

Siegfried Höfling/Felix Tretter (Hrsg.)

HOMO NEUROBIOLOGICUS

Ist der Mensch nur sein Gehirn?

AMZ

87

Argumente und Materialien
zum Zeitgeschehen

Siegfried Höfling / Felix Tretter (Hrsg.)

HOMO NEUROBIOLOGICUS

Ist der Mensch nur sein Gehirn?

Impressum

ISBN	978-3-88795-421-5
Herausgeber	Copyright 2013, Hanns-Seidel-Stiftung e.V., München Lazarettstraße 33, 80636 München, Tel. 089/1258-0 E-Mail: info@hss.de , Online: www.hss.de
Vorsitzender	Prof. Dr. h.c. mult. Hans Zehetmair, Staatsminister a.D., Senator E.h.
Hauptgeschäftsführer	Dr. Peter Witterauf
Leiter der Akademie für Politik und Zeitgeschehen	Prof. Dr. Reinhard Meier-Walser
Leiter PRÖ / Publikationen	Hubertus Klingsbögl
Redaktion	Prof. Dr. Reinhard Meier-Walser (Chefredakteur, V.i.S.d.P.) Barbara Fürbeth M.A. (Redaktionsleiterin) Susanne Berke, Dipl. Bibl. (Redakteurin) Claudia Magg-Frank, Dipl. sc. pol. (Redakteurin) Marion Steib (Redaktionsassistentin)
Druck	Hanns-Seidel-Stiftung e.V., Hausdruckerei, München

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung sowie Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Hanns-Seidel-Stiftung e.V. reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Das Copyright für diese Publikation liegt bei der Hanns-Seidel-Stiftung e.V. Namentlich gekennzeichnete redaktionelle Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

INHALT

- 05 HOMO NEUROBIOLOGICUS:
DAS MENSCHENBILD DER HIRNFORSCHUNG**
Einführung
Siegfried Höfling / Felix Tretter
- 09 GRUNDGEDANKEN ZUM MENSCHENBILD DER
NEUROWISSENSCHAFTEN – DER „HOMO NEUROBIOLOGICUS“**
Felix Tretter
- 13 NEURO-KOMMUNIKATION AM BEISPIEL DER
FUNKTIONELLEN MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE**
Stephan Schleim
- 21 NEUROPHILOSOPHIE ALS THERAPIE?**
Eine kritische Anmerkung
Georg Northoff
- 29 ICH UND MEIN GEHIRN**
Zum Erklärungspotenzial der Identitäts- und Supervenienztheorien
Uwe an der Heiden
- 35 DAS VERKÖRPERTE SELBST UND MENTALE VERURSACHUNG**
Thomas Buchheim
- 43 ZUR BEDEUTUNG DES BEGRIFFS „ICH“ IN DER PSYCHIATRIE**
Christine Grünhut
- 51 DAS VERHÄLTNIS VON EMOTION UND KOGNITION
AUS SICHT DER HIRNFORSCHUNG**
Andreas Draguhn
- 59 DETERMINISMUS UND ZUFALL IN DER NEUROPHYSIOLOGIE –
DIE FRAGE DES FREIEN WILLENS**
Hans A. Braun
- 71 NEUROWISSENSCHAFT UND MATHEMATIK**
Grundbegriffe, Skalen und Allgemeingültigkeit
J. Leo van Hemmen
- 83 EINE EINLADUNG ZUR NEUROPHILOSOPHIE**
David Köpf / Matthias Munk

HOMO NEUROBIOLOGICUS: DAS MENSCHENBILD DER HIRNFORSCHUNG

Einführung

SIEGFRIED HÖFLING / FELIX TRETTER ||

Der zweite Teil der Menschenbildtagungen der Hanns-Seidel-Stiftung beschäftigte sich am 21. und 22. Juni 2012 mit der Relevanz eines durch die Hirnforschung geprägten Menschenbildes.

Das Menschenbild, das unsere westliche Zivilisation bestimmt, stammt aus den Geisteswissenschaften. Es geht davon aus, dass die Person ein Subjekt ist, das erleben kann und mit Bewusstsein ausgestattet ist, das in der Lage ist, seinen Willen selbst zu bestimmen und auszuüben. Die Freiheit des Willens besteht auch in der Wahlfreiheit, sich gegenüber der Umwelt unterzuordnen oder sich zu widersetzen.

Dementsprechend handeln wir aus Überlegungen, die Gründe für das Handeln ergeben, die zwar beeinflusst werden von Kontexten, nicht jedoch direkt von physikalischen Ursachen (z. B. Ampel auf Grün), denn die müssen erst soziokulturell über Regeln vermittelt, geistig repräsentiert und verarbeitet werden („Losfahren“). Die Person weist darüber hinaus eine innere seelische Struktur auf, deren funktionelles Zentrum im Selbsterleben bzw. dem personalen Selbst besteht. Das heißt aber nicht, dass es einen zentralen Ort im Gehirn dafür gibt. Bedeutsam für das Menschsein ist die Rolle der Sprache, die Erfahrung von Bedeutung und der Sinn, der über dem reflexhaften und automatisierten Verhalten steht. Letztlich ist die Person als Subjekt unhintergebar als Träger des Intersubjektiven, was letztlich auch erst die Wissenschaft ermöglicht. Ein derartiges Menschenbild ist seit der Aufklärung Basis unserer Sozial- und Rechtsordnung. Es beruht auf Arbeiten aus der Philosophie, deren Wurzeln in der antiken

Philosophie Griechenlands, vor allem bei Platon und Aristoteles, liegen und die ihre Fortsetzung vor allem bei Kant, aber auch bei Schopenhauer, Nietzsche, Scheler, Husserl, Plessner und Gehlen finden.

Demgegenüber haben die Neurowissenschaften in den letzten Jahren einen Erklärungsanspruch für den Menschen angemeldet: Der Mensch sei nichts anderes als ein Gefüge von Neuronen, ein Ich gebe es nicht, das Bewusstsein sei nur ein wirkungsloses Produkt des Gehirns wie das Pfeifen einer Dampflokomotive, eine freie Willensbestimmung sei nicht gegeben, es sei alles eindeutig vorbestimmt, der Mensch könne sich seinen physikalischen und chemischen Grundlagen nicht entziehen, alles was er mache sei durch Verschaltungen seiner Nervenzellen fixiert. Das Gehirn sei somit der Verursacher von Handlungen.

Solche provokanten Skizzen eines Menschenbildes wurden im Rahmen einer multidisziplinären Diskussion auf unseren zwei Tagungen untersucht. Neben Vertretern aus den Neurowissenschaften nahmen Experten aus der Philosophie, der Medizin, der Physik, der Biologie, der Psychologie und der Mathematik teil.

Bei der äußerst regen und anregenden Diskussion zeigte sich, dass viele Phänomene in der Neurowissenschaft – auch in den klinischen Disziplinen – durch ihren experimentellen Aufbau zwar Gehirnphänomene genauer bestimmen lassen, aber dass dabei durch die notwendige Ausgrenzung möglichst vieler Variablen eine Übertragung der Befunde in die reale Alltagswelt sehr problematisch ist. Das wird bei Experimenten zum

freien Willen deutlich, bei denen es meist nur um die willkürliche Auslösung von vorinstruierten Bewegungen (z. B. Fingerbewegung) innerhalb eines Zeitfensters und nicht um Entscheidungen wie Berufs- oder Partnerwahl geht. Auch sind die von der Neurobiologie experimentell oder in der Klinik erhobenen Daten maschinell generiert und werden über mehrere datenanalytische Ebenen verarbeitet, bis sie in Form von Indizes oder Quoten oder Raten es erlauben, die quantitativen Verhältnisse im Gehirn darzustellen. Sie werden dann häufig über Farbcodes in Hirnbildern visualisiert, wobei bereits deren Ästhetik eine besondere Glaubwürdigkeit der Befunde suggeriert. Daher sind diese Daten in hohem Maße Konstruktionen der Forschung und nicht einfache Entdeckungen von Verborgenen. Auch theoretische Aussagen, wie „Verschaltungen legen uns fest“, sind nicht nur subjektiv falsch, sondern auch mit der objektiven Erfahrung nicht gut vereinbar, insofern wir bekanntlich lernen können. Und dass das Hirn auch lernt, lässt sich sogar neurowissenschaftlich durch das ständige Wachstum von „Spines“, also kleinen Dornen an den Kontaktstellen zu anderen Nervenzellen, nachweisen. Lernen bedeutet aber, nicht a priori festgelegt zu sein.

Das einfache Konzept der Hirnforschung, geistige Funktionen im Gehirn zu lokalisieren, ist daher revisionsbedürftig, denn Befunde aus der klinischen Neurologie und Psychiatrie legen eher ein Netzwerkkonzept nahe. Damit ist auch das Selbst, wie Kierkegaard es ausdrückte, als Verhältnis, das im Verhältnis zu sich selbst steht, als verzweigte und vernetzte neuronale Struktur zu konzipieren, innerhalb derer neurale Prozesse zirkulär ablaufen. Die Unhintergebarkeit des Geistigen, des Erlebens von Farbe (Qualia), also die Qualität des Erlebens, des Bewusstseins, die personale Betroffenheit und letztlich Werte, sie alle sind nicht in den Kategorien der gegenwärtigen Physik in Skalen von Kilogramm, Meter und Sekunden erfassbar und vielleicht auch nicht prinzipiell den Methoden der Physik zugänglich. Die Konzepte zur Verursachung geistiger Phänomene sind deshalb zu einfach: Es ist nämlich ungeklärt, wie aus Materie Geistiges entstehen kann.

Insgesamt erscheint die Dualität von Geistigem und Körperlichem zumindest aus pragmatischer bzw. methodischer Sicht, also etwa im Umgang mit Menschen als geistige Wesen, unumgänglich

zu sein, unabhängig davon, ob Geistiges und Körperliches „wirklich“, also ontologisch zwei unterschiedliche Wesenheiten sind. Letztlich ist davon auszugehen, dass Willensakte – wie etwa heiraten zu wollen – strukturierte und gestufte komplex vernetzte Prozesse sind.

In dem hier vorgelegten Tagungsband werden einige dieser Aspekte vertieft dargelegt. So geht der Neurophilosoph und Psychologe Stephan Schleim grundlegend der Frage nach, wie die Befunde der Naturwissenschaften kommuniziert werden. Viele Probleme in der Geistesgeschichte zur Frage danach, was der Mensch ist, und zwar im Hinblick auf das Geistige, werden heute durch die Neurobiologie als unpassend dargestellt. Bei genauerer Analyse zeigt sich, dass eine Vielzahl von Verfälschungen, unzulässigen Vereinfachungen und Überzeichnungen der neurowissenschaftlichen Befunde erfolgen. Zwar sind im interdisziplinären und insbesondere im transdisziplinären Gespräch mit Laien Vereinfachungen, aber auch nur hypothetische Verallgemeinerungen unumgänglich, man bekommt aber den gut begründeten Eindruck, dass die „Neurokommunikation“ auch einem „Neuromarketing“ dient: Forscher werden von den Managern ihrer Institutionen nach der öffentlichen Repräsentanz ihrer Forschungsergebnisse beurteilt. Interviews in angesehenen Massenmedien rechtfertigen Relevanz und somit die Allokation von Ressourcen für die Forschung.

Der Psychiater und Philosoph Georg Northoff stellt in seinem Aufsatz anheim, dass die Erkundung des Gehirns kein einfaches Projekt ist, etwa indem man irgendwelche experimentelle Bedingungen im Labor herstellt und die damit verbundenen Gehirnzustände registriert und daraus ableitet, dass auf diese oder jene Weise das Bewusstsein zustande kommt.

Eine vertiefende und doch knappe Übersicht über das Gehirn-Geist-Problem aus philosophischer Sicht wird von dem Mathematiker und Philosophen Uwe an der Heiden vorgelegt. Es werden Versuche aufgezeigt, Konstruktionen zu finden, die die geringste Widersprüchlichkeit zu wichtigen zentralen Fragen dieser Debatte aufweisen.

Detaillierter auf das Dualismus-Problem eingehend setzt sich der Philosoph Thomas Buchheim mit dem Konzept des verkörperten Selbst auseinander, das als Grundkonzept der neueren

Phänomenologie des Geistes aufgefasst werden könnte. Herr Buchheim stellt diese Perspektive dar, die erkennen lässt, dass eine von manchen Neurobiologen intendierte Reduktion des Geistigen auf das Gehirn nicht vollständig gelingen dürfte, da es einige hartnäckige Probleme der Philosophie des Geistes gibt, wie das Qualia-Problem und die Intentionalität, also das Auf-etwas-gerichtet-sein des Bewusstseins. Herr Buchheim erörtert die Ich- und Selbst-Differenzierung und konzentriert sich auf das Problem der mentalen Verursachung, das heute in der Philosophie des Geistes noch nicht gelöst ist. Er vertritt letztlich die Auffassung, dass ein dualistischer Standpunkt nicht ungerechtfertigt ist.

Die Psychiaterin Christine Grünhut versucht anhand einer Anwendung in der Psychiatrie, nämlich der Psychopathologie der Schizophrenie, die Bedeutung des Konstrukts Ich bzw. Ich-Erleben für das Verstehen der äußerst komplexen und heterogenen Symptomatik der Schizophrenie zu erläutern. Dabei stützt sie sich auf die Ich-Psychopathologie von Christian Scharfetter. Frau Grünhut zeigt, dass es – zumindest derzeit – nicht sinnvoll und möglich ist, dieses Konstrukt zu eliminieren, wie es einige Neurophilosophen fordern. Die Neurobiologie hat auch noch keine umfassende Erklärung, wie schizophrene Episoden kausal entstehen.

Der Neurobiologe Andreas Draguhn legt den Stand der neurobiologischen Erforschung von Kognitionen und Emotionen in Grundzügen dar. Er betont dabei, dass zu beachten ist, dass das Gehirn ein Organ des Organismus ist, der in einer Umwelt eingebettet ist.

Ein weiteres klassisches Thema der Gehirn-Geist-Debatte greift der Neurobiologe Hans Braun kritisch auf, nämlich die Willensfreiheit, die es nach Ansicht einiger Neurobiologen wie Gerhard Roth und Wolf Singer nicht gibt und die nur eine Selbsttäuschung des Subjekts sei, weil das Gehirn entscheide. Herr Braun legt dar, dass die zufallsverteilte Öffnung und Schließung von Ionenkanälen die Basis der neuronalen Informationsverarbeitung ist und dass daher die Idee eines durchgängigen Bottom-up-Determinismus von der Zellmembran bis zum Erleben und Verhalten empirisch nicht haltbar ist.

Eng damit verknüpft ist die Frage an die theoretische Neurobiologie, welche Rolle die Mathema-

tik zur Erklärung neurobiologischer Phänomene hat. Diesem Thema widmet sich der theoretische Neurophysiker Leo van Hemmen, der zeigt, dass eine Ko-Evolution einer geeigneten Mathematik parallel zur Entwicklung theoretischer Konzepte in der Neurobiologie erforderlich erscheint, so ähnlich, wie es Newton in der Physik gelungen ist. Numerische Berechnung neuraler Prozesse alleine bringt vermutlich nicht den Durchbruch in der theoretischen Neurowissenschaft.

Abschließend erfolgt durch den Neurobiologen Matthias Munk und dem Physiker David Köpf anhand einiger Beispiele zur Neurobiologie und klassischer Themen der Philosophie eine kritische Beleuchtung des Wechselspiels zwischen Philosophie und Naturwissenschaft. In ihrem Résumé laden sie zu einem kontinuierlichen Dialog zwischen Philosophie und Neurowissenschaft in Form einer „Neurophilosophie“ ein, was ganz in der Intention der Veranstalter liegt.

Als Fazit ist festzustellen, dass die Neurowissenschaften dringlich die Beschränkungen ihrer Methoden reflektieren müssten und demgemäß auch bescheidener im interdisziplinären Diskurs und vor allem gegenüber der Öffentlichkeit und der Politik auftreten müssten. Ein Grund, unsere geisteswissenschaftlich fundierte Sozial- und Rechtsordnung völlig umzustrukturieren, besteht nicht, wenngleich viele Ergebnisse der Neurobiologie zum Überdenken traditioneller Ansichten anregen. Eine der wichtigsten Konsequenzen der Tagung besteht in der breit getragenen Überzeugung, dass eine Institutionalisierung eines kontinuierlichen interdisziplinären Gesprächs zwischen Neurobiologie, Psychologie, Psychiatrie, Systemforschung, Physik, Mathematikwissenschaften und vor allem der Philosophie etwa in Form einer speziellen „Neurophilosophie“ eingerichtet werden muss.

|| PROF. DR. SIEGFRIED HÖFLING

Referent für Technologie, Medien und Kultur,
Jugend und Gesundheit, Akademie für Politik und
Zeitgeschehen, Hanns-Seidel-Stiftung, München

|| PROF. DR. DR. DR. FELIX TRETTNER

Dep. Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität
München, kbo-Isar-Amper-Klinikum München Ost,
Chefarzt, Kompetenzzentrum Sucht, Haar

GRUNDGEDANKEN ZUM MENSCHENBILD DER NEUROWISSENSCHAFTEN – DER „HOMO NEUROBIOLOGICUS“

FELIX TRETTER ||

Der Optimismus der Naturwissenschaften geht heute so weit, dass er beansprucht, unsere gesamte Welt in ihrer Struktur und in ihren Prozessen zutreffend erklären zu können. Dies betrifft auch die Erklärbarkeit des Menschen, der vor allem, aus der Sicht der Neurobiologie, als Wesen begriffen wird, das in seinem Erleben und Verhalten durch sein Gehirn vollständig bestimmt ist. Mit dieser Naturalisierung als Wissenschaftsprogramm wird das Geistige auf das Gehirn reduziert und zwar so, dass behauptet wird, die sogenannten „mental Begriffe“ wie das Bewusstsein, die Wahrnehmung, das Denken, die Gefühle, aber auch das Ich und das Selbst durch hirnbioologische Begriffe wie Gamma-Oszillationen (Erkennen) oder präfrontaler Kortex (Planen, Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis) ersetzen zu können. Zwar hat die Neurobiologie viele neue Einsichten in solche Prozesse und Strukturen des Gehirns gebracht, die bei mentalen Prozessen und Zuständen beteiligt sind, die klinische Relevanz ist jedoch nicht unmittelbar zu erkennen, sondern sie muss in vielen Fällen erst in die Zukunft verlagert werden.

Dieser Optimismus spiegelt sich auch in dem Manifest der Neurowissenschaften, die 2004 versprochen haben, dass wir bald auf die Person zugeschnittene Medikamente haben werden (personalisierte Medizin) und dass wir die wichtigsten psychischen Phänomene im Hinblick auf ihre gehirnbioologische Basis verstanden haben werden.¹ Dieser Optimismus ist mit vielen anschaulichen Bildern aus dem Bereich der modernen

Techniken der Hirnforschung angereichert in die Massenmedien und von dort in das öffentliche Bewusstsein transportiert worden. Viele Leser von Wissenschaftsmagazinen sind seit Jahren davon fasziniert und beteiligen sich mit Interesse, Erstaunen, aber auch mit Ängsten an diesen massenmedialen Nachrichten aus der Neurowissenschaft.

Auch der Blick in die Fachjournale zeigt, dass jedes Mal im letzten Abschnitt der Texte solcher Publikationen unter der Rubrik „Ausblick“ / „Konsequenzen“ behauptet wird, dass mit diesen Forschungsergebnissen „wichtige Beiträge“ für das „Verständnis“ von psychischen Erkrankungen erbracht worden sind und das Aussicht besteht, auf diese Weise zu einem späteren Zeitpunkt „bessere“ Therapieverfahren bereitstellen zu können.

Diese optimistische Selbstbewertung der Neurowissenschaft, die seit ungefähr 20 Jahren in immer stärkerem Ausmaß zu verzeichnen ist, hat viele Philosophen auf den Plan gerufen, die diese Aussagen kritisieren. In besonderem Maße wird dabei in Frage gestellt, inwieweit das Geistige nur als Eigenschaft des Gehirns angesehen werden kann, und dass das, was wir in unserer Kultur als spezifisch für den einzelnen Menschen ansehen, nämlich das individuelle personale Selbst, nur ein wirkungsloses Produkt des Gehirns sein soll, das sogar das Gehirn nicht weiter beeinflussen könne. Die Philosophen, die sich speziell mit diesem Themenkreis beschäftigen, kommen aus dem speziellen Bereich der Philosophie des Geis-

tes, so dass viele traditionelle Konzepte, die die Existenz von etwas Geistigem anerkennen, wieder in Erinnerung gerufen werden, aber auch zum Teil wegen den Reduktionsansprüchen von Seiten der Neurowissenschaften neu definiert werden müssen.

Darüber hinaus ist auch festzustellen, dass ein großer Teil der Philosophen sich diesem materialistischen Menschenbild anschließen, dass der Mensch in seiner Individualität, seiner Subjekthaftigkeit und seinem Bewusstsein mit dem Gehirn gleichzusetzen ist. Wenngleich damit übereinstimmend unser heutiges medizinisches Wissen besagt, dass es ohne Gehirn kein Bewusstsein gibt, so kann man auch feststellen, dass das Gehirn alleine auch nicht reicht, eine Bewusstsein zu haben: Viele Menschen wurden im Rahmen von neurologischen Untersuchungen weltweit gefunden, die nur ein minimal ausgeprägtes Gehirn aufweisen, jedoch in ihrem psychischen Funktionieren intellektuell wie auch emotional und sozial weitgehend unauffällig sind. Es handelt sich dabei um Menschen, die im Gehirn einen sehr hohen Anteil an Hirnhöhlräumen mit Nervenwasser (Liquor) haben, und zwar von Geburt auf, so dass sich das Gehirn nicht in seiner typischen Weise entwickeln konnte.

Außerdem muss man sich auch klar machen, dass der Ausdruck „Geistiges“ unterschiedliche Bedeutungen hat, die allerdings zumindest im Rahmen der sogenannten Gehirn-Geist-Debatte das Bewusstsein, das Denken, die Gefühle usw. umfassen. In dieser Hinsicht hat der Begriff Bewusstsein dann nicht nur den Aspekt des Wachseins, sondern auch den Aspekt des Wissens. Das Wissen über Sprache, was Worte bedeuten, über Verkehrsregeln usw., also das Bedeutungs- und Sinnverständnis unserer Kultur ist ein von der Umwelt vermitteltes und damit für das Individuum erworbenes Wissen.

Was genau Sinn und Bedeutung ist, wie Wissen erworben wird, wie es entwickelt wird, wie es sich in der Gesellschaft verankert und ähnliche Fragen sind äußerst strittig, sie betreffen aber genau den Kernbereich dessen, was man den ideellen Bereich der Kultur und des Sozialen bezeichnet, und wo die Neurowissenschaft bisher kaum Beiträge aufzuweisen hat. Es ist daher von großer Bedeutung, dass die Ergebnisse und die Erklärungsansprüche der Neurowissenschaften

philosophisch-methodologisch reflektiert werden. Dazu ist natürlich eine besondere Expertise des Philosophen gefragt, insofern er auch die neurowissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse und die darauf aufbauenden Interpretationen wissenschaftstheoretisch bewerten können muss. Deshalb wird von einigen Autoren, und auch von uns, der Aufbau einer sogenannten „Neurophilosophie“ gefordert. Unabhängig davon ist jedoch eine klassische wissenschaftsphilosophische Betrachtung sinnvoll: Alle Experimente der Neurobiologie, die Aussagen zu den physischen Grundlagen des Psychischen treffen, können zunächst nur Korrelationen zwischen psychologischen und physiologischen Befunden herstellen. Dabei ist nicht zu vergessen, dass auch die psychologischen Experimente Konstrukte aus der Alltagswelt, wie beispielsweise die Willensfreiheit, in einen experimentellen Rahmen überführen müssen, der einerseits die Präzisierung dieser Konstrukte ermöglicht, andererseits aber auch den Rückbezug zum Ausgangsphänomen (Willensfreiheit) nahezu karikiert.

Das allerdings ist ein grundlegendes Dilemma der psychologischen Forschung. Auch ist zu bedenken, dass die Hirnforschung methodisch noch nicht so weit ist, dass sie zu jedem Zeitpunkt mit Sonden alle Orte des Gehirns mit ihrem Aktivitätsniveau abbilden kann und dass, wenn dies technisch möglich sein sollte, nur extrem komplizierte mathematische Verfahren psychische Veränderungen mit Zustandsveränderungen des Gehirns in Beziehung setzen lassen. Dabei ist auch noch grundlegend zu bedenken, dass sich aus diesen Korrelationen, auch wenn sie signifikant sind, nur Hypothesen ableiten lassen, wie es das Gehirn anstellt, bestimmte psychische Phänomene zum Vorschein kommen zu lassen.

Das sind aber nur Kausalitäts-Hypothesen und nicht Belege und Beweise, dass damit der das psychische Phänomen erzeugende Mechanismus identifiziert worden ist. Auch ist bei der Gehirn-Geist-Debatte, bei der Betrachtung der neurobiologischen Erkenntnisse, zu bedenken, dass prinzipiell die atomistische Vorgehensweise, nämlich das Gehirn im Labor in seine Einzelteile zu zerlegen, das Problem mit sich bringt, wieder das gesamte Gehirn konzeptuell zu rekonstruieren – es fehlt ja, in Anlehnung an Goethe, das „geistige Band“.

Es bleibt vielleicht auch prinzipiell keine andere Möglichkeit, als dass die Hirnforschung sich aus dem Mosaik der durch die verschiedenen Untersuchungstechniken bestimmten speziellen Einzelsichtweisen auf das Gehirn (elektrische Signale oder chemische Signale) erst ein Bild konstruieren muss.

Auch diese Problematik scheint vielen Hirnforschern nicht klar zu sein, was sich vor allem bei der Diskussion um die neurobiologischen Grundlagen des freien Willens zeigt: Versuchspersonen konnten in einem Experiment innerhalb eines längeren Zeitfensters entscheiden, wann sie einen Finger bewegen. Dabei wurde ein EEG abgeleitet, wobei sich die Versuchspersonen anhand einer rasch laufenden Uhr den Zeitpunkt merken mussten, an dem sie Absicht verspürten, den Finger zu bewegen. Es zeigte sich dabei, dass signifikante Veränderungen der Gehirnströme bereits 300 msec vor dem erlebten Impuls, den Finger zu bewegen, zu beobachten war. Daraus folgerten Hirnforscher, dass nicht der Mensch, sondern sein Gehirn entscheidet, und dass die bewusste Wahrnehmung der Entscheidung nur eine ex-post-Dokumentation dieses Prozesses durch das Bewusstsein ist. Nur die Zuschreibung, dass die Person es selbst war, die gehandelt hat, sei richtig, aber nicht dass es die Person war, die die Handlung veranlasst hat. Gerade bei diesem Experiment zeigt sich eine Überinterpretation, denn die tatsächliche Entscheidung, die mit dem zu tun hat, was wir im Alltagsweltlichen als Willensentscheidung bezeichnen, war jene, am Experiment teilzunehmen. Danach schließt sich außerdem bei einem guten psychologischen Experiment das Lernen des experimentellen Ablaufs an und dann erst folgt die eigentliche Testphase. Daher handelt es sich bei der Entscheidung, einen Finger zu bewegen, um ein reines Zulassen einer bereits vorprogrammierten Handlung und nicht um eine Entscheidung im Sinne einer Willensbildung.

Es gibt daher viele Gründe, die Ansprüche der Neurobiologie, ein neues Menschenbild generieren zu können, zurückzuweisen. Vieles bleibt heute noch ungeklärt, manches ist vielleicht nie aufklärbar. Dennoch sind die anthropologischen Ansprüche der Neurowissenschaften eine gesunde Provokation für die Philosophie und andere Geisteswissenschaften. Wer sich ein wenig in die interdisziplinäre Neurophilosophie einlässt, sieht,

welcher enorme Bedarf für die Bearbeitung dieser und anderer Fragestellungen gegeben ist, so dass man schließlich nur wünschen kann, dass mehr Zeit und Geld in diesen Bereich der Begegnung der Neurowissenschaften mit der Philosophie und anderen Disziplinen erfolgt.²

|| PROF. DR. DR. DR. FELIX TRETTER

Dep. Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, kbo-Isar-Amper-Klinikum München Ost, Chefarzt, Kompetenzzentrum Sucht, Haar

ANMERKUNGEN

- ¹ Das Manifest, in: Gehirn und Geist 6/2004, S. 30 f., <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/psychologie-hirnforschung/das-manifest/852357>
- ² Tretter, Felix / Grünhut, Christine: Ist das Gehirn der Geist?, Göttingen 2010.

NEURO-KOMMUNIKATION AM BEISPIEL DER FUNKTIONELLEN MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE

STEPHAN SCHLEIM || Die Hirnforschung hat in den letzten Jahren in zunehmendem Maße mediale Aufmerksamkeit erhalten. Dies ist durch wissenschaftssoziologische Untersuchungen belegt, insbesondere für Untersuchungen mit der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT). In diesem Kapitel werde ich zunächst verschiedene Rollen der Kommunikation in Wissenschaft und Wissenschaftsjournalismus vorstellen. Danach werde ich die wesentlichen Forschungsergebnisse zur Neuro-Kommunikation sowie ihren sozialen Implikationen zusammenfassen. Zum Schluss werde ich meine Verbesserungsvorschläge vorstellen und ein vorläufiges Resümee ziehen.

„Heute sind es noch Geheimzeichen, morgen wird man vielleicht Geistes- und Hirnerkrankungen aus ihnen erkennen und übermorgen sich gar schon Briefe in Hirnschrift schreiben.“¹

Dass die Hirnforschung zumindest in bestimmten Teilen in zunehmendem Maße mediale Aufmerksamkeit erhalten hat, entspricht nicht nur dem subjektiven Eindruck vieler, die in den Neurowissenschaften sowie angrenzenden Bereichen arbeiten, sondern ist zudem wissenschaftssoziologisch gut belegt. Dies gilt insbesondere für Forschung mit der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT), die den Eindruck vermittelte, man könne „dem Gehirn beim Denken zuschauen“ und so alte Fragen zum Denken, Fühlen und Handeln von Menschen mit neuen wissenschaftlichen Verfahren besser verstehen oder beantworten. Wie das Eingangszitat zeigt, gab es die Erwartung, durch die Untersuchung von Gehirnaktivierung neue Erkenntnisse über den psychisch gesunden wie kranken Menschen zu erhalten, schon gut 60 Jahre vor der Entwicklung der fMRT, nämlich bereits 1930 anlässlich der Entwicklung der Elektroenzephalografie. Diese Beobachtung wirft die Frage auf, ob es sich bei der erwähnten fMRT-Forschung nur um einen weiteren Hype

handelt; eine Vermutung, die auch Kritiker des Verfahrens beziehungsweise seiner Anwendung äußern.

