

**Alfred Gierer**

**Wissenschaftliches Denken,  
das Rätsel Bewusstsein  
und pro-religiöse Ideen**

Im Druck erschienen bei Königshausen&Neumann, Würzburg 2019  
Die hier vorgelegte elektronische Version hat andere Seitenzahlen

## **Inhalt:**

<b>Vorwort</b> .....	S	<b>03</b>
<b>Was ist der Mensch? - In vieler Hinsicht sich selbst ein Rätsel</b>	S	<b>05</b>
In: Was ist der Mensch? Humanprojekt/Interdisziplinäre Anthropologie 3 (D. Ganten, V. Gerhardt, J.C. Heilinger, J. Nida-Rümelin, Hrsg.), (2008) S. 103-105, de Gruyter, Berlin. online unter bbaw:opus4		
<b>Innovationstheorie und die Evolution menschlicher Fähigkeiten: Beispiel Empathie</b> .....	S	<b>10</b>
Nova Acta Leopoldina NF77, 304, (1998) S. 85-98. online unter philpapers.org/rec/GIEIUD		
<b>Bewusstsein – Reichweite und Grenzen naturwissenschaftlicher Erklärung</b> .....	S	<b>34</b>
In: Funktionen des Bewusstseins, Humanprojekt/Interdisziplinäre Anthropologie 2 (D. Ganten, V. Gerhardt, J. Nida-Rümelin, Hrsg.), (2008) S. 267-282, de Gruyter, Berlin. online unter bbaw:opus4		
<b>Meister Eckhart, der Seelengrund und das Verständnis von Bewusstsein</b> .....	S	<b>54</b>
online unter philpapers.org/rec/GIEMED		
<b>Über Wolfgang Pauli – Quantenphysik, Verständnis der Natur und die Rolle der Psyche</b> .....	S	<b>59</b>
online unter philpapers.org/rec/GIEQV		
<b>Wissenschaftliche Rationalität, menschliches Bewusstsein und pro-religiöse Ideen</b> .....	S	<b>75</b>
Englische Version online unter philpapers.org/rec/GIESRH		
<b>Anhang: Anmerkungen zu einigen philosophischen Aspekten</b> .....	S	<b>85</b>
Über Bewusstsein und Religion; Meta-theoretisches; Zeit und Zustand; Endlichkeit der Welt und der Erkenntnis		
<b>Wissenschaft, Religion und die deutungsoffenen Grundfragen der Biologie</b> .....	S	<b>89</b>
online unter philpapers.org/rec/GIEWRU		

## Vorwort

Diese Schrift enthält eine Reihe von sieben Artikeln, in der es um die Beziehung der Wissenschaften zu aufgeklärten, liberalen Formen religiöser Vorstellungen geht. Im Gegensatz zu verbreiteten Ansichten zumal des vorigen Jahrhunderts führt die moderne Naturwissenschaft zu einer zwar weitgehenden, aber prinzipiell nicht vollständigen Erklärung der Wirklichkeit. Sie kann die Rätselhaftigkeit der Welt für uns Menschen nicht aufheben; die Grundfähigkeiten des menschlichen Denkens sind schließlich nicht nur Gegenstand der Wissenschaft, sondern auch Voraussetzungen jeder wissenschaftlichen Tätigkeit. Auf der „meta-theoretischen“, nämlich der philosophischen, kulturellen und religiösen Ebene bleibt die Welt mehrdeutig; wir dürfen und können wählen. Nach meiner Ansicht sprechen dabei Weisheit und Lebenskunst für eine pro-religiöse Einstellung; verbindlich kann und soll sie aber nicht sein.

Die Artikel folgen dieser Gedankenspur. Sie sind voneinander unabhängig entstanden, sollen auch unabhängig lesbar sein und sind dazu als Volltext einbezogen. Etwas an Wiederholungen in der Reihe ist so nicht zu vermeiden, und dafür bitte ich um Nachsicht. Am Beginn steht eine kurze Antwort des Autors zur Frage „Was ist der Mensch?“, welche die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften etwa achtzig Personen gestellt hat. Es folgt ein Artikel zur biologischen Entstehung der höheren geistigen Fähigkeiten unserer Spezies „Mensch“, insbesondere der kognitionsgestützten Empathie. Zentraler Aspekt ist in den weiteren Überlegungen das menschliche Bewusstsein; es gibt prinzipielle, erkenntnistheoretisch robuste Gründe gegen die Möglichkeit einer vollständigen naturwissenschaftlichen Erklärung. Schon der geniale mittelalterliche Theologe Meister Eckhart hat den Urgrund des menschlichen Bewusstseins als göttlich angesehen. Unter den modernen Naturwissenschaftlern gehe ich exemplarisch auf Wolfgang Pauli ein, der neben Physik und Logik besonders die psychischen Voraussetzungen wissenschaftlicher Entdeckungen betont. Im Bezug auf Religion zeigte er Sympathie für östliche Gedankenwelten, liebte Schopenhauer, der den Buddhismus für westliche Denker wieder entdeckt hatte. Sodann erkläre ich meine Gründe für pro-religiösen „metaphysischen Optimismus“ – das göttliche Heil ist für Alle da - und das nicht nur im Kontext des Christentums. Nach diesem mehr persönlichen Artikel (ohne Zitate!) schließe ich mit einer systematischen Analyse von Aspekten moderner Biologie, die verschiedene, sowohl agnostische wie auch pro-religiöse Deutungen ermöglichen, und argumentiere für Offenheit der Erörterung.

*Tübingen, im März 2019*

*Alfred Gierer*



## **Was ist der Mensch?**

### **In vieler Hinsicht sich selbst ein Rätsel ...**

Was ist der Mensch? In vieler Hinsicht sich selbst ein Rätsel... aber wir wissen doch einiges, was unser Selbstverständnis angeht, und wir wissen auch ganz gut, warum wir nicht alles wissen können. Zu beidem trägt nicht zuletzt die moderne Naturwissenschaft bei. Zum einen sagen biologische Erkenntnisse etwas über die Herkunft des Menschen in der Evolution, über das Gehirn als Organ des Geistes, über die biologisch angelegten menschlichen Fähigkeiten, die in die Eigendynamik der Kulturentwicklung geführt haben. Dabei handelt es sich um sehr allgemeine Fähigkeiten wie die der Sprache und des strategischen Denkens. In verschiedenen Szenarien der Zukunft sind jeweils wir selbst und unsere Mitmenschen repräsentiert. All dies erfordert Meta-Ebenen der Informationsverarbeitung im Gehirn. Dabei ist die biologische Grundausstattung an Fähigkeiten und emotionalen Dispositionen der ganzen gegenwärtigen Spezies „Mensch“ gemeinsam.

Das Abenteuer Naturwissenschaft zeigt uns aber auch - wie kaum eine andere Kulturleistung - Reichweite und Grenzen menschlichen Denkens überhaupt. Die naturgesetzliche Ordnung ist dem menschlichen Geist in erstaunlichem Maße zugänglich. Das wissenschaftliche Denken selbst ergibt aber auch Einsichten in Grenzen der Erkenntnis: Grenzen der physikalischen Berechenbarkeit ebenso wie Grenzen der logisch-mathematischen Konsistenz unseres Denkens. Vor allem aber sprechen gute Gründe für prinzipielle Grenzen einer rein naturwissenschaftlichen Erklärung von menschlichem Bewusstsein - die Gehirn-Geist-Beziehung ist nicht vollständig dekodierbar. All dies hängt damit zusammen, dass kein endliches System sich selbst mit den je eigenen Mitteln vollständig erfassen, begreifen, verstehen, absichern kann. So genau Aussagen inhaltlicher Naturwissenschaft oft sind, auf der

metatheoretischen Ebene bleibt die Gesamtheit unseres Wissens, und damit auch die Stellung des Menschen in der Natur deutungsfähig und deutungsbedürftig; sie ist mit verschiedenen, natürlich nicht mit allen, philosophischen, kulturellen und religiösen Interpretationen vereinbar, und daran wird sich auch nichts ändern. Erkenntnislogisch gesehen dürfen und können wir wählen.

Worum es dabei eigentlich geht, ist Lebenskunst, die Frage nach der guten Art zu leben, und deshalb plädiere ich im Zweifelsfall für metaphysischen Optimismus. Im Menschen ist Geist und Materie verbunden. Die Naturwissenschaft gilt oft als materialistisch-mechanistisch; aber gerade die Basiswissenschaft Physik ist alles andere als rein materialistisch, sie verbindet materielle, zum Beispiel atomare mit mentalen, konzeptionellen, mathematischen Aspekten. Die Quantenphysik ist keine rein materialistische Theorie, die Einstein - Formel  $E=mc^2$  kein rein materialistisches Gesetz. Der Mensch ist materiell ein winziges und kurzlebiges Wesen in einem unheimlich großen Weltall. Mental aber ist er in seinem Denken, seinem Bewusstsein, oft auch in Beziehung zur Natur in seinem Fühlen mit der Ordnung des Universums verbunden, zu dem er selber gehört. Metaphysischer Optimismus heißt, den Menschen nicht in erster Linie als Spielball materieller Prozesse zu sehen. Er muss sich nicht den inzwischen angestaubten deterministisch-mechanistischen Weltbildern des 19. Jahrhunderts unterwerfen; er darf sich durchaus in wesentlicher Hinsicht als frei empfinden. Er kann fast im platonischen Sinne das Mentale und damit die Beziehung seines Bewusstseins zur gedanklichen Ordnung des Naturgeschehens betonen, und er muss sich auch nicht die religiöse Frage verbieten, was diese Verbindung für ihn bedeuten kann.

Antworten auf Fragen, was der Mensch ist, suchen wir besonders im Hinblick auf soziale Beziehungen. Evolutionsbiologisch sind in uns starke Anlagen zur Selbsterhaltung und der Vermehrung je eigener Gene angelegt. Darin steckt eine gehörige Portion Egoismus; man sollte sie aber nicht überschätzen. Zu unserer genetischen Grundausstattung

gehören auch die Fähigkeiten der Empathie, des sich-Hineinversetzens in Befindlichkeiten und Gedanken Anderer. Auf diesen und anderen Anlagen sozialen Verhaltens beruht die sehr große Kooperationsfähigkeit unserer Spezies Mensch, die entscheidende Voraussetzung von Lebens- und Überlebenschancen ist.

Die allgemeinen Fähigkeiten des menschlichen Gehirns und ihre emotionale Basis sind somit Ergebnisse der biologischen Evolution, aber die Fähigkeiten setzen ihn seit vielleicht hunderttausend Jahren dann frei in die Eigendynamik der Kulturgeschichte: Sie begründen, aber sie begrenzen auch die Spielbreite möglicher kultureller Entwicklung und Differenzierung.

Welchen Gebrauch sollen wir von diesen Fähigkeiten machen? Ich möchte wieder Kriterien der Lebenskunst in den Vordergrund stellen. Dabei kann man sich an real existierenden Gesellschaften, Kulturen und Epochen orientieren, die sich in Lebensformen und Lebensqualität unterscheiden und unterscheiden: Welche würde man sich aussuchen, wenn man die je eigene Rolle innerhalb der Gesellschaft vorher nicht kennen würde? Was Optionen für gesellschaftliche Entwicklungen in der Zukunft angeht, so sind dafür nicht zuletzt diejenigen Grenzen zu achten, die die biologisch angelegten Merkmale unserer Spezies setzen. Moralische Forderungen, die diese Grenzen überschreiten, sind kontraproduktiv, zumal es ja nicht nur eine Moral gibt und die Propagierung einer bestimmten Moral auch sehr egozentrisch sein kann.

Soll man trotzdem moralische Ansprüche überhöhen, um wenigstens einen Teil davon erfüllt zu sehen? Nach dieser Auffassung ist Moral etwas, das den Anlagen der Menschen abzurufen ist. Moralismus ist jedoch, wie die politische Erfahrung zeigt, potentiell enthemmend, ist eher brutalisierend als zielführend. Viel besser erscheint mir der Ansatz des großen Philosophen des Glücks, Epikur, zu sein, die natürlichen Antriebe zu respektieren, um auf ihnen aufzubauen und sie menschenfreundlich sowie auf Langzeitwirkungen bedacht zu generalisieren. So hat es nicht zuletzt auch Schiller gesehen, wenn

er vor der Vorherrschaft eines moralisierenden „Egoismus der Vernunft“ warnt und an das Vermögen des empathischen Gefühls appelliert, „fremde Natur getreu und wahr in uns aufzunehmen, fremde Situationen uns anzueignen, fremde Gefühle zu den unsrigen zu machen“. Die neuere Soziobiologie erklärt nicht mehr nur egoistische, sondern durchaus auch in begrenztem Masse freundliche Züge menschlichen Sozialverhaltens: Gemeinsinn ist eine wertvolle, aber knappe Ressource unserer biologischen Spezies „Mensch“, die eher behutsam und mit Rücksicht auf natürliche Anlagen des Menschen zu aktivieren ist.

Anmerkung: Ausführlichere Darstellungen zu Themen dieses Artikels finden sich in meinem Buch: Alfred Gierer, 1998, *Im Spiegel der Natur erkennen wir uns selbst - Wissenschaft und Menschenbild*, Reinbek: Rowohlt. Volltext im Netz unter

<http://edoc.bbaw.de/volltexte/2007/444/pdf/25hPFNizyGEZQ.pdf>





# **Innovationstheorie und die Evolution menschlicher Fähigkeiten: Beispiel Empathie**

## **Innovation als Initiation selbsttragender Entwicklung**

Spezifische Fähigkeiten des menschlichen Gehirns wie die der Sprache, der kognitionsgestützten Empathie und des strategischen Denkens sind Ergebnisse der biologischen Evolution, in den späten Phasen der Menschwerdung wohl auch einer Ko-Evolution von biologischen und kulturellen Faktoren. Es handelt sich um sehr allgemeine Fähigkeiten, die auf eine fast unbegrenzte Vielfalt von Situationen anwendbar sind. Wie bei jeder allgemeinen Innovation – im Bereich der Technik etwa bei der Erfindung des Rades oder der Erzeugung von Elektrizität - wird ein offenes Feld von Möglichkeiten eröffnet, das weit über den Anlass, die Motive und die Vorteile der Entstehungsphase hinausführt.

Eine bevorzugte Denkrichtung sucht die Evolution des Menschen in erster Linie durch viele kleine Schritte zu erklären, während die Annahme qualitativ bedeutender, einzelner genetischer Schlüsselereignisse in der wissenschaftlichen Diskussion weniger verbreitet ist. Im Streit zwischen »Gradualismus« und »Punktualismus« (MAYR 1988) ist jedoch zwischen sehr verschiedenen Aspekten zu unterscheiden. Obwohl es scheinbar plötzliche und dann wieder sehr allmähliche Phasen der Evolution gibt, darf nicht auf Einzelereignisse mit unmittelbaren großen Wirkungen geschlossen werden. Auch eine scheinbare Explosion von Evolutionsvorgängen in einem kurzen Zeitraum kann in Wirklichkeit auf vielen kleinen Schritten von Mutation und Selektion beruhen, wenn sie sich rasch akkumulieren und sich hinsichtlich der »fitness«-Vorteile sozusagen aufschaukeln. Die Annahme genetischer Schlüsselereignisse ist also gar nicht damit zu begründen, dass es schnelle Entwicklungsphasen gibt, die ebenso gut durch viele kleine Schritte erklärbar sind. Jedoch

könnten einzelne Schlüsselereignisse eine logisch entscheidende, initiiierende Rolle für einen neuen Entwicklungsweg spielen, obwohl die Auswirkungen der Innovation anfangs bescheiden sind und sich erst durch weitere, mehr kontinuierliche Evolution entfalten. Diesen innovationstheoretischen Aspekten gelten die folgenden Überlegungen.

## **Vergleich technischer Entwicklung und biologischer Evolution - Beispiel Dampfschifffahrt**

Ich möchte theoretische Gesichtspunkte zur genetischen Innovation durch den Vergleich mit technischen Innovationen erläutern. Nun ist Innovation ein etwas schillernder Begriff, der einer Definition bedarf. Eine Begriffsbestimmung, die sich im wirtschaftlich-technischen Bereich bewährt hat und sich für Vergleiche mit der Biologie eignet, definiert Innovation nicht als Erzeugung von Ideen im Kopf des Erfinders, sondern als deren Verwirklichung und Ausbreitung im Markt (siehe MARCHETTI 1988). Zwar gelten für die Technik vielfach andere Regeln als für die biologische Evolution, wobei letztere durch sehr indirekte Beziehungen von Genotyp und Phänotyp, von Veränderungen von Genen einerseits und deren Ausprägung in Strukturen, Verhaltensweisen, Dispositionen und Fähigkeiten andererseits charakterisiert ist; dennoch sind aber die Analogien zur technischen Entwicklung nicht zu übersehen. Zum einen ist es erstaunlich, wie weit man auch in der Technik mit sogenannten Evolutionsstrategien kommt, die – in Anlehnung an die Biologie - Problemlösungen in einem Programm von Versuch und Irrtum suchen, also durch Probieren statt Nachdenken. Zum anderen entsteht in beiden Fällen Neues durch Verknüpfung und Veränderung des Vorhandenen. Die Evolution der Fähigkeiten des menschlichen Gehirns baut in besonderem Maße auf den jeweils schon bestehenden Fähigkeiten auf, um sie neu zu kombinieren, in neue Kontexte einzubeziehen, zu

verallgemeinern und weiterzuentwickeln.

Technische Innovationen, also die ökonomische Implementation neuer Ideen und Ideenkombinationen auf dem Markt, beginnen mit Prototypen, die ökonomischen Erfolg haben oder unmittelbar erwarten lassen. In diesem Zusammenhang kann man das Kriterium »ökonomischer Erfolg« bei der Technikentwicklung als durchaus analog zum »fitness«-Vorteil biologischer Evolution ansehen, da beide jeweils die Fortsetzungs- und Ausbreitungsfähigkeit neuer Entwicklungen betreffen- die Ausbreitung der Gene in der Population durch höhere Zuwachsraten als Folge erhöhter »fitness«, die Ausbreitung einer Technik durch die Gewinne bei der Erschließung von Märkten. Die Dynamik technischer Innovation lässt sich an sehr verschiedenen Beispielen zeigen. Wesentliche Parameter sind dabei der Zeitpunkt der Initiation sowie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der innovativen Entwicklung.

Die folgende Diskussion bezieht sich zunächst auf den Fall der Dampfschiffahrt, wie er von dem Innovationsforscher MARCHETTI neben anderen Technikentwicklungen quantitativ analysiert wurde. Die Dampfschiffahrt drang mit ökonomisch erfolgreichen Fahrzeugen seit 1807 in den von Segelschiffen beherrschten Schifffahrtsmarkt ein. Bezogen auf die Tonnage der US-Handelsflotte erreichte sie in einem zunächst annähernd exponentiellen Anstieg in etwa 80 Jahren die Halbsättigung dieses Marktes (Abb. 1). Was bestimmte die Initiation zu Anfang des 19. Jahrhunderts?

Die Nutzung des Druckes erhitzter Luft und der Dampfkraft für mechanische Vorgänge geht bis in die Antike zurück – allerdings zunächst nicht für die Produktion, sondern für Showeffekte im Theater im späthellenistischen Alexandria. Eine ökonomische Nutzung der Dampfkraft wurde in Europa seit dem 17. Jahrhundert erprobt. Die industriell effiziente Dampfmaschine von James WATT, Mitte des 18. Jahrhunderts erfunden, bildete im 19. Jahrhundert die Basis der Industrialisierung. Im 18. Jahrhundert stellten Akademien Aufgaben zum Schiffsantrieb, experimentelle

Dampfboote wurden erprobt, und Spekulanten erwarben schon Monopole für eine Dampfschiffahrt, die es noch gar nicht gab. Innovativ wirksam wurde jedoch erst der Einsatz von WATTS Dampfmaschinen auf Schiffen. Die ersten solchen Schiffe waren aus Holz; die ersten eingesetzten Dampfmaschinen Niederdruckmaschinen. Der Antrieb lief über Schaufelräder. Die Erfolgsrate war zunächst niedrig, der Gewinn schmal, die Verbreitung bescheiden, aber die gelegentlichen und schwachen positiven Effekte waren doch ausreichend, um weitere Entwicklungen zu begünstigen.

Der ökonomisch erfolgreiche Prototyp war FULTONS »Clermont« (1807), die die Strecke New York-Albany auf dem Hudson River befuhr und damit den regulären Dampfschiffverkehrsverkehr einleitete. Eine besondere Rolle, analog zu ökologischen Nischen für die Evolution, spielte in der Anfangsphase die Erschließung des Mississippi durch die berühmten Schaufelraddampfer von 1811 an. Mit der Atlantik-Überquerung der »Savannah« im Jahre 1818 begann - zunächst eher zaghaft - die Ozean-Dampfschiffahrt. In der Folge wurde die Urkombination »Dampfmaschine plus Schiff« zum Ausgangspunkt quantitativer und qualitativer Fortentwicklungen: Schiffe aus Eisen statt Holz, Antrieb durch Schiffspropeller statt Schaufelräder. Es war das Ozeanschiff »Great Britain«, das 1843 diese Eigenschaften erstmals in sich vereinigte. Auch semi-quantitative Verbesserungen wurden wirksam: Hochdruck- statt Niederdruck-Dampfmaschinen, Stahl statt Eisen, und damit verbunden eine ziemlich graduelle Entwicklung vom Segler mit Hilfsdampftrieb über das Dampfschiff mit Hilfssegel zum »reinen« Dampfschiff. Zugleich wurde aber auch die Segelschiffahrt weiter entwickelt und verbessert.

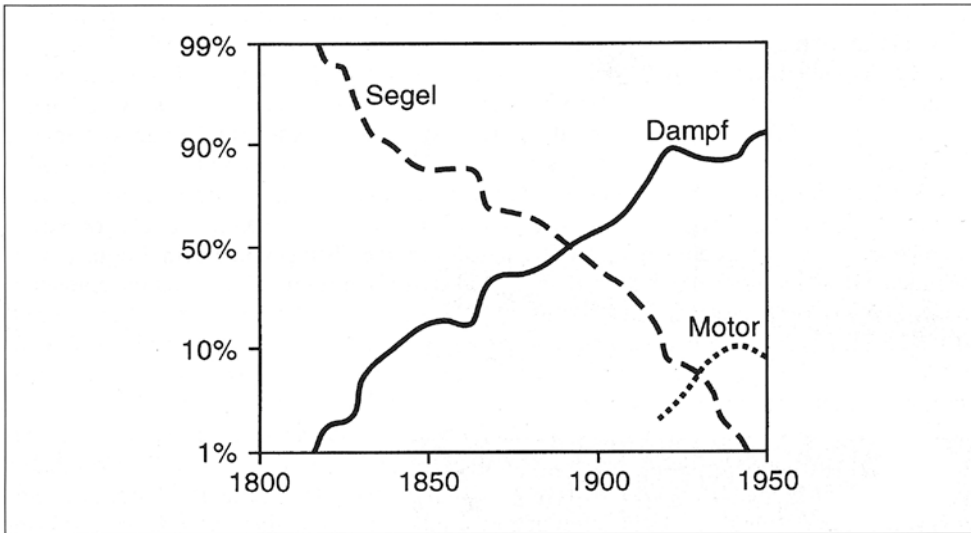


Abb. 1 Anteil der Dampf-, Segel- und Motorschiffahrt an der Handelstonnage der USA (in einer logarithmischen Skala) nach MARCHETTI (1988). Es gibt eine Initiation ökonomisch erfolgreicher Dampfschiffahrt zu Beginn des 19. Jahrhunderts, der eine langsame, zunächst annähernd exponentielle Ausbreitung auf dem Schiffahrtsmarkt folgte. Man erkennt die formale Analogie der Ausbreitung technischer Innovation zur Populationsdynamik biologischer Evolution.

So überrundete der Dampfantrieb im 19. Jahrhundert auf den Weltmeeren in einem relativ langsamen Prozess die Segelschiffahrt, bis er dann in unserem Jahrhundert selbst durch andere Antriebsformen – hauptsächlich Dieselmotoren – abgelöst wurde. Wichtige Voraussetzung für die weltweite Einführung der Dampfschiffahrt waren auch Wirkungen der Erfindung »Dampfschiff« auf die Umwelt, die dann wieder positiv auf die Ausbreitung der Dampfschiffahrt zurückwirkte- ein Vorgang, der der Ko-Evolution in der Biologie analog ist. Dies gilt vor allem für den Aufbau einer Infrastruktur in Welthäfen, die sich für größere Schiffe eignete und zudem das Bunkern von Kohlen unterwegs ermöglichte. Auch der Bau des Suez-Kanals war in diesem Sinne ein ko-evolutiver Vorgang: Ohne Dampfschiffahrt kein Kanal; mit Fertigstellung des Kanals aber das schnelle »Aus« für die

Segelschiffahrt von Europa über das Kap der Guten Hoffnung nach Mittel- und Ostasien, die erst wenige Jahre zuvor mit den berühmten Geschwindigkeitsrekorden der »Tee-Rennen« ihren technischen Höhepunkt erreichte.

Die Innovation »Dampfschiff« erzeugte somit eine neue »fitness«-Landschaft, die weitere Erfindungen und Entwicklungen begünstigte. Im Ganzen trug eine Fülle kontinuierlicher Verbesserungen zum Erfolg bei, aber der Ursprung und auch das logische Gerüst der Erklärung ist wesentlich durch die qualitativen Innovationen bestimmt, obwohl sie eigentlich eher Voraussetzungen für Entwicklung schufen als selbst Entwicklung darstellten.

Es sind diese Merkmale einer innovativen Entwicklung, die in analoger Weise auch für biologische Evolutionsprozesse von Interesse sein könnten, insbesondere für die Entstehung allgemeiner Gehirnfähigkeiten: Die Neukombination und Veränderung von Genombereichen, die an der Gehirnentwicklung beteiligt sind, konnte neue Fähigkeiten begründen.

Es ist selbstverständlich, dass sich Ähnlichkeiten mit der Technik nur auf einige Aspekte erstrecken, während andere durchaus verschieden sind. Die Genveränderungen, die den Anfang einer biologischen Innovation bewirken, betreffen sicher nur einen sehr kleinen Teil des Genoms und wirken sehr indirekt auf die Gehirnentwicklung. In der Regel haben sie wohl zunächst noch keine sehr deutlichen phänotypischen Ausprägungen, die erst durch viele weitere Schritte der Evolution zustande kommen, während in der Technik schon der erste Prototyp »hardware« von erkennbar neuem Typ ist. Solche Unterschiede heben aber die wesentliche Gemeinsamkeit nicht auf: In *beiden* Fällen handelt es sich um die Initiation einer neuen Richtung, die im Falle der biologischen Evolution die Ausbreitung in der Population einleitet, im Falle der Technik die Ausbreitung im Markt.

## **Evolution von Grundfähigkeiten des modernen Menschentyps**

Die letzte Abzweigung der Evolutionslinie zum Menschen von der zum Schimpansen erfolgte vor etwa fünf Millionen Jahren. Vormenschen entwickelten den aufrechten Gang, ein größeres Gehirn, die Fähigkeit, Werkzeuge zu machen und zu gebrauchen, und dieses und anderes Wissen von einer Generation zur nächsten zu tradieren. Eine eigendynamische Kulturentwicklung, die im Laufe einer begrenzten Zahl von Generationen zu markanter kultureller Weiterentwicklung und Differenzierungen führt, gab es aber vermutlich noch nicht.

