

## **Kann es eine ontologiefreie evolutionäre Erkenntnistheorie geben?**

Olaf Diettrich

### **Summary**

Most of what nowadays is called evolutionary epistemology tries to explain the phylogenetic acquisition of inborn 'knowledge' and the evolution of the mental instruments concerned - mostly in terms of adaptation to external conditions. These conditions, however, cannot be described but in terms of what is provided by the mental instruments which are said to be brought about just by these conditions themselves. So they cannot be defined in an objective and non-circular way. This problem is approached here by what is called the 'constructivist evolutionary epistemology' (CEE): In analogy to physics where observables are defined as invariants of experimental measurement operators, the CEE considers the perceived patterns and regularities from which we derive the laws of nature to be invariants of inborn cognitive (sensory) operators. Then, the so called laws of nature are the result of cognitive evolution and therefore are human specific. They nevertheless allow correct empirical predictions if the generating cognitive operators commute with the operators of human physical acting. Cognitive operators and the cognitive phenotype they represent, therefore, do not need to develop phylogenetically in adaptation to an external world as proposed by Campbells 'natural selection epistemology'. If cognitive operators are extended by means of experimental operators the result can be expressed in classical terms if both commute (quantitative extensions). Otherwise non-classical approaches such as quantum mechanics are required (qualitative extensions). As qualitative extensions never can be excluded, it follows that there will be no definitive set of 'theories of everything'. From applying this concept to the inborn operators of mathematical thinking and their algorithmic extensions it follows that there will be no definitive set of axioms, i.e. it would explain Gödels incompleteness theorem. The ontological prerequisites being the basis of the various epistemologies discussed in the philosophy of science, are replaced by the requirement of consistency: our cognitive phenotype has to bring about a world picture within which the cognitive phenotype itself can be explained as resulting from an abiotic, then biotic, organic, cognitive and eventually scientific evolution. Any cognitive phenotype reproducing in this sense (together with its organic phenotype) represents a possible and consistent world together with its interpretation and mastery - and none of them is ontologically privileged.

### **Einführung**

Es ist unbestritten, daß die (angeborenen) Elemente menschlicher Erkenntnis im Laufe der Stammesgeschichte ständig gewachsen sind. Eine Theorie, die das beschreibt, wäre eine 'Evolutionstheorie der Erkenntnis'. Ebenso unbestritten ist, daß sich nicht nur Erkenntnis sondern auch Erkenntnisfähigkeit evolutionär entwickelt hat. Der Mensch kann Erkenntnisse von einer Art gewinnen, die selbst Primaten grundsätzlich verschlossen sind. Eine Theorie, die das beschreibt wäre eine 'Evolutionstheorie der Erkenntnisfähigkeit'. Beide sind jedoch keine Erkenntnistheorien im eigentlichen Sinne (Mittelstaedt, 1986). Von einer solchen wird verlangt, daß sie Aussagen macht über die Möglichkeit und die Formen der Erkenntnis, die nicht von ihrem eigenen Objekt, d.h. von bereits gewonnener Erkenntnis abhängt. Wenn eine eigentliche Erkenntnistheorie überdies evolutionär sein soll, muß vorausgesetzt werden können, daß die auf

Überleben ausgerichteten Mechanismen der Wissensgewinnung gleichzeitig die Epistemologie hervorbringen können, die die Möglichkeit eben dieses Wissensgewinns erklärt. Ob so etwas möglich ist, d.h. eine Evolutionstheorie der Erkenntnis, die gleichzeitig eine Erkenntnistheorie ist, ist die Frage dieses Aufsatzes.

Auf der einen Seite ist es weitgehend unbestritten, daß die Evolution kognitiver Fähigkeiten als Fortsetzung der organischen Evolution mit anderen Mitteln zu sehen ist. Speziell die evolutionäre Erkenntnistheorie (EE) (Lorenz 1966, Campbell 1974, Volmer 1975, Riedl 1980, Wuketits 1984) beruht auf der Annahme, daß die kognitiven Instrumente und die Kategorien unseres Denkens auf ähnliche Weise evoluiert sind wie die organischen Instrumente unserer Lebensbewältigung wie homöostatisch und metabolische Instrumente oder wie Gliedmaßen als Instrumente der Lokomotion bzw. des Handelns im eigentlichen Sinne. Die EE der hier zitierten Autoren ist damit eine Evolutionstheorie der Erkenntnisfähigkeit.

Auf der anderen Seite jedoch muß die EE die Frage offen lassen, wie sich welche kognitiven Instrumente entwickelt haben. Hier wird oft argumentiert, daß kognitive Instrumente in Anpassung an unsere Umwelt und deren Probleme entstanden sein müssen, weil Menschen sonst nicht überlebt hätten, und daß man folglich aus unserem kognitiven Phänotyp etwas über den Charakter unserer Welt ablesen könne. Campbell (1974) spricht in diesem Zusammenhang explizit von einer sogenannten "**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 noch gezeigt werden wird, 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 eingetragen 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. Anders gesagt: "Die Existenz einer empirisch erfaßbaren Realität, die als 'ontologische' Voraussetzung so selbstverständlich ist, daß sie kaum geleugnet werden kann" wie Oeser (1996) schreibt, läßt sich weder hinreichend begründen, noch ist sie notwendig. 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 evoluierten werden. Ein anderes Beispiel, das noch genauer erläutert werden wird, ist der Umstand, daß sich die bewährte 3-Dimensionalität unseres Anschauungsraumes nicht damit begründen läßt, daß die physische Welt selbst so etwas wie eine 3-dimensionale Struktur hätte. Das Kriterium der Überlebenstauglichkeit kann uns also nicht erklären, warum wir gerade diese Denk- und Anschauungskategorien entwickelt haben und nicht andere.

Wenn aber das, was wir die ontologisch autonome Welt nennen, offenbar keinerlei Einfluß hat auf die von uns praktizierten Methoden des Wissenserwerbs und damit auch nicht auf das damit erzielte Wissen, so wäre die Struktur der Welt heuristisch bedeutungslos und ihre Ergründung uninteressant. Interessant ist allein die Suche nach empirisch verifizierbaren Regelmäßigkeiten in der Beziehung zwischen Handeln und Wahrnehmen, durch die wir Prognosefähigkeit und Lebenserfahrung gewinnen. Die Funktion einer unabhängigen Welt besteht in klassischer Sicht darin, sowohl Handlungsfolgen als auch Wahrnehmungen zu determinieren und damit den Zusammenhang zwischen beiden. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, diesen Zusammenhang nicht mehr auf den gemeinsamen Nenner einer unabhängigen

Welt zurückzuführen sondern auf die Beziehung zwischen organischer und kognitiver Evolution und auf den sich daraus ergebenden Zusammenhang zwischen Handlung und Wahrnehmung.

### **Die Physikalische Methode operationalen Definierens**

Es wird vorgeschlagen, dieses Vorhaben auf eine konstruktivistische Erweiterung der klassischen evolutionären Erkenntnistheorie zu gründen (CEE: constructivist evolutionary epistemology, Diettrich 1993). Die Besonderheit der CEE liegt darin, daß sie auf ein vorzugsweise in der Physik verwendetes methodisches Element zurückgreift, nämlich auf die sogenannte Operationalisierung physikalischer Terme.

Was heißt das? Wie man heute weiß, ist das Versagen der klassischen Physik gegenüber den Phänomenen von Quantenmechanik und Relativitätstheorie auf den Umstand zurückzuführen, mit Begriffen und Größen gearbeitet zu haben, ohne geprüft zu haben, ob sich diese operationalisieren lassen, d.h. ob sie sich mit Hilfe einschlägiger experimenteller Apparaturen oder Meßgeräte darstellen lassen.

In der Alltagswelt spielt dies keine Rolle. Wir haben eine klare Vorstellung davon, was wir z.B. unter der Länge eines Gegenstandes zu verstehen haben und wir müssen uns nicht erst mit Hilfe eines Maßstabes versichern, daß wir das auch messen können. Anders sieht es im subatomaren Bereich aus. Hier müssen wir uns erst überlegen, welche Art von Meßeinrichtung wir verwenden wollen, um z.B. die Größe 'Länge' oder 'Impuls' überhaupt zu definieren, und es wird von dieser Definition abhängen, was wir im Einzelfall tatsächlich messen. Ebenso haben wir feststellen müssen, daß die physikalische Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse kein eindeutig feststellbares Faktum ist sondern vom Bewegungszustand des messenden Beobachters abhängen kann, wie wir aus der speziellen Relativitätstheorie wissen.

Da sich grundsätzlich nicht vorhersagen läßt, wo uns eventuell ähnliche Korrekturen unserer Alltagsvorstellungen aufgenötigt werden, empfiehlt es sich, diese Erfahrung zu verallgemeinern und von vornherein zu sagen: Eigenschaften, von was auch immer, haben keine eigenständige ontologische Qualität sondern sind allein durch den Umstand definiert, daß sie Invarianten gewisser Meßoperatoren sind. Eine der wichtigsten Eigenschaften, die wir Eigenschaften zuordnen, nämlich unabhängig voneinander zu existieren, beruht ja gerade auf der Annahme ihrer eigenständigen ontologischen Qualität. Im Alltagsleben ist das kein Problem. Die Größe eines Gegenstandes und seine Farbe existieren unabhängig voneinander und können unabhängig voneinander und in beliebiger Reihenfolge gemessen werden. Im subatomaren Bereich hingegen, wie wir wissen, lassen sich Impuls und Ort eines Teilchens nicht mehr unabhängig voneinander messen. Die Physiker haben aus diesen Erfahrungen gelernt und bemühen sich, die Theorien einer guten Naturbeschreibung nur noch in operationalisierbaren theoretischen Termen zu beschreiben, und nicht mehr in den ungeprüften Begriffen und Größen unseres Alltagsverstandes - oder, wie Mittelstaedt (1981, s.105) sagt: Theorien haben sich auf das Naturgeschehen zu beziehen, wie es sich zeigt, wenn es mit realisierbaren Meßgeräten untersucht wird.

Der entscheidende Schritt der CEE besteht darin zu verlangen, daß nicht nur theoretische Terme sondern auch Beobachtungsterme sowie mathematische und logische Terme zu operationalisieren sind (d.h. durch Handlungen im weiteren Sinne zu definieren sind).

**Theoretische Terme** werden durch physikalische Messungen operationalisiert (d.h. sie sind als Invarianten physikalischer Meßapparaturen definiert).

**Beobachtungsterme**, zu denen sowohl die wahrgenommenen Regelmäßigkeiten an räumlichen Gegenständen gehören, als auch diejenigen wahrgenommenen Regelmäßigkeiten, die wir zu Theorien und Naturgesetzen kondensieren, werden als Invarianten entwicklungsgeschichtlich entstandener mentaler kognitiver Operatoren definiert. Diese Operatoren sind irgendwo in unserem Gehirn implementiert und können aufgefaßt werden als

eine Art mentaler Meßinstrumente: Das Meßobjekt sind die Sinnesreize. Ihre Anzeigen sind jedoch nicht Zahlen und Zeigerstellungen sondern Wahrnehmungen, d.h. Bilder und innerhalb dieser Bilder gewisse Regelmäßigkeiten oder Strukturen. Die gesamte Naturgesetzlichkeit, einschließlich der Erhaltungssätze, die wir aus diesen Regelmäßigkeiten ableiten, können damit keine objektiven Entitäten sein sondern nur mentale Konstrukte.