Im Folgenden werde ich zunächst verschiedene Rollenverständnisse von Wissenschaft und Wissenschaftsjournalismus vorstellen. Dabei werden verschiedene Attitüden der Wissenschaftskommunikation besprochen; das erste Kapitel ist damit unabhängig von der Hirnforschung und lässt sich problemlos auf andere Disziplinen übertragen. Im zweiten Teil wird es darum gehen, welche Aussagen sich aufgrund wissenschaftssoziologischer Untersuchungen über die Wissenschaftskommunikation der Hirnforschung, vor allem der fMRT in englischsprachigen Printmedien, treffen lassen. Dies wird eine Antwort auf die Frage geben, welche der im ersten Teil vorgestellten Attitüden die Berichterstattung zumindest vorübergehend dominiert hat. Im dritten Teil präsentiere ich meine eigenen Verbesserungsvorschläge und abschließend ziehe ich im vierten Teil mein Resümee zur gegenwärtigen Lage der Neuro-Kommunikation, auch im Hinblick auf das Human Brain Project in der EU beziehungsweise das BRAIN-Project in den USA, die jeweils mit Geldern im Milliardenbereich unterstützt werden.

ROLLEN DER WISSENSCHAFT UND DES JOURNALISMUS

An der Wissenschaftskommunikation sind sowohl innerhalb als auch außerhalb der Wissenschaften verschiedene Akteure beteiligt: öffentliche wie private Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Kliniken – deren forschendes beziehungsweise behandelndes Personal selbst sowie auf Medienkommunikation spezialisierte Presseabteilungen –, Journalisten, Redaktionen, Herausgeber, Fördereinrichtungen, Industriepartner, Regierungsstellen und natürlich die Adressaten in allen gesellschaftlichen Bereichen. Diese Akteure können unterschiedliche, ja sogar gegensätzliche Interessen verfolgen.² So könnte etwa einer Forscherin daran liegen, ihren Fund möglichst sachlich zu kommunizieren, um Vorwürfe von Kollegen, sie würde ihre Forschung zur Erlangung von Aufmerksamkeit und Fördermitteln über Gebühr übertreiben, zu vermeiden. Die Presseabteilung ihres Arbeitgebers könnte jedoch zur Steigerung des Prestiges den innovativen Aspekt hervorheben, eine Redaktion wiederum die mögliche (klinische) Relevanz, um ein breites öffentliches Interesse und eine gute Verkaufbarkeit zu gewährleisten. So kann ein wissenschaftliches Ergebnis auf unterschiedliche Weisen, von skeptischer Zurückhaltung bis zu reißerischer Vermarktung, kommuniziert werden, auch wenn das Ergebnis noch vorläufig ist.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) formulierte in ihrer Denkschrift zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis einige Empfehlungen, darunter allgemeine Prinzipien wissenschaftlicher Arbeit, wozu sie es zählte, „alle Ergebnisse konsequent selbst anzuzweifeln“.³ Im Abschnitt über Normen der Wissenschaft wird dies unter Verweis auf den Physiker und früheren Präsidenten der DFG Heinz Maier-Leibnitz so ausgeführt, dass ein Naturwissenschaftler insbesondere zum Zweifel an dem erzogen wird, „was seinem Herzen nahe liegt“.⁴ Im Interesse der kontinuierlichen Überprüfung und Verbesserung von Forschungsergebnissen und -schlussfolgerungen hat auch der ein globales Netzwerk von 105 wissenschaftlichen Akademien umspannende InterAcademy Council in jüngerer Zeit Skeptizismus in eine Liste mit sieben fundamentalen Werten der Forschung aufgenommen.⁵ Zurückhaltung oder gar Skepsis gegenüber Forschungsergebnis-

sen, manchen Stimmen zufolge insbesondere den eigenen, wird also von hochrangigen Kommissionen als unerlässlich angesehen.

Demgegenüber scheint die wissenschaftsjournalistische Berichterstattung einen größeren Spielraum zu besitzen: So unterscheiden die Beiträge eines Themenschwerpunkts Wissenschaftsjournalismus in der Fachzeitschrift „Nature“ drei verschiedene Rollen, von denen nur eine, die des Wachhunds, der die Ergebnisse kritisch hinterfragt und womöglich gar Fehler aufdeckt, Skepsis und Zurückhaltung näherkommt. Die beiden anderen Rollen sind das Anbeten (worshipping) – damit ist gemeint, Informationen unhinterfragt von einer bestimmten Autorität, hier der Wissenschaftler, zu übernehmen – und Anfeuern (cheerleading) – ein Verständnis, bei dem es darum geht, die Gesellschaft davon zu überzeugen, dass die Wissenschaft die Lösung der sozialen Probleme herbeiführen wird.⁶ Im Folgenden geht es darum, welche dieser Rollen in der Berichterstattung um die bildgebende Hirnforschung die häufigste ist.

TRENDS IN DER NEURO-KOMMUNIKATION

Mit der Untersuchung der populärwissenschaftlichen Kommunikation über die Hirnforschung, insbesondere die bildgebende Forschung, haben sich schon früh die Kanadier Eric Racine und Judy Illes beschäftigt; ihre Arbeit „fMRI in the Public Eye“ aus dem Jahr 2005 ist inzwischen ein Zitationsklassiker.⁷ Darin haben sie einen starken Anstieg in der Berichterstattung über fMRT-Forschung in englischsprachigen Printmedien im Zeitraum 1991-2004 festgestellt und 132 solcher Artikel aus einer Datenbank mit Blick auf verschiedene inhaltliche Kriterien untersucht: ob beispielsweise die Möglichkeiten und Grenzen der Technologie beschrieben werden oder der Ton der Darstellung allgemein optimistisch, ausgewogen oder kritisch ist. Da von dieser Gruppe inzwischen ausführlichere und neuere Untersuchungen vorliegen, werde ich im Folgenden deren Ergebnisse kurz zusammenfassen. Es sei jedoch erst darauf verwiesen, dass Racine und Kollegen schon in ihrer ersten Arbeit zur medialen fMRT-Kommunikation die Konzepte des Neuro-Realismus, Neuro-Essenzialismus und der Neuro-Politik prägten, für die sie zahlreiche Beispiele in den untersuchten Artikeln fanden.

Neuro-Realismus bezieht sich darauf, das Vorliegen eines psychischen Phänomens, etwa von Schmerz, anhand eines fMRT-Hirnschans festzumachen, zum Beispiel dadurch, ob sich bei einem Menschen erhöhte Aktivierung im anterioren zingulären Kortex messen lässt. Mit Neuro-Essenzialismus ist gemeint, dass das Gehirn die grammatikalische Rolle der Person einnimmt, dass also nicht mehr die Person beispielsweise denkt, fühlt oder handelt, sondern das Gehirn; in der Philosophie wurde diese Redeweise schon als mereologischer Fehlschluss kritisiert, als die Anwendung eines Prädikats (wie „entscheiden“) auf einen Teil einer Person (hier: das Gehirn), obwohl dieses Prädikat sinnvollerweise nur einer Person zugeschrieben werden könne (also zum Beispiel „die Person entschied sich für ein warmes Mittagessen“, anstatt „das Gehirn entschied sich für ein warmes Mittagessen“). Mit Neuro-Politik ist schließlich gemeint, dass Ergebnisse aus der fMRT-Forschung zur Unterstützung bestimmter politischer und persönlicher Zielsetzungen verwendet werden, etwa ein Umbau des Schulsystems zur Gewährleistung „gehirngerechten“ Lernens.

In ihrer meines Wissens nach bisher umfangreichsten Untersuchung zur Neuro-Kommunikation haben Eric Racine, Judy Illes und Kollegen neben der fMRT auch noch andere neurowissenschaftliche Technologien mit einbezogen, nämlich die älteren bildgebenden Verfahren PET beziehungsweise SPECT,⁸ die Elektroenzephalografie (EEG), Neurostimulation und Neurogenetik.⁹ Für den Zeitraum von 1995 bis 2004 haben die Autoren insgesamt 1.256 Artikel in englischsprachigen Printmedien (70 % USA, 30 % Vereinigtes Königreich) untersucht. Die absolute Anzahl von Berichten über PET und SPECT nahm über die Jahre ab (insgesamt 335 Artikel), für EEG (284) und Neurogenetik (179) blieb sie in etwa gleich und für Neurostimulation (235) und fMRT (223) nahm sie über die Jahre zu. Von den insgesamt vierzehn Faktoren, die die Autoren in ihrer Stichprobe untersucht haben, sei hier nur eine Auswahl näher besprochen: die Erklärung der Technologie (keine, einfach, ausführlich), der allgemeine Ton der Berichterstattung (optimistisch, neutral, ausgewogen oder kritisch), das Verweisen auf mögliche klinische Vorteile (z. B. Verbesserung von Behandlung oder Diagnose), das Besprechen

wissenschaftlicher und medizinischer Fragen (z. B. Reliabilität, Validität, Sicherheit und Nebenwirkungen) oder ethischer, rechtlicher und sozialer Aspekte (z. B. Vertraulichkeit und Privatheit, Gerechtigkeit und Ressourcenverteilung, Diskriminierung und Stigma).

Mit der Ausnahme von Neurostimulation enthielten mehr als drei Viertel der Berichte über die anderen Verfahren gar keine Erklärung der Technologie; bei Neurostimulation enthielten etwa zwei Drittel einfache (zwei bis drei Zeilen) oder gar ausführliche (mehr als drei Zeilen) Erklärungen. In etwa die Hälfte der Berichte über EEG oder Neurostimulation waren optimistisch, das heißt mit einem Schwerpunkt auf Vorteilen der Forschung und ihrer Anwendung, in etwa ein Viertel ausgewogen, das heißt mit einer Diskussion von sowohl Vorteilen als auch Problemen. Die eng verwandten Verfahren PET, SPECT und fMRT wurden in etwa einem Drittel der Fälle optimistisch beschrieben, mehrheitlich aber neutral, das heißt weder mit Verweis auf Vorteile noch auf Probleme; etwa ein Viertel der Berichte diskutierte Forschung mit diesen Verfahren ausgewogen oder gar kritisch. Neurogenetik stellte eine Ausnahme dar, da zwar auch hier etwa ein Drittel der Berichte optimistisch war, jedoch knapp die Hälfte ausgewogen und in etwa ein Achtel kritisch. Damit war die ausgewogene und kritische Berichterstattung für Neurogenetik auch signifikant häufiger als bei den anderen Verfahren. Insgesamt überwog für alle Neurotechnologien aber die optimistische Darstellung.

Klinische Vorteile wurden in 60,0 % aller Berichte angesprochen, besonders häufig für EEG (67,6 %), Neurostimulation (79,1 %) und Neurogenetik (81,0 %); bei PET (47,5) und vor allem fMRT (30,5) hingegen waren es weniger. Die Unterschiede dieses Faktors waren zwischen den verschiedenen Technologien statistisch signifikant. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren gab es hingegen für die Besprechung wissenschaftlicher und medizinischer Einschränkungen; diese variierten zwischen 9,5 % für Neurogenetik und 20 % bei PET und SPECT. In einem ähnlichen Rahmen bewegte sich die Häufigkeit angesprochener ethischer, rechtlicher und sozialer Aspekte, nämlich von 9,4 % der Berichte für fMRT bis zu 15,2 % für PET. Eine Ausnahme stellte hier aber – der Zusammenfassung

über den Ton der Berichterstattung oben entsprechend – die Neurogenetik mit 46,4 % dar. Der Mittelwert über alle Verfahren betrug 17,5 % und die Unterschiede dieses Faktors waren statistisch signifikant.

Damit sind die allgemeinen Trends in der Neuro-Kommunikation dargestellt; es ist aber auch deutlich geworden, dass es vereinzelt Ausnahmen gibt, vor allem bei den beiden Technologien, die am häufigsten mit klinischen Vorteilen in Zusammenhang gebracht werden, nämlich Neurostimulation und Neurogenetik. Während bei Ersterer die Technologie ausführlicher erklärt wurde, wurde Letztere besonders ausgewogen oder gar kritisch in den Medien diskutiert. In dem eher qualitativen als quantitativen Teil ihrer Publikation heben Racine und Kollegen insbesondere mögliche Folgen für die Psychiatrie hervor: Durch die überwiegend optimistische Berichterstattung und damit häufig einhergehende Beispiele für Neuro-Realismus und Neuro-Essentialismus könnten weitreichende öffentliche Erwartungen geweckt werden.

Am Rande sei hier noch die kleinere Untersuchung von Laryionava und Gross erwähnt, die die Berichterstattung über Neuroprothesen in deutschen Printmedien der Jahre 1999 bis 2009 untersucht haben.¹⁰ Für diesen Zeitraum haben sie insgesamt 286 Berichte gefunden und in ähnlicher Weise wie Racine und Kollegen analysiert: In 26,9 % der Artikel wurde die Technologie überhaupt nicht erklärt, in 55,6 % kurz, nämlich in ein oder zwei Sätzen, und in 17,5 % ausführlicher. Mit 51 % war die Mehrheit der Berichte unkritisch, 26,9 % waren neutral, also ohne auf Vorteile oder Risiken einzugehen, 18,9 % ausgewogen und 3,1 % kritisch. Damit entsprechen diese Ergebnisse am ehesten den oben genannten Befunden für die Neurostimulation: Es überwiegen deutlich die positiven Artikel, allerdings wird die Technologie vergleichsweise ausführlich erklärt.¹¹

Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass Louise Whiteley kürzlich die Existenz kritischer Berichte über die fMRT hervorhob¹² und Christen Rachul mit Amy Zarzeczny das Aufkommen eines Neuroskeptizismus festgestellt hat.¹³ Diese Thesen widersprechen jedoch nicht den vorherigen Befunden: So hat Whiteley keine repräsentative Untersuchung durchgeführt, sondern selektiv nach kritischer Berichterstattung über

die fMRT gesucht und dabei auch bewusst Artikel im Internet und Blogs mit einbezogen; ferner untersuchte sie die Jahre 2005 bis 2009, während die Untersuchungen von Racine und Kollegen mit Berichten aus dem Jahr 2004 endeten. Dass die zeitliche Dimension hier eine Rolle spielen könnte, wird durch die Untersuchung von Rachul und Zarzeczny gestützt: Sie haben 181 Kommentar- und Reviewartikel aus fünfzig wissenschaftlichen Fachzeitschriften mit hohem Impact-Faktor aus den Jahren 1988 bis 2010 untersucht und dabei festgestellt, dass die relative Anzahl skeptischer Beiträge über bildgebende Verfahren unter Wissenschaftlern zugenommen hat. So standen 2010 schon zehn skeptische nur vier optimistischen Beiträgen gegenüber, während noch bis in die frühen 2000er-Jahre meistens die optimistischen Artikel überwogen. Wenn es seit 2004 unter Fachwissenschaftlern langsam einen Meinungsumschwung vom Optimismus zum Skeptizismus über die Möglichkeiten der bildgebenden Hirnforschung gekommen ist, dann ist wenig überraschend, dass sich diese Haltung auf Dauer auch auf die populärwissenschaftlichen Medien auswirkt. Die hauptsächlich geäußerten Gründe für den Neuroskeptizismus waren nach Rachul und Zarzeczny übrigens Probleme bei der Analyse und Schlussfolgerung, der Verdacht der Über-Interpretation, und Zweifel am Nutzen der Methode.

Mit der öffentlichen Wahrnehmung der Neurowissenschaften und deren sozialen Folgen hat sich in jüngster Zeit Clíodhna O'Connor sehr ausführlich beschäftigt. Sie und ihre Kollegen haben die in einer Datenbank gespeicherten Berichte sechs großer Britischer Zeitungen nach neurowissenschaftlichen Themen untersucht und für den Zeitraum von 2000 bis 2010 2.931 Artikel gefunden.¹⁴ Die Anzahl der jährlichen Berichte verdoppelte sich beinahe von 2000 bis 2006, wo sie mit ca. 350 ihren vorläufigen Höhepunkt erfuhr. 2007 und vor allem 2009 kam es zu Einbrüchen; 2010 war aber das Niveau von 2006 beinahe wieder erreicht. Im Fokus ihrer Untersuchung standen allerdings anders als bei Racine und Kollegen vor allem die Themen, über die berichtet wurde. Aus ihren Ergebnissen lässt sich also ablesen, welche Teile der Hirnforschung die Öffentlichkeit am meisten interessieren – oder wovon das zumindest die verantwortlichen Journalisten und Redakteure denken. Das waren mit

43,4 % vor allem Gehirnoptimierung, mit 36,1 % Psychopathologie (angeführt von Demenz mit 16,3 %, Abhängigkeit mit 7,2 % und Gemütsstörungen mit 5,5 %), mit 24,4 % grundlegende Funktionen (etwa Lernen und Gedächtnis, Schlaf, Wahrnehmung, Emotion), mit 13,6 % angewandte Kontexte (etwa Bildung, Wirtschaft, Musik und Kunst) und mit 13,5 % Elternschaft (etwa Erziehung und Schwangerschaft).

Kurz sei noch erwähnt, dass diese Autoren in Ergänzung zu diesen quantitativen Befunden in einer Folgearbeit diskutieren, inwiefern die Neurowissenschaften das Menschenbild von Laien beeinflusst haben.¹⁵ Dies geschieht vor allem mit Blick auf die drei Fragen, ob die Neurowissenschaften eine Konzeption eines in der Biologie gegründeten Selbst verfestigen, ob sie eine Konzeption eines prädestinierten individuellen Schicksals unterstützen und ob sie das mit bestimmten sozialen Kategorien verbundene Stigma reduzieren. Die ersten beiden Fragen beantworteten sie im Einklang mit etablierten Modellen über die Auswirkungen von Wissenschaftskommunikation¹⁶ mit der vorläufigen Schlussfolgerung, dass Laien wissenschaftliche Befunde eher in ihr Weltbild integrieren, anstatt ihr Weltbild anzupassen. Zur Beantwortung der dritten Frage stellen sie fest, dass die Biologisierung klinisch-psychologischer beziehungsweise psychiatrischer Kategorien zwar Schuldvorwürfe Dritter reduzieren können, die Betroffenen darum aber nicht weniger sozial ausgegrenzt würden und entsprechende Diagnosen mit dem Risiko sich selbst erfüllender Prophezeiungen und des Fatalismus einhergingen.

Mit Blick auf die im ersten Kapitel vorgestellten Rollen des Journalismus lässt sich vorläufig feststellen, dass bei der Neuro-Kommunikation in den Printmedien eher ein positives, kollaboratives Verständnis gegenüber der Wissenschaft gemäß den Vorstellungen des Anbetens und Anfeuerns zu überwiegen scheint, das die optimistische Berichterstattung erklärt, als ein Verständnis der Wachhundfunktion. Diese optimistische Haltung scheint aber – zumindest für die bildgebende Hirnforschung – auch lange Zeit in den wissenschaftlichen Fachzeitschriften dominiert zu haben. Jüngere Befunde unterstreichen, dass es auch kritische Berichte gab, und in der wissenschaftlichen Gemeinschaft womöglich ein Um-

denken stattgefunden hat. Diese eher deskriptive Diskussion verschiedener Tendenzen in der Neuro-Kommunikation und möglicher Auswirkungen auf die Gesellschaft wirft die normative Frage auf, wie diese Kommunikation idealerweise stattfinden sollte.

VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE

Zwar deutet der Überhang der optimistischen Perspektive in Medienberichten auf eine verzerrte Wissenschaftskommunikation hin und geben manche Wissenschaftler dafür gerne Journalisten die Schuld, doch fassen Tanja Bubela und Kollegen mehrere Studien zusammen, die zu dem Ergebnis kommen, dass sich Forscher in ihrer Kommunikation oft selbst Metaphern bedienen, die mit Durchbrüchen verbunden werden – selbst dann, wenn ihr Ergebnis nur ein kleines Erkenntnisglied in einer großen Wissenskette darstelle.¹⁷ Caulfield und Condit versuchten sich an einer ausführlicheren Analyse der Quellen des Hypes und identifizierten in ihrem Erklärungsmodell unter anderem den Publikations- sowie Kommerzialisierungsdruck, institutionelle Pressemitteilungen und Medienpraktiken.¹⁸ Diese Versuche tragen zwar alle zu einem Verständnis der Kommunikationsvorgänge bei, halten sich jedoch mit normativen Ratschlägen zurück, auch wenn mitunter vor den Risiken übertriebener Versprechen gewarnt wird.

Mehr könnte man von der Publikation mit dem Titel „Neurotalk: improving the communication of neuroscience research“ erwarten, an der die bereits erwähnte Judy Illes sowie andere namhafte Neurowissenschaftler und Ethiker maßgeblich beteiligt waren.¹⁹ Auffällig ist allerdings, dass mit Verbesserung der Kommunikation vor allem gemeint ist, die Situation der Kommunizierenden zu verbessern, das heißt Medientrainings durch- und institutionelle Maßstäbe zur Belohnung von Kommunikationstätigkeiten einzuführen. Es geht im Wesentlichen um das Vermitteln von Kompetenzen, das Aufbauen von Informationsnetzwerken mit einigen Neurowissenschaftlern als „Wissenshändlern“ (knowledge broker) und schließlich die qualitativ gewogene Belohnung erfolgreicher Kommunikationstätigkeit. Ob eine gelungene Kommunikation als solche zu verstehen ist, die einen bestimmten wissenschaftlichen Befund möglichst originalgetreu transportiert,

oder als solche, die einen möglichst großen Adressatenkreis anzusprechen und für das Programm der Neurowissenschaften zu gewinnen versteht, diese Entscheidung bleibt dem Leser bzw. der Leserin überlassen. Dabei sei am Rande darauf verwiesen, dass es beispielsweise sogar die Ethikrichtlinien der American Psychological Association erfordern, dass Psychologen vernünftige Schritte zur Korrektur unternehmen, wenn sie von einem Missbrauch oder der Fehldarstellung ihrer Forschung erfahren.²⁰

Dieser unklaren und meines Erachtens unbefriedigenden Situation möchte ich hier als Diskussionsgrundlage eigene Vorschläge entgegenstellen. Ein zentraler Aspekt ist sicherlich die Angemessenheit von Vereinfachungen, was vielleicht das Hauptaugenmerk der Wissenschaftler darstellt, in Abwägung mit ihrer Zielgruppengerechtigkeit, die meistens Redakteure beziehungsweise Journalisten viel besser beurteilen können – und müssen – als hoch qualifizierte Akademiker. Auch wenn vielleicht viele der allgemeinen Forderung zustimmen würden, dass eine Vereinfachung nicht so weit gehen sollte, dass sie den ursprünglichen Befund verfälscht, lässt sich eine Entscheidung darüber wohl nur im Einzelfall treffen und ist es gut möglich, dass sie in gewissem Maß im Auge des Betrachters bleibt. Dennoch haben sich meiner Erfahrung nach – sowohl als kommunizierender Wissenschaftler als auch als Wissenschaftsjournalist – die folgenden Prinzipien bewährt:

Für Wissenschaftler:

- Finden Sie eine ausgewogene Balance zwischen Vereinfachung und angemessener Repräsentation Ihrer Forschung; absolvieren Sie gegebenenfalls ein Medientraining, in dem konkrete Beispiele kritisch besprochen werden.
- Treffen Sie schriftliche Vereinbarungen über die Zusammenarbeit, zum Beispiel die verpflichtende Bestätigung der in Ihrem Namen veröffentlichten Aussagen.
- Fordern Sie diese zur Not auch ein, selbst wenn Ihnen das unangenehm ist; beispielsweise besteht in Deutschland bereits seit 1874 ein Recht zur Gegendarstellung, das konkrete Maßnahmen zur Richtigstellung eines Sachverhalts vorsieht.²¹

Für Journalisten:

- Fragen Sie, je nach Möglichkeit und Medienformat, jemanden von einer unabhängigen Forschergruppe nach einer zweiten Meinung und geben Sie gegebenenfalls die wissenschaftliche Kontroverse wider.
- Lassen Sie sich Fakten bestätigen.
- Geben Sie auch Grundlagenforschung mehr Raum, damit die Öffentlichkeit ein repräsentativeres Bild über den Stand eines Forschungsgebiets erhält.

Für alle Beteiligten:

- Markieren Sie vorläufige oder einzelne Funde gegenüber repliziertem Wissen als solche.
- Beschränken Sie sich nicht auf die Darstellung suggestiver Sonderfälle oder Ausreißer.

Diese Punkte könnten anhand konkreter Beispiele ausführlicher diskutiert werden, worauf hier aus Platzgründen verzichtet werden muss.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der im zweiten Kapitel vorläufig nachvollzogene Übergang vom Hype zu Neuroskeptizismus legt den Verdacht nahe, es könnte sich bei dieser Entwicklung der Neuro-Kommunikation um einen Gartner-Hype-Zyklus handeln: Ein technologischer Auslöser – zum Beispiel die Entwicklung der fMRT als Methode zur relativ sicheren und räumlich genaueren Untersuchung der Gehirnfunktion im lebenden Versuchstier wie Menschen – führt zu einer Explosion der Erwartungen bis zu deren Höhepunkt, der von einem Tiefpunkt der Desillusionierung gefolgt wird; erst danach wird ein Weg der Aufklärung eingeschlagen, der schließlich zu einem Plateau der Produktivität führt.²² Dieses Erklärungsmuster erkennt jedoch, dass sich die hier diskutierte Kritik vor allem gegen die bildgebende Hirnforschung beziehungsweise insbesondere die fMRT richtet, die in der populärwissenschaftlichen Berichterstattung eine über die Jahre hinweg zunehmende Rolle gespielt hat, jedoch nicht pars pro toto für die gesamten Neurowissenschaften stehen kann; es erkennt auch, dass die Neurowissenschaften der (mutmaßlichen) Desillusionierung beziehungsweise des zunehmenden Neuroskeptizismus zum Trotz offenbar nichts an ihrer wissenschaftspolitischen Bedeutung eingebüßt haben, sondern im Gegenteil die

jüngsten Entscheidungen, sowohl das europäische Human Brain Project als auch das US-amerikanische BRAIN-Project mit Fördermitteln im Milliardenbereich auszustatten, die hohe öffentliche wie privatwirtschaftliche Priorität der Neurowissenschaften unterstreichen.

Es scheint allerdings so, als hätten diejenigen, die vor einigen Jahren ein neues Neuro-Menschenbild proklamierten,²³ die Dynamik der Wissenschaftskommunikation unterschätzt: Es scheint keinesfalls so zu sein, dass Menschen ihr Selbstbeziehungsweise ihr Weltbild sofort umwerfen, wenn ihnen ein Hirnforscher dessen Unhaltbarkeit vorwirft – und sie tun womöglich sogar gut daran, wenn man bedenkt, dass auch die Ergebnisse der Neurowissenschaften stets von Vorannahmen abhängen und Interpretationen bedürfen, ganz besonders in deren philosophisch sensiblen Bereichen, wie bei der Diskussion um die Willensfreiheit oder die Existenz „gefährlicher“ Gehirne.²⁴ Wenn in so manchem Kommunikationskontext die Bezeichnung „Neurowissenschaftler“ schon standardmäßig ein Misstrauen hervorruft, dann ist das ein Anzeichen dafür, dass es manche Vertreter dieser Disziplinen oder auch Wissenschaftsjournalisten mit der Darstellung von Versprechen und philosophischen Implikationen zu weit getrieben haben. Da die Neurowissenschaften sicher noch über viele Jahre von hoher Bedeutung bleiben werden – sowohl inner-, inter- als auch transdisziplinär –, können viele Beteiligte etwas durch die Reflexion des Kommunikationsverhaltens lernen. Einige erste Vorschläge habe ich hier zur Diskussion gestellt.

|| STEPHAN SCHLEIM, PHD, M.A.

Visiting Researcher am Munich Center for Neurosciences, Ludwig-Maximilians-Universität München; Assistant Professor für Theorie und Geschichte der Psychologie, Universität Groningen

ANMERKUNGEN

- ¹ Aus einer Meldung des Stadt-Anzeigers Düsseldorf vom 6.8.1930 anlässlich der Entwicklung der Elektroenzephalografie, zitiert nach Borck, Cornelius: *Hirnströme – Eine Kulturgeschichte der Elektroenzephalographie*, Wallstein 2005, S. 7.
- ² Ein Brainstorming, welche Akteure es gibt und welche Interessen sie vertreten, eignet sich meiner Erfahrung nach hervorragend für ein universitäres Seminar. Master-Studierende, mit denen ich dies wiederholt in Groningen durchgeführt habe, kamen bisher jedoch nicht eigenständig auf die Idee, dass die Adressaten ein Interesse an einer möglichst korrekten Kommunikation haben könnten.
- ³ Deutsche Forschungsgemeinschaft: *Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis*, Denkschrift, Weinheim 1998, S. 7.
- ⁴ Ebd., S. 27.
- ⁵ InterAcademy Council: *Responsible Conduct in the Global Research Enterprise – A Policy Report*, 2012, S. 7 f.
- ⁶ Themenschwerpunkt Wissenschaftsjournalismus, in: *Nature* 459/2009, S. 1054-1057.
- ⁷ Racine, Eric / Bar-Ilan, Ofek / Illes, Judy: *fMRI in the public eye*, in: *Nature Reviews Neuroscience* 6/2005, S. 159-164.
- ⁸ PET steht für Positronenemissionstomographie, SPECT für Single-Photon Emission Computed Tomography; die Forschung mit diesen Verfahren ist seit Einführung der fMRT relativ zurückgegangen, da hierfür die Verwendung radioaktiver Kontrastmittel erforderlich ist, sich damit keine detaillierten anatomischen Aufnahmen anfertigen lassen (wie z. B. bei der anatomischen / strukturellen MRT) und ihre räumliche wie zeitliche Auflösung in der Regel wesentlich gröber ist.
- ⁹ Racine, Eric / Waldman, Sarah / Rosenberg, Jarett / Illes, Judy: *Contemporary neuroscience in the media*, in: *Social Science & Medicine* 71/2010, S. 725-733.
- ¹⁰ Laryionava, Katsiaryna / Gross, Dominik: *Public Understanding of Neural Prosthetics in Germany – Ethical, Social, and Cultural Challenges*, in: *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics* 20/2011, S. 434-439.
- ¹¹ Für eine weitreichendere Analyse der Neuro-Kommunikation und Wissenschaftssoziologie der Hirnforschung, vor allem auch im deutschsprachigen Bereich, sei hier verwiesen auf die Dissertation von Heinemann, Torsten: *Populäre Wissenschaft – Hirnforschung zwischen Labor und Talkshow*, Göttingen 2012.
- ¹² Whiteley, Louise: *Resisting the revelatory scanner? Critical engagements with fMRI in popular media*, in: *BioSocieties* 7/2012, S. 245-272.
- ¹³ Rachul, Christen / Zarzecny, Amy: *The rise of neuroskepticism*, in: *International Journal of Law and Psychiatry* 35/2012, S. 77-81.
- ¹⁴ O'Connor, Clodna / Rees, Geraint / Joffe, Helene: *Neuroscience in the Public Sphere*, in: *Neuron* 74/2012, S. 220-226.

