

Kognitive und kommunikative Entwicklung in realitätsfreier Darstellung

Olaf Dietrich

Europäische Kommission, Generaldirektion für Forschung und Entwicklung

Zusammenfassung.

Unter konstruktivistischem Aspekt bedeutet Evolution die sukzessive Entwicklung der Bedingungen, denen Evolution danach selbst unterliegt. Das gilt für die organische wie die kognitive Evolution. Die zur Zeit gültigen Bedingungen der kognitiven Evolution beschreiben wir als Naturgesetze, in denen wir die Spezifität einer unabhängigen Realität sehen. Diese Naturgesetze, zu denen wir die von uns wahrgenommenen Regelmäßigkeiten kondensieren, sieht die konstruktivistische evolutionäre Erkenntnistheorie (CEE) hingegen als Invarianten phylogenetisch entstandener kognitiver Operatoren. Die Erweiterung der angeborenen Operatoren durch experimentelle Operatoren (d.h. durch Meßinstrumente) führt zum Ausbau des klassischen Weltbildes, wenn beide vertauschbar sind. Andernfalls treten Invarianten auf, die klassisch nicht darstellbar sind und entweder theorienfremde Zusatzannahmen erfordern oder zur Bildung nicht-klassischer Theorien nötigen. Da die experimentelle Entwicklung mit den dadurch auftretenden neuen Invarianten grundsätzlich nicht abgeschlossen ist, kann auch die theoretische Entwicklung nicht gegen eine "theory of everything" als definitiver Beschreibung der Realitätsstrukturen konvergieren. Auch mathematische und logische Strukturen lassen sich als Invarianten kognitiver Operatoren darstellen. Es zeigt sich, daß die Sätze von Gödel als Analogon zu den nicht-klassischen Phänomenen der Physik gesehen werden können. Der Verzicht auf Realität als Element der Metatheorie verlangt Umstellungen bei allen Begriffen, die explizit auf Realität Bezug nehmen wie Handeln und Wahrnehmen, Lernen und Anpassen, und teilweise auch Sprache. Dabei zeigt sich, daß die Unterscheidung von Handlung und Wahrnehmung nicht eindeutig ist wie in der Realitätstheorie. Ebenso läßt sich Lernen sowohl als Anpassung an die gegebene Umwelt auffassen als auch als unabhängige Entwicklung, für die eine geeignete Umwelt bzw. Anwendung erst noch zu finden ist. Sprache wird von der CEE nicht als Abbildung unabhängig existierender Fakten gesehen sondern als "generative" Theorie, deren Kompetenz darauf beruht, daß ihre mentale Genese mit den Mechanismen verwandt ist, die unseren Wahrnehmungsraum generieren. Auf einer vergleichbaren phylogenetisch begründeten Verwandtschaft beruht die Fähigkeit der Mathematik, empirische Daten zu komprimieren und zu extrapolieren (Induktionsproblem). Ein analoger Mechanismus begründet unsere Fähigkeit, sprachliche Texte semantisch zu extrapolieren, d.h. richtige Schlußfolgerungen zu ziehen. Daraus resultiert ein neuer Bedeutungsbegriff. Es werden einige Parallelen zwischen verbaler, kultureller und genetischer Kommunikation diskutiert.

1. Einleitung: Realität

Realität ist der zentrale Topos aller auf Anpassung gerichteten Aktivitäten und aller auf Lernen und Vermehrung der Erkenntnis zielenden Wissenschaften. Die Worte Anpassung und Erkenntnis selbst verlangen schon rein grammatikalisch nach einem vorab existierenden Objekt. Von den Naturwissenschaften, die die Strukturen der Realität im Visier haben, über

die Mathematik, die sich um die Aufdeckung der ihr eigenen Gesetze bemüht, bis zur analytischen Sprachphilosophie und ihrer Suche nach einem verschärften Wahrheitsbegriff - und erst recht im Bereich des Lebendigen, wo wir die Bemühungen der Arten studieren, extern definierten Anforderungen gerecht zu werden - überall herrscht die Meinung vor, daß da etwas unabhängig Existierendes ist, das es zu analysieren oder zu berücksichtigen gilt, und daß sich wissenschaftlicher Fortschritt wesentlich auf Verbesserung und Ausbau der dafür erforderlichen Fähigkeiten gründet. Anpassung, Lernen und Analyse sind Begriffe, die nur im Kontext des Realismus Sinn ergeben.

Auf der anderen Seite ist die Kritik am Realitätsbegriff so alt wie dieser selbst. Daß die Welt nicht notwendigerweise ist, wie sie aussieht, war schon ein Thema der Antike. Seitdem wurde eine Vielzahl von Realismen diskutiert, "naive" wie "kritische", "konstruktive" (Dux 1982), "hypothetische" (Campbell 1973) oder "pragmatische" (Riedl 1987), "interne" (Oeser 1988), und ausgehend vom platonischen Realismus wurde der physischen eine begriffliche Realität gegenüber gestellt. All diesen Realismen ist jedoch die Vorstellung von einer unabhängigen Instanz gemeinsam, die allein über den Erfolg unseres Handelns und Denkens und der darauf bezogenen Theorien entscheidet. Von der Spezifität dieser Instanz hinge es ab, welche unserer Theorien "gehen" und welche nicht. Ohne ein solches, Realität genanntes, unabhängiges Kontrollorgan könnten Theorien sein wie sie wollten: "anything goes" - das schlechthin Unzumutbare.

Die Vorstellung, daß eine solche Beliebigkeit die einzige Alternative zum real existierenden Realismus sei, ist dessen vermutlich stärkste Stütze; denn der immer wieder angeführte Umstand, daß unsere auf die Realitätsvorstellung gegründeten Methoden der Lebensbewältigung so erfolgreich sind, ist für sich allein nur eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für die Richtigkeit dieser Vorstellung, solange der Nachweis nicht auch andersherum geführt werden kann, d.h. solange nicht gezeigt ist, daß und wie erfolgreiche Erfahrungen eindeutig zu nutzbaren Aussagen über die Realität erweitert werden können. Dem aber, so wissen wir, steht das ungelöste Induktionsproblem entgegen.

Hier versucht die konstruktivistische evolutionäre Erkenntnistheorie (Constructivist Evolutionary Epistemology, CEE) (Diettrich 1989, 1990, 1991 a&b), einen eigenen Weg zu gehen. Sie bemüht sich um den Nachweis, daß Entwicklungskriterien für Theorien nicht extern definiert sind sondern als Forderung nach Konsistenz mit der gesamten (phylogenetischen und wissenschaftlichen) Vorgeschichte erklärt werden können. Ähnliches läßt sich im organischen Bereich sagen, wo metabolische Prozesse und höhere Handlungsstrategien externe Daten entsprechend den inneren Anforderungen (z.B. Einhaltung eines bestimmten Binnenklimas) verändern, statt diese Anforderungen (die in der Regel auf fest etablierten Prozessen beruhen) nach Maßgabe äußerer Gegebenheiten zu modifizieren. Die Entwicklung selbst generiert damit die Randbedingungen, die sie fürderhin zu berücksichtigen hat und die wir im humanen Kontext als gesetzgebende Realität thematisieren. Sowohl die organische wie auch die kognitive und wissenschaftliche Evolution ist damit eher ein Prozeß der Welteroberung als der Weltentdeckung (O. Diettrich 1992), des Handelns eher als der Analyse oder der "Phantasie" eher als des "Kalküls" (H. J. Schneider 1992). Die Berechtigung eines solchen Ansatzes muß sich darin zeigen, daß die Syntax empirischer Theorien so umgestellt werden kann, daß diese sich ohne funktionale Qualitätsverluste in die CEE als realitätsfreier Metatheorie überführen lassen. Wie das für die Vorstellungen aus dem Kontext von Lernen und Anpassung bzw. von Sprache und Kommunikation aussehen könnte, ist Gegenstand dieser Arbeit.

2. Was heißt "realitätsfreie" Anpassung?

Die Beantwortung dieser Frage erfordert einen kurzen Abriss der CEE. Methodisch greift die CEE auf die Forderung der modernen Physik zurück, bei der Formulierung der Naturgesetze nur noch operationalisierbare Terme zu verwenden. Diese Forderung ergab sich aus der Einsicht, daß die klassische Physik gegenüber den Phänomenen der Quantenmechanik und Relativitätstheorie vor allem deswegen versagte, weil sie sich auf die Verwendung einer experimentell nicht verifizierbaren Syntax, wie sie sich aus dem Gebrauch nicht operationalisierbarer theoretischer Terme ergab, eingelassen hatte: So wurde z.B. von meßbaren Größen angenommen, daß sie stets unabhängig voneinander meßbar sind, was im atomaren Bereich nicht immer gilt, und von Ereignissen wurde angenommen, daß sie sich stets eindeutig zeitlich linear anordnen lassen, was nur in der Näherung vernachlässigbarer Signallaufzeiten gilt. Um vergleichbare "Fehlentwicklungen" für die Zukunft auszuschließen, wurde vereinbart, für die Theorienbildung nur noch operationalisierbare Terme zu akzeptieren, d.h., daß sich Aussagen allein auf Größen und Eigenschaften zu beziehen haben, die sich als Invarianten von Meß- bzw. Transformationsoperatoren darstellen lassen. Zumindest in der Quantenmechanik ist dies das einzig mögliche Verfahren, denn Größen und Eigenschaften werden dort überhaupt erst durch Meßapparaturen definiert und haben keinen davon unabhängigen anderen Existenzgrund.

Dieses heuristisch fruchtbare Konzept hat die CEE aufgegriffen - erweitert um die Vorstellung, daß Operationalisierung etwas Generelles ist, das nicht nur den erfolgreichen nicht-klassischen theoretischen Termen, sondern auch den klassischen Beobachtungstermen sowie allen logischen und mathematischen Termen zugrunde liegen muß.

Für die Beobachtungsterme konkretisiert die CEE dies dadurch, daß sie alle von menschlichen Sinnesorganen unmittelbar wahrnehmbaren Regelmäßigkeiten einschließlich der daraus abgeleiteten Naturgesetze als Invarianten angeborener kognitiver Operatoren deutet. Selbst der Energiesatz, der sich aus der Homogenität der Zeit ableiten läßt (d.h. aus der Invarianz gegenüber Zeittranslation), hängt von den speziellen physiologischen Mechanismen ab, die die Metrik der mentalen Zeitwahrnehmung generieren und dadurch festlegen, was wir zeitlich homogen nennen. Der Energiesatz ist damit ein Humanspezifikum. Das Gleiche gilt für die anderen Erhaltungssätze der klassischen Mechanik (Impuls, Drehmoment usw.), die sämtlich auf der gleichen entwicklungsgeschichtlich etablierten Zeitmetrik beruhen. Es läßt sich zeigen (Diettrich 1991b), daß sogar die von uns auf Grund von Beobachtungen getroffenen kausalen Zuordnungen von der Konstruktion des Metrikgenerators abhängen. Andere Intelligenzen mit anders konstruierten mentalen Metrikgeneratoren werden nicht mehr diejenigen physikalischen Vorgänge als gleichförmig empfinden, auf die wir unsere Zeitmessungen und Uhren gründen, z.B. die Schwingungen eines freien Pendels oder eines harmonischen Oszillators. Sie würden vielmehr solche Vorgänge als gleichförmig empfinden und demzufolge zur Grundlage ihrer Zeitmessung machen, auf die ihr eigener Metrikgenerator zurückgreift. Entsprechend werden sie andere Erhaltungssätze und andere Kausalzusammenhänge postulieren. Das gilt für jede sinnliche Wahrnehmung. Es sind die Invarianten der Sinneswahrnehmung, die die Syntax unserer Theorien konstituieren. Von ihnen gibt es viele und jede verkörpert ein spezielles Weltbild, ohne daß eines von ihnen grundsätzlich ausgezeichnet wäre. Intelligenzen z.B., bei denen der Frequenzgang des Metrikgenerators von bestimmten Elementen der räumlichen Wahrnehmung abhinge, könnten Raum und Zeit noch nicht einmal in klassischer Näherung separieren. Solche Wesen würden in völlig anderen (sozusagen "kanonisch" transformierten)

Kategorien denken. Sie würden in einem anderen kognitiven Koordinatensystem leben, das zu dem unseren völlig inkompatibel wäre, obwohl es in sich genau so konsistent ist wie das unsere und als Beschreibungsmittel auch nicht notwendigerweise komplizierter sein müßte. In der Ausdrucksweise der Quantenmechanik könnte man sagen, daß deren Weltbild auf einer anderen Darstellung beruht, d.h. auf einem unterschiedlichen Satz vollständiger Operatoren mit unterschiedlichen Invarianten. Die Aussage, daß es keine universellen Regelmäßigkeiten gibt, aus denen man universelle Naturgesetze ableiten könnte, ist gleichbedeutend mit der Aussage, daß es kein ausgezeichnetes kognitives Koordinatensystem gibt.

Erweitern wir unseren Wahrnehmungsbereich durch physikalische Versuchsanordnungen, so können wir dies zum Ausbau klassischer Theorien nutzen, solange die dabei verwendeten experimentellen Operatoren mit den genetisch gegebenen kognitiven Operatoren (im Sinne der Operatorenalgebra) vertauschbar sind. Andernfalls haben die experimentellen Operatoren Invarianten, die nicht im Spektrum der kognitiven Operatoren enthalten sind. Die einschlägigen Resultate lassen sich dann nicht mehr in klassischen Termini beschreiben und erfordern entweder theorienfremde Zusatzannahmen oder nötigen uns zur Bildung nicht-klassischer Theorien wie z.B. der Quantenmechanik. Wenn überhaupt, so können aus dem Bau unseres Hirns und der dort implementierten Software also nur diejenigen Naturgesetze resultieren, die sich aus Beobachtungen mit den unbewaffneten Sinnesorganen ergeben, nicht aber solche, die auf dem Einsatz komplexerer experimenteller Apparaturen mit neuartigen Invarianten beruhen, wie die Gesetze der Elementarteilchenphysik. Da die Menge möglicher Experimente grundsätzlich nicht abgeschlossen ist, und da die dabei möglicherweise auftretenden neuen Invarianten grundsätzlich nicht vorausgesagt werden können, ist die wissenschaftliche Evolution genau so offen wie die organische. Weder streben menschliches Wissen und der wissenschaftliche Fortschritt gegen eine "theory of everything", wie viele Physiker und Biologen meinen (Feynman 1965, Hawking 1979, Wuketits 1991), noch konvergiert die organische Evolution gegen eine einheitliche optimale Spezies - die Krone der Schöpfung, sozusagen. Was uns Forschung beschert, sind immer wieder neue Lösungen für immer wieder neue Probleme - insbesondere für solche, die die Forschung durch ihren eigenen Erfolg selbst erst erzeugt hat. Die Koevolution zwischen Problem und Lösung ist daher grundsätzlich endlos (wenn man von dem Fall absieht, daß irgendwann die akkumulierten Folgen gut gemeinter "Lösungen" menschliches Leben überhaupt auslöschen).