Zu den erstaunlichen biologischen Erkenntnissen aus der letzten Zeit gehören die Ergebnisse vergleichender Genforschung, die darauf hinweisen, dass die gesamte heutige Menschheit von einer möglicherweise kleinen Gruppe abstammt, die vor etwa zweihunderttausend Jahren in Afrika gelebt hat. Nicht so klar ist, ob der moderne Menschentyp schon sehr früh eine besondere Art bildete oder ob sich zunächst die Gene und Genkombinationen, die die besonderen Fähigkeiten des modernen Menschen begründen, in weitere Populationen ausbreiteten, um dann andere Menschenarten zu verdrängen, wie dies zuletzt den Neandertalern in Europa vor etwa dreißigtausend Jahren widerfuhr. Damals entstanden die Kunstwerke, die in Höhlen der Eiszeit noch heute zu bewundern sind, mit sehr realistischen Malereien von Tieren, aber auch mit komplexen abstrakten Zeichen, deren kulturspezifische Bedeutung wir nicht mehr verstehen (siehe CHAUVET et al. 1995). Spätestens seit dieser Zeit gibt es eine eigendynamische Kulturentwicklung, die sich in Kunst und Technik niederschlug. Sie führte vor etwa 10 000 Jahren zur Erfindung der Landwirtschaft, vor etwa 5000 Jahren in die Entwicklung der Hochkulturen geschichtlicher Zeit.

Möglicherweise gab es wesentliche Genveränderungen mit initiiierenden Wirkungen für generalisierende Fähigkeiten des menschlichen Gehirns um die Zeit, in der der heutige



Menschentyp seinen genetischen Ursprung zu haben scheint – vor ein- oder einigen hunderttausend Jahren in Afrika; aber die Deutung molekulargenetischer Daten ist noch sehr im Fluss, und das generelle, hier vertretene Konzept der Bedeutung singulärer Innovationen ist von der zeitlichen Zuordnung zu dieser Phase der Menschwerdung nicht logisch abhängig.

## **Molekulargenetische Grundlagen innovativer Evolutionsschritte**

Wie könnten einzelne oder wenige genetische Veränderungen die Evolution neuer allgemeiner Fähigkeiten bewirken? Wie kann überhaupt eine begrenzte Zahl von Genen komplexe, über weite Bereiche des Gehirns verteilte Verschaltungen des neuronalen Netzwerkes systematisch beeinflussen? Jede Zelle hat in der Regel die gleiche Erbsubstanz DNA, die im Prinzip die Instruktionen zum Aufbau des Organismus im Laufe der Entwicklung enthält. In jedem Zelltyp und in den verschiedenen Positionen und Phasen der Entwicklung eines Organismus sind aber im allgemeinen verschiedene Gene aktiv, andere inaktiv. Eine Vielzahl von Regelprozessen ist daran beteiligt; eine Schlüsselrolle spielen dabei Prozesse am Genom selbst (siehe ARNONE und DAVIDSON 1997). Dem einzelnen Genabschnitt, der ein bestimmtes Protein kodiert, sind Regelsequenzen vor- und zwischengeschaltet. Kurze Folgen von z. B. 10-20 Nukleinsäurebausteinen vermögen jeweils bestimmte Regelproteine zu binden, und wenn die Bindung erfolgt ist, so kann das Regelprotein auf die Startstelle der Genaktivierung aktivierend oder inhibierend wirken. Der ganze Satz von regelproteinbindenden Sequenzen - auch »Enhancer« und »Silencer« genannt, je nachdem, ob sie aktivierend oder inhibierend wirken – funktioniert auf raffinierte Weise kombinatorisch und bildet in gewissem Sinne einen Mikroprozessor für das betreffende Gen. Er rechnet sozusagen die in dem Satz von Regelproteinen

enthaltenen Informationen über die Position der Zelle im Gewebe, dem Typ der betreffenden Zelle und dem Stadium der Entwicklung um in die Entscheidung, ob und wie viel von dem betreffenden Genprodukt in der jeweiligen Situation gemacht wird. Manche der regulierten Gene sind selbst wiederum Regelgene. Vieles weist daraufhin, dass die Genregulation kombinatorischen Prinzipien folgt, und dass es eine Kaskade von Regelprozessen gibt, mit einer Hierarchie von Regelgenen, deren obere Schicht aus Hauptschaltern der Entwicklung besteht. Hierarchische und kombinatorische Genregulierung bestimmt nicht zuletzt die Entwicklung des neuronalen Netzwerkes im Gehirn. Dabei können einzelne Gene auch weite Gehirnbereiche betreffen.

Ein Teil der Gene eines Organismus kodiert solche Proteine, die am Auswachsen der Nervenfortsätze, ihrer Navigation in Richtung auf das Ziel und ihrer Verschaltung mit Zielzellen im Gehirn beteiligt sind. Die Aktivierung dieser Gene wird durch Regelgene gesteuert, und alle diese Gene zusammen bestimmen die Entwicklung des neuronalen Netzwerkes im Gehirn - zumindest in groben Zügen. Elektrische Aktivitäten des Netzwerkes vermögen dann Struktur und Funktion des Netzwerkes weiter zu verändern und zu verfeinern (siehe GIERER und MÜLLER 1995). Im Endeffekt entsteht so eine funktionale Architektur des neuronalen Netzes, die allen Fähigkeiten und Eigenschaften des Gehirns zugrunde liegt; sie umfassen erbliche Verhaltensanlagen- z. B. für die Fortpflanzung -, aber auch allgemeine Fähigkeiten, darunter die menschlichen Fähigkeiten der Sprache, des strategischen Denkens und der Empathie.

Diese molekulargenetischen Konzepte zur kombinatorischen und hierarchischen Regulierung neuronaler Entwicklung bilden zwar noch keinen Beweis, sie sind aber doch konsistent mit unserer Hypothese: Die Evolution generalisierender Fähigkeiten des menschlichen Gehirns könnte durch wenige, aber wichtige genetische Veränderungen initiiert worden sein. Vermutlich spielten dabei Regelgene der oberen Hierarchie der Genregulation eine Schlüsselrolle. Die Duplikation eines

mikroprozessierenden Regelteils und seine Rekombination in einen neuen genetischen Kontext läuft auf die Erprobung neuer Kombinationen von bereits existierenden Subroutinen der Genregulation hinaus- und zwar im Hinblick auf resultierende neue Funktionsmerkmale, insbesondere neue Fähigkeiten der Informationsverarbeitung durch das neurale Netzwerk. Die Anfangsauswirkungen und die Anfangseffizienz werden gering gewesen sein, konnten sich dann aber durch viele weitere Schritte der Anpassung und Effizienzsteigerung in der innovativen Evolutionsrichtung entfalten.

## **Zentrale Rolle der Selbstrepräsentation**

Welche Eigenschaften des Gehirns könnten von solchen Genveränderungen mit richtungs-initiiierender Wirkung auf die Evolution betroffen sein? Charakteristisch für den modernen Menschentyp sind genetisch angelegte, sehr allgemeine Fähigkeiten, die auf eine ungeheure Vielfalt von Situationen anwendbar sind und der Fähigkeit unserer Spezies zur Kulturgeschichte zugrunde liegen. Sie ist durch Eigendynamik charakterisiert: Information erzeugt Information, technischer Fortschritt erzeugt technischen Fortschritt, kulturelle Differenzierung erzeugt kulturelle Differenzierung, und zwar ohne dass in diesem Prozess noch weitere genetische Veränderungen erforderlich wären. Kulturdynamik beruht auf Sprache und Abstraktion, auf Erinnerung und Planung über eine ganze Lebenszeit hinweg. Entscheidend ist die Fähigkeit zum strategischen Denken, welches eine umfassende Selbstrepräsentation der Person in ihrem eigenen Gehirn voraussetzt; man kann in einem übertragenen Sinne von »Selbstbildern« sprechen - nicht im wörtlichen Sinne in Form räumlicher Abbildungen, sondern kodiert als abstrakte Merkmalskombinationen der eigenen Person, die dann aber auch ihre eigenen mentalen Vorstellungen und Gefühle einschließen- also eine Selbstrepräsentation im Gehirn, die Gehirnzustände mit umfasst. Solche Selbstrepräsentation ist

insbesondere für strategisches Denken deshalb so wesentlich, weil sie erlaubt, verschiedene Handlungsoptionen samt ihren Folgen zu vergleichen, um zu entscheiden, welche der möglichen künftigen Zustände der *eigenen* Person emotional positiv oder negativ zu bewerten sind, um die Handlungsstrategie dementsprechend einzurichten.

Die zentrale Bedeutung der Selbstrepräsentation für die Fähigkeiten des modernen Menschentyps zur Kulturentwicklung und zu strategischem Denken legt die Hypothese nahe, dass ein genetisches Schlüsselereignis, das vor vielleicht hundert- oder zweihunderttausend Jahren einen biologischen Ausgangspunkt der heutigen Menschheit bildete, die Begründung – oder zumindest eine starke Verallgemeinerung – mentaler Selbstrepräsentation war. Eine oder wenige genetische Veränderungen könnten Verschaltungsmerkmale im Gehirn so beeinflusst haben, dass der analytische Apparat des Gehirns sozusagen auf seinen eigenen Inhalt angewendet wurde, mentale und emotionale Zustände eingeschlossen. Derartige Selbstbezüge sind zwar im Prinzip anfällig gegen Widersprüche und notwendig unvollständig, da kein Gebilde ein vollständiges Abbild seiner selbst enthalten kann. Dennoch kann Selbstrepräsentation im Normalfall eine gute Näherung für die Einschätzung persönlicher Zukunftsoptionen im Rahmen des strategischen Denkens darstellen. In Kombination mit der Entwicklung von Sprache und anderen Fähigkeiten konnte sie sich bis hin zur Kulturfähigkeit des heutigen Menschentyps weiterentwickeln, und seit vielleicht vierzigtausend Jahren dominiert die Kulturdynamik über genetische Veränderung.

## **Evolution des menschlichen Bewusstseins: Gründe für Grenzen einer naturwissenschaftlichen Theorie**

Selbstrepräsentation ist notwendige Voraussetzung für Bewusstsein, eine ebenso zentrale wie rätselhafte Eigenschaft des menschlichen Gehirns. Eine vollständige Definition dafür

liefert sie nicht. Man kann Selbstbezug auch in einen Computer einprogrammieren, ohne ihn deshalb als bewusst zu betrachten. Eine hinreichende Definition von Bewusstsein ist schwierig, vielleicht prinzipiell unmöglich. Bewusstsein ist uns unmittelbar gegeben - in der Regel ohne Kenntnis von physikalischen Prozessen im menschlichen Gehirn. Zwar sind Bewusstseinsprozesse mit physikalischen Prozessen im Nervensystem eng und vermutlich eindeutig verknüpft. Daraus folgt aber nicht zwingend, dass es eine vollständige Theorie der Gehirn-Geist-Beziehung geben müsste: Konsequenter Physikalismus verträgt sich logisch durchaus mit entscheidungstheoretischer Skepsis. Hirnprozesse sind sehr komplexe raumzeitliche Vorgänge im Netz von Milliarden von Neuronen. Es gibt eine unübersehbare Zahl denkbarer Bewusstseinszustände mit subtilen, aber für unser Befinden und Verhalten wichtigen Unterschieden. Es muss kein finitistisches, in einer endlichen Welt physikalisch realisierbares Entscheidungsverfahren geben, um alle wesentlichen Bewusstseinsmerkmale aus den physikalischen Gehirnzuständen abzuleiten. Besonders die selbstbezogenen Aspekte von Bewusstsein dürften in finitistischen Verfahren kaum vollständig aus physikalischen Daten über Vorgänge im Nervennetz zu ermitteln sein. Es gibt vielmehr entscheidungstheoretische Gründe für die Vermutung, dass eine vollständige Dekodierung der Gehirn-Geist-Beziehung prinzipiell nicht möglich ist (GIERER 1983). Solche Grenzen hängen mit der Problematik von Selbstanwendung zusammen, die auch für Bewusstsein von Bewusstsein gilt. Obwohl die Physik im Gehirn vollständig gilt, geht bewusstes Erleben vermutlich über das hinaus, was objektiv mit endlichen Mitteln erschließbar ist.

Eine so begründete Irreduzierbarkeit des Seelischen auf das Physische widerspricht keineswegs der Auffassung, dass das menschliche Bewusstsein eine Folge der biologischen Evolution des menschlichen Gehirns ist. Es ist im Gegenteil durchaus plausibel, dass eine so grundlegende biologische Innovation wie die Selbstrepräsentation zu einem Überschuss

an Eigenschaften führt, wie man sie bei anderen generalisierbaren Innovationen auch findet. So wie aus der Erfindung des Rades nicht alle denkbaren Anwendungen folgen, dürften auch bei der Erfindung umfassender Selbstrepräsentation in Gehirnen von Lebewesen nicht alle denkbaren Eigenschaften, die sich daraus entwickeln könnten, schon im Grundprinzip erkennbar sein.

## **Evolution der Empathie als Nebenprodukt des strategischen Denkens**

Zu den für Verhalten und Selbstverständnis des Menschen ganz wesentlichen Fähigkeiten gehört nicht zuletzt die menschliche Empathie. Wir können uns in andere hineinversetzen und ihre Empfindungen in gewissem Maße teilen, und zwar nicht nur in Bezug auf unmittelbare Gefühle wie Schmerz oder gegenwartsbezogene Ängste, sondern auch in Beziehung auf Hoffnungen, Befürchtungen und Erwartungen für die weitere Zukunft.

Wie weit Tiere empathiefähig sind, ist eine besonders schwer zu entscheidende Frage. CHENEY und SEYFAHRT (1992) schreiben in »How monkeys see the world«, daß Affen - einschließlich der Schimpansen - wenig Empathie zeigen. Allerdings demonstrieren besonders die Untersuchungen von DE WAAL (1997), dass sie auch erstaunlicher Freundschafts-, Hilfs- und Versöhnungsgesten fähig sind. Es scheint sich aber doch um unmittelbare Reaktionen - z. B. nach einem Streit - zu handeln; weiterreichende, zeitintegrierende Perspektiven in die Zukunft sind vermutlich nicht beteiligt. Verhaltensstudien, bei denen Kognition im Spiel ist, führten POVINELLI und PREUSS (1995) zu der Annahme, dass sich Menschen und andere Primaten qualitativ unterscheiden: Vermutlich gibt es spezifisch menschliche, also genetisch angelegte Fähigkeiten, die »das Verhältnis zum sozialen Universum grundlegend und für immer verändert haben«. In dieser Linie des Denkens, die bisher

eher einer Minderheitsmeinung entspricht, liegt auch die von mir vertretene innovationstheoretische Auffassung zur Menschwerdung: Kognitionsgestützte Empathie, die sich auf zukünftige Zustände anderer erstreckt und zum Beispiel Rollenspiele einschließt, ist eine spezifisch menschliche Fähigkeit.

Ich möchte zunächst die Hypothese begründen, dass diese Fähigkeit als Nebenprodukt der Entwicklung des strategischen Denkens entstanden ist. Das letztere beruht – wie schon besprochen – auf umfassender Selbstrepräsentation realer ebenso wie möglicher, für die Zukunft erhoffter oder befürchteter Zustände der eigenen Person. Gutes strategisches Denken erfordert, Handlungsoptionen in ihren Konsequenzen für künftige mögliche eigene Zustände zu vergleichen und emotional so zu bewerten, dass voraussichtlich emotional positiv erlebte künftige Zustände der eigenen Person erreicht werden. Gutes strategisches Denken macht es aber auch nötig, fremdes Verhalten vorherzusehen und in die eigenen Strategien einzubeziehen. Vorhersagen für das zukünftige Verhalten anderer können in gewissem Maße auf Erfahrungen in der Vergangenheit, also auf gewöhnlichen Lernprozessen aufbauen. Viel wirksamer ist aber häufig ein ganz anderes Verfahren: Wir versuchen uns in die Lage anderer hineinzusetzen, deren emotionale Bewertungen von deren Situationen als eigene Gefühle nachzuvollziehen und so zu bestimmen, wie sich andere voraussichtlich verhalten werden – aufbauend auf der Einsicht, dass sich Menschen in ihren mentalen und emotionalen Grundvoraussetzungen sehr ähnlich sind, ähnlich wie wir selbst. Ein Nebenprodukt dieses emotionalen Nachvollzugs fremder Befindlichkeiten ist aber das Mitleid, das dazu motiviert, fremdes Leiden zu verringern. Im Konfliktfall werden im Mittel egoistische Motive überwiegen; aber das gilt nicht für jede Person und jede Situation. Mitempfinden ist durch kulturspezifische Sozialisation aktivierbar und stabilisierbar. Die Empathiefähigkeit hat somit zwei Aspekte: Den egoistischen der verbesserten Prognosefähigkeit im Rahmen des

strategischen Denkens, den altruistischen einer Aktivierung von Solidarität und Kooperation ohne Erwartung äußerer Vorteile. Das Spektrum tatsächlichen menschlichen Verhaltens ist weit und reicht von Mutter TERESA bis Al CAPONE. Empathie ist eine ebenso wichtige wie fragile Quelle von Gemeinsinn; von Art und Grad seiner kulturspezifischen Aktivierung wiederum hängt die Lebensqualität einer Gesellschaft ganz wesentlich ab.

Die biologische Basis sozialen Verhaltens wurde früher gerne dadurch erklärt, dass Kooperation der Erhaltung der Art dient. Diese Erklärung ist in der einfachen Form nicht haltbar, denn die Evolution wirkt nicht auf Gruppen oder gar Arten, sondern auf das Genom des Individuums, unter Umständen auf einzelne Gene. Darum begünstigt Evolution in der Regel egoistisches Verhalten auch innerhalb der Gruppe - ein Verhalten, das die jeweils eigenen Reproduktionschancen stärkt. Dennoch gibt es zwei anerkannte, evolutionsbiologisch erklärbare Quellen altruistischen Verhaltens: Kooperation zugunsten von Verwandten, die viele der eigenen Gene teilen, und deren Vorteile sich zugunsten der Vermehrung eigener Gene in der Population auswirken (HAMILTON 1964, MAYNARD-SMITH 1964), und die Kooperation auf eigene Kosten jetzt in Erwartung von Gegenleistung des Kooperationspartners später (TRIVERS 1971, AXELROD und HAMILTON 1981). Zweifellos spielen auch für Menschen diese zwei Arten von altruistischem Verhalten, Kooperation unter Verwandten und Kooperation im Wechselspiel von Leistung und Gegenleistung, eine große Rolle. So wichtig aber die Erkenntnis erscheint, dass evolutionsbiologisch egoistisches Verhalten leicht und altruistisches Verhalten gegenüber Verwandten und Kooperationspartnern nicht allzu schwer erklärbar ist – man kann nicht alle Aspekte sozialen Verhaltens unter dem Gesichtspunkt subsumieren: »wenn schon nicht das Individuum egoistisch ist, so sind es wenigstens einzelne Gene«. Diese Regel ist immer dann zu einfach, wenn eine Verhaltensweise von vielen Genen mit vielen verschiedenen Wirkungen mitbestimmt wird und wenn ein



bestimmtes Gen Auswirkungen in verschiedenen sozialen Kontexten hat. Die Regel kann auch nicht alle Interaktionen in sozialen Gruppen erfassen, zumal, wenn sich Verhaltensdispositionen auf längere Zeiträume beziehen. Dies gilt nicht zuletzt für menschliches Sozialverhalten, einschließlich der Auswirkungen von kognitionsgestützter Empathie. Entstanden als Nebenprodukt der Entwicklung des strategischen Denkens erscheint sie als eine dritte, unabhängige Quelle altruistischen Verhaltens. Sie kann Hilfe und Solidarität aus Mitempfinden induzieren, wenn auch nur in Grenzen und abhängig vom sozialen und kulturellen Kontext.

Die evolutionsbiologische These lautet: Die Fähigkeit zur menschlichen Empathie entstand durch die Verbindung der Repräsentation anderer mit dem jeweils eigenen Gefühlszentrum im Gehirn, so dass wirkliche und mögliche fremde Zustände die eigenen Emotionen ansprechen konnten. Zwar gibt es Rudimente der Selbstrepräsentation und unmittelbar wirksamer Empathie auch bei Schimpansen und möglicherweise bei anderen Primaten – und die Evolution menschlicher Empathie konnte auch darauf aufbauen –, aber kognitionsgestützte Empathie ist doch charakteristisch für die Spezies »Mensch«. Diese Innovation konnte, evolutionsbiologisch gesehen, auf eine Verallgemeinerung von Selbstrepräsentation zu Fremdrepräsentation im Gehirn zurückgehen, die mit dem eigenen Gefühlszentrum verbunden bleibt oder wird. Für die Reihenfolge der entsprechenden Evolutionsvorgänge sind zwar verschiedene Möglichkeiten denkbar, entweder die Erweiterung der bereits mit Gefühlszentren verbundenen Selbst- und Fremdrepräsentationen auf die Repräsentationen möglicher zukünftiger Zustände im Kontext strategischen Denkens, oder aber die nachträgliche Verknüpfung solcher zeitintegrierenden Repräsentationen mit den jeweils eigenen emotionalen Zentren. In jedem Fall aber könnten die Vorgänge, die zu menschlicher kognitionsgestützter Empathie führten, entscheidend durch eine oder wenige genetische Veränderungen

initiiert worden sein, welche innovative Verschaltungsmerkmale in das neurale Netzwerk einbrachten. Das neurobiologische Korrelat ist unbekannt; Vermutungen gehen insbesondere in Richtung des präfrontalen Cortex, der an der Integration von höheren Hirnfunktionen beteiligt und stark mit den Gefühlszentren des limbischen Systems verknüpft ist. Der präfrontale Cortex scheint für kognitionsgestützte Bewertungen von Emotionen eine besondere Rolle zu spielen (DAVIDSON and SUTTON 1995).

Der vermutlich unscheinbaren, aber richtungsbestimmenden Initiation folgte die mehr graduelle Evolution zu effizienten Fähigkeiten, wobei die »fitness«-Vorteile für die Selektion wesentlich die Vorteile der Entwicklung und Ausbildung des strategischen Denkens waren, aber als Nebenprodukt die menschliche Empathiefähigkeit als neue Quelle altruistischen Verhaltens entstehen konnte, zusätzlich zu den Quellen »Verwandtenhilfe« und »reziproker Altruismus«.

## **Innovation von Systemeigenschaften**

Gehirnentwicklung verstehen erfordert letztlich, die indirekten Bezüge von Netzwerken der Genregulation zu neuronalen Netzwerken und deren Funktionen zu begreifen. Bei der Evolution des modernen Menschentyps sind vermutlich in relativ kurzen Zeiträumen von der Größenordnung von vielleicht hunderttausend bis eine Million Jahren qualitativ neue generalisierende Fähigkeiten entstanden.

Die Schlüsselrolle der Generalisierung führt dabei oft zu konzeptionellen Missverständnissen – die Erweiterung von spezialisierten auf allgemeine Fähigkeiten ist nicht nur ein quantitativer, sondern auch ein qualitativer Vorgang. Ein Beispiel ist die Evolution der menschlichen Sprachfähigkeit von der spezialisierten Lautkommunikation tierischer Vorläufer zu einer auf fast alles anwendbaren, auf weitgehende Abstraktion aufbauenden Sprache. Dies entspricht nicht einfach einer quantitativen Erweiterung des Repertoires; es beruht vielmehr auch auf innovativen Fähigkeiten, zum Beispiel

zur grammatischen Strukturierung, die ihrerseits eine genetische Basis in der Entwicklung des menschlichen Gehirns haben müssen, wie indirekt auch immer; und solche Innovation könnte durchaus durch singuläre genetische Veränderung ausgelöst werden.

Auch für die entscheidende Rolle von Initiation für die Generalisierung gibt es eindrucksvolle Analogien der Technikgeschichte, zum Beispiel die Netzversorgung mit elektrischem Strom, die 1882 eingeleitet wurde. Das Prinzip der Elektrodynamik - Erzeugung von Elektrizität durch Magnetfelder, Erzeugung von Magnetfeldern durch Elektrizität - war seit FARADAY schon ein halbes Jahrhundert bekannt. Der Dynamo war erfunden, der das für die Elektrizitätserzeugung notwendige Magnetfeld selbst erzeugt. Das Prinzip »Beleuchtung durch Elektrizität« war bereits realisiert; eine Kohlenbogenlampe erhellte in Paris den Platz vor dem Gare du Nord. EDISON entwickelte die erste Glühlampe, die verlässlich funktionierte. Die Erfinder SIEMENS und EDISON betonten entschieden das generalisierende Potential ihrer Erfindungen des Dynamos für Stromversorgung an jedem Ort, der Glühlampe für elektrisches Licht für Millionen Menschen. Die ökonomisch entscheidende Innovation war dann aber die Verbindung dieser Erfindungen zum Gesamtsystem. Dies führte in die Generalisierung der Elektrizitätsversorgung von »irgendwo« auf »fast überall«, von »für wenige« auf »für fast alle« und im weiteren Verlauf von »Strom für Licht« auf »Strom aus der Steckdose für beliebig viele Anwendungen«. Die erste Anlage eines Elektrizitätswerkes für ein verzweigtes Stromnetz - vorwiegend zur Versorgung von Glühlampen - war EDISONS 1882 errichtetes Kraftwerk in der Pearl Street von New York, und bald folgte das erste Stromnetz in Deutschland, im Bauer-Block der Berliner Friedrichstraße. Wer würde bezweifeln, dass es einzelne, kleinräumige Initiationen waren, die weltumfassend die Entstehung von Stromnetzen einleiteten?

Ein jüngeres Beispiel von Innovation durch Systemintegration ist der Erfolg des Containers im Seeverkehr:

Normierte Blechkisten einer landtransportfähigen Größe, verbunden mit moderner Logistik der Weg- und Zielplanung, haben Seeverkehr und Häfen grundlegend verändert, seit in den sechziger Jahren Sea-Land, anfangs eher belächelt, mit dem systemgesteuerten Containereinsatz in der Handelsschifffahrt begann. Dieses Beispiel technischer Innovation eignet sich besonders zum Vergleich mit biologischer Evolution, zumal von Gehirnfähigkeiten, aus zwei Gründen: Zum einen wegen der Rolle, die logistische Fähigkeiten von Computern dabei spielen, zum anderen wegen der sehr unscheinbaren Anfänge – schließlich gab es schon vor den sechziger Jahren genormte Behälter ebenso wie vielfältige elektronische Datenverarbeitung. Phänotypisch war der Anfang ein kleiner Schritt, die Konsequenzen der neu eingeschlagenen Richtung mit der Kombination »Container«, »Logistik« und »Schiff« waren aber von weltweiter Bedeutung. Ein logisch besonders interessanter Typ technischer Erfindungen, der wohl ebenfalls Analogien in der Evolution höherer Fähigkeiten des menschlichen Gehirns hat, ist die rück- und selbstbezogene Erzeugung der jeweils eigenen Voraussetzungen eines Prozesses. Beispiele sind der Dynamo, der den für die Elektrizitätsgewinnung nötigen Magnetismus selbst erzeugt, ebenso wie das Düsenaggregat, das die für den Antrieb erforderliche verdichtete Luft selbst komprimiert. In gewissem Sinne darf man auch die Iteration dazurechnen, die für die Funktion von Computern eine entscheidende Rolle spielt und physikalisch darauf beruht, dass in der mikroelektronischen Verschaltung das Ende mit dem Anfang eines Prozesses verbunden ist. Allgemein dürfte gelten: Die spezifische Kombination und Integration von Systemkomponenten zu funktionierenden Gesamtsystemen ist qualitativ und innovativ- das betrifft konzeptionell aber nicht nur die Technik, sondern auch die biologische Evolution generalisierender Fähigkeiten des menschlichen Gehirns.