- ¹⁵ O'Connor, Cliodna / Joffe, Helene: How has neuroscience affected lay understandings of personhood? A review of the evidence, in: *Public Understanding of Science* 22/2013, S. 254-268.
- ¹⁶ Siehe z. B. Bubela, Tania / Nisbet, Matthew C. / Borchelt, Rick u. a.: Science communication reconsidered, in: *Nature Biotechnology* 27/2009, S. 514-518.
- ¹⁷ Ebd.
- ¹⁸ Caulfield, Timothy / Condit, Celeste: Science and the Sources of Hype, in: *Public Health Genomics* 15/2012, S. 209-217. Vergleiche hierzu auch die systemtheoretischen Überlegungen zur Funktionsweise der Medien im Kontext der Neurowissenschaften von Nassehi, Armin / Seßler, Katharina: Hirnforschung in Gesellschaft, in: *Widerspruch* 49/2009, S. 33-43.
- ¹⁹ Illes, Judy / Moser, Mary Anne / McCormick, Jennifer u. a.: Neurotalk – improving the communication of neuroscience research, in: *Nature Reviews Neuroscience* 11/2010, S. 61-69.
- ²⁰ Siehe Artikel 1.01 der Ethikprinzipien der APA, <http://www.apa.org/ethics/code/index.aspx?item=4>, Stand: 12.8.2013.
- ²¹ Siehe § 11 des Reichspressegesetzes vom 7. Mai 1874, heute in den Pressegesetzen der Länder geregelt.
- ²² Siehe dazu etwa Borup, Mads / Brown, Nik / Konrad, Kornelia / van Lente, Harro: The Sociology of Expectations in Science and Technology, in: *Technology Analysis & Strategic Management* 18/2006, S. 285-298. Des Erklärungsmusters des Gartner-Hype-Zyklus bedient sich beispielsweise auch Felix Hasler in seinem Buch: *Neuromythologie – Eine Streitschrift gegen die Deutungsmacht der Hirnforschung*, Bielefeld 2012.
- ²³ Siehe z. B. Monyer, Hannah / Rösler, Frank / Roth, Gerhard u. a.: Das Manifest – Elf führende Neurowissenschaftler über Gegenwart und Zukunft der Hirnforschung, in: *Gehirn & Geist* 6/2004, S. 31-37; Singer, Wolf: Ein neues Menschenbild? Gespräche über Hirnforschung, Frankfurt a. M. 2003; Metzinger, Thomas: Der Preis der Selbsterkenntnis, in: *Gehirn & Geist* 7-8/2006, S. 42-49; dagegen Schleim, Stephan / Aus der Au, Christina: Selbsterkenntnis hat ihren Preis (Replik), in: *Gehirn & Geist* (online), www.gehirn-und-geist.de/alias/r-hauptkategorie/selbsterkenntnis-hat-ihren-preis/856047, Stand: 10.8.2013; Janich, Peter: Kein neues Menschenbild – Zur Sprache der Hirnforschung, Frankfurt a. M. 2009.
- ²⁴ Siehe dazu Schleim, Stephan: *Die Neurogesellschaft – Wie die Hirnforschung Recht und Moral herausfordert*, Hannover 2011.

NEUROPHILOSOPHIE ALS THERAPIE?

Eine kritische Anmerkung

GEORG NORTHOFF || Die gegenwärtige Philosophie mit der Annahme eines Geistes wird häufig als „veraltet“ bezeichnet, da sie durch die Ergebnisse der Neurowissenschaften überholt wird. Daher hat sich eine neue Disziplin, die Neurophilosophie, entwickelt. Die Neurophilosophie versucht philosophische Begriffe auf das Gehirn zu beziehen. Der gegenwärtige Beitrag stellt das Konzept einer solchen Neurophilosophie vor und unterzieht es einer kritischen Beleuchtung.

NEUROPHILOSOPHISCHE THERAPIE

Die nordamerikanische Philosophin Patricia Churchland war die Erste, die den Begriff der „Neurophilosophie“ 1986 in ihrem gleichnamigen Buch verwendet und eingeführt hat. Sie behandelte in ihrem Buch verschiedene Probleme, die sich ergeben, wenn man den Geist oder die Seele, wie es die Philosophen zu nennen pflegen, im Gehirn lokalisieren will. Der Zusammenhang zwischen Geist und Gehirn wurde zum ersten Mal von Descartes aufgebracht, der den Ort der Interaktion zwischen Geist und Körper in der Zirbeldrüse des Gehirns lokalisierte.

Der erste Philosoph, der den Geist im Gehirn selber komplett verortete, war Arthur Schopenhauer. Arthur Schopenhauer war ein Sohn einer reichen Hamburger Kaufmannsfamilie und daher in der Lage, von seinem ererbten Vermögen ein Leben lang gemeinsam mit seinem Pudel zu leben, ohne arbeiten zu müssen. Er hatte also ein Leben lang Zeit für die Philosophie und das Philosophieren. Und wie er philosophierte ...

Schopenhauer sprach dem Gehirn eine Doppelrolle zu. Wir können das Gehirn beobachten, genauso wie wir andere Dinge beobachten können, wie zum Beispiel den vor mir liegenden Tisch. Das Gehirn ist also, wie Schopenhauer sagte, Objekt unserer Erkenntnis. Das Gehirn ist aber noch viel mehr als nur ein bloßes Objekt der Erkenntnis.

Was ermöglicht uns die Wahrnehmung und Erkenntnis des Tisches vor uns als Tisch? Es ist nicht die Leber, die Milz, die Niere oder ein anderes Organ. Wir nehmen den Tisch nicht mittels unseres Magens, unserer Leber oder der Niere wahr. Es ist das Gehirn, das uns die Wahrnehmung und Erkenntnis des Tisches als Tisch ermöglicht. Wie die Philosophen und Schopenhauer sagen, das Gehirn ist Subjekt der Erkenntnis.

Obwohl andere Psychologen und Philosophen ebenfalls die Bedeutung des Gehirns für unsere Erkenntnis erkannten, entwickelte sich die volle Kraft dieses Gedankens erst in der jüngsten Zeit. Je besser die Neurowissenschaftler das Gehirn und seine verschiedenen Funktionen erfassen konnten, desto deutlicher wurde, dass das Gehirn auch bei mentalen Aktivitäten, wie zum Beispiel Bewusstsein, eine zentrale Rolle spielen muss. Bewusstsein kann dann nicht mehr einem Geist zugeschrieben werden, sondern muss im Gehirn selber verortet werden.

Der Untersuchung der neuronalen Vorgänge bei solchen höheren kognitiven Funktionen, zu denen neben dem Bewusstsein auch der freie Wille, das Selbst, die Empathie, das moralische Urteilen und viele andere ursprünglich mentale Phänomene zählen, hat sich eine Spezialdisziplin innerhalb der Neurowissenschaft verschrieben, die Kognitive Neurowissenschaft.

Auf der philosophischen Seite ist diese Entwicklung von Patricia Churchland mit Ihrem Buch „Neurophilosophie“ zum Ausdruck gebracht worden. Was bedeutet die Kognitive Neurowissenschaft für die Philosophie? Man muss dazu wissen, dass die Kognitive Neurowissenschaft Phänomene untersucht, die ursprünglich dem Geist zugeschrieben wurden. Da der Geist als Domäne der Philosophie angesehen wurde, war zum Beispiel die Frage nach dem Bewusstsein eine philosophische Frage. Dementsprechend wurden auch philosophische Methoden zur Untersuchung des Geistes im Allgemeinen und des Bewusstseins im Speziellen angewendet.

Was ist die Methodik der philosophischen Untersuchung? Die Philosophie untersucht Begriffe, sogenannte Konzepte, wie zum Beispiel das Konzept des Bewusstseins. Wie wird das Bewusstsein definiert? Wann kann man von Bewusstsein sprechen? Das Bewusstsein kann entweder durch bestimmte Inhalte definiert werden oder durch eine bestimmte Form, z. B. die Form der Einheit.

Die Methodik der Philosophie orientiert sich somit an Begriffen und Konzepten, untersucht diese und prüft, ob die Definition und Kriterien des fraglichen Begriffes in Übereinstimmung mit denen anderer Begriffe und Konzepte sind. Wenn zum Beispiel das Bewusstsein als zentrales Merkmal des Geistes so und so definiert wird, muss auch der Begriff des Geistes auf eine bestimmte Art und Weise determiniert werden.

Churchland fragt sich nun, ob eine solche philosophische Begriffsuntersuchung noch adäquat ist. Funktionen des Geistes wie Bewusstsein, freier Wille etc. hängen offensichtlich eng mit Gehirnfunktionen zusammen – dies zeigt uns die Kognitive Neurowissenschaft. Wenn aber das Bewusstsein eng mit dem Gehirn zusammenhängt, dann müssen wir das Gehirn selber erforschen und nicht nur den Begriff oder das Konzept untersuchen.

Die logische Analyse der Begriffe wird dann durch eine empirische Untersuchung des Gehirns ersetzt. Neurophilosophie ist genau das. Sie schlägt vor, dass wir ursprünglich philosophische Begriffe wie Bewusstsein und Selbst nicht mehr rein logisch und begrifflich untersuchen, sondern empirisch und neuronal.

Was bedeutet das für die ursprünglich philosophischen Konzepte wie Geist, Bewusstsein, freier

Wille etc.? Sie sind dann nicht mehr philosophische Konzepte im Kopf eines Philosophen, sondern neuronale Funktionen des Gehirns. Churchland geht aber noch einen Schritt weiter. Wenn die ursprünglichen philosophischen Konzepte neuronale Funktionen des Gehirns sind, brauchen wir die philosophischen Konzepte selber nicht mehr. In anderen Worten, wir können die philosophischen Konzepte als überflüssigen Abfall rauswerfen auf den Müllplatz der Geschichte.

WIRKSAMKEIT DER NEUROPHILOSOPHISCHEN THERAPIE

Was bedeutet das für den Begriff der Neurophilosophie? Neurophilosophie muss in einem metaphorischen Sinne verstanden werden. Alles, was ursprünglich philosophisch war, wird jetzt zur Funktion des Gehirns neuronalisiert. Wenn aber alles neuronalisiert werden kann, dann ist die Philosophie nicht mehr notwendig, denn dann wird letztendlich die Philosophie komplett durch die Neurowissenschaften, speziell die Kognitiven Neurowissenschaften, ersetzt. Die Neurophilosophie selber ist dann nur ein Zwischenstadium auf dem Weg von der Philosophie zu den Neurowissenschaften.

Die Philosophie, wie sie lange in den Wissenschaften vorherrschte, wird dann komplett und total durch die Neurowissenschaften ersetzt. Der Totalitarismus der Philosophie, den sie lange ausübte, wird jetzt, zynisch gesprochen, durch den Totalitarismus der Neurowissenschaften abgelöst. Der Begriff der Neurophilosophie ist dann allerdings insofern irreführend, als er suggeriert, dass sich hier zwei Disziplinen, Philosophie und Neurowissenschaften, zusammengetan haben und miteinander verknüpft sind. Churchland strebt allerdings keine wirkliche Verknüpfung an, sie möchte die totale Auflösung der Philosophie. Die einzige Rolle, die der Philosophie dann noch zukommt, ist des Kommentars und der Zusammenfassung der Ergebnisse der Neurowissenschaften, in der Form einer Theorie oder Philosophie der Neurowissenschaften. Der Begriff der Neurophilosophie ist somit eher metaphorisch denn konkret zu betrachten.

Was bedeutet das für die Methodik der Neurophilosophie? Die Neurophilosophie im Sinne Churchlands verschreibt sich ganz der neurowissenschaftlichen Methodik, der empirischen Unter-

suchung der neuronalen Funktionen des Gehirns, mittels der Beobachtung durch einen Beobachter, den Neurowissenschaftler. Wie kann der Neurowissenschaftler beobachten? Er untersucht das Gehirn und manipuliert seine Funktionen durch geschickte Experimente, die auf die fragliche Funktion zielen. Seine empirische Methodik ist also durch Beobachtung und Experimente gekennzeichnet.

Dies unterscheidet die neurowissenschaftliche Methodik von der philosophischen Methodik. Die philosophische Methodik zielt auf die logische Analyse von Begriffen und Konzepten und, so die traditionelle Philosophie als sogenannte „Lehnstuhlphilosophie“, macht sich die Hände nicht durch Beobachtung und Experimente „schmutzig“. Churchland sieht die Neurophilosophie als methodische Befreiung an, denn sie befreit den Geist aus dem, was man die „konzeptuelle Versklavung“ der Philosophie nennen kann.

Ja richtig, die neurophilosophische Revolution löst die konzeptuelle Versklavung des Geistes durch die Philosophie auf. Aber sie ersetzt den alten, den konzeptuellen Totalitätsanspruch durch eine andere Totalität, die empirische. Die konzeptuelle Versklavung wird also durch die empirische Versklavung ersetzt.

PHILOSOPHIE DES GEISTES ALS THERAPIE

Aber die Neurophilosophie wäre nicht Philosophie, wenn es nicht auch komplexere Modelle geben würde. Churchland schafft die Philosophie quasi ab und ersetzt sie als Disziplin durch die Neurowissenschaften. Ein anderer berühmter gegenwärtiger Philosoph, John R. Searle, der in Berkeley an der amerikanischen Westküste lehrt, sieht das etwas komplexer und differenzierter.

Searle betrachtet die Philosophie des Geistes als zentrale philosophische Disziplin. Sie beschäftigt sich mit der begrifflichen und konzeptuellen Charakterisierung von mentalen Aktivitäten wie freier Wille, Bewusstsein, Selbst, etc. Die Philosophie des Geistes beschäftigt sich also mit der konzeptuell-logischen Durchdringung von mentalen Aktivitäten, die dem Geist zugeschrieben werden. Als solche hat sie eine doppelte Funktion. Zum Einen stellt die Philosophie des Geistes die sogenannten „großen“ Fragen, Fragen wie „was der Geist ist“, „was Bewusstsein ist“ und „warum wir überhaupt Bewusstsein haben?“ etc.

Searle nennt diese „großen“ Fragen „Rahmenfragen“ („framework questions“).

Die Untersuchung von den „großen Fragen“ ist die traditionelle Domäne der Philosophie, welches sie als Disziplin von den empirischen Wissenschaften wie Chemie, Biologie, Neurowissenschaften etc. unterscheidet. Was aber, wenn der Gegenstand der Untersuchung wie zum Beispiel mentale Aktivitäten immer mehr durch „kleine Fragen“ der empirischen Wissenschaft, der Neurowissenschaft im Speziellen, vereinnahmt wird? Rückzug aus dem Kampffeld, ob geordnet oder ungeordnet, und dem Gegner die Waffen kampfflos zu überlassen. Das ist die Medikation „Neurophilosophie“, die Frau Dr. Churchland verschreibt.

Herr Dr. Searle verschreibt etwas anderes. Er denkt gar nicht an Rückzug, sondern an flexible Anpassung an den Feind; schau dir seine Waffen an und du siehst, wie du die deinigen gestalten musst. Also passe deine philosophischen Begriffe und Konzepte an die Notwendigkeiten der Neurowissenschaften an und gestalte die Begriffe des Geistes und seiner mentalen Aktivitäten so, dass sie eine empirische Untersuchung erlauben. Die zweite Aufgabe der Philosophie ist nach Searle somit die Anpassung philosophischer Begriffe und Konzepte an die neurowissenschaftliche Methodik von Beobachtung und Experiment.

Wie sieht eine solche Anpassung aus? Ein für die Philosophie traditionelles Begriffspaar ist Subjektivität und Objektivität. Subjektivität beschreibt das individuelle Erleben bestimmter Inhalte, das nur die erlebende Person selber nicht, aber eine andere Person haben kann. Bewusstsein ist an eine individuelle Person gebunden, wir erleben zum Beispiel bestimmte Gefühle, Gefühle der Angst, bewusst, die jemand anderer so nicht erlebt. Subjektivität, subjektives Erleben und Bewusstsein sind somit an das, was auch Erste-Person Perspektive genannt wird, gebunden.

Im Unterschied dazu steht Objektivität. Hier handelt es sich um Beobachtungen, die durch andere Personen nachvollzogen und somit objektiviert werden können. Beobachtungen in Hinsicht auf bestimmte Funktionen des Gehirns sind solche objektiven Beobachtungen, die nicht an eine individuelle Person gebunden sind, dies beschreibt die sogenannte Dritte-Person-Perspektive.

Die große Frage der Philosophie des Geistes und der Neurophilosophie ist nun: Wie kommt

der Geist, der nur individuell erlebbar und somit subjektiv ist, in das Gehirn, das objektiv beobachtbar ist? Kurz gefasst: Wie kommt das Subjekt in ein Objekt? Auch hier gibt es verschiedene Möglichkeiten. Man kann das Subjekt eliminieren und sagen, dass das, was subjektiver Geist ist, nichts als objektives Gehirn ist. So macht es (mehr oder weniger) Churchland.

Searle geht einen anderen Weg viel geschickter. Er sagt ganz einfach, das, was subjektiv ist, existiert genauso wie das, was objektiv ist. Wenn wir etwas in der Ersten-Person-Perspektive subjektiv erleben, ist es genauso real wie das, was wir in der Dritten-Person-Perspektive beobachten. Und ganz wichtig, beide, Erste- und Dritte-Person-Perspektiven, zielen auf unterschiedliche Realitäten und Existenzen, eine sogenannte Erste- und Dritte-Person-Ontologie, wie Searle es nennt.

Wie aber findet nun die von Searle postulierte Erste-Person-Ontologie ihren Weg in das Gehirn zu den Neurowissenschaften? Ganz einfach. Wenn es real ist und existiert und in dieser Hinsicht von dem, was beobachtet wird in der Dritte-Person-Perspektive unterschieden werden muss, muss das in der Ersten-Person-Perspektive subjektiv Erlebte einem separaten Prozess im Gehirn entsprechen. Dadurch, dass es real ist und existiert, muss Subjektivität in dieser unserer Welt verankert sein, und wenn es dort lokalisiert ist, dann muss es auch erfassbar sein. Und nun ist es endlich einfach, es ist natürlich als Gehirnfunktion erfassbar. Genauso wie die Verdauung als erfassbare Realität und Existenz den Magen beschreibt, so ist die Realität und Existenz von Subjektivität in der Gestalt geistiger Funktionen im Gehirn verankert.

Wenn nun der Subjektivität selber eine eigenständige Realität und Existenz zukommt, kann sie auch im Gehirn verortet werden und dort von den Neurowissenschaftlern untersucht werden. Searle macht hiermit einen ursprünglich philosophischen Begriff, wie den der Subjektivität, den Neurowissenschaften zugänglich. Er baut somit eine Brücke von der konzeptuell-logischen Analyse der Philosophie zur experimentellen Beobachtung in den Neurowissenschaften. Er passt also den Begriff und das Konzept der Subjektivität an die Notwendigkeiten der Neurowissenschaften an und öffnet ihn für deren Methoden.

KRITISCHE ANMERKUNGEN

Anders als Churchland nimmt Searle immerhin das Eigenrecht von Konzepten wahr. Konzepte und Begriffe können nicht einfach wie ein Urwald gerodet und eliminiert werden, wie Churchland es scheinbar vorschlägt: Dass das, was wir beobachten, immer schon durch unsere Begriffe und Konzepte geprägt und vorbestimmt wird. Und genau dies scheint sich Searle zu Nutzen zu machen, wenn er vorschlägt, unsere Konzepte und Begriffe den neurowissenschaftlichen Methoden, der Beobachtung von Realitäten und Existenzen anzupassen. Also ein recht cleverer Schachzug des Herrn Searle.

Aber was, wenn hinter den Begriffen und Konzepten, die wir an unsere neurowissenschaftliche Methodik anpassen, nicht wirklich eine Realität und Existenz steht? Woher weiß Herr Searle, dass der Subjektivität eine eigene Realität und Existenz im Unterschied zur Objektivität zukommt? Woher weiß er, dass er dort nicht einer Chimäre oder einer Illusion unterliegt? Woher weiß er, dass dem Geist und der Subjektivität ein Eigenrecht zukommt? Woher weiß Searle, dass er und nicht Churchland, die genau dieses Eigenrecht der Subjektivität bestreitet, Recht hat?

Was bedeutet das für die Methodik der Neuropsychologie? Die philosophischen Konzepte und Begriffe haben eine Beziehung zu den neurowissenschaftlichen Beobachtungen, den Fakten. Wenn das nicht der Fall ist, muss, wie von Searle gesagt, eine solche Beziehung hergestellt werden. Umgekehrt müssen aber auch die neurowissenschaftlichen Fakten mit den philosophischen Konzepten und Begriffen verknüpft werden.

Es ist geradezu naiv von Searle, das zu vernachlässigen, weil er dadurch, bei Übereinstimmung der Fakten mit den Konzepten, seiner Position zusätzliches Gewicht im Vergleich zu Churchland verschaffen könnte. Genauso wie Täter und Opfer meist beiderseitig „verhandelt“ sind, sind auch philosophische Konzepte und neurowissenschaftliche Fakten bilateral miteinander verzahnt. Täter und Opfer sind häufig wie Schlüssel und Schloss und genauso scheinen auch Fakten ein Schüsseloch bzw. Schloss zu sein, in das Konzepte als Schlüssel hineinpassen und umgekehrt.

MYSTERIÖSE THERAPIE

Andere Philosophen des Geistes, die die zentrale Rolle des Gehirns nicht bestreiten, schreiben ihm aber neben neuronalen noch andere nicht-neuronale, sogenannte mysteriöse Eigenschaften zu. Es sind Collin McGinn und Thomas Nagel. Sie werden von bestimmten Neurophilosophen als sogenannte Mysteriöse bezeichnet.

Colin McGinn diskutiert zunächst einmal die Grenzen unserer Erkenntnis. Wir können die externe Welt wahrnehmen, wir können sie subjektiv erleben in der Ersten-Person-Perspektive und wir können sie beobachten in der Dritten-Person-Perspektive. Neben der Wahrnehmung der äußeren Welt können wir uns selber wahrnehmen mittels der Introspektion. Wir können in unser eigenes Selbst schauen und wahrnehmen welche Gedanken wir haben, die Art der Gefühle, etc.

Wahrnehmung und Introspektion erfassen die Welt und die eigene Person im Bewusstsein. Dies entspricht den sogenannten Oberflächeneigenschaften des Bewusstseins, so sagt McGinn. Wo aber eine Oberfläche ist, da ist auch eine Tiefe, die sich unter und hinter der Oberfläche versteckt. McGinn nimmt daher sogenannte versteckte Eigenschaften im Bewusstsein wahr. Bewusstsein ist mehr als das, was wir wahrnehmen; sei es in der Welt mittels Wahrnehmung oder in uns selber mittels der Introspektion.

Bevor McGinn wieder zu Wort kommt, stellen Sie sich die folgende Situation vor. Sie fahren Fahrrad auf der Straße. Sie sehen ein Auto, das vorne am Heck beschädigt ist und Sie sehen einen aufgeregten Fahrer auf der Straße. Sie sind sicher, da muss mehr dahinterstecken. Da steckt ein anderer dahinter, der den Schaden angerichtet hat, ein anderer Fahrer mit einem anderen Auto. Und der Fahrer des beschädigten Autos ist so aufgeregt, weil der andere Fahrer offenbar Fahrerflucht begangen hat.

So ähnlich ist die Situation laut Colin McGinn mit dem Bewusstsein. Was wir sehen, ist der aufgeregte Fahrer vor seinem beschädigten Auto – das sind die oberflächlichen Eigenschaften des Bewusstseins. Dahinter aber steckt mehr, die versteckten Eigenschaften des Bewusstseins, die dem versteckten anderen Fahrer, der offenbar Fahrerflucht begangen hat, entsprechen.

Was tun, spricht der Fahrer? Ganz einfach, die Polizei benachrichtigen und sich auf die Su-

che nach dem anderen Fahrer begeben. Was tun, sprach Colin McGinn? Ganz einfach, sich auf die Suche nach den versteckten Eigenschaften des Bewusstseins begeben. Aber das ist nicht so einfach. Wir haben nur unsere Wahrnehmung und die Introspektion zur Verfügung, das ist nicht ausreichend. Damit ist genauso wenig Staat zu machen wie mit dem veralteten Kartenmaterial der Polizei, die damit den fahrerflüchtigen Fahrer stellen will.

Anders als die Polizei ihre Methoden können wir unsere Wahrnehmung und Introspektion nicht weiter entwickeln, wir sind an sie gebunden auf Gedeih und Verderb. Wir können weder über die Wahrnehmung noch die Introspektion hinausgehen. Aufgrund dieser Limitation können wir die versteckten Eigenschaften des Bewusstseins nicht erfassen, sie bleiben uns prinzipiell verborgen und sind daher versteckt. Es ist der Polizei somit prinzipiell unmöglich, den fahrerflüchtigen Fahrer zu stellen, da er ein Ufo zur Verfügung hat, das wir mit unseren Geräten nicht orten können.

McGinn sagt, dass wir auf unserer Gebundenheit an Wahrnehmung und Introspektion „kognitiv geschlossen“ sind. Die Einsicht in diese „kognitive Geschlossenheit“ als die Grenze und Limitation unser möglichen Erkenntnis zeigt, dass hinter dem Bewusstsein mehr stecken muss als nur die oberflächlichen Eigenschaften. Bewusstsein ist mehr als was wir wahrnehmen und in der Introspektion von uns selber erfassen können.

Was aber ist dieses „mehr“ des Bewusstseins, das hinter Wahrnehmung und Introspektion versteckt bleibt? Da wir nicht die Grenzen unserer Wahrnehmung und Introspektion überschreiten können, können wir keine positiven Aussagen über die versteckten Eigenschaften des Bewusstseins machen. Niemand kann sie beobachten, keiner hat sie jemals gesehen.

McGinn benennt die versteckten Eigenschaften des Bewusstseins mit dem Namen Eigenschaft P. Diese Eigenschaft P muss im Gehirn selbst lokalisiert sein und alles das ausmachen, was wir Bewusstsein oder Geist nennen. Die versteckte Eigenschaft P muss den Mittler zwischen dem bilden, was wir beobachten und wahrnehmen können, also zwischen physikalischen und mentalen Eigenschaften.

Wie aber ist die Eigenschaft P beschaffen? Sie kann also weder mental, wie unser Geist, noch

physikalisch, wie unser Körper, sein. Näheres können wir aufgrund der Grenzen von Wahrnehmung und Introspektion nicht sagen. Die versteckte Eigenschaft des Bewusstseins, die Eigenschaft P, bleibt damit unbestimmt und, wie Neurophilosophen wie Churchland sagen, mysteriös.

Klar ist nach Colin McGinn, dass die Eigenschaft P irgendwo im Gehirn lokalisiert sein muss. Wenn wir kein Gehirn mehr haben, haben wir auch kein Bewusstsein. Also muss die Eigenschaft P eine Eigenschaft des Gehirns sein. Damit wird aber nicht nur die Eigenschaft P mysteriös, sondern das Gehirn selbst.

DOPPELTES MYSTERIUM

Die Diagnose einer Limitation in unserer Erkenntnis, in Wahrnehmung und Introspektion, ist vielleicht sogar keine schlechte Diagnose. Die Neurophilosophen und Neurowissenschaftler wie Churchland meinen immer, sie können alles erkennen; sie schwingen sich auf zu Gott selber. Sie sind nicht nur im göttlichen Strahl, wie es Thomas von Aquin noch behauptet hat, sondern sie sind Gott und somit der Strahl selber.

Dagegen geht Colin McGinn an, wenn er von einer Limitation und den Grenzen unserer Erkenntnis spricht. Gott hat eine unbegrenzte Erkenntnis, er weist keinerlei Limitation auf, deswegen ist er Gott. Der Mensch ist aber nicht Gott. Daher ist seine Erkenntnis nicht unbegrenzt, wir können also nicht ausschließen, dass die Erkenntnis des Menschen Grenzen und Limitationen aufweist. Da Neurowissenschaftler und Neurophilosophen (leider) auch nur Menschen sind, obwohl sie es manchmal vergessen zu scheinen, können auch bei Ihnen Grenzen und Limitation in der Erkenntnis nicht ausgeschlossen werden. Nichts anderes sagt Colin McGinn.

Aber eine gute Diagnose ist nicht gleichzusetzen mit einer Therapie. Zumal wenn man sich die Art und Weise der Therapie noch von den Neurowissenschaftlern und Neurophilosophen abschaut, also von denen, die unbegrenzte Erkenntnis voraussetzen. Wie kann man die Grenzen und Limitationen unserer Erkenntnis therapieren? Ganz einfach, man macht genau das, was einem schon immer vorgemacht wird von den Neurowissenschaftlern und Neurophilosophen. Man verlagert den Grund für die Grenze und Limitationen in das Gehirn, man projiziert sie einfach nicht auf

das Gehirn, sondern in das Gehirn hinein. Man nimmt versteckte Eigenschaften im Gehirn selber an, eine Eigenschaft P.