Die oft diskutierte Dichotomie von theoretischen und Beobachtungstermen reduziert sich damit auf eine eher sekundäre Differenz: Beobachtungsterme haben sich entwicklungsgeschichtlich im unbewußten Teil unseres Gehirns gebildet, wohingegen theoretische Terme das Resultat bewußter und rationaler Bemühungen sind. Nichtsdestoweniger bleiben Beobachtungsterme als Basis höherer Theorien heuristisch privilegiert. Wir können Theorien gemäß beobachteter Daten verändern. Wir können aber nicht die genetisch fixierten kognitiven Operatoren und ihre Invarianten an äußere Bedingungen anpassen.

### **Die Operationalisierung von Raum, Zeit und Kausalität**

Eine einschneidende Folgerung ist, daß Raum, Zeit und Kausalität, die nach Kant als notwendige Vorstellungen allen äußeren Erscheinungen zu Grunde liegen, dennoch nicht objektiv gegeben sind sondern Eigenheiten humaner Wahrnehmung sind, die sich entwicklungsgeschichtlich als Invarianten gewisser Handlungen und Transformationen herausgebildet haben. Das soll etwas genauer erläutert werden.

Die räumliche Metrik unseres Wahrnehmungsraumes (und damit auch seine Topologie) wird (wie schon von Piaget (1973) erkannt) durch den Bewegungsvorgang operationalisiert. Die Identität räumlich ausgedehnter Muster und Gegenstände ist daher als Bewegungsinvariante definiert (Uexküll, 1921: "Ein Gegenstand ist, was sich zusammen bewegt"). Diese Definition ist vermutlich der Hauptgrund für einen wesentlichen Unterschied zwischen Raum und Zeit. Von der Zeit heißt es, daß sie auf irreversible Weise fließt. Niemand kann vergangene Ereignisse in die Gegenwart zurückholen. Zwischen zwei Zeitpunkten können wir uns nur in einer Richtung bewegen. Zwischen zwei Raumpunkten hingegen können wir uns nach belieben hin und her bewegen. Wenn wir sagen, daß wir uns von A nach B und dann wieder zurück nach A bewegen, so meinen wir damit, daß das A, von dem wir ausgegangen sind und das A, das wir bei unserer Rückkehr vorfinden, nicht nur gleich sondern auch identisch sind. So können wir aber nur reden, wenn wir zwischen "gleich" und "identisch" unterscheiden können, und wenn das, was wir Identität nennen, von der Bewegung unbeeinflusst bleibt, d.h. wenn Identität als Invariante der Bewegung definiert ist. Genau das ist der Fall. Es ist also gerade diese Definition, die es uns erlaubt, räumliche Positionswechsel reversibel zu nennen. Genauer: nur auf der Grundlage dieser Definition können wir unterscheiden zwischen der wiederholten Rückkehr zum selben A und einer Reise entlang einer Kette gleicher A, d.h. zwischen zeitlicher und räumlicher Periodizität.

Wir könnten auch sagen, daß Lokomotion unsere Umwelt, so wie sie sich in Wahrnehmungen darstellt, zu verändern vermag. Zum Beispiel können wir die Wahrnehmung, die wir als Struktur "Wald" bezeichnen, durch geeignete Fortbewegungen in die Wahrnehmung der Struktur "Stadt" verändern. So sagen wir jedoch nicht. Wir sagen vielmehr, die Umwelt sei von vornherein multidimensional eingerichtet d.h. sie verfüge gleichzeitig über mehrere Strukturen, die sich vornehmlich durch ihre sogenannten räumlichen Positionen unterscheiden. Anders gesagt: Die Welt sei "räumlich" ausgedehnt und habe an verschiedenen "Stellen" verschiedene Strukturen. Was wir durch Fortbewegung erreichen, ist also nicht eine Veränderung der Umwelt. Vielmehr "begeben" wir uns zu Stellen unterschiedlicher Struktur und haben dadurch unterschiedliche Wahrnehmungen. Was wir die räumliche Vielfalt der Welt nennen, ist damit als Invariante unserer "Positionsänderungen" definiert. Funktional (und vom Standpunkt der CEE aus) gesehen gehören die von uns generierten Bilder der Umwelt zu den ersten Theorien, über die wir verfügen, mit deren Hilfe wir die Fähigkeiten unserer Hände und

Füße besser einsetzen und koordinieren können. Durch einen Blick auf unsere Umwelt können wir voraussagen, welche Bewegungen uns mit welchen Gegenständen in Kontakt bringen werden. Ebenso kann uns der Inhalt unseres Gedächtnisses darüber informieren, was wir im Wiederholungsfalle von unseren Handlungen zu erwarten haben. Beides, die Genese von Bildern und die Genese von Gedächtnisinhalten sind in erster Linie Modi der Kompetenzerweiterung.

**Der Zeitpfeil** legt den Unterschied von Vergangenheit und Zukunft fest. Die Versuche seiner Operationalisierung scheitern zunächst daran, daß Operatoren, wie immer sie sonst sein mögen, den Zeitpfeil bereits in sich tragen: Ein Operator transformiert den Zustand **vor** seiner Anwendung in den **nach** seiner Anwendung, d.h. ohne eine vorgegebene Definition des Zeitpfeils läßt sich gar nicht sagen, was ein Operator tut. In der Praxis läuft das darauf hinaus, daß all die vielen bis heute bekannt gewordenen Versuche der Operationalisierung des Zeitpfeils auf Prozesse zurückgreifen, bei denen die Definition von Vergangenheit und Zukunft bereits in der Definition der Prozesse enthalten sind, mit denen man den Unterschied von Vergangenheit und Zukunft definieren wollte. Ein typisches Beispiel: Schütteln wir einen Kasten, in dem sich schwarze und Weiße Kugeln nach ihrer Farbe geordnet befinden, so werden sich die Kugeln vermischen, niemals aber wieder ordnen. Dem Chaos (oder der Entropie, wie man sagt) gehört also die Zukunft. So läßt sich die Zukunft aber nicht operationalisieren, denn das Experiment besteht aus zwei Teilen: Kugeln ordnen und Kugeln schütteln. Ob als Resultat Ordnung oder Chaos herauskommt, hängt aber davon ab, ob man die Kugeln vor oder nach dem Ordnen schüttelt. Man muß also bereits wissen, was vorher und nachher bedeutet, d.h. man muß den Zeitpfeil bereits kennen, um ihn auf diese Weise definieren zu können. Zum Nachweis, daß auch die oft zitierten thermodynamischen Konzepte nicht weiter helfen, sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (siehe auch Diettrich 1989). Die dadurch notwendig werdende mentale Definition des Zeitpfeils könnte über den Gedächtnisinhalt geschehen und etwa folgendermaßen aussehen: Von zwei im Gedächtnis gespeicherten Ereignissen A und B gilt A als das zeitlich frühere, wenn wir uns bei B an A erinnern können, nicht aber bei A an B. D.h.: Vergangenheit ist das, woran wir uns erinnern können, und Zukunft ist das, was wir erwarten oder planen können.

Außer der Topologie der Zeit, die eine eindeutige Ordnung von Ereignissen ermöglicht, ist noch eine Zeitmetrik erforderlich (d.h. eine Ordnung von Paaren von Ereignissen, die es uns erlaubt, zwischen größeren und kleineren Zeitabständen zu unterscheiden), um Ereignismuster identifizieren zu können, die wir wiederum brauchen, um Kausalität zu konstituieren. Diese Metrik muß durch einen mentalen Metrikgenerator operationalisiert werden, d.h. durch einen im Gehirn irgendwie physiologisch implementierten Taktgeber. Identifizierte Ereignismuster sind das, was wir als Kausalzusammenhang empfinden. Wenn wir eine Zahl von Ereignissen haben, z.B. A, B, C, D und E, die immer wieder in den gleichen typischen Abständen auf einander folgen, und zwar unabhängig davon, wann das erste von Ihnen aufgetreten ist, (d.h. wenn sich das Muster insgesamt als Invariante zeitlicher Translationen erweist), dann sagen wir, zwischen den Ereignissen müsse ein Kausalzusammenhang bestehen. Anders ließe sich diese Regelmäßigkeit nicht erklären. D.h., aus kognitiver Sicht sind Kausalzusammenhänge als zeitinvariante Zeitmuster definiert - so wie die räumlichen Zusammenhänge eines Gegenstandes als Invarianten der räumlichen Translation definiert sind. Wie Zeitmetrik und Kausalität zusammenhängen läßt sich an folgendem Beispiel erläutern: Daß wir sagen, der Blitz sei die Ursache des Donners, nicht aber umgekehrt, liegt (vorab aller höheren Theorienbildung) daran, daß der zeitlich Abstand zwischen Blitz und Donner im Mittel kürzer ist und weniger variiert als der zwischen Donner und dem nächsten Blitz. Die Länge von Zeitintervallen ist aber nur auf der Basis einer Zeitmetrik definiert. *Damit ist der mentale Metrikgenerator verantwortlich für die von uns etablierte Kausale Ordnung und die sich daraus ergebende Prognosefähigkeit.* Beispiel: Wenn der implementierte Metrikgenerator physikalisch von der Art wäre, daß er nach einem starken akustischen Ereignis plötzlich langsamer laufen würde, und nach einem starken

Lichteinfall beschleunigt würde, könnte es durchaus passieren, daß wir den Donner als die Ursache des Blitzen nehmen. Analoges gilt auch für kontinuierliche Ereignisfolgen, z.B. für die zeitliche Entwicklung mechanischer System, die durch die sogenannte Bewegungsgleichung beschrieben wird, mit deren Hilfe die Entwicklung des Systems prognostiziert werden kann.