## Grenzen des Gradualismus

Man fragt sich, woher die dennoch verbreitete Neigung zu rein gradualistischen Evolutionskonzepten der bloßen Akkumulation kleiner Schritte kommt und warum sie so beständig ist, obwohl auch viele molekulargenetische Entdeckungen keineswegs für einen gleichmäßigen Fluss der Evolutionsprozesse sprechen. So heißt es zum Beispiel in dem Standardwerk »Molecular Biology of the Cell« (ALBERTS et al. 1996) in Zusammenhang mit Transpositionen von genetischem Material von einem Kontext des Genoms in einen anderen:

»Cataclysmic changes in genomes called transposition bursts involve near-simultaneous transpositions of several types of transposable elements ... increasing the probability that two new traits that are useful together but not of selective value by themselves will appear in a single individual in a population«. Allein schon dieses molekulargenetische Beispiel weckt Zweifel, ob die im üblichen Sinne des Wortes »gradualistischen« Konzepte dem Spektrum der genetisch wirksamen Mechanismen gerecht werden. Es ist offensichtlich, dass in Populationen von der Größenordnung Millionen in Verbindung mit einer großen Anzahl von Generationen, wie sie für die Zeitskala der Evolution charakteristisch sind, seltene genetische Veränderungen und - als Folge der sexuellen Vermehrung - spezifische Kombinationen von Varianten tatsächlich vorkommen, auch wenn sie pro Individuum sehr unwahrscheinlich sind. Es erscheint logisch einsichtig, dass die seltenen Ereignisse durchaus eine Schlüsselrolle für das Verständnis der Evolution spielen können, insbesondere der Evolution von neuronalen Netzwerken im Gehirn.

*Mainstream* ist solches Denken aber noch nicht, zumal wenn es um Prozesse auf der oberen Hierarchieebene der Gehirnentwicklung geht, die für die Menschwerdung eine Rolle spielen. In der Suche nach den Gründen hat MAYR (1988) darauf hingewiesen, dass schon für DARWIN ein Motiv eine ganz besondere Rolle spielte: Gradualistische Evolution

ist intuitiv am meisten von der Gedankenwelt der Schöpfungstheologie entfernt, die er widerlegen wollte. Oft wird auch die grobe strukturelle Ähnlichkeit von Teilbereichen der Großhirnrinde als Argument gegen sehr spezifische genetische Veränderungen benutzt, ebenso, wie die angeblich geringen Unterschiede zwischen den Genomen des Schimpansen und des Menschen: ein Prozent der Nukleotide, aber doch immerhin 30 Millionen Nukleotide an Zahl. Auch in der Diskussion aktivitätsabhängiger Prozesse sind Tendenzen erkennbar, die Rolle genetischer Voraussetzungen als gering anzusehen. Nicht selten wird eine graduelle Entstehung von Fähigkeiten der ständigen Vergrößerung der Großhirnrinde im Laufe der Evolution zugeschrieben. Trotz des intellektuellen Charmes von allem, was mit Selbstorganisation zu tun hat — kaum jemand würde, um zum Vergleich mit der Innovation in der Technik zurückzukommen, die Zunahme der Schiffsgößen im 19. Jahrhundert als befriedigende Erklärung der Entwicklung der Schiffstechnik akzeptieren.

Natürlich kann die Technikgeschichte keine biologischen Probleme lösen; aber innovationstheoretische Ansätze, die sowohl Technik als auch Biologie einbeziehen, können auch den konzeptionellen Erklärungsrahmen erweitern, zumindest aber Aufgeschlossenheit für Erklärungsalternativen vermitteln. Insgesamt legen es die theoretischen Überlegungen nahe, dass qualitative singuläre Innovationen nicht nur für die Technikentwicklung, sondern auch für die biologische Evolution von größerer Bedeutung sind, als dies häufig angenommen wird. Die unmittelbaren Wirkungen dürften marginal und als komplexe Eigenschaften des neuronalen Netzwerkes im Gehirn nicht äußerlich sichtbar gewesen sein, also phänotypisch durchaus als »gradualistisch« bezeichnet werden. Logisch betrachtet aber können einzelne seltene initiierte Veränderungen auf dem Genniveau durchaus neue Richtungen der Evolution begründen. Es wäre eher erstaunlich, wenn dies keine wesentliche Rolle für evolutionsbiologische Erklärungen der Entstehung menschlicher Grundfähigkeiten spielen würde, zu denen auch die kognitionsgestützte

Empathie gehört.

Allerdings, insgesamt ist der Beitrag der Evolutionsbiologie zum Verständnis des Menschen zwar erheblich, aber doch auch begrenzt. Die Kulturfähigkeit ist ein Ergebnis biologische Evolution, die Kultur selbst ist es nicht. Die Fähigkeit zur kognitions-gestützten Empathie ist in den Genen angelegt, ihre Ausprägung ist jedoch wesentlich von kulturellen Einflüssen und individueller Sozialisation mitbestimmt. Ganz allgemein setzt die biologische Herkunft des Menschen Grund- und Randbedingungen für die Ausgestaltung menschlicher Gesellschaften, aber die Ausgestaltung selbst ist eine Kulturleistung, die hinsichtlich der Lebensqualität einer Gesellschaft sowohl sehr schlechte als auch ziemlich erträgliche Lösungen zulässt.

### *Literatur*

- ALBERTS, B., BRAY, D., LEWIS, L., RAFF, M.; ROBERTS, K., and WATSON, J.D.: The Molecular Biology of the Cell. 3rd Edition. New York: Garland Publishing Inc. 1994
- ARNONE, M. 1., and DAVIDSON, E. H.: The hardwiring of development: organization and function of genomic regulating systems. *Development* 724, 1851-1864 (1997)
- AXELROD, R., and HAMILTON, W D.: The evolution of cooperation. *Science* 211, 1390–1396 (1981)
- CHAUVET, J. M., DESCHAMPS, E. B., und HILLAIRE, C.: Grotte Chauvet. Sigmaringen: Jan Torbeck 1995
- CHENEY, D. L., and SEYFAHRT, R. M.: How monkeys see the world. Chicago: University of Chicago Press 1990
- DAVIDSON, R. J., and SUTTON, S. K.: Affective neuroscience: The emergence of a discipline. *Current Opinion in*

- Neurobiology 5, 217-224 (1995)
- GIERER, A.: Relation between neurophysiological and mental states: Possible limits of decodability. *Naturwissenschaften* 70, 282-287 (1983)
- GIERER, A., and MÜLLER, C. M.: Development of layers, maps and modules. *Current Opinion in Neurobiology* 5, 91-97 (1995)
- HAMILTON, W D.: The genetic evolution of social behaviour. *J. Theoret. Biol.* 7, 1-52 (1964)
- MAYNARD-SMITH, J.: Group selection and kin selection. *Nature* 201, 1145-1147 (1964)
- MARCHETTI, C.: The Future. In: CALGLIOTTI, C., and HAKEN, H. (Eds.): *Synergetics and Dynamic Instabilities*; pp. 400-416. North Holland 1988
- MAYR, E.: *Towards a new philosophy of biology*; pp. 410ff. Cambridge (Mass.), London: Harvard University Press 1988
- POVINELLI, D. J., and PREUSS, T. M.: Theory of mind: Evolutionary history of a cognitive specialization. *Trends in Neuroscience* 8/9, 418-424 (1995)
- TRIVERS, R. L. (1971): The evolution of reciprocal altruism. *Quart. Rev. Biol.* 46, 35-57 (1971)
- DE WAAL, F.: *Der gute Affe*. Heidelberg: Hanser 1997





## **Bewusstsein – Reichweite und Grenzen naturwissenschaftlicher Erklärung**

*Höhere Gehirnfähigkeiten wie die des bewussten strategischen Denkens, die ihrerseits auf Meta-Ebenen der Informationsverarbeitung beruhen, sind vermutlich in wesentlichen Zügen im Laufe der Evolution des biologisch modernen Menschentyps vor etwa 200 000 Jahren entstanden. Über sie führt die moderne Neurobiologie zu außerordentlich eindrucksvollen Erkenntnissen, zum Beispiel über die Planung und emotionale Bewertung von Handlungen. Aus der Gültigkeit der Physik im Gehirn folgt dennoch nicht die vollständige Dekodierbarkeit neurobiologischer in Bezug auf mentale Zustände. Ein in wesentlichen Zügen vollständiges Verständnis von menschlichem Bewusstsein ist wohl aus entscheidungstheoretischen Gründen prinzipiell unmöglich, zumal bei selbstbezogenen Prozessen. Was die Willensfreiheit angeht, so ist der Wille Anderer durch Analyse von Außen – vermutlich aus erkenntnistheoretisch stringenten Gründen - nicht vollständig erschließbar. Was aber für niemanden determiniert ist, ist nicht determiniert. Perfektes „mind reading“ gibt es schlechthin nicht. Naturwissenschaften insgesamt und ihre wissenschaftlich begründeten Grenzen sind mit verschiedenen philosophischen, kulturellen und religiösen Deutungen vereinbar. Insbesondere ist die Frage, ob und wie weit es eine Ordnung der Welt lediglich als Konstrukte unserer Gehirne, oder aber auch vor und ohne uns gibt, rein naturwissenschaftlich nicht entscheidbar.*

### **Gehirn-Geist-Beziehung: Gründe für Grenzen der Dekodierbarkeit**

Bewusstsein ist kein Begriff physikalisch begründeter Naturwissenschaften, und doch ist menschliches Bewusstsein Voraussetzung dafür, dass es Naturwissenschaften überhaupt gibt. Was ist Bewusstsein? Eine Klärung ist aus einer Reihe tief liegender Gründe schwierig. Zum einen sind Grenzen etwa im Vergleich von Mensch und Tier schwer zu ziehen. Zum anderen

einigt man sich, was menschliches Bewusstsein angeht, ziemlich leicht auf einige notwendige Kriterien, zum Beispiel den Selbstbezug; eine hinreichende Liste von Kriterien dafür, wer oder was Bewusstsein hat, ist aber kaum realisierbar, ist vielleicht prinzipiell unmöglich. Dazu folgendes Gedankenexperiment: Nehmen wir an, wir hätten eine Liste von formalen Merkmalen, die wir für vollständig erklären; dann würden wir sie in einer computergesteuerten Puppe implementieren. Würden wir die einvernehmlich und mit allen - auch juristischen und moralischen - Konsequenzen als im menschlichen Sinne bewusst anerkennen? Kaum.

Zweifellos ist Bewusstsein eine Funktion von Gehirnprozessen, und die unterliegen den Grundgesetzen der Physik. Was formalisierbar ist, ist mechanisierbar; wir dürfen daher vermuten, dass jede, auch jede höhere, Gehirnfähigkeit, die sich vollständig formal beschreiben lässt, schließlich einer naturwissenschaftlichen Erklärung zugänglich sein sollte. Gibt es aber doch prinzipielle Grenzen der Formalisierung von Bewusstseinsvorgängen und Zuständen, wie dies ja schon durch die Definitionsprobleme nahegelegt wird?

Zwei Grundeinstellungen verdienen nach meiner Ansicht bei der Suche nach Antworten besonderes Vertrauen: Erstens konsequenter Physikalismus - die Physik gilt ohne Einschränkung für alle Ereignisse in Raum und Zeit, Gehirnprozesse eingeschlossen; zweitens aber auch epistemologisch begründete, entscheidungstheoretische Skepsis - es gibt prinzipielle Grenzen der Berechenbarkeit und Entscheidbarkeit, wie sie Heisenbergs Unbestimmtheit für die Physik und Gödels Theoreme für die Mathematik eindrucksvoll aufgezeigt haben. Nicht, dass daraus direkt etwas für die Gehirn-Geist-Beziehung folgen würde; wesentlich ist aber, dass überhaupt mit grundsätzlichen, wissenschaftlich begründbaren Erkenntnisgrenzen zu rechnen ist, zumal wenn, wie schon in der Physik und Mathematik, Selbstbezug involviert ist. Insbesondere zeigt die mathematische Entscheidungstheorie, dass kein einigermaßen leistungsfähiges logisches System mit den *je eigenen* Mitteln gegen Widersprüche abgesichert werden kann. Ich meine, dass sich in Analogie hierzu

besonders selbstbezogene Aspekte von Bewusstsein einer vollständigen algorithmischen Theorie entziehen könnten.

Nun gelten zwar die Theoreme mathematischer Unentscheidbarkeit für unendliche Gegebenheiten, während unser Gehirn in seinen Möglichkeiten ein endliches System ist, sodass man im Prinzip über die Gültigkeit jeder allgemeinen Aussage entscheiden könnte, indem man alle Möglichkeiten hintereinander durchcheckt. In Wirklichkeit folgt aus mathematischer Endlichkeit aber noch lange nicht Ableitbarkeit mit innerweltlichen Mitteln. Die sind nämlich aus fundamentalen physikalischen Gründen naturgesetzlich begrenzt – selbst bei großzügiger Abschätzung auf unter  $10^{120}$  Rechenschritte. Das sind nun keineswegs irgendwelche Zahlen – sie hängen stringent von den Dimensionen des Universums ab und eng mit den Grundkonstanten der Physik zusammen – Argumente dafür, solche Begrenzungen erkenntnistheoretisch ernst zu nehmen: Die Endlichkeit der Welt begrenzt auch die Entscheidbarkeit von Problemen; was *nur* für einen superkosmischen Computer determiniert wäre, ist *nicht* determiniert. Nun reicht aber selbst eine so hohe Anzahl realisierbarer Rechenoperationen wie  $10^{120}$  nicht unbedingt, wenn es um die Analyse weiter Felder von Möglichkeiten geht, wie sie erforderlich ist, wenn man aus der Datenflut der Gehirnzustände zum Beispiel selbstbezogene Verhaltensdispositionen für eine offene Zukunft verlässlich ableiten will; man kann sie nicht alle nacheinander testen, um herauszufinden, welche Disposition einem physikalischen Gehirnzustand nun entspricht.

Natürlich kann man trotzdem durch systematische Forschung – durch bewusstseinsnahe Neurobiologie, durch Psychophysik, auch durch theoretische Modelle – sehr Vieles und sehr Interessantes über die Gehirn-Geist-Beziehung herausbekommen; aber es gibt eben keine Garantie, keinen Algorithmus für Antworten auf jede vernünftige Frage, auch nicht auf jede Frage nach psychischen Zuständen und Dispositionen. Vielmehr ist es eine begründete Vermutung, dass es prinzipielle Grenzen der Dekodierbarkeit der Beziehung

zwischen neurophysiologischen und psychischen Zuständen gibt, zumal wenn Selbstbezug im Spiel ist.

## **Funktionen des Bewusstseins und deren Evolution**

Angesichts dieser Grenzen sollte man nun nicht die bedeutenden wissenschaftlichen, zumal neurobiologischen Erkenntnisse zum besseren Verständnis des Bewusstseinsproblems übersehen. Menschliches Bewusstsein ist besonders durch vier Fähigkeiten charakterisiert: Die Bindung sehr verschiedener Aspekte der Wahrnehmung und des Wissens zu einer möglichst guten Interpretation einer Gesamtsituation; Abstraktion, Symbolik und Meta-Ebenen des Denkens, zumal in Zusammenhang mit der menschlichen Sprache; kognitionsgestützte Empathie, die es erlaubt, sich in die Gefühle, das Wissen und die Vorhaben Anderer hineinzusetzen; und Zeitintegration, die Verfügung über Erinnerungen auch in eine ferne Vergangenheit ebenso wie die Vorausschau in Handlungsmöglichkeiten in einem weiten Zukunftshorizont. All die Fähigkeiten, die Gegenstand hochinteressanter neurobiologischer Forschung sind, bündeln sich in der Basisfähigkeit, die nach meiner Auffassung den biologisch modernen Menschentyp charakterisiert: Das umfassende strategische Denken.

Dieser moderne Menschentyp ging vermutlich vor etwa 200 000 Jahren aus einer kleinen Gruppe in Afrika hervor; er hat danach alle anderen Menschentypen verdrängt und schließlich, seit über 30 000 Jahren, in die Eigendynamik der Kulturgeschichte geführt. Seine umfassende Kulturfähigkeit ist Produkt biologischer Evolution, die einzelne Kultur es nicht. Nach einer Phase der Ko-Evolution genetischer und kultureller Merkmale konnte die kulturelle Differenzierung und Entwicklung bis hin zu den Hochkulturen wohl ohne wesentliche Genänderungen erfolgen, die mentale Fähigkeiten betrafen.

Wir wissen nicht, welche Mutationen es waren, die in der Evolution bei der biologischen Begründung der Kulturfähigkeit des modernen Menschentyps eine wesentliche Rolle gespielt

haben. Vorherrschende Meinung ist, dass dies in einer Vielzahl von für sich betrachtet recht unspezifischen Schritten geschah. Die Systemtheorie zeigt, dass in der Tat auf diese Weise Umschlag von Quantität in Qualität möglich ist, eine Art „Selbstorganisation“, die zur Ausbildung neuer Strukturen und Funktionen führen kann. Es ist der intellektuelle Charme der Selbstorganisation, vielleicht auch der vermeintlichen, als besonders aufgeklärt geltenden Distanz zur Schöpfungstheologie, die der extremen Kontinuitätstheorie psychologische Vorteile in der wissenschaftlichen Community verschafft. Aber Vorsicht: Es könnten auch wenige Genänderungen, es könnte sogar eine einzelne, singuläre genetische Mutation eine neue Richtung der Evolution begründet haben; eine Richtung, die die Ausbildung des neuronalen Netzwerkes betrifft und dabei in weite Bereiche der Großhirnrinde solche Verschaltungen der Neurone eingezogen hat, die neue Meta-Ebenen der Informationsverarbeitung ermöglichen oder sehr stark erleichtern. Hierauf wiederum beruht letztlich das ganze Bündel von Faktoren, das für menschliches strategisches Denken erforderlich ist.

Dazu gehört die Anwendung analytischer Prozesse auf analytische Prozesse selbst, dazu gehört nicht zuletzt die multiple Selbstrepräsentationen im Gehirn in Form abstrakter „Selbstbilder“ möglicher Zustände der eigenen Person in verschiedenen Szenarien der Zukunft, die darstellen, wie wir sind, wie wir werden und nicht werden wollen. Dazu gehören, als Voraussetzung menschlicher, kognitionsgestützter Empathie, die Repräsentationen Anderer, die deren Befindlichkeiten, Erwartungen und Befürchtungen für die Zukunft einschließen. Empathie ist ganz wesentlich für die eindrucksvolle Kooperationsfähigkeit unserer Spezies „Mensch“. Vermutlich spielt der Fitness-Gewinn durch Kooperationsfähigkeit eine entscheidende Rolle für die Evolution menschlicher Gehirnfähigkeiten überhaupt. Der bezieht sich durchaus auch auf individuelle Fitness, an der die genetische Selektion ansetzt: Es lohnt sich für den Einzelnen, sich als kooperativ darzustellen. „Good guys“ finden eher Kooperationspartner als „bad guys“, Menschen, die versöhnungsbereit nach Streit sind, fahren besser

als dauerhaft unversöhnliche. Ein Maß an Anfangsvertrauen und Fairness auch gegenüber Unbekannten erhöht Kooperationschancen. Vermutlich gibt es eine pauschalisierte, von bewussten Einzelabwägungen unabhängige Reziprozität in Form von Dispositionen zu „low-cost-altruistic-actions“, denken Sie an die Höflichkeit oder die Gastlichkeit. ... Man sieht, wie neuere Linien soziobiologischen Denkens auch freundliche Eigenschaften des Menschen einbeziehen.

Wesentlich war, so die Vermutung, für die Evolution des modernen Menschentyps vor vielleicht zweihunderttausend Jahren der Prozess der genetischen Weichenstellung, mit zunächst geringen Auswirkungen, die dann durch eine Vielzahl weiterer Mutationsschritte ausgebildet wurde – phänotypischer Gradualismus, und doch eine distinkte Rolle für spezifische Veränderungen. Weichenstellungen durch eine oder wenige Zufallsmutationen, die selten, aber nicht extrem unwahrscheinlich waren, konnten in der Folge zum Einzug neuer Meta-Ebenen der Informationsverarbeitung im Gehirn führen. Dabei ist besonders an die Neukombination eines oder weniger Abschnitte der Genregulierung zu denken, die an der Ausbildung der Verschaltung der Neuronen in der Großhirnrinde über weite Bereiche beteiligt sind. Die molekulare Genetik zeigt interessante Beispiele für „Rekrutierungen“ von Abschnitten des Genoms durch Kombination in einen neuen funktionalen Kontext bei der Evolution der Organismen.

Diese Argumente für die Schlüsselrolle von eher seltenen und somit distinkten Genänderungen lassen sich durch Vergleiche mit Innovationen in der Geschichte der Technik stützen. Darin gibt es auch Beides, Kontinuität von Quantitäten ebenso wie qualitative Innovationen, zumal durch Neukombinationen. Beispiel Schifffahrt: Die Segelschifffahrt entwickelte sich wesentlich durch die quantitative Vergrößerung der Segelfläche – größere Segel, mehr Masten, mehr Segel pro Mast – die Dampfschifffahrt aber durch Neukombination von Elementen, die in anderem Kontext schon beträchtliche technische Reife erlangt hatten: Dampfmaschine und Schiffsrumpf; Eisen statt Holz für den Rumpf; die Schiffschraube statt des Schaufelrades

für den Antrieb... Gerade der Vergleich mit der Technikentwicklung legt es nahe, dass bei innovativen Vorgängen im Allgemeinen, zumal auch bei der Evolution menschlicher Gehirnfähigkeiten, Kontinuität *und* Singularität ihre Rolle spielten; dabei ist mit distinkten Schritten der Mutation besonders dann zu rechnen, wenn es um die Neukombination von schon ausgereiften Teilfähigkeiten geht. Gerade diese Voraussetzung dürfte für die Evolution von Gehirnfähigkeiten des biologisch modernen Menschentyps auf der Basis von Teilfähigkeiten seiner Vorgänger in der Evolution zutreffen.

Es ist ganz generell wenig plausibel, Gehirnfähigkeiten, die bei der Menschwerdung entstanden, in erster Linie als Folge diffuser Selbstorganisation vergrößerter Gehirne anzusehen, wie das immer wieder behauptet wird. Nach der Erfindung des Dampfschiffes stiegen Schiffsgrößen um Faktoren um hundert, von Fultons „Clermont“ bis zur berühmten „Titanic“; niemand aber würde den Dampftrieb durch Selbstorganisation bei Zunahme von Schiffsgrößen erklären wollen. Primär war natürlich die neue Kombination von Dampfmaschine und Schiff. Dementsprechend dürften – auch, aber nicht nur bei der Menschwerdung – neue Kombinationen von Genabschnitten manche Entwicklungsmöglichkeiten eröffnet haben, durch die erst in der Folge Großhirnvergrößerungen evolutionär lohnend werden konnten; ohne neue oder stark erweiterte Fähigkeiten hätte Vergrößerung angesichts des besonders hohen Energieverbrauchs von Nervensystemen kaum Vorteile in der Evolution gebracht.

Was die *Funktionen* des menschlichen Bewusstseins angeht, so habe ich auf eine – wenn nicht die – zentrale Rolle des bewussten planenden Denkens und Entscheidens hingewiesen. Dies beruht auf der Interpretation der Gesamtsituation im Licht von Erfahrungen der Vergangenheit und möglichen Szenarien für die Zukunft einschließlich ihrer emotionale Färbung und Bewertung; dafür wiederum sind die Repräsentationen befürchteter bzw. erhoffter eigener Zustände von im Wortsinne entscheidender Bedeutung. Bei solchen mit Planung und Selbstbezug verbundenen Integrationsleistungen ist zwar der



prefrontale Cortex ganz wesentlich beteiligt, sie umfassen aber insgesamt weite Bereiche des menschlichen Gehirns. Sie resultieren oft, aber nicht immer in bewusstem Erleben und machen wesentlich die Gesamtbefindlichkeit einer Person aus. Dabei sind zumeist nur die Ergebnisse der Integrationsleistungen, nicht aber alle vorgeschalteten Prozesse der Informationsverarbeitung und emotionalen Bewertung bewusst. Insbesondere werden wohl gerade solche Situationen ins Bewusstsein gehoben, in denen es Konflikte zwischen Motiven und wesentlich verschiedene Handlungsoptionen bei vergleichbarer emotionaler Gesamtbewertung gibt, sodass zwischen ihnen erst durch weitere Gehirnprozesse – nicht zuletzt auch mit Hilfe des bewussten Denkens – zu entscheiden ist. Bewusstes Wissen, Denken und Fühlen ist so an der menschlichen Willensbildung essentiell beteiligt, zumindest in komplexen Situationen. Wegen ihrer Bedeutung für strategische Voraussicht ist die Evolution der Fähigkeiten des Bewusstseins biologisch einsichtig. Die Funktion erklärt aber in sich nicht in befriedigender Weise, wie Zustände und Vorgänge ins Bewusstsein gehoben werden und wie bewusste mit unbewussten Vorgängen zusammenwirken.

Die wissenschaftlichen Überlegungen und Forschungsergebnisse zum Thema „Bewusstsein“ sollten daher nicht den Blick auf die prinzipiellen Grenzen der Erkenntnis verstellen, die einer vollständigen naturwissenschaftlichen Erklärung des menschlichen Bewusstseins entgegenstehen. Auch Einsichten in seine evolutionären Ursprünge ergeben in sich noch kein umfassendes Verständnis von dessen stark verallgemeinerungsfähigen Potentialen. Das ist nicht viel anders als bei sehr allgemeinen technischen Erfindungen, etwa der des Rades: Die erste Erfindung von hölzernen Rädern für Wagen vor vielleicht 6000 Jahren impliziert keineswegs schon das ganze Spektrum der Möglichkeiten, etwa die Töpferscheibe, die Schiffsschraube, die Windmühle, die Gebetsmühle, Buddhas Rad der Lehre, das Fahrrad, das Zahnrad, das Feuerrad, das Glücksrad, das Kugellager und das Düsenaggregat...

Am wenigsten aber dürfen wir erwarten, dass uns die Neurobiologie sicher zu eindeutigen Antworten auf die tiefsten philosophischen Fragen führt, die mit menschlichem Denken und Bewusstsein verbunden sind: Auf der metatheoretischen Ebene ist die Mehrdeutigkeit und Rätselhaftigkeit der Welt nicht, jedenfalls nicht ganz, zu überwinden. Das möchte ich an zwei Problemfeldern skizzieren, der Willensfreiheit und der Beziehung von Naturwissenschaft und Religion.

### **Willensfreiheit, Hirnforschung und Grenzen objektiver Entscheidbarkeit: Was für niemanden determiniert ist, ist nicht determiniert**

Wir empfinden uns in gewissem Maße als frei in der Wahl unserer Handlungen und verantwortlich für deren Folgen. Zwar lässt sich Wahlfreiheit mit soziologischen, psychologischen und philosophischen Argumenten anzweifeln, doch ändert dies nichts an dem Bewusstsein des einzelnen dafür, dass er Entscheidungsalternativen hat und wahrnimmt. Weitgehend unabhängig von theoretischen Auffassungen unterstellen wir lebenspraktisch eine Willensfreiheit des Menschen; ohne diese gäbe es kein wertbestimmtes soziales Verhalten. Gibt es Willensfreiheit wirklich und wenn ja, in welchem Sinne? Wieweit können wir überhaupt verantwortlich handeln? Wie vertragen sich das subjektive Empfinden, zwischen verschiedenen Handlungsalternativen frei wählen zu können und der Anspruch der Gesellschaft, Rechenschaft für eine bestimmte Handlung zu verlangen, mit dem streng naturgesetzlichen Ablauf der Ereignisse im Menschen einschließlich seines Gehirns?