Das aber ist eine schlechte Therapie. Sie setzt genau das voraus, was sie verneint. Wie kann Colin McGinn eine Eigenschaft P, sei sie noch so versteckt, annehmen und sie noch dazu im Gehirn lokalisieren, wenn seine eigene Erkenntnis doch begrenzt und limitiert ist auf Wahrnehmung und Introspektion? Das zu behaupten ist naiv. Die mysteriöse Therapie ist damit genauso naiv wie die neurophilosophische Therapie.

Woher weiß Colin McGinn, dass hinter den für uns wahrnehmbaren oberflächlichen Eigenschaften das Bewusstsein einer versteckten Eigenschaft stecken muss? Woher weiß er, dass diese versteckte Eigenschaft sich im Gehirn versteckt? Sie erinnern sich an das obige Beispiel, wo Sie als Fahrradfahrer den wild gestikulierenden Fahrer eines beschädigten Autos sehen. Wie wissen, dass es ein Unfall, ein Zusammenstoß mit einem anderen Auto war? Woher wissen, dass der andere Fahrerflucht begangen hat? Weil Sie ihn dort nicht sehen. Die Tatsache aber, dass Sie ihn dort nicht sehen, heißt nicht, dass es den anderen als Anderen auch wirklich gibt, dass er existiert.

Der Unfall könnte auch anders verlaufen sein. Der wild gestikulierende Fahrer könnte gegen die scharfe Mauer des anliegenden Gebäudes gefahren sein, den Unfall also selber verursacht haben und sich jetzt ganz schrecklich über den Hausbesitzer, der verschreckt auf die Straße eilt, aufregen. Sie wissen es nicht. Colin McGinn aber gibt vor zu wissen, dass er als Fahrradfahrer sehr wohl weiß, dass der Unfall durch einen fahrerflüchtigen Fahrer verursacht wurde. Denn er nimmt an, dass der fahrerflüchtige Fahrer in Form der Eigenschaft P existiert.

Colin McGinn weiß sogar, wo sich der fahrerflüchtige Fahrer befindet. Er ist ins tiefste Schwabenland geflüchtet, das „tiefe Innere des Gehirns“, wie es Thomas Nagel, ein anderer Mysteriker, ausdrückt. Der fahrerflüchtige Fahrer befindet sich also im Gehirn. Woher aber wissen McGinn und Nagel das? Sie können es eigentlich nicht wissen, da sie nur über alte Landkarten verfügen, wo weder der Weg ins „tiefe Innere des Gehirns“ noch das „tiefe Innere des Gehirns“ selber beschrieben und verzeichnet sind. Solche Orte gibt es auf ihren Karten nicht. Trotzdem

wissen Sie aber, dass sich der fahrerflüchtige Fahrer, die Eigenschaft P, dort aufhält. Das ist mysteriös.

Wir haben es also mit einem doppelten Mysterium zu tun. Die Eigenschaft P selber ist mysteriös und die Annahme und Erkenntnis einer solchen Eigenschaft P und ihre Lokalisation im Gehirn sind mindestens genauso mysteriös wie die Eigenschaft P selber. Colin McGinn und Nagel sind in der Tat mysteriös, sie sind aber noch viel mysteriöser, als sie selber denken.

Was aber ist nun der Unterschied zu Neurophilosophen wie Churchland? Sie nehmen an, dass Bewusstsein und somit alle emotionalen, transkulturellen und religiösen Phänomene im Gehirn lokalisiert werden können. Das ICH ist Gehirn, das Bewusstsein ist Gehirn, nichts als Gehirn. Basta.

Das ist aber genau dasselbe wie die von ihnen kritisierten Mysteriker wie Colin McGinn und Thomas Nagel. Woher wissen die Neurowissenschaftler und Neurophilosophen, dass emotionale, transkulturelle und religiöse Phänomene neuronale Phänomene sind? Sie nehmen doch nur ihre Emotionen wahr, nicht aber ihr Gehirn, während sie Emotionen erleben. Woher wissen Sie, dass das von ihnen beobachtete Gehirn und das was Sie beobachten genau mit dem identisch ist, was passiert wenn man Emotionen erlebt und fühlt?

Woher wissen, dass der neben dem wild gestikulierenden Mann stehende Mann im blauen Pelzmantel der Mann ist, der den Unfall verursacht hat? Weder die hinzugerufenen Polizisten, die Neurowissenschaftler, noch die Sondereinheit, die Neurophilosophen, können dies wissen. Den Mann im blauen Pelzmantel also gleich mitzunehmen und hinter Schloss und Riegel zu bringen, hieße die Regeln des Gesetzes zu brechen.

Wenn sie Gott spielen, werden die Neurowissenschaftler und Neurophilosophen aber genauso mysteriös wie die von ihnen kritisierten Mysteriker wie Colin McGinn und Thomas Nagel. Der einzige Unterschied ist, das die Neurowissenschaftler keine mysteriösen Eigenschaften wie die Eigenschaft P annehmen. Wie bei den Mysterikern ist allerdings auch bei ihnen unklar, woher sie wissen können, dass sich alles im Gehirn abspielt, ob vermittelt der neuronalen Eigenschaften oder einer Eigenschaft P. Die Erkenntnis und Annahme ist also bei den Neurowissenschaftlern

und Neurophilosophen genauso mysteriös wie bei den Mystikern.

SCHLUSSFOLGERUNG

Das Gehirn selber ist nicht mysteriös. Was aber die Neurowissenschaftler, Neurophilosophen und Philosophen des Geistes aus dem Gehirn machen, ist mysteriös. Egal ob Sie eine mysteriöse Eigenschaft P im „tiefen Inneren des Gehirns“ verorten oder ob Sie religiöse, emotionale und transkulturelle Phänomene in den neuronalen Prozessen des Gehirns lokalisieren, es bleibt mysteriös.

Aber das ist das übliche Muster der Neurophilosophen und Philosophen des Geistes. Für alles das, was sie nicht erklären können, nehmen sie ein bestimmtes Konzept an. Für alles, was sie erklären können, nehmen sie bestimmte Konzepte an. Je mehr sie erklären und nicht erklären können, desto mehr Konzepte. Es kommt also zu einer Inflation der Konzepte. Das habe ich schon beim Konzept und Begriff des ICH's gesehen, wo die Philosophen verschiedene ICHe unterschieden, ein mentales, ein religiöses und ein physikalisches.

Dann kommen die Neurophilosophen und Neurowissenschaftler und nehmen diese Konzepte. Sie nehmen diese Konzepte und projizieren sie einfach auf das Gehirn. Die verschiedenen Konzepte werden in verschiedene Gehirnregionen verlagert. Inflation und Projektion. Der einzige Unterschied besteht darin, dass dort etwas als unerklärbar durch die neuronale Aktivität des Gehirns angenommen wird.

Was aber tun? Es wird ein zusätzliches Konzept geschaffen, das diese Phänomene erklären kann. Eine spezielle Eigenschaft, die nicht neuronal ist, eine Eigenschaft, wie Collin McGinn sagt. Das ist die Inflation, die konzeptuelle Inflation, die sich in keinsten Weise von einer monetären Inflation unterscheidet. Was passiert jetzt? Das Übliche. Denn Inflation ist immer von Projektion gefolgt. Also wird das neue Konzept, das mysteriöse Konzept, auf das Gehirn selber projiziert. Die Eigenschaft P wird in das Gehirn verlagert, „in das tiefe Innere des Gehirns“, wie Thomas Nagel sagt. Damit machen die Philosophen des Geistes wie Collin McGinn und Thomas Nagel nichts anderes als die von Ihnen kritisierten Neurophilosophen wie zum Beispiel Patricia Churchland.

Man kann also viel lernen von den Philosophen, den Philosophen des Geistes und den Neuropsychologen. Man kann lernen, welche Fehler man nicht machen soll. Das ist dann ein erster Schritt zur Entwicklung einer neuen, kritischeren und fehlerfreieren neuropsychologischen Methode zur Untersuchung des Gehirns und seiner Rolle in den ursprünglich philosophischen Begriffen wie Selbst und Bewusstsein.

|| GEORG NORTHOFF

Institute of Mental Health Research,
University of Ottawa, Ottawa, Canada

LITERATUR

- Churchland, Patricia Smith.: *Neurophilosophy. Toward a Unified Science of the Mind-Brain*, Cambridge MA 1986.
- Descartes, Rene: *Meditationes de prima philosophia*, Lateinisch-Deutsch, hrsg. von Lüder Gäbe, Hamburg 1992.
- McGinn, Colin: *The problem of consciousness. Essays towards a resolution*, Cambridge MA 1991.
- McGinn, Colin: *The mysterious flame. Conscious minds in a material world*, New York 1999.
- Nagel, Thomas: *Conceiving the impossible and the mind-body problem*. *Philosophy*, London 1998, S. 337-352.
- Nagel, Thomas: *The psychophysical nexus*, in: *New Essays on the a Priori*, hrsg von Paul A. Boghossian und Christopher Peacocke, Oxford 2000.
- Northoff, Georg: *Das Gehirn. Eine neuropsychologische Bestandsaufnahme*, Paderborn 2000.
- Northoff, Georg: *Die Fahndung nach dem Ich. Eine neuropsychologische Kriminalgeschichte*, München 2009.
- Northoff, Georg: *Das disziplinlose Gehirn. Was nun Herr Kant?*, München 2012.
- Schopenhauer, Arthur: *Wille und Vorstellung*, 1842.
- Searle, John R.: *The mystery of Consciousness*, New York 1997.
- Searle, John R.: *How to study consciousness scientifically*, in: *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 1377/1998, S. 1935-1942.
- Searle, John R.: *Consciousness*, in: *Annu Rev Neurosci* 23/2000, S. 557-578.
- Searle, John, R.: *Mind – A Brief Introduction*, New York 2004.

ICH UND MEIN GEHIRN

Zum Erklärungspotenzial der Identitäts- und Supervenienztheorien

UWE AN DER HEIDEN || Die klassische philosophische Frage – „Wer bin ich?“ – ist heute im Lichte der Neurobiologie neu zu untersuchen. Nach einer Klärung des Ich-Begriffs werden methodologische Fragen behandelt, um so die Tragweite von aktuell diskutierten Theorien des Verhältnisses von Ich und Gehirn (Identitätstheorie, Supervenienztheorie) zu eruieren. Auf diese Weise sollen neue Perspektiven in Richtung auf eine Lösung der Gehirn-Geist-Problematik skizziert werden.

EINLEITUNG

Kann die Aufforderung des Delphischen Orakels „Erkenne Dich selbst!“ nunmehr von der Hirnforschung beantwortet werden in dem Sinne, das Ich sei nichts anderes als das eigene Gehirn und die Untersuchung desselben gebe die abschließende Antwort auf diese Frage? Kann die Hirnforschung den Zugang des Menschen zur Wirklichkeit und damit auch zu sich selbst genauer aufklären als es bisher Philosophen und Psychologen möglich war? Das ist eine Frage einer konsistenten Methodik, ob und inwieweit allein mit hirnnphysiologischen, einschließlich elektro-biochemischen und letztlich physikalischen Untersuchungen die Beziehung zwischen Gehirn und Ich auch nur formuliert oder womöglich sogar eine Erklärung für die Art dieser Beziehung gefunden werden kann und wie weit, im negativen Fall und komplementär, die philosophischen Theorien und Positionen dies leisten können.

Zentral und heute am gängigsten für den Zusammenhang von Mentalem (= Geistig-Seelischem) und Physischem, also dem Gehirn, ist die analytische Philosophie des Geistes („philosophy of mind“). Obwohl sich hinter diesem paradigmatischen Programm sehr unterschiedliche Richtungen etabliert haben, so haben diese doch alle

gemeinsam den Versuch der Naturalisierung des Geistes, d. h. die Verfolgung der These, dass das Geistig-Seelische des Menschen physisch repräsentiert ist und zwar in erster Linie in seinem Gehirn. Eine der größten Schwierigkeiten dieses Naturalismusprogramms ist ihr zentraler Begriff der Repräsentation selbst und seine Bedeutung. Es gibt nur eine Richtung, die dieses Problem nicht hat, nämlich der sogenannte eliminative Materialismus, der schlichtweg die Existenz der geistig-seelischen Phänomene leugnet. Wegen einiger absurder Konsequenzen und seinem Widerspruch zu der Erlebniswelt des Menschen hat der eliminative Materialismus nur wenige Anhänger und wird deswegen in meinem Aufsatz nicht weiter diskutiert. Stattdessen soll eine Auseinandersetzung stattfinden, die zeigen soll,

- dass das Naturalismusprogramm einen verkappten Dualismus darstellt, obwohl es dies nicht wahrhaben will und dagegen ankämpft,
- welches Haupthindernis einem Naturalismusprogramm im Sinne sowohl eines reduktionistischen als auch eines nichtreduktionistischen Physikalismus entgegensteht, und
- wie eine in echtem Sinne monistische Position aussehen könnte, die den Gegensatz von „physisch“ und „mental“ überwindet.

DER ICH-BEGRIFF

Es ist keine einfache Sache mit dem Ich-Begriff. Zwar kann man Begriffe willkürlich definieren, aber damit ist nicht garantiert, dass man in irgendeiner Weise etwas Reales getroffen hat. Sollte der Ich-Begriff aber etwas Existierendes treffen oder betreffen, so erhebt sich sofort die Frage, auf welches Reale der so gefasste Begriff sich denn beziehen soll. Dies ist die Schwierigkeit, die mit der berühmten Frage „Wer bin ich?“ und der Aufforderung des Orakels von Delphi „Erkenne dich selbst!“ verbunden ist. Bis heute steht eine endgültige Antwort aus. Dies ist einer der Gründe, warum die scheinbar einfache Gleichung **Ich = mein Gehirn** nicht als gültig nachgewiesen ist. Denn es ist zunächst einmal die linke Seite nicht definiert. Jede Identitätstheorie, in der das Gehirn vorkommt, steht und fällt mit einer solchen Definition.

Erlauben Sie mir, einige gängige Antworten auf die Frage „Wer oder was bin Ich“ kurz aufzuzählen, und zwar ohne nähere Erörterung und ohne Anspruch auf Vollständigkeit.¹

Geist-Ich

Das Ich ist eine rein geistige Wesenheit, die das Subjekt und Zentrum, eventuell sogar das unveränderliche Substrat aller Bewusstseinszustände dieses Ichs ist.

Einige Religionen und einige Geistphilosophien haben einen derartigen Ichbegriff.

Funktionales oder personales Ich

Das Ich ist kein Substrat und keine rein geistige Wesenheit, sondern eine funktionale Einheit, auf die hin alles das koordiniert ist, was aus gewissen Gründen ein und derselben Person zugeschrieben wird.

Man kann dies ein funktionales oder personales Ich nennen, wobei dieses kein permanentes Substrat als Träger voraussetzt.

Konstruiertes Ich

Das Ich ist ein Konstrukt des Gehirns.

Dieser Standpunkt wird von einigen radikalen Konstruktivisten, z. B. von Gerhard Roth² vertreten, wonach das Ich Zentrum einer virtuellen Welt und damit letztlich eine Illusion ist.

Cerebrales Ich

Ich = Gehirn

Dieses Konzept gehört zu einem reduktionistischen Programm, das alle geistig-seelischen Phä-

nomene auf naturwissenschaftliche Phänomene reduziert und durch diese zu erklären versucht. Ich werde darauf später genauer zu sprechen kommen.

Ganzheitlicher Ansatz

Das Ich ist der ganze Mensch.

Dieser Ansatz entspricht der umgangssprachlichen Verwendung des Wortes „Ich“, obwohl diese keine bestimmte Definition, auch nicht die eines Menschen voraussetzt. Ich und Mensch sind hier nach Grundbegriffe, die nicht nur keiner Definition bedürfen, sondern gar nicht definiert werden können. Ihre Bedeutung ergibt sich aus ihrer Verwendung, die gemäß Wittgenstein³ jeweils in einer Lebensform gegründet ist.

Nach unserer Lebensform hat das Ich sowohl körperliche als auch geistig-seelische Eigenschaften, und es sind Sätze möglich wie „Ich habe Hunger“, „Ich gehe spazieren“, „Ich bin verheiratet“, die in den vorher genannten Bedeutungen von „Ich“ gar nicht formulierbar sind.

Das Ich als Existenzial

Das Ich ist kein Begriff im üblichen Sinne, wie etwa der Begriff eines Baumes, der im Prinzip unendlich viele Realisierungen zulässt. Vielmehr ist das Ich ein einziges Konkretum, dem nicht viele Ichs subsumiert werden könnten. Das Ich ist stets und ausschließlich das meinige mit all seinen Erlebnissen, erlebt als die meinigen: meine Schmerzen, meine Freuden, die von mir gelebte Autobiographie, meine Gedanken, Wünsche und Pläne. Das Ich ist unvertretbar.

Ichlosigkeit

Es lässt sich auch die Position vertreten, dass das Ich keine dauerhafte Persistenz hat. So sagt David Hume, dass das Ich lediglich ein sich stets wandelnder Strom von Empfindungen und Gedanken ist, und der Buddhismus hat den Begriff der Ichlosigkeit.

Allgemein und zusammenfassend lässt sich sagen, dass es bis heute trotz 3.000-jähriger Bemühungen nicht zu einer einvernehmlichen Bestimmung von „Ich“ oder „Selbst“ gekommen ist. Das Orakel von Delphi „Erkenne Dich selbst“ bleibt also ein Orakel und es ist bemerkenswert, dass der Urgrund unseres eigenen Selbst, so wir eines haben, uns offenbar verborgen ist.

DAS GEHIRN, SUBJEKTIVITÄT UND INTERSUBJEKTIVITÄT

Wenn das Ich auf das Gehirn bezogen werden soll, ist auch zu fragen: Was ist das Gehirn? Gewöhnlich bezeichnet man damit einen räumlich ausgedehnten körperlichen Gegenstand im Kopf des Menschen. Als solcher kann er mit allen Methoden untersucht werden, die man üblicherweise bei der Untersuchung körperlicher Gegenstände verwendet, wobei das grundlegende Mittel die Beobachtung mittels der Sinnesorgane ist. Diese wird ergänzt und unterstützt durch technische Einrichtungen, wozu insbesondere die naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden wie Mikroskope, EEGs, Mikroelektrodenableitungen an Einzelnen oder Gruppen von Nervenzellen und bildgebende Verfahren, die die Aktivität von Millionen von Nervenzellen betreffen, gehören. Hiernach ist das Gehirn ein physischer, sich gemäß gewissen Naturgesetzen verhaltender Gegenstand.

Entscheidend ist hier, dass die Ergebnisse dieser Methoden grundsätzlich den Charakter naturwissenschaftlicher Erkenntnisse haben. Hierzu gehören im Zusammenhang unserer Erörterung die Intersubjektivität und die Wertfreiheit:

„Intersubjektivität“ bedeutet hier, dass die physischen, körperlichen Objekte jedermann zugänglich sind. Im Prinzip kann also auch mein Gehirn von jedermann, einschließlich meiner selbst, mein Gehirn mit den genannten Methoden untersuchen. Diesen Methoden sind jedoch nicht zugänglich meine Gefühle und meine Gedanken als solche. Diese sind nur mir selbst direkt zugänglich und haben insofern den Charakter der Privatheit.

„Wertfreiheit“ bedeutet hier, dass naturwissenschaftliche Aussagen, und um solche handelt es sich bei der Untersuchung des Gehirns mit physikalisch-chemischen Methoden, grundsätzlich nichts über Werte, also insbesondere nichts über gut und schlecht, schön oder hässlich, wahr oder falsch aussagen. Sie sagen zwar „Die Phlogiston-Theorie der Verbrennung ist falsch, und die Sauerstoff-Theorie ist wahr“, aber sie haben nicht die Wahrheit als solche zum Gegenstand, sondern sie setzen die Unterscheidung zwischen wahr und falsch als vor jeder Beobachtung gegeben und ungeprüft voraus. Insbesondere setzen sie die generelle Wahrheit oder Gültigkeit von Beobachtungen voraus. So werden auch Logik und Mathematik als gültig vorausgesetzt und nicht etwa neurophysiologisch

begründet. Vielmehr werden Logik und Mathematik verwendet, um Ergebnisse physikalischen und physiologischer Aussagen über das Gehirn zu treffen. Beobachtungen, Logik und Mathematik haben somit ein Primat gegenüber physikalisch-physiologischen Ergebnissen der Hirnforschung. Ein Verstoß gegen diesen Primat impliziert einen fatalen Zirkelschluss, der nichts begründen kann.

DAS QUALIA-PROBLEM

Das sogenannte Qualia-Problem betrifft den subjektiven Erlebnisgehalt eines mentalen Zustandes, der dem außenstehenden Beobachter in seiner Art, wie es ist, etwas Bestimmtes zu erleben, verschlossen ist. Der Ausdruck Qualia bezeichnet allgemein die Beschaffenheit eines Dings, in diesem Fall speziell die Erlebnisse als Inhalt des phänomenalen Bewusstseins. Der Philosoph Thomas Nagel⁴ hat den ersten plastischen Anstoß für das Qualia-Problem gesetzt, mit einem Aufsatz mit einer signifikanten Frage als Titel: „Wie ist es, eine Fledermaus zu sein?“ Nagel hat untersucht, ob wir durch die Kenntnis der Sinnesphysiologie der Fledermaus wissen, wie es ist, durch Echolotung von der Welt Informationen zu erhalten. Der Leser wird intuitiv zustimmen, dass dies wohl nicht ausreicht, durch Wissen erfahren zu können, wie sich Teile dieser Welt „auf eine bestimmte Weise anfühlen“.

Ähnlich ist das Gedankenexperiment von Frank C. Jackson⁵ gestaltet: Die Neurophysiologin Mary lebt in einer in schwarz-weiß gehaltenen Welt und kennt alles, was über die Physiologie des Farbensehens bekannt ist. Eines Tages ist es ihr möglich, hinaus in die bunte Welt zu kommen und die Frage ist: Hat sie diese sinnliche Erfahrung durch ihr Wissen schon gemacht oder handelt es sich um etwas ganz Neues.

Weitere Merkmale charakterisieren die Besonderheit des subjektiven phänomenalen Bewusstseins im Sinne des Qualia-Merkmals:

Betroffenheitsphänomen

Meine Schmerzen sind nicht die eines anderen und umgekehrt.

Privatheit des Bewusstseins

Meine Gedanken und Gefühle sind für andere nicht sinnlich zugänglich im Gegensatz zu den Gegenständen der „äußeren Welt“.

Priorität von Wahrnehmungen und Gedanken vor Gehirnzuständen und Neurophilosophie

Ort und Zeit als physikalische Kategorien taugen nicht für die charakteristische Beschreibung von Gefühlen und Gedanken. Auch kann Mathematik nicht aus der Neurophilosophie abgeleitet oder durch sie begründet werden.

Intentionalität

Der Umstand, dass weite Bereiche des Erlebens auf etwas gerichtet sind – etwa im Sinne von: „Ich glaube, dass es morgen regnen wird.“ – bringt mit sich, dass die Inhalte des Erlebens besonders schwer als physikalische Entitäten zu verstehen sind.

ZUR IDENTITÄT VON GEHIRNZUSTÄNDEN UND MENTALEN ZUSTÄNDEN

Das Gehirn-Geist-Problem kann durch die Inkompatibilität dreier Positionen charakterisiert werden, da je 2 der folgenden 3 Positionen die jeweils dritte ausschließen:

- mentale Verursachung;
- kausale Geschlossenheit der physikalischen Welt;
- Dualismus.

Es sei zunächst angemerkt, dass ein Dualismus auch dadurch vermeidbar ist, dass ein spiritualistischer oder idealistischer Monismus oder auch gemäß Bertrand Russell sogenannte neutrale Monismus angenommen wird, der sowohl den mentalen als auch den physischen Phänomenen zu Grunde liegt.

Identitätstheorie

Motivationen, eine Identität von mentalen Zuständen und Gehirnzuständen zu behaupten, bestehen u. a. darin:

(a) einen Dualismus zu vermeiden, insbesondere das Problem der mentalen Verursachung von physischen Ereignissen zum Verschwinden zu bringen;

(b) das Prinzip der Abgeschlossenheit der physischen Welt zu bewahren.

Zunächst ist eine genauere Definition des Begriffs „Identität“ erforderlich:

Nach Frege besteht Identität zwischen zwei Gegenständen genau dann, wenn es sich bei beiden um ein- und denselben Gegenstand handelt, denn ein Gegenstand ist nur mit sich selbst identisch.

Der Unterschied zweier identischer Gegenstände kann nach Frege nur in einer unterschiedlichen Gegebenheitsweise liegen. Diesen Unterschied nennt Frege einen Unterschied des Sinnes. Im Kontext der Gehirn-Geist-Debatte gelten ähnliche Definitionen: „Jede mentale Eigenschaft bzw. jeder mentale Zustand ist a posteriori identisch mit einer physischen Eigenschaft bzw. einem physischen Zustand.“⁶

Geht man von der zunächst plausiblen, durch vielerlei Befunde der modernen Hirnforschung nahegelegten und von einigen ihrer prominent gewordenen Vertreter (z. B. Gerhard Roth und Wolf Singer) vertretenen Annahme aus, dass jedem mentalen Zustand ein Gehirnzustand entspricht, so liegt die Vermutung nahe und scheint die einfachste Lösung zu sein, dass jeder mentale Zustand durch einen physischen realisiert wird, d. h. mit ihm identisch ist. Allerdings sind an dieser neurobiologischen Identitätstheorie erhebliche Zweifel angebracht. Einige der Kritikpunkte sind die folgenden:

(a) Die Identität ist nicht nachgewiesen. Es besteht nach wie vor allenfalls Korrelation zwischen mentalen und physischen Zuständen.

(b) Es könnte sich im weiteren Fortgang der Wissenschaften herausstellen, dass die Lokalisierung des Geistigen im Gehirn ein ähnlicher Irrtum ist wie der ehemalige, dass das Geistige im Herzen oder in der Leber lokalisierbar sei. Überhaupt ist jede Lokalisierung problematisch, denn wo und wie sollte ein Gedanke, z. B. eine logische Schlussform lokalisiert sein?

(c) Da das Gehirn in physikalisch-physiologischer Hinsicht stufenweise aufgebaut ist (s. oben) bestehen Schwierigkeiten: Von Elementarteilchen (es ist fraglich, ob diese Stufe die unterste ist, abgesehen davon, dass eine vollständige Theorie eines Systems der Elementarteilchen bis heute noch aussteht) über Atome, Moleküle, Zellkerne, Zellmembranen mit ihren Membranpotenzialen, Aktionspotenziale, Nervenzellen, Gliazellen, Nervenetze, usw. wirft diese komplexe Organisationsform die Frage für die Identitätstheorie auf, mit welcher dieser Stufen die mentalen Zustände identifiziert werden können.

d) Der bis heute am stärksten favorisierte Kandidat sind Nervenetze („cell assemblies“). Aber es bleibt völlig unerfindlich, wie durch eine Verschaltung von Nervenzellen auf Grund von

deren physikalisch-physiologischen Eigenschaften und ihrer Verbindungen beispielsweise der mentale Zustand einer Empfindung zu Stande kommt.

e) Da mentale Zustände nicht intersubjektiv zugänglich (beobachtbar) sind, entsteht die Frage, wie etwas, das intersubjektiv zugänglich ist (wie physische Beobachtungen in Raum und Zeit) mit nicht intersubjektiv Zugänglichem identifiziert werden könnte. Diese Frage wurde bis heute nicht beantwortet.

f) Die „Multirealisierbarkeit“: Ein weiteres Hindernis für eine Identifizierung besteht in der von Saul Kripke beschriebenen Multirealisierbarkeit mentaler Zustände: „Ein bestimmter mentaler Zustand kann bei verschiedenen Personen, ja sogar bei ein und derselben Person im Laufe ihres Lebens mit unterschiedlichen neuronalen Zuständen korreliert sein“ (Plastizität des Gehirns, s. auch unten: Supervenienz).⁷ Damit scheitert die eindeutige Identifizierung mentaler mit physischen Zuständen.

Zwischen Gehirnzuständen und mentalen Zuständen sind daher nur Korrelationen feststellbar. Zur Identifizierung fehlt ein Kriterium, das die Identität nachweisen könnte. Insofern ist die Situation nicht vergleichbar zum Problem Morgenstern = Abendstern, bei dem klar ist, worin die Identität besteht: Beide sind identisch mit dem Planeten Venus und damit untereinander. Womit aber könnten meine Gefühle und Gedanken identifiziert werden, mit dem auch das Gehirn identifiziert werden könnte?

Supervenienztheorie

Die Supervenienztheorie ist die derzeit am stärksten diskutierte Konzeption der Gehirn-Geist-Beziehungen.⁸ Sie geht von einer Dualität des Gehirns und des Geistigen aus und besagt, dass physische Zustände mit psychischen Zuständen einhergehen und zwar so, dass die psychischen Zustände „supervenieren“, also gewissermaßen „darüber kommen“. Mit diesem sehr allgemeinen Begriff kann zunächst im philosophischen Diskussionskontext die konkrete und diffizile Kausalitätsfrage umgangen werden: Es gibt so die synchrone „supervenierende“ Beziehung zwischen Physischem und Psychischem. Allerdings wird, wie beim Epiphänomenalismus, die diachrone Top-down-Kausalität ausgeschlossen: Psychisches

kann nichts Physisches verursachen. Außerdem ist die Kausalität der zeitlichen Aufeinanderfolge von psychischen Ereignissen ausgeschlossen. Die subjektiv scheinbar gegebene psychische Kausalität beruht auf der physischen Kausalität, über die die psychischen Ereignisse supervenieren. Dabei ist zu beachten, dass ein psychisches Ereignis auf ein, zwei oder mehreren physischen Ereignissen beruhen kann, aber es ist ausgeschlossen, dass ein physisches Ereignis an mehreren psychischen Ereignissen beteiligt ist. Letztlich sagt Kim:⁹ „Mind-body-supervenience, therefore, does not state a solution to the mind-body-problem; rather it states the problem itself“.

Sollte die Supervenienztheorie richtig sein, so darf sie doch nicht zu dem Fehlschluss führen, es gebe nur eine Kausalität des Physischen in Richtung des Mentalen. Das Umgekehrte ist ebenso möglich. Beispielsweise kann Begeisterung die physische Performance von Handlungen verbessern. Ein weiterer wichtiger Beleg für die Kausalität von Mentalem auf Physische ist die Leitung von Entscheidungen und Handlungen durch physikalisch nicht darstellbare Wertvorstellungen.