Dieser Ansatz hat zwei Konsequenzen. Die erste ist, daß sich der Unterschied zwischen Beobachtungs- und theoretischen Termen auf ein eher sekundäres Detail reduzieren läßt. Die einen werden durch unbewußte und angeborene mentale Prozesse operationalisiert, die anderen durch bewußte und in der Regel rationale Verfahren. "Hausgemacht" sind sie beide. Dennoch bleiben Beobachtungsterme (zu denen übrigens auch Schmerz, Wohlbefinden und andere Empfindungen gehören, sofern sie, ähnlich den eigentlichen Wahrnehmungen, durch spezifische Reize ausgelöst werden) privilegiert, weil sie konstitutiv sind für unsere Lebenswelt. Nicht nur Lebenssituationen, auch Lebensziele werden in Beobachtungstermen artikuliert. Darum versuchen wir herauszufinden, wie Beobachtungen untereinander und mit unseren Handlungen zusammenhängen, und darum sind die empirischen Wissenschaften, die uns hierbei helfen, so wichtig.

Die zweite Konsequenz ist, daß die Bewertungs- (d.h. Wahrheits-)kriterien für empirische Theorien, mit deren Hilfe wir wahrgenommene Regelmäßigkeiten generalisieren, nicht mehr auf der Konsistenz mit den Strukturen einer unabhängigen Realität beruhen, sondern auf dem Ausmaß in welchem die fraglichen Theorien die generierenden kognitiven

und experimentellen Operatoren emulieren.

Darüber hinaus ist Realität selbst überhaupt keine operationalisierbare Größe. Von der Realität zu verlangen, sie müsse in ihren Strukturen unabhängig von allem menschlichen Handeln existieren, d.h. sie müsse Invariante aller denkbaren Operatoren sein, raubte der Realität gerade jene Spezifität, die sie als nicht-triviale Kategorie braucht und die allein daraus resultieren kann, daß sie die Invariante nur bestimmter, nicht aber aller Operatoren wäre. Anders gesagt: Der Operator, der den Begriff Realität operationalisieren wollte, müßte mit allen nur denkbaren Operatoren vertauschbar sein. Das ist jedoch allein der triviale Einheitsoperator. Sinnvoll operationalisieren ließe sich allenfalls eine Art aktuelle Realität, die sich nur auf die bisher angewandten Operatoren bezieht und damit die Summe aller bisher von Menschen gemachten Wahrnehmungen und Erfahrungen reflektiert. De facto tun wir genau dies, wenn wir in ontologischer Umschreibung sagen, daß nach heutigem Stand unseres Wissens die Realität diese oder jene Struktur habe. Damit wird klar, daß die Bedeutung der angeborenen Realitätskategorie nicht in ihrer entwicklungsgeschichtlich erworbenen Anpassung an eine ontologische Realität liegen kann. Es liegt vielmehr nahe, die Aufgabe der Realitätsvorstellung darin zu sehen, erworbenes und bewährtes Wissen soweit wie möglich als standardisierte Basis der weiteren Entwicklung zu immunisieren und damit zu bewahren. Erreicht wird dies dadurch, daß wir Wissen als Wissen über Realität deklarieren, sowie durch das uns angeborne Realitätsverständnis, das alle Versuche, die Spezifika eben dieser Realität zu verändern, für "unrealistisch" erklärt. Realität ist damit die "kognitive Bürde", die wir beim weiteren Ausbau unserer Lebenskompetenz so wenig ignorieren können, wie die organische Evolution die sogenannte genetische Bürde (Riedl 1975) umgehen kann. In beiden Fällen definieren etablierte Strukturen die Randbedingungen für ihre weitere Entwicklung.

Die Reduzierung der Realität auf die entwicklungsgeschichtlich und historisch entstandenen Randbedingungen der kognitiven und wissenschaftlichen Entwicklung heißt also nicht, daß wir die Fakten der Alltagswelt ungestraft ignorieren dürften, wie an dieser Stelle häufig eingewandt wird (Wuketits 1991), denn wie wir diese Fakten wahrnehmen und welche Reaktionen sie von uns verlangen, ist ja gerade Ausdruck eben jener Randbedingungen. Natürlich müssen wir als Individuen der Außentemperatur in geeigneter Weise Rechnung tragen, aber doch nur weil und insoweit als dies unsere Entwicklung zum Warmblütler verlangt; und ebenso natürlich müssen wir bei unseren Bewegungen die Existenz fester Hindernisse in Rechnung stellen, aber auch dies nur, weil wir als physikalisch-chemisch verknüpfter Zellverband selbst ein fester Körper sind. Wären wir Wesen nach Art der von Fred Hoyle (1957) als Gedankenspiel geschaffenen interstellaren elektromagnetischen "Black cloud", deren Intelligenz stiftende Komplexität ausschließlich elektromagnetisch realisiert ist, müßten wir unter Umständen bestimmte Radiowellen fürchten, nicht aber die Kollision mit vagabundierenden Himmelskörpern. Anders gesagt: Es gibt keine Erfahrungen, die so allgemein wären, daß jede Art von Lebewesen sie zu berücksichtigen hätte, und die damit die Grundlage universeller Naturgesetze bilden könnten. Die hierauf bezogene Einschränkung des Realitätsbegriffs betrifft also lediglich den Umstand, daß Naturgesetze in ihrer Eigenschaft als Grundlage für die Lösung artspezifischer Probleme und die Verwirklichung artspezifischer Möglichkeiten nicht in die Gesetzgebungskompetenz einer objektiven Realität fallen sondern in die Kompetenz derjenigen Institution, die für die Spezifität der anfallenden Probleme und Möglichkeiten verantwortlich ist, d.h. in die Kompetenz der jeweiligen Stammesgeschichte. Daß die im klassischen Weltbild enthaltenen Naturgesetze "nur" das Resultat der humanen Stammesgeschichte sind, heißt nicht, daß sie darum weniger obligatorisch wären oder daß wir

sie gar ändern könnten, nur weil sie nichts mehr mit Realität zu tun haben. Die klassischen Naturgesetze repräsentieren gewissermaßen unseren kognitiven Phänotyp, wie er sich entwicklungsgeschichtlich herausgebildet hat, den wir genau so wenig verändern können wie unseren organischen Phänotyp.

Damit können wir das Hauptargument des Realisten in einem anderen Licht sehen. Die Grunderfahrung eines jeden Menschen ist, daß es in den Wahrnehmungen reproduzierbare Regelmäßigkeiten gibt, auf die er keinen Einfluß hat. Der Realist schließt daraus: Weil er keinen Einfluß auf sie hat, müssen sie objektiv sein und, es ist daher legitim, zu versuchen, sie zu den Gesetzen einer realen Welt zu kondensieren. Wir sagen hier: Richtig ist nur, daß wir gegenwärtig keinen Einfluß mehr auf sie haben. In der Vergangenheit hingegen haben wir sehr wohl Einfluß ausgeübt im Form der stammesgeschichtlichen Entscheidungen über die Entwicklung der mentalen Operatoren, deren Invarianten die von uns wahrgenommenen Regelmäßigkeiten definieren. Bedenkt man, daß zwar die biologische Entwicklung dieser Operatoren (und damit die Entwicklung unseres klassischen Weltbildes) abgeschlossen ist, nicht aber die ihrer möglichen physikalischen Erweiterung in Form neuartiger experimenteller Anordnungen mit neuartigen Invarianten, die wir in neuartige Naturgesetze kleiden, so können wir sagen, daß wir auch gegenwärtig noch entsprechende gesetzestiftende Entscheidungen treffen - nunmehr jedoch kulturell und nicht mehr genetisch-biologisch.

Nach der CEE müssen nicht nur die wahrgenommenen Regelmäßigkeiten und die Kategorien ihrer Beschreibung wie Raum und Materie (die nach Kant vor jeder Erfahrung gegeben sind) als Invarianten bestimmter mentaler Operatoren gesehen werden, sondern auch die Regelmäßigkeiten, die uns in unserem logischen und mathematischen Denken begegnen. In der Tat sind die elementaren logischen Strukturen und Verfahren, die wir in der Sprache vorfinden bzw. anwenden, genauso entwicklungsgeschichtlich bedingte Humanspezifika wie die Strukturen des Wahrgenommenen, auf die wir sie anwenden, um daraus höhere Theorien aufzubauen. Insbesondere lassen sich die Gesetze der Logik nicht als Universalien im Sinne von Leibniz darstellen, die auf Grund ihres sogenannten Wahrheitsgehalts in "jeder möglichen Welt" gelten. Wenn Vittorio Hösle (1988) z. B. schreibt: "Denn der Satz S 'Es gibt keine synthetischen Apriori' ist offenbar selbst ein Satz a priori - er widerspricht sich also selbst, so daß seine Negation wahr sein muß", so ist ihm recht zu geben, insofern es synthetische Apriori wenigstens in dem Sinne gibt, daß aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen jeder denkende und argumentierende Mensch von ihnen auszugehen hat. Logik als Disziplin befaßt sich mit den Strukturen, die sich über dieser phylogenetisch gewachsenen Basis errichten lassen und die wir in der Folge mit empirischen und anderen Theorien möblieren. Konrad Lorenz spricht von unseren vor jeder individuellen Erfahrung festliegenden Anschauungsformen und Kategorien als den *ontogenetischen Apriori*, die jedoch *phylogenetisch gesehen Aposteriori* sind. Was wir die synthetischen Apriori nennen, reflektiert allein unsere angeborene, humanspezifische Weise des Denkens, die sich vorab und außerhalb dieses Rahmens noch nicht einmal in einer für uns verständlichen Weise formulieren lassen. Es kann auch keine Aussagen geben, zu denen sich jede hinreichend differenzierte Intelligenz unabhängig von ihrer Entwicklungsgeschichte bekennen könnte und die deswegen universell genannt werden dürften. Allein schon die Frage, ob eine bestimmte Aussage einer Intelligenz A die "gleiche" sei wie eine bestimmte Aussage einer Intelligenz B, läßt sich sinnvoll nur stellen, wenn sich die entsprechenden Denkstrukturen aufeinander abbilden lassen, was wiederum nur mit Hilfe einer notwendigerweise ebenfalls humanspezifischen Abbildungsvorschrift geschehen könnte. Anders gesagt: Der Begriff eines

universellen synthetischen Apriori läßt sich logisch nicht explizieren. Sätze, die sich zur Existenz universeller synthetischer Apriori äußern (wie der eben zitierte von Höhle), sind daher weder wahr noch falsch. Sie sind gegenstandslos. Das deckt sich durchaus mit der Haltung Kants, insofern es in der Tat Anschauungsformen gibt vorab jeder Erfahrung - jedoch nur vorab jeder individuellen Erfahrung, nicht jedoch vorab jeder stammesgeschichtlichen Erfahrung. Die akkumulierte stammesgeschichtliche Erfahrung, wie sie sich in unserem Weltbild reflektiert, und die angeborenen Anschauungsformen, in denen wir dieses Weltbild artikulieren, sind das Resultat einer permanenten Koevolution. Die Vorstellung, daß das Apriori des Individuums durchaus ein entwicklungsgeschichtliches Aposteriori sein kann, wurde schon sehr früh z.B. von Spencer (1872) und Haeckel (1902) geäußert. Eine Zusammenfassung findet sich bei Oeser (1984).

Fassen wir zusammen: Es läßt sich weder eine physische Realität im Sinne objektiver Naturgesetze explizieren noch eine begriffliche Realität im Sinne universeller synthetischer Apriori.

Die CEE kann aufgefaßt werden als Weiterentwicklung der inzwischen schon fast klassischen evolutionären Erkenntnistheorie (evolutionary epistemology, EE: Lorenz 1941, Campbell 1973, Vollmer 1975, Riedl 1980, Wuketits 1981). Der Grundgedanke der EE ist die Einheit der kognitiven und organischen Evolution. Kognitive und andere mentale Fähigkeiten und speziell die Kategorien unseres Denkens, wie Raum, Zeit und Kausalität, werden als funktionale Organe im weiteren Sinne gesehen, die einer im Prinzip gleichen Evolution unterliegen wie organische Strukturen und Funktionen. Allerdings geht die EE im Gegensatz zur CEE von der Vorstellung aus, daß sich die organische Evolution in Anpassung an eine ontologisch qualifizierte Realität vollzieht, was dann auch für die kognitive Evolution zu gelten hätte (Campbell: "natural selection epistemology"). Speziell von der Realitätskategorie wird gesagt, sie könne sich nur in Anpassung an eine tatsächlich existierende Realität entwickelt haben. Abgesehen davon, daß dieser Schluß nicht zwingend ist, da sich, wie oben gezeigt, durchaus auch andere (funktionale) Gründe angeben lassen, hieße dies, die Realitätsvorstellung durch ihren eigenen Inhalt legitimieren zu wollen, was der EE wiederholt den Vorwurf der Zirkularität eingebracht hat. Auch der Umkehrschluß ist nicht zwingend: Selbst wenn es eine unabhängige, ontologisch gesicherte Realität geben sollte, hieße das noch nicht, daß Menschen darauf mit der Herausbildung einer quasi abbildenden Realitätskategorie reagiert haben müßten. Deren Hauptaufgabe, bewährtes Wissen zu immunisieren, hätte die Evolution sicher auch anders konkretisieren können. Die gleiche Art des Schließens findet sich bei Lorenz (1983, S.99), wenn er in seiner bekannten Parabel davon spricht, daß die Hufe der Steppenbewohner eine durch Anpassung erlangte Art von Abbildung des Steppenbodens seien. Von einer solchen Zuordnung könnte jedoch nur die Rede sein, wenn Probleme grundsätzlich die Methoden ihrer Meisterung determinierten, was nicht der Fall ist: Das Problem der Fortbewegung auf Steppenböden haben Pferde und Schlangen auf völlig unterschiedliche Weisen gelöst, die auch kaum in Richtung auf eine gemeinsame Lösung evoluiert werden. Auch das Umgekehrte gilt nicht, daß sich aus einer "Lösung" ablesen ließe, auf welches Problem sie gemünzt ist, oder aus einer Technik oder einem Organ, wofür sie genutzt werden - insbesondere dann nicht, wenn mehrere Möglichkeiten vorliegen: Ein Schnabel z.B. kann sich gleichermaßen zum Körnerpicken, Nüsseknacken, Kämpfen oder Klettern entwickelt haben bzw. eignen. Der Zusammenhang von Problem und Lösungsmethode wie auch das Zusammenspiel zwischen verschiedenen Organen oder Funktionen läßt sich nicht aus ihren jeweiligen Charakteristika ableiten, sondern ergibt sich einzig aus ihrer gemeinsamen Koevolution. Anders gesagt: Im Rahmen des Konstruktivismus gibt es grundsätzlich keine allein durch Abbildung definierte