Die Spezifität des Metrikgenerators hat damit unmittelbaren Einfluß auf die von uns registrierten Erhaltungssätze der Mechanik (Energie, Impuls usw.). Nach dem Noether'schen Theorem lassen sie sich aus den Invarianzeigenschaften der Bewegungsgleichung gegenüber der Galilei-Transformation herleiten. Speziell der Energieerhaltungssatz folgt aus der Invarianz gegenüber Zeitverschiebungen, oder, wie man auch sagen kann, aus der Homogenität der Zeit. Welche Bewegungen und Vorgänge wir als zeitlich homogen empfinden, ist aber allein Sache des zugrunde liegenden Metrikgenerators. Analoges läßt sich zu den anderen Erhaltungssätzen sagen, die damit reine Humanspezifika sind und nicht objektive Eigenschaften der Natur. Weiter unten werden wir sehen, daß die Erhaltungssätze gewissermaßen das kognitive Koordinatensystem aufspannen, in welchem wir Handlungen und Handlungsfolgen darstellen. Veränderte Erhaltungssätze auf Grund anderer kognitiver Operatoren bewirken also nur einen anderen kognitiven Phänotyp, nicht aber, daß die darauf fußenden Methoden unserer Lebensbewältigung darum weniger konsistent oder effizient sein müßten. Allerdings wird die Kommunikation zwischen Vertretern unterschiedlicher kognitiver Phänotypen (z.B. zwischen uns und außerirdischen Lebewesen) genau so unmöglich sein wie genetische Kommunikation (fruchtbare Kreuzung) zwischen Organismen mit hinreichend unterschiedlichem epigenetischem System (d.h. zwischen artfremden Organismen). Voraussetzung für Kommunikation im eigentlichen Sinne ist, daß die Kommunikationspartner über den gleichen (oder doch wenigstens einen ähnlichen) kognitiven Phänotyp verfügen. Nur dann denken sie in den gleichen Kategorien und thematisieren die gleichen Dinge und Phänomene, über die sie sich durch Verweisen oder ähnliche Mechanismen oder mit Hilfe von Dolmetschern verständigen können. Anders gesagt, die Wahrnehmungswelten müssen annähernd isomorph sein. Diese Voraussetzung ist erfüllt, wenn Chinesen und Europäer verbal mit einander kommunizieren. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, ist keine Kommunikation möglich. Wenn der eine z.B. (wie wir) Gegenstände thematisiert, deren Identität als Invariante der Bewegung definiert ist und der andere alles das als Objekt deklariert, was die gleiche Farbe oder Form hat (wie es bei außerirdischen Lebewesen möglich sein könnte), d.h. wenn die Partner unterschiedliche definierende Operatoren verwenden, so läßt sich nichts vergleichen. Die Wahrnehmungswelten sind dann nicht nur mit anderen Objekten möbliert sondern auch syntaktisch unterschiedlich strukturiert.

Als die NASA jüngst in Kupfer gestochene elementare Informationen über uns und unsere nähere Umwelt in den Weltraum schickte, ging sie davon aus, daß überall die gleichen Naturgesetze gelten und daß Lebewesen, (wie sonst immer sie konstruiert sein mögen) in Anpassung an diese Naturgesetze annähernd äquivalente kognitive Strukturen entwickelt haben müßten. Da Naturgesetze, wie gesehen, unseren kognitiven bzw. empirischen Phänotyp charakterisieren, nicht aber die uns umgebende Welt, werden Menschen, wo immer sie sich aufhalten sollten, die gleichen Naturgesetze identifizieren. Aus humaner Sicht sind Naturgesetze damit notwendigerweise universell, weil Menschen ihre Naturgesetze gewissermaßen überall mit sich herumtragen. (Physikalisch gesagt: ihr kognitives Eigensystem.) Das Gleiche würde für außerirdische Lebewesen gelten. Auch diese würden Naturgesetze identifizieren, die aus ihrer Sicht genau so universell sind - nur wären das nicht die unseren. Damit sind die Voraussetzungen des NASA Experiments nicht mehr erfüllt, weil sich Außerirdische, wenn überhaupt, nicht an Naturgesetze angepaßt haben können, die nicht die ihren sind.<sup>1)</sup>

### **Apparative Erweiterung von Wahrnehmungen und algorithmische Erweiterung mathematischen Denkens**

Typisch für die meisten empirischen Wissenschaften ist die Verwendung von Instrumenten und Meßapparaturen, mit denen wir unseren Handlungs- und Wahrnehmungsbereich erweitern. Speziell Wahrnehmungsoperatoren (Perzeption von Sinnesdaten einschließlich ihrer kognitiven Verarbeitung) können durch physikalische Meßoperatoren erweitert werden - ähnlich wie wir angeborene physische Handlungsmöglichkeiten durch Werkzeuge und Maschinen erweitern können. Hier ist zwischen zwei wichtigen Fällen zu unterscheiden (Diettrich 1994a):

Eine **quantitative Erweiterung** soll vorliegen, wenn Wahrnehmung- und Meßoperatoren im Sinne der Operatorenalgebra vertauschbar sind. In diesem Falle haben beide Operatoren das gleiche Invariantenspektrum, was heißt, daß sich die Ergebnisse der Meßoperatoren in den Termini der Invarianten der angeborenen kognitiven Operatoren, d.h. in den Termini des klassischen Weltbildes darstellen lassen.

Eine **qualitative Erweiterung** soll vorliegen, wenn Wahrnehmung- und Meßoperatoren nicht vertauschbar sind. Dann lassen sich die Meßergebnisse nicht mehr klassisch darstellen und verlangen neue, nicht-klassische Theorien, die die klassischen Theorien nur noch als Näherungslösung in gewissen Grenzfällen zulassen. Da die Menge möglicher Meßoperatoren grundsätzlich unbeschränkt ist, können qualitative Erweiterungen der zuvor etablierten Operatoren und der dadurch notwendig werdende Umbau des bis dahin geltenden Weltbildes niemals ausgeschlossen werden. Es kann daher kein definitives Weltbild und keine "Theory of everything" geben. Es gibt also weder objektive Naturgesetze noch werden die von uns registrierten Naturgesetze gegen einen zumindest humanspezifischen Satz definitiver Gesetze konvergieren, solange wir durch den experimentellen physikalischen Fortschritt immer wieder genötigt werden, neu zu definieren, was humanspezifisch heißt. Was wir tatsächlich tun, wenn wir Wissenschaft betreiben, ist keine Analyse der Welt sondern ihre Konstruktion in Form von neuen experimentellen Konstellationen, die zu qualitativen Erweiterungen führen. Analytisch im Sinne einer Vertiefung bestehender Vorstellungen kann Wissenschaft nur sein, so lange sie sich auf quantitative experimentelle Erweiterungen beschränkt.

Die Vorstellung einer theory of everything ist gleich bedeutend mit der Vorstellung einer Realität, die durch objektive Naturgesetze charakterisiert ist. Von allem anderen abgesehen erfüllt eine solche Realität nicht das Kriterium der Operationalisierbarkeit. Die Strukturen der Realität und die Naturgesetze in denen sie sich äußern sollen, sind das, worauf wir keinen Einfluß haben. So lautet unsere Realitätsvorstellung. Realität muß daher invariant sein gegen all unserem Tun und Handeln, und zwar nicht nur dem gegenwärtigen und vergangenen sondern auch gegenüber allem möglichen künftigen Handeln. Ein Operator, der die Realitätskategorie charakterisieren sollte, müßte daher vertauschbar sein mit allen nur denkbaren Operatoren. Das kann aber nur ein Operator, nämlich der Einheitsoperator; und der ist in diesem Zusammenhang trivial. Dagegen können wir durchaus von einer aktuellen Realität sprechen, charakterisiert durch die Summe allen bisherigen Handelns und Messens. Und das ist in der Tat genau das, was wir tun, wenn wir von einer ontologischen Realität sprechen, die nach unserem gegenwärtigen Wissensstand diese oder jene Struktur habe. Da sich Handeln und Messen immer auch qualitativ erweitern läßt, kann die aktuelle Realität so wenig gegen eine definitive Version konvergieren wie physikalische Theorien. Unter diesen Umständen kann man fragen, warum die humane Evolution überhaupt die Kategorie der Realität hervorgebracht hat. Eine mögliche Antwort wäre, daß wir Wahrnehmungen und ihre unmittelbare Deutung gegen Zweifel und Bedenken zu immunisieren haben, vor allem in Situationen, in denen schnelle Entscheidungen erforderlich sind. Genau das tut die Realitätskategorie. Im täglichen Leben nehmen wir Wahrnehmungen als informationsspendende Bilder einer realen Welt und nicht als das Produkt kognitiver Interpretationen von Sinnesreizen. Das erspart uns zeitaufwendige (und damit u.U. gefährliche) Untersuchungen darüber, ob in der aktuellen Situation die gewählte Interpretation adäquat ist oder nicht. Sich sorgfältig zu überlegen, wie ein physikalisches Meßergebnis zu interpretieren

sei, ist in der Regel nützlich. Aber beim Anblick eines frei herumlaufenden Löwen ins Grübeln zu geraten, ob die Schlüsse, die wir auf Grund unserer Realitätsvorstellung hieraus ziehen, optimal sind, ist riskant.<sup>2)</sup> Die Interpretation von Sinnesdaten als Bilder einer für real gehaltenen Welt ist die Grundlage fast aller Theorien zur Bewältigung von Alltagssituationen. In dieser Eigenschaft hat sich die Realitätsvorstellung bewährt und sie wird dies auch in Zukunft tun. In Analogie zur sogenannten genetischen Bürde im organischen Bereich kann die Kategorie der Realität daher als kognitive Bürde aufgefaßt werden. D.h.: Wann immer und in welche Richtung auch immer unser kognitiver Phänotyp evolvieren sollte - Realität wird als Kategorie des angeborenen Weltbildes erhalten bleiben.

Wie oben gesagt, verlangt die CEE darüber hinaus, daß nicht nur Beobachtungsterme sondern auch mathematische und logische Terme mental operationalisierbar sein müssen. Wenn die kognitiven Operatoren, die unser Wahrnehmen bzw. unser mathematisches Denken generieren, aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen verwandt sind, sollten auch ihre Produkte, d.h. wahrgenommene Strukturen und mathematische Strukturen ähnlich sein. Das würde erklären, wieso sich die Extrapolation von Wahrnehmungen (d.h. Prognosen) durch mathematische Extrapolation simulieren läßt (Induktionsproblem. Siehe Dietrich 1991b) und warum sich die von uns verwendete Mathematik so gut zur Naturbeschreibung eignet. Davies (1990) spricht in diesem Zusammenhang von der algorithmischen Komprimierbarkeit der Welt (d.h., von dem Umstand, daß sich die Welt trotz ihrer offensichtlichen Komplexität dennoch in vielen Fällen durch relativ einfache mathematische Ausdrücke beschreiben läßt,) und Wigner (1960) von der 'unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences'.

Aus der hier postulierten Verwandtschaft zwischen Mathematik und Beobachtung durch analoge mentale Operationalisierung folgt, daß das Phänomen der qualitativen Erweiterung auch in der Mathematik erwartet werden kann (Dietrich, 1994b). Ähnlich den Operatoren der sinnlichen Wahrnehmung, die sich experimentell erweitern lassen, lassen sich auch die mentalen Operatoren, die unsere elementaren mathematischen Vorstellungen konstituieren, durch höhere und komplexere mathematische Kalküle erweitern. Das ist im Prinzip das, was Mathematik als Wissenschaft tut. Auch hier ist zu unterscheiden:

Ein **quantitative Erweiterung** soll vorliegen, wenn sich der Wahrheitsgehalt der erzielten Aussagen aus den verwendeten Axiomen herleiten läßt.

Eine **qualitative Erweiterung** soll vorliegen, wenn sich die verwendeten Kalküle aus den verwendeten Axiomen herleiten lassen, nicht aber der Wahrheitsgehalt der mit ihnen erzielten Aussagen. In diesem Falle muß das zugrunde liegende Axiomensystem erweitert werden. Daß so etwas vorkommen kann, und daß eine entsprechende Erweiterung des Axiomensystems nicht definitiv sein kann und daher nicht verhindern kann, daß etwas Vergleichbares erneut vorkommt - das folgt aus dem Unvollständigkeitssatz von Gödel.