DAS WERTEPROBLEM

Ich komme nun auf den Hauptunterschied zwischen den mentalen und den physischen Eigenschaften des Menschen. Auf Grund ihrer Methodik, die ja seit 400 Jahren enorme Erfolge und gigantische praktische Auswirkungen erzielt hat, sind dennoch die Ergebnisse der Physik und damit auch die physikalischen Eigenschaften des Menschen durch völlige Wertneutralität gekennzeichnet und dadurch in ihren Einsichten beschränkt.¹⁰ So weit die Hirnforschung das Gehirn als rein physiko-chemisches Objekt betrachtet, und dies ist ihre eigentliche Methode, ist sie eine physikalische Wissenschaft. Physik und Chemie kennen jedoch keine Werte. Insofern verfehlen sie vollständig etwas Wesentliches des Menschen, das darin besteht, dass sein gesamtes Fühlen, Denken und Verhalten unter Kriterien der Bewertung stehen.

Dies beginnt mit dem erwähnten Phänomen der Qualia, die eines der massiven Probleme der Reduktion des Psychischen auf Physisches darstellen. Unter Qualia versteht man die qualitativen Eigenschaften von Empfindungen und Gefühlen. Beispiele sind die wertnegativen Eigenschaften des Schmerzes und die wertpositiven Eigenschaf-

ten von Freude. Die Probleme entzündeten sich bereits an den einfachsten Beispielen. Selbst wenn man annimmt, dass Qualia durch physische Prozesse realisiert sind, wenn man beispielsweise die Hand von einer heißen Herdplatte zurückzieht oder diese gar nicht erst berührt, so fragt sich, ob dieses Verhalten alleine durch die physischen Eigenschaften des beteiligten Nervensystems verursacht oder ob dafür nicht wesentlich das Schmerzerlebnis bei einer Verbrennung ursächlich ist. Im ersten Fall endet man in der Position des eliminativen Materialismus, wonach die mentalen Eigenschaften des Menschen völlig überflüssig sind und keine Relevanz für das Verhalten haben. Es entsteht die Frage, warum es diese überhaupt gibt. Ferner hat der Mensch durch diese Irrelevanz nicht die Fähigkeit, aus Gründen zu denken, zu planen und zu handeln, d. h. Unterscheidungen zwischen gut und schlecht, angenehm und unangenehm, erstrebenswert und zu vermeiden, ja sogar die zwischen richtig und falsch sind völlig irrelevant. Diese Position ist ohne Selbstwiderspruch nicht haltbar.

Will man dennoch an einer physischen Realisierung des Mentalen, z. B. zur Vermeidung eines Dualismus und zur Verteidigung der Abgeschlossenheit der physischen Welt, festhalten, so bleibt nichts anderes übrig, als dass das Physische selbst mentale Qualitäten hat. Dies bedeutet aber, dass das Physische nicht mehr rein physisch ist, womit die Grenzen der Physik methodisch und ontologisch überschritten sind. Diese Konsequenz scheint mir unvermeidlich zu sein. Insofern liefert die Physik in ihrer heutigen Form kein angemessenes Bild der Wirklichkeit.

|| PROF. DR. UWE AN DER HEIDEN

Lehrstuhl für Mathematik und Theorie komplexer Systeme, Fakultät für Kulturreflexion – Studium Fundamentale, Universität Witten / Herdecke

LITERATUR

Beckermann, Ansgar: Identität, Supervenienz und reduktive Erklärbarkeit. Worum geht es beim Eigenschaftsphysikalismus?, in: Grenzen und Grenzüberschreitungen, XIX. Deutscher Kongress für Philosophie, Vorträge und Kolloquien, hrsg. von Wolfram Hogrebe und Joachim Bromand, Berlin 2004, S. 390-403.

ANMERKUNGEN

- 1 Eine ausführlichere Diskussion findet sich in an der Heiden, Uwe: Ich und mein Gehirn. Die dynamische Integration von Kognition, Emotion und Verhalten, S. 129-143, in: Dynamisches Denken und Handeln. Philosophie und Wissenschaft in einer komplexen Welt, hrsg. von Theodor Leiber, Stuttgart 2007.
- 2 Roth, Gerhard: Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert, Frankfurt a. M. 2001, S. 338 f.
- 3 Wittgenstein, Ludwig: Philosophische Untersuchung, Berlin 2011.
- 4 Nagel, Thomas: What is it like to be a bat?, in: The Philosophical Review 83/1974, S. 435-450.
- 5 Jackson, Frank C.: What Mary Didn't Know, in: Journal of Philosophy 83/1986, S. 291-295.
- 6 Zit. nach Beckermann, Ansgar: Analytische Einführung in die Philosophie des Geistes, Berlin 2000, S. 101.
- 7 Zit. nach Beckermann, Analytische Einführung, Berlin 2008, S. 138.
- 8 Kim, Jaegwon: Physicalism, or Something Near Enough, Princeton 2005.
- 9 Kim, Jaegwon: Supervenience and Mind. Selected Philosophical Essays, Cambridge / New York 1993, S. 167.
- 10 Spohn, Wolfgang: Normativity is the key to the difference between the human and the natural sciences, in: Explanation, Prediction, and Confirmation, hrsg. von Dennis Dieks und Thomas Uebe, Dordrecht 2011, S. 241-251.

DAS VERKÖRPERTE SELBST UND MENTALE VERURSACHUNG

THOMAS BUCHHEIM || So wenig, wie der Mensch identisch ist mit einem gewissen Teil eines Menschen, so wenig ist das mit objektiven Methoden beobachtbare Tun und Sich-Verhalten dieses Teils identisch mit dem Tun und Verhalten eines Menschen.¹

DIE NICHTIDENTITÄT VON KÖRPERPROZESSEN UND BIOGRAPHISCHEN EPISODEN

Es ist merkwürdig, wie man auf eine solche Idee überhaupt verfallen kann. Natürlich ist klar, dass niemand ohne Stimmbänder singen kann und doch sind nicht die Prozesse in den Stimmbändern für sich genommen schon Singen. Wir sind hier bereits bei einem der zentralen Stichworte in Bezug auf alle Debatten um das Leib-Seele-Problem angelangt, nämlich dem Stichwort des Dualismus. Ich denke, man braucht für die Beschreibung und Festhalten an den Besonderheiten und Leistungen des Bewusstseins gegenüber allen physikalisch beschreibbaren Weltzuständen tatsächlich eine Art von Dualismus, der sich etwa so verhält wie die Mikroprozesse in den Stimmbändern eines Sängers sich zum Singen verhalten. Man meine nicht, dass das eine Kleinigkeit sei und man nur etwa die Mikroprozesse der Luft, der Lunge, der Kehle, des Mundes, der Zunge, des Zwerchfells usw. hinzunehmen müsse, um so das komplette Singen zu erhalten. Vielmehr scheint man neben alledem auch zu benötigen: das Atmen, das Hören, das Sprechen, das Gestimmtsein und Geübtsein und natürlich die ganze Konzentration und Spannung, also man braucht eigentlich den ganzen Menschen, seine akkumulierten Fähigkeiten und Operationen, seine Umgebung und die besondere Situation, um nur das Singen, so wie es im Moment ist, zu haben. Auch die Neurobiologie erkennt die uferlose Vielzahl und Ausdehnung der eine Rolle

spielenden Faktoren an, die so ist, dass sie weit über die Körpergrenzen und die zeitliche Gegenwart eines Menschen hinausreicht.

Steht es nun so, dann kann die mentale Verfassung oder auch absichtsvolle Handlung eines Einzelnen als solche nur erfasst werden, wenn man sie aus der makroskopischen Vogelperspektive in ihrer Einheit wahrzunehmen in der Lage ist. Dadurch wird der Handlung oder Aktivität nicht das Geringste hinzugefügt; eher wird ihr etwas, das auf biochemischer Ebene dazuzugehören scheint, weggenommen und so allein erst eine Abgrenzung im raumzeitlichen Kontinuum materieller Prozesse markiert, die als Handlung einem Menschen zugehört und nicht dem Raum, in dem er sich befindet, oder der Luft, die er atmet etc.

Wie aber unterscheidet sich dann zum Beispiel das Singen eines Menschen von den biochemisch konstituierten Stimmbandprozessen in ein und demselben Moment? Das eine – das Singen – bezeichne ich als biographische Episode. Das andere – die Prozesse in den Stimmbändern – nenne ich einfach Körperprozesse. Die dualistische Behauptung lautet, dass Körperprozesse nicht identisch mit biographischen Episoden sind, weil die einen in uferloser Vernetzung über größere raumzeitliche Regionen des materiellen Universums ausgebreitet sind, während nur die Letzteren sich von ihrem weiteren Zusammenhang intern abgrenzen und so erst einem einzelnen Menschen als die seinen zuordenbar sind. Aber

natürlich sind beide nicht so verschieden, dass die einen nichts mit den anderen zu tun hätten; und zwar insbesondere die biographischen Episoden mit den Körperprozessen, aber nicht unbedingt umgekehrt: Es gibt niemals biographische Episoden ohne systematische Verknüpfung mit Körperprozessen, doch gibt es sehr wohl Körperprozesse im Körper eines Menschen (z. B. Immunabwehr) ohne systematische Knüpfung an biographische Episoden. Mit „systematischer Verknüpfung“ meine ich, dass der Prozesstyp in funktionalem und konkretisierendem Zusammenhang mit dem Stattfinden der biographischen Episode steht, so wie die Stimmbandprozesse in funktionalem und konkretisierendem Zusammenhang mit dem Stattfinden des Singens stehen.

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass Körperprozesse stets in kleinräumigere und kurzzeitigere Körperprozesse aufgelöst werden können, ohne ihre charakteristische Gesamtbeschaffenheit einzubüßen. D. h. Körperprozesse sind einfache Summen von Mikroprozessen. Hingegen sind biographische Episoden nicht unter eine gewisse Schwelle in kleinteiligere und kurzzeitigere Bausteine zerlegbar, ohne nicht mehr biographische Episoden zu sein (d. h. nicht Summen, sondern dynamische Produkte, nicht-lineare Grenzübergänge). Sie erfordern eine gewisse Dauer und bestimmte Ausdehnung und sie sind nur dem ganzen Menschen als seine (holistischen) Zustände zuzusprechen, weil sie eben stets das Lebendigsein dieses Gesamtkörpers voraussetzen, sonst wären sie keine biographischen Episoden.

Der dritte Unterschied, den ich nennen möchte, liegt darin, dass biographische Episoden nicht adäquat beschreibbar sind, ohne auf ihren Stellenwert im Zusammenhang des Fortgangs eines spezifischen Lebenslaufs oder gar einer viele Individuen umfassenden Lebensform zu rekurrieren, während Körperprozesse prinzipiell ohne den Zusammenhang, in dem sie auftreten, nur als solche beschrieben werden können. Diese Unterschiede noch einmal kurz gefasst:

Biographische Episoden

(a) sind genau einem lebendigen System im Ganzen als die seinigen zuzuschreiben (holistisch);

(b) sie treten nicht auf ohne konkrete und funktionale Körperprozesse (organisch gebunden);

(c) sie sind interne Variationen im Fortgang desselben Lebens (rhythmische, nicht nur zeitliche Teile davon).

Im Unterschied dazu sind Körperprozesse raumzeitlich präzise lokalisierte und differenzierte Vorkommnisse in den Körperteilen, d. h.

Körperprozesse

(a) sind Ereignisse in beliebig kleinen Körperteilen eines lebendigen Organismus, die zugleich in unabgrenzbarer Vernetzung mit anderen stehen – auch über die raumzeitlichen Grenzen des Organismus hinaus;

(b) sie sind als solche ausschließlich durch genau lokalisierte und datierbare physikalische Eigenschaften beschreibbar;

(c) und jede Differenz im Profil der Eigenschaften ergibt eine Verschiedenheit der Ereignisse.

Weder die einschlägigen Körperprozesse noch biographische Episoden sind, obwohl dualistisch verschieden, ontologisch getrennt vorkommende Entitäten. Sie haben vielmehr beide eine Einbettung in die Existenz der lebendigen Individuen, in deren Körper sie auftreten bzw. deren Leben sie variieren. Weil man nun die Lebewesen sämtlich als physische Entitäten oder physische Dinge bezeichnen kann, haben wir auf diese Weise einen innerphysischen oder, wie ich ihn gerne nenne, horizontalen Dualismus – nämlich nicht einen Unterschied der (vertikalen) Überlagerung von verschiedenen ontologischen Ebenen (des Physischen mit dem Nichtphysischen), sondern vielmehr einen Unterschied der Zusammenfassung (Komposition) oder Gliederung einer gemeinsamen Sachlage (der somatischen Prozessfragmente in psychischen oder mentalen Zuständen oder Episoden).

Eine kurze Bemerkung zum Ausdruck „Komposition“: Hier hat sich der Eindruck verfestigt, als handle es sich bei einer Komposition um eine Zusammensetzung von unterschiedlichen Ordnungen angehörigen Entitäten: etwa von Körper und Seele oder von Form und Materie etc. Aber fragen sie bspw. den Komponisten nach dem, was Komposition ist, so wird er sagen, es sei eben eine Zusammensetzung von Dingen einer Art, nämlich Tönen nach bestimmten Formen, Rhythmen und Gesetzen. So auch die Komposition des horizontalen Dualismus: Die Körperprozesse sind nicht

mit den biographischen Episoden oder mentalen Zuständen zusammengesetzt, sondern ihnen gemäß oder entsprechend zusammengesetzt. Nichtsdestoweniger kann man das, was in eine Zusammensetzung eingeht, nicht identifizieren mit den Formen und Ordnungen, in denen es eine Komposition darstellt.

DAS SOMATISCHE ALS SYMPTOM DES PSYCHISCHEN

Die körperlichen Zustände und Prozesse sind nach der von mir bevorzugten Ausdrucksweise nur die Symptome der auch psychisch charakterisierten Gesamtlage („Lebenslage“) eines Lebewesens. Alle psychischen Verfassungen und Vorkommnisse sind Charakteristika einer Lebenslage, in der sich das gesamte lebendige Individuum befindet; alle somatischen Zustände sind dagegen nur gewisse Symptome davon, die auch zusammengekommen nicht mit einer momentanen psychischen Verfassung identifiziert werden können. Denn eine Komposition ist niemals nur Summierung der Tonfragmente, sondern zugleich sich perpetuierende Ausgrenzung aller anderen akustischen Ereignisse über ihren Gesamtverlauf hinweg (z. B. Hüsteln aus dem Publikum). Wir wissen auch nicht genau, welche Symptomgruppen mit welchen psychischen Vorkommnissen einhergehen und es sind offenbar nicht immer genau gleiche mit den gleichen. Auch neigen wir unvernünftiger Weise dazu, allein die neurophysiologischen Symptome schon als vollständiges Korrelat einer seelischen oder mentalen Verfassung anzusehen. Doch ist das wohl kaum zu rechtfertigen. Möglich ist freilich, dass ganz bestimmte Neuro-Erregungsmuster in höherem Maße charakteristisch für ganz bestimmte psychische Verfassungen oder mentale Leistungen sind, also essentiell damit gekoppelte Symptome, während andere somatischen Symptome austauschbar und hochvariabel erscheinen. Auf der anderen Seite zeigen viele Forschungen über zerebrale Verletzungen auf, dass ganz unterschiedliche Areale und also auch unterschiedliche Neuro-Symptome für die gleichen seelischen Funktionen requiriert werden können. Auch die vielzitierte Plastizität des Gehirns deutet darauf, dass nicht das spezielle Ensemble von Neuro-Symptomen mit dem psychischen Vorkommnis exklusiv korreliert oder gar gleichgesetzt werden kann. Die Symptome sind

und bleiben Begleiterscheinung und sind nicht selbst der ganze Tatbestand seelischen Lebens. Seelische Verfassungen können deshalb niemals identifiziert werden mit irgendwelchen somatischen Zuständen und Vorgängen, die an Körperteilen festzustellen sind und aus ihnen zu bestimmten regionalen Aktivitätsmustern aufsummiert werden. Sie sind vielmehr ohne Ausnahme eingebettet in Lebensepisoden, die biographische Relevanz haben, d. h. das lebenserhaltende und lebensgestaltende Verhalten des Gesamtorganismus charakterisieren. Innerhalb einer Lebensepisode sind einzelne psychische Phänomene am besten als „operative Zustände“ des Gesamtsystems zu kennzeichnen, also welche, die bei Operationen des betreffenden Lebewesens anfallen (etwa motorische, ästhetische, linguistische, kognitive Operationen). Mit der Gleichheit und Variabilität der Operationen geht die Gleichheit und Variabilität der psychischen Verfassungen einher – so jedenfalls meine These.

Ich spreche von „operativen“ Zuständen, weil das, was wir eine Operation oder Tätigkeit nennen, wie z. B. das Singen eines Vogels oder Lesen eines Satzes stets eine bestimmte Abfolge von solchen oben beschriebenen Kulminationen oder Lebenslagen des betreffenden Gesamtorganismus ist. Der entscheidende Unterschied zu einer Geschehenssequenz besteht darin, dass die Stadien einer Geschehenssequenz unmittelbar kausal miteinander verknüpft sind, während die Lebenslagen zwar in jedem einzelnen Stadium von den integrierten körperlichen Symptomen kausal abhängig sind, aber die Abfolge untereinander nicht in direkter Kausalverbindung steht, sondern von einem operativen Programm gesteuert wird. Den Ausdruck „Programm“ gebrauche ich dabei ganz unspezifisch um auszudrücken, dass die Abfolge der operativen Zustände durch anderweitige Vorkehrungen, die nicht in der Sequenz selbst liegen, festgelegt ist. Es kann sich daher sowohl um instinktive wie genetische wie auch gelernte oder eigens zurechtgelegte „Programmierungen“ oder Vorkehrungen handeln. Wie der Vogel singt, welche tonalen Kulminationen welchen anderen folgen oder nicht folgen, hängt jedenfalls ab von einem externen Gesangsprogramm in einem solchen Sinne, nicht von der unmittelbaren Kausalität der jeweils vorangehenden Kulmination des Vogellebens. Deshalb ist die Abfolge und mit

ihr die Operation des Singens steuerbar, die Geschehenssequenzen hingegen sind nicht steuerbar.

Die Charakteristik der psychischen Verfassungen zeigt an, in welche Art von biographischen Episoden sie gehören und welche Art von Operationen durch sie zu vollziehen sind. Wer nicht Balance halten kann, der kann nicht Fahrrad fahren; wer nicht sehen kann, der kann nicht malen; wer nicht summieren kann, der kann auch nicht malnehmen oder komplexere Rechnungen ausführen; wer den Takt nicht hören kann, der kann nicht tanzen usw. Stets ermöglichen bestimmte operative Gesamtzustände mit bestimmtem psychophysischem Profil die Eingliederung in bestimmte Tätigkeiten und operative Sequenzen und damit den Fortgang entsprechender Handlungen. Eine Handlung oder Operation scheitert, wenn die operativen Zustände nicht das passende psychophysische Profil aufweisen, das den Schlüssel zum Fortgang der Handlung darstellt. Durch bestimmte Handlungstore schreiten wir nie; durch andere erst nach langer Zeit und Übung; durch wiederum andere schon nach kurzer Zeit oder sogar von Geburt an. Entsprechend sind die operativen Zustände unserer Lebensepisoden schlichter oder anspruchsvoller, aspirierter oder gewöhnlicher. Dieses Schlüsselprinzip in Beziehung auf den Fortgang von Operationen von Lebenslage zu Lebenslage scheint mir besonders wichtig zu sein, um das zu begreifen, was man häufig auch als mentale Kausalität bezeichnet und dingfest zu machen gesucht hat. Denn da die Abfolge der operativen Zustände unter sich keine direkte Kausalverbindung besitzt, kann in einer bestimmten Lebenslage solange verharret werden, bis der passende somatische Schlüssel bereitsteht, der den Organismus in die operativ anschließende Lebenslage eintreten lässt. Hierbei können nun die psychischen oder mentalen Merkmale der schon eingenommenen Lebenslage eine bestimmte kausale Relevanz für die Bereitstellung des richtigen somatischen Schlüssels für das Vorrücken ins nächste operative Stadium erhalten.

Diese Art der kausalen Relevanz von psychischen oder mentalen Merkmalen einer Lebenslage nenne ich das Prinzip der Begünstigung. Für die Kombination beider genannten Prinzipien in Fällen mentaler Verursachung – dem Schlüssel-

prinzip und dem Prinzip der Begünstigung – möchte ich zunächst einen einigermaßen überraschenden Beleg aus einem mittlerweile berühmt gewordenen neurowissenschaftlichen Experiment anführen (dessen Kenntnis ich Benedikt Grothe verdanke), bevor ich dann ein allgemeines Modell mentaler Verursachung daraus zu extrapolieren versuche.

EIN BEISPIEL FÜR DIE KAUSALITÄT DES PSYCHISCHEN ALS SOLCHEN

Ein sehr interessantes Experiment, das Jose M. Carmena und Miguel A. L. Nicolelis vor einigen Jahren an der Duke University in Durham, North Carolina USA durchgeführt haben, belegt auf eindrucksvolle Weise das, was ich hier behaupten möchte:²

Die Gruppe um Nicolelis und Carmena erforschten an dem Verhalten von Affen als Probanden die Steuerung von maschinellen Prothesen durch sogenannte Brain-Machine Interfaces, d. h. widmeten sich der Frage, mit welchen neuronalen Populationen in was für Erregungszuständen welche feinmotorischen Steuerungen etwa von Armen bzw. Armprothesen ausgelöst werden. Zu diesem Zweck ließen sie Affen ein Computerspiel spielen, das diese mithilfe eines Joysticks steuerten. Die Aufgabe war, einen leuchtenden Punkt, der auf dem Bildschirm auftauchte, möglichst rasch und effektiv zu treffen etc. Während des Spielens wurden den Affen die Gehirnströme in bestimmten Hirnarealen abgeleitet und zwar mit einer relativ feinen Auflösung derjenigen Neuronenpopulationen, die man in Verdacht hatte, jene Steuerungsbewegungen der Arme auszulösen. Die Affen lernten das Spiel ziemlich rasch gut zu spielen, und sie spielten es gerne. Unterdessen wurden die gemessenen Gehirnströme, zusätzlich aufbereitet durch ein simples Lernprogramm, zur Steuerung eines Roboterarms eingesetzt, der nun wiederum ähnliche Bewegungen auszuführen begann wie der Affe. Um eine genauere Fokussierung der steuerungsrelevanten Neuro-Signale zu erzielen, wurden nach einer gewissen Zeit die Kontakte zwischen dem Joystick des Affen und „seinem“ Computer mit dem Spiel am Bildschirm unterbrochen und stattdessen demselben Computer die aus dem Affengehirn stammenden Neurosignale eingegeben. D. h., in Wirklichkeit steuerten jetzt nicht mehr die Arme der Affen das

Spiel, sondern die Gehirne direkt. Dies führte zunächst zu einem gravierenden Abfall der Trefferleistung jedes Affen, dem aber sogleich eine signifikante Verhaltensänderung und damit verbunden ein Umbau auch der neuroaktiven Symptomatik folgte, bis schließlich die Trefferleistung wieder anstieg und fast ihren alten Wert erreichte: Zunächst vollführte der Affe übergroße, viel zu ausladende Steuerungsbewegungen mit den Armen, um den Abfall der Leistung zu kompensieren. Dabei änderten sich natürlich auch die engagierten Neuronenpopulation und ihre Erregungskurven an den Messpunkten, bis schließlich in einer reformierten und umgebauten Weise diese Neuroaktivität wieder zu ähnlichen Ergebnissen führte wie vorher. Die Affen merkten recht schnell, dass die Bewegung ihrer Arme kausal irrelevant waren und steuerten fernerhin das Computerspiel ohne Armbewegung nur kraft ihrer Gehirnströme.

Am Verlauf dieses Experiments sieht man deutlich, welche Art von Phänomengruppen welchen anderen kausal vorgeordnet zu sein scheinen: Die Absenkung der Trefferleistung verändert die Lebenslage des Affen, die, sagen wir, durch Enttäuschung und Ärger über das plötzlich schlechtere Trefferergebnis gekennzeichnet ist. Der Ärger wiederum ruft die Anstrengung wach, die Lage wieder zu verbessern. Die Anstrengung führt nun zum signifikanten Umbau der körperlichen Symptomatik, also bspw. zu den ausladenden Armbewegungen mit dem Steuerknüppel. Das heißt, es wird nach dem passenden somatischen Schlüssel gesucht, um in der operativen Sequenz des Spiels wieder adäquat vorrücken zu können. Da das den Affen nicht weiterbringt, werden die inzwischen chaotischer flackernden Neuropopulationen im Affenhirn anders selektiert als zuvor: Es werden nämlich diejenigen begünstigt, die zu Signalen führen, welche die Trefferleistung wieder verbessern und so dem Affenleben einen nunmehr passenden Schlüssel für das Gelingen des Spiels an die Hand geben; andere werden unterdrückt und verebben aufgrund der Irrelevanz. So lernt der Affe das Computerspiel dank leicht umgebautem Neuronenfeuer direkt mit dem Gehirn zu kontrollieren. Wichtig für uns ist nur, dass der Umbau der Neurosymptome in der Operationsfolge des Spiels den biographisch geprägten Lebensumständen mit ihren eingebetteten psychischen Verfassungen nachfolgt und nicht

umgekehrt. Weil der Affe sich ärgert und in den früheren Erfolgszustand zurückzukehren tendiert, wird das Neuronenfeuer anders selektiert und die für den Spielerfolg günstigsten Varianten gefördert. Allgemein formuliert: In das Tor des jeweils nächsten Schrittes einer biographisch relevanten Operation treten wir immer dadurch ein, dass die mit dem Vollzug der Tätigkeit einhergehende körperliche Schlüsselsymptomatik passend reorganisiert wird. Wenn wir ein Ei auf einem Löffel balancierend zum Ziel rennen oder einen vollen Teller Suppe zum Tisch tragen, so erreichen wir den jeweils nächsten Schritt und schließlich das Ziel nur, wenn die somatische Symptomatik permanent der Operationsfolge angemessen reorganisiert wird. Andernfalls verunglückt oder entgleist die Operation und unsere Biographie von Lebenslagen nähme einen etwas anderen Verlauf. Dies scheint nun, so lehrt das obige Experiment, nicht nur für Balanceakte und Armbewegungen zu gelten, die wir willentlich und bewusst zu kontrollieren gelernt haben, sondern auch für Neuropopulationen und Erregungsmuster in unserem Gehirn. Auch sie folgen der programmierten Folge der Operation, und wir variieren so lange chaotisch und auf gut Glück, bis wir dank einer passenden Population das jeweils nächste Tor der gewünschten Operation aufschließen. Unsere operativen gedanklichen Fertigkeiten, etwa beim Rechnen oder Lesen, könnten durchaus so gebaut sein. Und da das Gehirn stark plastische Eigenschaften hat, sind ein oder mehrmals erfolgreich absolvierte Operationen ein guter Pfad für den ersprießlichen Fortgang unseres Lebens.

EIN ALLGEMEINER MODELLVORSCHLAG: MENTALE KAUSALITÄT DURCH BEGÜNSTIGUNG

Auf diese Weise scheint es möglich zu sein, ein allgemeines Modell für die Kausalität biographischer Episoden und den darin eingebetteten psychischen Verfassungen und mentalen Leistungen zu beschreiben: Der organische Körper eines Lebewesens ist nicht von Moment zu Moment einer einheitlichen kausalen Sukzession unterworfen, sondern bildet ein Gefüge relativ stark von einander abgegrenzter, aber sich überschneidender und daher koordinationsfähiger Funktionssysteme, die wiederum in eine Vielzahl untergeordneter Kausalzusammenhänge zerfallen. Aus diesem

Grund ist die körperliche Symptomatik unterschiedlicher biographischer Episoden und der darin eingebetteten psychischen und mentalen Verfassungen oft über den ganzen Körper zerstreut, bildet Muster und Beziehungen aus, die nicht unmittelbar miteinander in einem für das Gesamtverhalten kausalen Zusammenhang stehen, sondern vielmehr symptomatischer Ausdruck des Verhaltens oder operativen Zustandes des gesamten lebendigen Organismus sind, wie es vorher mithilfe der Argumente des Aristoteles beschrieben wurde. Das Ensemble somatischer einschließlich der neuronalen Symptome ist deshalb disponibel je nach den Lebenslagen und einschlägigen biographischen Verhaltensweisen, durch die ein solcher Organismus manövriert wird. Wenn wir bspw. etwas lernen, dann setzen wir unseren Körper einer Situation aus, die dazu geeignet ist, einen bestimmten Teil der somatischen Symptomatik unseres Operierens schlüsselfähig umzubauen. Wir wiederholen z. B. ein bestimmtes Fremdwort oder eine Lautfolge solange, bis wir sie flüssig und richtig artikulieren. Oder wir versuchen, solange auf dem Fahrradsitz auszuharren, bis wir durch die größere Geschwindigkeit eine leichtere Balance finden. Wir schaffen uns also gegenseitig und anschließend häufig auch für uns alleine Umstände, in denen eine ganz bestimmte Symptomatik, einschließlich der neuronalen, begünstigt wird, um so in das jeweils nächste Tor unserer Operationen vorrücken zu können. Und wenn wir etwas einüben, verharren wir suchend und chaotisch variierend vor diesem Tor, bis wir leichtgängig hineinkommen und die Operation voranschreitet.

Nicht akzeptabel ist aber, wie schon anfangs gesagt, die Meinung, dass jene operativen Gesamtverfassungen identisch mit dem jeweiligen somatischen Symptom oder dem neuronalen Muster etc. seien. Denn dann gäben wir die Wahrheit der Behauptung wieder auf, dass die psychischen und gedanklichen Verfassungen und Sequenzen als solche und in ihren nicht-somatischen Charakteristika kausal für den somatischen Fortgang unseres Daseins sein könnten. Wir pflegen das Denken deshalb, weil sein symptomatischer Ausdruck in unserem Verhalten und damit im somatischen Verlaufsprofil unseres Lebens, enorme Vorteile und Verbesserungen einbringt. Diese Vorteile sind dann dem Denken zu verdanken, nicht

dem Neuronenfeuer, das ohne die Einhaltung operativer Denkgeregeln in jedem von uns einen ganz anderen Fortgang nehmen könnte, indem es gewissermaßen ständig nur entgleist, aber niemals schließt. Das Denken als solches hat, wie jedem klar sein dürfte, gewisse Charakteristika, die kein somatischer Prozess oder Prozessgefüge aufweisen kann. Ich nenne einige von ihnen:

- Intentionalität (etwas meinen, Bedeutsamkeit),
- Subjektivität (Erlebnisqualität; Erste-Person-Perspektive),
- Reflexivität (Selbstdurchsichtigkeit; Wahrnehmen, dass ich es bin, der denkt),
- Integration von Fremdperspektiven (Einführung, Mitteilung, Sprachcharakter),
- Verneinungsfähigkeit (Negation, Opposition und Verweigerung),
- Wahrheitsorientierung (Gedanken zielen auf Wahrheit),
- Normativität (wir kalkulieren in unserem Handeln einschlägige Normen ein).