Beziehung zwischen zwei Dingen. Strukturellen Ähnlichkeiten kommt nur dann Bedeutung zu, wenn sie nicht zufällig sind, d.h. wenn sie einer gemeinsamen generierenden Wurzel entspringen. Dies legt es nahe, den Theorienbegriff unter drei Gesichtspunkten zu betrachten:

- a) Der strukturelle Theorienbegriff sieht eine Theorie als Abbild oder Modell von Strukturen gegebener oder geschaffener Objekte. Dieser Theorienbegriff findet vor allem in den Naturwissenschaften und der Mathematik Anwendung. Nach dieser Vorstellung gelten Theorien in dem Maße als wahr wie sie isomorph sind zu den zu beschreibenden Strukturen.
- b) Der funktionale Theorienbegriff sieht eine Theorie als Instrument zur Lösung gegebener oder geschaffener Probleme. Dieser auf Lorenz (1971, S. 231-262) und Popper (1973, S. 164) zurückgehende erweiterte Theorienbegriff umfaßt Gliedmaßen als Instrumente der Fortbewegung genauso wie die Kategorien von Raum und Zeit als Instrumente der mentalen Handlungskordinierung. Insofern wissenschaftliche Theorien im eigentlichen Sinne zur Lösung technischer Probleme beitragen, sind sie ebenfalls funktionale Theorien.
- c) Der Begriff generierende Theorie konzentriert sich auf das, was eine Theorie bewirkt. Was eine Theorie im eigentlichen Sinne ausmacht, ist, daß sie gewisse Aussagen generiert. Die CEE geht davon aus, daß sich die Bedeutung einer Theorie hierin erschöpft und daß dies überhaupt die einzig sinnvolle Explikation des Theorienbegriffs ist. Insbesondere läßt sich nicht sagen, daß eine Theorie etwas beschreibt, was unabhängig von ihr schon da wäre und an das sie sich daher anzupassen hätte, um als wahr gelten zu können. In gleicher Weise bringen mentale Operatoren die ihnen eigenen Wahrnehmungen hervor, von denen man auch nicht sagen kann, daß sie den gegebenenfalls auslösenden Reiz beschrieben, weil es allein Sache der Operatoren ist, wie sie darauf reagieren. Hierin gleichen sie den physikalischen Meßgeräten, die ebenfalls allein durch ihre Bauweise darüber befinden, wie und in welcher Form sie den Kontakt mit dem Meßobjekt beantworten. So gesehen kann man Wahrnehmungen als die "Anzeigen" der kognitiven Operatoren auffassen und, umgekehrt, Anzeigen als die "Wahrnehmungen" der Meßgeräte. Auch Sprachen sind hochspezifische generierende Theorien, indem sie ihre Aussagen auf der Basis der in der Syntax verankerten ontologischen Voraussetzungen konstruieren. Das bedeutet, daß sich unspezifische und ontologisch neutrale Sprachen, d.h. Sprachen, die nicht in diesem Sinne generierende Theorien sind, nicht explizieren lassen. (Das wird im nächsten Kapitel erläutert.) Schneider sagt dazu im Anschluß an Wittgenstein (1992 S.22): "Wenn die Formen und Strukturen einer Sprache nichts abbilden, was unabhängig von ihr schon da ist, dann drängt sich die Antwort auf, daß sie offenbar aus dem sprachlichen Handeln selbst hervorgehen, so daß es möglich sein müßte, sie als (intendierte oder nicht intendierte) Resultate von Handlungen verständlich zu machen" - d.h. als generierende Theorie. Wie an anderer Stelle gezeigt (Diettrich 1992), ist auch der genetische Code nur Bestandteil eines spezifischen Genese- bzw. Reproduktionsmechanismus, aber keine universelle biologische Sprache, wie oft gesagt, mit der sich jeder beliebig vorgegebene phenotypische "Text" darstellen ließe. Wir hatten bereits darauf hingewiesen, daß Theorien im weiteren Sinne nicht nur ihre jeweiligen Objekte (Aussagen, Wahrnehmungen, Auswirkungen usw.) generieren, sondern auch alle Beziehungen zwischen diesen und daß der Verweis auf eine solche gemeinsame Obertheorie gleichzeitig die einzige Möglichkeit ist, den Beziehungsbegriff zu explizieren. Genau dies ist es, was weiter unten im

Rahmen der CEE als Lösung des Induktionsproblems bzw. als Erklärung für das vorgeschlagen wird, was Wigner (1960) "The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences" nannte, nämlich Wahrnehmung und deren Beschreibung auf ihre gemeinsame mentale Genese zurückzuführen.

Strukturell gesehen impliziert der Realismus die Äquivalenz von Struktur und Funktion: Eine Theorie hat funktionale Qualität, heißt es, nur insofern sie strukturell wahr ist. Umgekehrt verspricht die Anwendung jeder strukturell wahren Theorie funktionalen Erfolg. Dies ist die Begründung für das Programm der empirischen Naturwissenschaften, physische Handlungskompetenz auf dem Wege der Ergründung von Realitätsstrukturen zu erlangen. Tatsächlich jedoch wird jede Theorie zunächst nur am intendierten Erfolg gemessen. Die nachträgliche Erklärung dieses Erfolgs im Rahmen einer strukturellen Theorie ist schon deswegen nicht zwingend, weil sie oft gar nicht möglich ist. Das erfolgreichste Rezept der Lebensorganisation schlechthin, nämlich induktives Schließen (und damit alles wissenschaftliche Forschen), läßt sich im Rahmen der klassischen Realitätsvorstellung überhaupt nicht begründen: Die empirischen Wissenschaften können vieles erklären - nur nicht ihren eigenen Erfolg.

Funktional gesehen impliziert der Realismus die Vorstellung, daß sich Theorien und die Instanzen ihrer Bewertung streng voneinander separieren lassen, so daß sich unabhängige Bewertungskriterien finden ließen. Diese Vorstellung liegt auch dem Wahrheitsbegriff des Logikers zugrunde. So wie Realitätsnähe als Kriterium für den Erfolg naturwissenschaftlicher Theorien gilt, gilt Wahrheit als Kriterium für den Erfolg sprachlichen Verhaltens in seinem Beitrag zum Erfolg des Gesamtverhaltens. Entsprechend gilt es als Aufgabe der Naturwissenschaften, (unabhängige) Realitätsstrukturen aufzudecken, und als Aufgabe der Semantik, universelle Wahrheitsbedingungen zu definieren. Diese Vorstellung läßt sich jedoch noch nicht einmal im Rahmen der oben definierten aktuellen Realität halten. Zwar hat das genetisch und historisch etablierte Wissen ein großes Gewicht bei der Beurteilung neuer Theorien - aber kein absolutes, weil es durchaus vorkommen kann, daß neue Ideen die überkommenen Vorstellungen und damit die Instanzen ihrer eigenen Bewertung revidieren. Anders gesagt: Die genetische, kognitive und historische Bürde wiegt um so schwerer, je tiefer sie verankert ist, aber sie kann in ihren jüngeren Teilen gelegentlich und in bestimmten Grenzen ignoriert werden. Das betrifft z.B. die Änderung der geltenden Interpretation experimenteller Fakten im Lichte neuer Entdeckungen oder Einsichten. Damit verfehlt auch die hier erklärte aktuelle Realität die Mindestforderung des Sprachgebrauchs, über das Monopol in allen Bewertungsfragen wissenschaftlichen oder alltäglichen Handelns zu verfügen.

Wir können nunmehr festlegen, was wir im folgenden unter realitätsfrei verstehen wollen. Dieses Prädikat bezieht sich nicht auf Inhalt und Aussagen von Theorien, sondern lediglich auf ihre metatheoretische Begründung: Eine Theorie soll realitätsfrei heißen, wenn sie ihren Erfolg und ihre Kompetenz mit der Fähigkeit begründet, die Genese der von ihr beschriebenen Regelmäßigkeiten zu emulieren, statt mit der korrekten Abbildung extern definierter Strukturen. Die Forderung nach realitätsfreier Darstellung interveniert daher nicht bei den etablierten Methoden wissenschaftlichen Arbeitens, sondern nur dort, wo Forschungsziele explizit auf die Strukturen einer unabhängigen Realität Bezug nehmen wie bei der "theory of everything", bei den Bemühungen, das Induktionsproblem im Rahmen der Realitätsvorstellung zu lösen (Chalmers 1982), sowie bei den Bemühungen, z.B. den Zeitpfeil objektiv zu operationalisieren oder mit extraterrestrischen Intelligenzen zu

kommunizieren. Im 6. Kapitel werden wir sehen, daß sogar das Verständnis für die von Gödel nachgewiesene Unmöglichkeit, Mathematik vollständig zu axiomatisieren, von der realitätsfreien Darstellung profitieren kann.

3. Sprache und Mathematik als Theorien

Dem im Realismus wurzelnden naiven Sprachbegriff ist die Vorstellung fremd, Sprache könne eine Theorie sein. Er geht vielmehr davon aus, daß Sprache ein objektives und universelles Mittel zur Beschreibung von unabhängig existierenden Dingen und Vorgängen ist, mit dem sich grundsätzlich jede herkömmliche Erfahrung vermitteln läßt. Zwar verlangen die Naturwissenschaften mitunter mathematische Darstellungsmittel, doch ändere das grundsätzlich nichts am neutralen Charakter der Sprache. Natürliche Sprache, so die gängige Vorstellung, präjudiziere so wenig wie Mathematik den Inhalt des Beschriebenen. Zwar kann man mit Hilfe mathematischer Methoden physikalische Meßdaten extrapolieren und so neue Meßdaten voraussagen, doch gilt das nicht als Erfolg der Mathematik, sondern wird als Eigenschaft der Welt gesehen, in der wir leben und die gerade so gebaut ist, daß sie sich durch induktive mathematische Methoden erschließen läßt. Eine weitere Sprache sind physikalische Apparaturen und die mit ihnen erzielten Meßresultate. Von geschriebenen Texten unterscheiden sie sich wesentlich nur dadurch, daß ihre Deutung physikalische Kompetenz verlangt, während die Deutung schriftlicher Botschaften sprachliche Kompetenz verlangt. Nun weiß man zwar aus der Physik, daß es grundsätzlich keine absolut wechselwirkungsfreie Beziehung zwischen Objekt und Meßapparatur gibt, d.h. daß sich die Natur und die Methoden ihrer Dekodierung nicht sauber voneinander trennen lassen, so daß es genaugenommen von den Meßmethoden abhängt, welche Aussagen wir über die Natur machen sollten. Die Naturwissenschaftler versuchen, diese Schwierigkeit zu vermeiden, indem sie sich auf Aussagen beschränken, die sie für so allgemein halten, daß sie nicht mehr von den experimentellen, d.h. den "sprachlichen" Methoden abhängen - oder in der Ausdrucksweise der Physiker: Aussagen über die Natur müssen invariant sein gegenüber den empirischen Methoden. Die Strukturen der Realität sind damit das, was sich aus der Abstraktion von den empirischen Methoden ergibt, so wie sich das, was man die Bedeutung einer Botschaft nennt, aus der Abstraktion von der speziellen sprachlichen Darstellung ergibt. Sprache verkörpert damit - so die naive Auffassung - eine grundsätzlich unspezifische Fähigkeit, gleich ob sie sich verbal, mathematisch oder physikalisch artikuliert, und nichts an der Spezifität unserer Lebenserfahrung beruht auf der Spezifität unserer Beschreibungsmittel. Sprache ist - im Rahmen ihrer Kompetenz - objektiv und omnipotent. Gerade darin, nämlich in der Annahme, daß sich der Inhalt von der Darstellung abstrahieren ließe, äußert sich die Naivität des ursprünglichen Sprachbegriffs. Eine ähnliche Vorstellung von der Universalität der Sprache, wenn schon nicht in Bezug auf das real Existierende, so doch auf das Intendierte, äußert Searle (1971) in seinem "Prinzip der Ausdrückbarkeit", demzufolge man alles, was man meinen, auch sagen kann.

Zunächst ist Sprache natürlich eine funktionale Theorie in dem oben genannten Sinne, denn Sprache ist zweifellos ein bewährtes und wichtiges Instrument zur Lösung technischer und sozialer Probleme.

