

## **Bedingungen der Möglichkeit von Evolution**

- Evolution im Widerstreit zwischen kausalem und finalem Denken –

(Referat zur Tagung des Kieler IPTS vom 28. 6. bis 1. 7. 1999 mit dem Thema: Evolution )

### **Zusammenfassung der Fragestellungen und Zielpunkte**

Philosophen gehen seit altersher davon aus, daß biologische Wesen zweckbestimmt agieren. Als Hauptzwecke werden dabei die Selbsterhaltung und die Arterhaltung angesehen. Dabei ist das Ziel, einen Zustand zu erhalten, der bereits vorliegt und nicht etwa ein noch die Arterhaltung zu erreichender Zustand, der selbst noch nicht gegeben wäre. Dies ist altes von Aristoteles ererbtes finales Denken.

Biologen haben dagegen zwei Seelen in ihrer Brust, die eine denkt traditionsgemäß zweckgerichtet final, die andere denkt ausbildungsbedingt naturwissenschaftlich kausal. In den Evolutionstheorien treffen diese beiden Denkweisen aufeinander. Da wird einerseits im Sinne der Tradition in einem finalistischen Sinne davon gesprochen, daß die besser angepaßten Arten überleben und andererseits davon, daß alles biologische Geschehen ausschließlich kausal durch die physikalischen Naturgesetze bestimmt sei. Wenn aber alle Abläufe ohne Ausnahme den Naturgesetzen folgen, dann kann es keine bessere oder schlechtere Anpassung an die Naturgesetze geben; denn die Ereignisse folgen den Naturgesetzen in jedem Fall 100%ig, da gibt es keine Abweichung. Was aber kann es dann bedeuten, wenn in jeder Form von Evolutionsgedanken gemeint wird, daß die besser angepaßten Lebewesen und Arten die besseren Überlebenschancen besitzen? Wodurch lassen sich bessere und schlechtere Anpassungen denken? Und gibt es denn überhaupt etwas Bestehendes, woran diese Anpassung stattfinden könnte?

Dies sind die Ausgangsfragen, mit denen sich das Referat beschäftigt. Dabei wird sich zeigen, daß man durchaus mit einem Nebeneinander von finalem und kausalem Denken naturwissenschaftlich überleben kann, vor allem dann, wenn klar ist, daß wir auch das Nebeneinander von Aussagen über das Sein und Aussagen über das Wollen oder Sollen dergestalt ertragen müssen, daß wir auch einzusehen haben, daß wir dem Humeschen Satz nicht enttrinnen können und Aussagen über das Wollen oder Sollen nicht aus Aussagen über das Sein ableiten können. Nur in unserem jeweils eigenen Sein findet sich die Verbindung, daß wir in uns das Sein des Überlebenswillens deutlich spüren und daraus klar ableiten, was wir wollen und was wir nicht wollen. Die Materialisierung dieses Überlebenswillens zeigt darum auch den Weg auf, wie die Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit von Evolution beantwortet werden kann.

### **Inhalt**

	<b>Seite</b>
<b>1. Ist die Bestimmung von Naturgesetzen aus Extremalprinzipien verträglich mit der Idee einer evolutionären Optimierung?</b>	<b>2</b>
<b>2. Die Vorstellung von der Erhaltung der eigenen Genidentität schafft neue Möglichkeitsräume für Optimierungen</b>	<b>3</b>
<b>3. Der Status des Prinzips der Erhaltung der eigenen Genidentität</b>	<b>5</b>
<b>4. Wie das Erhaltungsprinzip genidentischer Systeme durch eine Stufung dieser Systeme die Denkmöglichkeit einer evolutionären Optimierung schafft</b>	<b>7</b>
<b>5. Angebliche evolutionäre Optimierungsziele werden stets vom Betrachter an die Natur herangetragen</b>	<b>8</b>
<b>6. Anmerkungen</b>	<b>11</b>
<b>7. Literatur</b>	<b>13</b>

## 1. Ist die Bestimmung von Naturgesetzen aus Extremalprinzipien verträglich mit der Idee einer evolutionären Optimierung?

Leibniz hat in seiner Theodizee die Übel in der Welt damit gerechtfertigt, daß im Vergleich mit anderen möglichen Welten unsere Welt die geringsten Übel besitzen müsse, da sie Gott sonst nicht erschaffen hätte. Trotz aller Mängel sei unsere Welt darum die beste aller möglichen Welten.<sup>i</sup> Auf das Funktionieren der Natur übertragen, bedeutet dies, daß die Naturgesetze Extremalprinzipien genügen müßten, d.h., wenn man etwa den Verlauf einer Bewegung ersteinmal in allen möglichen Weisen zuläßt, dann sollte durch das richtige Extremalprinzip aus dieser Schar von Bewegungsformen die naturgesetzlich bestimmte wirkliche Bewegung eindeutig herausgefunden werden können.<sup>ii</sup>

Tatsächlich war die Einführung von Extremalprinzipien in der theoretischen Physik außerordentlich erfolgreich, z.B. die verschiedenen Formulierungen des Prinzips der kleinsten Wirkung, durch die die Grundgleichungen der theoretischen Physik abgeleitet werden können.<sup>iii</sup>

Nach dieser Vorstellung über das naturgesetzliche Verhalten wird davon ausgegangen, daß alles, was geschieht, optimal geschieht und zwar in zweierlei Hinsicht. Erstens geschieht alles strikt nach Naturgesetzen, d.h., ein davon abweichendes Verhalten gibt es nicht, und zweitens erfüllen die Naturgesetze selbst Extremalprinzipien. Wenn alles raum-zeitliche Geschehen so festgelegt ist, dann fragt es sich, was es bedeuten soll, wenn Evolutionstheoretiker sagen, daß sich die Lebewesen im Verlauf der Evolution erst an die sogenannte objektive Wirklichkeit<sup>iv</sup> angepaßt hätten, so, als ob sie früher nicht optimal angepaßt gewesen wären. Freilich meinen die Evolutionstheoretiker dabei stets, daß das evolutive Geschehen ganz und gar durch Naturgesetze bestimmt sei. Offenbar können es nicht die Naturgesetze sein, an die sich die Lebewesen im Laufe der Evolution angepaßt haben, obwohl die Evolutionstheoretiker von einer Anpassung an die objektive Wirklichkeit sprechen. Da mit dem Terminus 'objektive Wirklichkeit' gewiß die naturgesetzlich bestimmte Wirklichkeit gemeint ist, erfährt der Anpassungsbegriff in der Evolutionstheorie eine widersprüchliche Verwendung, die ersteinmal aufzuklären ist, bevor diskutabel wird, in welcher Weise Begriffe wie Optimalität oder Effizienz auf biologische Prozesse anwendbar sind.

Naturgesetze können in einem Raum möglicher Welten mit Hilfe von Extremalprinzipien gewonnen werden, und darüber hinaus folgt alles Geschehen in optimaler Weise den Naturgesetzen. Wenn in diesem Rahmen die Frage nach der optimalen Organisation von Lebewesen auftritt, dann kann sie nur sinnvoll sein, wenn mit dem Entstehen von Leben neue Möglichkeitsräume mitgedacht werden, auf die sich erneut Optimalitätskriterien anwenden lassen. Freilich kann es hierbei nicht um das optimale Verhalten in Bezug auf die bestehenden Naturgesetze gehen, denn dieses Verhalten muß aufgrund der Festlegung der Naturgesetze und ihrer Funktion schon immer optimal sein.

Daraus ergibt sich, daß die Optimierungsziele der Evolution nicht in dem Sinne als objektiv angesehen werden können, daß sie ausschließlich auf Naturgesetze zurückführbar wären, was nach dem oben Gesagten nicht möglich ist<sup>v</sup>. Es läßt sich bereits an dieser Stelle vermuten, daß Optimierungsziele von den Betrachtern des evolutionären Geschehens selbst gesetzt und der Natur unterschoben werden.