Diese Frage wird in jüngster Zeit besonders in Zusammenhang mit neuesten Ergebnissen neurobiologischer und neuropsychologischer Forschungen diskutiert. Sie weisen eine Vielfalt von Zusammenhängen von Aktivitäten in bestimmten Teilbereichen des menschlichen Gehirns auch mit höheren geistigen Fähigkeiten (einschließlich ihrer emotionalen Korrelate) auf, so denen der Sprache, der Abstraktion, der strategischen Planung und der Empathie. Kein Zweifel, dass bewusstes

Erleben mit Zuständen und Prozessen in unserem Gehirn auf das engste verbunden ist. Lassen die Naturgesetze dann überhaupt so etwas wie freien Willen zu? Erhebliche Aufmerksamkeit fanden in jüngerer Zeit auch experimentelle Ergebnisse, nach denen die Vorbereitung willkürlicher Bewegungen, zum Beispiel die eines Fingers, bereits durch bestimmte Gehirnaktivitäten nachweisbar ist, ehe uns die Handlungsabsicht bewusst wird – Bruchteile einer Sekunde zuvor. Allerdings kann es danach noch ein bewusstes „Veto“ geben, sodass die Handlung unterbleibt. Zudem ist die Auslösung einfacher Bewegungen nicht prototypisch für die Vorbereitung bewusster Entscheidungen auf Grund planerischen Denkens, das für menschliche willentliche Entscheidungen eine so große Rolle spielt. Dennoch: Die Verschränkungen bewusster und unbewusster Vorgänge und ihre zeitlichen Beziehungen sind wohl komplexer, als man früher gedacht hatte. Lassen sich aber nun mit den Ergebnissen der Hirnforschung generelle Zweifel an der Willensfreiheit begründen?

Derartige Schlüsse wären mehr als voreilig. Da Bewusstsein, Wille und Freiheit keine Begriffe physikalisch begründeter Naturwissenschaft sind, folgt allein aus der Neurobiologie für die Willensfreiheit wohl gar nichts; aus Verbindungen mit Grundeinstellungen, Intuitionen und „soft facts“ aus anderen Bereichen aber kommt man dann wenigstens zu begründeten Vermutungen. Die allerdings hängen von der Wahl der zusätzlich zugezogenen Erkenntnisfelder ab.

Ich komme bei dieser Wahl auf die beiden schon erwähnten Grundeinstellungen zurück, die in diesem Zusammenhang nach meiner Ansicht besonderes Vertrauen verdienen: Konsequenter Physikalismus - keinesfalls kann unser Wille die Gültigkeit der physikalischen Gesetze in unserem Gehirn aushebeln - und entscheidungstheoretische Skepsis. Wesentlich ist, dass mit Erkenntnisgrenzen zu rechnen ist, zumal wenn Selbstbezug involviert ist: Wie ich schon erläutert habe, ist vermutlich eine vollständige Dekodierung physikalischer Gehirnzustände in Bezug auf psychische Zustände prinzipiell unmöglich. Nach dieser Auffassung sind unsere Willensentscheidungen zwar

nichts unphysiologisches beziehungsweise antiphysikalisches, sie involvieren bewusste ebenso wie unbewusste Vorgänge (und warum soll es dabei nicht auch ein nachträgliches bewusstes ok für eine vorgängig unbewusst vorbereitete Handlung geben können?). Aber unser Wille kann auch durch solche Innenfaktoren in uns mitbestimmt sein, die der Außenanalyse durch Andere prinzipiell nicht vollständig zugänglich sind. Von solchen selbstbezogenen Innenfaktoren sind die erwähnten, mit dem Namen Libet verbundenen Experimente zur Fingerbewegung sehr weit entfernt. Welche philosophischen Auffassungen auch immer wir hierzu vertreten - stringente Schlüsse der Neurobiologie allein in Bezug auf das Willensfreiheitsproblem sind auch auf der Basis der Libet-Experimente nicht möglich.

Allerdings meine ich, dass Grenzen der Entscheidbarkeit mit rigoros deterministischen Auffassungen unverträglich sind: Was für niemanden determiniert ist, ist nicht determiniert. Unser Gehirn unterliegt zwar den gleichen Gesetzen wie eine Maschine; aber eine Maschine, die wir vollkommen verstehen, leistet nicht alles wie unser Gehirn, und eine Maschine, die alles leistet wie unser Gehirn, würden wir ebenso wenig vollständig verstehen wie das Gehirn selbst. Deshalb können Selbstaussagen über bewusste Zustände und Vorgänge im Prinzip über das hinausführen, was durch noch so raffinierte objektive Methoden durch Außenstehende herauszubringen wäre.

Allgemein dürften Einsichten über Grenzen der Dekodierung der Gehirn-Geist-Beziehung durchaus mehr Beachtung durch Historiker, Philosophen und Sozialwissenschaftler, Journalisten und Politiker, Ankläger und Richter verdienen – und zwar in Richtung auf Zurückhaltung im Urteil: Einem verlässlichen Einstieg in fremdes Bewusstsein, fremde Gedanken, fremdes Wissen und fremde Motive sind vermutlich unüberwindliche, epistemologisch robuste Grenzen gesetzt. Perfektes „mind-reading“ gibt es schlechthin nicht – zum Glück.

Was die Willensfreiheit angeht, so bleiben Deutungsspielräume, und die bevorzugten Deutungen sind auch eine Frage der Lebenskunst. Wollen wir wirklich die erlebte Willensfreiheit als

schlechthin betrügerische Illusion ansehen? In einer nicht ganz streng und ernst gemeinten Erklärung hat hierzu der Verhaltensforscher Konrad Lorenz einmal bemerkt, das mit dem Determinismus sei doch eigentlich nicht so schwierig. Es gibt Optimisten und Pessimisten; Pessimisten empfinden meist fatalistisch und neigen zum Determinismus, Optimisten setzen eher auf Selbstvertrauen und dabei auf Freiheit ihres Willens.

## **Naturwissenschaft, Religion und die philosophische Mehrdeutigkeit der Welt**

Insgesamt ergibt die Neurobiologie durchaus wesentliche Erkenntnisse über unsere Spezies „Mensch“, die auch von den Geisteswissenschaften zu deren Vorteil zu integrieren sind. Die neuere Biologie widerlegt viele Vorstellungen zum Beispiel über außerphysikalische biologische Prinzipien, sie erhellt Grund- und Randbedingungen unseres Verständnisses vom Menschen. Die meta-theoretische Mehrdeutigkeit unseres Wissens auf der philosophischen und kulturellen Ebene wird aber dadurch nicht aufgehoben. Nicht jede, aber mehr als eine Deutung ist mit naturwissenschaftlichem Wissen logisch verträglich. Das gilt wohl auch für das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion.

Noch vor wenigen Generationen sahen die meisten Intellektuellen ein Absterben der als vorwissenschaftlich angesehenen Religionen zugunsten eines wissenschaftlich dominierten Weltverständnisses voraus. Das prognostiziert heute kaum noch jemand. Die dramatische Erweiterung unseres Wissens im 20. Jahrhundert war engstens mit Selbstbegrenzung naturwissenschaftlichen Denkens durch die wissenschaftliche Reflexion seiner eigenen Voraussetzungen verbunden, und dies wiederum führt zu einer offeneren Sicht auf religiöse Weltdeutungen. Dies liegt nicht nur, aber auch daran, dass liberale, undogmatische Versionen theologischen Denkens mit Wissenschaft und logischem Denken vereinbar sind, wenn die Selbstbegrenzung der Letzteren beachtet wird. So ist die religiöse Deutung der Ordnung der Natur als Schöpfung Gottes und des

Menschen als Ebenbild des Schöpfers im geistigen, kreativen Sinn nicht nur logisch konsistent mit wissenschaftlichem Denken; sie bildet auch eine, wenngleich „weiche“, Erklärung dafür, warum die gesetzmäßige Ordnung doch so unerwartet weit dem menschlichen Denken zugänglich ist, wie es die Geschichte des Kulturprodukts „Naturwissenschaft“ aufzeigt. Wie kommt der menschliche Geist zu der Fähigkeit, die Formel  $E=mc^2$  zu konzipieren und zu bestätigen? Evolutionsbiologische Erklärungen unter Bedingungen von Jäger- und Sammlerkulturen der Steinzeit tun sich damit nicht so leicht. Das Unverständlichste am Universum ist im Grunde, so Einstein, dass wir es verstehen können– jedenfalls weitergehend verstehen, als man früher gemeint hat. Vereinbarung von wissenschaftlichem mit religiösem Denken bleibt aber eine Option und kein Muss. Es kann nicht verwundern, dass es unter Wissenschaftlern viele gibt, die Religion aus berechtigtem Ärger über religiösen Fundamentalismus nach Art des Kreationismus ablehnen. Das ist verständlich, aber auch in ablehnenden Argumenten finden sich nicht selten ihrerseits fundamentalistische, unduldsame und dogmatische Züge. Die Aufklärung des 18. und des Anfangs des 19. Jahrhunderts hat begründet, dass religiöse Auffassungen nicht naturwissenschaftliche Erkenntnisse widerlegen können. Die nachfolgende Aufklärung über die Aufklärung, mit Ausläufern bis in die Gegenwart, impliziert dann aber auch, dass die Naturwissenschaft nicht die Religionen widerlegt, jedenfalls nicht in deren ihrerseits aufgeklärten Formen. Die Einstellung zu Religion ist streng wissenschaftlich unentscheidbar; sie hängt von individuellen, sozialen und kulturellen Voraussetzungen ab und ist nicht zuletzt eine Frage der Weisheit und der Lebenskunst. Die realistische Prognose lautet, dass agnostische und religiöse Weltdeutungen auf Dauer koexistieren werden. Was das gesellschaftliche Wohlergehen betrifft, so hängt sehr viel davon ab, dass jeweils *innerhalb* religiöser wie auch agnostischer Strömungen die liberalen und toleranten gegenüber den fundamentalistischen und dogmatischen die Oberhand gewinnen und behalten.

Was nun die Rolle der Neurobiologie in diesem Kontext angeht, so kann sie zweifellos allgemeine Beiträge zum Selbstverständnis des Menschen leisten, indem sie Gehirneigenschaften zu erklären hilft. Eindeutige Antworten auf die tiefsten damit verbundenen philosophischen Fragen sind aber nicht zu erwarten, und das gilt besonders für das Verständnis von Religion. Was können wir lernen, wenn wir neurobiologische Prozesse im Kontext religiöser Gedanken, Gefühle und Erlebnisse beobachten, etwa durch aktivitätsabhängiges Neuro-Imaging? Manches ist ja schon vor solchen Untersuchungen klar: Dass all dies mit Gehirnaktivitäten verbunden ist; und dass, soweit es sich um Fähigkeiten handelt, die zum Beispiel Schimpansen nicht haben, dem dann auch Unterschiede in Gehirnvorgängen, vermutlich auch von Gehirnstrukturen zwischen Mensch und Schimpanse zugrunde liegen, nicht zuletzt Unterschiede von Genen, die die Gehirnentwicklung steuern und in der menschlichen Evolution gebildet oder verändert wurden - so schwer dies auch im Einzelnen nachweisbar sein mag. Sodann zeigen soziobiologische Überlegungen, dass die religiösen Fähigkeiten Leben und Überleben befördert haben, und damit wird ihre Entwicklung evolutionsbiologisch einsichtig. Und doch wäre es ein großer Irrtum zu glauben, man könne auf diesem Wege Religion vollständig erklären oder gar wegerklären, sozusagen entlarven. Bei naturwissenschaftlichen Aussagen, zum Beispiel zur Evolution des Lebens auf der Erde, hat die Biologie gegenüber tradierten Überlieferungen der Religionen das letzte Wort; über die Wahrheitsansprüche philosophischer, zumal metaphysischer Voraussetzungen menschlichen Denkens aber kann die Biologie nicht verbindlich entscheiden. Wesentlich für unser Selbstverständnis bleibt, dass allgemeinen Fähigkeiten der Spezies Mensch weit über den evolutionären Anlass ihrer Entstehung hinausführen können, und dieser Überschuss fällt in die Domäne von Kulturgeschichte und Philosophie, nicht von Biologie.

Man kann sich dies an einer der philosophisch tiefsten und allgemeinsten Fragen klarmachen, die unsere Intuitionen zugunsten oder zu Ungunsten eines religiösen Weltverständnisses wesentlich mitbestimmt: Gibt es eine Ordnung der Welt, des

Denkens und der Dinge auch ohne uns Menschen, und haben wir sie mit unserem evolvierten Gehirn im Laufe der letzten Jahrzehntausende der Kulturgeschichte dann entdeckt und mehr oder weniger gut verstanden? Wie weit und in wie fern ist sie vom menschlichen Erkenntnisapparat strukturiert? Ist sie gar überhaupt erst eine Konstruktion menschlicher Gehirne, eine solche Ordnung würde es ohne uns Menschen gar nicht geben? Mit den Mitteln der Neurobiologie sind diese Fragen nicht entscheidbar: Es gäbe ja in jedem Fall menschengespezifische, wohl auch neurobiologisch nachweisbare Gehirnaktivitäten, die mit religiösen Gedanken und Empfindungen verbunden sind, ganz unabhängig davon, ob die Weltordnung nun von Gott in wesentlichen Zügen am Anfang der Dinge geschaffen wurde oder ob sie ausschließlich erst von uns Menschen konstruiert ist.

Lassen Sie mich zum Vergleich das gleiche Argument auf einen weniger emotionalen Kontext übertragen, auf *ein* wenn nicht *das* philosophisch hintergründigste Grundproblem der Mathematik: Gibt es mathematische Wahrheiten, mentale Wirklichkeiten, gibt es zum Beispiel die platonischen Körper, auch wenn es uns nicht gibt, wie es die idealistische Philosophie behauptet, oder sind das nur Konstruktionen unseres menschlichen Denkens? Machen wir hierzu ein Gedankenexperiment: Schieben wir einen klugen Menschen unter uns in einen Computertomographen, der die Gehirnaktivitäten misst und lokalisiert, und fragen ihn nach den Primzahlen zwischen 10 und 20. Er sagt 11,13,17,19; die nächste ist 23. Dann fragen wir, ob es endlich oder unendlich viele Primzahlen gibt und erzählen ihm den Beweis dafür, dass es unendlich viele gibt: Gäbe es nur endlich viele, so könnten wir sie alle miteinander multiplizieren und hätten wieder eine Zahl. Zählen wir eins dazu, haben wir aber noch eine Primzahl – die als vollständig vorausgesetzte Liste der Primzahlen war gar nicht vollständig! Also kann es nicht nur endlich viele Primzahlen geben. Kennt nun unser Kollege diesen Beweis noch nicht oder nicht mehr, wird er ihn erhellend und witzig finden. Alles nur Konstruktion? Dann fragen wir als nächstes, ob es endlich oder unendlich viele Primzahlpärchen wie 11,13 oder 17,19 gibt - eines der schwierigsten Probleme der Zahlentheorie. Wenn tatsächlich



alles nur Konstruktion ist, dann konstruieren wir doch einfach das Ergebnis! Gerade das geht aber nicht, es handelt sich, soviel ich weiß, um ein immer noch ungelöstes Problem. Schließlich befreien wir unseren Kollegen aus dem Tomographen und werten die Diagramme über seine Gehirnprozesse aus. Wir lernen einiges über den Umgang des menschlichen Gehirns mit Zahlen, aber sicher nichts darüber, ob wir sie *nur* konstruieren, oder ob es Wahrheiten über sie auch ohne uns gibt – an Hirnströmen allein würde sich die philosophische Wahrheit nicht zeigen.

Und hier liegt die Parallelität mit der genannten Grundfrage zur Religion: Gibt es eine Ordnung der Welt, der Dinge und des Geistes nur durch und in uns oder auch ohne und vor uns – auch das werden wir im Prinzip nicht durch neurobiologische Forschung entscheiden können. Wir bleiben in solchen Fragen nicht zuletzt auf Lebenskunst und philosophische Vernunft angewiesen, und beide sprechen nach meiner Ansicht gegen einseitig konstruktivistische Auffassungen. Auch ein besseres Verständnis der evolutionären und kulturgeschichtlichen Ursprünge der Religionen, so interessant entsprechende Erkenntnisse auch sind, kann die Potentiale religiöser Beiträge zum menschlichen Selbst- und Weltverständnis nicht erschöpfen – ebenso wenig wie die schon erwähnte Erfindung des hölzernen Scheibenrades vor vielleicht 6000 Jahren für Karren zum Transport das ganze, vielfältige Potential des mentalen Konzeptes „Rad“ erfasst, das sich erst in einer langen kulturgeschichtlichen Entwicklung zeigte.

## **Zusammenfassende Betrachtungen**

Die großen Fortschritte der Neurobiologie in der Gegenwart machen es psychologisch verständlich, dass heutzutage viele daran Beteiligte an die asymptotische Lösbarkeit aller wichtigen Fragestellungen glauben. So haben es die Physiker und Mathematiker in ihren Gebieten um 1900 getan. Dann aber, um 1927, war diese Auffassung durch die Entwicklung der

Quantenphysik widerlegt. Bestimmte atomare Ereignisse können im Prinzip nicht genau vorausberechnet werden, gleichgültig, wie viel Mess- und Berechnungsaufwand wir treiben, und diese Beschränkung ist selbst Naturgesetz! Und noch 1930 erklärte der große Mathematiker Hilbert, es gibt keine unlösbaren mathematischen Probleme. Ein Jahr später, mit Gödels Unentscheidbarkeitstheoremen, war es auch damit vorbei.

In der Gegenwart versprechen sich zudem manche Physiker Lösungen des Bewusstseinsproblems von einer künftigen, erweiterten Physik. Bei aller Skepsis: Ausgeschlossen ist das nicht, aber es ist wohl auch nicht sehr wahrscheinlich. Und dann gibt es viele recht spekulative Überlegungen, wieweit die neuen Einsichten in die Quantenwelt Folgerungen, wenn nicht gar Lösungen auch zum Bewusstseinsproblem bieten könnten. Ich habe diese Ansätze nicht ernsthaft verfolgt und kann dazu deshalb auch kein fundiertes Urteil abgeben. Das Gehirn ist kein Quantencomputer; ob es Funktionen gibt, bei denen Quanteneffekte wie Verschränkung, Dekohärenz oder Nichtlokalität eine unmittelbare Rolle spielen, ist offen und erscheint derzeit nicht sonderlich plausibel.

Hinter solchen merkwürdigen quantenphysikalischen Phänomenen könnten sich aber allgemeinere Merkmale physikalisch-mathematischen Naturverständnisses verbergen. Dies betrifft nicht zuletzt den Schlüsselbegriff „Information“, der in Diskussionen um die Grundlagen der modernen Physik eine wesentliche Rolle spielt. Dass die übergeordneten, oft so hintergründigen und dabei anti-intuitiven erkenntnistheoretischen Merkmale der Quantenphysik hinsichtlich der Beziehung von Einsicht und Realität – und damit der Beziehung des Mentalen zum Materiellen - auch für das Gehirn-Geist-Problem relevant, zumindest aber lehrreich sein könnten, dafür sollten wir aufgeschlossen sein. Es ist mehr als zweifelhaft, die Gehirnphysik als Argument gegen die Willensfreiheit in Anspruch zu nehmen, indem man mehr oder weniger implizit auf Intuitionen der mittlerweile etwas angestaubten deterministischen Mechanik des 19. Jahrhunderts zurückgreift.

Stattdessen dürften entscheidungstheoretische Aspekte der Gehirn – Geist – Beziehung unsere besondere Beachtung verdienen: Verstehen wir Grenzen der Berechenbarkeit auf Grund der Endlichkeit physikalisch möglicher Informationsverarbeitung in einem endlichen Universum als erkenntnistheoretisch robuste Grenzen des möglichen Wissens, so erscheinen psychische Zustände zwar als Funktionen physikalischer Gehirnzustände, aber es handelt sich vermutlich nicht um vollständig berechenbare Funktionen. Informationstheoretisch gibt es vielmehr einen Grad von prinzipiell unüberwindlicher Unbestimmtheit. Darin liegt auch ein Grad Freiheit in dem Sinne, dass eigene psychische Vorgänge von Anderen nicht unbegrenzt durchschaubar und steuerbar sind: Willensfreiheit besteht – in Grenzen – in einer Autonomie interner Vorgänge in einer handelnden Person.

Ganz allgemein vermute ich, dass es letztlich in Bezug auf die Erklärung von Bewusstsein prinzipielle Grenzen der Erkenntnis gibt, ähnlich wie in der Physik und Mathematik. Dabei geht es auch um die Problematik von Selbstbezug, um Grenzen des Bewusstseins von Bewusstsein. Ich sehe allerdings, ähnlich wie schon Cusanus im 15. Jahrhundert, Erkenntnisse über Grenzen der Erkenntnis eher positiv: Sie sind Folgen der Erweiterung, nicht der Verengung unseres Denkens. Menschliches Bewusstsein entstand zwar als Ergebnis biologischer Evolution, aber es begründet sehr allgemeine Fähigkeiten wie die des strategischen Denkens und der kognitionsgestützten Empathie, die über den Anlass der Entstehung zu Jäger- und Sammlerzeiten weit hinausführen und sich erst in der kulturellen Entwicklung voll entfalteten. Ich habe Gründe für die Vermutung erörtert, dass bei der Evolution des biologisch modernen Menschentyps vor vielleicht 200 000 Jahren neue Meta - Ebenen der Informationsverarbeitung - Stichwort Selbstbezug – in die Verschaltungen des neuronalen Netzes eingezogen wurden. Naturphilosophisch gesehen führt dies zu analogen Problemen mit ähnlichen entscheidungstheoretischen Konsequenzen, wie wir sie beim Übergang von armen zu reichen logischen Systemen kennen, besonders bei der Erweiterung der leistungsschwachen

Aussagenlogik zur leistungsstarken Prädikaten- bzw. Quantorenlogik: Im Gegensatz zum schwachen lässt sich das starke System nicht mehr aus sich selbst heraus absichern, hat aber dafür im positiven Sinne ein sehr weites, offenes Potential. Zu den erstaunlichsten Potentialen des menschlichen Denkens gehört die moderne Naturwissenschaft, dieses späte Produkt europäischer Kulturgeschichte. Sie lässt sich wirklich nicht mehr vernünftig auf Evolutionsvorteile zu Jäger- und Sammlerzeiten zurückführen, und doch verbindet sie in erstaunlicher und überraschender Weise das menschliche Denken mit der Ordnung der Vorgänge und der Dinge: Eine spannende Herausforderung im Grenzbereich von Natur- und Geisteswissenschaften, was das Verständnis – und Selbstverständnis – menschlichen Bewusstseins angeht.

### **Literaturhinweise**

Gierer, Alfred, 1983, “Relation between neurophysiological and mental states: Possible limits of decodability” In: *Naturwissenschaften* 70, S. 282-287.

Gierer, Alfred (2008): “Brain, mind and limitations of a scientific theory of human consciousness” In: *BioEssays* (30), 499–505.

Gierer, Alfred, 1998 *Im Spiegel der Natur erkennen wir uns selbst* Reinbek: Rowohlt. Volltext

<http://edoc.bbaw.de/volltexte/2007/444/pdf/25hPFNizyGEZQ.pdf>

Literaturhinweise S. 177-191.



## Meister Eckhart, der Seelengrund und das Verständnis von Bewusstsein

*Eckhart (ca.1260-1338) gilt vielen als Mystiker, anderen als Philosophen des Christentums. Er war wohl Beides. Philosophisch ist seine Lehre, die einzelne menschliche Seele habe einen göttlichen, unvergänglichen Urgrund; eher mystisch die These, dieser Urgrund bedarf einer „Gottesgeburt“ in der Seele, ein Loslassen von allen Bestrebungen, einschließlich dem Bestreben, sich gottgefällig zu verhalten. Mir geht es hier nur um den philosophischen Aspekt mit Betonung auf Erkenntnis.*

Gottes „Erkennen“, so Meister Eckhart, ist das primäre, ist vor dem „Sein“. Der Intellekt, die Idee, ist *vor* den geschaffenen Dingen. Das Ursprüngliche, allerdings nicht vollständig erfassbare, ist die Gottheit; schon Gott (und die Trinität mit Gottes Sohn und Heiligem Geist) sind abgeleitete Begrifflichkeiten. In Gott ist das Erkennen der göttliche Urgrund – „Im Anfang war der Logos“ - im Menschen ist der Urgrund seiner Seele göttlich. Damit sind wir alle Gottes Kinder. Die Göttlichkeit des menschlichen Seelengrundes ist konsistent mit gegenwärtigen Überlegungen, nach denen eine vollständige naturwissenschaftliche Erklärung des menschlichen Bewusstseins - vermutlich prinzipiell - unmöglich ist.

Hierzu sechs Punkte im Einzelnen:

1. Warum gibt es etwas und nicht nichts? Wenn wir von Gott als Schöpfer aller Dinge reden, dann in Bildern und Metaphern. Das kann nur Annäherung sein, an einen nicht näher zu kennzeichnenden Urgrund der kosmischen Ordnung, der Quelle der Ideen: Nach Eckhart die „Gottheit“. Ein Konzept, das als Kern des Göttlichen eine Art Meta-Bewusstsein ansieht.
2. Eckhart sucht die Dreieinigkeit des christlichen Gottes – Gott Vater, Sohn und Heiliger Geist – philosophisch zu beweisen, während ich da eher Grenzen der Erkenntnis sehe,

eben weil dies abgeleitete Begriffe aus der „Gottheit“ sind. Ich meine, dass der Urbegriff „Gottheit“ uns auch die Vielfalt der Weltreligionen verstehen und achten lehrt. Der drei-einige persönliche Gott der Christen, die Auffassung Allahs im Islam oder das Reine Land und – als höchstes Ziel – das Nirvana im Buddhismus, all das sind schon abgeleitete Begriffe aus einem göttlichen Prinzip. Deshalb sind sie mehrdeutig und nicht frei von Gegensätzen und Widersprüchen, mit denen wir zu leben lernen und eigentlich auch ganz gut und friedlich leben können; dabei darf man immer noch das Christentum als besonders gut ansehen. Das ist meine Deutung und stammt so natürlich nicht von Eckhart; bemerkenswert bleibt, dass sich viele seiner philosophischen Überlegungen doch auf die ganze Spezies „Mensch“ beziehen und nicht nur auf die Christen.