Sprache ist aber auch eine strukturelle Theorie, indem sie auf recht präzise Weise wesentliche Teile unseres Weltbildes artikuliert. Sprache läßt z.B. erkennen, daß wir uns als individuelles Subjekt erleben, das die Welt als Objekt wahrnimmt: Die meisten Aussagen

unserer Sprache handeln von Subjekten, die grammatikalisch auftreten, als seien sie ebenfalls Individuen (in einigen Sprachen wird notfalls sogar ein "es" als unpersönliche Ersatzperson konstruiert). Die Unterscheidung von Objekt und Adjektiv zeigt an, daß wir die Welt in Einzelobjekte gliedern, denen wir Eigenschaften zuordnen, die sich grundsätzlich ändern können - bis auf eine, die per Definition unveränderlich ist und die wir Identität nennen. (Wir haben oben gesehen, daß diese und andere Erhaltungsgrößen keine ontologische Qualität haben, sondern nur als Invarianten entsprechender Operatoren gesehen werden dürfen. Die Kategorie der physischen Identität z.B. hat sich entwicklungsgeschichtlich als Bewegungsinvariante etabliert (Piaget 1967), was Üxküll (1921) auf die prägnante Formel gebracht hat: "Ein Gegenstand ist, was sich zusammen bewegt".) Präpositionen und die Formen des Prädikats zeigen, daß wir meinen, jedem Ding seinen Ort und jedem Ereignis seine Zeit zuweisen zu können, was außerhalb des alltäglichen Erfahrungsbereiches nur beschränkt möglich ist. Insbesondere läßt sich der Zeitpfeil nicht unabhängig operationalisieren, sondern nur subjektiv auf dem Wege über Gedächtnisinhalte (A liegt zeitlich vor B, wenn ich mich bei B an A erinnern kann, nicht aber umgekehrt, Diettrich 1989). Damit ist die gesamte auf Zeitfolgen gegründete Kausalordnung ein Humanspezifikum). Konjunktionen verweisen auf die kausalen und logische Strukturen, die wir der Welt unterstellen, und Personalpronomina reflektieren soziale Kategorien (d.h. die Sicht, daß es außer uns selbst auch noch andere mit Bewußtsein begabte Individuen gibt). Zu den Spezifika vieler natürlicher Sprachen gehört, daß sie fast alle Beziehungen in räumliche Bilder übersetzen, und zwar auch zeitliche, modale und kausale. Am besten läßt sich das an den Präpositionen sehen. Im Deutschen zumindest sind die ältesten ohnehin aus Lokaladverbien entstanden. Wir sagen *in* einer Stunde, *außer* Fassung, *über* alle Maßen, *unter* aller Kritik, *durch* Feuer zerstört, *unter* diesen Umständen. Hierzu gehören auch Wendungen wie *fußend auf* und *auf Grund von*. Eine plausible Erklärung wäre, daß unsere dreidimensionale Welt unvergleichlich viel reichhaltiger eingerichtet ist und damit als Quelle metaphorischer Anleihen sehr viel ergiebiger ist als die nur linear organisierten Kategorien Zeit und Kausalität. Insgesamt, so läßt sich sagen, besteht eine subtile Korrespondenz zwischen Sprache und überlieferter Erfahrung, wie sie sich in unserem klassischen Weltbild manifestiert. Genauer gesagt, die "Grunderfahrungen", die allen Menschen aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen gemeinsam sind und daher niemandem mitgeteilt werden müssen, finden sich als fixe Elemente in der Grammatik der Sprache wieder (die Erfahrung z.B., daß sich unsere Alltagswelt in einem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum abspielt, ist angeboren und braucht nicht in der Schule gelernt zu werden). Sie bilden das Koordinatensystem, mit dessen Hilfe der variable und individuelle Teil der Erfahrung begrifflich lokalisiert, d.h. beschrieben werden kann. Die natürliche Sprache verkörpert damit eine Art Urtheorie von der Welt. Sie entspricht hierin durchaus dem, was man auch sonst eine Theorie zu nennen pflegt. Auch in der Physik z.B. steckt der als gesichert geltende Teil des Wissens in der Struktur der mathematischen Formeln und in den Werten ihrer Parameter (d.h. in der "Grammatik"). Die Variablen der Theorie hängen beziehen sich auf die möglichen Aussagen.

Umgekehrt ist eine Sprache, die nicht Theorie ist, logisch überhaupt nicht explizierbar. Die Spezifität sprachlicher Aussagen über die Welt resultiert nicht daraus, daß Aussagen Erfahrungen in einer Welt von gegebener Spezifität beschreiben, sondern aus der Spezifität der Sprache selbst in ihrer Eigenschaft als Theorie von der Welt, die wie jede Theorie nur die ihr eigenen Aussagen zu generieren vermag. Die eingangs erwähnten ontologischen Implikationen der Umgangssprache, wie sie sich in unserem Weltbild widerspiegeln, sind daher keine Ergänzung einer im übrigen neutralen Sprache, von der man

gegebenenfalls auch abstrahieren könnte. Sprache ist vielmehr genuin Theorie. Daher lassen sich auch keine allgemeinen Kriterien zur Identifizierung der ontologischen Voraussetzung einer Theorie aufstellen, wie Stegmüller (1969) und mit ihm die analytische Sprachphilosophie fordert, um Theorien von unerkannten und in der Regel nicht gewollten Implikationen befreien zu können. Die eigentlich kritischen ontologischen Voraussetzungen stecken bereits in der zugrunde liegenden Sprache und deren logischer Struktur. Genauer: Das, was wir oben die Urtheorie genannt haben, ist die ontologische Voraussetzung aller klassischen bzw. anschaulichen Theorien. Die Absicht, Sprache und Theorien von ihren ontologischen Prämissen zu säubern, um damit zu einer neutralen Naturbeschreibung zu gelangen, gründet sich auf die Vorstellung, daß die Spezifität aller Beschreibung auf der Spezifität ihrer Objekte beruht, nicht aber auf der Spezifität der Darstellungsmittel, d.h. sie gründet sich auf die Vorstellung des Realismus. Realismus und die Idee ontologiefreier Theorien bzw. Sprachen sind äquivalent.

Auch Mathematik ist eine Sprache, mit der wir bestimmte Eigenheiten unserer Wahrnehmungen beschreiben. In dieser Eigenschaft kann Mathematik so wenig neutral sein wie Sprache. Genau wie Sprache kann auch Mathematik nur eine Theorie sein, die ihre Spezifität aus den kognitiven Operatoren bezieht, durch die die mathematischen Termini operationalisiert werden. Sie kann daher nur bestimmte Aussagen generieren, keineswegs aber alle. Da die konstituierenden Operatoren angeboren und für alle Menschen gleich sind, erscheint uns die Universalität ihrer Invarianten evident. Mehr noch als bei den Anschauungsformen der sinnlichen Wahrnehmung fällt es uns daher schwer, die elementaren Formen mathematischen und begrifflichen Denkens als reine Humanspezifika zu akzeptieren. Es ist vielmehr eine intuitive Vorstellung, daß es so etwas wie eine begriffliche oder Platonische Realität gibt.

Gehen wir von der Annahme aus, daß die Operatoren, die die Strukturen der sinnlichen Wahrnehmung bzw. der Mathematik generieren, aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen verwandt sind, müßten die wahrgenommenen bzw. mathematischen Strukturen selbst gewisse Ähnlichkeiten aufweisen. Das würde erklären, wieso Mathematik sich so gut eignet, wahrgenommene Regelmäßigkeiten zu beschreiben, oder wieso die Welt, wie Davies fragt (1990a), algorithmisch komprimierbar ist, d.h. wieso sie sich bei aller offensichtlichen Komplexität mit relativ sparsamen mathematischen Mitteln so gut beschreiben läßt (Solomonoff 1964) oder, anders gefragt, wieso Induktion funktioniert: Die physische Welt als Welt unserer Wahrnehmungen ist auf Grund ihrer Genese gewissermaßen selbst algorithmisch strukturiert - oder umgekehrt: Gleich den allgemeinen Sprachen ist auch Mathematik eine Theorie bestimmter elementarer Eigenheiten der von uns wahrgenommenen Welt. Wahrgenommene und mathematische Strukturen sind entwicklungsgeschichtliche Homologa. Damit ist die Formulierung empirischer Theorien mit den uns geläufigen mathematischen Mitteln eine wesentliche Voraussetzung für deren Fähigkeit, die Genese von Wahrnehmungsstrukturen zu emulieren und damit für ihren Wahrheitsgehalt. Die klassisch nicht erklärbare algorithmischen Komprimierbarkeit der Welt artikulieren wir als Induktionsproblem.

Welches sind aber die Spezifika der Mathematik, die diese mit der Welt unserer Wahrnehmungen gemeinsam hat, so daß sich beide so erfolgreich aufeinander abbilden lassen, wodurch sie sich gegenseitig als Theorien betrachten können? Das ist schwer zu sagen, denn dafür müßte man von diesen Spezifika abstrahieren können, was nur möglich ist, wenn sie nicht selbst bereits zu den elementarsten Formen unseres Denkens gehören. Das Folgende mag ein Hinweis sein: Zu den Anfängen unserer angeborenen Anschauung gehört, daß wir denselben Schnitt, mit dem wir uns als Subjekt von der Welt trennen, dazu nutzen,

die Umwelt auch in sich in einzelne Objekte zu zerlegen, denen wir jeweils eine unabhängige Identität zuordnen. Denknotwendig ist dies nicht. Die Quantenmechanik zeigt, daß im Prinzip das ganze (physische) Weltall als unteilbare Einheit gesehen werden kann, die durch eine einzige Wellenfunktion beschrieben wird. Jede Unterteilung des Weltalls in Untersysteme hängt von den verwendeten Kategorien der Anschauung ab und ist daher willkürlich, denn auch phylogenetisch erworbene Kategorien sind nicht vorbestimmt. Der uns eigene Identitätsbegriff erlaubt es, Systeme in voneinander unterscheidbare Einheiten zu unterteilen. Er ist damit konstitutiv sowohl für den Begriff des Plurals (und damit für den Begriff der Menge) als auch für die Kategorie der Kardinalzahl. Ein zweiter Hinweis, der in Kapitel 6 erläutert wird, bezieht sich auf den Zusammenhang zwischen räumlicher und algebraischer Metrik.

4. Kommunikation und Bedeutung

Wenn alle von uns wahrgenommenen Strukturen nur humanspezifische Artefakte sind, indem sie überhaupt nur als Invarianten kognitiver Operatoren definiert sind, muß dies auch für sprachliche Strukturen gelten, und es stellt sich die Frage, was unter Kommunikation zu verstehen ist.

Nach gängiger Vorstellung heißt Kommunikation, daß irgendwelche vorgegebenen Strukturen, z.B. Texte, vom Absender zum Empfänger transferiert werden und dort eine textspezifische Reaktion auslösen, genauer, daß sie den Empfänger befähigen, Schlußfolgerungen zu ziehen, sofern er die Bedeutung des Textes erkannt hat. Bedeutung wäre dann etwas, das in der Struktur des Textes codiert ist. Für den Empfänger ist daher der Text eine extern vorgegebene Struktur, die er analysieren muß, um ihre Bedeutung zu erkennen. Ähnlich denkt Hofstadter (1985), wenn er die Entzifferung kontextfreier Botschaften grundsätzlich für möglich hält. Für ihn ist "Bedeutung Teil eines Objektes insofern als sie auf Intelligenz auf vorhersehbare Weise einwirkt" (S. 178). Das ließe darauf hinaus, der Bedeutung den Rang einer objektiven Eigenschaft im Sinne des Realismus einzuräumen. Abgesehen davon ist unter konstruktivistischem Aspekt gar nicht erklärt, was unter der Analyse einer Struktur zu verstehen ist, durch die sich die der Struktur innewohnende Bedeutung ermitteln ließe. Strukturen können nur generiert, nicht aber analysiert werden. Was wir für gewöhnlich unter der Analyse einer Struktur verstehen, ist der Verweis auf andere Strukturen, die von dem gleichen Operator generiert wurden und die wir genau deswegen als "ähnlich" empfinden.

... Unter diesen Umständen kann einen Text oder eine Struktur wahrnehmen bzw. zur Kenntnis nehmen nur heißen, sie mit den eigenen generativen Mitteln des Empfängers zu reproduzieren. Sind die eigenen Mittel ungeeignet, einen übermittelten Text zu reproduzieren, müssen sie entsprechend modifiziert werden. Dieser Vorgang heißt Lernen, und der Text, der dies ausgelöst hat, wird eine Information genannt, d.h. etwas, was der Empfänger ursprünglich nicht wußte - genauer, was der Empfänger nicht mit eigenen Mitteln generieren konnte. Darüber hinaus soll ein Text als im Sinne des Absenders verstanden gelten, wenn der Empfänger daraus auch noch die gleichen (oder ähnliche) Schlüsse ziehen (oder die gleichen Texte ableiten) kann wie der Absender. Was kann aber Schließen, speziell induktives Schließen im konstruktivistischen Kontext bedeuten? Zunächst repräsentieren alle Dinge, die sich durch Extrapolation oder induktives Schließen auseinander herleiten lassen, gerade dadurch bestimmte Beziehungen. Beziehungen lassen sich aber im Konstruktivismus allein über gemeinsame Genesemechanismen definieren. Nur dadurch, daß sie aus dem gleichen Genesemechanismus stammen bzw. von der gleichen Theorie generiert werden, läßt

sich von zwei Dingen sagen, sie ließen sich auseinander herleiten oder stünden in sonst einer Beziehung zueinander.

Damit können wir nunmehr sagen: Ein Text wird vom Empfänger im Sinne des Absenders verstanden, wenn er nicht nur überhaupt reproduziert werden kann, sondern auch noch durch gleiche (oder ähnliche) Genesemechanismen, denn nur dadurch stehen dem Empfänger wie dem Absender außer dem übermittelten Text auch noch alle anderen Texte zur Verfügung, die sich mit dem fraglichen Genesemechanismus bzw. der fraglichen Theorie erzeugen lassen. Damit kann der Empfänger grundsätzlich die gleichen (oder ähnliche) Schlußfolgerungen ziehen wie der Absender. Streng genommen setzt dies nicht voraus, daß die generierenden Mechanismen tatsächlich gleich sind, solange sie nur das gleiche generieren. Da sie das jedoch in etwa bei allen Menschen tun, kann vermutet werden, daß dies auf ihrem gemeinsamen entwicklungsgeschichtlichen Ursprung beruht. Sie wären dann nicht nur funktionale sondern auch strukturelle Homologa.

Im Gegensatz zur CEE bezieht sich die klassische Vorstellung über Kommunikation jedoch nicht auf die übereinstimmenden Mechanismen der Textgenese, sondern auf die korrekte Extrapolation von Textstrukturen, wie sie sich aus dem ergibt, was wir die Bedeutung des Textes nennen. Bedeutung ist damit das sprachliche Analogon zum Realitätsbegriff bei der Analyse von Beobachtungsdaten. So wie wir von Beobachtungsdaten erwarten, daß sie uns Auskunft geben über die realen Qualitäten des Beobachtungsobjekts, erwarten wir von den Textelementen Aufschluß über die dem Text innewohnende Bedeutung. Die Vorstellung, daß Bedeutung etwas ist, das im Text selber gespeichert ist (und nicht in den Mechanismen der Textgenese), so daß wir die betreffende Bedeutung allein durch Textanalyse identifizieren können, entspricht der Vorstellung des Realismus, daß die Gegenstände ausschließlich selbst darüber entscheiden, was sie "sind", und daß wir dies mit den Methoden der empirischen Wissenschaften herausfinden können. Die Kategorie der Bedeutung läßt sich daher sowenig operationalisieren wie die der Realität. Die Bedeutung von Bedeutung liegt eher in ihrer Funktion, bestimmte Schlußweisen zu immunisieren, so wie die Bedeutung der Realität darin liegt, die Interpretation von Sinnesreizen in Form von Wahrnehmungen zu immunisieren.