Um dies zeigen zu können, ist nun ersteinmal zu fragen, wodurch die Möglichkeitsräume des Lebens charakterisiert werden können, in denen die Optimierungsprozesse der Evolution zu denken sind.

## **2. Die Vorstellung von der Erhaltung der eigenen Genidentität schafft neue Möglichkeitsräume für Optimierungen**

Anstelle von Extremalprinzipien lassen sich Naturgesetze auch durch das Postulat von Erhaltungssätzen metrischer Größen wie Energie, Impuls, Masse, Ladung, Quantenzahlen, etc. charakterisieren.<sup>vi</sup> Man könnte also auch fragen, welche neuen Erhaltungsgrößen durch das Leben ins Spiel kommen.

Die Erhaltungsgrößen sind stets solche, mit deren Hilfe abgeschlossene Systeme beschrieben werden können, d.h., ein System hat eine bestimmte Gesamtenergie, einen Gesamtimpuls, eine Gesamtmasse, eine Gesamtladung und etwa eine Gesamtbaryonenzahl. Systeme, die sich mit Hilfe von derartigen Erhaltungsgrößen vollständig charakterisieren lassen, unterscheiden sich dann nicht, wenn sie in allen diesen Größen übereinstimmen: Sie haben keine eigene Identität. So spricht man in der Quantenphysik von ununterscheidbaren Teilchen, wenn sie nach der Theorie durch bestimmte Quantenzahlen ( und dies sind gerade die quantenphysikalischen Erhaltungsgrößen ) in ihrem Verhalten eindeutig festgelegt sind. Die Ununterscheidbarkeit von Elementarteilchen überträgt sich auch auf ihre Zusammensetzungen, wie sie durch Atome, Ionen oder Moleküle gegeben sind. Dementsprechend sind also auch Systeme von Elementarteilchen, Atomen oder Molekülen mit keiner eigenen Identität ausgestattet, da je zwei Systeme mit den gleichen Erhaltungsgrößen nicht unterschieden werden können. Wasserstoffatome oder Wassermoleküle haben keine Geschichte.

Dies ändert sich bei makroskopischen Gegenständen.<sup>vii</sup> Sie haben eine feststellbare Dauer in der Zeit und sind gewissen Veränderungen unterworfen, die es dennoch gestatten, von einem und demselben Gegenstand zu sprechen. Man denke etwa an eine Schallplatte, die während ihrer Existenz nach und nach Spuren ihres Gebrauches etwa in Form von Kratzern aufweist. Trotz dieser Kratzer sind wir davon überzeugt, daß dies immernoch dieselbe Platte ist, die wir z.B. vor Jahren einmal von einem Freund geschenkt bekommen haben. Zur Kennzeichnung von Gegenständen oder Systemen, die eine Geschichte haben können, die also während ihrer Existenz gewissen irreversiblen Veränderungen unterworfen sind, möchte ich den von Kurt Lewin eingeführten Begriff

der Genidentität benutzen. Dieser Begriff ist von Wissenschaftstheoretikern wie Russell, Carnap, Reichenbach, Grünbaum oder Stegmüller aufgegriffen und zum Teil erheblich spezifiziert worden.<sup>viii</sup>

Mir genügt es hier, den Begriff der Genidentität eines Systems durch die Geschichtsfähigkeit von Systemen zu bestimmen. Genidentität bezeichnet die Selbigkeit (sameness) eines Systems, die es trotz der Veränderungen, die es im Laufe seiner Geschichte erleidet, beibehält. Die Eigenschaften genidentischer Systeme sind darum nach wesensbestimmenden und zufälligen (akzidentellen) Eigenschaften zu unterscheiden. Ein System, das keine akzidentellen Eigenschaften besitzt, hat keine Geschichtsfähigkeit und ist darum nach der hier gegebenen Begriffsbestimmung nicht als genidentisch zu bezeichnen. Dies ist der Grund dafür, warum z.B. Elektronen keine Geschichte und darum keine Genidentität besitzen.

Der Begriff Genidentität darf nicht mit dem biologischen Begriff des Gens verwechselt werden, der seit 1909 in der Vererbungslehre zur Kennzeichnung von bestimmten Klassen erblicher Eigenschaften eingeführt wurde. Dabei mag es dahingestellt sein, inwiefern ein Gen auch als ein spezielles genidentisches System aufgefaßt werden kann. Ganz sicher aber lassen sich umgekehrt nicht alle genidentischen Systeme als Gene bezeichnen.

Worin das unveränderliche Wesen eines genidentischen Systems besteht, hängt stark von dem Betrachter dieses Systems ab. Dies zeigt sich daran, das die Meinungen darüber, wann ein genidentisches System seine Genidentität verloren hat, sehr weit auseinandergehen können. So ist es z.B. denkbar das ein Königsberger der Auffassung ist, daß die Stadt Königsberg in den letzten Kriegsmonaten ihre Existenz verloren hat, da für ihn das Wesen Königsbergs mit bestimmten Bauten, Straßen und Brücken verbunden war, die durch den Krieg zerstört wurden. Einige Bewohner der Stadt Kaliningrad aber mögen an einen genius loci glauben, der mit dem geographischen Ort des alten Königsberg, in dem Kant gelehrt hat, verbunden ist und das Wesen dieser Stadt kennzeichnet, so daß sie den Wunsch geäußert haben, Kaliningrad wieder in Königsberg umzubenennen.<sup>ix</sup>

Bei dem Beispiel der Schallplatte, wird man ihre Geschichtsfähigkeit an ihrer Eigenschaft, Kratzer bekommen zu können, festmachen. Ihr unveränderliches Wesen, ihren Kern, könnte man in vielen verschiedenen Fällen für erhalten ansehen: wenn die auf ihr gespeicherten akustischen Ereignisse während des Abspielens noch zu erkennen sind, sie sich überhaupt noch abspielen läßt oder das Etikett auf ihr noch zu lesen ist, usf.

Bei einem lebenden System könnte man seine Alterungsfähigkeit oder noch allgemeiner seine Änderungsfähigkeit als seine akzidentelle Eigenschaft auffassen, während man als seinen wesentlichen Kern seine genetische Bestimmung oder nur seine historisch kontinuierliche Existenz betrachten könnte.

Solange mit dem Begriff der Genidentität solch eine vage Bestimmung des gleichbleibenden Wesens verbunden ist, wird er in der hier gegebenen Bestimmung nicht für die Beschreibung wissenschaftlicher Tatbestände tauglich sein. Überdies ist der Begriff der Genidentität auf unbelebte Materieansammlungen ebenso anwendbar wie auf belebte. Während die unbelebten Gegenstände keinen für uns erkennbaren Drang zur Selbsterhaltung besitzen, so gilt dies jedoch offensichtlich für alle Lebewesen. Darum läßt der Begriff der Genidentität hinsichtlich ihrer Erhaltung eine besondere Unterscheidung von belebter und unbelebter Materie zu, indem wir den belebten genidentischen Systemen ein Prinzip der Erhaltung ihrer eigenen Genidentität unterschieben. Dies wird selbst unter Reduktionisten keinen Widerspruch hervorrufen.\* Täte man dies auch für unbelebte genidentische Systeme, so würde dies kaum jemand für sinnvoll erachten können; es sei denn, man huldigte einer Metaphysik, die das gesamte materielle Geschehen unter ein vitalistisches Prinzip bringen wollte. Aufgrund dieser Asymmetrie zwischen belebten und unbelebten genidentischen Systemen möchte ich das Erhaltungsprinzip der eigenen Genidentity als Kennzeichnung des lebendigen Bereiches verwenden. Dabei kommt es nun nicht mehr darauf an, was als das Wesentliche und was als das Akzidentelle an einem spezifischen belebten genidentischen System angesehen wird. Ausschlaggebend ist nur, ob wir es für sinnvoll ansehen können, dem betreffenden genidentischen System ein Prinzip zur Erhaltung der eigenen Genidentität zuzuordnen.