3. Der Intellekt ist, so Eckhart, Gottes primäre Eigenschaft, vor dem Sein; das Erkennen (nicht zuletzt als Grundeigenschaft des menschlichen Bewusstseins) ist ungeschaffen, ist die Urgegebenheit schlechthin. Der Intellekt ist zugleich höchste Eigenschaft im Menschen, der ihn mit der Gottheit verbindet und Quelle des echten, potentiell beständigen Glücks ist. Dabei beruhen die Gedanken des Meister Eckhart auch auf Vorgängern, so auf Albertus Magnus. Dieser hat bereits den Intellekt als Verbindung von Gott und Mensch, und als höchste Eigenschaft und Glücksquelle des Menschen betont, und er hat in diesem Sinne den Menschen selbst als göttlich bezeichnet. Eckhart geht darin allerdings wohl noch weiter, vor Allem auch darin, dass der Intellekt nicht erst Produkt der Schöpfung und in diesem ursprünglichen Sinne „vor dem Sein“ ist.
4. Von der fließenden Zeit der vergänglichen Dinge unterscheidet Eckhart das „Jetzt der Ewigkeit“ als den (veränderlichen) Zeitpunkt, der Vergangenheit und Zukunft einschließt; ich sehe in diesem Konzept Eckharts eine Verwandtschaft zum Verständnis einer Ewigkeit, die besser „zeitlos“ heißen könnte im Sinne eines zeit - integrierenden

Zustandes. (Auch eine lose Verbindung zum Buddhistischen Speicherbewusstsein ist damit angedeutet.)

5. Eckharts Aussage „Der Seelengrund des Menschen ist göttlich“ ist der weitestreichende und hintergründigste Zug seiner Theologie. Alle menschlichen Gegebenheiten sind vergänglich, außer dem Seelengrund: Der ist göttlicher Natur und bildet die unvergängliche Verbindung des Menschen zum Göttlichen. Selbsterkenntnis ist Gotteserkenntnis. Wie schon bemerkt, ist menschliches Bewusstsein wohl keiner vollständigen, logisch konsistenten naturwissenschaftlichen Erklärung zugänglich; es ist ja nicht nur Gegenstand, sondern schon Voraussetzung jeder intellektuellen, und damit auch jeder wissenschaftlichen Tätigkeit. Dann aber kann man die intuitive, unmittelbare Urerfahrung des je eigenen Bewusstseins als begründet im göttlichen Charakter ihres Urgrundes ansehen, so wie Meister Eckhart den Seelengrund im (einzelnen) Menschen als göttlich versteht. Natürlich ist das nur eine mögliche und keineswegs eine zwingende Deutung, es ist die Option einer Art metaphysischen Optimismus.
  
6. „Was Gott Jesus gegeben hat, das hat er auch mir gegeben,“ so Eckhart, eben weil der Seelengrund göttlich ist. Kein Wunder, dass er mit solchen Thesen Ärger mit den kirchlichen Autoritäten bekam. Mir ist sympathisch, wie er in vieler Hinsicht kein Mystiker, sondern Rationalist ist: Jeder Bereich der Theologie ist mit philosophischer Vernunft erfassbar, und zwar letztlich besser und klarer als durch Autorität und überlieferte Deutung. Sympathisch auch, *was* ihn an der biblischen Überlieferung besonders interessiert, und was weniger: Besonders die Schöpfungsgeschichte und die Weisheitsbücher im Alten, und der Prolog des Johannesevangeliums im Neuen Testament; nicht so sehr Sünden, Buße und die ganzen Sündenstrafen im Jenseits, ein Disziplinierungsmittel, das eigentlich wenig in sein eher neuplatonisches Weltbild passt: Darin ist das Böse nur die Abwesenheit des Guten.



## **Literaturhinweise**

Zu Eckhart:

Flasch, K. (2011) Meister Eckhart: Philosoph des Christentums.

Ferner drei Schriften des Autors dieses Essays, jeweils mit Literaturhinweisen; sie sind im Volltext online auf „philpapers“ abrufbar:

Gierer, A. (2008) Brain, mind, and limitations of a scientific theory of human consciousness. *BioEssays* **30**, 499-505.

Gierer, A. (1997) Goedel meets Carnap: A prototypical discourse on science and religion. *Zygon* **32**, 207-217.

Gierer, A. (1999) Eriugena, al-Kindi, Nikolaus von Kues – Protagonisten einer wissenschaftsfreundlichen Wende im philosophischen und theologischen Denken. *Acta Historica Leopoldina* **29**.



## Über Wolfgang Pauli - Quantenphysik, Verständnis der Natur und die Rolle der Psyche

*Fragt man Gebildete nach den größten Physikern der letzten hundert Jahre, dann fällt natürlich der Name Einstein, der Name Heisenberg, vielleicht Schrödinger und ein paar andere, aber lange nicht so oft der Name Pauli. Es gibt keine verbreitete Biographie, kaum etwas im Kino, im Theater, im Roman. Und doch ist Wolfgang Pauli einer der ganz Großen des Jahrhunderts.*

Die erste Frage, wenn es um die Bedeutung eines Wissenschaftlers geht, heißt natürlich: Was hat er entdeckt? Was Pauli angeht, so ist das wichtigste das sogenannte Ausschließungsprinzip<sup>1</sup>. Worum geht es dabei? Die Quantenphysik zeigte schon in der unvollständigen Vorform Anfang der zwanziger Jahre, dass Atome verschiedene Energiezustände einnehmen können, deren innere Ordnung letztlich durch die drei Raumdimensionen gegeben sind, im Atom natürlich in Kugelkoordinaten um den Zellkern herum. Drei Dimensionen gibt es offensichtlich im Atom, aber sind es wirklich nur drei? Experimentell findet man Spektrallinien, die ein großes Rätsel waren, die sich in starken Magnetfeldern aufspalteten, und es waren einfach zu viele. Dies nun führte Pauli auf eine spannende Spur: Es gibt nicht nur drei räumliche Dimensionen, welche die möglichen Zustände des Elektrons im Atom bestimmen, es gibt eine geheimnisvolle vierte, in denen Elektronen lediglich einen von zwei symmetrischen Werten annehmen können, nennen wir sie + und - . Dazu fand Pauli das Ausschließungsprinzip: Ein Quantenzustand kann immer nur von einem Elektron besetzt sein; also kann jeder zu den räumlichen Dimensionen eines Atoms gehörende Zustand immer nur höchstens zwei Elektronen aufnehmen, + und - .

Sind kernnahe Zustände doppelt besetzt, so können weitere Elektronen nur kernfernere Zustände einnehmen. So erklärt es sich, wie Atome Raum einnehmen. Wenn nun zwei Atome sich nahekommen, in deren äußerer Hülle einfach besetzte Zustände bestehen, so kann sich jede der beiden äußeren einsamen

Elektronen, das eine + , der andere - , auf die Hüllen *beider* Atome verteilen, ohne sich dabei räumlich auszuschließen. Räumlicher Ausbreitung entspricht nach der Quantentheorie ein niedrigerer Energiezustand; die Atome ziehen sich an, chemische Bindung findet statt.

Später deutete man die zwei Quantenzustände des Elektrons als „spin“: Elektronen sind magnetisch, so als ob sie wie ein Kreisel eine innere Rotation ausführen, und das magnetische Moment kann zwei, und nur zwei Werte annehmen, plus und minus  $\frac{1}{2}$  Einheit, deshalb bestimmte Aufspaltungen im Magnetfeld. In der Folge hat dann Paul Dirac die Quantenmechanik so erweitert, dass sie der Relativitätstheorie gerecht wird – und überraschend kam dabei die Aufspaltung zwangsläufig und ohne Zusatzannahmen heraus. Ich habe diese weitreichenden Konsequenzen nur skizzenhaft erwähnt, es geht hier um den Grundgedanken Paulis und dessen Erklärungswert: Sein Ausschließungsprinzip trägt wesentlich dazu bei, auf strenger physikalischer Grundlage die chemische Bindung zu verstehen, zumal das grundlegende periodische System der Elemente – und Chemie ist ja Basis unserer physikalischen Lebenswelt, Grundlage auch der Biologie von der Erbsubstanz DNA über die Proteine bis zur Informationsverarbeitung in Nervensystemen. Für das Ausschließungs - Prinzip erhielt Wolfgang Pauli 1945 den Nobelpreis für Physik<sup>2</sup>.

Fragen wir nun nach der Persönlichkeit und dem Leben Paulis, soweit es mit seinem wissenschaftlichen Wirken etwas zu tun hat. Er war Wiener Kind eines Arztes und Kolloidforschers, der vom Judentum zum Katholizismus übergetreten war. Sohn Wolfgang jun. war exzellent in der Schule, ein geniales Wunderkind. Ihn faszinierte die Physik; er wurde Schüler und Doktorand bei dem berühmten Sommerfeld in München. Neu und das aufregendste Feld in der Physik war damals gerade die Relativitätstheorie Einsteins. Sommerfeld beauftragte den noch nicht zwanzigjährigen Pauli, den Handbuchartikel über die neue, schwierige Relativitätstheorie zu schreiben, der alle – auch Einstein selber – begeisterte und Jahrzehnte beste Einführung in das Gebiet war. Es sah so aus, als ob Relativitätstheorie weiterhin

sein Arbeitsgebiet bleiben würde, aber so war es nicht. Er fasste es nie wieder wirklich an, sondern änderte mit 21 Jahren Kurs auf die Physik der Atome. Es war die verworrene Phase zwischen dem schönen, aber allenfalls halbrichtigen Atommodell von Bohr und den herausfordernden Rätseln des Verhaltens der Atome. Man merkte schon, da ist etwas ganz Neues an Ideen nötig – aber in welcher Richtung sind sie zu finden? Die Versuche zu ihrem physikalischen Verständnis führten schließlich zu der revolutionären, neuen Quantenphysik.

Sommerfeld hatte einen zweiten Schüler, der bald ebenfalls Wissenschaftsgeschichte machte: Werner Heisenberg. Er war es, der 1925, als Assistent von Max Born in Göttingen, die Quantenmechanik begründete. Pauli half ihm zum Einstieg in die Atomphysik, und beide wurden fast lebenslang engste wissenschaftliche Freunde. Persönliche auch, aber in Grenzen: Heisenberg liebte die Natur und zog mit seiner Pfadfindergruppe wandernd und zeltend in die bayrischen Berge, Pauli schätzte mehr die Nacht als den Tag, bei (viel) Wein, in Nachtclubs und im Kabarett. Heisenberg war ein eher sachlicher, Pauli ein extrem bissiger Typ – die „Geißel Gottes“ wurde er genannt, gefürchtet besonders als Diskutant im physikalischen Kolloquium. Einer seiner kritischen Kommentare: „Das ist nicht nur nicht richtig, es ist noch nicht einmal falsch!“

In der Wissenschaft war Pauli eher besonders gründlich, während Heisenberg mehr auf Intuition setzte, wenn er nach guten Antworten suchte. Das galt auch für Heisenbergs erste ganz große Entdeckung 1925. Heisenberg wollte eine neue Quantenmechanik schaffen, die Plancks Wirkungsquantum  $h$  einführt, aber radikal nur das enthielt, was man am Atom wirklich beobachten und messen kann, also keine Bahnen, auf denen Elektronen um den Kern laufen, nur die messbaren Energiezustände und die in den Spektrallinien aufleuchtenden Übergänge. Er bekam Heuschnupfen, kurierte ihn auf Helgoland, weil da kaum Gras wächst, und in zwei Wochen Einsamkeit fand er die beglückende Lösung, die ihn berühmt machte. Ein Draufgänger! Und Pauli war neidlos begeistert. Ihm gelang es bald, aus Heisenbergs ziemlich gewöhnungsbedürftigen

Gleichungen das Spektrum des Parademoleküls Wasserstoff richtig abzuleiten. Der erste Durchbruch in die neue Mechanik war geschafft! <sup>3</sup>

Bald darauf hatte ein weiteres Genie, Erich Schrödinger, eine quantenmechanische Wellentheorie des Elektrons entwickelt, die mathematisch den gleichen Gehalt hatte, aber viel besser zu handhaben war als der Ansatz von Heisenberg. Sie wurde das Handwerkszeug der theoretischen Physik der Atome und Moleküle; aber Schrödinger gab der Theorie eine relativ anschauliche, ziemlich konservative Deutung: Er meinte, die Wellen führten die Elektronen und bestimmten so ihre Bahn. Das aber war letztlich inkonsistent und führte zu widersprüchlichen Konsequenzen. Da stritten nun Bohr und Heisenberg auf der einen, Schrödinger auf der anderen Seite bis ins Krankenzimmer von Bohrs Haus in Kopenhagen, wo Schrödinger zu Gast war und eine schwere Erkältung kurierte. Inzwischen weiß man, dass Schrödingers Wellen zwar nicht deterministisch Elektronenbahnen bestimmen, aber eine reale Bedeutung haben sie doch; wie Born später herausfand, errechnet sich nämlich aus ihnen die mittlere Dichte ihrer räumlichen Verteilung. Dazu musste man aber zuerst erkennen, dass Elektronen statistische und nicht deterministische Gesetze befolgen.

Diesen statistischen Charakter zeigte 1927 ein zweiter Durchbruch der Quantentheorie, die Unschärferelation Heisenbergs, mit sehr weitgehenden erkenntnistheoretischen Implikationen, die hier nicht im Einzelnen mein Thema sind. Es handelt sich um die naturgesetzlich gegebene Unmöglichkeit, im atomaren Bereich Grundgrößen eines Systems, wie Impuls und Ort, oder Energie und Zeit zugleich genau zu bestimmen; die bräuchte man aber, um dessen Verhalten genau vorherzuberechnen, die Zukunft ist in gewissem Sinne offen. An vielen Diskussionen mit Heisenberg und Bohr in dieser revolutionären Phase der Physik hat sich Pauli intensiv und uneigennützig, kritisch und anregend beteiligt.

Sodann sei hier eine weitere originelle Idee von Pauli erwähnt, die Theorie des Partikels, das heute Neutrino, das

„Neutrönchen“ heißt. Sie ergab sich aus Überlegungen zum radioaktiven Zerfall von Atomen, deren Physik Lise Meitner untersucht hatte: Warum haben Elektronen, die vom radioaktiven Zerfall eines bestimmten Atomkerns herrühren, ganz verschiedene Energie – ist da vielleicht noch ein kleines, neutrales, noch unbekanntes Teilchen im Spiel? Erst ein Viertel Jahrhundert später wurde das Neutrino direkt physikalisch nachgewiesen und ist heute Gegenstand der Großforschung. 1930 trafen sich die Forscher zu einer Tagung in Tübingen, aber Pauli kam nicht aus Zürich – dort gab es einen Ball, der ihm wichtiger war. Und so schrieb er nur an Lise Meitner und ihre Kollegen einen ironischen Brief, der Wissenschaftsgeschichte gemacht hat, nach Tübingen: „Liebe Radioaktive Damen und Herren...“ Er erklärte seine Idee des neuen Teilchens. „Ich traue mich vorläufig aber nicht, etwas über diese Idee zu publizieren und wende mich erst vertrauensvoll an Euch.... Also, liebe Radioaktive, prüfet und richtet...“ Soviel zu seiner Physik.

Nun zu den Gedanken über die Psychologie naturwissenschaftlicher Entdeckung und seine philosophischen Auffassungen. Mit denen war Pauli sehr zurückhaltend, was Veröffentlichungen angeht; er wusste, Mainstream unter den Kollegen war das nicht, milde ausgedrückt. Eine Vorgeschichte hatten diese seine Ideen in einer tiefen persönlichen Krise<sup>2,3</sup>. Er lernte die Tänzerin Käthe Deppner kennen, verliebte sich und heiratete sie 1929. Die Ehe war eine Katastrophe; nach weniger als einem Jahr war er wieder geschieden, und sie war zu ihrem früheren Partner, einem Chemiker, zurückgekehrt. Pauli war zunächst wütend – „Wenn es wenigstens ein Stierkämpfer gewesen wäre, aber ein Chemiker<sup>3</sup>!?“ Nun folgte eine tiefe Depression, und er trank zu viel, was ihn aber überhaupt nicht an den theoretischen Arbeiten wie der zu den Neutrinos hinderte. Sein besorgter Vater vermittelte eine psychoanalytische Behandlung bei C.G.Jung, den er kannte, und der beauftragte seine Mitarbeiterin mit der Analyse. Nach drei Jahren heiratete Wolfgang Pauli erneut und war nun geheilt und zufrieden.

Zu der Zeit kontaktierte er C.G.Jung und begann eine jahrzehntelange Korrespondenz mit zahlreichen Briefen, und um

diese späte Phase wird es uns hier gehen. Pauli stellte tiefe Überlegungen über die Rolle der Zahlen drei und vier in der Kulturgeschichte an, hatte er doch mit seiner Elektronentheorie die Zahl der Dimensionen in der Atomphysik von drei auf vier erweitert; und Pauli und Jung korrespondierten intensiv über die Bedeutung der Träume.

Ein weiteres, interessantes Feld von Paulis Gedanken, entwickelt in Zusammenarbeit mit C. G. Jung, betrifft die sogenannte Synchronizität. Die naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeit macht vieles, was uns interessiert, berechenbar – aber eben auch vieles nicht; schon gar nicht die einmaligen Ereignisse, die unser Leben und Schicksal so sehr bestimmen: Unsere genetische Konstitution ebenso wie die Schlüsselerlebnisse unseres Lebens, Glück und Pech, Begegnungen und menschliche Beziehungen, und so vieles Andere. All das ist nicht nur praktisch, sondern auch prinzipiell unberechenbar, denn es beruht ganz wesentlich auf dem gleichzeitigen Zusammentreffen, der „Synchronizität“, von zwei oder mehr kausal völlig unabhängigen Ereignissen – und unabhängig heißt hier unvorhersehbar und unberechenbar. Ist das menschliche Schicksal des Einzelnen dennoch in Grenzen verstehbar? Gibt es anstelle von Kausalität als „konstanter Zusammenhang durch Wirkung“ auch die Synchronizität als „inkonstanter Zusammenhang durch ... Sinn“ – womit, wenn ich Pauli hier richtig verstehe, die Bündelung von in sich rein zufälligen Ereignissen einen uns einleuchtenden Sinn ergeben könnte? Pauli sieht beide als komplementär in Analogie zu Bohrs Interpretation der Quantenphysik: Sie sind unterschiedlich, können sich aber in keiner realen Situation widersprechen. Pauli hat das Problem der schicksalsbestimmenden Zufälle damit sicher nicht gelöst, aber doch gezeigt, dass es alles Andere als ein „Nicht – Problem“ ist.

Im Folgenden möchte ich mich nun auf die Ideen Paulis zum Ursprung wissenschaftlicher Entdeckungen und Intuitionen in unserem Kopf konzentrieren; Gedanken, die darauf abzielen, nicht nur der Rolle der Vernunft, sondern auch der menschlichen Psyche gerecht zu werden. Dabei möchte ich so vorgehen, dass



ich zunächst Überlegungen zweier Autoren bespreche, die für das Verständnis von Paulis Vorstellungen in sehr verschiedener Weise interessant sind, nämlich auf Ideen von Rudolf Carnap und Hermann Minkowski, um dann auf Pauli zurück zu kommen, besonders auf einen vergleichsweise kurzen, aber sehr gehaltvollen seiner Texte. Er kreist um die Grundfrage, wie neue Ideen in der Naturwissenschaft entstehen. Diese ist ein Unternehmen der Vernunft; also sollten ihre Konzepte auch ohne wenn und aber vernunftgemäß sein, sonst schleichen sich doch unvernünftige Züge in die Theorie ein - so etwa argumentierten Wissenschaftstheoretiker besonders in den zwanziger Jahren und entwickelten so die analytische Philosophie. Begriffe im Rahmen einer solchen Theorie sollten streng auf Logik und empirische Beobachtungen reduzierbar sein. Vage Konzepte wie „Gott“ oder „das Schöne“, überhaupt das, was die Psyche anspricht, wäre sinnlos und deshalb auszuschließen. Auch Carnap gehörte dieser Denkrichtung an – aber später stellte er sich einer kritischen Frage, der man ausgerechnet als Empirist, der die erfahrene Wirklichkeit sehr hoch schätzt, nicht ausweichen sollte: Folgen reale Forscher in ihren realen Theorien diesen Kriterien? Und die Antwort ist „nein“. Selbst Grundbegriffe der Physik wie das Elektron oder das Magnetfeld erfüllen sie keineswegs. Dies führte Carnap auf eine liberalere Auffassung von theoretischen Begriffen<sup>4</sup>: Sie brauchen nicht vollständig auf Logik und empirische Beobachtung bezogen zu sein, sie müssen im Rahmen der Theorie nur irgendwelche prüfbar empirischen Folgen haben; und dieses Kriterium erfüllen die physikalischen Begriffe zum Beispiel der Relativitäts- und Quantentheorie sehr gut. Damit aber könnte vieles zum Zuge kommen, was in der alten, eher dogmatischen Formulierung der Begriffsbildung keinen Platz hatte; über das „was“ lässt sich nun trefflich streiten, und Carnap hat dies selbst in einem Streitgespräch über Religion mit dem Entdecker der mathematischen Unentscheidbarkeit, Kurt Gödel, getan<sup>5</sup>.

Nun zu Hermann Minkowski. Er war ein hervorragender Mathematiker an der ETH Zürich, wo er den Studenten

Einstein kennenlernte, von dem er zunächst nicht viel hielt. Das sah er ganz anders, als wenige Jahre später die Relativitätstheorie von Einstein erschien, und Minkowski gab ihr eine mathematische Form von wundervoller Symmetrie in Raum und Zeit: Alle physikalischen Gesetze, die dem Relativitätsprinzip genügen, zeigen diese Symmetrie. Sie ergibt sich, wenn wir zu den drei Raumkoordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  als vierte die Zeit  $t$  einführen, multipliziert mit der (konstanten) Lichtgeschwindigkeit  $c$  und der imaginären Zahl  $i$ , also  $ict$  ( $i$  ist die real nicht existierende Quadratwurzel aus minus eins). In der wunderschönen Symmetrie zeigen sich Wahrheit, Schönheit und formale Einfachheit zugleich und vermitteln tiefere Einsichten und neue Fragen zu unserer Vorstellung vom Begriff „Zeit“. Berühmt sind die wenn auch leicht überzogenen Eingangssätze seines Vortrags zur Tagung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte 1908 in Köln:

*„Meine Herren! Die Anschauungen über Raum und Zeit, die ich Ihnen entwickeln möchte, sind auf experimentell-physikalischem Boden erwachsen. Darin liegt ihre Stärke. Ihre Tendenz ist eine radikale. Von Stund' an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren.“*

Soweit Minkowski, und nun zurück zu Wolfgang Pauli. 1952 veröffentlichte er einen kurzen, aber sehr dichten und inhaltsreichen Artikel<sup>6</sup> unter dem Titel „Theorie und Experiment“, den ich hier abschnittsweise wiedergebe und kommentiere. Zunächst Pauli:

*...Der rein empiristische Standpunkt, der jede „Erklärung“ auf eine (wenn auch allgemeine und begriffliche) „Beschreibung“ zurückführen will, lässt außer Acht, dass jede Aufstellung eines Begriffs oder eines Begriffsystems (und damit auch die eines Naturgesetzes) eine psychische Realität von entscheidender Wichtigkeit ist. (In der deutschen Sprache ist das in dem Wort „Erklärung“ insofern zum Ausdruck gebracht, als einem hierbei etwas „klar“ wird, eine Note, die in dem Wort „Beschreibung“ fehlt.)*

Mein Kommentar: Hier berührt sich Paulis Aussage mit der erwähnten liberalen Auffassung theoretischer Begriffe von Rudolf Carnap: Sie lassen sich eben nicht auf Beobachtungen zurückführen, weil sie auch psychischen Ursprungs sind und erst dadurch dem Anspruch genügen können, für die Erklärung der Wirklichkeit eine Rolle zu spielen. Eine reine Beschreibung von Beobachtungen als solche wäre nur langweilig.

Nun wieder Pauli:

*Ich möchte deshalb in Anlehnung an die Philosophie Platos vorschlagen, den Vorgang des Verstehens der Natur sowie auch die Beglückung, die der Mensch beim Verstehen, das heißt beim Bewusstwerden einer neuen Erkenntnis empfindet, als eine Entsprechung, das heißt als ein zur Deckung kommen von präexistenten inneren Bildern der menschlichen Psyche mit äußeren Objekten und ihrem Verhalten zu interpretieren.*

Mein Kommentar: Ganz wichtig ist hier die Schlüsselrolle, welche die Beglückung spielt, die das Verstehen auslöst; die Beglückung eines nachdenkenden Lesers oder Zuhörers, besonders aber die des Entdeckers, und zwar nicht nur in großen, sondern auch in kleinen Sachen. Die Aussicht auf Beglückung ist starke Motivation im Streben nach Verstehen als Bewusstwerden einer neuen Erkenntnis. Was dabei zur Deckung kommt, das ist die äußere Wahrnehmung der Dinge und ihres Verhaltens mit den inneren „Bildern“ der Psyche. Was dabei genau zu Innen und was zu Außen gehört, bleibt natürlich eine schwierige und nicht ganz aufgelöste Frage.

Zurück zu Pauli:

*Die Brücke zwischen den Sinneswahrnehmungen auf der einen Seite und den Begriffen auf der anderen Seite, die von der reinen Logik nicht konstruiert werden kann, beruht nach dieser Auffassung auf einer unserer Willkür entzogenen kosmischen Ordnung, die von der Welt der Erscheinungen verschieden ist und sowohl Psyche als auch Physis, sowohl Subjekt als auch Objekt umfasst.*

Mein Kommentar: Nun wird es schwierig, aber am Ende auch klarer. Zwar ist die Abgrenzung des Inneren und Äußeren, des Objektiven und Subjektiven, der sinnesvermittelten

Wahrnehmung und des begrifflich erfassten, aber auch Gefühle ansprechende Inneren im Grenzfall nicht eindeutig. Doch ist die Erfahrung der Brücke zwischen Außen und Innen real, vielschichtig und dabei so tiefgründig, dass sie sich rein logisch nicht konstruieren, durch Denken allein nicht zwangsläufig begründen lässt. Sie erscheint als Teil der kosmischen Ordnung. Biologisch ist die menschliche Seite dieser Brücke eine Eigenschaft des menschlichen Gehirns, wie es bei der Evolution des modernen Menschentyps vor vielleicht hunderttausend Jahren entstanden ist, und die zugrundeliegende Fähigkeit zur abstrakten Ordnung von Dingen und Ideen dürfte unsrer Spezies Mensch zum Vorteil gereicht haben; aber diese Fähigkeit geht wie andere allgemeine Fähigkeiten über den evolutionsbiologischen Anlass der Entstehung hinaus und erklärt in sich noch nicht, dass und warum sie den menschlichen Geist so weitgehend mit der naturgesetzlichen Ordnung der Welt verbindet. Die Idee der Verbindung als solche ist alt – Plato wird hierzu oft zitiert – aber wieweit die moderne Naturwissenschaft dabei führt, ist doch eher erstaunlich. Man denke hier nur an das schöne Beispiel von Minkowskis Formulierung der Relativitätstheorie! Das menschliche, geistige Konzept der abstrakten Symmetrie der Ordnung der Natur in Bezug auf Raum und (!) Zeit, elegant formalisiert mit Hilfe der imaginären Zahl  $i$ , der Wurzel aus Minus Eins, bestätigt sich im tatsächlichen Verhalten der physikalischen Außenwelt, von den Elektronen bis zum Weltall. Da hat die Gehirn-Evolution des menschlichen Geistes – in den Worten von Max Delbrück – sozusagen mehr geliefert als bestellt, mehr als das, was das evolutionsbiologische Prinzip „Survival of the fittest“ erkennen lässt.