Die Frage nach der Extrapolierbarkeit von Beobachtungsdaten bzw. nach dem Erfolg von Induktionsverfahren, die wir auch als Frage nach der algorithmischen Komprimierbarkeit der Welt stellen konnten, läßt sich ins Sprachliche übertragen. Wir können von der sprachlichen Komprimierbarkeit sprechen und von der Frage, wieso wir Texte semantisch extrapolieren, d.h. richtige Schlußfolgerungen ziehen können. Das Induktionsproblem (wie können wir physikalische Beobachtungsdaten sinnvoll verallgemeinern?) entspricht dann dem Kommunikationsproblem (wie können wir sprachlich übermittelte Textdaten sinnvoll verallgemeinern?). Die CEE, wie gesehen, löst das Problem durch die Annahme, daß Strukturgenese und Strukturanalyse auf die gleiche mentale Wurzel zurückgreifen.

Wir sehen hier die Parallele zwischen sinnlicher und sprachlicher Wahrnehmung. Beide resultieren aus dem Wirken bestimmter mentaler Operatoren auf die Sinnes- bzw. Sprachreize, wie man sagen könnte. In beiden Fällen präsentieren sich die Invarianten der betreffenden Operatoren als Strukturen. Im sensorischen Fall empfinden wir diese Struktur als Regelmäßigkeit, die es uns erlaubt, Wahrnehmung zu komplettieren oder, wie wir meist sagen, beobachtete Daten zu extrapolieren. Im sprachlichen Fall empfinden wir die erzeugte Struktur als Bedeutung, die es uns erlaubt, aus dem vorliegenden Text die "richtigen" Schlußfolgerungen zu ziehen oder, wie man sagen könnte, den Text semantisch zu extrapolieren. Regelmäßigkeit und Bedeutung bzw. Extrapolieren und logisches Schließen sind analoge Kategorien aus dem sensorischen bzw. sprachlichen Bereich.

Es gilt übrigens auch für die Übertragung einfacher Muster oder Bilder, daß die Ordnung und die Regelmäßigkeiten, die der Absender darin sieht und die er dem Empfänger zur Kenntnis bringen möchte, von diesem nur dann wahrgenommen werden können, wenn er sie mit solchen zur Deckung bringen kann (Pattern-matching), die er selber generieren kann, d.h. wenn sie Invarianten seiner eigenen Operatoren sind. Mit Lebewesen, die grundsätzlich anders konzipiert sind und über andere Genesemechanismen verfügen, z.B. Wesen von anderen Sternen, kann grundsätzlich nicht kommuniziert werden. Die Mittel, die die Raumfahrt in einschlägige Versuche investiert hat, sind schlicht zum irdischen Fenster hinausgeworfen. Hier wird bisweilen eingewendet, daß extraterrestrische Intelligenzen, die ja mit der im Prinzip gleichen universellen Physik konfrontiert sind, aus eben diesem Grunde ähnliche kognitive Mechanismen und Wahrnehmungen entwickelt haben müßten, so daß eine wenigstens rudimentäre Kommunikation möglich wäre. Das unterstellt, daß ein Habitat die Methoden seiner Meisterung determiniert oder ein Problem die Methoden seiner Lösung oder eine Erfahrung die Methoden ihrer Deutung. Das trifft, wie oben erläutert, nicht zu. Katzen und Bussarde haben das gleiche Problem, nämlich Mäuse zu fangen, durch völlig unterschiedliche und inkompatible Methoden gelöst. Eine Katze kann daher von den Techniken des Bussards genau so wenig profitieren wie wir (vermutlich) von den Wahrnehmungen oder Erkenntnissen extraterrestrischer Wesen. Im ersten Fall fehlt es an den physischen, im zweiten an den kognitiven Voraussetzungen.

Allgemein läßt sich sagen: Alle Beziehungen, die wir konstatieren oder Regelmäßigkeiten, die wir wahrnehmen können, und die wir als Gesetze aufzeichnen, verdanken ihre Existenz einem gemeinsamen Genesemechanismus für die Dinge, zwischen denen die fragliche Beziehung besteht, genauso, wie die mathematische Darstellung einer Kurve nicht nur definiert, was Kurvenpunkte sind, sondern auch noch deren relative Position:

-Die möglichen Beziehungen zwischen Wörtern, die ihre Existenz einem Mechanismus verdanken, der vermutlich viel mit Chomskys generativer Grammatik zu tun hat, kleiden wir in grammatikalische Regeln;

-die möglichen Beziehungen zwischen verbalen Aussagen, die sich hieraus ergeben, artikulieren wir als logische Gesetze;

-die möglichen Beziehungen zwischen Wahrnehmungen, wie sie sich aus der mentalen Interpretation von Sinnesreizen ergeben, schieben wir einer unabhängigen Welt in die Schuhe und artikulieren sie im Rahmen von Theorien als sogenannte Naturgesetze und

-die möglichen Beziehungen zwischen mathematischen Objekten kleiden wir in mathematische Gesetze, die wir für universell gültig halten.

In all diesen Fällen gilt, daß die Genesemechanismen zwar in der Regel wohldefinierte Resultate hervorbringen, daß aber nicht umgekehrt von den Resultaten auf die Art ihrer Genese geschlossen werden kann. Aus einer isolierten Aussage läßt sich z.B. nicht schließen, von welcher Theorie sie generiert wurde. Damit wissen wir auch nicht, mit welchen anderen Aussagen sie möglicherweise in Verbindung steht, d.h. wir können aus einzelnen Aussagen keine Schlüsse ziehen. Wenn wir dies häufig dennoch tun, dann nur auf der Grundlage von (stillschweigenden) Hypothesen über die generierende Theorie. Ebenso läßt sich über Beobachtungen nichts weiteres sagen, solange wir nicht auf eine erklärende

Theorie zurückgreifen können. Wenn wir bislang nur weiße Schwäne gesehen haben, ließe sich daraus nichts schließen (insbesondere nichts über die Existenz von schwarzen Schwänen), solange wir keine plausible Erklärung dafür zur Hand haben. Analoges gilt auch für Sprache. Die mentalen sprachlichen Genesemechanismen definieren die zwischen Wörtern möglichen Beziehungen, d.h. die Grammatik sowie die implizierten, eingangs erwähnten Aussagen über unser Weltbild. Umgekehrt jedoch erlauben die bis heute artikulierten grammatikalischen Regeln nicht, die zugrunde liegenden Operatoren zu rekonstruieren, weswegen sich Grammatik nicht extrapolieren läßt, d.h. man kann nicht von erkannten Regeln auf bislang unerkannte schließen - genauso wenig wie man von einem Naturgesetz auf ein anderes schließen kann. Neue Regeln lassen sich nur empirisch erschließen, d.h. durch Sichtung des vorliegenden sprachlichen Materials. Volle sprachliche Kompetenz resultiert allein aus dem Besitz der mentalen sprachlichen Genesemechanismen, die wir zwar ständig in Anspruch nehmen, aber ohne sie zu kennen. Darum ist es auch bislang unmöglich, Computer mit allgemeiner sprachlicher Kompetenz auszustatten. Sprache ist eine spezielle Theorie, die keiner der uns bekannten Rechner emulieren kann.

Das Verhältnis von Kommunikation, Bedeutung und Lernen läßt sich besonders gut am Beispiel der genetischen Kommunikation erläutern.

5. Genetisches, individuelles und soziales Lernen

Die klassische Vorstellung geht dahin, daß der Genotyp eines Organismus (d.h. die im Genom enthaltene DNA) den Phänotyp determiniert. Das Genom, so heißt es, enthält alle Informationen zum Bau des Organismus. Tatsächlich jedoch vermag das Genom für sich alleine überhaupt nichts (Katz 1982). Es bedarf vielmehr einer Instanz, die die Struktur des Genoms interpretiert und exprimiert, d.h. in phänotypische Strukturen übersetzt. Diese Instanz heißt epigenetisches System (Waddington 1957, Riedl 1975). Es ist im reproduzierenden Elternorganismus als Ganzem enthalten. Das Resultat hängt von der Struktur des Genoms genauso ab wie von der des epigenetischen Systems. Unterschiedliche Arten unterscheiden sich nicht nur im Genom, sondern in aller Regel auch im epigenetischen System, d.h. sie sprechen eine unterschiedliche epigenetische Sprache. Entsprechend ist die genetische Information verschiedener Arten in unterschiedlicher Sprache geschrieben, die nur vom eigenen epigenetischen System verstanden wird. Darum sind fremde Arten nicht kreuzungsfähig.

Das reduzierte Monopol des Genoms als Träger genetischer Information reduziert auch seine Rolle im Rahmen der Ontogenese. Das Genom ist nur noch eine von mehreren Instanzen, die an der Reproduktion des adulten Organismus beteiligt sind. Auch Mutationen sind grundsätzlich auf jeder dieser Ebenen möglich (wenn sie sich auch technisch bislang nur auf der Ebene des Genoms einwandfrei beobachten bzw. realisieren lassen). Ob das Resultat lethal ist oder zu einem modifizierten und lebensfähigen Phänotyp führt, hängt von den Bedingungen des Einzelfalls ab.

Die eigentliche, herausragende Bedeutung des Genoms liegt in seiner Rolle als Kommunikationsmedium bei der geschlechtlichen Vermehrung. Die Kombination genomischer Elemente im Rahmen der sexuellen Reproduktion bedeutet einen Informationsaustausch, dessen Resultat bei der Ontogenese des Tochterorganismus verwendet wird. Der Vorteil gegenüber Veränderungen durch genetische Mutation liegt darin, daß hier genomische Elemente kombiniert werden, die sich bereits bei den Eltern bewährt haben und somit zu einem seinerseits reproduktionsfähigen Organismus führen, wogegen autogene Mutationen Neuerungen sind, die sich erst noch zu bewähren haben und

auch zu lethalen Entwicklungen führen können. Ganz analog verhält es sich bei den eigentlichen uns zur Verfügung stehenden Theorien, wenn wir sie durch eigene Einfälle verändern, oder bei neuen Beobachtungen, die wir für die Erweiterung unseres Wissens auswählen oder auf neue Weise interpretieren. Ob solche Ansätze sinnvoll sind, haben wir zunächst selbst eingehend anhand einschlägiger Selektionsprozesse (d.h. im wesentlichen an Hand unseres Wissens) zu prüfen, die darüber entscheiden, ob die anvisierten Änderungen akzeptiert werden können (d.h. ob sie nicht lethal sind), bevor wir das Resultat in Form eigener Erfahrungen anderen Menschen mitteilen. Übernehmen wir hingegen Erfahrungen von anderen Personen, so dürfen wir deren Eignung unterstellen und sie auch in größerem Umfang ohne weiteres zum Ausbau unseres Wissens nutzen. Der Vorteil liegt auf der Hand. Erfahrungen müssen nicht mehr von jedem einzelnen gemacht werden. Es genügt, wenn sie einer macht und sie anschließend durch Kommunikation sozialisiert. Diesen Prozeß wollen wir *soziales Lernen* nennen, im Gegensatz zum *individuellen Lernen*, das aus individuellen Erfahrungen resultiert ("lernen" und "lernen lassen"). So gesehen entspricht eine nicht-lethale genetische Mutation dem direkten Lernen. Sexuelle Rekombination hingegen wäre als Prozeß des sozialen genetischen Lernens aufzufassen.

Eine wichtige Konsequenz dieser Betrachtungsweise ist, daß sich kein wesentlicher Unterschied zwischen der organischen und der kulturellen Evolution begründen läßt, der an den Namen Darwin und Lamarck festgemacht werden könnte (Diettrich 1992). Alles Lernen umfaßt dieselbe Art von Selektionsmechanismen. Die biologische Art lernt durch physische Selektion, ob eine genetische Variante zu einem überlebensfähigen Phänotyp führt und damit in den Genpool der Art aufgenommen werden kann. Auch eine neue wissenschaftliche Theorie wird durch die üblichen akademischen Verfahren selektiert, bevor sie in die Archive des menschlichen Wissens aufgenommen wird.

Wir hatten im kognitiven Bereich gesagt, daß Informationen, die sich nicht auf der Basis des eigenen Wissens antizipieren lassen, d.h. nicht mit Hilfe der vorhandenen eigenen Genesemechanismen reproduziert werden können (Neuheiten), nur durch eine entsprechende Modifikation der Genesemechanismen erfaßt werden können. Auch dazu gibt es ein organisches Analogon: Es gibt genetische Mutationen, die vom epigenetischen System - ohne daß dieses sich selbst verändern müßte - zu einer phänotypischen Variante exprimiert werden. Solche Mutationen sind reversibel, d.h. ihr Effekt kann durch Hin- bzw. Rückmutation an- bzw. abgeschaltet werden. Anders verhält es sich bei Mutationen, die nicht nur den Phänotyp, sondern auch das epigenetische System verändern. Solche Mutationen sind in ihrer Wirkung irreversibel, weil das veränderte epigenetische System das gegebenenfalls rückmutierte Genom anders exprimiert, als dies das ursprüngliche epigenetische System getan hätte. Im kognitiven Bereich entspricht dies einem veränderten Wissensstand. Die gleiche Information kann im Lichte unterschiedlichen Wissens unterschiedlich interpretiert werden und damit eine völlig andere Wirkung hervorbringen. Wissen ist gewissermaßen das epigenetische System zur Exprimierung von Informationen. An anderer Stelle (Diettrich 1989, S. 165) ist gezeigt worden, daß Veränderungen des epigenetischen Systems zu nicht-identischer Reproduktion führen kann, von der im Prinzip auch das epigenetische System der Tochtergeneration betroffen sein kann, was wiederum zu einer anderen Interpretation des Genoms führt usw. Auf diese Weise können sich eigendynamische Evolutionslinien ausbilden, die nicht mehr auf sukzessive genetische Mutationen als Ursache angewiesen sind. Dies wurde unter dem Begriff "Nicht-lineare Genetik" zusammengefaßt. Ein kulturelles Analogon ist der schon von Kuhn festgehaltene Umstand, daß die Geschichte empirischer Wissenschaften über weite Strecken eher eine Geschichte der sich fortentwickelnden Theorien ist, die keineswegs immer auf experimentelle Stimuli angewiesen ist, sondern das

vorhandene experimentelle Material nur neu interpretiert.