Wenn man mit dem Erhaltungsprinzip der eigenen Genidentität die Schnittstelle zwischen lebenden und unbelebten Systemen kennzeichnet, so wird verständlich, daß sich lebende Systeme darin unterscheiden können, auf welche Weise und wie sicher sie das Ziel der Selbsterhaltung erreichen. In dieser Hinsicht läßt sich eine Verbesserung oder gar eine Optimierung der Selbsterhaltungsfähigkeiten genidentischer Systeme denken. Wenn etwa die einzige Möglichkeit, die eigene Genidentität zu erhalten, in einer Fluchtbewegung besteht, so werden die belebten Systeme erfolgreicher sein, die die höhere Fluchtgeschwindigkeit erreichen können.

Die Fülle der Möglichkeiten, das Ziel der Selbsterhaltung genidentischer Systeme in wechselnden Situationen erreichen oder nicht erreichen zu können, eröffnet den gesuchten Möglichkeitsraum, in dem die in der Evolutionstheorie gedachten Optimierungen (the survival of the fittest) denkbar sind.

### **3. Der Status des Prinzips der Erhaltung der eigenen Genidentität**

Ein solches Erhaltungsprinzip ist ein neuer Typ von Erhaltungssätzen; denn es geht dabei nicht (zumindest einstweilen nicht) um die Erhaltung einer quantitativ bestimm- baren Größen, wie es bei den physikalischen Erhaltungsgrößen der Energie, des Impulses oder der Baryonenzahl der Fall ist. Was dabei erhalten werden soll, ist die raumzeitliche Existenz eines Gesamtsystems, das aus einem gleichbleibenden Wesens- anteil und einem veränderungsfähigen akzidentellen Anteil besteht. Aber es ist gar nicht sicher, ob das Verhalten eines genidentischen Systems, von dem angenommen wird, daß

sein Verhalten durch das Erhaltungsprinzip der eigenen Genidentität beschreibbar ist, tatsächlich die Erhaltung bewirkt; denn ein genidentisches System kann aufgrund seiner Zusammengesetztheit zerfallen und seine Genidentität einbüßen. Das Erhaltungsprinzip der Erhaltung der Genidentität kann darum nur in Form von vermuteten Strategien zur Selbsterhaltung festgemacht werden.

Es ist somit nicht verwunderlich, daß es in der physikalistischen Beschreibung der Natur kein Naturgesetz von der Erhaltung der Genidentität gibt. Dies ist schon deshalb nicht denkbar, weil die physikalistische Zielsetzung gerade darin besteht, lebende Systeme auf unbelebte Systeme zurückzuführen, denen ein solches Prinzip sinnvollerweise nicht unterschoben werden kann.

Wir verstehen uns als Menschen schon immer als Wesen, die Pläne machen und Ziele verfolgen. Alle Wünsche und Ziele und die damit verbundenen Wertvorstellungen sind stets irgendwie auf das Erhaltungsprinzip der eigenen Genidentität bezogen. Damit entpuppt es sich als das Prinzip der Selbsterhaltung, also als ein Prinzip des Wollens, des Überleben-Wollens, das wir in uns selbst in seiner Wirksamkeit feststellen können. Mit diesem Prinzip ist demnach die Möglichkeit angelegt, ein Sollen oder ein Wollen zu begründen. Wenn wir uns auf den Standpunkt der Evolutionstheoretiker stellen, dann fassen wir uns als Menschen als ein Produkt der Evolution auf. D.h., wir müssen das Vorhandensein unseres eigenen Wollens und Sollens aus der Evolution heraus erklären.

Es liegt aber nahe, daß wir das Erhaltungsprinzip der Genidentität deshalb zur Kennzeichnung der lebenden Systeme benutzt haben, weil wir das Selbsterhaltungsprinzip aus unserer eigenen Lebenswirklichkeit heraus meinen feststellen zu können. Und es wäre sicher ein zirkuläres Verfahren, wenn wir nun unseren Selbsterhaltungstrieb evolutionär aus dem unterschobenen Erhaltungsprinzip der eigenen Genidentität verstehen wollten. Dies aber ist eine Schwierigkeit, die allen evolutionistischen Ansätzen zur Gewinnung von Erkenntnissen über unsere eigene Erkenntnisfähigkeit anhaften.

Alle Ansätze einer evolutionären Naturbeschreibung sind aber ohne das Prinzip der Erhaltung der Genidentität nicht begründbar. Denn man wüßte nicht, in welcher Beziehung sich die lebenden Systeme durch Anpassung verändern und damit die Evolution hervorbringen könnten. Nun ist seit David Hume klar geworden, daß man aus der Beschreibung des Seins keine Kriterien für ein Sollen gewinnen kann.<sup>xi</sup> Ein Prinzip des Sollens ist somit von anderer Art, als die Prinzipien, mit denen das Sein beschrieben wird. Somit wäre das Prinzip der Erhaltung der eigenen Genidentität als ein Prinzip des Sollens oder Wollens nicht physikalistisch begründbar, auch dann wenn man sein Ergebnis physikalistisch beschreiben kann. Hier zeigt sich mithin eine prinzipielle Schwierigkeit, evolutionäre Theorien der Natur vollständig in einen physikalistischen Reduktionismus einzubetten.<sup>xii</sup>

#### 4. Wie das Erhaltungsprinzips genidentischer Systeme durch eine Stufung dieser Systeme die Denkmöglichkeit einer evolutionären Optimierung schafft

Das Prinzip der Erhaltung der Genidentität wurde hier dargestellt, um für den Evolutionsbegriff eine Denkmöglichkeit von Optimierungen zu eröffnen. Diese lassen sich theoretisch innerhalb eines allgemeinen Rahmens von denkbaren Gefahren und den dazu möglichen Überlebensstrategien einordnen, wenn es um das Überleben eines Individuums geht. Dieser Möglichkeitsraum ist prinzipiell nicht abschließbar und darum nicht überschaubar. Man ist hier auf Theorienbildungen angewiesen, so daß von vornherein alle Vorstellungen über Optimierungen schon immer von Theorien darüber abhängig sind, was man überhaupt an Gefahren und entsprechenden Überlebensstrategien für möglich halten kann.

Wenn aber der Erhalt der eigenen Genidentität das einzige Ziel wäre, so wären alle Lebewesen, solange sie nicht tot sind, optimal erfolgreich, da der Möglichkeitsraum nur die beiden Zustände des Überlebens und des Nicht-Überlebens enthält. Wir haben dadurch über die generelle Optimalität naturgesetzlicher Vorgänge hinaus durch die Betrachtung des Prinzips der Erhaltung der Genidentität nur einen nicht optimalen Zustand hinzugewonnen, der darin besteht, das Ziel der Erhaltung der Genidentität verfehlt zu haben. Von Optimalität läßt sich aber nur sprechen, wenn es außer dem optimalen Zustand noch weitere gibt, die als zufriedenstellende wenn auch nicht als optimale Zustände angesehen werden können<sup>xiii</sup>. Schließlich muß sich der Superlativ des Optimalen erst aus dem Vergleich von einer gewissen Anzahl von Optimalitätskandidaten ergeben.