Diese und andere sicherlich nichtphysischen Merkmale müssen also ihre kausale Spur in unser körperliches Dasein setzen können. Deswegen reicht es nicht zu sagen, dass geistige Verfassungen lediglich neuronale Zustände sind (Identitätstheorie)³ oder auf neuronalen supervenieren (ohne eigene Kausalrelevanz)⁴ oder „kraft“ ihrer Identität mit gewissen neuronalen Zuständen kausal relevant sind (anomaler Monismus).⁵ Denn in all diesen Modellen werden die genannten Charakteristika des Denkens kausal depotenziert. Nicht sie sind es, die das, was geschieht kausal erklärbar machen, sondern jene neuronalen Zustände. So war vielmehr im oben beschriebenen Experiment offensichtlich der Wunsch des Affen, die Trefferleistung wieder zu verbessern, ursächlich für die Umstrukturierung seiner Gehirnströme. Die besondere Lebenslage, in der sich der Affe insgesamt befindet, die nicht nur seinen Gehirnzustand betrifft, sondern seine Gesamtverfassung als Affe mit gewissen Interessen und Erfahrungen (die insofern durchaus intentionale Charakteristika aufweist), begünstigt, wie wir sagten, die Produktion bestimmter neuronaler Zustände, die ihm einen operativen Schlüssel für das Spiel an die Hand gäben, und vernachlässigt andere. Es sind stets größere Populationen verwandter Zustände, die ein Gehirn produziert, welche aber doch in gewissen Zügen voneinander

abweichen. Solche Abweichungen könnten durch Begünstigung akzentuiert und durch Vernachlässigung weitgehend ausgemerzt werden.

Die Begriffe der Begünstigung und des Schlüssels für charakteristische Änderungen einer Gesamtlage ist überall dort sinnvoll und wichtig, wo die Veränderung eines umfassenden Zusammenhangs systematisch verkoppelt ist mit der einzelner Glieder oder Symptome dieses Zusammenhangs. Wir finden dergleichen z. B. in der Wirtschaft und anderen konjunkturellen Phänomenen wie dem Wetter und Wachstum von Populationen. Hier kann eine bestimmte Veränderung des neuralgischen Details schlüsselartig eine Reorganisation des umfassenden Zusammenhangs auslösen. Und umgekehrt kann eine geringfügige Torsion des umfassenden Zusammenhangs eine neuralgische Veränderung von bestimmten Gliedern des Zusammenhangs begünstigen oder benachteiligen. In dieser Weise verhalten sich zueinander auch die umfassenden Lebenslagen, in denen ein komplexer Organismus sich befindet, und die Symptome in den einzelnen Körperteilen, die bei gewissen operativen Zuständen des Gesamtorganismus anfallen, aber nicht immer schon schließen. Ein Modell des psychophysischen Kausalzusammenhangs durch Begünstigung könnte daher m. E. etwa folgendermaßen aussehen:

(1) Wir lernen dadurch, dass wir uns gegenseitig und jeder sich selbst in geeignete Lebenslagen manövrieren und so Umstände schaffen für bestimmte statt andere somatische Produktionen, die unsere Lebenslagen schließfähiger für gewisse operationale Zielzustände machen.

(2) Die Lebenslage (= operationales Stadium), in die wir uns manövrieren oder manövrieren lassen, begünstigt kraft bestimmter nicht-physikalischer Merkmale der in sie eingebetteten psychischen und mentalen Verfassungen die Produktion eines somatischen Schlüssels für das Vorrücken desselben Lebens in eine sich operational anschließende Lebenslage.

(3) So wird ein Link geschaffen zwischen bestimmten Abfolgen operativer Zustände und auch zu operationalen Sequenzen insgesamt. Operationsversuche schaffen nämlich allmählich Passagen und Brückenköpfe von Vermögen oder besser: Fertigkeiten, das sind mehr oder weniger lange Strecken, in denen die Folge der Lebenslagen im

Geleis der Operation bleibt, nicht entgleitet wie beim Anfänger im Suppetragen oder Eierlaufen. Die Begünstigungen sind hier schon gefasst auf die jeweils folgenden Lagen, die an sie anschließen werden. Deshalb gibt es Enttäuschungen, wo jemand Operationen nicht flexibel genug beherrscht.

(4) Die Links zwischen operationalen Stadien oder Operationen als Ganzen können wiederum zu Merkmalen bestimmter Lebenslagen erhoben werden, durch die weitere Schlüssel zu Operationen begünstigt oder Varianten der Operation leichter anschlussfähig werden.

(5) So kann eine gute „Verlinkung“ leicht zum ausschlaggebenden Motiv von Operationen werden: Wir rechnen oder tanzen, weil wir es so gut können, und begeben uns forciert in Lebenslagen, die immer wieder neu die entsprechenden Schlüssel perfektionieren. Auch das hat Aristoteles schon beschrieben: Der Tüchtige operiert im Sinne seiner Tüchtigkeit, weil es ihm Freude macht. So kommt es zu einer Begünstigungsspirale, die sich in ihrer operativen Weiterentwicklung selbst beschleunigt.

(6) Die sechste Stufe besteht darin, dass man Enttäuschungen so gut wie immer vermeidet, d. h. seine Operationen zum Ziel bringt durch Anpassungen an die spezielle Situation, durch die hindurch man die Folge von Lebenslagen erfolgreich „steuern“ muss. Es bleibt aber für alle menschlichen Operationen wichtig, bestimmte geeignete Räume zu schaffen, in denen die Operationen, wenn sie sehr komplex sind, überhaupt gelingen können. Auch hier leisten wir uns vieles gegenseitig, wie am Anfang des Lernens.

So kann es insgesamt sein, dass wir uns auf eine bestimmte Weise verhalten im kausalen Sinn wegen der spezifischen Charakteristika unserer geistigen Verfassungen wie Intentionalität, Subjektivität, Kontextualität, Reflexivität und Inter-subjektivität von Gedanken oder Volitionen etc.

Wenn das geschilderte Modell mentaler Kausalität akzeptabel erschiene, dann wäre freilich die Identitätstheorie des Mentalen mit dem rein physikalisch zu Beschreibenden falsch. Das Konzept der Supervenienz sowie der anomale Monismus ohne psychophysische Kausalität unzureichend. Vielmehr gäbe es eine echte Kausalität geistiger Leistungen, die zwar Verfassungen physisch-materieller Wesen, aber nicht somatische, spricht:

physikalisch beschreib- und erklärbare Zustände solcher Wesen wären. Außerdem würde ein Spezifikum des Geistigen dadurch besonders herausgestrichen, nämlich dies, dass man sich gegenseitig dazu verhilft und verhelfen muss, solche Verfassungen zum wichtigen und immer wichtigeren Bestandteil seines Lebens machen zu können. Weil man aber in jedem Fall ursprünglich von anderen, die es schon können, in anfangsgeeignete Lebenslagen „manövriert werden“ musste, ist dies m. E. auch eine Schlüsselperspektive für Social Neuroscience.

|| PROF. DR. THOMAS BUCHHEIM

ist Lehrstuhlinhaber für Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität, München

LITERATUR

- Hacker, Peter / Bennett, Maxwell: *The Philosophical Foundations of Neuroscience*, Oxford 2003.
- Bennett, Maxwell / Dennett, Daniel / Hacker, Peter / Searle, John: *Neuroscience and Philosophy. Brain, Mind, and Language. With an Introduction and Conclusion by Daniel Robinson*, New York 2007.
- Buchheim, Thomas: *Sômatikê energeia – ein aktualisierter Vorschlag des Aristoteles zur Lösung des Leib-Seele-Problems*, in: *Das Leib-Seele-Problem. Antwortversuche aus medizinisch-naturwissenschaftlicher, philosophischer und theologischer Sicht*, hrsg. von Friedrich Hermann und Thomas Buchheim, München 2006, S. 85-106.
- Cacioppo, John T. / Shelley, E. Taylor u. a. (Hrsg.): *Foundations in Social Neuroscience*, Cambridge 2002.
- Strawson, Peter F.: *Individuals. An Essay in Descriptive Metaphysics*, London / New York 1959.

ANMERKUNGEN

- ¹ Vgl. zur philosophischen Systematik dieser Unterscheidung Buchheim, Thomas: *Unser Verlangen nach Freiheit*, Hamburg 2006, S. 37-66.
- ² Siehe Carmena, Jose M. / Nicolelis, Miguel A. L. u. a.: *Learning to Control a Brain-Machine Interface for Reaching and Grasping by Primates*, in: *PloS Biology* 1 2/2003, S. 193-208, <http://biology.plosjournals.org>
- ³ Vgl. z. B. Stich, Stephen: *From Folk Psychology to Cognitive Science*, Cambridge 1983; Pauen, Michael / Stephan, Achim (Hrsg.): *Phänomenales Bewusstsein. Rückkehr zur Identitätstheorie?*, Paderborn 2002.
- ⁴ Vgl. z. B. Jackson, Frank: *Epiphenomenal Qualia*, in: *The Philosophical Quarterly* 32/1982, S. 127-136; Kim, Jaegwon: *Supervenience and Mind. Selected Philosophical Essays*, Cambridge 1993.
- ⁵ Vgl. z. B. Davidson, Donald: *Mental Events*, in: *Actions and Events*, von Doms., Oxford 1980, S. 207-227.

ZUR BEDEUTUNG DES BEGRIFFS „ICH“ IN DER PSYCHIATRIE

CHRISTINE GRÜNHUT || Das Gehirn-Geist-Problem – wie im Homo neurobiologicus veranschaulicht – wird hier am Beispiel der Psychopathologie in der Schizophrenie beleuchtet. Das Konzept des Ich stellt in der Psychiatrie und Psychotherapie eine zentrale und bisher unersetzbare Funktion für das Verständnis der Symptome und die Therapie von bestimmten Erkrankungen dar.

GRUNDFRAGEN ZUM GEHIRN-GEIST-PROBLEM

Wissenschaft ist in ihrem Erkenntnisstreben darum bemüht, die Vielfalt der Erscheinungen auf eine einzige Grundstruktur zurückzuführen (z. B. Atom), ein allgemeines Gesetz (z. B. $E = mc^2$) oder ein grundlegendes Substrat (z. B. Wasser als Eis und Wolke) zu finden, aus dem sich die Vielfalt herleiten lässt. Dieses reduktionistische Erkenntnisprogramm wird auch in Hinblick auf die Reduktion des Geistigen auf das Physische, also auf das Gehirn, im Rahmen der sogenannten Naturalisierung bzw. Biologisierung des Geistigen angewandt.

Wenngleich viele Argumente in diesem Sinne für einen reduktiven materialistischen Monismus sprechen, der die psychischen Zustände und Prozesse als Gehirnzustände und -prozesse interpretiert, bleiben – je genauer man diese Position betrachtet – viele wichtige Fragen offen. Das in diesem Zusammenhang formulierte „Gehirn-Geist-Problem“ im Sinne des „Homo neurobiologicus“, das das Verhältnis des Geistigen zum Gehirn zum Gegenstand hat, zeigt bis heute keine lückenlose Konzeption.¹ Vor allem der „eliminative Materialismus“, der sogar die Begrifflichkeit der Psychologie und wohl auch der Psychiatrie zugunsten gehirnbioologischer Konzepte als überflüssig ansieht, erscheint nicht akzeptabel.² Wesentliche Begriffe der Gehirn-Geist-Debatte sind nämlich das „Bewusstsein“, die „Wahrnehmung“, das „Denken“, das „Ge-

dächtnis“, das „Ich“, das „Selbst“ usw., für die bisher nur wenige umschriebene neurobiologische Korrelate identifiziert wurden. Insbesondere die Konstrukte „Ich“ bzw. „Selbst“ sind für die Psychiatrie bedeutsam, da die meisten psychischen Erkrankungen mit einem veränderten Ich bzw. Selbsterleben der Person einhergehen. Diese Kategorien bilden daher – beispielsweise für einige Arbeitsansätze der Lehre der psychischen Erkrankungen (Psychopathologie) – eine wichtige und weiterhin unverzichtbare Grundlage im Verständnis der klinisch beobachtbaren Symptome. Im Rahmen der Psychotherapie und in der Verständigung mit dem Patienten sind sogar die Begriffe des Ich und Selbst auseinanderzuhalten,³ doch wird hier nicht näher darauf eingegangen.

Anhand des Beispiels der Schizophrenie wird im Folgenden verdeutlicht, dass der Begriff des „Ich“ in der Psychopathologie sehr zentral und für das Verständnis der äußerst komplexen Symptome hilfreich ist. Dieser Bereich der psychiatrischen Theorie wird aber nun gerade durch die Hirnforschung infrage gestellt. So läuft seit etwa 15 Jahren eine heftige Diskussion über die sachliche Berechtigung der Konstrukte „Ich“, „Selbst“, „Person“ und dgl., angestoßen durch entsprechende Forschungsergebnisse der Neurobiologie und daraus folgenden Interpretationen.⁴ Diese Konstrukte werden allerdings auch in der Philosophie kritisch diskutiert.⁵

WAS IST UND WARUM BRAUCHEN WIR PSYCHOPATHOLOGIE?

Elementarer Bestandteil der Psychiatrie ist die Psychopathologie als Lehre von den krankhaft veränderten Formen des Bewusstseins, Erinnerungsvermögens und Gefühls- bzw. gesamten Seelenlebens. So ist die Basis der psychiatrischen Untersuchung über Jahrzehnte der psychische bzw. psychopathologische Befund. Er setzt sich aus der Prüfung der sogenannten kognitiven und affektiven Funktionen zusammen. Die entsprechenden Befunde werden im Folgenden in beschreibend-klassifikatorische Kategorien erfasst und dargestellt:⁶ Bewusstseins-, Orientierungs-, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen; Denkstörungen, Wahn, Ich-Störungen; Störungen der Gefühlswelt bzw. Affektivität, Antriebs- und Bewegungsstörungen, sexueller Antrieb, circadiane Besonderheiten (Schlaf), Befürchtungen und Zwänge usw.

Durch die Beurteilung dieser Dimensionen des psychischen Zustands können charakteristische Symptomprofile psychischer Störungen erfasst und beschrieben werden, die in ihrer Komplexität dann als typische Erscheinungsformen psychischer Erkrankungen in Diagnosekategorien zusammengefasst werden. In dieser Form zeigt sich, dass es auch zur Erforschung von Krankheiten mit sehr vielfältigen Phänomenen der Reduktion auf einzelne sehr charakteristische Erscheinungen bedarf. Auf der Suche nach solchen Grundstrukturen einer Erkrankung werden einzelne markante Symptome ausgewählt und in weiterer Folge wird versucht, die Ursachen und Hintergründe darzustellen, also eine erklärende Krankheitstheorie zu entwickeln.

In den letzten Jahrzehnten fand allerdings unabhängig von der neurobiologischen Forschung im Fach der Psychopathologie eine dramatische Veränderung statt: Anstelle der ausführlichen und differenzierten erzählend-beschreibenden Psychopathologie kommen nun seit längerem, vor allem aus dem angloamerikanischen Raum, immer mehr standardisierte verkürzende Beurteilungsskalen zur Anwendung, die die psychopathologischen Phänomene in Skalenwerten abbilden und zwar in Form von Checklisten.⁷ Dieser ursprünglich wertvolle Versuch der Vereinfachung und internationalen Standardisierung der Diagnostik leistete aber auch dem biologischen Reduktionismus

weiter Vorschub. Sowohl in der Diagnostik aber noch mehr im individuellen Umgang mit dem Patienten stellt diese Form der einfachen Kategorisierung von Erkrankungen jedoch in vielerlei Hinsicht eine insuffiziente und unbefriedigende Lösung dar. Diese Form des Reduktionismus, international inzwischen von vielen Ärzten und Fachverbänden kritisiert, wird von anderen Interessengruppen nicht nur begrüßt, sondern auch in der neurobiologischen Forschung als Basis herangezogen.

Ermangels einer Psychopathologie, die die einzelnen seelischen Prozesse und Zustände, ähnlich wie die Psychoanalyse, in einen dynamischen Wechselspiel zu erfassen erlaubt, wird viel Hoffnung auf die Neurobiologie gesetzt. Davon später. Es gibt allerdings noch einen hier interessierenden Arbeitsansatz der Psychopathologie, nämlich jenen der Ich-Psychopathologie, der ein interessantes Erklärungspotenzial hat.

DAS „ICH“ IN PHILOSOPHIE UND IN PSYCHOPATHOLOGIE

Der substantivische Begriff des „Ich“ wird in der Philosophie bereits einige Jahrhunderte verwendet und im deutschen Sprachraum aufgrund der Interpretationen der Übersetzungen aus dem Englischen kontrovers aufgefasst. Vor allem im Rahmen der Philosophie von John Locke und insbesondere bei Immanuel Kant findet sich diese vieldiskutierte Kategorie.

Für John Locke ist das *Ich* das bewusst denkende Wesen, gleichviel aus welcher Substanz es besteht (ob aus geistiger oder materieller, einfacher oder zusammengesetzter), das für Freude und Schmerz empfindlich und sich seiner bewusst ist, das für Glück und Unglück empfänglich ist und sich deshalb so weit um sich selber kümmert, wie jenes Bewusstsein sich erstreckt.⁸

Immanuel Kant hat die auch für heute noch relevanten Analysen des Ich vorgelegt und diese Entität zusammenfassend so beschrieben:⁹ „Das ‚ich denke‘ muss all meine Vorstellungen begleiten können.“ Damit ist gemeint, dass das Ich-Bewusstsein allen weiteren Erlebnissen zugrunde liegt.¹⁰ Die äußerst komplexe Konzeption des „Ich“, wie sie Kant charakterisiert hat, wird von Eisler im Kant-Lexikon höchst interessant zusammengefasst, wobei zu betonen ist, dass der eilige Leser den folgenden Textabschnitt nur rasch zu

überfliegen braucht. Für einige Leser birgt dieser Abschnitt allerdings vielleicht Anregungen zum eigenen Nachdenken über sich selbst:¹¹

„Das Ich ist als Gegenstand des ‚inneren Sinnes‘, als empirisches Ich, ebenso Erscheinung wie das Außending. Das Ich wird nicht in seinem Sein an sich erkannt. Auch das ‚reine Ich‘ als ‚Subjekt‘ ist nicht Ding an sich, wenn es auch nicht Erscheinung ist. Es ist eben überhaupt kein Ding, keine einfache Substanz oder Kraft, sondern bedeutet die logische, transzendente (Erkenntnis bedingende) Einheit des Bewusstseins, der Apperzeption, ein ‚reines‘ Bewusstsein, das alles Vorstellen begleitet oder doch begleiten können muss, den Einheitspunkt des Bewusstseins, auf den sich alles Vorstellen beziehen lässt; es ist rein formal, ist nicht einmal ein Begriff (mit bestimmtem Inhalte), sondern das ‚Vehikel aller Begriffe‘, der Grund des Denkens, die oberste Voraussetzung desselben. Das menschliche Ich ist nicht bloß Erscheinung, sondern auch ein ‚Noumenon‘, etwas Übersinnliches, dessen Manifestation die freie, sittliche Gesetzgebung ist. Die Außenwelt ist nicht vom empirischen, einzelnen, gewordenen, psychologisch sich entwickelnden Ich abhängig, sondern hat dieselbe ‚empirische Realität‘ wie dieses, ist nicht in, sondern außer ihm, ja bedingt dessen bestimmtes Dasein in der Zeit, indem die innere Erfahrung schon die äußere voraussetzt. Empirisches Ich sowohl als Außenwelt sind als solche Erscheinungen, deren Form von der Gesetzlichkeit des reinen (transzendenten) Bewusstseins (nicht im kausalen Sinne) abhängig ist, d. h. sie haben diese Gesetzlichkeit zur Voraussetzung, Grundlage.“

Es ist leicht vorstellbar, dass dieses komplexe Konstrukt des Ichs bei Kant zur Vielschichtigkeit des Ich zu vielfältigen Diskussionen geführt haben, die wir hier – mit der Psychiatrie im Fokus – nicht vertiefen können.¹² Dennoch möchte ich hier noch kurz eine mehrdimensionale, aber systematisierte Charakterisierung des Ich eines Psychiaters (K. Vogeley) und eines Philosophen (A. Newen) anführen, die eine Diskussionsgrundlage bieten können:¹³

- Das Ich als Zentrum der räumlichen und kognitiven Perspektive (Perspektivität).
- Das Ich als Träger meiner subjektiven Erfahrungen und Körperzustände (Meinigkeit / zumir-Gehörigkeit).

- Das Ich als Urheber der Handlungen (Urheberschaft).
- Das Ich als Subjekt der Autobiographie (trans-temporale Einheit).

In dieser Bedeutungsvariante stellt sich die Frage des Nutzens des Begriffs des Ich in der Psychiatrie. In der Psychiatrie gewinnt nämlich die Verwendung des substantivisch gebrauchten Ich-Begriffs vor allem ab Ende des 19., beginnendem 20. Jahrhunderts an Bedeutung und führt auch in dieser Disziplin zu unterschiedlichen Auffassungen und Interpretationen. Der Neurologe und Begründer der Psychoanalyse Sigmund Freud verwendet den Ich-Begriff in der Psychoanalyse (Ich, Es, Überich) dazu, eine zentrale steuernde Instanz über Denken, Wahrnehmen und Erinnern anzunehmen, die mit einem Selbstbild, den Vorstellungen zur eigenen Person verbunden ist. Angelehnt an dieses Begriffsverständnis ist auch die bereits erwähnte Kategorie der Ich-Störungen der klinischen Psychiatrie zu sehen. Andere vielfältige Varianten des Ich-Begriffs finden sich auch noch in den diversen Psychotherapieschulen. Und schließlich wird auch der Begriff des Selbst, wie erwähnt, oft synonym oder zumindest sehr ähnlich verwendet, worauf wir hier nicht eingehen können und hier die durchwegs sinnvolle Unterscheidung vernachlässigen müssen.¹⁴

In der frühen Psychopathologie war vor allem Karl Jaspers, Psychiater und Philosoph, sehr bemüht, diverse psychische Veränderungen im Rahmen psychischer Erkrankungen genau zu dokumentieren. Die von ihm beobachteten Patienten beschrieben auf direkte oder indirekte Weise ihre Erlebenswelten, Wahrnehmungen, Veränderungen. Ein wichtiger Fokus seiner Arbeit lag auf der Erfassung der Veränderung des Ich-Erlebens. Er führt dazu Folgendes grundlegend aus:¹⁵ „Wir stellen dem Gegenstandsbewusstsein das Ich-Bewusstsein gegenüber. Wie wir in jenem mannigfache Weisen, in der uns Gegenstände gegeben sind, unterscheiden mussten, so haben wir es auch beim Ich-Bewusstsein, der Weise wie das Ich sich seiner selbst bewusst ist, nicht mit einem einfachen Phänomen zu tun. Das Ich-Bewusstsein hat vier formale Merkmale: das Tätigkeitsgefühl, ein Aktivitätsbewusstsein, das Bewusstsein der Einfachheit: Ich bin einer im gleichen Augenblick, das Bewusstsein der Identi-

tät: Ich bin derselbe wie von jeher und das Ich-bewusstsein im Gegensatz zum Außen und zum Anderen.“ Er formuliert an anderer Stelle: „In dieser inhaltlichen Erscheinung und Entwicklung wird sich das Ich seiner als Persönlichkeit bewusst.“

Heute wird das Ich, in Anlehnung an Jaspers, beispielsweise in dem weit verbreiteten Lehrbuch zur Psychopathologie von Christian Scharfetter, einem der größten klinischen Schizophrenie-Forscher der letzten Jahre, folgendermaßen definiert:¹⁶ „Das Ich macht den wachen, bewussteinaklaren Menschen aus, der um sich selbst weiß, sich als gestimmt, gerichtet, wahrnehmend, wünschend, bedürftig, getrieben, verlangend, fühlend, denkend, handelnd in der Kontinuität seiner Lebensgeschichte erfährt. Wir gebrauchen das substantivische Abstraktum ‚Ich‘ zur Benennung dieses je eigenen Selbstseins und sind dabei der Zusammengehörigkeit von Ich und Welt eingedenk.“ Und weiter heißt es: „Die Menschen sind jeweils ‚Ich‘ in unterschiedlichem Grad der Vergegenwärtigung je nach Entwicklungsstand, Selbstreflexion, Introspektion, Kultur. ... Was wir mit Ich meinen, das Erlebens- und Verhaltenszentrum, das sich im sozialen Kontext, in der Welt überhaupt ortet, die Anlaufstelle für das Ankommen, Verbindungsstätte vom Gegenwärtigen mit Vergangenheit und Zukunft, Verarbeitungs- und Sendestelle für alles Efferente, ist natürlich auch in diesen (anderen) Kulturen ‚da‘, das heißt, die Menschen leben es, sind es, soweit sie ‚gesund‘ funktionieren.“

Nach Scharfetter und in Anlehnung an Jaspers hat der Gesunde ein Ich-Bewusstsein als die Gewissheit des wachen, bewussteinaklaren Menschen: „Ich bin ich selber“, das heißt, ich bin lebendig (Ich-Vitalität), ich bin eigenständig und selbstbestimmt im Vernehmen und Handeln (Ich-Aktivität), ich bin einheitlich und zusammenhängend (Ich-Konsistenz), ich bin abgegrenzt und unterschieden von anderen Wesen / Dingen (Ich-Demarkation), ich bin selbig im Verlauf des Lebens und in verschiedenen Lebenslagen (Ich-Identität).

Und genau diese Dimensionen des Ich-Erlebens sind am eindrucklichsten bei der Schizophrenie gestört, wenngleich verschiedene Aspekte auch bei anderen psychischen Krankheiten verändert sind.

SCHIZOPHRENIE

Die Schizophrenie als Prototyp einer „Geisteskrankheit“ ist seit Jahrhunderten bekannt, aber erst durch Eugen Bleuler so benannt. Philippe Pinel beschrieb im 18. Jahrhundert bereits in seinem bahnbrechenden Werk „Philosophisch-medizinische Abhandlung über Geisteskrankheit und Manie“ u. a. eine *Démence* und B. A. Morel im 19. Jahrhundert eine *Démence précoce*, was später von Emil Kraepelin als *dementia praecox* (frühzeitige Demenz) übernommen wurde.¹⁷ Kraepelin wollte vornehmlich durch objektive Beobachtung der Kranken erkennen und beschreiben. Im Gegensatz dazu setzte sich sein Schweizer Kollege Eugen Bleuler auch mit der Erlebniswelt der Patienten auseinander, sodass er weiterhin brauchbare Grundlagen und Einsichten zur klinischen Psychopathologie der Schizophrenie legte. Er zeigte von Anfang an Interesse an den psychoanalytischen Ansätzen Sigmund Freuds, was sich auch in seiner Psychopathologie widerspiegelt. Seine Beschreibung der Symptome und die zugehörige Klassifikation sind bis heute relevant und Basis der gängigen internationalen Klassifikationen.

Die heute offizielle, internationale, für die Diagnose gültige Beschreibung der Schizophrenie und der schizophrenen Störung lautet, wie folgt:¹⁸

- Die schizophrenen Störungen sind im allgemeinen durch grundlegende und charakteristische Störungen des Denken und der Wahrnehmung sowie durch inadäquate oder verflachte Affekte gekennzeichnet.
- Die Bewusstseinsklarheit und intellektuellen Fähigkeiten sind in der Regel nicht beeinträchtigt, obwohl sich im Laufe der Zeit, aber auch zu Beginn gewisse kognitive Defizite entwickeln können.

Die wichtigsten psychopathologischen Phänomene im Bereich des Denkens sind Gedankenlautwerden, Gedankeneingebung oder Gedankenentzug und Gedankenausbreitung. Diese Phänomene vermitteln der betroffenen Person den Eindruck, dass sie nicht mehr Herr des eigenen psychischen Geschehens ist, was dem Konzept der Störungen der Ich-Funktion bzw. der Ich-Störungen entspricht (s. u.). Ähnlich ist der Wahn zu sehen, als Beeinflussungswahn oder das Gefühl des Gemachten, was zunehmend zu einer neuen subjektiven Identität führt. Halluzinierte Stimmen, die in der

dritten Person den Patienten kommentieren oder über ihn sprechen, allgemeine Denkstörungen und Negativsymptome ergänzen das sehr heterogene Symptombild.

Wie eingangs beschrieben, besteht auch für die Psychopathologie die Aufgabe, die Vielfalt dieser Symptome auf sinnvolle Symptomgruppen zurückzuführen. Besonders nachhaltig wirksam für das Verständnis und als Theorie dieser Symptomvielfalt ist bis heute Eugen Bleulers Modell,¹⁹ das von Grundsymptomen (substratnahe, Gehirnbedingte Symptome) und Sekundärsymptomen, die möglicherweise als Reaktionen auf die Grundsymptome aufzufassen sind, ausgeht: Grundsymptome sind Denkstörungen (Assoziationsstörungen), Ambivalenz und Autismus; Sekundärsymptome sind demnach Halluzinationen, Wahn etc., sie entstehen erst aus dem Versuch des Umgangs mit Primärsymptomen.