Bemerkenswert ist, daß qualitative Erweiterungen rein emergente Phänomene sind, die sich nicht prognostizieren lassen. Quantenmechanische Meßapparaturen sind von ihrem Bauplan her rein klassisch konzipiert und lassen apriori durch nichts vermuten, daß die mit ihnen erzielten Resultate nicht mehr klassisch deutbar sind. Analoges gilt in der Mathematik. Es gibt keine allgemeinen Kriterien, die sagen, ob ein gegebenes Kalkül aus seiner axiomatischen Basis herausführen wird oder nicht.

Damit sind die nicht-klassischen physikalischen Theorien und die Unvollständigkeitssätze von Gödel homologe kognitive Phänomene: Weder gibt es einen definitiven Satz physikalischer Theorien (theory of everything), mit der sich alle (auch künftigen) physikalischen Probleme beschreiben lassen, noch einen definitiven Satz mathematischer Axiome, mit denen sich der Wahrheitswert aller nur denkbaren mathematischen Aussagen angeben läßt. In anderen Worten: Weder gibt es eine physikalische Realität im Sinne objektiver Naturgesetze, noch eine mathematische (oder 'Platonische') Realität im Sinne objektiver Axiome. (Das schließt nicht aus, daß die von uns verwendeten Gesetze in dem Sinne



universell sind, daß wir sie immer und überall im Universum bestätigt finden). Aus der Möglichkeit, unser wissenschaftliches Begriffssystem und Weltbild immer wieder neu formulieren zu müssen, folgt, daß weder Naturwissenschaften noch Mathematik 'erkenntnistheoretisch abgeschlossen' sind, wie Oeser (1996) es nennt.

Der Umstand, daß der Erfolg der mathematischen Extrapolation von Beobachtungsdaten als Prognoseinstrument aus der Sicht der CEE auf der entwicklungsgeschichtlich bedingten Verwandtschaft der mentalen Genese von visuellen und mathematischen Mustern beruht, läßt sich in einem speziellen Fall an Hand eines Modells 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), der zufolge 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 zurückführt. Zählen und Bewegung, so läßt sich zeigen, sind analoge Begriffe bei der mentalen Genese homologer algebraischer bzw. geometrischer Strukturen. Dieser Zusammenhang mag die Hoffnung wecken, 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: Die durch die mathematische Formulierung der einschlägigen Theorie nahe gelegte Einführung negativer Energien führte, obwohl sie physikalisch zunächst unverständlich war, zur Entdeckung des Positrons). Mathematik 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).

Anders als die Physiker, die für ihre vergleichbaren Erfahrungen mit klassisch nicht deutbaren Phänomenen 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 Platons 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, 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.

Das mag es verständlich machen, daß das Erstaunen der Mathematiker über den Gödelschen Satz nach wie vor ungebrochen ist. 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 sei (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 ist, als wenn Physiker meinten, es ginge in der Physik nicht mit natürlichen Dingen zu, nur weil nicht alle Apparaturen, deren Teile nach den Gesetzen der klassischen Physik kombiniert wurden, die Gesetze der klassischen Physik auch reproduzieren.

## **Wahrnehmen und Handeln**

Die Aufgabe von Wahrnehmungen ist es, die Aufstellung von Theorien zu ermöglichen, mit denen wir Handlungsfolgen prognostizieren können. Da sich uns Handlungsfolgen nur als Wahrnehmungen darstellen, können wir sagen: Mit Hilfe von Wahrnehmungen finden wir heraus, wie sich Wahrnehmungen unter dem Einfluß von Handlungen verändern. D.h.: Handlungen sind Operatoren, die auf Wahrnehmungen wirken.

Im Rahmen des klassischen Realismus läuft dies über die sogenannten Naturgesetze. Die Folgen unseres Handelns, so heißt es, sind durch Naturgesetze determiniert und mit Hilfe unserer (natürlichen und experimentellen) Wahrnehmungen verschaffen wir uns Informationen über eben diese Naturgesetze. Damit gilt die naturwissenschaftliche Entschlüsselung der Natur als wesentliche Voraussetzung für die Beherrschung der Natur. Nur durch die Kenntnis ihrer Gesetze können wir Natur meistern. Das heißt: Naturgesetze legen nicht nur fest, was wir in einer bestimmten Situation sehen, sondern auch, welchen Bedingungen unser Handeln unterworfen ist. Dies ist die eigentliche Legitimation für alle Naturforschung, insofern diese auf die Ergründung der Naturgesetze zielt.

Dieser Weg hat sich vielfach bewährt. Da es jedoch, wie gesehen, keine objektiven Naturgesetze gibt, ist dieser Weg trotz seines Erfolges heuristisch nicht legitimiert. Da die Naturgesetze in ihrer Eigenschaft als Invarianten kognitiver Operatoren aus unserem kognitiven Phänotyp resultieren, und da die Handlungsmöglichkeiten, die wir ausschöpfen, um den Naturgesetzen gerecht zu werden, durch unseren organischen Phänotyp festgelegt sind, reduziert sich das Problem der Naturbeherrschung auf die Frage, wie der organische und kognitive Phänotyp - oder besser gesagt, wie Handeln und Wahrnehmen zusammen hängen.

Nach klassischer Vorstellung sind Handlung und Wahrnehmung wesentlich unterschiedliche Kategorien. Handlung meint den Einfluß des Individuums auf die Welt, und Wahrnehmung die Wirkung der Umwelt auf das Individuum. In der CEE hingegen werden beide Kategorien durch den selben Mechanismus repräsentiert, so daß es keinen wirklich wesentlichen Unterschied zwischen ihnen gibt. Nehmen wir einen Hammer, so ist dieser zunächst als Handlungsoperator konzipiert zur Veränderung von Festkörpern. Wir können ihn aber auch als Instrument zum Testen von Materialfestigkeiten nehmen, d.h. als Wahrnehmungsinstrument. Der Unterschied zwischen Wahrnehmen und Handeln besteht dann lediglich darin, daß wir im ersten Falle nach den Invarianten des verwendeten Operators fragen, und im zweiten Fall nach dessen Kovarianten d.h., nach dem, was sich unter dem Einfluß des Operators verändert. Unser angeborenes Weltbild hängt damit von der phylogenetischen Entscheidung ab, welche Operatoren wir nutzen, um aus ihren Invarianten das kognitive Koordinatensystem zu errichten, mit dessen Hilfe wir das Weltgeschehen beschreiben (definierende Operatoren), und welche Operatoren wir benutzen, um das Weltgeschehen zu verändern (verändernde Operatoren). Diese Entscheidung ist jedoch nicht willkürlich sondern unterliegt, wie wir sehen werden, einem relativ einfachem Schema.

Wenn wir eine physikalische Messung vornehmen (was eine Handlung darstellt), so ist das Resultat in physikalischer Ausdrucksweise Invariante der verwendeten Apparatur. Anders gesagt: Wir benutzen die Invarianten einer Apparatur, um die Folgen ihrer Anwendung zu

beschreiben, d.h. wir beschreiben die Kovarianten eines Operators mit Hilfe seiner Invarianten. Das läßt sich kognitiv verallgemeinern: Die Handlungen mit denen wir unsere Welt ausloten, können als Messung (d.h. als Wahrnehmung im weiteren Sinne) aufgefaßt werden. Meßresultate (oder, wie man auch sagen kann: die Resultate unserer Erfahrungen) sind dann Weltbilder und Theorien, die für das stehen, was wir die unveränderliche und damit objektive Welt nennen, d.h. das, was invariant ist gegenüber all unserem Tun und Handeln. Wollen wir hingegen die Kovarianten unseres Handelns beschreiben d.h. das, was sich als Folge unseres Handelns verändert, so müssen wir uns an das halten, was wir eben über den Zusammenhang von Kovarianten und Invarianten von Messungen gesagt haben: Die Beschreibung von Handlungsfolgen kann nur in den Termini der Handlungsinvarianten geschehen, d.h. in den Termini unseres Weltbildes. Anders gesagt: Die definierenden Operatoren müssen sich in den Invarianten der Handlungsoperatoren darstellen lassen<sup>3)</sup>. Dies genau ist der oben gesuchte Zusammenhang zwischen Wahrnehmen und Handeln, der ohne die Zwischenstation objektiver Naturgesetze auskommt.

Wenn dieser Zusammenhang tatsächlich besteht, müssen die elementaren Wahrnehmungskategorien gleichzeitig die Invarianten elementarer Handlungsoperatoren sein. Um das zu prüfen, müssen wir erst einmal fragen, was die elementarsten Handlungsoperatoren sind. Es sind dies nicht etwa unsere Hände und die von Ihnen geführten Werkzeuge. Vielmehr sind es unsere Beine. Durch einige Schritte können wir die Umwelt eines Raumes, in dem wir uns gerade befinden, gegebenenfalls in die Umwelt eines blühenden Garten verwandeln. Zu Not könnten wir das auch mit unseren Händen tun, in dem wir sie zu den entsprechenden Umbauten einsetzen. Das Verfahren ist jedoch ungleich aufwendiger und zeitraubender. Einer der wichtigsten humanspezifischen Operatoren ist daher Lokomotion. Unser Weltbild muß sich daher wesentlich auf die Invarianten dieses Operators stützen. In der Tat ist die zentrale Kategorie unserer Weltbeschreibung die Existenz von Gegenständen und räumlichen Strukturen, deren Identität als Bewegungsinvariante definiert ist.

Fassen wir zusammen: Physisches Handeln und die kognitiven Operatoren, die wir zur Beschreibung der Handlungsfolgen benutzen, gehen aus den selben organischen Operatoren bzw. Werkzeugen hervor. Analoges gilt im kognitiven Bereich: Wahrgenommene Muster oder Regelmäßigkeiten und die Instrumente mathematischen Denkens, mit deren Hilfe wir sie darstellen, leiten sich ebenfalls aus gleichen Operatoren ab. Damit sind mathematische Muster, wahrgenommene Muster und die von uns artikulierten Handlungsfolgen im Wortsinne homolog, insofern sie auf gemeinsame Operatoren zurückgehen. Das ist auch der Grund, warum sie als Instrumente der Kompetenzerweiterung so gut mit einander harmonieren, und warum wir Wahrnehmungen im Sinne einer Prognose extrapolieren können, d.h., warum Induktion funktioniert.