Man könnte nun meinen, daß die Lebensdauer eine mögliche Optimierungsgröße sei, da schließlich größere Lebensdauern durch bessere Überlebensstrategien ermöglicht werden. In diesem Fall ist jedoch unmöglich, von einem Optimum zu reden, denn eine unendliche Lebensdauer entzöge sich jeder Feststellbarkeit. Außerdem ist das Maß der Lebensdauer relativ; denn wie sollte man die Lebensdauer einer Mücke mit der eines Elefanten vergleichen. Die Lebensdauer eines individuellen Lebewesens ist also abhängig von der Art, der es angehört. Tatsächlich hat es nur einen Sinn, von einer optimalen Lebensdauer zu sprechen, wenn diese sich auf die Erhaltung der Art bezieht; denn Leben ist nicht nur durch ein Erhaltungsprinzip der individuellen genidentischen Systeme bestimmt, sondern auch durch die Reproduktionsfähigkeit dieser Systeme. Darum läßt sich eine zweite überindividuelle Stufe genidentischer Systeme einführen, die wiederum einem teleologischen Erhaltungsprinzip folgen, das man normalerweise als die Arterhaltung bezeichnet.

Bei der Optimierung von Lebensvorgängen zur Erhaltung der Art bzw. zur Erhaltung genidentischer Systeme zweiter Stufe geht es vordringlich um die Erzielung eines Reproduktionsvorteils gegenüber anderen im gleichen Lebensraum konkurrierenden Arten. Zur Bestimmung möglicher Optimierungen sind hier über dem Raum der gegebenen Reproduktionsbedingungen ein Rahmen möglicher Reproduktionsvorteile zu kon-

struieren. So läßt sich etwa von einer optimalen Beschränkung der Lebensdauer der Individuen einer Art sprechen, wenn dadurch für die Art Reproduktionsvorteile entstehen.

Bedenkt man, daß keine Art isoliert leben kann, d.h., daß sie zum Leben eine Fülle von verschiedensten anderen Arten braucht, so können durch ein hypertrophes Wachstum einer Art die Lebensgrundlagen dieser Art zerstört werden. Darum ist eine weitere Optimierung in Bezug auf die Erhaltung eines genidentischen Systems dritter Stufe denkbar, das ich als Lebensgemeinschaft bezeichnen möchte. Und so wie das Erhaltungsprinzip zweiter Stufe das Erhaltungsprinzip erster Stufe in Bezug auf die individuelle Lebensdauer beschränkte, so wird es nun denkbar, daß durch ein Erhaltungsprinzip dritter Stufe das Mengenwachstum der Art begrenzt wird. Dieses theoretisch gewonnene Ergebnis stimmt tatsächlich mit biologischen Beobachtungen und deren evolutions-theoretischen Interpretationen überein wie es das folgenden Beispiel zeigt. Es ist herausgefunden worden, daß die älteste Wölfin sich in einem Wolfsrudel so verhält, als ob sie auf die Beschränkung der Nachkommenschaft strengstens achtet. Vom Standpunkt der klassischen Evolutionstheorie wird dieses Verhalten so gedeutet, daß die Wölfe auf diese Weise für die Erhaltung ihres Lebensraumes sorgen. Der Begriff des Lebensraumes entspricht dem Begriff des genidentischen Systems einer Lebensgemeinschaft, wie er in der hier entwickelten Theorie beschrieben wurde.<sup>xiv</sup>

Gewiß ließe sich die Stufenbildung genidentischer Systeme auf immer höhere Stufen fortsetzen, so daß von den Erhaltungsprinzipien der höheren Stufe stets Restriktionen auf die Erhaltungsprinzipien der unteren Stufen ausgehen. Diese Stufung fände dann ein Ende, wenn man bedenkt, daß die Gesamtheit allen Lebens bestimmter anorganischer Stoffe und bestimmter physikalischer Energieformen bedarf, die nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen, da diese den Erhaltungsgesetzen der Physik unterliegen. Durch diese Beschränkung aller Stufen teleologischer Erhaltungsprinzipien ergibt sich die Möglichkeit, Optimierungen dadurch zu bestimmen, daß der Rohstoff- und Energieverbrauch minimiert wird.

## **5. Angebliche evolutionäre Optimierungsziele werden stets vom Betrachter an die Natur herangetragen**

Versucht man, sich einen Überblick über die Optimierungsmöglichkeiten aller Stufen zu verschaffen, so führt dies schnell zu der Einsicht, daß es nicht möglich ist, die Gesamtheit aller denkbaren Optimierungen zu überschauen. Zu diesem quantitativen Argument findet sich noch folgendes qualitative Argument, welches die Unmöglichkeit der empirischen Feststellbarkeit von optimalen Entwicklungsergebnissen ausweist.

Grundsätzlich finden sich in der Natur entgegengesetzte Lösungen in Bezug auf die gleiche Problemstellung, etwa zur Überwindung bedrohlicher Umweltsituationen. Entweder paßt sich ein Lebewesen im wörtlichen Sinne an eine gegebene Situation an, oder es macht sich unabhängig von ihr oder es wählt eine Möglichkeit zwischen diesen



Extremen. So gibt es Tiere, die genau die Temperatur der Umgebung annehmen und dagegen solche, die eigene weitgehend konstante Körpertemperaturen hervorbringen, die durch ein kompliziertes Temperaturregelungssystem unabhängig von der Umgebung durchgehalten werden aber auch solche, die zwar eine eigene Temperaturregelung besitzen, deren Mittelwert sie aber an die Umgebung anpassen. Als ein anderes Beispiel für die große Variabilität der Anpassungsmöglichkeiten sei auf die Tiere verwiesen, die bei Gefahr weglaufen und dabei eine hohe Fluchtgeschwindigkeit erreichen, und im Gegensatz dazu auf die, wie etwa der Igel, die Schnecke oder die Schildkröte, die bei Gefahr an der Stelle bleiben, wo sie sind und sich in einen Zustand der weitgehenden Unangreifbarkeit begeben. Das Spektrum zwischen diesen beiden extrem verschiedenen Überlebensstrategien ist wiederum angefüllt mit mannigfaltigen Möglichkeiten, das Überleben zu sichern, sei es passiv durch Tarnung oder aktiv durch eine eigene Verteidigungsfähigkeit oder das Entschwinden in die dritte Dimension.

Dadurch liegen im Raum möglicher Optimierungen das ganze Spektrum zwischen entgegengesetzten Zielsetzungen der Optimierung bereit. Mithin ist es für den Forscher, der nach Optimierungen sucht, nur eine Frage der Vorstellungskraft, ob er für einen gegebenen Lebensvorgang ein Ziel angeben kann, auf das hin sich dieser Vorgang als optimal bestimmen läßt.

Eine Ausnahme von dieser Beliebigkeit hinsichtlich der Bestimmung von Optimierungen scheint die Beschränkung durch die Erhaltungsprinzipien der Physik zu sein. So kann man etwa für den Energieverbrauch von Herzzellen und für die geleistete Arbeit einen wohldefinierten Wirkungsgrad angeben, vorausgesetzt, die dabei auftretenden Meßprobleme sind gelöst. Wenn man nun derartige Untersuchungen anstellt, sind die Rahmenbedingungen festzulegen, nach denen eine Optimierung überhaupt erst bestimmbar wird.<sup>xv</sup> Dazu könnte die hier angegebene Stufung von Systemen genidentischer Systeme eine mögliche systematische Leitlinie sein, d.h., man könnte sich fragen, ob die Optimierungen auf die Lebensdauer des Individuums, auf den Reproduktionsvorteil der Art oder auf den Erhalt der Lebensgemeinschaft bezogen sind, ohne die die Art nicht überleben kann. Untersucht man z.B. eine bestimmte energieverbrauchende Funktion des Herzens unter Streßbedingungen, so könnte man eine vermutete Optimalität auf die verschiedenen Erhaltungsprinzipien der Erhaltung des Individuums, der Art oder der Lebensgemeinschaft hin untersuchen. In Bezug auf die Erhaltung der Art könnte ein derart überhöhter Energieverbrauch, der kurz danach notwendig zum letalen Kollaps führen muß, noch als optimal angesehen werden, für die Erhaltung des Individuums allerdings nicht. Mit Bezug auf die Erhaltung der Lebensgemeinschaft wären möglicherweise nur solche Energieumwandlungsprozesse als optimal auszuzeichnen, die in einem physikalisch definierten Sinne einen optimalen Wirkungsgrad besitzen.