Nun wieder Text Pauli:

*Die moderne Psychologie hat betreffend der Erkenntnissituation den Nachweis erbracht, dass jedes Verstehen ein langwieriger Prozess ist, der lange vor der rationalen Formulierbarkeit des Bewusstseinsinhaltes durch Prozesse im Unbewussten geleitet wird: auf der vorbewussten Stufe der Erkenntnis sind an Stelle von klaren Begriffen Bilder mit starkem emotionalem Gehalt vorhanden...Die gesuchte Brücke zwischen*

*Sinnesempfindungen und Ideen oder Begriffen scheint durch anordnende Operatoren oder Faktoren.....bedingt zu sein, von denen auch diese vorbegriffliche Schicht der symbolischen Bilder beherrscht wird....*

Diesen schwierigen Abschnitt, den ich auch nicht so ganz verstehe (Stichwort anordnende Operatoren), lasse ich unkommentiert stehen und beschränke mich auf eine Anmerkung zur vorbegrifflichen Schicht der symbolischen Bilder. Weil sie vorbegrifflich sind, können wir sie nicht genau bezeichnen; aber wir können uns durch konkrete Fälle anregen lassen, in welchen Richtungen in etwa sie zu suchen sein könnten; man denkt gleich an Verbindungen mit Zahl, Einfachheit, Symmetrie....., somit an Begriffe, die etwas mit der Beziehung von Schönheit und Wahrheit zu tun haben. Mein Beispiel hierzu ist die DNA, die Erbsubstanz der Lebewesen. Gefunden wurde sie als chemische Substanz vor etwa 150 Jahren in Tübingen von Miescher im Laboratorium der Schlossküche, ihre Struktur als Doppel - Helix und ihre Funktion für die Vermehrung der Organismen entdeckten 1951 Watson und Crick. Das Modell von ihr ist wunderschön, geht oft in Kunstwerke ein. Ihr Bild ist einfach, spricht unsere Sinne direkt an. Die DNA zeigt Symmetrie. Sie enthält das symbolträchtige Grundmuster der beiden umeinander gewundenen Spiralen, genauer: das der Doppelhelix. Sie beruht auf Komplementarität; der eine Strang ist jeweils eine Art Abdruck des anderen. Dadurch ist die DNA identisch reproduzierbar. Die Sequenz der Bausteine ist Information. Wesentlich für sie ist die geheimnisvolle Zahl vier, die vier Bestandteile A, T, G und C bilden zwei Paare – das hat Pauli sicher gefallen! Und, um noch eine wichtige Einzelheit zu erwähnen: Die beiden Molekülpaare AT und CG sind flach wie eine Flunder bei so gut wie gleicher geometrischer Grundstruktur, wie es uns in relativ einfacher Weise die Quantenphysik lehrt, an der Pauli so sehr beteiligt war. Deshalb können die Paare in gleicher Weise in die Doppelspirale eingebaut werden.

Letzter Abschnitt Pauli, hier nicht wörtlich, sondern stark verkürzt: Die Auffassung Immanuel Kants, man könne die

Voraussetzungen menschlichen Denkens allein durch Vernunft, allein durch (sein, nämlich Kants) Nachdenken herausfinden, und sie seien unveränderlich, ist falsch. Die Physik der Relativitätstheorie zum Beispiel widerlegt schlicht Kants Ideen; die sind nichts als Voraussetzungen der überholten Physik seiner Zeit. Aber wir dürfen auch die prä-existenten Urbilder, von denen wir heute sprechen, von Pauli und Jung auch „Archetypen“ genannt, nicht als unveränderlich ansehen, denn es gibt eben auch die Rückwirkung des Bewusstseins auf die Bilder des Unbewussten, sowohl beim Individuum wie in der Gesellschaft. Ursprünglich sind sie angeboren; und das bewusste Erleben wirkt dann wiederum modifizierend und vielleicht verbessernd auf die Archetypen zurück.

Die Verbindung des menschlichen Geistes mit der kosmischen Ordnung ist eine grundlegende - und in meiner Auffassung richtige - Erkenntnis, die von der modernen Naturwissenschaft zwar nicht entdeckt wurde, aber doch besonders akzentuiert wird. Sie ist mit dem Problemkreis „Naturwissenschaft und Religion“ verbunden. Man kann mit ihr guter Atheist sein und bleiben, aber eine pro-religiöse Assoziation einer Verbindung der Ordnung der Welt mit dem menschlichen Geist liegt auch nicht fern. Pauli war 1929 aus der katholischen Kirche ausgetreten. Pauli ebenso wie Schrödinger suchten nach einer Verbindung modernen naturwissenschaftlichen Denkens mit östlichen indischen oder chinesischen Vorstellungen zu einem vermissten, aber ersehnten Einheitsdenken. Unsere Naturwissenschaft ist richtig, aber unvollständig. Östliche Weisheitslehren sind auch nicht falsch, aber ebenfalls unvollständig. In Paulis Worten geht es um „die Einordnung der Wissenschaft in eine umfassendere, mystische Elemente enthaltende Geistigkeit“. Seine Gedanken finden sich besonders in dem Text eines von ihm sehr sorgfältig entworfenen und korrigierten Vortrags „Die Wissenschaft und das abendländische Denken“, den er am 16. März 1955 in Mainz gehalten hat und den er selbst sein Mainzer Testament nannte<sup>7</sup>. Bestehende naturwissenschaftliche Erkenntnisse zeichnen sich durch Lehrbarkeit und Prüfbarkeit aus; „für die Auffindung von etwas Neuem aber kommt das schöpferisch-irrationale Element

wesentlicher zum Ausdruck“. Die Möglichkeit, Mathematik auf die Natur anzuwenden, ist fundamentale Erfahrung der Menschheit seit der Antike. „Diese Erfahrung ist zugleich als übermenschlich empfunden worden, und die religiöse Sphäre war berührt. Hier stößt man auf die Beziehung von Heilserkenntnis und wissenschaftlicher Erkenntnis“. Dann heißt es:

*“...Ich glaube, dass es das Schicksal des Abendlandes ist, die beiden Grundhaltungen, die kritisch rationale, verstehen wollende auf der einen Seite und die mystisch irrationale, das erlösende Einheitserlebnis suchende auf der anderen Seite, immer wieder in Verbindung miteinander zu bringen. In der Seele des Menschen werden immer beide Haltungen wohnen, und die eine wird stets die andere als Keim ihres Gegenteils schon in sich tragen...”*

Einheitserlebnis – damit ist das Verständnis der Gesamtheit des Wissens und Erlebens gemeint. Das ist aber im Gegensatz zur rationalen Wissenschaft mehrdeutig; es beruht nicht nur auf Vernunft, sondern eben auch auf Weisheit und Lebenskunst. Wie dachten die anderen Grossen, die die moderne Physik erfanden? Das Spektrum war breit und bunt<sup>8</sup>. Heisenberg war liberal pro-religiös eingestellt; gegen Ende seines Lebens sagte er: Wenn jemand sagen würde, ich sei kein Christ gewesen, der hätte nicht recht. Freilich, wenn jemand sagen würde, ich sei ein Christ gewesen, der würde wohl zu viel sagen<sup>9</sup>. Bohr war selbst agnostisch und dabei nicht ohne Wohlwollen und Interesse gegenüber religiösen Vorstellungen, Einstein war Pantheist im Sinne Spinozas: Die Weltordnung, an deren Erkenntnis wir teilhaben, ist göttlich, aber sie kümmert sich nicht um den Einzelnen. Die Vorliebe von Schrödinger und Pauli für östliche Weisheitslehren habe ich schon erwähnt; einer ihrer Lieblingsphilosophen war Schopenhauer, der das europäische Interesse am Buddhismus wiedererweckt hatte. Schopenhauer war, in den Worten Sloterdijks, „der erste Denker ersten Ranges, der aus der abendländischen Vernunftkirche ausgetreten ist“. Dirac war entschiedener Atheist. Es war Wolfgang Pauli, der dazu ironisch bemerkte: Es gibt keinen Gott, und Dirac ist sein Prophet. Dabei war Dirac überzeugt, dass die Grundgesetze der Natur mathematisch schön sind, wenn sie denn wahr sind, für

ihn fast ein Glaubenssatz - Gott nutzte wunderschöne Mathematik bei der Erschaffung der Welt! <sup>10</sup> ...Das ist doch eine ziemlich originelle Variante der Ideen Paulis zur „Beglückung, die der Mensch beim Verstehen empfindet“.

## Fußnoten und Zitate

<sup>1</sup> W. Pauli jr., *Über den Zusammenhang des Abschlusses der Elektronengruppen im Atom und die Komplexstruktur der Spektren*. Zeitschrift für Physik **31**, 1925, 765-783.

Der Schlüsselsatz steht auf Seite 776: „Allgemeine Regel für das Vorkommen von äquivalenten Elektronen im Atom: Es kann niemals zwei oder mehrere Elektronen im Atom geben, für welche in starken Feldern die Werte der Quantenzahlen  $n$   $k_1$   $k_2$   $m$  übereinstimmen. Ist ein Elektron im Atom vorhanden, für das diese Quantenzahlen (im äußeren Feld) bestimmte Werte haben, so ist dieser Zustand besetzt.“ In der Folge wird argumentiert, warum dies allgemein und nicht nur für starke magnetische Felder gilt.  $m$  ist die neue Quantenzahl, die nur einen von zwei Werten annehmen kann. Später wurde daraus der Elektronenspin  $+ \frac{1}{2}$  oder  $- \frac{1}{2}$  Einheiten.

<sup>2</sup> Zu Wolfgang Pauli insbesondere: E. P. Fischer, *„Brücken zum Kosmos – Wolfgang Pauli“*, Libelle-Verlag, Lengwil (CH) (2004).

<sup>3</sup> Die dramatische Erfindung der Quantentheorie samt zugehöriger Geschichten ist oft erzählt, recht gut etwa bei Gino Segre, *Faust in Copenhagen – A struggle for the soul of physics*. Penguin Books, (2007) New York.

<sup>4</sup> Carnaps hinsichtlich der ursprünglichen Thesen der Wiener Schule revidierte, liberalere Auffassung der theoretischen Begriffe innerhalb der Naturwissenschaften ist dargestellt in: R. Carnap, *„Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaft“*, Nymphenburger Verlagsbuchhandlung, München 1969; dort insbesondere S. 225ff. „Theorie und nichtbeobachtbare Größen“ und S. 232ff. „Zuordnungsregeln“.

<sup>5</sup> Alfred Gierer (1995), *Gödel meets Carnap: A prototypical discourse on science and religion* Zygon **32**, 207-217.

<sup>6</sup> Wolfgang Pauli (1952) *Theorie und Experiment*, Dialectica 6 (2) , 141-142



<sup>7</sup> Wolfgang Pauli (1955) *Die Wissenschaft und das abendländische Denken*. Die Primärpublikation ist in einer Schriftenreihe des Mainzer Instituts für europäische Geschichte 1956 erschienen: Europa – Erbe und Aufgabe, M. Göhring, Hrsg., Institut für Europäische Geschichte, S. 71-79, Franz Steiner Verlag.

<sup>8</sup> Werner Heisenberg (1969) *Der Teil und das Ganze*, Piper, München. Zwei der zwanzig Kapitel erzählen erinnerte Gespräche über Wissenschaft und Religion, in denen auch Pauli eine wesentliche Rolle spielt; sie zeigen - oder deuten an – wie Heisenberg selbst, Einstein, Planck, Bohr, Pauli und Dirac hierüber dachten.

<sup>9</sup> Siehe Carl Friedrich von Weizsäcker (1976) In: Gedenkreden Werner Heisenberg, Berichte und Mitteilungen der Max-Planck-Gesellschaft, S. 32

<sup>10</sup> Der überlieferte Spruch wird oft zitiert (Kursunoglu and Wigner (1990), Paul Adrian Maurice Dirac, *Reminiscences about a Great Physicist*. Cambridge University Press). In Diracs eigenem Artikel im *Scientific American* vom Mai 1963 heisst es ganz entsprechend, wenn auch vielleicht etwas genauer: One could perhaps describe the situation by saying fundamental physical laws are described in terms of a mathematical theory of great beauty... God is a mathematician of a very high order, and He used very advanced mathematics in constructing the universe.



## **Wissenschaftliche Rationalität, menschliches Bewusstsein und pro-religiöse Ideen**

*Dieses Essay beginnt mit einem Vergleich immanenter und transzendenter Auffassungen im Allgemeinen und verweist explizit und ohne allzu große Scheu auch auf einige zentrale theologische Aspekte, zumal im Hinblick auf die gegenwärtige Situation und das Verständnis des Christentums. Es spricht sich für „metaphysischen Optimismus“ und „Universalismus“ aus – das göttliche Heil ist für Alle da; und für ein religionsfreundliches Selbst- und Weltverständnis, das dabei die Reichweite der menschlichen Vernunft ebenso wie deren intrinsische Grenzen achtet. In dem Essay spielt die persönliche Meinung eine größere Rolle als in den anderen Artikeln der Reihe, die dann mit dem Thema Lebenswissenschaften abschließt.*

### **Immanenz ist gut, Transzendenz ist besser**

Das menschliche Erkenntnisvermögen reicht weit, ist aber auch prinzipiell begrenzt, zumal wenn es um die Beziehung des Menschen zu sich selbst geht. In vielerlei Hinsicht gibt es eine Komplementarität des Gesicherten und des Interessanten: Das Gesicherte ist oft langweilig, und dort, wo es um unsere eigene Existenz geht, wächst auch die Unsicherheit unserer Erkenntnis. Lebens- und Weltverständnis ist geprägt von dieser Komplementarität, von dem Kontrast mehr oder weniger abgesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse und intuitiven, zum Teil vorrationalen Vorstellungen zum Menschenbild, in denen sich vergleichbar kluge und gutwillige Menschen voneinander unterscheiden und zwischen denen nicht verbindlich entschieden werden kann. Viele davon lassen sich grob in zwei Kategorien einteilen, in Auffassungen der Immanenz und Transzendenz. Mit Immanenz meinen wir, dass Spekulationen jenseits des wirklich Wissbaren wenig Sinn machen. Was zählt, sind die physische Realität und ihre Gesetze. Und das betrifft nicht zuletzt die Frage nach dem Göttlichen: Dies ist, nach immanenter Grundauffassung, kein übergeordnetes Prinzip, sondern ein Produkt, in einer Weise ein

illusionäres Produkt, der biologischen Evolution des menschlichen Gehirns. Dabei haben tiefe Denker, die agnostischen Auffassungen nahestanden, wie auch Darwin, durchaus ein Fragezeichen gesetzt, wenn es um menschliche Werte geht: Ist sozialverträgliches Verhalten ohne Erwartungen von Lohn und Strafe in einer jenseitigen Welt erreichbar? Die Sorge mussten sie sich vielleicht nicht unbedingt machen. Heute denkt ein großer Teil der Menschen etwa in westlichen Zivilgesellschaften agnostisch, und die verhalten sich im Ganzen wohl weder schlechter noch besser als die Christen. Sozialverträgliches Verhalten hat noch andere Quellen als Religion.

Weitgehender Konsens besteht heute, dass im Konfliktfall wissenschaftlicher mit tradierten biblischen Aussagen die Naturwissenschaft gilt, und dass wir keine ständigen Interventionen Gottes annehmen müssten, um die Naturvorgänge, selbst so eindrucksvolle und komplexe wie die der Evolution des Lebens auf der Erde, zu verstehen.

Die Wissenschaft vor dem 20. Jahrhundert hatte allerdings noch kein auch nur annähernd richtiges Grundverständnis für Chemie und Weltall, wie wir es inzwischen der Quantenphysik und der physikalischen Kosmologie verdanken. In ihnen zeigt sich aber, dass die allgemeinen physikalischen Grundgesetze, die auch der Chemie zugrunde liegen, keineswegs selbstverständlich sind; die Struktur und Entwicklungsgesetze des Universums sind es ebenfalls nicht, und Beides etabliert überhaupt erst die Bühne, auf der sich zum Beispiel das Drama der biologischen Evolution streng nach den Gesetzen von Naturwissenschaft und Logik abspielen kann. In diesem Zusammenhang nun implizieren immanente Weltauffassungen nach wie vor den Verzicht auf Antworten auf menschliche Grundfragen: Warum gibt es überhaupt etwas und nicht nichts? Warum sind die physikalischen Gesetze unseres Universums so, wie sie sind? Warum ermöglichen sie Leben, auch menschliches Leben mit Geist? Warum entzieht sich ausgerechnet das menschliche Bewusstsein, das ja Voraussetzung jeder wissenschaftlichen Erkenntnis ist, seinerseits einer vollständigen, von allen

vernünftigen Menschen akzeptierbaren wissenschaftlichen Erklärung?

Transzendente Auffassungen sehen in den Gesetzen der Natur das zwar erstaunlich weitgehende, aber doch auch definitiv begrenzte (sogar naturgesetzlich begrenzt!) menschliche Erkenntnisvermögen. Das Welt- und Menschenbild in unseren Köpfen kann tatsächlich nur „Bild“ sein: In manchen Dimensionen wahr, so wie richtige Bilder in zwei Dimensionen, in anderen aber unvollständig (wie richtige Bilder in der dritten); es bleibt ein unvollständiges Bild eines umfassenderen Ganzen.

Letztlich geht es bei der Entscheidung zwischen Immanenz und Transzendenz um die Frage, ob wir uns mit dem bescheiden, was wir einigermaßen sicher wissen können, oder ob es zur Lebenskunst gehört, die wirklich interessanten Lebensfragen nicht auszuklammern, obwohl die Antworten nicht nur auf Wissen, sondern auf unserer individuell verschiedenen, nicht so sicheren Intuition beruhen. Für die eine oder andere Einstellung spielen nicht zuletzt Umfeld, persönliche Erfahrungen und Erziehung eine Rolle, wohl aber auch individuell verschiedene persönliche Dispositionen; wie wir mehr oder weniger auf Musik und Poesie ansprechen, so können Menschen auch mehr oder weniger „religiös musikalisch“ sein.

## **Warum Religion? Beiträge zur Lebenskunst**

Was ist es, dass der Einzelne von Religion - in ihren friedlichen, menschenfreundlichen, auch der Lebenskunst nahestehenden Versionen! - erwarten kann? Versuchen wir es mit einer kurzen Liste:

Sinnggebung: Religiöse Vorstellungen geben menschlichen Aktivitäten Sinn und tragen, wenn sie gelingen, zu einem positiven Lebensgefühl bei.

Schicksalsbewältigung: Religion ist Umgang mit nicht verfügbaren Lebensumständen, etwa als Herausforderung oder als Trost.

Strukturierung des Lebens: Religion strukturiert das Jahr und gegebenenfalls den Alltag, sie gibt dem Lauf des Lebens Feste und Formen, vermittelt auch durch Kult und Rituale.

Natur und Welt: Religion verbindet das Bewusstsein des Menschen mit der geistigen Ordnung der Welt.

Mitmenschlichkeit: Religion verbindet Menschen mit Menschen, regt zu Mitgefühl und Kooperation an.

Mensch und Zeit: Das planende, strategische Denken des Menschen übersteigt den Zeithorizont des eigenen Lebens; wir erwarten von der Religion, dieses Bewusstsein der eigenen Sterblichkeit mit einer positiven Einstellung zum Leben zu verbinden.

Mensch und das Göttliche: Religion vermittelt Geborgenheit in der Weltordnung bis hin zur Ansprechbarkeit des Göttlichen in Gebet und Ritus.

## **Menschliches Bewusstsein, Wissenschaft, und Religion**

In einer religiösen Deutung wie der christlichen ist das umfassendere Ganze Gott und das Göttliche. Nicht der Mensch schafft Gott, Gott schafft den Menschen; er schuf ihn nach dem Bilde Gottes, wie die Bibel sagt; „Bild“ in dem Sinne, dass der Mensch partiell, aber eben nur partiell geistigen Anteil hat an göttlicher Kreativität und an der göttlichen Ordnung des Universums; und dass sein individuelles Bewusstsein unvollständiges Abbild eines übergeordneten, umfassenden göttlichen Meta-Bewusstseins ist. Wie stellt sich dann das Verhältnis von Bewusstsein zur physischen Realität dar? Es gibt

eben nicht nichts, es gibt unsere reale Welt, weil Gott sie geschaffen hat. Wir können uns die Realität nicht ausdenken, aber wir können sie denken. In diesem Sinne ist die Ordnung des Universums dem menschlichen Geist partiell zugänglich, ist menschliches Bewusstsein mit der Ordnung der Welt verbunden.

Die moderne Physik, charakterisiert durch die von Heisenberg entdeckte Unschärferelation, verweist uns darauf, dass nur das nach physikalischen Prinzipien Bestimmbare, Erkennbare und damit Wissbare auch physikalisch real ist – natürlich unabhängig davon, ob gerade ich oder wir oder sonst jemand es tatsächlich erkennen. Wagen wir diese Einsicht auf den Kosmos als Ganzes anzuwenden: Physisch real ist, nach dieser Auffassung, nur ein Universum, das im Prinzip von Innen erkennbar ist; das heißt, in dem so etwas wie menschliches Bewusstsein physikalisch möglich ist. Dieses Konzept entspricht einer Version des sogenannten „Anthropischen Prinzips“: Die physikalische und kosmologische Ordnung des Universums, die Werte der naturgesetzlichen Konstanten der Physik und Kosmologie sind dadurch bestimmt, dass sie zumindest an manchen Orten und zu manchen Phasen die Entwicklung bewusster Wesen mit hohen kognitiven Fähigkeiten zulassen, wie sie für das menschliche Gehirn charakteristisch sind; eine anthropologische Auffassung, die auch theologisch eine besondere Stellung der Spezies „Mensch“ im Universum nahelegt. Die Frage, ob es noch andere Universen gibt, ist physikalisch unentscheidbar und macht daher wenig Sinn.

Gehen wir noch einen Schritt weiter in theologienahen Vorstellungen: Wenn menschliches Bewusstsein mit der geistigen, göttlichen Ordnung der Welt verbunden ist, bedeutet dies, dass Gott ansprechbar, dass Gebet sinnvoll ist? Ist individuelles menschliches Bewusstsein, angesehen als Abbild eines umfassenden göttlichen Meta – Bewusstseins, in letzterem sozusagen repräsentiert? Ist es ihm zeitlos über die je eigene Lebensspanne hinaus verbunden? Offene Fragen, wie sie Menschen nicht aufhören werden zu stellen, auch wenn sie mit absolut verbindlichen und abgesicherten Antworten nicht rechnen können.

Wenn es um solche „tiefen“ Fragen über die Beziehung des Menschen zu sich selbst und zur Welt im Ganzen geht, können Religionen auf vorrationale Annahmen, Intuitionen, Metaphorik und Poesie nicht verzichten. Die großen Religionen unterscheiden sich dabei in den Vorannahmen wesentlich mehr als im Spektrum ihrer inhaltlichen Themen. Der Buddhismus setzt Wiedergeburt, Vergeltungskausalität und das Streben nach einem zeit- und leidlosen Nirvana voraus; Judentum und Islam bestehen auf der – ursprünglich wörtlichen – Gültigkeit der göttlichen Offenbarung an Moses bzw. Mohammed; das Christentum sieht die Schlüsselrolle der Beziehung zwischen Gott und Mensch in einem historischen göttlichen Menschen, der den Menschen das göttliche Heil vermittelt – wie es das Fischsymbol des Urchristentums ausdrückt: „Ichthys“ als Abkürzung für „Iesous Christos Theou Yios Soter“, „Jesus Christus Gottes Sohn Heilsbringer“. Die Annahme solcher metaphysischer Prämissen erleichtert dann in der Ausgestaltung der Glaubenslehren eine gewisse Konsequenz.

## **Anmerkungen zum Verständnis des Christentums**

*Das Christentum erlaubt metaphorische Deutungen heiliger Schriften*

Zu Grundzügen des Christentums gehört, was oft der Glaube an einen persönlichen Gott genannt wird; „persönlich“ ist aber eher in metaphorischem Sinne zutreffend. Gott ist nicht Person wie wir, nur Gott hat allumfassendes Bewusstsein. Und doch ist Gott im Gebet persönlich ansprechbar, hier stimmt die Metapher. Der einzelne Mensch ist nicht nur für einzelne Menschen, sondern auch für und vor Gott Person, ist in seinem Bewusstsein mit dem Göttlichen verbunden. Gott selbst aber ist nicht bildlich darstellbar und auch begrifflich nicht voll zu erfassen; wir sind allenfalls auf Symbole angewiesen. Entsprechendes gilt für die Verheißung der Erlösung des Menschen und des zukünftigen göttlichen Heils. Ein Paradies kann man sich ausmalen, aber dies bleibt ein Bild von einer unsere Vorstellungskraft übersteigenden



Verheißung, bei der nicht zuletzt auch die menschliche Vorstellung von „Zeit“ und „Ewigkeit“ problematisch wird. Ich meine aber, wenn man erst einmal unsere Aussagen als metaphorisch begriffen hat, dann sind auch verbale und bildhafte Metaphorik, Phantasie, Kunst und Poesie wieder erlaubt; wir haben nichts Besseres im Wissen um die Unvollständigkeit menschlicher Erkenntnis.

### *Gegenwärtige religiöse Situation in Deutschland*

Nach meinem Eindruck gibt es real zwei große Volksreligionen in Deutschland: Ein durch Elemente der humanistischen Aufklärung sehr gelockertes Christentum, bei dem viele der Anhänger ziemlich wählerisch sind hinsichtlich tradiertem Dogmen und Lehren, die sie annehmen oder auch nicht; und einen humanistischen Atheismus bzw. Agnostizismus, der aber doch sehr viele Anleihen an christlicher Kulturgeschichte in transformierter Begrifflichkeit macht - Beispiel Menschenwürde, eine schwach kaschierte Version der Auffassung des Menschen als Gottes Ebenbild, - Beispiel Verantwortung (vor wem?), Beispiel (moralisches) Gewissen – warum und woher? . Die beiden Volksreligionen sind einander ähnlicher, als es vielfach scheint, und deshalb auch innergesellschaftlich ziemlich verträglich. Problematisch sind eher fundamentalistische Randgruppen mit intransigenten christlichen bzw. atheistischen Auffassungen, wobei mir scheint, dass gegenwärtig, im Gegensatz zur Vergangenheit, die größere Unduldsamkeit in Bereichen radikal-atheistischer Strömungen zu finden ist.

### *Theologische Alternativen*

Innerhalb pro-religiöser Strömungen kann man versuchen, alternative Grundhaltungen zu unterscheiden: Zum einen die im theologischen und kirchlichen Mainstream verbreitete

Auffassung, das religiöse Heil sei selektiv nur für einen gottgefälligen Teil der Menschen bestimmt, zum Beispiel für Rechtgläubige oder für Auserwählte (Augustin, Luther, Calvin...); zum anderen ein metaphysischer und anthropologischer Optimismus und Universalismus, demgemäß das göttliche Heil am Ende der Zeiten für alle Menschen offen ist, auch für die Sünder, auch für Nicht- und Andersgläubige - so oder ähnlich dachten Origines, Eriugena, Cusanus, Meister Eckhart, Pico de la Mirandola, Erasmus, auch Mahler in seiner Auferstehungssymphonie, und in gewisser Hinsicht Goethe im Ende seines Faust... Oft – nicht immer – ist mit dieser Unterscheidung eine andere korreliert: Der Mensch ist von vornherein determiniert, oder er hat freien Willen.

Eine weitere Alternative besteht darin, das Göttliche mehr in der Ordnung der Natur und des Kosmos zu sehen, mit der Extremvorstellung des Pantheismus („Gott ist überall im Kosmos, eigentlich ist Gott der Kosmos“), oder eher in den Tiefen des eigenen Bewusstseins (Extremversion eine Mystik der Richtung: „Letztlich bin ich Gott“). In ihren gemäßigten Formen sind aber natur- und bewusstseinsorientierte Auffassungen nicht unvereinbar.

