M. WUKETITS (Hrsg.), Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- OTT, J. A., WAGNER, G. P. und F. M. WUKETITS (Hrsg.) (1985): Evolution, Ordnung und Erkenntnis. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- POPPER, K. R. (1983): Der Materialismus überwindet sich selbst. In: Das Ich und sein Gehirn. K. R. POPPER und J. C. ECCLES (Hrsg.), Piper, München
- REUTER, W. (Hrsg.) (1987): Lebensraum Alpen am Beispiel Berchtesgadener Land. Dokumentation Ökologie und Pädagogik. Eigenverlag Industriejugend- und Berufsschülerarbeit München
- RIEDL, R. (1975): Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- RIEDL, R. (1987): Kultur — Spätzündung der Evolution? Piper, München Zürich
- SCHWERDTFEGER, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie. Pareys Studentexte 42, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- SEDLAG, U. und E. WEINERT (1987): Biogeographie, Artbildung, Evolution. Wörterbücher der Biologie. VEB Gustav Fischer Verlag Jena
- SMUTS, B. B., CHENEY, D. L., SEYFARTH, R. M., WRANGHAM, R. W. and T. T. STRUHSACKER (eds.) (1987): Primate Societies. The University of Chicago Press, Chicago London
- SPRINGER, S. P. und DEUTSCH, G. (1987): Linkes rechtes Gehirn. Funktionelle Asymmetrien. Dt. Ausg. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg
- WAGNER, G. P. (1985): Über die populationsgenetischen Grundlagen einer Systemtheorie der Evolution. In: Evolution, Ordnung und Erkenntnis. J. A. OTT, G. P. WAGNER, F. M. WUKETITS (Hrsg.), Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- WEINRICH, J. D. (1977): Human Sociobiology: Pair-Bonding and Resource Predictability (Effects of Social Class and Race). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2:91-118
- WILSON, E. O. (1975): Sociobiology: the new synthesis. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- WILSON, E. O. (1980): Grundprobleme der Soziobiologie. In: Theoretische Ökologie, R. M. MAY (Hrsg.), Verlag Chemie, Weinheim Deerfield, Florida Basel
- WUKETITS, F. M. (1982): Grundriß der Evolutionstheorie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, Grundzüge Bd. 42

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Matreier Gespräche - Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Wilheminenberg](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [1989](#)

Autor(en)/Author(s): Kollar Hans Peter

Artikel/Article: [Ergebnisse aus der Evolutionsforschung und Erziehung 327-334](#)