Der Versuch, über die Optimierung des Energieverbrauchs zu einem eindeutig bestimmten Optimierungsziel zu kommen, bringt uns diesem Ziel noch keinen Schritt weiter. Denn man kann allenfalls feststellen wie etwa Gibbs<sup>xvi</sup> -, daß der Wirkungsgrad bei einer bestimmten Belastung ein Maximum erreicht oder daß die sogenannten

schnellen Muskeln einen schlechteren Wirkungsgrad ausweisen als die langsamen Muskeln, wie es von Alpert und Mulieri<sup>xvii</sup> gezeigt worden ist. Dabei bleibt jedoch noch völlig offen, auf welches Optimierungsziel hin diese Untersuchungen zu deuten sind.

Wenn man Aussagen über eine im physikalischen Sinne optimale Energieausnutzung im Herzen machen wollte, dann brauchte man ein theoretisches Modell vom Herzen, das unter bestimmten Annahmen über die Stoffwechselenergieumwandlungen und den im Herzen stattfindenden hydro- und thermodynamischen Kreisprozeß einen theoretisch bestimmbaren höchstmöglichen Wirkungsgrad berechenbar macht. So liefert etwa der Carnot-Prozeß den höchsten erreichbaren thermodynamischen Wirkungsgrad von allen thermodynamischen Kreisprozessen, so daß man die Optimalität einer Wärmemaschine daran messen kann, wie nahe sie dem idealen Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses kommt. Gesucht wäre somit ein dem Carnot-Prozeß analoger idealer Kreisprozeß des Herzens.

Von welchen Annahmen aber hätte man bei der Konstruktion eines idealen theoretischen Herzmodells auszugehen, das uns die höchsten theoretisch denkbaren Wirkungsgrade bestimmbar macht? Sollte man eine völlig neue Blutpumpe konzipieren, oder sollte man die Daten eines Leistungssportlerherzens oder die eines 120-Jährigen zum Ausgangspunkt wählen?

Durch derartige unübersehbare Schwierigkeiten bei der Suche nach einem idealen Herzmodell fällt auf, daß wir uns von den tatsächlich interessierenden Fragen weit weg bewegen, wenn wir uns auf die Suche nach objektiv bestimmbaren optimalen Lebensvorgängen machen, die evolutionär bedingt sein sollen. In jedem Fall sind wir Menschen es, die die Zielvorgaben für mögliche Optimierungen festlegen, auch wenn es manchmal nicht gleich so deutlich sein sollte. Und wenn wir meinen, wir hätten etwas Optimales entdeckt, das uns die Evolution geschenkt habe, so sind wir es doch selbst gewesen, die das dazu erforderliche Optimierungsziel der Natur unterschoben haben.

Wenn es im Rahmen der hier angegebenen Überlegungen sehr wohl gelingt, über den Begriff der Genidentität und über seine Erhaltungsprinzipien verschiedener Stufen Möglichkeitsräume für Optimierungen zu schaffen, so läßt es sich dennoch nicht zeigen, in welcher Weise die zwar möglichen Optimierungen im Einzelfall aufgewiesen werden können. Wir kommen darum nicht umhin, von der Hoffnung auf die objektive Feststellbarkeit von Optimierungen Abschied zu nehmen und unsere eigenen selbst zu vertretenden Vorstellungen über optimale Lebensbedingungen zu entwickeln. Dies gilt für den Arzt ebenso wie für den Patienten. Der Arzt hat allenfalls den Wissensvorsprung darüber, wie eine Optimierungsvorstellung des Patienten realisierbar sein könnte.

## 6. Anmerkungen

<sup>i</sup> Leibniz sagt: "...gäbe es nicht die beste (optimum) aller möglichen Welten, dann hätte Gott überhaupt keine erschaffen. 'Welt' nenne ich hier die ganze Folge und das ganze Beieinander aller bestehenden Dinge, damit man nicht sagen kann, mehrere Welten könnten zu verschiedener Zeit und an verschiedenen Orten bestehen. Man muß sie insgesamt für eine Welt rechnen, oder, wie man will, für ein *Universum*. Erfüllte man jede Zeit und jeden Ort; es bleibt dennoch wahr, daß man sie auf unendlich viele Arten hätte erfüllen können und daß es unendlich viel mögliche Welten gibt, von denen Gott mit Notwendigkeit die beste erwählt hat, da er nichts ohne höchste Vernunft tut." (Leibniz 1710/1968, S.101)

<sup>ii</sup> Zu der Bedeutung von Extremalprinzipien vgl. z.B. Nagel 1961, S.407: "These principles assert that the actual development of a system proceeds in such a manner as to minimize or maximize some magnitude which represents the possible configurations of the system". In einer Fußnote fügt Nagel hinzu: "It can in fact be shown that, when certain very general conditions are satisfied, all quantitative laws can be given an 'extremal' formulation."

<sup>iii</sup> Das in der modernen Physik am meisten verwendete Extremalprinzip ist das Hamiltonprinzip, das sich auch als eine besondere Form des Prinzips der kleinsten Wirkung auffassen läßt. Kennzeichnet man ein bestimmtes physikalisches System mit seiner Lagrange-Funktion, dann fordert das Hamiltonprinzip, daß das Zeitintegral über die Lagrange-Funktion zwischen zwei Zeitpunkten ein Extremum ist. Aus dieser Forderung lassen sich die Euler-Lagrange'schen Differentialgleichungen ableiten, die das betreffende System in seinem zeitlichen Verhalten bestimmen. Dieses Verfahren wird bis heute angewandt, um die Grundgleichungen der physikalischen Welt zu bestimmen, wie etwa die Schrödinger-Gleichung, die Dirac-Gleichung, die Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie oder der Cartan-Hehlschen Torsionstheorie, usf. Vgl. zur klassischen Theorie des Hamiltonprinzips etwa (Goldstein 1963) oder (Landau 1966).

<sup>iv</sup> Den Ausdruck 'objektive Wirklichkeit' nehme ich hier als Sammelbezeichnung für die vielen verschiedenen Kennzeichnungen ein und derselben metaphysischen Vorstellung, wie sie reichhaltig in der Literatur der Evolutionstheoretiker auftauchen, und von denen ich hier einige Beispiele angebe: "außersubjektive Wirklichkeit" (Lorenz 1973, p.11), ">>objektive<< Wirklichkeit" (ebenda), "reale Außenwelt" (ebenda, p.12), "Außenwelt" (ebenda, p.16), "reale Welt" (ebenda), "Wirklichkeit" (ebenda), "Welt" (ebenda), "außersubjektive Welt" (ebenda), "reale Wirklichkeit" (ebenda), "äußere Wirklichkeit" (ebenda), "das Ansich-Bestehende" (ebenda, p.17), "reale Welt, unabhängig von Wahrnehmung und Bewußtsein" (Vollmer 1975, p.28), "objektive Wirklichkeit" (ebenda, p.29), "objektive Realität" (ebenda), "das, was wir in seiner 'realen Existenz' zu erforschen trachten", (Wuketits 1978, p.26), "etwas (also die Wirklichkeit), das vor und unabhängig von der Erkenntnis existent ist" (ebenda).