### *Christliche Version von metaphysischem Optimismus*

Das gilt besonders für die erwähnten Strömungen metaphysischen und anthropologischen Optimismus, nach denen es Gott letztlich mit uns allen gut meint, Heiden und Sünder eingeschlossen. Zum Beispiel Eriugena im neunten Jahrhundert: Die Welt geht als Schöpfung Gottes aus ihm hervor, in ihr der Mensch als Abbild des Schöpfers im mentalen Sinn, und die Welt kehrt mit allen Menschen nach mehr oder weniger intensiver Reinigung des Seelen schließlich zu Gott zurück. Eine Hölle gibt es nicht wirklich und schon gar nicht ewig. Letzten Endes ist das göttliche Heil für Alle da: Solche Ideen der „Allversöhnung“ beziehungsweise „Apokatastasis“ galten den Kirchen zwar immer als häretisch, sie wollten wohl auch auf ihr

Gnadenverwaltungsmonopol und die Drohpotentiale der Höllenstrafen nicht verzichten, aber die Gedankenlinien haben doch kontinuierlich über mehr als eineinhalb Jahrtausende in verschiedensten Versionen auch innerhalb der Kirche(n) gewirkt, sie sind alles andere als sektiererisch. Historischer Ausgangspunkt war die neuplatonische Philosophie der ersten Jahrhunderte, aufgegriffen vom Kirchenvater Origines und dann weitergeführt, besonders durch die schon genannten Protagonisten europäischer Geistesgeschichte.

Gegenwärtig ist Apokatastasis eher kein wohlbekanntes, verbreitetes Thema, aber die zugrundeliegende Einstellung ist doch von großem Einfluss für die Annahme oder Ablehnung religiöser Auffassungen. Vermutlich gibt es mehr Bibelstellen gegen Allversöhnung als dafür, und das kann uns theologisch auf etwas dünnes Eis führen; aber Vernunft und Empathie sprechen zu ihren Gunsten: Sie ist pro-sozial in einer Welt sehr verschiedener Glaubensrichtungen, sie ist nicht egozentrisch, sie ist liberal, und sie ist ein Ausdruck eines metaphysischen Optimismus, konsistent mit Weisheit zugunsten von Lebenskunst.

### *Einige (sehr) offene Fragen*

Auch wenn Gottes Heil für Alle da ist, mag sich doch die Nähe zu Gott in gewissem Masse unterscheiden, sie mag durchaus von vorangegangenen menschlichem Leiden wie auch von guten oder schlechten Handlungen abhängen; wir müssen solche Fragen nicht theoretisch lösen und können sie ruhig Gott überlassen. Warum gibt es soviel Leid in der Welt? Alle Erklärungsversuche in der Geschichte der Philosophie waren ziemlich uneinsichtig, und es ist keine Lösung in Sicht.

Eine andere Grundfrage betrifft das menschliche Schicksal. Es ist ja extrem zufallsbestimmt. Begegnungen mit Mitmenschen, Partnerbeziehungen, Berufschancen, aber vor Allem auch Krankheit und Gesundheit – und vieles andere – hängt, wie der Physiker Wolfgang Pauli es genannt hat, von „Synchronizität“, vom zufälligen Zusammentreffen von kausal *völlig* unabhängigen

Vorgängen und Ereignissen in der Zeit ab. Vieles, was uns wichtig ist, ist eben nicht determiniert, wenn man im Prinzip unter „determiniert“ naturgesetzliche Berechenbarkeit versteht; aber was sollte man sonst darunter verstehen? Sagen wir vorsichtig: „Das menschliche Schicksal liegt in Gottes Hand“ ist eine mögliche, jedenfalls keine den Gesetzen der Naturwissenschaft widersprechende Auffassung.

Und das sind schließlich nur drei von vielen offenen Fragen. Mit ihnen, und ganz allgemein mit Widersprüchen, zu leben gehört zur menschlichen Existenz.

### **Persönliches Fazit**

Grundsätzlich sind mir diejenigen Strömungen theologischen Denkens sympathisch, die unabhängig von ihrer Verschiedenheit einen anthropologischen und metaphysischen Optimismus gemeinsam haben, diesen mit einer friedens- und menschenfreundlichen Einstellung gegenüber Andersdenkenden verbinden, und die sowohl die Reichweite der menschlichen Vernunft als auch deren intrinsische Grenzen achten.

# **Anhang: Anmerkungen zu einigen philosophischen Aspekten**

## **Über Bewusstsein und Religion; Meta-theoretisches; Zeit und Zustand; Endlichkeit der Welt und der Erkenntnis**

### ***Über Bewusstsein und Religion***

1. Das menschliche Bewusstsein ist ein Ergebnis der biologischen Evolution des menschlichen Gehirns.
2. Es hat allgemeine und verallgemeinerungsfähige Eigenschaften, die, ähnlich wie in anderen Bereichen, wie der Technik, zu Fähigkeiten führen, die über den (evolutionären) Anlass der Entstehung hinausführen.
3. Dies gilt besonders für die Meta - Fähigkeiten des menschlichen Denkens, sodass sich unser Bewusstsein vermutlich einer vollständigen Formalisierung und damit einer vollständigen naturwissenschaftlichen Erklärung entzieht. Das betrifft vor Allem den Selbstbezug, der menschliches Bewusstsein charakterisiert: Ich weiß, dass ich bin, aber ich weiß nicht so genau, was ich bin.
4. Die Geschichte des menschlichen Denkens von der altgriechischen Philosophie bis zur modernen Naturwissenschaft weist auf eine starke Beziehung mentaler Fähigkeiten des Menschen zur naturgesetzlichen Ordnung der Welt (Beispiel:  $E=mc^2$ ) hin, die sich aus dem Anlass der evolutionären Entstehung von Fähigkeiten unter Bedingungen von Jägern und Sammlern kaum erklären lässt.
5. Menschliches Bewusstsein ist persönlich; es bezieht sich auf die je eigene Person in einer bestimmten Zeit, in einer bestimmten Kultur, in bestimmten individuellen Umständen.
6. Wie erklärt sich die (Fein)abstimmung der Physik unseres Universums, die es „lebensfreundlich“ macht? Reiner Zufall, weil es fast unendlich viele verschiedene Universen gibt? Die Quantenphysik in ihrer am meisten überzeugenden „Kopenhagener“ Deutung spricht eher dagegen: Physikalisch real ist nur, was im Prinzip auch physikalisch erkennbar ist; für Multiversen gilt das nicht.
7. Ein Schritt weiter: Unser Universum ist real, weil es mit physikalisch innerweltlichen Mitteln erkennbar ist, weil es also in der Welt Strukturen ermöglicht, die zu Wissen und zu Wissen über das Wissen fähig sind, wie wir es als menschliches Bewusstsein erfahren.
8. Mensch und Gott: Der Mensch ist in seinem Bewusstsein mental mit der Ordnung des Universums verbunden. Ist für das Göttliche, das man als Inbegriff dieser mentalen Ordnung ansehen könnte, die Metapher „persönlich“ angemessen? Kann, nach Heisenberg, das menschliche Bewusstsein das Göttliche in einer Weise ansprechen, die der persönlichen Beziehung eines Menschen mit einem anderen analog ist?

9. Noch ein Schritt weiter: Ist der einzelne Mensch mit seinem Denken und Empfinden, sozusagen in seinem „Seelengrund“, in der göttlichen Weltordnung mental repräsentiert? Ist die Repräsentation zeitunabhängig? Entspricht dies dem künftigen ewigen -besser: zeitlosen- göttlichen Heil?
10. Im Kontext des Christentums ist dabei nach meiner Ansicht besonders die Auffassung wesentlich, dass Gott es letztlich mit uns allen, Christen und nicht-Christen, Gerechten und Sündern gut meint, was das erwartete göttliche Heil angeht.

### ***Meta-theoretisches***

Mit „Meta“ sind so etwas wie übergeordnete Betrachtungen bezeichnet, die menschliches Erkenntnisvermögen bereichern, aber auch in Frage stellen können. Ich benutze das Wort „metatheoretisch“ in diesem Sinne. Dabei hat heute „Metamathematik“ einen guten, „Metaphysik“ aus wenig einsehbaren Gründen einen eher schlechten Ruf. Gemeint ist jeweils eine Theorie von Theorien. Wenn sie alle einschließt, so dass sie sich auch selbst einschließt, so kann das allerdings auch logisch in Bereiche des Unsicheren, Unvollständigen und Widersprüchlichen führen. Mit „Immanenz ist gut, Transzendenz ist besser“ wird gesagt, dass Ausschluss des Metatheoretischen zwar relativ sicher, aber doch eher langweilig ist, der Einschluss hingegen auf interessantere Themen führt, wenn dies auch mehrdeutig in den Antworten bleiben kann.

### ***Zeit und Zustand***

Die „Zeit“ ist wohl eine menschliche Anschauungsform von sehr großem, aber doch begrenztem Erkenntniswert. Ich sehe das „Göttliche Heil“ als einen zeitlosen Zustand, vielleicht zu beziehen auf den Urgrund des menschlichen Bewusstseins, und jedenfalls nicht auf eine ewige zeitliche Fortsetzung der irdischen Vorgänge in einer anderen Welt. Letzteres ist allenfalls ein Bild, ein Gleichnis – die schönen Mädchen des Paradieses im Islam sind eine Metapher und keine biologische Realität.

### ***Endlichkeit der Welt und der Erkenntnis***

Größe und Dauer des erkennbaren Universums sind endlich, und das ergibt nach der Quantenphysik robuste Grenzen für das Analysierbare und Berechenbare. Als prinzipieller erkenntnistheoretischer Finitismus wird dies philosophisch zwar nicht generell anerkannt, ist aber doch dadurch begründet, dass die Abschätzung der innerkosmisch nicht überschreitbaren Zahl der Rechenschritte von grob geschätzt  $10^{120}$  auf den Grundkonstanten der Physik beruht. Die Abschätzung ergibt sich als das Produkt aus Zahl der Nukleonen im Universum, etwa  $10^{80}$ , und der maximalen Anzahl von Schritten, in denen ein Nukleon während der Alters  $T$  des Weltalls an der Verarbeitung von Information beteiligt sein konnte. Ein Nukleon der Masse

m ist nach Heisenbergs Unschärferelation nur wesentlich über eine Art Mindest-Elementarzeit hinaus halbwegs stabil. Diese „Elementarzeit“ ist (mit der Lichtgeschwindigkeit  $c$  und dem Planckschen Wirkungsquantum  $h$ ) gleich  $h/mc^2$ , und die Dauer  $T$  von vielleicht 17 Milliarden Jahren lässt höchstens  $T \cdot mc^2/h$  definierte Schritte pro Nukleon zu, etwa  $10^{40}$ . Das Produkt einer Größenordnung von  $10^{120}$  ist die größte Zahl physikalisch möglicher Elementarprozesse von Informationsverarbeitung im Weltall. Die realen Grenzen sind natürlich viel, viel niedriger. Es ist aber interessant, sich klarzumachen, dass der maximale Wert nicht irgendeine Zahl, sondern Funktion der Grundkonstanten des Universums ist, und die hängen wesentlich von den Naturkonstanten unserer gewöhnlichen Physik ab. Deshalb können wir sie erkenntnistheoretisch ernst nehmen. Die großen Zahlen kommen natürlich nicht als Zahl der Dinge vor, aber sehr wohl als Anzahl von zu analysierenden Möglichkeiten, und so können sie vermutlich auch Grenzen einer Auflösung der Gehirn-Bewußtsein-Beziehung setzen, von denen in den Artikeln dieser Schrift wiederholt die Rede ist.

Referenz: A. Gierer, Der physikalische Grundlegungsversuch in der Biologie und das psychophysische Problem. *Ratio* XII, 40-54, 1970; Relation between neurophysiological and mental states: Possible limits of decodability. *Naturwissenschaften* 70, 282-287, 1983; Brain, mind, and limitations of a scientific theory of human consciousness. *BioEssays* 30, 499-505, 2008. Das Limit ist von der Aufteilung der Materie in Schaltelemente unabhängig, es ist das gleiche für eine bestimmte Gesamtmasse. Das hatte schon 1962 H.J. Bremermann entdeckt, bevor wir das Prinzip auf das Weltall bezogen und im Kontext des Gehirn-Geist-Problems besprochen.





## Wissenschaft, Religion und die deutungsoffenen Grundfragen der Biologie

*Reichweite und Grenzen naturwissenschaftlicher Erklärungen ergeben sich zum einen aus der universellen Gültigkeit physikalischer Gesetze, zum anderen aus prinzipiellen, intrinsischen Grenzen der Bestimmbarkeit und Berechenbarkeit, zumal bei selbstbezüglichen Fragestellungen. In diesem Artikel geht es um deutungsoffene Grundfragen in Zusammenhang mit der Beziehung von Wissenschaft und Religion: Der Unterscheidung von Tier und Mensch, der Entstehung der mentalen Fähigkeiten der biologischen Spezies „Mensch“, den naturgesetzlichen Voraussetzungen eines „lebensfreundlichen“ physikalischen Universums, und der Reichweite wie den Grenzen einer naturwissenschaftlichen Erklärung von menschlichem Bewusstsein. Naturwissenschaft kann auf der philosophischen, kulturellen und religiösen Ebene die Mehrdeutigkeit der Welt nicht auflösen. Agnostische und religiöse Grundauffassungen werden auf Dauer koexistieren, und die Wahl ist nicht nur eine Frage des Wissens, sondern besonders auch der Weisheit und der Lebenskunst.*

### Einleitung

Es ist erst wenige Jahrzehnte her, dass die meisten westlichen Intellektuellen dem wissenschaftlichen Denken zutrauten, in absehbarer Zeit die als vorwissenschaftlich angesehenen religiösen Vorstellungen, Mythen, Geschichten und Lehren abzulösen, und das nicht nur in unserer Gesellschaft. Auch für andere Kulturen erwartete man, dass sich mit der weltweiten Einführung moderner Wissenschaft und Technik religionskritische Rationalität abendländischer Tradition durchsetzt. Eingetreten ist fast das Gegenteil, zumindest im Weltmaßstab: Die Bedeutung der Religionen nimmt zu.

Geändert haben sich auch Verhaltensweisen innerhalb der wissenschaftlichen Community. Religionsbezogene Aspekte

kamen früher in wissenschaftlichen Diskursen gar nicht, in wissenschaftsphilosophischen selten und meist verhalten vor. Heute ist das eher „in“: Ein sehr bekannter Biologe begann seinen letzten Vortrag im Tübinger Max-Planck-Haus mit dem statement „Ich bin ein materialistischer Atheist“. Auf dem anderen Flügel des Meinungsspektrums sieht man die Kreationisten, wengleich ich persönlich keinen kenne. Wenn ich hier den Themenkreis „Wissenschaft und Religion“ anspreche, dann mit einem Rest alten verhaltenen Zweifels, ob dies ein angemessenes Thema in naturwissenschaftlichem Kontext ist, zugleich in einer religionsfreundlichen Grundstimmung, und mit einer erheblichen Skepsis gegen Fundamentalismen jeder Richtung.

Nun aber zum Thema selbst. Im westlichen Kulturkreis haben die Erfolge der Wissenschaften tradierte Lehren und Dogmen in Frage gestellt und so religiöse Skepsis gefördert; ihre Erkenntnisse haben aber auch, besonders im 20. Jahrhundert, prinzipielle Grenzen naturwissenschaftlichen Denkens aufgezeigt, und zwar durch die konsequente wissenschaftliche Reflexion der eigenen Voraussetzungen. Damit aber ergab sich auch eine offenere Sicht auf religiöse Weltdeutungen. So ist die religiöse Deutung der Ordnung der Natur als Schöpfung Gottes, und eine Auffassung vom Menschen als Ebenbild des Schöpfers im geistigen, kreativen Sinn – als schöpferisch im Kopf - durchaus konsistent mit wissenschaftlichen Tatsachen und logischem Denken. Gerade eine solche Deutung kann uns einem Verständnis dafür näher bringen, warum die naturgesetzliche Ordnung so unerwartet weit der menschlichen Vernunft zugänglich ist, wie es die Geschichte des Kulturprodukts „Naturwissenschaft“ aufzeigt. Vereinbarung von wissenschaftlichem mit religiösem Denken ist jedoch nicht jedermanns Sache, sie ist eine Option. Es kann nicht verwundern, dass es unter Wissenschaftlern viele gibt, die Religion aus berechtigtem Ärger über religiösen Fundamentalismus nach Art des Kreationismus ablehnen; aber auch in atheistischen Bekenntnissen finden sich nicht selten ihrerseits fundamentalistische, unduldsame und dogmatische

Züge. Die verbreiteten Schriften von Dawkins sind dafür ein Beispiel, ein anderes ein von der New York Times dokumentiertes Forum am Salk Institut 2006 mit einem Aufruf des Physik-Nobelpreisträgers Steven Weinberg:

„Die Welt muss von ihrem langen Albtraum religiösen Glaubens aufwachen... Alles, was wir Wissenschaftler tun können, um den Einfluss der Religion zu schwächen, sollte getan werden und kann letztlich unserer größter Beitrag zur Zivilisation sein.....“.

Tatsächlich hat die Aufklärung des 18. und des Anfangs des 19. Jahrhunderts begründet, dass religiöse Auffassungen nicht naturwissenschaftliche Erkenntnisse widerlegen können. Dies wird längst von den meisten Theologen gar nicht anders gesehen und ist im christlichen Mainstream selbstverständlich. Die nachfolgende Aufklärung über die (primäre) Aufklärung und deren prinzipiellen Grenzen erklärt dann aber auch, dass die Naturwissenschaft nicht die Religionen widerlegt, jedenfalls nicht in ihren ihrerseits aufgeklärten Formen. Die Einstellung zu Religion bleibt streng wissenschaftlich unentscheidbar; sie ist nicht zuletzt eine Frage der Weisheit und der Lebenskunst und hängt von individuellen, sozialen und kulturellen Voraussetzungen ab. Somit ist zu erwarten, dass agnostische und religiöse Weltdeutungen auf Dauer koexistieren.

## **Neurobiologie, Menschenbild und erkenntnistheoretische Grenzen der Entscheidbarkeit**

Nachdem in Diskussionen um die Beziehung von Wissenschaft und Religion lange Zeit das Thema „Evolution“ dominierte, rückt nun auch die Neurowissenschaft mehr und mehr in den Fokus - es gibt Wissenschaftler, die sich als Neurophilosophen, Neuroökonom, Neuroästhetiker und sogar Neurotheologen verstehen (was ist derzeit nicht alles Neuro-?) - womit allerdings häufig übertriebene Ansprüche

und falsche Erwartungen verbunden sind. Nicht selten geht es dabei nur um neurobiologische Korrelate von Phänomenen und Zusammenhängen, die man längst kennt. Was aber können wir wirklich dazulernen, wenn wir neurobiologische Prozesse im menschlichen Gehirn bei religiösen Gedanken, Gefühlen und Erlebnissen beobachten und vermessen? Auch ohne computertomographische Untersuchungen ist schon von vornherein klar, dass all dies mit Gehirnaktivitäten verbunden ist; und dass, soweit es sich um Fähigkeiten handelt, die zum Beispiel Schimpansen nicht haben, dem dann auch Unterschiede in Gehirnvorgängen und Gehirnstrukturen zwischen Mensch und Schimpanse zugrunde liegen. Sodann zeigen soziobiologische Überlegungen, dass religiöse Fähigkeiten den Zusammenhalt, die Selbstbehauptung und das Überleben menschlicher Sozialverbände befördern konnten, und damit wird die Entwicklung und Verankerung religiöser Fähigkeiten im menschlichen Gehirn auch evolutionsbiologisch einsichtig. Und doch wäre es ein großer Irrtum zu glauben, man könne auf Grund solcher Erkenntnisse Religion vollständig erklären oder gar entlarven.

Man kann sich dies an einer der philosophisch tiefsten und allgemeinsten Fragen klarmachen, die unsere Intuitionen zugunsten oder zu Ungunsten eines religiösen Weltverständnisses wesentlich mitbestimmt: Gibt es eine Ordnung der Welt, des Denkens und der Dinge auch ohne uns Menschen, und haben wir sie mit unserem evolvierten Gehirn im Laufe der letzten Jahrtausende der Kulturgeschichte dann entdeckt und mehr oder weniger gut verstanden – oder ist sie in erster Linie eine Konstruktion menschlicher Gehirne, die es ohne uns Menschen gar nicht geben würde? Ist die naturgesetzliche Ordnung, einer religiösen Deutung entsprechend, von Gott in wesentlichen Zügen am Anfang der Dinge geschaffen, oder ist sie in Wirklichkeit, ohne Gott, erst und nur in den Köpfen der Menschen entstanden? Das sind subtile, „metatheoretische“ Fragen, die durch raffinierte Analysen von Gehirnprozessen bei philosophischen oder religiösen Gedanken und Empfindungen sicher nicht zu entscheiden sind.

In vergleichbarer Weise offene philosophische bzw. metatheoretische Grundfragen finden sich, wenn es um Voraussetzungen menschlichen Denkens geht, auch in anderen Zusammenhängen. Beispiel Mathematik: Gibt es die fünf, und nur diese fünf, platonischen Körper, gibt es die Zahlen, gibt es Primzahlen – beweisbar unendlich viele Primzahlen – auch unabhängig von menschlichen Gehirnen? Reflektiert die schöne Symmetrie der Grundgleichungen der Relativitäts- und Quantenphysik die Ordnung der Natur, oder nur unser Denken und dessen Wünsche? Darüber lässt sich zwar wunderbar streiten, aber darüber lässt sich nun wirklich nicht durch Analysen unserer Hirnaktivitäten im Computertomographen entscheiden, während wir gerade rechnen oder denken – oder streiten. Und hier liegt die Parallelität mit der genannten Grundfrage zur Religion: Gibt es eine Ordnung der Welt, der Dinge und des Geistes nur durch und in uns oder auch ohne und vor uns – das werden wir im Prinzip nicht durch neurobiologische Forschung herausfinden.

Trotz dieser Einschränkungen trägt die Naturwissenschaft aber auch wesentlich zu unserem Selbstverständnis, zu unserem Menschenbild bei. Zum einen ergibt sie grundlegende Einsichten über unsere biologische Spezies „Mensch“. Das betrifft zunächst seine biologische Herkunft: Die letzte Abzweigung von der Linie heute lebender Tiere wie der, die zum Schimpansen führte, erfolgte vor etwa sechs Millionen Jahren. Eine deutliche Zäsur gab es vor etwa zweihunderttausend Jahren, als wohl in Afrika aus einer kleinen Menschengruppe der heutige anatomisch moderne Menschentyp entstand. Er verdrängte danach weltweit alle anderen Menschentypen. Welche Änderungen von Genen den Prozessen zugrunde lagen, und wann und wo sie erfolgten, weiß man noch nicht – vielleicht spielten einige wenige Auslöser eine Schlüsselrolle dafür, dass in der Folge Gehirnfähigkeiten auf eine höhere Stufe der Abstraktion gehoben wurden. Jedenfalls führte die biologische Begründung – oder drastische Erweiterung – von Fähigkeiten des menschlichen Gehirns schließlich seit etwa 40000 Jahren in die sehr ausgeprägte

Eigendynamik der menschlichen Kulturgeschichte mit ihren weiten, aber durch die biologischen Voraussetzungen immer noch begrenzten Spielräumen kultureller Gestaltung.

Wesentlich für unser Selbstverständnis ist die Einsicht, dass allgemeine Fähigkeiten unserer biologisch modernen Spezies Mensch weit über den evolutionsbiologischen Anlass ihrer Entstehung hinausführen können, wie die Fähigkeiten des Bewusstseins und der Sprache, aber auch die Potentiale für Religion. Eine entsprechende Logik der Verallgemeinerung gilt übrigens auch für andere Bereiche wie die der Technik: Die Erfindung des Rades als hölzerne Scheibe für Transportkarren vor vielleicht 6000 Jahren enthielt nicht schon das ganze Spektrum von Potentialen des Konzepts „Rad“ – die Töpferscheibe und die Windmühle, das Kugellager und die Schiffsschraube, das Düsenaggregat und die Gebetsmühle...

Über solche Einsichten zur biologischen Anthropologie hinaus zeigt uns die moderne Naturwissenschaft sodann - vielleicht besser und genauer als jede andere Kulturleistung - die erstaunliche Reichweite wie auch die Grenzen des menschlichen Denkens auf. Die Grundgesetze der Physik umfassen alle Vorgänge in Raum und Zeit, einschließlich der Lebensprozesse; aber es gibt prinzipielle Grenzen der Bestimmbarkeit und Berechenbarkeit, Grenzen, die selbst Naturgesetze sind. Und eine in mancher Hinsicht analoge Selbstbegrenzung unseres Wissens ergab die mathematische Logik, zumal wenn es um selbstbezogene Operationen geht: Es zeigte sich, dass kein einigermaßen leistungsfähiges logisches System mit den je eigenen Mitteln gegen Widersprüche abgesichert werden kann.

Zudem sprechen nach meiner Auffassung starke Gründe für die Vermutung, dass es ebenso grundsätzliche, erkenntnistheoretisch robuste Grenzen auch für die naturwissenschaftliche Erklärung von menschlichem Bewusstsein gibt. Aus der Gültigkeit der Physik im Gehirn und der Korrelation von Bewusstseins- mit Gehirnzuständen folgt nämlich keineswegs, dass es ein allgemeines Verfahren geben muss, um mit endlichen Mitteln in endlicher Zeit eine

vollständige Entschlüsselung der Gehirn-Geist-Beziehung zu erreichen. Was die Konsistenz unseres Denkens angeht, so dürfte aus erkenntnistheoretischen Gründen besonders bei rück- und selbstbezogenen Vorgängen eine Anfälligkeit gegen Widersprüche prinzipiell nicht zu vermeiden sein, und das betrifft nicht zuletzt Selbstverständnis und Selbstbilder, die für menschliches Bewusstsein konstitutiv sind.

### **Kulturdynamik, Widerspruchstoleranz und die wissenschaftsfreundlichen Strömungen theologischen Denkens seit dem Mittelalter**

Also Leben mit Widersprüchen – ein altes Thema. So sagte mir gelegentlich der Kulturwissenschaftler Burkhard Gladigow auf meine Frage nach den wichtigsten Problemen in seinem Feld: „Wie viel Widersprüche *verträgt* eine Kultur?“. Das ist überzeugend, aber der Blick auf die Geschichte zeigt uns darüber hinaus auch die Bedeutung des komplementären Aspekts, wie viel Widersprüche eine Kultur *braucht*. Für Kulturen und Teilkulturen, für Religionen und Weltdeutungen gibt es einen für die Entwicklung „grünen“ Bereich. Widerspruchsvermeidung ist jedenfalls kein Ideal. Man soll zwar Analogien von biologischer und kultureller Evolution nicht überschätzen, aber es gibt sie durchaus, was die Schlüsselrolle von Varianten angeht. Die dynamische Entwicklung von Kulturen unter sich verändernden Bedingungen erfordert Varianten, erfordert eine gewisse Spielbreite, und zwar nicht nur von Verhaltensweisen, sondern auch von mentalen Grundauffassungen in der Gesellschaft, dazu Bereitschaft des Mainstreams zum Lernen von Anderen und zur Veränderung eigener Einstellungen. Dies entscheidet nicht zuletzt über den gesellschaftlichen Erfolg religiöser Strömungen.