Insgesamt läßt sich sagen: Da die phänotypische Variationsbreite auf der Grundlage rein genomischer Mutationen relativ beschränkt ist, ist der biologische "Fortschritt", wie er sich in Typogenese und Artenbildung artikuliert, an die Veränderungen auch der exprimierenden Instanzen, d.h. des epigenetischen Systems gebunden. Da selbst nahe verwandte Arten nicht mehr kreuzungsfähig sind, ist zu vermuten, daß bei der Typogenese epigenetische Veränderungen sogar dominieren. Analog manifestiert sich die Entwicklung des Wissens weniger in einem Mehr an Information als in besseren Interpretationsmöglichkeiten, d.h. in verbesserten Theorien. Fortschritt liegt nicht so sehr in einer verbesserten Informationsgewinnung. Vielmehr dominieren die Verbesserungen der Informationsverarbeitung, d.h. der verwendeten Theorien.

Eine weitere Äquivalenz gibt es zwischen (a) der Position des Realismus, (b) der Vorstellung des Genoms als Bauplanträger und (c) der Vorstellung einer universellen Logik als Lehre vom richtigen bzw. vernünftigen Argumentieren. Argumentieren soll vernünftig heißen, wenn es die beteiligten Subjekte zu jeweils (annähernd) gleichen Schlußfolgerungen befähigt. Eine solches, gewissermaßen soziales Kriterium erscheint sinnvoll, weil Argumentieren selbst eine wesentlich soziale Funktion ist zur Integration von Vorstellungen, Ideen und Theorien. Notwendig und hinreichend für vernünftiges Argumentieren ist, daß die betroffenen Aussagen durch die (annähernd) gleichen Mechanismen interpretiert werden, durch die sie artikuliert wurden. Welche das sind, ist unerheblich, solange sie nur (annähernd) gleich sind. ("Annähernd" soll andeuten, daß sich die Mechanismen im Laufe der Diskussion in dem oben erläuterten Sinne wandeln können, d.h., daß Lernprozesse möglich sind. Andernfalls wäre jede Diskussion determiniert und folgenlos.) Von dieser Gleichheit abgesehen, ist Kommunikationsfähigkeit weder auf eine spezielle Struktur der generierenden Mechanismen noch auf eine spezielle Struktur der resultierenden Sprache angewiesen. Daß wir uns ohne wesentliche Übertragungsverluste in verschiedenen Sprachen verständlich machen können, ist bekannt. Grundsätzlich muß das auch für die Sprache gelten, in der wir Sprache sprechen, d.h. für die mentalen Mechanismen, die logische Kategorien und Syntax generieren. (Daß wir von diesem zusätzlichen Freiheitsgrad niemals etwas erfahren haben, liegt an der stammesgeschichtlich bedingten Gemeinsamkeit dieser Mechanismen für alle Menschen.) Damit ist die von uns praktizierte Logik universell auf der Menge aller Menschen. Daraus zu schließen, sie sei universell auf der Menge aller denkbaren Intelligenzen überhaupt, ist genauso unzulässig wie der Schluß von der offensichtlichen Einheitlichkeit menschlicher Sinneswahrnehmung auf die Existenz einer verursachenden Realität eigener Spezifität, in der sich auch die kognitiven Strategien extraterrestrischer Intelligenzen widerspiegeln müßten. Analog ist eine genetische Information universell ebenfalls nur auf der Menge der Organismen, deren epigenetisches System sie auf vergleichbare Weise exprimiert. Diese Einschränkung wird ignoriert, wenn man vom Genom als dem Träger aller phänotypisch relevanten Information spricht.

6. Nicht-klassische kognitive Erweiterungen in Physik, Mathematik und Sprache

Eine vorgegebene Struktur zur Kenntnis nehmen, so hatten wir gesehen, besteht darin, die Parameter der generierenden mentalen Mechanismen so zu modifizieren, daß sie das vorliegende Muster selber rekonstruieren können. Was sie dabei sonst noch zu generieren vermögen, verstehen wir als Produkt einer Extrapolation auf der Grundlage "erkannter Regelmäßigkeiten". Von dieser Art etwa werden die Verfahren sein, mit denen wir Namen, Zahlen, einfache Muster, Regelmäßigkeiten usw. zur Kenntnis nehmen und wiederzugeben

vermögen. Die Menge der auf diese Weise darstellbaren Inhalte ist sicher beschränkt. Das Kommunikationsspektrum läßt sich jedoch sowohl quantitativ als auch qualitativ erweitern, wenn mehrere bestehende Mechanismen zu einem resultierenden Operator zusammengefaßt werden. Wir wollen von einer quantitativen Erweiterung sprechen, wenn dieser mit jedem seiner konstituierenden Elemente vertauschbar ist, so daß das, was der resultierende Operator generiert, in den Termini der Elemente darstellbar ist, oder, um eine mathematische Metapher zu benutzen, wenn die "Aussagen" des Operators auf der Basis seiner Elemente "axiomatisierbar" sind. Die wissenschaftlichen Methoden logischen Schließens z.B. sind eine in diesem Sinne quantitative Erweiterung bestimmter Verfahren der alltäglichen Lebensorganisation. Eine qualitative Erweiterung soll vorliegen, wenn das Resultat irreduzibel ist, sich nicht mit den vorliegenden Mitteln darstellen läßt. Normalerweise würde man die Zusammenarbeit mathematischer und empirischer Methoden ebenfalls als quantitative Kompetenzerweiterung ansehen, weil ein (geeignetes) mathematisches Modell nichts voraussagt, was im Rahmen der bestehenden Vorstellungen unverständlich wäre. So wie Maschinen die physischen Grenzen unseres Körpers zu überwinden helfen, hilft uns Mathematik in all den Fällen, die wir ob ihrer Komplexität nicht mehr unmittelbar überschauen können. In beiden Fällen sollte nichts erwartet werden, was den zugrunde liegenden Vorstellungen zuwiderliefe. Nun ist aber das, was ein mathematisches Modell ausmacht, nicht nur dessen Struktur, sondern auch die Zuordnung seiner Parametern zu den empirischen Observablen - und hier gibt es (vor allem durch die einschränkende Festlegung von Definitionsbereichen) gewisse Willkürlichkeiten. So wird in der Physik die Erweiterung bestimmter Variablen zu negativen oder vielleicht auch komplexen Werten hin bewußt ausgeklammert, weil dies physikalisch nicht sinnvoll sei oder unphysikalisch, wie es heißt. Genau dies aber ist es mitunter doch. So hat Dirac in einem für damalige Verhältnisse mutigen Schritt die durch den mathematischen Teil einer bestimmten physikalischen Theorie nahegelegte Erweiterung der Energie von Elektronen zu negativen Werten hin zugelassen und wurde auf diese Weise zur Entdeckung des Positrons geführt.

Wir hatten bereits erwähnt, daß der experimentelle Ausbau von Sinnesorganen ebenfalls zu qualitativen Erweiterungen führen kann, nämlich, wenn die dabei verwendeten experimentellen Operatoren nicht mit den angeborenen, kognitiven vertauschbar sind. Dies nötigt uns zur Bildung nicht-klassischer Theorien wie der Quantenmechanik mit ihrer von Heisenberg formulierten Unschärferrelation. Es bleibt jedoch eine offene Frage, wann eine experimentelle Apparatur aufhört, mit den Operatoren unserer sinnlichen Wahrnehmung vertauschbar zu sein. Der Aufbau auch quantenmechanischer Meßapparaturen ist ja zunächst rein klassisch. Mechanische, elektrische und optische Teile werden auf durchaus klassische Weise mit einander kombiniert und führen dennoch zu Resultaten, die klassisch nicht mehr gedeutet werden können. Der Verweis auf die subatomare Dimension und die dort herrschende andere Gesetzlichkeit bezieht sich auf Theorien, die auf der Verwendung von Apparaturen beruhen, die diese Grenze bereits überschritten haben. In Bezug auf die Grenzüberschreitung selbst sind diese Theorien jedoch rein deskriptiv, d.h. sie können nicht sagen, warum nicht-klassische Theorien sind wie sie sind. Sie können daher auch keine Hinweise darauf liefern, welche künftigen experimentellen Innovationen zu vergleichbaren Grenzüberschreitungen führen könnten.

Zu diesem Problem gibt es ein interessantes mathematisches Analogon. Ähnlich wie die Operatoren der sinnlichen Wahrnehmung, die sich experimentell erweitern lassen, können wir auch die kognitiven Operatoren, die unsere elementaren mathematischen Vorstellungen konstituieren, durch höhere und komplexere mathematische Kalküle ausbauen. Das ist das, was Mathematik als Wissenschaft tut. Sofern sich die dabei verwendete höhere

Mathematik auf geeignete Axiome gründet (d.h., wie es in der CEE zu lauten hat, auf Axiome, die die kognitiven Operatoren korrekt emulieren), besteht aus klassischer Sicht kein Grund zu der Annahme, dies könne zu "nicht-klassischen" Aussagen führen, d.h. zu Aussagen, die sich nicht mehr in der durch die einschlägigen Axiome vorgegebenen Syntax formulieren lassen. Darauf gründete sich das Vertrauen in Hilberts Programm der vollständigen Axiomatisierung der Mathematik - oder in der hier gewählten Ausdrucksweise: das Vertrauen in die Vorstellung, daß sich Mathematik aus sich selbst heraus nur quantitativ zu erweitern vermag. Wir wissen jedoch seit Gödel (siehe die Zusammenfassung von Ernest Nagel, 1958), daß es mathematische Verfahren gibt, die, obwohl sie sich eindeutig allein aus den bewährten, klassischen Methoden aufbauen, zu Aussagen führen, deren Wahrheitsgehalt sich nicht mehr aus den zuständigen Axiomen herleiten läßt. Die uns vertraute Mathematik, so zeigt sich hier, ist genau so unvollständig wie die klassische Physik. In beiden Fällen können wir durch nichts als die Anwendung bewährter Methoden zu Ergebnissen gelangen, die sich nicht mehr auf die Grundlagen eben dieser Methoden zurückführen lassen, und - so ist zu schließen - wir werden auch in Zukunft nicht vor vergleichbaren Überraschungen sicher sein. Was die physikalische von der mathematischen Situation unterscheidet, ist allein, daß wir in Gestalt der Quantenmechanik und Relativitätstheorie bereits über zwei nicht-klassische Theorien verfügen und daß wir präzise angeben können, wann wir sie anzuwenden haben - nämlich (vereinfacht gesagt) in subatomaren Bereichen und bei sehr hohen Geschwindigkeiten. In der Mathematik hingegen wissen wir durch Gödel nur, daß es nicht-klassische Phänomene geben muß; aber wir kennen sie nicht, und insbesondere können wir nicht sagen, durch welche Operationen wir gegebenenfalls den klassischen Bereich verlassen werden. Sind es die Begriffe der Zahl, der Menge oder des Unendlichen, die wir nicht immer und in jeder Kombination anwenden dürfen? Gibt es Fälle, in denen wir den Unterschied zwischen Ordinal- und Kardinalzahl genauer beachten müssen? Und müssen wir nicht auch beim formalen Ausbau der Logik befürchten, auf analoge Phänomene zu stoßen, und wie verhält es sich beim Einsatz immer leistungsfähigerer Rechner? Wir wissen es nicht - wenigstens noch nicht.

Anders als die Physiker, die für ihre vergleichbaren Erfahrungen immerhin die Erklärung anboten, sie seien empirisch in Gebiete geraten, in denen die vertrauten Anschauungen eben nicht mehr gelten, haben Mathematiker nie ernsthaft die Vorstellung entwickelt, Mathematik sei empirisch in dem Sinne, daß mathematische Forschung zu wirklichen Entdeckungen führen könnte, die sich nicht wenigstens im Nachhinein als irgendwie vorhersehbar erweisen würden. Wenn Mathematik überhaupt ihre Spezifität habe, wie sie sich aus Platos Realität ergebe, so sei dies etwas, was sich bereits in ihren Grundlegungen artikulieren müsse und alle möglichen Folgerungen determiniere. Anders gesagt: Wenn es so etwas wie eine Platonische Realität gäbe, müßte sich das darin äußern, daß wir eine konsistente Mathematik nur auf bestimmte Axiome gründen können (gewissermaßen das Analogon zu den Naturgesetzen der Physik). Einmal gefunden jedoch, so war Hilberts Überzeugung, würden sie den "Phänotyp" aller künftigen Mathematik ein für allemal festlegen. Mathematik wäre dann nur noch eine Art Handwerk, das den dadurch abgesteckten Rahmen auszufüllen hätte, ähnlich der Physik, die nach ihrem vorherrschenden Selbstverständnis auch nur noch nach den Anwendungen der "theory of everything" schauen könnte, wenn diese erst einmal gefunden wäre.

Wir hatten bereits angedeutet, daß der Erfolg der mathematischen Extrapolation von Beobachtungsdaten als Prognoseinstrument auf der entwicklungsgeschichtlich bedingten Verwandtschaft der mentalen Genese von visuellen und mathematischen Mustern beruhen muß. In einem speziellen Fall läßt sich diese Verwandtschaft durch ein Modell erläutern

(Diettrich 1991b), das auf der einen Seite die räumliche Metrik auf die Kategorie der Bewegung zurückführt (dies gründet sich auf eine empirisch begründbare Vorstellung Piagets (1967, p. 152), derzufolge Bewegung als primäre Kategorie unserer Anschauung konstitutiv ist für die mentale Kategorie der räumlichen Metrik - im Gegensatz zur klassischen Physik, die Raum und Zeit als elementar nimmt und Bewegung als eine daraus abgeleitete Sekundärkategorie) und auf der anderen Seite die algebraische Metrik, wie sie sich in der Transitivität der Addition äußert, auf den Zählvorgang. Zählen und Bewegung, so läßt sich zeigen, sind analoge Begriffe bei der mentalen Genese homologer algebraischer bzw. geometrischer Strukturen. Dieser Zusammenhang mag die Hoffnung der CEE begründen, daß ein möglicherweise erfolgreiches Studium nicht-klassischer mathematischer Phänomene gleichzeitig den Schlüssel liefern kann für ein tieferes Verständnis nicht-klassischer physikalischer Phänomene - und umgekehrt. Mathematik wäre dann geeignet, uns nicht nur bei der erfolgreichen Extrapolation physikalischer Daten zu helfen sondern auch bei der Konzipierung neuartiger physikalischer Theorien (wie sie das schon bei Dirac getan hat). Sie würde herauswachsen aus der von uns so gesehenen Rolle einer Hilfswissenschaft in die eines heuristisch gleichberechtigten Partners empirischer Methoden (was sie, genau genommen, schon längst ist, denn daß wir die Welt für algebraisch komprimierbar halten, wie Davies es nennt, reflektiert ja nichts anderes als die Eignung der Mathematik als Prognoseinstrument für Beobachtungsdaten).