<sup>v</sup> Diese Konsequenz tritt aber nur dann ein, wenn die Naturgesetze ausschließlich als kosmische Gesetze aufgefaßt werden. Wenn der Begriff der Naturgesetze dadurch erweitert wird, daß auch solche Gesetze als Naturgesetze aufgefaßt werden, deren Anwendungsbereich auf die lebenden Objekte eingeschränkt ist, die durch diese Gesetze charakterisiert werden, dann sind freilich auch Naturgesetze denkbar, die das Prinzip der Erhaltung der Genidentität zu ihrem Inhalt haben oder aus diesem ableitbar sind. Vgl. (Deppert 1992a und 1993).

<sup>vi</sup> Vgl. etwa Weyl 1931, S.195. Dort führt Weyl u.a. aus: "Überhaupt kann man es als eine Regel aufstellen, daß jede Invarianzeigenschaft vom Charakter der allgemeinen Relativität, die eine willkürliche Funktion einschließt, zu einem differentiellen Erhaltungssatz Anlaß gibt." Daraus läßt sich umgekehrt folgern, daß jeder Erhaltungssatz, der sich freilich auch als ein differentieller Erhaltungssatz darstellen läßt, eine Invarianzeigenschaft der Natur, d.h. ein Naturgesetz, auszeichnet. Vgl. dazu auch Deppert 1989, S.223f.

<sup>vii</sup> Für die Erfahrungstatsache, daß es sich bei makroskopischen Körpern immer um unterscheidbare Gegenstände handelt, obwohl diese ausschließlich aus ununterscheidbaren Teilchen zusammengesetzt sein sollen, gibt es meines Wissens im reduktionistischen Sinne nur eine Erklärungsmöglichkeit. Sie lautet: Teilchen (dabei handelt es sich um Fermionen, die dem Pauli-Prinzip genügen) können durch elektromagnetische Wechselwirkungen eine große Fülle von stabilen Konfigurationen ausbilden, die aufgrund der ungeheuer großen Teilchenzahlen bei makroskopischen Körpern einen unüberschaubar großen Raum möglicher Konfigurationen aufbauen, so daß es äußerst unwahrscheinlich wird, jemals zwei identisch aufgebaute makroskopische Körper anzutreffen.

<sup>viii</sup> Vgl. Lewin 1922, S.10ff. Dort sagt Lewin: "Wir wollen, um Verwechslungen zu vermeiden, die Beziehung, in der Gebilde stehen, die existentiell auseinander hervorgegangen sind, Genidentität nennen. Dieser Terminus soll nichts anderes bezeichnen, als die genetische Existentialbeziehung als solche." Von Lewins Ausdifferenzierungen des Begriffs der Genidentität in Avalgenidentität, Individualgenidentität und Stammgenidentität mache ich hier keinen Gebrauch, obwohl sich diese Begriffe der Sache nach z.T. in den weiter unten ausgeführten Stufen genidentischer

Systeme wiederfinden. Zur Verdeutlichung des Begriffes der Genidentität seien hier einige der Definitionen angegeben, die in der Wissenschaftstheorie vielfach verwendet werden.

Carnap sagt mit Bezug auf Kurt Lewin: "Zwei Weltpunkte derselben Weltlinie nennen wir 'genidentisch'; ebenso auch zwei Zustände desselben Dinges." (Carnap 1928, S. 170(§128) u. S.219(§159))

Im Rahmen der Diskussion der Kausaltheorie der Zeit führt Grünbaum aus: "...we shall begin with material objects each of which possesses genidentity (i.e. the kind of sameness that arises from the persistence of an object for a period of time) and whose behavior therefore provides us with genidentical causal chains." (Grünbaum 1973, S.189.)

Hans Reichenbach setzt den Begriff an mehreren Stellen seines Werkes ein, und er unterscheidet dabei materiale von funktionaler Genidentität. In seinem letzten, von seiner Frau Maria herausgegebenen Werk, "The Direction of Time", heißt es: "...physical identity of a thing, also called genidentity, must be distinguished from logical identity. An event is logically identical with itself; but when we say that different events are states of the same thing, we employ a relation of genidentity holding between these events. A physical thing is thus a series of events; any two events belonging to this series are called genidentical." (Reichenbach 1956, S.38) Da es im Rahmen der Quantentheorie nicht mehr möglich ist, einen physikalischen Gegenstand in dieser Weise zu definieren, behandelt Reichenbach das Problem von 'The Genidentity of Quantum Particles' in dem gleichen Buch in einem gesonderten Kapitel. Darin unterscheidet Reichenbach material genidentity von functional genidentity: "For macroscopic objects, we define material genidentity in terms of several characteristics, which can be divided into three groups. First, we associate material genidentity with a certain continuity of change...Second, it is a characteristic of material objects that the space occupied by one cannot be occupied by another...Third, we find that whenever two material objects exchange their spatial positions this fact is noticeable." (Ebenda, S.225) "We say that the kinetic energy travels from one ball to the other, and by this usage of words we single out another physical entity, the energy, whose genidentity follows different rules. This is not a material genidentity; it might be called a functional genidentity, a genidentity in a wider sense. Also of this functional kind is the genidentity of water waves, which we distinguish from the material genidentity of water particles..." (Ebenda, S.226) Aufgrund der Ununterscheidbarkeit der Elementarteilchen und dem Postulat der Vermeidung von kausalen Anomalien, kommt Reichenbach zu dem Schluß: "In the atomic domain, material genidentity is completely replaced by functional genidentity." (Ebenda, S.236) Unter der Annahme, daß das gesamte materiale Dasein ausschließlich aus Teilchen dieses atomaren Bereiches bestehen folgt dann weiter: "...there is no material genidentity at all in the physical world; there is only functional genidentity." (Ebenda)

<sup>ix</sup> Königsberg ist die frühere Hauptstadt der früheren Provinz Ostpreußen. Es ist die Stadt, in der Immanuel Kant sein Leben lang gelebt und gearbeitet hat. Die Altstadt Königsbergs wurde 1945 vollständig zerstört. Danach kam Königsberg unter sowjetische Verwaltung, und die Stadt wurde unter dem Namen Kaliningrad neu aufgebaut. Heute gehört Kaliningrad zu Rußland, und es ist dort eine Bewegung unter den Einwohnern entstanden, die sich dafür einsetzt, den Namen 'Königsberg' wieder einzuführen.

<sup>x</sup> Sie würden darauf vertrauen, ein solches Prinzip durch eine kausale Erklärung mit Hilfe von Gesetzesaussagen und adäquaten Randbedingungen ersetzen zu können.

<sup>xi</sup> Das erste Mal hat er die Sein-Sollen-Dichotomie in (Hume 1740) beschrieben, die später als das Humesche Gesetz bezeichnet worden ist.

<sup>xii</sup> Die besonderen Schwierigkeiten eines reduktionistischen Programms habe in dem Aufsatz dargestellt "Das Reduktionismusproblem und seine Überwindung", abgedruckt in (Deppert 1992b).

<sup>xiii</sup> Vgl. den Beitrag von K. Acham 'Beyond Maximizing: Some Remarks on Optimality and Efficiency in the Social Sciences' in diesem Band.

<sup>xiv</sup> Es ist anzunehmen, daß wir um so weniger von den Erhaltungsprinzipien genidentischer Systeme im genetischen Material der Arten wiederfinden, je höher die Stufe des Erhaltungsprinzips in der angegebenen Systematik ist. Ich bin davon überzeugt, daß der genetische Code der Menschen keine Informationen für ein symbiotisches Verhalten gegenüber der Natur enthält, so wie es offenbar für Wölfe der Fall ist. Darum können wir nur darauf hoffen, daß das menschliche Erkenntnisvermögen den Mangel an genetischer Information wettmachen kann, wenn es eine Überlebensfähigkeit durch wachsende Einsicht über die gegenseitigen Zusammenhänge in der Natur hervorbringt, die die größte vorstellbare Lebensgemeinschaft oder das größte denkbare symbiotische System darstellt.

<sup>xv</sup> Vgl. dazu auch Oster 1989.