Das hier interessierende Konzept „Ich“ setzt Eugen Bleuler mit der Persönlichkeit gleich:²⁰ „Das Ich ist der Teil des Menschseins, der bewusst als Ich erlebt wird. Im Ich ordnet sich die rationale und emotionale Erfahrung über die Realitätsanpassung, die Berücksichtigung der aktuellen Situation und alles was aus dem Es und dem Über-Ich uns beeinflusst, zu einer geordneten Anpassung an die Welt, in der wir leben. Jede Geisteskrankheit bildet die Persönlichkeit um.“

Für die Schizophrenie interpretiert sieht dies sein Sohn Manfred Bleuler so:²¹ „[Die] Gesamtpersönlichkeit [ist] aufgelockert, gespalten und der natürlichen Harmonie verlustig, was sich gleichermaßen in der Zerfahrenheit, der Parathymie und der Depersonalisation äußert.“

Im Rahmen der heutigen Psychopathologie wird das Erleben der Menschen mit schizophrenen Störungen so charakterisiert, dass es grundlegend auch durch Ich-Störungen geprägt ist. Einige wichtige Begriffe der „Ich-Störungen“ werden in einem aktuellen Psychiatrielehrbuch beschrieben:²² Derealisation (Welt wird als anders erlebt), Depersonalisation (Person wird als anders erlebt), Autismus (reduzierte Beteiligung an der Außenwelt), Fremdbeeinflussungserlebnisse u. a. in Form der Fremdbeeinflussung des Denkens und der Gedankenausbreitung.

Im Rahmen der weiterführenden Ich-Psychopathologie bietet sich nach Scharfetter eine gestufte Systematik an.²³

- **Störung der Ich-Vitalität:** Hier bilden sich das Erleben vom Absterben, dem Tod, Untergang, dem Nicht-mehr-Sein, dem Weltuntergang, Untergang anderer Menschen usw. ab.
- **Störung der Ich-Aktivität:** Diese Dimension erfasst das Erleben des Verlustes des Gefühls der Eigenmächtigkeit im Handeln und Denken, der Fremdsteuerung und -beeinflussung, der Kontrolle im Erleben, Handeln, Denken, Fühlen, Lahmgelegtsein, Besessensein.
- **Störung der Ich-Konsistenz:** Das Erleben der Änderung der Beschaffenheit des Leibes, der Aufhebung des Zusammenhangs des Leibes oder seiner Teile, der Gedanken-Gefühlsverbindung, der Gedankenketten, Willens- und Handlungsimpulse, Veränderung der Welt usw. sind Merkmale dieser Dimension.
- **Störung der Ich-Demarkation:** Dieser Störungsaspekt betrifft Unsicherheit, Schwäche oder Aufhebung der Ich-nicht-Ich-Abgrenzung, das Fehlen eines (privaten) Eigenbereichs im Leiblichen, im Denken, Fühlen, Störung der Innen- / Außen- und Fremd- / Eigen-Unterscheidung.
- **Störung der Ich-Identität:** Diese Kategorie erfasst die erlebte Unsicherheit über eigene Identität, die Angst vor Verlust der eigenen Identität, Erleben des Verlusts der eigenen Identität, Erleben der Veränderung der Körperformen, Geschlechtsänderung, Verwandlung in ein anderes Wesen, Änderung der Herkunftsidentität usw.

Diese umfassende Systematik der Ich-Psychopathologie von Scharfetter zur Einordnung der komplexen Symptome der Schizophrenie hat international allerdings wenig Beachtung gefunden, obgleich sie konzeptionell gut mit der Ich-Philosophie anschlussfähig ist.

Es ist aber auch interessant, diesen Ansatz auf Erforschung der neurobiologischen Grundlagen der Schizophrenie weiter zu verfolgen.

NEUROBIOLOGIE

Grundsätzlich wird in der Neurobiologie mit Hilfe der bildgebenden Methoden und mit den Methoden aus der Genetik und Molekularbiologie nach den neuralen Korrelaten psychischer Störungen gesucht. Die neurobiologische Forschung in der Psychiatrie hat in methodischer Hinsicht bei der Untersuchung der Schizophrenie wie

auch bei anderen psychischen Störungen diese Untersuchungstechniken bei Kranken angewandt und die Befunde mit jenen bei Gesunden verglichen. Im Falle von Differenzen wurde und wird versucht, diese Befunde mit anderen Erkenntnissen der Funktionen verschiedener Gehirnstrukturen in Beziehung zu setzen. Auf diese Weise soll z. B. die Ursache für das schizophrene Erleben und Verhalten gefunden werden. Dabei stehen Symptome wie Wahrnehmungsstörungen, Denkstörungen oder Gedächtnisstörungen im Vordergrund, für die morphologische Korrelate gesucht werden.²⁴ Die oben beschriebenen Defizite der Ich-Funktionen korrespondieren recht gut mit sogenannten eher deskriptiven substratnahen Theorien einer „Filterstörung“ oder entsprechenden „Stress-Vulnerabilität-Konzepten“: In dieser Sichtweise kommt es bei bestimmten Menschen bei Vorliegen einer gewissen Krankheitsdisposition (Empfindlichkeit), verbunden mit bestimmten Stressoren, zum Ausbruch einer Erkrankung mit ihren benannten Störungen und zwar wegen zu schwacher Informationsverarbeitungsalgorithmen.

Auf Basis dieses Konzepts und der neurobiologischen Methodologie wurde von der Makroanatomie ausgehend eine Volumenreduktion des Gehirns und damit einhergehend eine veränderte lokale Aktivierung des Gehirns gefunden. Auf der Mesoebene wurden Funktionsstörungen der einzelnen Neurone (Chandelier Zellen im Cortex) und ihrer Verbindungen über Synapsen, Transmitterkonzentrationen (GABA, Dopamin, Glutamat usw.) identifiziert. So wurde bei schizophrenen Menschen, die Stimmen hören, also akustische Halluzinationen haben, eine Überaktivität im Bereich der akustischen Hirnrinde, also im Schläfenlappen, gefunden. Auch wurde festgestellt, dass die kognitiven Symptome, wie das geminderte Arbeitsgedächtnis, mit einer verminderten Fähigkeit des sogenannten präfrontalen Cortex, schnelle elektrische Wellen (hochfrequente Gamma-Wellen) zu generieren, einhergeht.²⁵ Was aber verursacht diese Überaktivität in einem Gehirngebiet und was die Unteraktivität im anderen Gehirngebiet? Auf der Mikro- und Ultramikroebene des Gehirns mit genetischen Auffälligkeiten u. a. wurden zahllose Untersuchungen durchgeführt, die bis heute aber keine schlüssige Erklärung aller Symptome von den Genen aufwärts

zeigen konnten. Neuerdings wird deshalb – in Einklang mit diesen teilweise widersprüchlichen Befunden – die Hypothese der strukturellen und funktionellen „Dyskonnektivität“ des Gehirns formuliert, die besagt, dass verschiedene Gehirngebiete miteinander besonders schwach oder besonders stark verbunden sind.²⁶ Das betrifft beispielsweise die deutlich schwache Verbindung des Stirnhirns (präfrontaler Cortex) mit dem Schläfenlappen (temporaler Cortex). Diese aktuelle Forschungshypothese der Dyskonnektion deckt sich auch stark mit dem Konzept der Assoziationsstörung nach Bleuler. Aber kann dadurch ein Schubhafter Verlauf mit schweren Krankheitssymptomen und weitgehender völlig gesunden Phasen erklärt werden?

Vor allem bei so zentralen psychopathologischen Konstrukten wie dem Ich und seinen Störungen scheint die Neurobiologie allerdings an ihre Grenzen zu stoßen. Die Störungen des Selbst-Erlebens scheinen zwar mit einer stärker fragmentierten Aktivierung der mittelliniennahen Gehirnstrukturen, die dem limbischen System zugehörig sind (posteriorer anteriorer cingulärer Cortex), einherzugehen,²⁷ aber es besteht der Trend, dass heute in der Hirnforschung die Elimination des Ich-Begriffes diskutiert wird. Dies in besonderem Ausmaß deswegen, weil aufgrund diverser neurobiologischer Untersuchungen die fehlende Willensfreiheit des Menschen postuliert wird und damit das Ich-Erleben, wie es oben dargestellt wurde, als wirkungsloses Epiphänomen klassifiziert wird.

Es wird deutlich: Dank der neurobiologischen Forschung ist es zwar möglich, immer besser und detaillierter bei Schizophrenie auftretende Gehirnmerkmale zu beschreiben, einem Durchbruch des Verständnisses der Erkrankung Schizophrenie kommen wir bisher jedoch nicht wesentlich näher – die aktuelle „Dyskonnektions-Hypothese“ sagt theoretisch nicht viel mehr als die Assoziationsstörungen im weiteren Sinne, an die Bleuler gedacht hat.

Zusammenfassend kann man die Neurobiologie als sehr junge Wissenschaft bezeichnen, die, wie in vielen Wissenschaften davor, versucht, menschliches Verhalten zu verstehen und zu erklären. So haben wir viel über die Funktionsmechanismen des Gehirns gelernt, allerdings gibt es bis heute keine schlüssige Krankheitstheorie der

Schizophrenie seitens der Neurobiologie, sodass bisherige Therapiemethoden nicht durch effizientere ersetzbar sind.

CONCLUSIO

In Hinblick auf die zentrale Fragestellung des Symposiums zum „Homo neurobiologicus“, ob die Neurobiologie den Menschen, und vor allem was psychische Störungen betrifft, erklären kann, ist festzustellen, dass dieses Ziel keinesfalls erreicht ist und vielleicht auch wegen der methodologisch kaum überbrückbaren Differenz zwischen dem subjektiven Erleben und objektiver Hirnforschung vielleicht prinzipiell nicht erreicht werden kann.

In der klinischen Praxis ist deshalb das Konstrukt Ich-Bewusstsein im Sinne des Selbsterlebens der an Schizophrenie erkrankten Person weiterhin nützlich, um die Vielzahl dieser Symptome in einer Kategorie zusammenzufassen. Die bisher gefundenen neurobiologischen Korrelate dieser Krankheit sind nicht differenziert genug identifiziert und vor allem nicht spezifisch.

Es wird deutlich, dass die Ordnung bzw. die derzeitige Einteilung der Schizophrenie aufgrund ihrer charakteristischen Symptome bzw. Funktionsstörungen nicht ersetzbar ist. Im Gegenteil: Die Bewahrung von traditionsreichen Konstrukten zur Beschreibung und für das Verstehen der individuellen Erlebniswelt der psychisch Kranken bietet derzeit das wichtigste Instrument in der klinischen Arbeit, insbesondere solange seitens der Neurobiologie keine schlüssigen Krankheitstheorien vorliegen.

Wie nun oben in ein paar Beispielen angedeutet, wird in diesem Zusammenhang der Begriff des Ich vielfältig und in unterschiedlichen Interpretationen verwendet. Er ist nicht immer trennscharf, aber sinnvoll und auch notwendig, z. B. für den ärztlich explorativen und therapeutischen Arbeitsbereich. Dieses Konzept ist auch anschlussfähig mit anderen Konzepten zur Psychopathologie und hat nicht nur eine ordnungsstiftende Funktion, insofern verschiedene Selbstbeschreibungen der Patienten auf ein zentrales / grundlegendes Funktionsdefizit zurückgeführt werden können.

Und auch wenn eine gewisse Notwendigkeit der Vereinheitlichung der speziellen Symptome für neurobiologische Forschung besteht, existiert

aber die große Gefahr von Fehlschlüssen und Missinterpretationen von eben diesen anschließend erhobenen Befunden. Die Reduktion der diversen, teilweise sehr komplizierten Symptome ist nicht nur für das Verständnis und auch den Verlauf der Erkrankung und die Ressourcen für den Patienten sehr wichtig. Es kann vielmehr auch bei unpräziser Verwendung der Symptome oder begrifflichen Darstellung schließlich dann nur ungenau oder gar nicht erforscht werden.

Wichtig wäre vielmehr die enge Zusammenarbeit zwischen Klinik und theoretischen Untersuchungen im Labor zur Präzisierung für neurobiologische Untersuchbarkeit, sowohl um dem Menschen in seiner Komplexität gerecht zu werden als auch um voreilige und kontraproduktive, unser gesamtes Menschenbild betreffende Schlüsse zu ziehen. Die Einbeziehung der Philosophie in die neurobiologische Forschung mit der Frage nach Form und Inhalt des Erlebens der Person wäre ebenso wieder notwendig. Ein biologischer Reduktionismus stellt letztendlich unser elementares Selbstverständnis unseres Menschseins zunehmend infrage, die weitere Entwicklung bleibt derzeit völlig offen. Die notwendigen Prüfungen der tradierten Bilder des Menschen über sich und seine Welt sind sicher sinnvoll, allerdings ist es notwendig, etwas vorsichtiger mit dem Thema umzugehen. Insbesondere ein sogenannter elementaristischer Materialismus, der vordergründig das für unser subjektives Erleben Wesentliche eliminiert oder ignoriert, scheint mir kein sehr sinnvoller Ansatz.

Abschließend sei im Sinne dieses Artikels das Zitat von Paul Hoff angeführt:²⁸

„Bewusstseins- und psychiatrischer Krankheitsbegriff haben etwas Wesentliches gemeinsam: Sie widersetzen sich jeder voreiligen Feststellung und Reifizierung. Definiert man ‚Bewusstsein‘ etwa strikt naturalistisch, also ausschließlich als objektiver quantifizierbarer Hirnzustand, so bleibt Entscheidendes auf der Strecke, vor allem der subjektive Bereich von den ‚Qualia‘ bis hin zur personalen Autonomie. Definiert man ‚psychische Krankheit‘ strikt naturalistisch, so geschieht das Gleiche: Das resultierende Krankheits- und damit Therapieverständnis wird zu eng.“

|| DR. MED. UNIV. CHRISTINE GRÜNHUT

Fachärztin für Psychiatrie, Wien

ANMERKUNGEN

- ¹ Tretter, F. / Grünhut, C.: Ist das Gehirn der Geist?, Göttingen 2010.
- ² Siehe an der Heiden, U. in diesem Band.
- ³ Hochschule für Philosophie: Ich und Selbst. Dialog von Philosophie, Psychotherapie und Neurobiologie, München 2013, <http://www.hfph.mwn.de/drittmittelprojekte/philosophie-und-motivation/tagung-ich-und-selbst>
- ⁴ Roth, G.: Denken Fühlen Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert, Frankfurt a. M. 2001; Roth, G.: Aus Sicht des Gehirns, Frankfurt a. M. 2003; Roth, G. / Grün, K. J. (Hrsg.): Das Gehirn und seine Freiheit, Göttingen 2006; Singer, W.: Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung, Frankfurt a. M. 2002; Singer, W.: Verschaltungen legen uns fest. Wir sollten aufhören von Freiheit zu sprechen, in: Hirnforschung und Willensfreiheit, hrsg. von C. Geyer, Frankfurt a. M. 2004, S. 30-65.
- ⁵ Beckermann, A.: Es gibt kein Ich, doch es gibt mich, in: Gehirne und Personen. Beiträge zum 8. Internationalen Kongress der Österreichischen Gesellschaft für Philosophie in Graz, hrsg. von M. Fürst, W. Gombocz und C. Hiebaum, Frankfurt a. M. 2009, S. 1-17.
- ⁶ Payk, T.-R.: Psychopathologie. Vom Symptom zur Diagnose, Heidelberg 2010.
- ⁷ Siehe z. B. Dilling, H. / Mombour, W. / Schmidt, M. H.: Internationale Klassifikation psychischer Störungen, ICD-10, Kapitel V (F), Klinisch-diagnostische Leitlinien, Bern 2004; Sass, H. / Wittchen, H.-U. / Zaudig, M. (Hrsg.): DSM – IV Diagnostische Kriterien, DSM-IV-TR, Göttingen 2004.
- ⁸ Locke, J.: Versuch 428 (Hervorh. im Original), Über Identität und Verschiedenheit, 2. Buch, XXVII. Kapitel, S. 428, http://www.Philosophie.uni-muenchen.de/lehreinheiten/philosophie_3
- ⁹ Kant 1781, zitiert nach Karl Jaspers.
- ¹⁰ Jaspers, K.: Allgemeine Psychopathologie, Heidelberg, 9. Aufl., 1973, S. 101.
- ¹¹ Eisler, R.: Ich. Kantlexikon 1930, Nachschlagewerk zu Immanuel Kant, <http://www.textlog.de/32427.html>, Stand: 10.1.2008.
- ¹² Siehe Northoff, G.: Das disziplinlose Gehirn – was nun, Herr Kant? Auf den Spuren unseres Bewusstseins mit der Neurophilosophie, München 2012.
- ¹³ Newen, A. / Vogeley, K.: Paradigmen der Philosophie des Geistes, in: Zur Zukunft der Philosophie des Geistes, hrsg. von P. Spät, Paderborn 2008, S. 93-124, hier S. 115.
- ¹⁴ Hochschule für Philosophie: Ich und Selbst.
- ¹⁵ Jaspers: Allgemeine Psychopathologie.
- ¹⁶ Scharfetter, C.: Allgemeine Psychopathologie, Stuttgart 2010, S. 71.
- ¹⁷ Krüger, H.: Geschichtlicher Abriss der Forschung zum Schizophrenieproblem, in: Die Schizophrenien. Herausforderung für eine Psychiatrie diesseits der Wissenschaftsschranken, hrsg. von H. Krüger, Stuttgart 1981, S. 1-24.
- ¹⁸ Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI): Klassifikationsschema ICD-10, F20.0, Auszüge, Schizophrenie, 2009, <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kode-suche/onlinefassungen/htmlgm2012/block-f20-f29.htm>
- ¹⁹ Bleuler, E.: Dementia preacox oder die Gruppe der Schizophrenien, Leipzig 1911; Bleuler, M.: Lehrbuch der Psychiatrie, Berlin, 15. Aufl., 1983.
- ²⁰ Ebd., S. 81.
- ²¹ Ebd., S. 434.
- ²² Möller, H.-J. / Laux, G. / Deister, A.: Psychiatrie und Psychotherapie, Stuttgart 2009, S. 55-56, 147, 150.
- ²³ Scharfetter: Allgemeine Psychopathologie, S. 73-75.
- ²⁴ Mathalon, D. H. / Ford, J. M.: Neurobiology of schizophrenia – search for the elusive correlation with symptoms, in: Front. Hum. Neurosci., 25.5.2012, doi: 10.3389/fnhum.2012.00136
- ²⁵ Uhlhaas, P. J.: Dysconnectivity, large-scale networks and neuronal dynamics in schizophrenia, in: Current Opinion in Neurobiology 2/2013, S. 283-290.
- ²⁶ Stephan, K. E. / Friston, K. J. / Frith C. D.: Dysconnection in Schizophrenia. From Abnormal Synaptic Plasticity to Failures of Self-monitoring, in: Schizophrenia Bulletin 3/2009, S. 509-527, doi: 10.1093/schbul/sbn176
- ²⁷ Meer, L. van der / Vos, A. E. de / Stiekema, A. P. M. u. a.: Insight in Schizophrenia. Involvement of Self-Reflection Networks?, in: Schizophrenia Bulletin 2012, doi: 10.1093/schbul/sbs122, First published online 27.10.2012.
- ²⁸ Hoff, P.: Über die zukünftige Rolle der Psychopathologie. Grundlagen- oder Hilfswissenschaft, in: Subjektivität und Gehirn, hrsg. von T. Fuchs, K. Vogeley und M. Heinze, Berlin 2007, S. 195-209, hier S. 204.

DAS VERHÄLTNIS VON EMOTION UND KOGNITION AUS SICHT DER HIRNFORSCHUNG

ANDREAS DRAGUHN || Der distanzierend-wissenschaftliche Ausdruck „Emotion“ steht für Vorgänge in Mensch und Tier, die wir subjektiv als Gefühle erfahren. Er wird komplementär zum Begriff der „Kognition“ verwendet, welche stärker auf die gedanklichen Operationen im Sinne der Informationsverarbeitung zielt. Während kognitive Prozesse sich scheinbar vollständig rational rekonstruieren lassen, wird bei der Behandlung von Emotionen die in der Hirnforschung stets präsente Kluft zwischen der Ich-Perspektive des Subjekts und der Objektsprache der Wissenschaft deutlich. Der vorliegende Artikel nimmt diese Beobachtung zum Anlass, um anhand dreier Beispiele auf Grenzen der Deutung geistiger und neuronaler Vorgänge als rationale Operationen hinzuweisen: die Individualität von einzelnen Lebewesen, die Grenzen der Rationalität des Menschen sowie die Grenzen der Maschinen- und Computermetaphorik des Gehirns. Allen Aspekten ist gemeinsam, dass sie uns an die Körperlichkeit des Gehirns erinnern, das als Organ keine informationsverarbeitende Maschine darstellt, sondern auf allen Ebenen an unseren interaktiven Lebensvollzügen beteiligt ist.

EMOTIONEN UND GEFÜHLE – DAS SUBJEKTIVE IN DER HIRNFORSCHUNG

Emotion und Kognition – diese objektivierenden lateinischen Worte beschreiben zwei komplementäre Gegenstände der Wissenschaft, die wir im täglichen Sprachgebrauch mit den subjektiven Begriffen Fühlen und Denken benennen. Obwohl Emotion und Kognition gleichermaßen von Hirnforschern, Psychologen und Psychiatern untersucht werden, erscheinen Emotionen unserer subjektiven Erfahrung spontan besonders nah. Man kann an Emotionen wie Angst, Freude oder Liebe schwer denken, ohne an das eigene Erleben der entsprechenden Affekte zu denken. Umgekehrt betont der Begriff Kognition stärker allgemein nachvollziehbare mentale Operationen, die sich ohne Bezug zur inneren Befindlichkeit präzise fassen und intersubjektiv vermitteln lassen. Am Gegenstand „Emotion“ wird damit die faszinierende Doppelperspektive der Beschäftigung mit Gehirn und Psyche besonders deutlich: als Psychologe oder Hirnforscher kann man sie wie jeden anderen Gegenstand mit methodischer Distanz untersuchen, als Mensch können wir aber nie ganz ausblenden, dass wir hier am Substrat der

eigenen Subjektivität arbeiten. Die exklusive Natur der Subjektivität wurde eindrücklich von dem Philosophen Thomas Nagel in seinem berühmten Aufsatz „What is it like to be a bat?“ beschrieben.¹ Subjektivität kann Gegenstand phänomenologischer Analyse sein, sie entzieht sich aber der „intersubjektiven“ Vermittlung in der Objektsprache der Wissenschaft. Im Prinzip gilt diese Begrenzung für jeden Aspekt der Hirnforschung oder Psychologie, der mentale Zustände einbezieht, also auch für die Kognition. Die jeweils selbst erlebten inneren Abläufe bei einer Wahrnehmung, Planung oder mathematischen Berechnung sind genauso unzugänglich wie Gefühle – rekonstruiert werden kann lediglich die dabei „objektiv“ erfolgende Informationsverarbeitung. Dennoch können wir bei Untersuchungen kognitiver Prozesse das Befinden des Subjekts sprachlich und gedanklich leichter ausblenden als bei der Analyse von Emotionen. Man kann experimentell das Raumgedächtnis einer Ratte untersuchen, ohne sich in das subjektive Erleben der räumlichen Umgebung des Tieres einzufühlen. Beim Studium des Furchtgedächtnisses mittels wiederholt applizierter aversiver Reize kann man

nur schwer ausblenden, dass die Ratte während des Experiments Angst hat, gerade weil uns „Angst haben“ jeweils als eigenes Erleben zugänglich ist.

Aus Sicht der Biowissenschaften ist subjektives Nacherleben von Gefühlen oder Gedanken also unwichtig, ganz im Gegenteil etwa zur Psychoanalyse oder zur Kunst. Naturwissenschaftliche Hirnforschung zielt darauf ab, neuronale Mechanismen zu identifizieren, die Emotionen zugrunde liegen.² In diesem Sinne lassen sich Emotionen im biologischen Substrat des Gehirns genauso untersuchen wie die Regulation des Blutzuckerspiegels in Leber und Bauchspeicheldrüse. Allerdings untersuchen wir eben nicht mehr die Emotion selbst in einem ganz unmittelbaren Sinn von Fühlen oder Erleben, sondern ihr biologisches Korrelat. In den Worten eines prominenten Neurowissenschaftlers, der grundlegende Mechanismen der Furcht analysiert hat: „Although I study emotions in rats, I don't have any illusion that I'm studying feelings.“³

Die Spannung zwischen Subjektivität und Objektivität im oben beschriebenen Sinn ist also ein inhärentes Merkmal der Hirnforschung. Am Beispiel der Emotionen wird sie besonders deutlich und, so die These des vorliegenden Artikels, weist auf eine Verengung der Perspektive hin, die auch innerhalb der Neurobiologie auftreten kann, lange bevor die ganz prinzipiellen Grenzen intersubjektiv vermittelbarer Inhalte erreicht sind. Gemeint ist die Reduktion des Gehirns lebender Tiere und Menschen auf eine abstrakte, nach festen Algorithmen arbeitende informationsverarbeitende Maschine. Das Studium von Mechanismen neuronaler Repräsentationen (sei es von Emotionen oder von kognitiven Inhalten) kann eine reduktionistische Sicht auf das Gehirn zur Folge haben, die den Charakter dieses Organs eben als Organ weitgehend ausblendet. Weit vor der prinzipiellen, epistemologisch vielleicht nicht überwindbaren Dichotomie von Subjektivität und Gegenständlichkeit hilft die Emotionsforschung möglicherweise, innerhalb der Neurobiologie den Blick stärker auf den lebenden Organismus zu lenken, der sich eben nicht auf die Implementierung von Algorithmen reduzieren lässt. Einige Aspekte solcher organischen oder ökologischen⁴ Sicht auf das Gehirn sollen im Folgenden hervorgehoben werden.

WIE UNTERSUCHT DIE HIRNFORSCHUNG EMOTIONEN?

Die Erkenntnis, dass Emotionen tief in unserer biologischen Natur verankert sind, ist alt. Die moderne Auffassung von Emotionen als biologisches Funktionsprinzip wurde bereits früh von Darwin vertreten, der die Ähnlichkeit emotionalen Ausdrucksverhaltens bei Menschen und Tieren erkannte und funktionell interpretierte.⁵ Gegen Ende des 19. Jahrhunderts begründeten der amerikanische Psychologe und Philosoph William James und der dänische Physiologe Carl Lange praktisch gleichzeitig eine Theorie der Emotion, die das psychische Phänomen der Emotionen auf physiologische Vorgänge zurückführte – ganz im Sinne einer biologischen Psychologie.⁶ Die James-Lange-Theorie besagt, dass relevante Reize zu reflektorisch vorgegebenen organischen Reaktionen führen, die insbesondere über das vegetative Nervensystem vermittelt werden (z. B. über die Sympathikus-Aktivierung bei einer drohenden Gefahr). Diese primär körperlichen Reaktionen werden dann sekundär, quasi introspektiv, als Emotion erlebt. Die Emotion ist also ein Vorgang der Propriozeption (Selbstwahrnehmung). Spätere tierexperimentelle Befunde und Beobachtungen an Menschen zeigten dagegen, dass Emotionen auch primär durch neuronale Prozesse generiert werden können. So postulierten Walter Cannon und Philip Bard in den 1920er-Jahren, dass Emotionen eigenständige Leistungen des Nervensystems spiegeln und nicht allein durch das Vegetativum hervorgebracht werden. Umgekehrt würden sogar viele der körperlichen Reaktionen bei einer Emotion erst durch die Bewertung einer Situation und nachfolgende neuronale Prozesse hervorgebracht.⁷ Es überrascht nicht, dass moderne Konzepte von Emotionen Elemente beider Traditionen aufgreifen. Hinzu kommt eine parallel entstandene Tradition, die bis heute in den Neurowissenschaften von großer Bedeutung ist: die Lokalisation relevanter Hirnareale. Paul Broca hatte schon 1878 einen Kreis oder Saum („Limbus“) von subkortikalen Strukturen beschrieben, die tiefe Kerngebiete wie den Thalamus umgeben. Sie wurden im 20. Jahrhundert als „limbisches System“ oder – nach funktionell-anatomischer Präzisierung – als Papez-Kreis benannt und galten bis in die jüngere Vergangenheit fast als Synonym für das emotionsverarbeitende Netzwerk

des Gehirns.⁸ Auch hier herrscht heute eine eher integrative und systemphysiologische Sicht vor, die den vielfältigen Wechselwirkungen der Kerngebiete besser gerecht wird. Die Netzwerke des limbischen Systems sind untereinander, aber auch mit vielen anderen Arealen stark verknüpft, zudem unterliegen sie hormonellen Einflüssen aus dem gesamten Körper und werden durch sensorische und vegetativ-neuronale Rückkopplungen beeinflusst. Ein spezialisiertes und abgegrenztes System der Emotionsverarbeitung gibt es also nicht.

Dennoch besteht weiterhin in der Hirnforschung eine Tendenz zur Lokalisation komplexer Zustände oder Verhaltensweisen, nicht zuletzt deshalb, weil umschriebene Läsionen beim Menschen auch tatsächlich klar umschriebene funktionelle Defizite auslösen können. In einem etwas verkürzenden Umkehrschluss wird die verlorene Funktion dann gerne als Leistung eben des geschädigten Kerngebiets betrachtet. Die moderne Tradition der Lokalisation emotionaler Zustände lässt sich gut mit den Arbeiten des Nobelpreisträgers Walter Hess demonstrieren, der bei Katzen durch Reizung definierter Areale des Hypothalamus gezielt emotionale und vegetative Reaktionen auslösen konnte: „On stimulation within a circumscribed area of the ergotropic (dynamogenic) zone, there regularly occurs namely a manifest change in mood. Even a formerly good-natured cat turns bad-tempered; it starts to spit and, when approached, launches a well-aimed attack.“⁹

Heute dominieren die funktionell-bildgebenden Verfahren, durch die ohne invasive Methoden Aktivierungskarten des menschlichen Gehirns in allen denkbaren emotionalen und kognitiven Situationen erstellt werden können. Mit Bezug auf Emotionen hat besonders eine Struktur im Schläfenhirn Aufmerksamkeit erregt, die als Mandelkern (Corpus amygdaloideum) oder kurz Amygdala bezeichnet wird. Hier werden elementare, unbewusste Reaktionen bei Furcht-, Schreck- und Abwehrreaktionen eingeleitet, etwa wenn wir beim Wandern überraschend auf eine Schlange treffen. Erlernte negative Reaktionen und Angst-erkrankungen hängen ebenfalls mit Fehlsteuerungen der Amygdala zusammen, in der es bei Wiederholung aversiver Reize zur dauerhaften Verstärkung der synaptischen Übertragung kom-

men kann. Zahlreiche Laboratorien befassen sich mit den neuronalen Mechanismen von Aktivierung und Plastizität der Amygdala, wobei die Suche nach neuen Therapieansätzen von Angsterkrankungen ein wesentliches Motiv der Arbeit (und ihrer Finanzierung) darstellt. Gelänge es, eine erworbene Verstärkung der Reaktion gezielt im Sinne einer „Extinktion“ wieder zu löschen, so wäre dies ein wesentlicher Fortschritt.