## **Die Wahrnehmung von Raum und Zeit**

Bisweilen wird argumentiert, daß unser Anschauungsraum 3-dimensional organisiert sei, weil die Welt, in der wir leben, selber 3-dimensional sei, und daß ein Affe, der keinen 3-dimensionalen Anschauungsraum hätte, nicht struzfrei von Ast zu Ast springen könnte und somit, wie Lorenz sagt, nicht zu unseren Vorfahren gehört haben kann. Es läßt sich nämlich leicht zeigen, daß sich auch mit einem 2- oder 4-dimensionalen Anschauungsraum ein in sich konsistentes und überlebensnützliches Weltbild konstruieren läßt, und zwar unabhängig davon, wie viele Freiheitsgrade der Bewegung tatsächlich zur Verfügung stehen. Die von Lorenz (1983) beschriebenen Kinästhetiker zeigen uns, daß sogar 1-dimensionale Anschauungsräume, die allein auf den linearen Kontext der durchlaufenen 3-dimensionalen Lebensbahn Bezug nehmen, durchaus zum Überleben ihrer Träger beitragen können. Ein Affe, der von Ast zu Ast springen will, muß seine Wahrnehmungen keineswegs im Sinne einer 3-dimensionalen Perspektive (d.h.

geometrisch) interpretieren. Es genügt, wenn er die Welt so 2-dimensional sieht, wie sie ihm auf der Netzhaut geboten wird. Er muß dann allerdings davon ausgehen, daß seine Sprungbewegungen das 2-dimensionale Zielobjekt auf charakteristische Weise physisch wachsen zu lassen und zu verschieben vermögen (denn von der Perspektive weiß er per Definition nichts) und daß er genau dann zuzugreifen hat, wenn Lage und Größe des Astes typische Werte erreicht haben. Hat er das gelernt, kann er springen und ein externer Beobachter wird die resultierenden Bewegungsstrategien in nichts von den Strategien unterscheiden können, die aus 3-dimensionaler Wahrnehmung erwachsen sind. (Daß eine Physik, die von einem angeborenen Weltbild auszugehen hat, in welchem wir Gegenstände nicht nur durch die Kraft unserer Hände sondern auch durch gewisse Laufbewegungen unserer Füße "deformieren" können, völlig anders aussehen müßte, als die uns geläufige Physik, liegt auf der Hand.) Die Frage, ob Umweltveränderungen physisch oder geometrisch gedeutet werden sollten, taucht übrigens auch an anderer Stelle auf: Wir können die 3-dimensionalen Bahnen der Planeten sowohl als das Resultat expliziter Gravitationskräfte betrachten (die physische Lösung), als auch als geodätische Linien eines im 4-dimensionalen gekrümmten 3-dimensionalen Raumes, wie das die allgemeine Relativitätstheorie tut (die geometrische Lösung). Da es sich hier nur um die unterschiedliche Interpretation der gleichen Wahrnehmung handelt, kann eine Entscheidung so wenig empirisch (d.h. durch Anpassung bzw. Selektion) fallen wie bei der Frage, ob Primaten ihre visuellen Wahrnehmungen 2- oder 3-dimensional interpretieren sollten. Anders gesagt: Anschauungsräume und kategoriale Systeme sind reine Beschreibungssysteme. Sie sagen uns als solche zwar Einiges darüber, wie wir die Welt sehen (Dietrich 1993), nichts aber über die Welt selbst, die mit ihrer Hilfe beschrieben werden soll. Sie können sich daher auch nicht in Anpassung an die Welt herausgebildet haben. Man kann auch nicht argumentieren, ein 3-dimensionaler Anschauungsraum sei ökonomischer als ein z.B. 2-dimensionaler. Eher gilt das Gegenteil: Ein 2-dimensionaler Anschauungsraum legt es nahe, wahrgenommene geometrische Bilder unmittelbar als reale Eigenschaften zu deuten. Was uns hingegen unsere 3-dimensionalen Anschauung vermittelt, nennen wir scheinbare Formen und Größen. Die reale Gestalt von Gegenständen, obwohl sie eines der zentralen Elemente unserer Lebensgestaltung ist, hat noch nie jemand gesehen. Sie ist viel mehr ein Abstraktum, das erst durch eine aufwendige Verrechnung visueller Daten zustande kommt. Diese Verrechnung erscheint uns adäquat und optimal, weil sie erstens allen Menschen als Resultat der Entwicklungsgeschichte gemein (und damit kommunizierbar) ist, und zweitens weil sie im Unbewußten und ohne expliziten mathematischen Aufwand vollzogen werden kann. Obwohl sich ein 2-dimensionaler Anschauungsraum objektiv leichter realisieren ließe, erscheint er uns unvergleichlich komplizierter, weil die notwendigen Kalküle nicht angeboren sind sondern durch explizite (und damit zeitaufwendige) mathematische Berechnungen erstellt werden müßten.

Anhand der räumlichen Anschauung läßt sich ein Beispiel konstruieren für die Notwendigkeit, den kognitiven Phänotyp beim Auftreten qualitativer Erweiterungen des Handlungsspektrums modifizieren zu müssen, das gleichzeitig die oft zitierte Unanschaulichkeit der Relativitätstheorie besser beleuchtet. Stellen wir uns sehfähige und mit Intelligenz begabte Pflanzen vor, die bewegungsunfähig in einer unbewegten Welt leben. Für diese Pflanzen ist es nicht erforderlich, zwischen Gegenständen zu unterscheiden, die tatsächlich klein sind und solchen, die auf Grund ihrer größeren Entfernung nur klein erscheinen, wie wir sagen würden. Entsprechend würden sie ein 2-dimensionales Weltbild entwickelt haben. Wegen des daraus resultierenden Mangels an perspektivischen Erfahrungen würden sie ein Auto, das sie zum ersten Mal in der Gegend herumfährt, vermutlich als Gerät deuten, das den Gegenständen ihrer Welt Wachstumshormone zu infiltrieren bzw. abzusaugen vermag. Für uns ist diese Deutung absurd. Für die Pflanzen freilich könnte das als 'klassischer' Theorienvorschlag gerade noch durchgehen. Klassisch irreparable Probleme bekommen sie jedoch, wenn sie lernen, mit einander zu kommunizieren, und bei der Gelegenheit erfahren, daß Gegenstände, die für den

einen klein sind, für den anderen durchaus groß sein können. Nach anfänglichem Zögern werden sie sich vermutlich zu einer Art geometrischen Relativitätstheorie durchringen, in der der Begriff des Gleich-groß nichts Absolutes ist, sondern von der relativen Position abhängt. Genau so haben sich Physiker durch den Vergleich von Meßresultaten bewegter Beobachter genötigt gefühlt, die spezielle Relativitätstheorie aufzustellen, in der der Begriff des Gleich-zeitig nichts absolutes ist, sondern von der relativen Bewegung abhängt. Wir können somit sagen, daß für kognitiv 2- bzw. 3-dimensional konstruierte Lebewesen die Kommunikation eine qualitative Erweiterung ihres Handlungsspektrums darstellt, die den Umbau ihrer jeweiligen Weltbilder erzwingt. (Es sei hier am Rande vermerkt, daß sich diese Parallele noch weiter ausbauen läßt. Dabei stellt sich heraus, daß im 3-dimensionalen Fall die Endlichkeit aller Geschwindigkeiten ( $v < c$ ), im 2-dimensionalen Fall der Endlichkeit aller Längen entspricht, da diese dort nur über den Öffnungswinkel  $< 180^\circ$  gemessen werden können).

Der hier vorgeführte enge Zusammenhang zwischen Handlungs- und Wahrnehmungsoperatoren provoziert die Vermutung, daß Beschreibungskategorien entwicklungsgeschichtlich gesehen überhaupt nur aus ihrer Fähigkeit heraus verstanden werden können, die Kovarianten bestimmter Operatoren darzustellen. Daraus folgt, daß der kognitive Phänotyp nicht geschaffen sein kann, die Welt zu ergründen sondern die Handlungsmöglichkeiten des organischen Phänotyps zu erweitern.

Erläutern wir das am Beispiel von Raum und Zeit. Unser klassisches Weltbild sieht Raum und Zeit als primäre Kategorien, oder, wie Kant sagt, als "notwendige Vorstellungen, die allen äußeren Erscheinungen zu Grunde liegen". Bewegung gilt als abgeleitete Kategorie, als Abbildung der Zeitskala auf eine Raumkurve. Durch Untersuchungen an Kindern wird Piaget (1974) jedoch zu der Annahme geführt, daß die primitiven Intuitionen, wie er es nennt, nicht Zeit und Raum, sondern Zeit und Bewegung sind. Räumlichkeit und räumliche Metrik hingegen sind abgeleitete Kategorien, die erst durch den Bewegungsvorgang operationalisiert werden. Auf der anderen Seite ist Bewegung ohne die Vorstellung eines Raumes, in dem sie statt findet, gar nicht vorstellbar. Daraus folgt, daß Bewegung selbst erst die mentale Kategorie hervorbringt, nämlich den Raum, die zur Erfassung von Bewegung notwendig ist. Genau das haben wir oben gesagt: Was ein Operator tut, ist nur in den Termini seiner Invarianten darstellbar.

Wir sind im Zusammenhang der mentalen Operationalisierung des Zeitpfeils auf ein ganz ähnliches Phänomen gestoßen. Der Zeitpfeil, so hatten wir gesagt, läßt sich nicht operationalisieren, weil der Begriff des Operators selbst die Definition des Zeitpfeils bereits voraussetzt. Als Lösung war vorgeschlagen worden, auf das Gedächtnis und die Erinnerung an Ereignisse zu rekurrieren. Ereignisse sind aber aus kognitiver Sicht bereits selber Operatoren. Sie führen den Zustand vor dem Ereignis in den nach dem Ereignis über, und sind damit wie jeder Operator auf die vorherige Definition des Zeitpfeils angewiesen. Ohne Zeitpfeil bleiben Ereignisse undefiniert und damit alles, was wir in unserem Gedächtnis abspeichern, um damit Geschichte schreiben zu können. Damit erweist sich auch Zeitlichkeit als mentaler Modus, der selbst erst operationell hervorgebracht werden muß. So wie räumlich Metrik erst durch den Bewegungsvorgang generiert wird (d.h. Bewegung generiert selbst erst diejenige Kategorie, nämlich den Raum, die zur Beschreibung von Bewegung notwendig ist) so muß Zeitlichkeit erst durch Operatoren generiert werden (d.h. Operatoren generieren selbst erst die Kategorie, ohne die nicht beschrieben werden kann, was Operatoren sind).

Die begriffliche Schwierigkeit, den raum-zeitlichen Charakter unserer Erfahrungswelt als humanspezifisches Konstrukt zu akzeptieren, ist unterschiedlich ausgeprägt. Was die Raumvorstellung anbelangt, so ist es, außer bei naiven Realisten, keine Frage, daß visuell als räumlich wahrgenommene Muster nicht objektiv in dem Sinne sind, daß sie als Abbild realer Strukturen gedeutet werden könnten, d.h. die Welt muß nicht sein wie sie aussieht. Hier sind wir noch am ehesten bereit, unserem Weltbild eine reduzierte Objektivität zuzugestehen. Anders bei der Zeit! Registrierten Zeitmustern von Ereignissen wird eine objektive Existenz zugesprochen

in dem Sinne, daß Ereignisse real in der von uns registrierten Reihenfolge aufgetreten seien, woran im Nachhinein auch nichts mehr geändert werden könne. Selbst Gott könne die Vergangenheit nicht ändern, heißt es. Weizsäcker (1985) nennt dies die Faktizität des Vergangenen. Tatsächlich jedoch lassen sich Ereignisse nur als Resultate von kognitiven bzw. wissenschaftlichen Interpretationen definieren, so wie visuelle Muster sich nur als Invarianten kognitiver Operatoren deuten lassen. Ereignisse an sich sind so wenig definiert wie räumliche Muster. Eine Änderung der verwendeten Interpretationen (z.B. im Lichte einer neuen Theorie), vermag daher die Vergangenheit durchaus zu verändern. So mag ein um die Jahrhundertwende eindeutig dokumentiertes physikalisches Experiment belegt haben, daß eine Überlichtgeschwindigkeit aufgetreten sei. Nach dem Aufkommen der Relativitätstheorie wäre es notwendig geworden, das Protokoll dieses Experiments zugunsten einer Unterlichtgeschwindigkeit umzuschreiben. Analoges würde bei einer evolutionären Veränderung der kognitiven Operatoren gelten. Da dies jedoch in historischen Zeiträumen nicht mehr vorgekommen ist, konnte sowohl die Illusion von der Faktizität des Vergangenen aufkommen wie auch die Illusion von der Objektivität der Naturgesetze.