<sup>xvi</sup> Vgl. Gibbs 1986 und Gibbs 1978.

<sup>xvii</sup> Vgl. Alpert 1982 und Alpert 1986.

## 7. Literatur

Alpert, N.R. und Mulieri, L.A. (1982), Myocardial Adaption to Stress from the Viewpoint of Evolution and Development, in: B.M. Twarog, R.J.C. Levine, and M.M. Dewey, (Hrsg.) Basic Biology of Muscles: A Comparative Approach, New York, S.173-188.

Alpert, N.R. und Mulieri, L.A. (1986), Determinants of energy utilization in the activated myocardium, Federation Proc., 45, S.2597-2600.

Carnap, Rudolf (1928), Der logische Aufbau der Welt, Hamburg.

Deppert, W. (1989), ZEIT, Die Begründung des Zeitbegriffs, seine notwendige Spaltung und der ganzheitliche Charakter seiner Teile, Stuttgart.

Deppert, W. (1992a), Das Reduktionismusproblem und seine Überwindung, in: (Deppert 1992b, S.275-325).

Deppert, W., H. Kliemt, B. Lohff, J. Schaefer (Hrsg.) (1992b), Wissenschaftstheorie in der Medizin. Kardiologie und Philosophie. Berlin.

Deppert, W. (1993), Wer schlägt den Takt? Öffentlichkeit und Leben zwischen Gleichschritt und individueller Rhythmik, Vortrag, First Bamberg Philosophical Mastercourse, 28 June-30 June 1993, 'The Resurgence of Time'.

Gibbs, C.L. (1978), Cardiac Energetics, Physiological Reviews, Vol. 58, No. 1, S.174-254.

Gibbs, C.L. (1986), Cardiac energetics and the Fenn effect, in R. Jacob, H. Just, Ch. Holubarsch (Hrsg.), Cardiac Energetics, Basic Mechanism and Clinical Implications, Darmstadt/New York, S.61-68.

Goldstein, H. (1963), Klassische Mechanik, Frankfurt/Main.

Grünbaum, A. (1973), Philosophical Problems of Space and Time, 2. (erweiterte) Aufl., Dordrecht/Boston.

Hume, D. (1740), A Treatise of Human Nature: Being an Attempt to introduce the experimental Method of Reasoning into Moral Subjects, Buch III, Of Morals, London.

Landau, L. und Lifschitz, E. M. (1966), Lehrbuch der theoretischen Physik. Bd. 2, Klassische Feldtheorie, Berlin.

Leibniz, G.W. (1710), Die Theodizee, übvers. von A. Buchenau, Hamburg 1968.

- Lewin, K. (1922), Der Begriff der Genese in Physik, Biologie und Entwicklungsgeschichte, eine Untersuchung zur vergleichenden Wissenschaftslehre, Berlin
- Lewin, K. (1923), Die zeitliche Geneseordnung, Zeitschr. f. Phys., 8, S.62-81.
- Lorenz, K. (1973), Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens, München.
- Nagel, E. (1961), The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation, New York.
- Oster, G.F., und Wilson, E.O. (1989), A Critique of Optimization Theory in Evolutionary Biology, in: E. Sober (ed.), Conceptual Issues in Evolutionary Biology, Cambridge, S.271-287.
- Reichenbach, H. (1956), The Direction of Time, Berkeley.
- Stegmüller, W. (1983), Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Bd. 1: Erklärung, Begründung, Kausalität, 2. (überarb. u. erweiterte) Aufl., Berlin.
- Vollmer, G. (1975), Evolutionäre Erkenntnistheorie, Stuttgart.
- Weyl, H. (1931), Gruppentheorie und Quantenmechanik, 2. überarb. Aufl., Leipzig.
- Wuketits, F. M. (1978), Wissenschaftstheoretische Probleme der modernen Biologie, Berlin.

Leibniz sagt: "...gäbe es nicht die beste (optimum) aller möglichen Welten, dann hätte Gott überhaupt keine erschaffen. 'Welt' nenne ich hier die ganze Folge und das ganze Beieinander aller bestehenden Dinge, damit man nicht sagen kann, mehrere Welten könnten zu verschiedener Zeit und an verschiedenen Orten bestehen. Man muß sie insgesamt für eine Welt rechnen, oder, wie man will, für ein U n i v e r s u m. Erfüllte man jede Zeit und jeden Ort; es bleibt dennoch wahr, daß man sie auf unendlich viele Arten hätte erfüllen können und daß es unendlich viel mögliche Welten gibt, von denen Gott mit Notwendigkeit die beste erwählt hat, da er nichts ohne höchste Vernunft tut." (Leibniz 1710/1968, S.101)

ii Zu der Bedeutung von Extremalprinzipien vgl. z.B. Nagel 1961, S.407: "These principles assert that the actual development of a system proceeds in such a manner as to minimize or maximize some magnitude which represents the possible configurations of the system". In einer Fußnote fügt Nagel hinzu: "It can in fact be shown that, when certain very general conditions are satisfied, all quantitative laws can be given an 'extremal' formulation."

iii

Das in der modernen Physik am meisten verwendete Extremalprinzip ist das Hamiltonprinzip, das sich auch als eine besondere Form des Prinzips der kleinsten Wirkung auffassen läßt. Kennzeichnet man ein bestimmtes physikalisches System mit seiner Lagrange-funktion, dann fordert das Hamiltonprinzip, daß das Zeitintegral über die Lagrange-funktion zwischen zwei Zeitpunkten ein Extremum ist. Aus dieser Forderung lassen sich die Euler-Lagrange'schen Differentialgleichungen ableiten, die das betreffende System in seinem zeitlichen Verhalten bestimmen. Dieses Verfahren wird bis heute angewandt, um die Grundgleichungen der physikalischen Welt zu bestimmen, wie etwa die Schrödinger-Gleichung, die Dirac-Gleichung, die Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie oder der Cartan-Hehlschen Torsionstheorie, usf. Vgl. zur klassischen Theorie des Hamiltonprinzips etwa (Goldstein 1963) oder (Landau 1966).

iv

Den Ausdruck 'objektive Wirklichkeit' nehme ich hier als Sammelbezeichnung für die vielen verschiedenen Kennzeichnungen ein und derselben metaphysischen Vorstellung, wie sie reichhaltig in der Literatur der Evolutionstheoretiker auftauchen, und von denen ich hier einige Beispiele angebe: "außersubjektive Wirklichkeit" (Lorenz 1973, p.11), ">>objektive<< Wirklichkeit" (ebenda), "reale Außenwelt" (ebenda, p.12), "Außenwelt" (ebenda, p.16), "reale Welt" (ebenda), "Wirklichkeit" (ebenda), "Welt" (ebenda), "außersubjektive Welt" (ebenda), "reale Wirklichkeit"

(ebenda), "äußere Wirklichkeit" (ebenda), "das Ansich-Bestehende" (ebenda, p.17), "reale Welt, unabhängig von Wahrnehmung und Bewußtsein" (Vollmer 1975, p.28), "objektive Wirklichkeit" (ebenda, p.29), "objektive Realität" (ebenda), "das, was wir in seiner 'realen Existenz' zu erforschen trachten", (Wuketits 1978, p.26), "etwas (also die Wirklichkeit), das vor und unabhängig von der Erkenntnis existent ist" (ebenda).

<sup>v</sup> Diese Konsequenz tritt aber nur dann ein, wenn die Naturgesetze ausschließlich als kosmische Gesetze aufgefaßt werden. Wenn der Begriff der Naturgesetze dadurch erweitert wird, daß auch solche Gesetze als Naturgesetze aufgefaßt werden, deren Anwendungsbereich auf die lebenden Objekte eingeschränkt ist, die durch diese Gesetze charakterisiert werden, dann sind freilich auch Naturgesetze denkbar, die das Prinzip der Erhaltung der Genidentität zu ihrem Inhalt haben oder aus diesem ableitbar sind. Vgl. (Deppert 1992a und 1993).