Kommen wir damit zum Christentum. Variationsbreite dokumentiert sich schon im Kanon des Neuen Testaments, der ja alles andere als widerspruchsfrei ist. Variationsbreite war überhaupt wesentliche Voraussetzung für den so

erstaunlichen Aufstieg des Christentums am Anfang unserer Zeitrechnung: Aus einer kleinen eschatologischen jüdischen Gemeinschaft wurde ein Main Player in der Rivalität um kulturelle Dominanz im ganzen römischen Imperium.

Die christlichen Lebensregeln waren kurz (im Mittelpunkt die Gottes- und Nächstenliebe) und ziemlich flexibel. Dazu kam eine wachsende Bereitschaft, Ideenwelten griechischer Popularphilosophie, zumal der Stoa („Im Anfang war der Logos...“), und auch hellenistisch-orientalischer Mysterien wie der des Isiskults zu integrieren. Allerdings führte die Erwartung des neuen Reichs Gottes in kulturdynamisch wesentlicher Hinsicht auch zu Stagnation, nämlich zu einer Verarmung intellektueller Bemühungen, was das Verständnis unserer dem Untergang geweihten Welt angeht; die „curiositas“, um mit dem Kirchenvater Augustinus zu sprechen, wurde weitgehend verachtet. Erst allmählich, als das Weltende immer mehr in die Ferne gerückt war, zeichnete sich eine pro-wissenschaftliche Wende philosophischen und theologischen Denkens ab, indem schließlich das menschliche Verständnis der Natur als gottgewollt angesehen wurde und das Buch der Natur als fast gleichwertig zur biblischen Offenbarung aufgefasst werden konnte. Eine parallele Welle hellenistisch inspirierter Aufklärung gab es im islamischen Bereich. Dort waren die Träger in erster Linie Ärzte, während es in Europa Kleriker waren.

Zur Frühgeschichte dieser Wende gehören die Gedanken des neuplatonisch inspirierten, genialen Theologen Eriugena, der im 9. Jahrhundert am Hofe Karls des Kahlen wirkte. Eine Hölle, so Eriugena, gibt es nicht wirklich und schon gar nicht ewig, sie ist nur eine Metapher für die Abwesenheit der Seligkeit. Am Ende der Dinge steht für Alle das göttliche Heil, auch für die Sünder. Gott will den Menschen als Freien: Kein Determinismus, dafür anthropologischer Optimismus. Vernunft steht über Autorität: „Jede Autorität, die nicht durch wahre Vernunft gebilligt wird, erscheint als schwach; dagegen hat die wahre Vernunft keine Bekräftigung durch Zustimmung irgendeiner Autorität nötig“. Zur Wissenschaft: Gott hat uns



den Verstand auch dazu gegeben, dass wir uns um das Verständnis der Natur bemühen: „Die göttliche Autorität hindert uns nicht bloß nicht, sondern sie fordert uns geradezu auf, nach den Gründen der sichtbaren und unsichtbaren Dinge zu forschen.“ Mathematik ist dabei hilfreich. Das Weltbild der Bibel ist nicht wörtlich zunehmen. „Es gibt viele Wege, tatsächlich eine unbegrenzte Zahl, um die Schrift zu interpretieren.“ Die Schöpfungsgeschichte ist als hintergründige metaphorische Erzählung zum Verständnis der zugrunde liegenden Prinzipien zu deuten – eigentlich habe Gott alles auf einmal geschaffen. Und die Erde ist keine Scheibe, sondern selbstverständlich eine Kugel, und zwar von der Größe, wie sie von Erastosthenes mit Hilfe mathematischer Konzepte bestimmt wurde. Soweit Eriugena im neunten Jahrhundert!

Volle Dynamik erreichte die intellektuelle, auch die naturphilosophische Entwicklung erst später, besonders im Bereich von Chartres und der Universität Paris im und nach dem 12. Jahrhundert. Die Freiheiten, die Gelehrte sich nahmen, und nehmen konnten, waren beträchtlich, das Spektrum ihrer Gedanken war weit. Thierry von Chartres lehrte, 700 Jahre vor Darwin, Gott schuf am Anfang die Elemente und die Naturgesetze, die sie befolgen, und Leben entwickelte sich danach naturgesetzlich von selbst. Wilhelm von Conches lehrte zur gleichen Zeit den natürlichen Ursprung des menschlichen Körpers und bemerkte über rückständige allzu schriftgläubige Theologen, „sie selbst kennen die Kräfte der Natur nicht, und damit sie Genossen ihrer Unwissenheit haben, wollen sie nicht, dass andere forschen...“ Die gottgewollte, dem menschlichen Geist zugängliche Ordnung der Natur impliziert eine ebenso gottgewollte Selbstbeschränkung von Interventionen in das Naturgeschehen. Kann Gott in seiner Allmacht einen Baum in ein Kalb verwandeln? Dazu wiederum Wilhelm von Conches: Er kann es, aber er macht es nicht. Das „Buch der Natur“ trat neben das „Buch der Offenbarung“. Naturforschung erhielt so autonomen Rang: „Wenn ich die Natur erforsche, interessieren mich keine Wunder“ – so Albertus Magnus.

Es war das neue Denken an den Rändern des theologisch-philosophischen Meinungsspektrums, das den Boden für die Moderne, nicht zuletzt für die moderne Naturwissenschaft bereitet hat. Zwar verdankt die Wissenschaft viel der *Befreiung* von religiösen Randbedingungen und Zwängen. Dies *allein* hätte aber nicht überall in die Wissenschaft geführt, sagen wir etwa in der Südsee zwischen Samoa und Port Moresby. Im Gegenteil: Unsere Naturwissenschaft ist durch und durch ein Kind - allerdings ein oft eigensinniges, schwieriges und widerspenstiges Kind - der christlichen Kulturtradition samt ihrer jüdischen und altgriechischen Wurzeln. Das gilt besonders für die Elektrizität. Sie wurde in Europa verstanden und entwickelt, nicht in China – und zwar in Jahrhunderten der Grundlagenforschung, besonders zwischen Guericke's frühen Experimenten mit seiner Elektrifiziermaschine im 17., und Oerstedts und Faradays fundamentaler Entdeckung des Elektromagnetismus im 19. Jahrhundert. Solche Grundlagenforschung und die dazu nötige Generationen übergreifende Geduld wiederum basierte nicht zuletzt auf der Vorstellung, dass auch die Ordnung der Natur eine Offenbarung Gottes ist und ihre Erkenntnis der Ehre Gottes – Gloria Dei - dient. „Die Ehre Gottes, die weitere Aufklärung auf dem Gebiete der Heilkunde und der daraus hervorgehende Nutzen für die Mitmenschen“ ist das Ziel der Gründung der ersten deutschen Akademie, der *Academia Naturae Curiosorum* 1652, der späteren „Leopoldina“. Noch die preußische Gründung der Universität Bonn 1818 beruft sich nicht nur auf die allgemeine Wohlfahrt, sondern zuvorderst auf die Ehre Gottes. Ohne solche Motivation, Protektion, meinetwegen auch ohne solche Ausreden hätte sich Grundlagenforschung in unserem Sinne schwerlich über Jahrhunderte entfalten können; kulturgeschichtlich gesehen ist Elektrizität, ist Strom aus der Steckdose in einer Weise eine christliche Technik.

## **Deutungsoffene Grundfragen der Biologie**

Wie schon einleitend bemerkt, können religiöse Argumente keine naturwissenschaftlichen Erkenntnisse widerlegen, aber umgekehrt vermag die Wissenschaft auch nicht, Religion obsolet zu machen. Wissenschaftliches Denken kann nicht alle sinnvollen Fragen beantworten, nicht einmal alle Fragen, die die Voraussetzungen von Wissenschaft selbst betreffen – zum Verhältnis des Mentalen und Materiellen, zu Erkenntnis und Wirklichkeit, Gehirn und Geist, Logik und Intuition... Auf der metatheoretischen Ebene bleibt Wissenschaft deutungsfähig und deutungsbedürftig. Dabei ist Theologienähe kein Kriterium für wissenschaftliche Wahrheit, Theologiefeme ist es aber ebenso wenig. Wissenschaftliche Erkenntnisse haben allerdings ihrerseits durchaus intuitive Beziehungen zu theologischen wie auch agnostischen Auffassungen, nur darf man nicht erwarten, dass dies zu zwingenden, alle überzeugenden Schlüssen führt. Als wichtige Beispiele hierfür seien einige Themen naturwissenschaftlicher Diskussionen genannt, die in der Argumentation für und gegen agnostische beziehungsweise religiöse Weltdeutungen eine Rolle spielen.

### **Was unterscheidet Mensch und Tier?**

Erwähnt sei zunächst die Beziehung von Evolution und Menschenbild. Wie verschieden ist der Mensch im Vergleich zu den höheren Tieren? Ob man Unterschiede für groß oder klein hält, ist oft eine Frage der Sichtweise. Verliebte vergleichen manchmal Mädchen mit Blumen, obwohl dieser Vergleich ziemlich weit hergeholt ist; andere warnen ständig davor, Äpfel mit Birnen zu vergleichen, obwohl die doch sehr ähnlich sind. Physikalisch gilt für Tiere die gleiche Physik wie für Menschen. Die Chemie ist weitgehend deckungsgleich. Gene der Menschen unterscheiden sich dann aber von denen der Schimpansen, was die Folge der Genbausteine, der Nukleotide, angeht, um etwa einem Prozent. Das ist allerdings

erstens ziemlich banal – die Abzweigung von Menschen und anderen Primaten liegt etwa sechs Millionen Jahre zurück, und alle Millionen Jahre Evolution ändern sich nun einmal um die zwei tausendstel der Nukleotide – und es ist zweitens nicht wenig: verschieden sind immerhin 30 Millionen Nukleotide! Entscheidend sind dabei wohl Unterschiede der Gehirnfähigkeiten; sie sind umso größer, je mehr es um Meta-Ebenen der Informationsverarbeitung geht. Es scheint schwer, einem Affen beizubringen, was „übermorgen“ heißt oder wie man Primzahlen von anderen Zahlen unterscheidet. Achtzig Menschen können ein Büchlein herausbringen über die Frage „Was ist der Mensch?“, aber eine Horde von achtzig Affen unter einer Schirmakazie wird kaum über die Frage kommunizieren: „Was ist der Affe?“. Die Meta-Ebenen sind Voraussetzung für das menschliche Bewusstsein und charakteristisch für die höheren Fähigkeiten des menschlichen Gehirns.

Wie sind diese Gehirnfähigkeiten entstanden? Wie kontinuierlich verlief die Evolution des Menschen, besonders die unserer heutigen Menschenart? Wir wissen es noch nicht. Assoziativ tendieren Agnostiker zu der Vorstellung: So kontinuierlich wie möglich; nicht nur viele kleine Schritte, sondern auch nur unspezifische Schritte. Mit der These, es waren durchweg genetische Schritte mit jeweils kleinen unmittelbaren Auswirkungen – einem der Grundzüge des Darwinismus – haben sie naturwissenschaftlich recht. Auch können durch Akkumulation vieler häufiger, unspezifischer Schritte durchaus qualitativ neuartige Merkmale entstehen – man denke etwa an die Bildung von Wolken am anfangs blauen Himmel – aber das ist nicht die einzige Möglichkeit.

In großen Populationen und vielen Generationen kommen statistisch ganz zufällig und natürlich auch solche genetische Veränderungen – insbesondere bestimmte Neukombinationen von Genabschnitten – vor, die pro Individuum sehr selten sind, die dann aber durch eine Art Weichenstellung eine qualitativ neue Richtung der Evolution begründet haben könnten, welche

erst in vielen weiteren Schritten von Mutations- und Selektionsvorgängen ausgeprägt wurde. Ich vermute, dass gerade solche Weichenstellungen für die Menschwerdung eine wesentliche Rolle gespielt haben, als es um die Einziehung von Meta-Ebenen in Gehirnfähigkeiten ging, die die Spezies „Mensch“ charakterisieren. In mancher (nicht in jeder) Hinsicht analoge Prinzipien „Akkumulation“ und „Neukombination“ gibt es übrigens auch in der Entwicklung der Technik. Bei Segelschiffen dominierte die quantitative Vergrößerung der Segelfläche – größere Segel, mehr Masten, mehr Segel pro Mast; für Dampfschiffe die Neukombination von Dampfkraft mit Schiffsrumpf, was erst zum Erfolg führte, nachdem Watts Dampfmaschine in anderem Kontext, nämlich dem Bergbau, zu großer Perfektion entwickelt war. Wundern wir uns also nicht, dass die Evolution gerade der höheren menschlichen Gehirnfähigkeiten wie die der Sprache, des strategischen Denkens oder der kognitionsgestützten Empathie, jeweils hohe Teilfähigkeiten unserer tierischen Vorfahren geradezu voraussetzte.

### **Die anthropische Frage:**

#### **Warum ist die Physik des Universums lebensfreundlich?**

Noch gewichtiger als die Mensch-Tier-Unterscheidung ist theologisch wohl die sogenannte anthropische Fragestellung: „Warum ist unsere Welt lebensfreundlich, warum ermöglicht sie Leben mit Geist?“ In diesem Zusammenhang kann der vielbeachtete Kreationismus eigentlich nicht intellektuell ernst genommen werden; es handelt sich um eine Theologie vor der Aufklärung, und die Evolutionstheorie ist richtig, obwohl sie wörtlichen Bibelauslegungen widerspricht. Dies anzuerkennen fällt mittlerweile auch den meisten Theologen leicht. Nun haben sich aber in den USA kreationistische Gruppierungen für die neutraler klingende Formulierung „Intelligent Design“ entschieden, um bei der Entstehung der Lebewesen immer wieder gerichtete Eingriffe Gottes in das naturgesetzliche

Geschehen zu postulieren, ohne sich unmittelbar und explizit auf Gott zu beziehen. Ihre Auffassung wird dadurch nicht richtiger, denn die naturgesetzliche Ordnung ist so beschaffen, dass sich Leben mit verschiedensten Arten von selbst entwickeln kann – aber nun greifen Agnostiker allzu gern die Reizformel „Design“ auf, um den Begriff auch außerhalb der Biologie zu tabuisieren. Dazu kann man sich jedoch nicht mehr auf harte naturwissenschaftliche Fakten berufen wie für die Erklärung biologischer Evolution, bei der eine Auswahl unter real existierenden, zufällig gebildeten Varianten zweifelsfrei stattfindet. Warum aber sollten wir uns dann die Fragen verbieten, wieweit und in welchem Sinne die naturgesetzliche Ordnung selbst intelligibel und damit „intelligent“ ist, und warum und wie sie in der materiellen Welt im Laufe von Milliarden Jahren der Evolution ausgeprägtes Leben, und „Leben mit Geist“, hervorbringen konnte?

Schon die elementarsten Formen des Lebens beruhen auf einer Kohlenstoffchemie, die in subtiler Weise von den Grundstrukturen und Grundkonstanten der Physik, wie wir sie kennen, abhängt. Das gilt erst recht für höhere Formen des Lebens, für Leben mit Geist. Dieses erfordert Mechanismen extrem komplexer, schneller und verlässlicher Informationsverarbeitung, und das geht nur elektrisch mit Milliarden von miteinander vernetzten Schaltelementen, die in kleinsten Bereichen elektrische Spannungen extrem schnell verrechnen. Darauf beruht die Leistung von Gehirnen. Dass derartiges überhaupt materiell realisierbar ist und durch biologische Evolution sozusagen von selbst hervorgebracht werden kann, ist alles andere als selbstverständlich; es hängt sehr spezifisch und empfindlich von der Physik des Universums ab.

Warum also sind die Naturgesetze und die Anfangsbedingungen des Kosmos so, wie sie sind, sodass sie Leben, auch höheres Leben mit Geist, hervorbringen? Religiöse Deutungen besagen, dies entspreche dem Schöpfungswillen Gottes; Agnostiker bestreiten dies, und in der extremsten,

aber auch konsequentesten Form führt das auf die These, es gebe neben unserem noch ungeheuer viele andere Universen, mit anderen Strukturen und Gesetzen. Dass unser Universum lebensfreundlich ist, ist reiner Zufall. Es gibt, was es gibt, weil es eigentlich nichts gibt, was es nicht gibt. Dagegen lässt sich ins Feld führen, dass es kein Verfahren gibt, um die Existenz anderer Universen zu beweisen oder zu widerlegen; die moderne Naturwissenschaft, zumal in Form der Quanten- und Relativitätstheorie, verweist uns darauf, dass im Rahmen der Physik prinzipiell unentscheidbare Fragen keinen Sinn machen – als physikalisch real ist nur das anzusehen, was im Rahmen naturgesetzlicher Kriterien wenigstens im Prinzip auch wissbar ist. Der Glaube an „Multiversen“ ist nicht jedermanns Sache und erklärt auch nicht, wieso es überhaupt etwas gibt und nicht nichts...

Deshalb erscheint mir eine Form des Anthropischen Prinzips als vernünftig, die besagt: „Die naturgesetzliche Ordnung der realen Welt ist unter physikalisch-logisch denkbaren Möglichkeiten eine solche, die Leben, und Leben mit Geist und Bewusstsein ermöglicht, und dieses Prinzip ist selbst eine Art Meta-Naturgesetz“. Man kann mit einer solchen Auffassung zur Beziehung des Physischen und des Mentalen – das reale Universum ist ein im Prinzip von Innen erkennbares Universum - durchaus überzeugter Atheist sein und bleiben; aber sie steht doch in ihrer Logik auch theologischen Deutungen nicht fern, nach denen Gott in der Weisheit der Schöpfung erkannt werden will. Wie auch immer man dazu steht – hinsichtlich wesentlicher Grundfragen zur Evolution des Menschen liegt der Ball nun auf dem Spielfeld der Physik. Allerdings legt es die besondere Anfälligkeit dieser anthropischen Fragen gegen Selbstbezüglichkeiten und überhaupt gegen erkenntnistheoretische Fallstricke nahe, dass wir kaum je ganz über Vermutungen hinauskommen, die auch auf vorrationalen Intuitionen beruhen.

## **Menschliches Bewusstsein: Gibt es Grenzen wissenschaftlicher Erklärung?**

Schließlich hat der weite Themenkreis „Naturwissenschaft und menschliches Bewusstsein“ Aspekte von theologischem Interesse. Bewusstsein ist eine Eigenschaft, eine Funktion unseres Gehirns; das wiederum ist Produkt biologischer Evolution und unterliegt den Gesetzen der Physik. Zwar verstehen wir noch nicht wirklich, was Bewusstsein ist, unsere Kenntnisse nehmen aber ständig zu. Das werde schließlich zu einem weitestgehenden neurobiologischen, also konsequent naturwissenschaftlichem Verständnis aller menschlichen Gehirneigenschaften führen – eine solche Sichtweise legt agnostische Weltauffassungen nahe. Zeigen aber nicht, im Gegenteil, gerade die Entdeckungen Gödels und Turings zu Grenzen formal-logischer Entscheidbarkeit und Berechenbarkeit, dass bewusstes menschliches Denken sich selbst und seine je eigenen Voraussetzungen schlechthin nicht vollständig ergründen und absichern kann, dass es vielmehr auf Voraussetzungen beruht, die prinzipiell nicht ganz im formalisierbaren und damit auch mechanisierbaren Denken aufgehen können? Befragen wir die Protagonisten der mathematisch-logischen Entscheidungstheorie am Besten selbst: Gödel sagte dazu im Prinzip „ja“ – es bleiben immer Voraussetzungen, die nicht formalisierbar sind - , Turing „nein“ – keine Grenzen für künstliche Intelligenz - , Nagel und Newman, Autoren des Klassikers „Gödel's Proof“, „ja“, Hofstadter, der Autor des Bestsellers „Gödel-Escher-Bach“ wiederum „nein“ – ist doch alles Neuro - , und zwar ziemlich lakonisch in wenigen Sätzen seines voluminösen Buches. So fasst es ein neuer Review-Artikel in der „Nature“ zusammen. Die Protagonisten sind sich also in dieser Frage bemerkenswert uneins. Wie wesentlich oder unwesentlich irreduzierbare Intuition für menschliches Denken ist, beurteilen wir anscheinend auch wieder intuitiv...

Für „wesentlich“ spricht nach meiner Auffassung, dass Bewusstsein nicht nur Gegenstand, sondern auch Voraussetzung



der Wissenschaft ist; dies betrifft im Kern die Züge unseres Denkens und Empfindens, die die Bereiche des Mentalen und des Materiellen verbinden. Das zeigt sich besonders deutlich am Kulturprodukt „Naturwissenschaft“ mit ihrem Anspruch, das Geschehen der äußeren, materiellen Natur durch oft einfache und schöne Gesetzmäßigkeiten für den menschlichen Geist, für unser bewusstes Denken verständlich zu machen. Wie kommt der menschliche Geist zum Beispiel dazu, sich die schöne, einfache, aber sehr abstrakte Formel  $E=mc^2$  auszudenken, um sie dann in der konkreten Natur in vielfältigster Weise bestätigt zu finden? Evolutionsbiologische Erklärungen unter Bedingungen von Jäger- und Sammlerkulturen der Steinzeit, in der die Gehirnfähigkeiten unseres biologisch modernen Menschentyps entstanden sind, tun sich damit nicht eben leicht. Gesichtspunkte dieses Typs können dann aber ihrerseits auch religiöse Fragen aufwerfen. „Wissenschaft ohne Religion ist lahm, Religion ohne Wissenschaft ist blind“, so der Entdecker von  $E=mc^2$ , Albert Einstein. Wenn er ab und an von Gott sprach, dann metaphorisch als Inbegriff der natürlichen kosmischen Ordnung. Von einem persönlich ansprechbaren Gott aber wollte er nichts wissen. Der Begründer der Quantenphysik und der Unschärferelation, Werner Heisenberg, war darin eher positiv. Er bezog sich dabei auf Möglichkeiten und Grenzen, die das Verständnis von unserem menschlichen Bewusstsein betreffen.

„Kann man“, so beschrieb er ein erinnertes Gespräch mit Wolfgang Pauli, „der zentralen Ordnung der Dinge und des Geschehens, an der ja nicht zu zweifeln ist, so unmittelbar gegenübertreten, wie dies bei der Seele eines anderen Menschen möglich ist? ...Wenn du so fragst, würde ich mit Ja antworten.“  
...Ein weites Feld mit vielen offenen Fragen...

## **Resümee: Agnostische und religionsfreundliche Grundeinstellungen werden auf Dauer bestehen – wir können und dürfen wählen**

Keine der besprochenen Denklinien mit naturphilosophischem Einschlag hat strengen Beweischarakter zugunsten agnostischer bzw. atheistischer und religiöser Weltdeutung. Assoziative Beziehungen bestehen aber sehr wohl und sind durchaus auch kulturdynamisch wirkungsmächtig. Ganz allgemein begünstigt Interpretationsbreite die Dynamik der Kulturentwicklung. Dabei hängt sehr viel für das gesellschaftliche Wohlergehen insgesamt davon ab, dass jeweils innerhalb religiöser wie auch agnostischer Strömungen die liberalen und toleranten gegenüber den fundamentalistischen und dogmatischen die Oberhand gewinnen und behalten. Dazu gehört nicht zuletzt die Einsicht, von dem dieser Artikel handelt: dass nämlich menschliches Denken, auch naturwissenschaftliches Denken, bei allen Leistungen die Rätselhaftigkeit der Welt nicht vollständig auflösen kann. Im Gegensatz zu Auffassungen von Fundamentalisten - sei es auf dem religiösen, sei es auf dem atheistischen Flügel des Meinungsspektrums - ist die Welt, erkenntnislogisch gesehen, intrinsisch mehrdeutig, und darin wird sich auch nichts ändern: Philosophischer, religiöser und kultureller Pluralismus werden auf Dauer bestehen. Wir dürfen wählen, und dabei kommt nicht nur Wissen, sondern auch Weisheit und Lebenskunst ins Spiel. Und wir können dabei gelassen und nach Möglichkeit nicht ganz humorlos weiterhin mit Widersprüchen leben: nicht nur interkulturell, sondern auch innerhalb von Kulturen und Teilkulturen, in gewisser Masse sogar innerhalb unseres je eigenen, persönlichen Denkens und Empfindens.

## Literaturhinweise:

Im Rahmen dieses Artikels, der sich auf die Beziehung von Wissenschaft und Religion konzentriert, möchte ich auf zwei meiner Bücher hinweisen, in denen verschiedene Aspekte, die für diese Thematik von Interesse sind, eingehender behandelt und Literaturhinweise zu finden sind, sowie auf einen Artikel zur Begründung von Grenzen einer naturwissenschaftlichen Theorie der Gehirn-Geist-Beziehung:

Alfred Gierer: Im Spiegel der Natur erkennen wir uns selbst - Wissenschaft und Menschenbild. Rowohlt Reinbek 1998.

Im Netz unter: <https://philpapers.org/archive/GIEISD.pdf>

Alfred Gierer: Die gedachte Natur – Ursprünge der modernen Naturwissenschaft, Rowohlt Reinbeck 1998. Im Netz unter: <https://philpapers.org/archive/GIEDGN.pdf>

A. Gierer (2008). Brain, mind and limitations of a scientific theory of human consciousness. BioEssays 30, 499-505. Preprint im Netz unter: <https://philpapers.org/archive/GIEBMA.pdf>

Das anfangs erwähnte Forum am Salk Institut in San Diego (2006) mit Dawkins und Anderen zum Thema Science and Religion mit vorwiegend fundamentalistisch atheistischen und aggressiv antireligiösen Tendenzen, bei nur wenigen, milde zu Umsicht warnenden Stimmen ist dargestellt in der New York Times vom 21. 11. 2006. Im Netz unter: <http://www.nytimes.com/2006/11/21/science/21belief.html>

Zur Geschichte des philosophischen und theologischen Denkens über die Natur, zumal im Mittelalter:

Kurt Flasch: Das philosophische Denken im Mittelalter. Reclam Stuttgart 1986.

A. Gierer (2009): Eriugena, al-Kindi, Nikolaus von Kues – Protagonisten einer wissenschaftsfreundlichen Wende im philosophischen und theologischen Denken. Acta Historica Leopoldina 29. Im Netz unter: <https://philpapers.org/archive/GIEEAN.pdf>

Jacques Le Goff: Die Intellektuellen im Mittelalter. Deutscher Taschenbuch Verlag (dtv) München Ausgabe 1993.

Der Sammelband „Was ist der Mensch“ mit achtzig Kurzbeiträgen ist herausgegeben von D. Ganten, V. Gerhardt, T. C. Heilinger und J. Nida-Rümeling, de Gruyter, Berlin 2008. Erkenntnisse über Parameter der Physik und Kosmologie, die sehr sensitive Voraussetzungen für die Entstehung und Entwicklung von Leben sind, finden sich eindrucksvoll zusammengefasst in einem Beitrag von Günther Hasinger

„Kosmologische Evolution“ in der Schriftenreihe „Debatten“ der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Heft 8, 83-93 (2010) (online unter <http://www.bbaw.de>).

Zum Meinungsspektrum über Folgerungen der mathematisch-logischen Entscheidungstheorie für das menschliche Denken siehe: A. Hodges (2008). In Retrospect: Gödel's proof. Nature 454, 829. Werner Heisenbergs Darlegung seiner pro-religiösen Auffassung steht im Rahmen eines erinnerten Gesprächs mit Wolfgang Pauli auf S. 293 seines Buches „Der Teil und das Ganze“, Piper, München 1969.