### **Assimilation und Akkommodation**

Zu dem Begriffspaar Handlung und Wahrnehmung gibt es im organischen Bereich ein verwandtes Paar, das besonders durch Piaget Bedeutung erlangt hat: Assimilation und Akkommodation. Assimilation heißt die Modifikation externer Gegebenheiten in Anpassung an interne Anforderungen. Akkommodation heißt die Modifikation dieser Anforderungen in Anpassung an externe Gegebenheiten. Im Vordergrund der synthetischen Theorie steht der Aspekt, daß Evolution im Wesentlichen aus Akkommodation besteht, d.h. aus der Anpassung des Organismus (via Mutation und Selektion) an die äußeren Gegebenheiten, sodaß das Akkommodat als eine Art funktionalen Abdrucks des Biotops aufgefaßt werden kann (Hufe als Abbild des Steppenbodens). Evolution ist aber in zunehmenden Maße auch Assimilation. In dem Maße wie sich die akkommodierende Anpassung immer komplexerer Baupläne an veränderte Außenbedingungen nicht mehr realisieren läßt, konzentrieren sich die Bemühungen, die mögliche Diskrepanz zur Außenwelt zu beheben auf Assimilation, d.h. auf Handlungen im weiteren Sinne, die die Stoffe und Bedingungen der Umwelt an die Bedürfnisse der eigenen Konstitution anpassen. Das reicht vom Metabolismus, über die Homöostase und die Auswahl geeigneter Nischen bis zum technischen Handeln des Homo sapiens. Daß die relevante Umwelt mit ihrem Selektionsdruck eher ein Artefakt der verschiedenen Arten ist und nicht so sehr eine objektive und externe Gegebenheit, wurde schon von Waddington (1959) erkannt: "Animals are usually surrounded by a much wider range of environmental conditions than they are willing to inhabit. They live in a highly heterogeneous 'ambience', from which they themselves select the particular habitat in which their life will be passed. Thus the animal by its behaviour contributes in a most important way to determining the nature and intensity of selective pressures which will be exerted on it. Natural selection is very far from being as external a force as the conventional picture might lead us to believe".

Ähnlich verhält es sich im kognitiven Bereich. Unser kognitiver Apparat und seine Erweiterungen in Form von Theorien dienen der Prognose von Handlungsfolgen. Die Modifizierung dieses Instrumentariums zur Erhöhung der Zahl richtiger Prognosen entspricht der Akkommodation. Die Zahl richtiger Prognosen läßt sich aber auch dadurch vermehren, daß wir die Zahl der Handlungen vermehren, die in den Zuständigkeitsbereich des gegebenen kognitiv/wissenschaftlichen Apparats fallen. Das entspricht der Assimilation. Sie artikuliert sich in der gesamten technisch-wissenschaftlichen Entwicklung vom Faustkeil bis zum Computer, begleitet von gelegentlichen akkommodierenden Modifikationen der einschlägigen Theorien, und manchmal sogar von Akkommodationen des Weltbildes, nämlich dann wenn qualitative

Handlungserweiterungen (im obigen Sinne) auftreten,

Akkommodation - und zwar sowohl im organischen wie im kognitiven Fall - paßt sich damit an die Vorgaben der Assimilation an und Assimilation orientiert sich an den Resultaten der Akkommodation. Weder im organischen noch im kognitiven Bereich ist Platz für die determinierende oder bewertende Wirkung einer unabhängigen Außenwelt als Zwischenglied.

Wir hatten oben gezeigt, daß sich nicht nur kognitive Kategorien als Invarianten von Handlungsoperatoren herausgebildet haben, sondern daß darüber hinaus unser gesamtes Weltbild als Invariante der Summe unseres bisherigen Tuns und Handelns (des eigentlichen - einschließlich des wissenschaftlichen - wie auch des evolutionären) aufgefaßt werden kann. Die Welt samt ihrer implizierten Bedingungen ist damit definiert als das aktuelle Resultat der organischen und kognitiven Evolution, genauer, der Akkommodation. Sie repräsentiert damit unseren kognitiv/wissenschaftlichen Phänotyp. Die von uns wahrgenommene und thematisierte Welt und ihre Bedingungen sind also nicht das Ziel der Akkommodation sondern ihr Resultat. Damit ist die Anpassung an die Welt, so wie wir sie sehen, nicht eine Frage einer von der Evolution erbrachten (und zu bestaunenden) Leistung sondern eine Frage der Definition der Welt durch die Evolution - Welt, definiert als Invariante der Evolution! Hierin liegt der Unterschied zwischen der klassischen Vorstellung und der CEE. Die klassische Position sieht die Welt als Bewertungsinstanz für die Bemühungen der Evolution. Die CEE sieht und erklärt die Welt als Resultat der Evolution.

### **Zur Operationalisierung des Epistemologiebegriffs**

Die eingangs erhobene Forderung, daß jeglicher Begriff operational zu definieren sei, kann nicht vor der Epistemologie halt machen. Dies erscheint zunächst absurd. Epistemologien sind Metatheorien, die die Begriffe und Fragestellungen der ihnen zugeordneten Wissenschaften verwalten, d.h. definieren bzw. selektierend bewerten<sup>4)</sup>. Eine Epistemologie operational definieren zu wollen, hieße nach den Kriterien zu fragen, denen Epistemologien selbst - unabhängig von ihrem speziellen Inhalt - zu genügen haben, d.h., es wäre nach einer Metatheorie für Metatheorien zu fragen. Der endlose Regreß, der sich hier abzeichnet, läßt sich nur vermeiden, wenn sich eine Metatheorie auf einer der dafür in Frage kommenden Ebene selbst zu reproduzieren vermag. Wie ist das zu verstehen? Die oben gemachte Aussage, daß die Historizität der Welt ein humanspezifisches Artefakt ist, erscheint um so problematischer als sie sich (auf dem Wege über die CEE) ausgerechnet auf die biologische Evolution stützt, die gerade den zeitlichen Ablauf biologischen Geschehens in der Welt zum Gegenstand hat. Anders gesagt: Auf der einen Seite ist unser Weltbild letztlich das Konstrukt unseres kognitiven bzw. experimentellen Apparats (EE). Auf der anderen Seite ist es gerade der Inhalt dieses Weltbildes, auf den sich Physik und Biologie und damit die Vorstellung von der Entwicklung unseres Gehirns und der dort etablierten Operatoren stützen (Physikalismus). Die Frage stellt sich, was hier Henne und was Ei ist. Ist es die reale Welt, in der wir leben und die sich im Laufe der biotischen Evolution bis zu den Gehirnfunktionen entwickelt hat, oder sind es die Gehirnfunktionen (oder wie immer man diese Wurzel nennen sollte), die uns als Mittel der Daseinsbewältigung das Bild einer realen Welt vermitteln? Anders gefragt: Sind Wahrnehmungen Teil bzw. Werk der Natur oder ist Natur nichts als eine Kategorie unseres Wahrnehmungsapparates?

Die erste Version, ist eine Theorie über die Entstehung menschlichen Wissens, das in einer und durch eine real existierenden Welt entstanden ist. Sie repräsentiert eine naturalistische Position, wie sie im wesentlichen von der EE vertreten wird. Ihre Schwäche ist, daß der erkennende Apparat, repräsentiert durch unser Gehirn, selbst ein Begriff ist, der erst durch den erkennenden Apparat, d.h. durch sich selbst hervorgebracht werden muß. Anders gesagt: Eine Erkenntnistheorie, d.h. eine Theorie über die Möglichkeit und die Formen der Erkenntnis, die

sich aus Erkenntnis herleiten will, führt in einen Zirkel. Diesen Vorwurf kann die aktuelle EE nicht mit eigenen Mitteln abwehren. Der Versuch, nur die Kategorien von Raum, Zeit, Kausalität usw. zur Disposition einer einerstammesgeschichtlichen Deutung zu stellen, nicht aber die Kategorie der Realität und der Welt, die alles dies zu verantworten hat, degradiert die EE von einer Erkenntnistheorie zu einer Theorie der Entstehung menschlichen Wissens innerhalb eines vorgegebenen und für gesichert gehaltenen ontologischen Rahmens.

Die zweite Version entspricht der Position der CEE. Sie führt, ähnlich wie die EE, die möglichen Formen menschlicher Erkenntnis auf die Beschaffenheit des erkennenden Apparats zurück, allerdings ohne gleichzeitig der Welt, die ja als Begriff selbst erst das Resultat menschlicher Erkenntnis ist, die Bewertungshoheit für eben diese Erkenntnis zuzuweisen. Das erspart der CEE jedoch nicht den Vorwurf der Zirkularität, denn auch sie spricht von einer Welt, ohne die die Evolution kognitiver Operatoren nicht gedacht werden kann. Unser kognitiver Phänotyp generiert ein Weltbild, in dem eine physische Natur vorkommt, die, beginnend mit dem Urknall, zunächst abiotisch, später biotisch zu evoluierten vermag bis zu den Primaten und schließlich zu Menschen mit ihrem kognitiven Phänotyp. Anders gesagt, unser kognitiver Phänotyp generiert gerade ein solches Weltbild, das es erlaubt, die Genese eben dieses kognitiven Phänotyps als Evolution im Rahmen eben dieses Weltbildes zu verstehen. Jeder kognitive Phänotyp, der sich auf diese Weise selbst zu reproduzieren vermag, repräsentiert eine mögliche und in sich konsistente Welt, samt ihrer Deutung und ihrer Beherrschung - wobei es von besonderer Bedeutung ist, daß keine dieser 'möglichen Welten' ontologisch privilegiert ist. Das Gleiche gilt für den organischen Phänotyp: Jeder autoreproduktionsfähige Organismus repräsentiert ein von ihm ausgewähltes bzw. geschaffenes Biotop samt der Möglichkeit dort zu überleben. Damit wird, wie oben gefordert, auf die Ontogenese des kognitiven Phänotyps das selbe Kriterium angewandt wie auf die organische Ontogenese: Beide müssen sich als zirkulärer, autoreproduktiver Prozeß verstehen lassen. Zirkularität, die im Rahmen des Realismus ein 'killing argument' ist, weil sie den Aussagen die einzig für kompetent gehaltene, weil externe, Bewertung vorenthält, wird hier in Form der Autoreproduktion zur Notwendigkeit.