Das Erstaunen der Mathematiker über den Gödelschen Satz ist ungebrochen. Die Literatur ist voll von einschlägigen Bekundungen. Ein bisweilen vorgeschlagener Ausweg ist die Annahme, daß die Hirntätigkeit und damit das Wesen mathematischer Erkenntnis nicht vollständig algorithmisch ist (Lucas 1961, Penrose 1989). Abgesehen davon, daß nicht ganz klar ist, was an einem neuronalen Netzwerk, wie es das Gehirn repräsentiert, nicht-algorithmisch sein könnte, ist eine solche Erklärung gar nicht notwendig, denn was aus dem Gödelschen Satz folgt, ist ja nur, daß das, was mathematische Kalküle zu generieren vermögen, nicht notwendigerweise das gleiche ist, was eine bestimmte Kombination dieser Kalküle zu generieren vermag. Es wäre, als wenn Physiker meinten, es ginge in der Physik nicht mit natürlichen Dingen zu, nur weil nicht alle Apparaturen, die nach den Gesetzen der klassischen Physik konstruiert wurden, die Gesetze der klassischen Physik auch reproduzieren.

Die diskutierte Äquivalenz von Sprache und den Theorien der Physik und Mathematik wirft die Frage nach der möglichen Entsprechung quantitativer und qualitativer Erweiterungen im sprachlichen Bereich auf. Gibt es qualitative sprachliche Entwicklungsinstrumente, d.h. solche, durch die sich die Menge des sinnvoll Sagbaren wesentlich erweitern läßt? Schneider (1992) unterscheidet hier zwischen Kalkül und Phantasie. Kalkül meint den syntaktisch formalisierbaren und axiomatisierbaren Teil der Sprache, wie er aus dem Wirken einer generativen Grammatik resultieren könnte und durch den die möglichen quantitativen Erweiterungen unserer Aussagen determiniert sind. Phantasie hingegen bezeichnet die Quelle aller nicht syntaktisch reduzierbaren Erweiterungen sprachlicher Kompetenz. Offen bleibt die Frage, auf welche Prinzipien sich das Wirken dieser Phantasie gründen könnte. Ein möglicher Hinweis läßt sich aus einem organischen Analogon gewinnen: Die Funktions- und Baupläne von Mehrzellern stützen sich auf nichts als auf Einzeller und ihre Eigenschaften und Fähigkeiten. Dennoch verfügen mehrzellige Lebewesen über ein Funktionsspektrum, das das der sie konstituierenden Einzeller weit überschreitet. In der hier gewählten Ausdrucksweise sind Mehrzeller qualitative Erweiterungen von Einzellern. Ganz wie bei den qualitativen kognitiven Erweiterungen in Physik und Mathematik resultiert auch hier der qualitative Mehrwert nicht aus einer

kontinuierlichen evolutionären Entwicklung, sondern aus der Zusammenfassung verschiedener (oder gleichartiger) vorhandener Elemente zu einer neuen funktionalen Einheit. (Es ist gewissermaßen der alte Satz von dem Ganzen, das mehr ist als die Summe seiner Teile.) Sicher ist die kalkulierbare Anpassung an gegebene Verhältnisse (z.B. in Form des Lernens) eine wichtige Quelle des Fortschritts. Bei weitem folgenreicher jedoch dürften modulare Erweiterung sein. Das legt die Vorstellung nahe, daß auch im sprachlichen Bereich die wesentlichen Kompetenzerweiterungen auf der Kombination unterschiedlicher Funktionselemente beruht, d.h. auf dem, was man Metaphorisierung nennen könnte. Im Kapitel über Sprache als Theorie haben wir die Metaphorisierung der Raumvorstellung erwähnt, d.h. die Verwendung räumlicher Anschauungselemente in nicht raumbezogenen Zusammenhängen. Entwicklungsgeschichtlich ähnlich alt dürfte die den Linguisten wohlvertraute Metaphorisierung des menschlichen Körpers und seiner Funktionen sein. Das physikalische Analogon der Metaphorisierung ist die Kombination von Meßoperatoren mit den Operatoren der sinnlichen Wahrnehmung zum weiteren Ausbau der Physik. Die hier diskutierten quantitativen und qualitativen Erweiterungen entsprechen dem, was einige Autoren syntaktische bzw. semantische Metaphern genannt haben. Allen qualitativen Erweiterungen ist gemeinsam, daß ihre Folgen kaum abgeschätzt werden können. Weder determiniert der Bau der Zellen die Struktur der durch sie konstituierten Mehrzeller, noch entscheiden neuartige Meßergebnisse, im Rahmen welcher Theorien wir sie deuten werden. Und auch semantische Metaphern lassen offen, in welche Sinnstrukturen wir sie integrieren werden,

7. Lernen und Anpassung

Nachdem wir Lernen bisher wesentlich unter dem Aspekt einer Aktivität zum Ausbau unserer Theorien und Handlungsstrategien gesehen haben, soll hier der Zusammenhang mit anderen Begriffen aus dem weiteren Kontext der Lebensbewältigung betrachtet werden: Anpassung, Wahrnehmen und Handeln.

Wir hatten oben gesehen, daß das, woran sich die organische Evolution anzupassen hat, bzw. das, was wir im Rahmen der kognitiven Evolution und der wissenschaftlichen Entwicklung zu lernen haben, das Resultat der jeweiligen Vorgeschichte ist. Organische, kognitive und wissenschaftliche Evolution erzeugen Schritt für Schritt die Randbedingungen, die sie von da ab einzuhalten haben. Diese Randbedingungen thematisieren wir als Realität. Zu den jeweiligen Vorgaben der Evolution gehören aber nicht nur die Gegenstände des Lernens, sondern auch die Lernziele. Lern- und Anpassungsziele orientieren sich an den gegebenen Möglichkeiten, und die Entwicklung dieser Möglichkeiten wiederum orientiert sich an den gesetzten Zielen. Beide befinden sich in ständiger Koevolution. Geht man davon aus, daß Lernen häufig unter Problemdruck geschieht, haben wir die bereits erwähnte Koevolution von Problemlösung und Problemgenese. Lernen und die Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten kann aber auch präventiv und ohne akuten Bedarf erfolgen, z.B. als Neugierverhalten bis hin zur Grundlagenforschung. Wir haben dann eine ähnliche Koevolution zwischen neuen Möglichkeiten und den Anwendungen, die sich dafür finden lassen und die dann ihrerseits wieder die Richtung der "Grundlagenforschung" beeinflussen. Es gibt Gründe, anzunehmen, daß selbst die organische Evolution in diesem Sinne initiativ sein kann und nicht nur adaptiv im Sinne Darwins: Struktur und Funktionsmerkmale können sich unter Umständen auch über eine größere Zahl von Generationen frei entwickeln (solange sie die bestehende Anpassung nicht ernsthaft stören) und gelangen erst in einem noch zu wählenden Habitat zur eigentlichen Bedeutung. Wie eine organische Evolution die dafür

nötige Richtungskonstanz auch ohne ständig lenkenden äußeren Anpassungsdruck aufbringen kann, läßt sich aus dem Wechselspiel von genetischen und den sie interpretierenden epigenetischen Strukturen herleiten, wie es in der schon zitierten nicht-linearen Genetik beschrieben wird. Das heißt, Epigenotyp und Phenotyp müssen sich nicht notwendigerweise identisch reproduzieren und können zu längerfristigen evolutionären Trends führen, die nicht in jeder Generation auf sukzessive genetische Veränderungen oder auf Umwelteinflüsse angewiesen sind.

Strategien, Fähigkeiten und Strukturen (d.h. Theorien im weiteren Sinne) können sich somit sowohl in Anpassung an akute Anforderungen entwickelt haben als auch als Problemlösungen "auf Vorrat", deren Bedeutung von der künftigen Problementwicklung abhängt. Möglich ist aber auch, daß bewährte Theorien im weiteren Sinne bei einer veränderten Problemlage kontraproduktiv werden. Z.B. ist die Maximierung der Reproduktionsrate als Strategie der Arterhaltung nur solange optimal, wie der rein numerische Verdrängungswettbewerb um begrenzte Ressourcen die möglichen anderen Beziehungen zwischen Organismen dominiert. Zellen, die sich im Laufe der Stammesgeschichte "entschlossen" haben, sich mit Hilfe physiologischer Wechselwirkungen als Mehrzeller zu organisieren, müssen zuallererst die Strategie der exzessiven Vermehrung aufgeben, wenn sie nicht als Krebszellen eingehen wollen. Analoges gilt für Menschen, die in sozial bzw. kulturell definierten Gemeinschaften leben. Die Entwicklung solcher Gemeinschaften vollzieht sich weitgehend in der Entwicklung ihrer sozialen und kulturellen Strukturen, d.h. in der Entwicklung der nicht-genetischen Wechselwirkungen zwischen ihren Trägern. Entsprechend marginal werden die biologischen und genetischen Kriterien der Fortpflanzung. Ähnlich den somatischen Zellen vermehren sich Menschen zwar biologisch, aber in erster Linie zur Erhaltung der Grundlagen für sozio-kulturelle Wechselwirkungen und Strukturen und nach Kriterien, die sich daraus ergeben und nicht zur Verbreitung ihres biologischen Erbgutes.

Wenn sich, wie hier gezeigt, sowohl die Frage stellen kann, wie zu einem gegebenen Problem eine geeignete Lösung, als auch, wie zu einer gegebenen Lösung ein passendes Problem zu finden ist, d.h. wenn die Lösung zum Problem werden kann und das Problem zur Lösung, dann wird es schwierig, begrifflich zwischen Problem und Lösung zu unterscheiden. Probleme und Lösungen sind lediglich Aspekte im Kontext der allgemeinen Evolution.

8. Handlung und Wahrnehmung

Eine ganz ähnliche Zweideutigkeit finden wir in der alten Dichotomie von Handlung und Wahrnehmung. Die Sicht, daß Wahrnehmung Probleme zu identifizieren hat und Handlung diese lösen soll, ist keineswegs zwingend. Zunächst ist Handlung etwas, was Wahrnehmungen verändert, und Wahrnehmung etwas, das Handlungspläne verändert. Wahrnehmung in ihrer ursprünglichen Bedeutung ist ein Glied in der Rückkopplungskette zur Handlungs koordinierung. Das beginnt bei den phototaxischen Reaktionen einiger Einzeller. Der Lichtreiz bewirkt eine Orientierung zum Licht hin, und diese Orientierung wiederum bewirkt, daß der Lichtreiz weiterhin wahrgenommen wird. Wahrnehmung und Handlung stehen in ständiger Wechselwirkung. Wahrnehmungen beeinflussen unser Handeln und Handeln unsere Wahrnehmungen - von der visuellen Bewegungskontrolle bis zu den sichtbaren Folgen unseres Einwirkens auf die Umwelt. So gesehen läßt sich auch umgekehrt sagen: Handeln ist ein Glied in der Rückkopplungskette zur Koordinierung von Wahrnehmung. Diese Symmetrie wird von der Realitätsvorstellung gebrochen, genauer, von der Vorstellung, daß Handeln etwas ist, das in die Kompetenz des Subjekts fällt während

Wahrnehmung stets die Wahrnehmung einer unabhängig existierenden Welt meint - anders gesagt, daß Handeln den Einfluß des Subjekts auf die Umwelt darstellt und Wahrnehmung den der Umwelt auf das Subjekt. Die Realitätstheorie trennt den unmittelbaren Zusammenhang zwischen Handeln und Wahrnehmen und fügt als Zwischenglied die Vorstellung einer realen Welt ein. Wollen wir davon abstrahieren, müssen wir realitätsfrei formulieren: Wahrnehmung und Handlungsorganisation sind zwei spezielle Elemente physischer und später auch mentaler Steuerungsprozesse, die sich in permanenter Koevolution entwickelt haben.

Dazu ein Beispiel: Wir gliedern unsere Welt in Objekte, denen wir Eigenschaften zuordnen, die uns signalisieren, was uns im Umgang mit den Objekten erwartet. Das Gewicht eines Steines z.B. verrät uns, wie weit wir ihn gegebenenfalls schleudern können. Auf der anderen Seite interessiert uns, wie sich Eigenschaften verändern, gerade weil und wenn wir mit den Objekten umgehen. Wir müssen daher unterscheiden zwischen den Eigenschaften, die unter normalen Umständen invariant sind gegenüber unseren Operationen und die wir daher zur Charakterisierung bzw. Identifizierung der Objekte nutzen können, und solchen, die sich als Folge unserer Operationen ändern. Dies ist die Unterscheidung von Wahrnehmung und Handlung. Sie ist jedoch nicht eindeutig, sondern hängt davon ab, welche Operationen wir zur Konstituierung bzw. Identifizierung und anschließenden Analyse der Objekte verwenden (wir wollen sie definierende oder Meßverfahren oder kognitive Operatoren nennen) und welche zur Änderung der definierten Objekte (wir wollen sie verändernde Verfahren oder physische Operatoren nennen). Anders gesagt: Die Unterscheidung von Handlung und Wahrnehmung beruht auf der Entscheidung, ob wir uns bei einer Operation dafür interessieren, was sie verändert, oder dafür, was ihre Invarianten sind.

Hierauf läßt sich eine kategoriale oder Operatorenhierarchie gründen. Sie beginnt, was die Wahrnehmung im klassischen Sinne betrifft, mit den Invarianten erster Operationen, die wir ausmachen und zur Definition erster Einheiten oder Objekte nutzen. Weitere Operationen können zu Veränderungen der Objekte führen. Auch hier gibt es Invarianten. Wir nennen sie Eigenschaften. Wieder andere Operationen vermögen einige Eigenschaften zu verändern, z.B. die äußere Form. Zu deren Invarianten würde in diesem Fall das gehören, was wir Materialeigenschaften nennen usw., bis zu dem, was trotz aller unserer (bisherigen) Handlungen unverändert bleibt und was wir deswegen Naturgesetze nennen. Die (entwicklungsgeschichtliche) Entscheidung, einen bestimmten Operator als definierend oder verändernd zu nehmen, kann unser ganzes Weltbild beeinflussen. Die definierenden Operatoren erzeugen gewissermaßen das begriffliche Koordinatensystem, das wir zur Darstellung der Folgen der verändernden Operatoren nutzen.