<sup>vi</sup>

Vgl. etwa Weyl 1931, S.195. Dort führt Weyl u.a. aus: "Überhaupt kann man es als eine Regel aufstellen, daß jede Invarianzeigenschaft vom Charakter der allgemeinen Relativität, die eine willkürliche Funktion einschließt, zu einem differentiellen Erhaltungssatz Anlaß gibt." Daraus läßt sich umgekehrt folgern, daß jeder Erhaltungssatz, der sich freilich auch als ein differentieller Erhaltungssatz darstellen läßt, eine Invarianzeigenschaft der Natur, d.h. ein Naturgesetz, auszeichnet. Vgl. dazu auch Deppert 1989, S.223f.

<sup>vii</sup> Für die Erfahrungstatsache, daß es sich bei makroskopischen Körpern immer um unterscheidbare Gegenstände handelt, obwohl diese ausschließlich aus ununterscheidbaren Teilchen zusammengesetzt sein sollen, gibt es meines Wissens im reduktionistischen Sinne nur eine Erklärungsmöglichkeit. Sie lautet: Teilchen (dabei handelt es sich um Fermionen, die dem Pauli-Prinzip genügen) können durch elektromagnetische Wechselwirkungen eine große Fülle von stabilen Konfigurationen ausbilden, die aufgrund der ungeheuer großen Teilchenzahlen bei makroskopischen Körpern einen unüberschaubar großen Raum möglicher Konfigurationen aufbauen, so daß es äußerst unwahrscheinlich wird, jemals zwei identisch aufgebaute makroskopische Körper anzutreffen.

<sup>viii</sup> Vgl. Lewin 1922, S.10ff. Dort sagt Lewin: "Wir wollen, um Verwechslungen zu vermeiden, die Beziehung, in der Gebilde stehen, die existentiell auseinander hervorgegangen sind, Genidentität nennen. Dieser Terminus soll nichts anderes bezeichnen, als die genetische Existentialbeziehung als solche." Von Lewins Ausdifferenzierungen des Begriffs der Genidentität in Avalgenidentität, Individualgenidentität und



Stammgenidentität mache ich hier keinen Gebrauch, obwohl sich diese Begriffe der Sache nach z.T. in den weiter unten ausgeführten Stufungen genidentischer Systeme wiederfinden. Zur Verdeutlichung des Begriffes der Genidentität seien hier einige der Definitionen angegeben, die in der Wissenschaftstheorie vielfach verwendet werden.

Carnap sagt mit Bezug auf Kurt Lewin: "Zwei Weltpunkte derselben Weltlinie nennen wir 'genidentisch'; ebenso auch zwei Zustände desselben Dinges." (Carnap 1928, S. 170 (§128) u. S.219 (§159))

Im Rahmen der Diskussion der Kausaltheorie der Zeit führt Grünbaum aus: "...we shall begin with material objects each of which possesses genidentity (i.e. the kind of sameness that arises from the persistence of an object for a period of time) and whose behavior therefore provides us with genidentical causal chains." (Grünbaum 1973, S.189.)

Hans Reichenbach setzt den Begriff an mehreren Stellen seines Werkes ein, und er unterscheidet dabei materiale von funktionaler Genidentität. In seinem letzten, von seiner Frau Maria herausgegebenen Werk, "The Direction of Time", heißt es: "...physical identity of a thing, also called genidentity, must be distinguished from logical identity. An event is logically identical with itself; but when we say that different events are states of the same thing, we employ a relation of genidentity holding between these events. A physical thing is thus a series of events; any two events belonging to this series are called genidentical." (Reichenbach 1956, S.38) Da es im Rahmen der Quantentheorie nicht mehr möglich ist, einen physikalischen Gegenstand in dieser Weise zu definieren, behandelt Reichenbach das Problem von 'The Genidentity of Quantum Particles' in dem gleichen Buch in einem gesonderten Kapitel. Darin unterscheidet Reichenbach material genidentity von functional genidentity: "For macroscopic objects, we define material genidentity in terms of several characteristics, which can be divided into three groups. First, we associate material genidentity with a certain continuity of change...Second, it is a characteristic of material objects that the space occupied by one cannot be occupied by another...Third, we find that whenever two material objects exchange their spatial positions this fact is noticeable." (Ebenda, S.225) "We say that the kinetic energy travels from one ball to the other, and by this usage of words we single out another physical entity, the energy, whose genidentity follows different rules. This is not a material genidentity; it might be called a functional

genidentity, a genidentity in a wider sense. Also of this functional kind is the genidentity of water waves, which we distinguish from the material genidentity of water particles..." (Ebenda, S.226) Aufgrund der Ununterscheidbarkeit der Elementarteilchen und dem Postulat der Vermeidung von kausalen Anomalien, kommt Reichenbach zu dem Schluß: "In the atomic domain, material genidentity is completely replaced by functional genidentity." (Ebenda, S.236) Unter der Annahme, daß das gesamte materiale Dasein ausschließlich aus Teilchen dieses atomaren Bereiches bestehen folgt dann weiter: "...there is no material genidentity at all in the physical world; there is only functional genidentity." (Ebenda)

<sup>ix</sup> Königsberg ist die frühere Hauptstadt der früheren Provinz Ostpreußen. Es ist die Stadt, in der Immanuel Kant sein Leben lang gelebt und gearbeitet hat. Die Altstadt Königsbergs wurde 1945 vollständig zerstört. Danach kam Königsberg unter sowjetische Verwaltung, und die Stadt wurde unter dem Namen Kaliningrad neu aufgebaut. Heute gehört Kaliningrad zu Rußland, und es ist dort eine Bewegung unter den Einwohnern entstanden, die sich dafür einsetzt, den Namen 'Königsberg' wieder einzuführen.

<sup>x</sup> Sie würden darauf vertrauen, ein solches Prinzip durch eine kausale Erklärung mit Hilfe von Gesetzesaussagen und adäquaten Randbedingungen ersetzen zu können.

<sup>xi</sup>

Das erste Mal hat er die Sein-Sollen-Dichotomie in (Hume 1740) beschrieben, die später als das Humesche Gesetz bezeichnet worden ist.

<sup>xii</sup>

Die besonderen Schwierigkeiten eines reduktionistischen Programms habe in dem Aufsatz dargestellt "Das Reduktionismus-problem und seine Überwindung", abgedruckt in (Deppert 1992b).

<sup>xiii</sup>

Vgl. den Beitrag von K. Acham 'Beyond Maximizing: Some Remarks on Optimality and Efficiency in the Social Sciences' in diesem Band.

<sup>xiv</sup> Es ist anzunehmen, daß wir um so weniger von den Erhaltungsprinzipien genidentischer Systeme im genetischen Material der Arten wiederfinden, je höher die Stufe des Erhaltungsprinzips in der angegebenen Systematik ist. Ich bin davon überzeugt, daß der genetische Code der Menschen keine Informationen für ein symbiotisches Verhalten gegenüber der Natur enthält, so wie es offenbar für Wölfe der Fall ist. Darum können wir nur darauf hoffen, daß das menschliche Erkenntnisvermögen den Magel an genetischer Information wettmachen kann, wenn es eine Überlebensfähigkeit durch wachsende Einsicht über die gegenseitigen Zusammenhänge in der

Natur hervorbringt, die die größte vorstellbare  
Lebensgemeinschaft oder das größte denkbare symbiotische System  
darstellt.

xv

Vgl. dazu auch Oster 1989.

xvi

Vgl. Gibbs 1986 und Gibbs 1978.

xvii

Vgl. Alpert 1982 und Alpert 1986.