Im Organischen gilt: Es ist allein das epigenetische System eines Organismus, das darüber entscheidet, wie die Struktur des Genoms interpretiert und zum Phänotyp exprimiert wird. Zur identischen Fortpflanzung kommt es freilich erst dann, wenn das epigenetische System gerade einen solchen Phänotyp exprimiert, dem es selbst wieder als Bestandteil angehört.

Im Kognitiven gilt: Es ist allein der kognitive Apparat (mit den darauf aufbauenden Wissenschaften), der darüber entscheidet, wie Sinnesreize interpretiert und zu welchem Weltbild sie exprimiert werden. Konsistent und damit überlebensfähig ist ein solcher Wissenserwerb freilich erst dann, wenn der kognitive/wissenschaftliche Apparat gerade ein solches Weltbild generiert, dem er selbst wieder als Bestandteil angehört.

So wenig wie das Genom für sich allein den Phänotyp im Sinne eines 'Blue-print' determiniert, sondern nur eines von mehreren Niveaus im Kreis der Autoreproduktion repräsentiert - so wenig determinieren Sinnesreize ihre Interpretation und damit die Reaktionen, die sie gegebenenfalls auslösen. Dem widerspricht nicht, daß im Kontext eines gegebenen organischen bzw. kognitiven Phänotyps mit gegebenen Interpretationsmechanismen sowohl eine genetische Mutation als auch gewisse neue Wahrnehmungen zu reproduzierbaren Veränderungen unseres Körperbaus bzw. unserer Theorien führen. Das heißt, solange das epigenetische System unverändert bleibt, wird eine genetische Mutation immer das Gleiche hervorbringen. Und solange unser kognitiver Apparat und die darauf aufbauenden Theorien unverändert bleiben, werden wir bestimmte Sinnesreize immer in die gleichen Bilder übersetzen bzw. in der gleichen Weise interpretieren (andernfalls könnten wir nicht über Erfahrungen kommunizieren). Man darf daraus nur nicht folgern wollen, daß Mutationen bzw. Wahrnehmungen determinieren, was sie eigentlich nur initiieren. Das tun sie erst im Zusammenspiel mit den jeweiligen Interpretationsmechanismen und nur so lange diese keinen



qualitativen Erweiterungen unterliegen. Analoges gilt für die Anpassung. Die Bewertung unserer Handlungsstrategien im Lichte äußerer Anforderungen ist nur so lange sinnvoll, als letztere unverändert bleiben. Wir sprechen dann von quantitativen Verbesserungen unserer Handlungsmöglichkeiten. Wenn Handeln die Randbedingungen und damit die Richtung des Anpassungsdrucks verändert, soll von qualitativen Veränderungen die Rede sein (Akkommodation).<sup>5)</sup> Die Welt, gesehen als die Summe der für uns relevanten Randbedingungen und der daraus resultierenden Handlungsziele, unterliegt somit der ständigen Aktualisierung (Assimilation). Das beginnt mit dem organischen Phänotyp, der festlegt, welche Art weiteren evolutionären 'Handelns' eben diesen Phänotyp zu verändern vermag, und es endet mit dem kognitiven Phänotyp, der über unser Weltbild vorgibt, welche Art wissenschaftlichen Handelns gegebenenfalls eben dieses Weltbild und die daraus resultierenden Forschungsziele zu verändern vermag. So wie die organische Evolution die Evolution des Anpassungsdrucks und damit der Evolutionsziele hervorbringt, bringt die kognitiv/wissenschaftliche Evolution die Evolution der zieldefinierenden Paradigmen hervor.

## **Realität und Wirklichkeit**

Aus klassischer Sicht ist **Wirklichkeit**, "was wir sehen" d.h. das Resultat von Wahrnehmungen und Messungen. **Realität** bezeichnet denjenigen Teil der Wirklichkeit, der prinzipiell resistent ist gegenüber allen jemals durchgeführten Handlungen im eigentlichen Sinne. Realität repräsentiert damit im wesentlichen die Naturgesetze, die als immun gelten gegenüber menschlichen Eingriffen.

In der CEE sind sowohl Wirklichkeitsstrukturen als auch Naturgesetze definiert als Invarianten phylogenetisch erworbener kognitiver Operatoren sowie ihrer qualitativen experimentellen Erweiterungen (Meßoperatoren mit klassisch nicht deutbaren Resultaten). Beide, Wahrnehmungen und Naturgesetze, werden daher von einer möglichen Veränderung dieser Operatoren betroffen. Da die Evolution der angeborenen kognitiven Operatoren als abgeschlossen gelten kann, kommen hierfür nur noch qualitative experimentelle Erweiterungen in Frage, die uns zum Umbau unseres Weltbildes nötigen. So wurden gemessene Rotverschiebungen vor dem Michelsonversuch anders gedeutet als danach (siehe oben). Wirklichkeitsstrukturen unterliegen darüber hinaus noch dem Handeln im eigentlichen Sinne (Veränderung der aktuellen Umwelt durch Manipulation oder Lokomotion)

Die Bedeutung der Naturgesetze für unsere Daseinsbewältigung beruht also nicht auf deren immer wieder postulierten ontologischen Qualität sondern auf der Möglichkeit, mit ihrer Hilfe Handlungsfolgen zu prognostizieren, was wiederum auf dem Umstand beruht, daß sich die dafür zuständigen kognitiven Operatoren entwicklungsgeschichtlich als Invarianten unserer Handlungsoperatoren konstituiert haben. Die ontologische Qualität und damit die Objektivität einer durch die Summe der Naturgesetze definierten Realität zu leugnen, heißt also nicht, daß wir damit die Gesetze selbst und ihre Bedeutung als erprobte Elemente unserer Daseinsbewältigung ignorieren dürften. Genau so wenig können wir die Bedeutung einer roten Verkehrsampel als Teil der Wirklichkeit mit der Begründung ignorieren, sie sei nicht universell sondern beruhe nur auf humanspezifischen Verabredungen.

Fassen wir zusammen: Wirklichkeit und Realität, die in klassischer Sicht bedeutungsgleich sind, lassen sich in der CEE durchaus sinnvoll unterscheiden: Realität ist das, was allen unserer Handlungen gegenüber resistent ist. Das sind nach klassischer Auffassung nur die Naturgesetze. Aber selbst die müssen gelegentlich revidiert werden, wie wir gesehen haben. Genauer gesagt, sie müssen außerhalb eines reduzierten Gültigkeitsbereichs revidiert werden. Das ist gemeint, wenn wir sagen, daß es keine Realität im klassischen Sinne gibt. Innerhalb ihres Gültigkeitsbereichs jedoch gelten sie nach wie vor und es empfiehlt sich nicht, sie dort zu ignorieren. Wirklichkeit hingegen bezeichnet die wahrnehmbaren Details unserer Umwelt, wie

den Umstand, daß hier ein Stuhl steht und dort eine Person sitzt. All das können wir bei Bedarf verändern, genau wie die Verkehrsampeln oder die Fahrpläne der Eisenbahn. Der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Realität besteht somit darin, daß die Strukturen der Wirklichkeit invariant sind gegenüber unseren Wahrnehmungsoperatoren. Die Strukturen der (aktuellen) Realität, d.h. die (aktuellen) Naturgesetze, sind darüber hinaus auch noch invariant gegenüber allen uns heute bekannten empirische Methoden. Realität in dem hier erläuterten Sinne ist damit sehr viel 'robuster' als Wirklichkeit.

Das berührt auch den häufig erhobenen Vorwurf, der Konstruktivismus führe geradewegs in den Solipsismus (Dietrich 1991a). Zumindest gegenüber der CEE läßt sich dies nicht aufrecht erhalten. Wirklichkeit, wie sie sich in der physischen oder sozialen Wahrnehmung äußert, wird keineswegs geleugnet. Es wird nur gesagt, daß es keinen universellen Standard der Wahrnehmung gibt, sondern daß alle Wahrnehmung immer nur humanspezifische Interpretation von Sinnesreizen sei. Da Eigenschaften, von was auch immer, nur durch den Umstand definiert sind, daß sie Invarianten von Wahrnehmungs- bzw. Meßoperatoren sind, können sie keine eigenständige ontologische Qualität haben. Da auf der anderen Seite Gegenstände nur über ihre Eigenschaften definiert werden können, bleibt auch der Begriff des objektiven Gegenstandes undefiniert. Die CEE kann sich daher gar nicht zu objektiven oder wirklichen Gegenständen äußern, und zwar weder positiv, indem sie Aussagen über sie macht, noch negativ, indem sie ihre Existenz leugnet. Die Leugnung der Existenz ontologisch autonomer Gegenstände (wie z.B. anderer Personen) ist aber die Grundlage des Solipsismusvorwurfes.

Die verschiedenen hier diskutierten epistemologischen Positionen lassen sich am besten charakterisieren, wenn man sie nach ihrem Verhältnis zur Realität fragt und wie sie ihren funktionalen Verpflichtungen nachkommen:

(a) Der elementarste Ansatz ist, daß wir gegebenen Umweltbedingungen zu genügen haben, die sich wiederum aus den Strukturen der Welt herleiten lassen, sodaß Wahrnehmungen und die daraus abgeleiteten Theorien nur dann zur Naturbeherrschung und Lebensbewältigung beitragen können, wenn sie als (mehr oder weniger verschlüsselte) Abbilder dieser Strukturen gelten können. Dies ist die Grundlage der verschiedenen Varianten des **Realismus**. Die Sicht, daß Theorien Abbilder der Natur sind und daß die in ihnen formulierten Naturgesetze Regeln darstellen, die von jedermann im eigenen Interesse zu beachten sind, begründet das Programm der empirischen Naturwissenschaften, das sich um die Strukturen und Gesetze der Natur bemüht. Hierher gehören auch die **natural-selection-epistemology** Campbell's und die darauf rekurrierende EE. Als Theorie der Entwicklung menschlichen Wissens kann sie aufgefaßt werden als Erweiterung der allgemeinen Evolutionstheorie in kognitive Bereiche.

(b) Die nächste Stufe geht davon aus, daß Wahrnehmungen bzw. Theorien zwar den Bedingungen der Welt zu genügen haben, aber nicht notwendigerweise dadurch, daß sie Strukturen, die der Welt unterstellt werden, abbilden. Theorien müssen sich als Prognoseinstrumente funktional bewähren, aber sie müssen nicht strukturell homomorph zur Natur sein. Zu dieser Position gehört u.a. der **radikale Konstruktivismus** von Glasersfeld, Maturana und Varela. Wenn überhaupt von Strukturen der Welt die Rede ist, gelten sie als kognitive Artefakte, d.h. als konstruiert.

Beide Positionen beziehen sich auf die Bedingungen einer unabhängigen Welt, die eine strukturell, die andere funktional. Sie sind jedoch keine Erkenntnistheorien im eigentlichen Sinne, weil sie die Kriterien für Erkenntnis aus den Bedingungen einer Welt herleiten, die einen ontologischen, d.h. erkenntnisunabhängigen, Status hat.