Das geht zurück bis auf die organische Evolution: Deuten wir Wahrnehmung als denjenigen Vorgang, der es uns erlaubt, auf gegebene Umstände adäquat zu reagieren, und als Handeln dasjenige, wodurch wir eben diese Umstände zu verändern vermögen, kommen wir zu der evolutionären Dichotomie von Handlung und Anpassung: Ein Organismus hat zwei Möglichkeiten, die überlebenswichtige bzw. arterhaltende Übereinstimmung mit der Umwelt zu erlangen oder zu erhalten. Die eine ist die Reorganisation der eigenen Konstitution entsprechend den äußeren Verhältnissen. Die andere ist die Veränderung der äußeren Verhältnisse entsprechend den internen Anforderungen. Je höher und komplexer ein Lebewesen organisiert ist, desto schwieriger ist seine Konstruktion an veränderte äußere Bedingungen anzupassen und desto mehr wird sich seine Evolution auf die Entwicklung solcher Fähigkeiten konzentrieren, die statt der inneren Welt die äußere Welt zu verändern vermögen. Das reicht von den Methoden zur Aufrechterhaltung des sogenannten inneren Milieus über die Methoden der räumlichen Fortbewegung zum Auffinden besserer

Lebensbedingungen bis zur wissenschaftlich-technischen Naturbeherrschung, durch die der Mensch überhaupt auf jede weitere biologische Evolution verzichten kann. Man kann daher Evolution sowohl als Prozeß der immer raffinierteren Anpassung der eigenen Konstitution an die gegebene Umwelt sehen, wie das der Darwinismus tut, als auch als Prozeß der immer raffinierteren Umweltbeherrschung im Dienste der Anforderungen und Bedürfnisse der jeweils aktuellen, entwicklungsgeschichtlich entstandenen eigenen Konstitution. (Das kognitive Analogon hierzu ist der schon erwähnte Umstand, daß wir den Ausbau unserer Lebensstrategien nicht so sehr durch eine evolutionäre Verschärfung unserer Sinneswahrnehmung betreiben, sondern eher durch die intelligentere Nutzung erreichbarer Daten in besseren Theorien.) Im Rahmen der oben artikulierten Entsprechung ist die Konstituierung eines Organismus der definierende Operator für sein Handlungsspektrum. Die Handlungen selbst wiederum erzeugen neue Wahrnehmungen, aus denen neue Möglichkeiten der Lebensbewältigung gewonnen werden. Realismus und Darwinismus ist gemeinsam, daß sie das lebensnotwendige Wissen bzw. die lebensnotwendigen Fähigkeiten zurückführen wollen auf die analysierende Wahrnehmung einer gegebenen Umwelt bzw. auf die Anpassung an eine solche Umwelt. Das Konzept einer statischen Realität, so hatten wir gesehen, scheitert an der Möglichkeit immer neuer qualitativer kognitiver Erweiterungen in Form neuartiger Experimente, die uns zum ständigen Umbau unseres Weltbildes nötigen und damit zur Neudefinition unserer Forschungsziele - ohne Hoffnung auf ein definitives Ende. Das Konzept des Darwinismus in dieser eingeschränkten Form scheitert an der Existenz qualitativer evolutionärer Modifikationen, d.h. Modifikationen, die zu einer Veränderung der Leistungs- und Anforderungsprofile einer Art führen und damit zur Neudefinition ihrer Anpassungsziele. Der evolutionäre Umbau der Lauf- zu den Flugorganen hat die Anpassungskriterien der betreffenden Arten genau so revolutioniert, wie einige subatomare Experimente die Forschungsziele der Physik im Rahmen des Forschungsprogramms der völlig neuartigen Quantenmechanik.

9. Schlußbemerkung

Metatheorien definieren Kriterien für die Theorien ihrer Zuständigkeit, indem sie die Menge möglicher Fragestellungen und Forschungsziele (und damit die Paradigmen) festlegen. Theorien im engeren Sinne sind Antworten auf Fragen, die ihre Metatheorien formuliert haben. Neue Metatheorien resultieren im wesentlichen aus qualitativen Erweiterungen. Sie intervenieren in der Regel nicht in den Theorien ihrer Vorgänger, indem sie diese bzw. deren Aussagen für falsch erklären, sondern eher dadurch, daß sie deren Gültigkeitsbereich einschränken, d.h. angeben, in welchen Bereichen die alten Ziele weiter verfolgt werden können und in welchen neue Fragen gestellt werden müssen. (So wird in subatomaren Bereichen nicht mehr nach Teilchenbahnen, sondern nur noch nach Aufenthaltswahrscheinlichkeiten gefragt.) In diesem Sinne ist die CEE ein metatheoretisches Angebot für alle Disziplinen, die von den Formen menschlichen Wahrnehmens und Denkens abhängen wie die empirischen und die kognitiven Wissenschaften, Mathematik, Logik, Linguistik, Kommunikationswissenschaften usw. Es wäre falsch, von der CEE unmittelbar verwertbare theoretische Ansätze zu erwarten. Die CEE kann allenfalls fruchtbare "Anbaugelände" für neue Theorien zur Verfügung stellen oder nicht realisierbare Forschungsziele identifizieren.

Aus der Aussage, daß sich der Realitätsbegriff nicht operationalisieren läßt und folglich in allen Theorien zu meiden ist, folgt in der Physik, daß es keine definitiven Theorien geben kann, insbesondere keine "theory of everything". Ebenso lassen sich Begriffe, die

bereits mental operationalisiert sind, nicht zusätzlich auf eine davon unabhängige Weise experimentell operationalisieren, z.B. der Zeitpfeil (Dietrich 1991b). Zu den positiven Ergebnissen der CEE gehört, daß sich Mathematik als heuristisch gleichberechtigter Partner der empirischen Wissenschaften herausstellt und mathematische Forschung daher auch im Hinblick auf mögliche neuartige empirische Phänomene unternommen werden kann. Anders gesagt: Die CEE legitimiert das allseits bewährte Verfahren, sich beim Lernen in den Naturwissenschaften durch den Ausbau mathematischer Beschreibungsmethoden inspirieren zu lassen. Gleichzeitig offeriert die CEE eine Erklärung für die "unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences" (Wigner 1960)

Daß die lebensnotwendige Übereinstimmung biologischer Organismen mit der Umwelt nicht nur durch Anpassung im eigentlichen Sinne erreicht werden kann sondern auch durch verändernde Eingriffe in die Umwelt selbst, bedarf zu seiner Erklärung nicht der CEE (obwohl es erstaunlich ist, wie wenig die Biologie diese Symmetrie diskutiert) - wohl aber der Umstand, daß dies auch für die Form der Anpassung gilt, die wir Lernen nennen. Daß wir die Erschließung unserer kognitiven Umwelt, d.h. der Regelmäßigkeiten, die wir dort vorfinden, sowohl durch unsere analytischen Bemühungen und die Schaffung von Theorien, die wir den Regelmäßigkeiten anpassen, betreiben können als auch durch die Veränderung dieser Regelmäßigkeiten selbst, d.h. durch Veränderungen der definierenden kognitiven Operatoren, ist freilich eher von entwicklungsgeschichtlichem Interesse, weil die biologische Entwicklung dieser Operatoren offensichtlich abgeschlossen ist. Nicht abgeschlossen jedoch ist die Entwicklung ihrer qualitativen Erweiterungen mit Hilfe experimenteller Apparaturen der höheren Physik. Die dadurch immer wieder notwendig werdenden Veränderungen unseres Weltbildes ist das, was Kuhn Paradigmenwandel nennt.

Sprache als Instrument sozialen Lernens (d.h. als Vermittler fremder Erfahrungen) hat sich in noch stärkerem Maße als die empirischen Methoden individuellen Lernens durch qualitative Erweiterungen entwickelt. Durch sukzessive Metaphorisierung hat Sprache schon frühzeitig den Rahmen der Beschreibung unmittelbarer Wahrnehmungen gesprengt, die für die kollektive physische Daseinsfürsorge gebraucht wird. Ähnlich der organischen Evolution redefiniert auch Sprache die Kriterien ihrer weiteren Entwicklung laufend an Hand der jeweiligen Möglichkeiten - bis hin zu den ästhetischen Kriterien der Dichtkunst.

Die Kommunikationswissenschaften haben sich mit der CEE-Aussage auseinanderzusetzen, daß selbst ein noch so rudimentärer Gedankenaustausch mit extraterrestrischen Intelligenzen grundsätzlich nicht möglich ist.

Allen Entwicklungen ist gemeinsam, daß ihre Formalisierung und damit ihre Planung nur möglich ist, solange keine qualitativen Erweiterungen im Spiele sind. Das gilt insbesondere für Lernen zur Erweiterung des Wissens oder zu Verbesserung der Anpassung. Dadurch werden die Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz zur Lösung vorgegebener Probleme wesentlich eingeschränkt. Nicht eingeschränkt bleibt die Möglichkeit, mit den Mitteln der Künstlichen Intelligenz zweckfrei zu experimentieren, um so gegebenenfalls zu qualitativen Erweiterungen zu gelangen, die zwar nicht notwendigerweise auch nur eines der anstehenden Probleme lösen helfen, wohl aber neue und bislang unbekannte Anwendungsgebiete erschließen können. Das zweckfreie Experimentieren mit qualitativen Erweiterungen ist ein Verfahren, das auch die organische Evolution seit ihren Anfängen parallel zur Anpassungsstrategie genutzt hat.

Literatur

Campbell, D. T. (1973): Evolutionary epistemology. in Schilpp, P. (ed.): The Philosophy of

- Karl Popper. Part I, Open Court, La Salle, pp. 413-463
- Chalmers, A. F. (1982): What is this thing called science? Buckingham: Open University Press
- Davies, P. C. W. (1990a): Why is the physical World so comprehensible? In Complexity, Entropy and the Physics of Information, Santa Fe Institute studies in the Sciences of Complexity, ed. W. H. Zurek, Vol VIII, Addison Wesley, p. 61-70.
- Dietrich, O. (1989): Kognitive, organische und gesellschaftliche Evolution. Berlin Hamburg: Parey.
- Dietrich, O. (1990): Sprache als Theorie. In: Akten des 6. Int. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Semiotik (DGS), Passau, Okt. 1990
- Dietrich, O. (1991a): Realität, Anpassung und Evolution. Philosophia Naturalis, Bd. 28, p. 147-192
- Dietrich, O. (1991b): Induction and evolution of cognition and science. In Gertrudis Van de Vijver (Ed.): Teleology and Selforganisation. Philosophica Nr. 47/II, p. 81-109
- Dietrich, O. (1992): Darwin, Lamarck and the Evolution of Life and Culture. Evolution and Cognition, Vol 2, No. 3
- Dux, G. (1982): Die Logik der Weltbilder. Sinnstrukturen im Wandel der Geschichte. Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Feynman, R. P. (1965): The character of physical law. BBC Publication.
- Haeckel, E. (1902): Natürliche Schöpfungsgeschichte. 10. Ed. Berlin: Georg Reimer
- Hawking, S. W. (1979): Is the end in sight for theoretical physics? Inaugural Lecture for the Lucasian Chair. University of Cambridge.
- Hofstadter, D. R. (1985): Gödel, Escher, Bach. Stuttgart: Klett-Cotta
- Hösle, V. (1988): Tragweite und Grenzen der evolutionären Erkenntnistheorie. Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie XIX, 343-377
- Hoyle, F. (1957): The Black Cloud
- Katz, M. J. (1982): Ontogenetic Mechanisms: The Middle Ground of Evolution. In J. T. Bonner (Hrg.): Evolution and Development. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Lorenz, K. (1941): Kant's Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. Blätter für Deutsche Philosophie 15, S. 94-125
- Lorenz, K. (1971): Knowledge, beliefs and freedom. In Weiss, P. (Hrg.): Hierarchically organized systems in theory and practice. New York: Hafner
- Lorenzen, P., Schwemmer, O. (1975): Konstruktive Logik, Ethik und Wissenschaftstheorie, Frankfurt
- Lucas, J. R. (1961): Minds, Machines and Gödel. Philosophy 36, p. 120-124
- Nagel, E. und Newman, J. (1958): Gödel's Proof. London: Routledge
- Oeser, E. (1984): The Evolution of Scientific Method. im Wuketits, F. M. (ed.): Concepts and Approaches in Evolutionary Epistemology. Dordrecht: D. Reidel
- Oeser, E. (1988): Das Abenteuer der kollektiven Vernunft. Berlin, Hamburg: Parey
- Penrose, R. (1989): The Emperor's new Mind. Oxford University Press
- Piaget, J. (1967): Biologie und Erkenntnis. Frankfurt: S. Fischer
- Piaget, J. (1970): Genetic Epistemology. New York: Columbia University Press.
- Popper, R. K. (1973): Objektive Erkenntnis. Hamburg: Hoffman und Campe.
- Riedl, R. (1975): Die Ordnung des Lebendigen. Berlin: Paul Parey.
- Riedl, R. (1980): Biologie der Erkenntnis. Berlin, Hamburg: Parey
- Riedl, R. (1987): Begriff und Welt. Berlin, Hamburg: Parey
- Schneider, H. J. (1992): Phantasie und Kalkül: über die Polarität von Handlung und Struktur

- in der Sprache. Frankfurt/M: Suhrkamp
- Searle, J. R. (1971): Sprechakte. Suhrkamp, Frankfurt/M.
- Solomonoff, R. (1964): A Formal Theory of Inductive Inference. *Information and Control*, 7, p. 224-254
- Spencer, H. (1872): *Principles of Psychology*. Vol. 2, 2nd ed., Sect. 332, p. 195
- Stegmüller, W. (1969): *Metaphysik, Skepsis, Wissenschaft*. 2. verb. Aufl. Berlin: Springer
- Üxküll, J. von (1921): *Umwelt und Innenleben der Tiere*. Berlin: Springer
- Vollmer, G. (1975): *Evolutionäre Erkenntnistheorie*. Stuttgart: S. Hirzel
- Waddington, C. H. (1957): *The strategy of the genes*. London: Allen & Unwin
- Wigner, E. (1960): The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. *Comm. Pure Appl. Math.* 13, 1.
- Wuketits, F. M. (1981): *Biologie und Kausalität*. Berlin, Hamburg: Parey
- Wuketits, F. M. (1991): Self-organisation, constructivism, and reality. *La Nuova Critica*, Nuova Serie I-II, Quaderno 17-18, p. 21-36