(c) Die dritte Stufe geht davon aus, daß nicht nur die Art, wie wir die Welt sehen und die Methoden, durch die wir ihren Bedingungen genügen, hausgemacht sind, sondern auch die Bedingungen selbst, insofern sie - seien sie organisch oder kognitiv - nicht aus der Welt hergeleitet werden können sondern nur aus unserer entwicklungs- bzw. kulturgeschichtlich erworbenen aktuellen organischen, kognitiven und kulturellen Konstitution. Als zum Beispiel

unsere Vorfahren darüber 'entschieden', auf welchen physikalisch-physiologischen Prozeß sich der mentale Metrikgenerator zu gründen habe, haben sie damit gleichzeitig die Erhaltungssätze der Physik (und damit die gesamte nicht-relativistische Mechanik) 'konstruiert'. Die Naturgesetze, die festlegen, was wir zu tun haben, um in der physischen Welt zu reüssieren, sind 'hausgemacht'. Diese von der CEE vertretene Position wollen wir einen **vollständigen Konstruktivismus** nennen.

### **Schlußbemerkung**

Die CEE ist eine Theorie des kognitiven Phänotyps und seiner Evolution. Sie läßt sich im Wesentlichen in zwei Aussagen zusammenfassen: 1. Die Elemente des kognitiven Phänotyps haben sich entwicklungsgeschichtlich als Invarianten der Handlungsmöglichkeiten des organischen Phänotyps konstituiert. Sie sind damit das Produkt der Evolution von Handlungsorganen. Insbesondere unterliegt der kognitive Phänotyp keinem spezifisch kognitiven Anpassungsdruck im Sinne einer natural-selection-epistemology. 2. Der kognitive Phänotyp muß samt seiner wissenschaftlichen Erweiterung, wie sie sich aus Experimenten und Messungen ergibt, reproduktionsfähig sein. Das kann der kognitive Phänotyp nur, wenn er ein Weltbild generiert, in welchem seine eigene Genese möglich ist - genau so wie sich der organische Phänotyp nur dann reproduzieren kann, wenn er ein Biotop generiert, in welchem seine eigene Genese möglich ist. Beides zusammen ist hinreichend für den Erfolg des kognitiven Phänotyps. Insbesondere ist es nicht notwendig auf eine ontologisch autonome Realität zu rekurren.

Insgesamt beruht die CEE auf nicht viel mehr als der konsequenten Befolgung der Forderung nach Operationalisierbarkeit aller Größen, Begriffe und Kategorien - einer Forderung, die aus der Physik kommt und dort nach den Erfahrungen, die man beim Übergang von klassischen zu nicht-klassischen Theorien machen mußte, eigentlich nur als semantische Schadensbegrenzung in möglicherweise vergleichbaren künftigen Fällen gedacht war. Daß die Erweiterung dieser Forderung auf Beobachtungsterme die hier beschriebenen umfangreichen Folgen nach sich ziehen würde, war vorher nicht abzusehen. Sie sind gewissermaßen selbst eine qualitative Erweiterung in dem hier erläuterten Sinne.

Als Metatheorie gibt die CEE die Forschungsziele an, die als nicht realisierbar aufgegeben werden sollten: Die 'theory of everything', die physikalische Operationalisierung des Zeitpfeils, die physikalische Operationalisierung der Zeitmetrik und damit des Kausalitätsbegriffs und die Kommunikation mit extraterrestrischen Lebewesen. Auf der anderen Seite läßt es der offensichtlich enge mentale Zusammenhang zwischen wahrgenommenen und mathematischen Strukturen möglich erscheinen, daß sich mathematische und physikalische Forschung gegenseitig heuristisch befruchten können.

### **Anmerkungen**

1) Das schließt nicht aus, daß sich in einer hinreichend langen Kohabitation mit Außerirdischen im Sinne des Behaviourismus feststellen ließe, welche Situationen welche Reaktionen auslösen. Was jedoch fehlt ist die Kenntnis der zugrunde liegenden Mechanismen, durch die allein erst jede Art von Schlußfolgerungen oder Extrapolationen und damit Kommunikation möglich wird. Legt man fest, daß die Bedeutung einer Botschaft zu erkennen, bedeutet, daß der Empfänger daraus die gleichen Folgerungen herleitet wie der Sender, so bleibt uns unter den vorausgesetzten Umständen die Bedeutung einer möglicherweise intendierten außerirdischen Botschaft definitiv verschlossen (und umgekehrt!).

2) Eine ähnliche Vorstellung hat H.A. Simon (1983) mit seinem Begriff von der 'restricted

rationality' entwickelt: Höhere Tiere und Menschen wenden in vielen akuten Fällen unvollständige aber schnelle Methoden der Problemlösung an, d.h. sie lassen höhere Interessen und Langzeiterfordernisse außer Betracht.

3) Der Evolution das Prinzip der Operationalisierung nachzuerfinden, haben Physiker übrigens (wenn auch unbewußt) nicht erst im Zusammenhang mit Quantenmechanik und Relativitätstheorie getan. Das Programm, die Kovarianten eines Operators mit Hilfe seiner Invarianten zu beschreiben, d.h. die Beschreibung durch 'handelnde' Kräfte zu operationalisieren, ist schon hundert Jahre zuvor im so genannten Hamilton-Jacobi Formalismus realisiert worden. Dort werden gerade diejenigen Variablen für Beschreibung eines mechanischen Systems ausgewählt, die von den herrschenden Kräften unbeeinflusst bleiben. Für solche Variablen gelten dann Erhaltungssätze, d.h. zeitliche Invarianzen. Gelingt es, solche Variablen zu finden, so lassen sich die Transformationen, die das zeitliche Verhalten des Systems generieren, leicht und explizit angeben. Umgekehrt lassen sich die Erhaltungsgrößen selbst als die Erzeugenden der entsprechenden Transformationen darstellen. So erzeugt der sogenannte kanonische Gesamtimpuls (das ist das, was wir verallgemeinernd Bewegung genannt haben) die räumliche Translation und die Gesamtenergie (dargestellt durch die Hamilton-Funktion) die zeitliche Verschiebung. Etwas ganz Ähnliches haben wir in der Quantenmechanik: Die zeitliche Veränderung eines Systems wird durch den Hamiltonoperator bewirkt und die Eigenvektoren dieses Operators bilden das Bezugssystem, in welchem wir das beschreiben. Ersetzen wir die physikalischen Transformationen bzw. Operatoren durch ihre kognitiv-mentalenen Entsprechungen, haben wir formal genau das, was wir eben gesagt hatten: Raum und Zeit haben keine eigenständige oder ontologische Qualität sondern sind das Produkt humanspezifischer Operatoren.

4) In diesem Sinne ist übrigens jede Theorie auch Metatheorie, in so fern sie vorschreibt, wonach sie gefragt werden darf. Das gewinnt besonders dann an Bedeutung, wenn Theorien damit in Widerspruch zu ihren eigenen Vorgängern geraten. Quantenmechanik und Relativitätstheorie z.B. legen fest, welche klassisch interessierenden Fragen nicht mehr gestellt werden dürfen, z.B., die Frage nach den Trajektorien atomarer Teilchen im Phasenraum, oder nach der Gleichzeitigkeit von Ereignissen in zu einander bewegten Bezugssystemen.

5) Wie hier zu sehen, meinen wir mit Akkommodation jede Veränderung des Verhältnisses von Handlungsmöglichkeiten zu Handlungserfordernissen, d.h. nicht nur die akkommodierenden Veränderungen der eigenen Handlungsmöglichkeiten sondern auch die Richtungsänderung des externen Anpassungsdrucks.

## Literatur

- Campbell, D. T. (1974): Evolutionary Epistemology. In Schilpp, P. (ed.): The Philosophy of Karl Popper. Part I, Open Court, La Salle, pp. 413-463
- Davies, P. C. W. (1990): 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.
- Diettrich, O. (1989): Kognitive, organische und gesellschaftliche Evolution. Berlin, Hamburg
- Diettrich, O. (1991a): Realität, Anpassung und Evolution. *Philosophia naturalis*, Band 28 (1991), 2, p. 147-191
- Diettrich, O. (1991b): Induction and Evolution of Cognition and Science. In Gertrudis Van de Vijver (Ed.): *Teleology and Selforganisation*. *Philosophica*, Nr. 47/II
- Diettrich, O. (1992): Darwin, Lamarck and the Evolution of Life and Culture. *Evolution and*

Cognition, Vol 2, No. 3

- Diettrich, O. (1993): Cognitive and Communicative Development in Reality Free Representation. *Cognitiva*, 1993, 5 (2), 219-243
- Diettrich O. (1994a): Heisenberg and Gödel in the Light of Constructivist Evolutionary Epistemology. *Ludus Vitalis*, Vol 2, Nr. 2, pp. 119-130
- Diettrich, O. (1994b): Is There a Theory of Everything? *Bulletin of the Institute of Mathematics and its Applications*, Vol 80, p. 166-170
- Lorenz, K. (1966: *Über tierisches und menschliches Verhalten. Gesammelte Abhandlungen.* München
- Lorenz, K. (1983): Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. In Lorenz, K. und Wuketits, F. M. (Hg.): *Die Evolution des Denkens*, München
- Lucas, J. R. (1961): Minds, Machines and Gödel. *Philosophy* 36, p. 120-124
- Mittelstaedt, P. (1981): *Philosophische Probleme der modernen Physik.* Mannheim, Wien, Zürich
- Mittelstaedt, P. (1986): Was können wir wissen? *Phys. Bl.*, 42 (1986) Nr.12, p. 416
- Oeser, E. (1996): Evolutionary Epistemology as a Self-Referential Research Program of Natural Science. *Evolution & Cognition*, Vol 2, Nr. 1
- Penrose, R. (1989): *The Emperor's New Mind*, Oxford
- Piaget, J. (1974): *Die Bildung des Zeitbegriffes beim Kinde.* Frankfurt/M.
- Piaget, J. (1967): *Biologie und Erkenntnis.* Frankfurt/M.
- Piaget, J. (1973): *Einführung in die genetische Erkenntnistheorie.* Frankfurt/M.
- Piaget, J. (1975): *Biologische Anpassung und psychologische Intelligenz.* Stuttgart
- Riedl, R. (1980): *Biologie der Erkenntnis.* Berlin, Hamburg
- Uexküll, J. von, (1921): *Umwelt und Innenleben der Tiere.* Berlin
- Vollmer, G. (1975): *Evolutionäre Erkenntnistheorie.* Stuttgart
- Waddington, C. H. (1959): Evolutionary Systems - Animal and Human. *Nature*, **182**, 1634-8
- Wagner, G. (1995): *Homologues, Natural Kinds and the Evolution of Modularities.* Internal Report YALEU/CCE/#23, Yale Institute for Biospheric Studies
- Weizsäcker, C.F. von, (1985): *Aufbau der Physik .* München
- Wigner, E. (1960): The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences. *Comm. Pure Appl. Math.*, 13, 1.
- Wuketits, F. (1984): Evolutionary Epistemology. In Wuketits, F. (Hg.) *Concepts and Approaches in Evolutionary Epistemology.* Dordrecht