Insgesamt hat sich in den letzten Jahren eine regelrechte Wissenschaft von den neuronalen Mechanismen der Emotion entwickelt. Die Darstellung durch Diagramme von neuronalen Netzwerken suggeriert, dass wir klare Algorithmen formulieren können, nach denen Emotionen funktionieren. So entstand der Ausdruck „emotional cognition“, der die mechanistische Sicht der klassischen Kognitionsforschung spiegelt. Allerdings ist auch deutlich geworden, dass die beteiligten Netzwerke nicht aus wenigen Elementen im Sinne einfacher Reflexbögen oder einzelner Kommandozentralen aufgebaut sind. Ganz im Gegenteil betonen neuere Arbeiten die wichtige Rolle zahlreicher verknüpfter Areale, darunter auch der präfrontale Neocortex, der für die Integration emotionaler und kognitiver Leistungen beim Menschen besonders wichtig ist.

Für alle diese Überlegungen innerhalb der Neurowissenschaften ist die subjektive Perspektive des individuellen Erlebens von Emotionen wie Furcht und Angst nicht relevant. Allerdings kommen auch harte Naturwissenschaftler an der Dualität der Perspektive nicht ganz vorbei. Die zahlreichen Parallelen der neuronalen Strukturen und Mechanismen bei Mensch und Tier führen fast zwangsläufig zu der Vermutung, dass auch im inneren Erleben Parallelen bestehen müssten. Angesichts des nicht überwindbaren Grabens zwischen Objekt (der Forschung) und Subjekt (des Erlebens) konstatiert der amerikanische Psychologe Jaak Pankseep mit Blick auf den holländischen Primatenforscher Frans de Waal: „As de Waal ... expresses, ... ,the greatest obstacle to the study of animal emotions is the common objection that we cannot know what they feel.’ While this is undeniably true, we should realize that such problems also hold for fellow human beings. But affective neuroscience strategies now provide the needed ‘weight of evidence’ indicating that animals do ,feel’“.¹⁰

EMOTION UND KOGNITION – AUF DEM WEG ZU EINER INTEGRATIVEN NEUROBIOLOGIE?

Im Folgenden sollen drei besondere Themen einer integrativen Neurobiologie skizziert werden, die das Gehirn nicht zur Informationsverarbeitungsmaschine reduziert. Nicht alle Aspekte entstammen unmittelbar der Emotionsforschung, aber das Leitmotiv der Emotion hilft dabei, rationalistische Verkürzungen des Lebenden zu vermeiden.

Individualität

Wir haben oben bereits unter Verweis auf Thomas Nagel von der naturwissenschaftlich nicht überbrückbaren Kluft zwischen dem Forschungsgegenstand als Objekt und der Perspektive des Subjekts gesprochen. Auch wenn Emotionen das Thema einer Untersuchung sind, so werden die Subjekte doch immer von außen, also bezüglich objektivierbarer Strukturen, Funktionen und Kausalitäten betrachtet, ohne sich das Erleben der Emotion unmittelbar zu eigen machen zu können. Zu dieser wohl unvermeidlichen Beschränkung der biologischen Hirnforschung kommt eine weitere, oft weniger reflektierte: die Reduktion von Individualität. Die Forschung an möglichst standardisierten Versuchstieren verleitet dazu, auf der Suche nach allgemeinen Funktionsprinzipien die Varianz zwischen einzelnen Lebewesen zu vernachlässigen oder gar als Hindernis für die Wissenschaft zu betrachten. Dabei ist es innerhalb des Bezugsrahmens biomedizinischer Forschung natürlich möglich und notwendig, die Unterschiede zwischen Individuen in Betracht zu ziehen. Dies geschieht auch regelmäßig dadurch, dass Gruppen von Menschen oder Tieren einheitlichen Versuchsprotokollen unterzogen werden. Die Resultate werden dann statistisch aufbereitet und zum Vergleich zwischen Kohorten mit unterschiedlichen Experimentalanordnungen, Krankheitsbildern, genetischem Hintergrund etc. herangezogen. Viele dieser Verfahren zielen dabei gerade darauf ab, das Invariante herauszuarbeiten, also die Konstanten innerhalb der Varianz zu identifizieren. Hierzu dienen die Standardisierungen der Versuchsbedingungen, die genaue biometrisch-statistische Planung von Experimenten und auch Metaanalysen, in denen zahlreiche Einzelstudien auf ihren konsensfähigen und da-

mit sicheren Gehalt untersucht werden. Es soll eben das Typische, immer Wiederkehrende herausgearbeitet werden.

Dagegen zeigen die eher seltenen gezielten Untersuchungen der Varianz, dass es nicht nur beim Menschen, sondern auch bei Tieren eine große Bandbreite von Reaktionsmustern gibt. Diese finden sich natürlich vor dem Hintergrund konstanter biologischer Rahmenbedingungen und sind nicht etwa beliebig breit. Aber selbst Ratten aus hoch standardisierten Laborzuchtstämmen zeigen Ansätze unterschiedlicher Persönlichkeitsstrukturen, zum Beispiel im Hinblick auf Risikoverhalten in einem Spielparadigma, bei dem es genau wie beim Menschen „good decision makers“ und besonders risikofreudige Tiere gibt.¹¹ In der Psychiatrie setzt sich die Erkenntnis der enormen Heterogenität von Menschen und damit auch von individuellen Krankheitskonstellationen zunehmend durch. Frühe, sehr euphorisch begrüßte Entdeckungen von einzelnen Genen als Verursacher von komplexen Erkrankungen wie Depression und Schizophrenie sind der Ernüchterung gewichen. Dagegen wurde klar, dass Veränderungen einzelner Gene meist nur einen ganz geringen prozentualen Beitrag zur Erklärung einer Erkrankung beitragen. Vielmehr ist es die Konstellation vieler genetischer Faktoren im Zusammenwirken mit Erfahrungen, die einen Menschen erkranken lässt. Je mehr man über diese multiplen Faktoren und ihre Interaktionen weiß, umso mehr wird man künftig individualisierte und damit bessere Therapien entwickeln können. Die oft eher graduellen Unterschiede vom Normalen zum Kranken in der Psychiatrie finden auch den maßgeblichen Klassifizierungssystemen wie dem Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders ihren Niederschlag, die Krankheiten eher anhand von quantifizierbaren Merkmalen in verschiedenen Dimensionen festlegen anstatt feste Kategorien zu postulieren. Kritiker weisen allerdings darauf hin, dass diese Einteilung eher den Mangel an mechanistischer Einsicht als eine solide naturwissenschaftliche Grundlage spiegelt.

Grenzen der Rationalität

Das Konzept des Menschen als „animal rationale“ mag von grundlegender Bedeutung für unser Selbstverständnis in der europäischen Kulturgeschichte sein – zahlreiche neurobiologische und

psychologische Evidenzen zeigen aber, dass Vernunftgründe als handlungsleitendes Prinzip nur in Ausnahmefällen ausschlaggebend sind. In der lokalisatorischen Tradition der Hirnforschung hat sich als Substrat rationaler Entscheidungsfindung besonders der präfrontale Neocortex, also der Stirnlappen des Gehirns, herauskristallisiert. Diese Zuschreibung hat ihre Wurzeln – wie so oft in neuronalen Lokalisationstheorien – in Schadensbildern, also in den typischen Ausfallerscheinungen nach Läsion umschriebener Regionen. Der weltweit bekannteste Fall mit dieser Typologie dürfte der amerikanische Bahnarbeiter Phineas Gage sein, dem 1848 bei Sprengarbeiten eine Eisenstange durch das linke Auge und das darüberliegende Stirnhirn schoss. Wie durch ein Wunder überlebte er die schwere Verletzung, zeigte aber danach psychische Veränderungen, die von seinen Zeitgenossen als Mangel an Emotionskontrolle, Frustrationstoleranz, Beständigkeit und Zuverlässigkeit beschrieben wurden. Obwohl schon von seinem Arzt Harlow publiziert, wurde der unglückliche Gage erst posthum richtig berühmt, als nämlich im Zeitalter der aufkommenden neuronalen Bildgebung 1994 sein erhaltener Schädel erneut vermessen und die Läsion dem orbitofrontalen Neocortex zugeordnet wurde.¹² Aus dieser und zahlreichen weiteren Studien an Menschen und Tieren entstand ein Paradigma des frontalen Cortex als Wächter unserer kulturstiftenden Möglichkeit zu Selbstkontrolle und rationaler Handlungsplanung, die allerdings bei genauem Hinsehen durchaus von Vorurteilen, Generalisierungen und self-fulfilling prophecies geprägt ist.¹³

Einigkeit besteht aber unter Psychologen und Neurowissenschaftlern darin, dass die wenigsten unserer realen Handlungen aufgrund bewusster, noch weniger aufgrund rationaler Entscheidungen zustande kommen. Ob man die Möglichkeit bewusster Willensakte generell in Abrede stellen muss, war in Deutschland zuletzt Gegenstand einer hitzigen Debatte, der die gegenwärtige Ermüdung und die nachfolgende Nüchternheit sicher gut tun. Allerdings sind bewusste und rationale Willensakte sicher eher die Ausnahme als die Regel, wie zahlreiche Beobachtungen der Psychologie belegen.¹⁴ Interessant bleibt die Beobachtung, dass die unterschiedlich ausgeprägte Flexibilität des Verhaltens im Tierreich mit der Ausprägung des Frontalhirns korreliert. Der Mensch

mit seiner Fähigkeit zum Abwägen und zur sorgsam geplanten Entscheidungsfindung in einem beliebig großen Vorstellungsraum hat relativ zu anderen Spezies ein ganz besonders großes Frontalhirn.¹⁵ Es gilt allerdings, diesen Befund nicht allzu plakativ zu interpretieren, wie es etwa im wenig differenzierten Begriff der Hypofrontalität für Defizite Schizophrener und anderer Patienten in der Psychiatrie der 1970er-Jahre geschah.¹⁶ Auch heute finden sich noch pädagogisch-normative Artikel, die moralisierend an die kognitive Selbstregulation durch das Frontalhirn appellieren.¹⁷ Der mereologische Fehlschluss, der das Gehirn stellvertretend für mein Verhalten als Person setzt, ist hier besonders irreführend, da er uns jeder Autonomie und Verantwortung beraubt. Umgekehrt kann es unsere Gesellschaft durchaus menschlicher machen, wenn wir den Beitrag des gesunden und kranken Frontalhirns zum Verhalten besser verstehen, etwa bei der Bewertung von Delinquenz.¹⁸

Das Gehirn als informationsverarbeitende Maschine – Mechanisierung, Elektrifizierung, Computerisierung

Parallel zum Konzept der Rationalität als *differentia specifica* des Menschen führt die Rekonstruktion von Verhalten durch die Neurowissenschaften immanent zu einer Rationalisierung oder zumindest Algorithmierung des Handelns und der korrespondierenden internen Zustände von Mensch und Tier. So wird in dem sehr aktiven Forschungsfeld des „decision making“ der Ausgang einer experimentell standardisierten Handlungsalternative inzwischen auf die Aktivität einzelner Neurone im Neocortex der Ratte zurückgeführt und – in spektakulären Publikationen – durch gezielte Manipulation einzelner Neurone beeinflusst. Korrespondierende Forschungsprogramme beim Menschen zeigen – beginnend mit den berühmten und kontrovers diskutierten Experimenten von Benjamin Libet in den 1980er-Jahren – immer deutlicher die Vorhersagbarkeit von Alternativentscheidungen aufgrund vorhergehender neuronaler Erregungsmuster.¹⁹ Jenseits der Debatte um die Existenz und richtige Definition von Willensfreiheit führen solche Versuche zu einer rationalen, ja sogar quantifizierbaren Rekonstruktion der handlungssteuernden Prozesse. Ähnliche Tendenzen lassen sich in anderen Kogni-

tionsfeldern wie Wahrnehmung und Gedächtnisbildung aufzeigen. Tatsächlich ist das Herausarbeiten von Mechanismen ja eine ureigene Aufgabe, wenn nicht Kern des Programms biologischer Neurowissenschaften. Eine Verkürzung entsteht allerdings, wenn das Gehirn insgesamt auf eine mechanische Apparatur (18. und 19. Jahrhundert), einen elektrischen Apparat (19. / 20. Jahrhundert) oder eine informationsverarbeitende Maschine (20. / 21. Jahrhundert) reduziert wird. Gerade die Computemetaphern des Gehirns führen zu einer einseitig rationalen Rekonstruktion informationsverarbeitender Prozesse, bei der die Hardware gleich gut aus Siliziumchips, Neuronen oder alten Blechdosen (John Searle) bestehen könnte. Eine umfassende und kämpferische Kritik der damit verbundenen begrifflichen und wissenschaftstheoretischen Positionen hat der Philosoph Peter Janich vorgelegt.²⁰

In unserem Kontext möchte ich auf ein spezifisches Defizit verweisen, das der – in sich völlig kohärenten und berechtigten – mechanistischen Rekonstruktion neuronaler Prozesse entspringt: die Eliminierung des Organischen. Die meisten Neurowissenschaftler betreiben ihre Forschung in der Gewissheit, dass das Gehirn ein grundlegend anderes, gewissermaßen wichtigeres Organ sei als etwa die Leber. Beide Organe sind lebenswichtig, aber das Gehirn hat ganz besonders viel mit dem zu tun, was uns als Person ausmacht. Es bestimmt die Grenzen unserer Erkenntnis, unseres Erlebens und Verhaltens in ganz anderem Ausmaß als, zum Beispiel, die Fußwurzelknochen (die man allerdings in Bezug auf die Evolution des aufrechten Ganges auch nicht unterschätzen sollte). Die verständliche Konzentration auf das Wesentliche am Gehirn, also die Beteiligung an geistig-seelischen Prozessen, übersieht aber leicht, dass es sich beim sprichwörtlichen „Denkorgan“ eben um ein Organ handelt! Das Gehirn steht über zahllose anatomische Verbindungen und über den Blutstrom in direktem Kontakt mit allen anderen Teilen des Körpers und darüber auch mit unserer Umwelt. Wenn etwas das Gehirn auszeichnet, so ist es vielleicht gerade diese besonders starke Vernetzung und Beziehungsbildung.²¹ Die Abbildung neuronaler Prozesse auf mathematische Algorithmen übersieht leicht diese Interaktionen und den großen Einfluss der Umwelt sowie „weicher“ Faktoren. Ein Beispiel

hierfür sind Hormone, deren Wirkungen auf neuronale Verarbeitungsmechanismen offenbar erstaunlich stark sind, die aber wissenschaftlich bisher nur unzureichend aufgearbeitet wurden. Die Methoden der Hirnforschung sind, der kognitionsbetonten Tradition entsprechend, eher darauf gerichtet, die schnellen elektrischen Interaktionen und festen anatomischen Leitungsbahnen zu analysieren, die sich in typischen Schaltbildern darstellen lassen. Möglicherweise setzen sich solche Verkürzungen weit in die gesellschaftliche Praxis fort, etwa in die Didaktik, die es kaum vermag, körperliche Rahmenbedingungen wie die Pubertät in ihre Konzepte und Lehrpläne einzubeziehen. Auch hier ist natürlich die Erkenntnis kritischer Geister vorhanden, die seit den reformpädagogischen Bemühungen des 19. Jahrhunderts den konkreten Menschen an die Stelle einer mit Wissen zu füllenden tabula rasa zu setzen versuchen. Die dramatische Andersartigkeit eines pubertierenden Gehirns hat aber bei weitem keinen ausreichenden Eingang in die Curricula gefunden. Hier scheint ein regelrechter Neglect gegenüber den entwicklungs- und neurobiologischen Bedingungen von Heranwachsenden und Lernen zu bestehen. Dieser Abwehrreflex wurde und wird allerdings auch durch allzu vollmundige Geltungsansprüche aus den Reihen der Neurowissenschaften gefördert, die alleine keineswegs Patentrezepte für die komplexen Fragen der angewandten Didaktik haben.²²

FAZIT

Ausgehend vom spezifisch neurowissenschaftlichen Zugang zum Gegenstand der Emotion haben wir in diesem kurzen Aufsatz eine mögliche Verengung der Sicht auf das Gehirn als algorithmische Maschine skizziert. Unter Bezug auf aktuelle Forschungsergebnisse haben wir dagegen betont, dass Individuen nicht stereotypen Handlungsmechanismen folgen, dass unser Handeln von keiner rational agierenden Steuerzentrale bestimmt wird und dass das Gehirn mit dem Körper und der Umwelt vielfältig interagiert. Kurz: Das Gehirn ist ein Organ, und Mensch und Tier sind Organismen in ihrer natürlichen und sozialen Umwelt. Anders als im Computer ereignen sich Prozesse im Gehirn deshalb, weil sie lebensweltlich relevant sind, und nicht, um Informationen als solche zu verarbeiten. Der Blick auf

die wissenschaftliche Erforschung von Emotionen lehrt uns, dies nicht zu vergessen.

|| PROF. DR. MED. ANDREAS DRAGUHN

Institut für Physiologie und Pathophysiologie,
Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg

ANMERKUNGEN

- 1 Nagel, Thomas: What Is It Like to Be a Bat?, in: The Philosophical Review 4/1974, S. 435-450.
- 2 Craver, Carl F.: Explaining the Brain – Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience, Oxford 2007.
- 3 LeDoux, Joseph in: Neuroscience, von Mark F. Bear, Barry W. Connors und Michael A. Paradiso, Baltimore / Philadelphia 2007.
- 4 Fuchs, Thomas: Das Gehirn – ein Beziehungsorgan. Eine phänomenologisch-ökologische Konzeption, Stuttgart 2009.
- 5 Darwin, Charles R.: The expression of the emotions in man and animals, London 1872.
- 6 James, William: What is an emotion?, in: Mind 9/1884, S. 188-205.
- 7 Friedman, Bruce H.: Feelings and the body – The Jamesian perspective on autonomic specificity of emotion, in: Biological Psychology 84/2010, S. 383-393.
- 8 Roxo, Marcelo R. / Franceschini, Paulo R. / Zubaran, Carlos u. a.: The Limbic System Conception and Its Historical Evolution, in: The Scientific World Journal 11/2011, S. 2428-2441.
- 9 www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1949/hess-lecture.html, Stand: 2.4.2013.
- 10 Panksepp, Jaak: Cross-Species Affective Neuroscience Decoding of the Primal Affective Experiences of Humans and Related Animals, in: PLoS One 6/2011, e21236.
- 11 Visser, Leonie de u. a.: Rodent versions of the Iowa gambling task – opportunities and challenges for the understanding of decision-making, in: Frontiers in Neuroscience 5/2011, S. 109.
- 12 Damasio, Hanna u. a.: The return of Phineas Gage – clues about the brain from the skull of a famous patient, in: Science 264/1994, S. 1102-1105.
- 13 Schleim, Stephan: Die Neurogesellschaft, Hannover 2010.
- 14 Wegner, Daniel M.: The illusion of conscious will, Cambridge, MA 2002.
- 15 Wise, Steven P.: Forward frontal fields: phylogeny and fundamental function, in: Trends in Neurosciences 31/2008, S. 599-608.
- 16 Walter, Henrik / Wolf, Robert C.: Von der Hypofrontalität zur dynamischen frontalen Dysfunktion. fMRT-Studien bei Patienten mit Schizophrenie, in: Nervenheilkunde 8/2002, S. 392-399.
- 17 Heatherton, Todd F. / Wagner, Dylan D.: Cognitive neuroscience of self-regulation failure, in: Trends in Cognitive Sciences 15/2011, S. 132-139.
- 18 Pauen, Michael / Roth, Gerhard: Freiheit, Schuld, Verantwortung. Grundzüge einer naturalistischen Theorie der Willensfreiheit, Frankfurt a. M. 2008.
- 19 Ebd.
- 20 Janich, Peter: Kein neues Menschenbild. Zur Sprache der Hirnforschung, Frankfurt a. M. 2009.
- 21 Fuchs: Das Gehirn – ein Beziehungsorgan.
- 22 Borck, Cornelius: Lässt sich vom Gehirn das Lernen lernen? Wissenschaftshistorische Anmerkungen zur Anziehungskraft der modernen Hirnforschung, in: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Beiheft 5/2006, S. 87-100.

DETERMINISMUS UND ZUFALL IN DER NEUROPHYSIOLOGIE – DIE FRAGE DES FREIEN WILLENS

HANS A. BRAUN || „Wir tun nicht, was wir wollen, sondern wir wollen, was wir tun.“ Dies ist die logische Konsequenz, wenn man akzeptiert, dass alle unsere Willensentscheidungen durch naturgesetzlich determinierte Prozesse unseres Gehirns festgelegt sind. Diese Vorstellung hat in den letzten Jahren durch aufsehenerregende neurophysiologische Experimente neue Nahrung erhalten. Denen werden in diesem Artikel andere Experimente gegenübergestellt, welche eine der Grundlagen obiger Behauptung, die Determiniertheit neuronaler Informationsverarbeitung, in Frage stellen.

Apropos „Freier Wille“

*„Ich hüpf“, sprach der Gummiball,
„ganz wie es mir beliebt,
und schließe draus, dass es so was
wie den freien Willen gibt“.*

*„Mal hüpf ich hoch, mal hüpf ich tief,
nach Lust und nach Bedarf.“
So sprach der Ball, nicht ahnend, dass
des Knaben Hand ihn warf.¹*

„Das Problem der Willensfreiheit des Menschen ist uralte und zugleich aktuell.“ Dies ist der erste Satz aus der Einleitung zu einem Reclam Sammelband mit dem Titel „Hat der Mensch einen freien Willen?“.² Der Herausgeber, Uwe an der Heiden, einer der Redner dieser „Homo neurobiologicus“-Tagung, hat Aufsätze zeitgenössischer Experten zusammengestellt, welche dazu befragt wurden, wie große Philosophen vom Altertum bis zur Neuzeit zum Problem der Willensfreiheit Stellung bezogen haben oder hätten.

Heutzutage kommen Angriffe auf den freien Willen nicht unbedingt von Seiten professioneller Philosophen. Vielmehr sind es renommierte Vertreter der Neurowissenschaften, die seit einigen Jahren immer wieder den freien Willen des Menschen in Frage stellen. Dass sich die Neurowissenschaften in diese Diskussion einschalten, braucht nicht zu überraschen. Es ist ja schließlich die Aufgabe der Neurowissenschaftler, die

Funktionen des Nervensystems zu untersuchen. Dies beinhaltet auch die Frage nach den neuronalen Grundlagen höherer mentaler und kognitiver Prozesse und deren Störungen, wie sie sich beispielsweise in psychiatrischen Erkrankungen manifestieren. Auch in früheren Jahren, insbesondere zu Zeiten der Kybernetik, heute weitgehend abgelöst von der Systemtheorie, haben sich die Lebenswissenschaften philosophischen und wissenschaftstheoretischen Fragen gestellt.

Ein grundsätzliches Problem, auf das man bei solchen Untersuchungen unweigerlich stößt, betrifft die Frage nach dem Zusammenhang von Geist und Materie, bekannt als Leib-Seele-Problem. Dabei geht es um die Frage, in welche Art seelisch geistige Begriffe wie Angst und Freude, Aggressionen und Liebe, aber auch Gedanken – und eben ein Wille – mit zumindest im Prinzip materiell fassbaren, leiblichen Prozessen verknüpft sind. Letztere werden heutzutage nur noch

umgangssprachlich und mehr im sprichwörtlichen Sinn in vegetativen Organen wie dem Herz, der Niere oder der Leber vermutet. Es ist weitgehend unbestritten, dass die materiellen Korrelate alles Geistigen, welcher Art auch immer sie sein mögen, letztlich im Gehirn zu suchen sind.

„Ist das Gehirn der Geist?“ ist der Titel eines kürzlich erschienenen Buches, ebenfalls von zwei Teilnehmern der „Homo neurobiologicus“-Tagung verfasst: Felix Tretter (auch Mitorganisator dieser Tagung) und Christine Grünhut.³ Im Prinzip wird dadurch die Lösung des Leib-Seele-Problems aber nicht einfacher, wie aus dem genannten Buch, unter Beschreibung der unterschiedlichen Positionen, leicht ersichtlich wird. Diese „Grundfragen der Neuophilosophie“ (Untertitel des Buches) sollen hier nicht weiter erörtert werden. Es erscheint mir allerdings wichtig, darauf hinzuweisen, dass die von Seiten der Neurowissenschaften in den letzten Jahren vorgebrachten Argumente gegen den freien Willen voraussetzen, dass neuronale Prozesse zumindest eine notwendige (nicht unbedingt hinreichende) Bedingung kognitiver Prozesse sind.

DETERMINISMUS ALS ARGUMENT GEGEN DEN FREIEN WILLEN

Die Möglichkeit zur freien Willensentscheidung könnte eigentlich als eine empirisch bestens belegte Tatsache gelten⁴ – wäre da nicht die Vermutung, dass diese alltäglichen Erfahrungen freier Willensentscheidungen nichts weiter sind als eine Illusion.⁵ Es wird behauptet, dass alle Entscheidungen durch die im Gehirn ablaufenden Prozesse festgelegt sind, bevor der Mensch sie überhaupt als seinen eigenen Willen wahrnimmt. Wir tun nicht, was wir wollen sondern wir wollen, was wir tun.⁶ Da natürlich auch die im Gehirn ablaufenden Prozesse den Naturgesetzen unterliegen, seien sie determiniert.⁷

Was diese Art des Determinismus betrifft, so ist sie keineswegs erst durch die Neurowissenschaften ins Spiel gebracht worden. Man braucht nicht unbedingt die experimentellen Befunde aus der Hirnforschung, wenn man mit einem universalen Determinismus gegen den freien Willen argumentieren will.⁸ Die Stichhaltigkeit und vor allem die Relevanz einer solchen absoluten Art des Determinismus werden seit langem diskutiert und unter wissenschaftstheoretischen Gesichtspunkten

eher in den Bereich der Metaphysik eingestuft. Man findet vor allem in der Philosophie sehr ausführlich Stellungnahmen zum Thema Determinismus, auch in Bezug auf die Argumentationen aus den Neurowissenschaften.⁹ Allerdings drängt sich der Eindruck auf, dass es auch hier eine gewisse Art von Dualismus gibt, und zwar in Form zweier fundamental unterschiedlicher Argumentationsebenen, die sich offensichtlich nur schwer miteinander verknüpfen lassen. In der Neurophysiologie bleiben grundlegende Positionen der Philosophie häufig außen vor und umgekehrt ziehen sich die Philosophen gerne auf Ihre ureigenste Ebene zurück, ohne sich wirklich auf neurophysiologische Argumente einzulassen. Dies ist vielleicht verbesserungsfähig – aber erst mal verständlich.

Auch ich werde mich, als Neurowissenschaftler, nur am Rande auf die Argumente für und wider den Determinismus beziehen, wie sie von Seiten der Philosophie vorgebracht werden. Es liegt mir natürlich näher, auf neurophysiologischer Ebene zu argumentieren. Für mich ist beispielsweise die Argumentation von Wolf Singer in seinem Aufsatz zu „Hirnforschung und Wirklichkeit“ sehr gut nachvollziehbar.¹⁰ Auch die daraus entwickelten Hypothesen erscheinen mir in vielem folgerichtiger und ausgewogener als die Einwendungen und Einschränkungen, wie sie z. B. in anderen Artikeln dieses Sammelbandes, nicht nur von philosophischer Seite, vorgebracht werden.

Meine Argumente gegen den Determinismus beziehen sich auf grundlegende neurophysiologische Erkenntnisse, die sicherlich auch den neurowissenschaftlichen Vertretern des Determinismus bekannt sind. Das sind experimentelle Messungen zum Öffnen und Schließen von Ionenkanälen¹¹, wie sie seit der Einführung der Patch-Clamp Technik¹² hunderte oder gar tausende Male an unterschiedlichsten Ionenkanälen unterschiedlichster Neurone durchgeführt wurden. Die neurowissenschaftliche Begründung des Determinismus bezieht sich auf Experimente auf ganz anderer Ebene. Für ein besseres Verständnis der Zusammenhänge sind nachfolgend noch einmal die mir wesentlich erscheinenden Begründungen für den Determinismus und die zugrundeliegenden Experimente kurz zusammengestellt und einer kritischen Betrachtung unterzogen.

DETERMINISMUS UND SEINE NEUROWISSENSCHAFTLICHE BEGRÜNDUNG

Was hat nun die Neurowissenschaft überhaupt als neues, zusätzliches Argument in die Diskussion um die Willensfreiheit mit eingebracht? Experimentell ist es eigentlich zunächst einmal nur der Nachweis zeitlicher Verzögerungen von bewusster Wahrnehmung einer Willensentscheidung gegenüber messbaren Signalen aus dem Gehirn, die mit eben dieser Willensentscheidung in Zusammenhang gebracht werden können. Solche zeitlichen Verzögerungen wurden erstmals in den berühmten Libet-Experimenten bei Messungen des Elektroenzephalogramm (EEG) nachgewiesen.¹³ Noch deutlich stärkere Zeitverzögerungen wurden kürzlich in etwas abgeänderter Versuchsanordnung mittels modernerer Methoden der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) aufgezeigt.¹⁴

Wenn man davon ausgeht, dass die Willkürmotorik über das Gehirn gesteuert wird, müssen zeitliche Verzögerungen zwischen Gehirnaktivität und motorischen Handlungen erwartet werden, wie sie schon früher in Form von Bereitschaftspotenzialen nachgewiesen wurden.¹⁵ Die Aktivität wird sich mit entsprechenden zeitlichen Verzögerungen über den motorischen Cortex, das Rückenmark und dann in den peripheren motorischen Nerv schließlich bis zu dem innervierten Muskel ausbreiten.

Die Frage ist: Wie wird eine solche willkürliche, nicht reflexhafte Bewegung initiiert, d. h. wie entsteht der Wille zu einer Bewegung und lässt sich auch hierfür ein neuronales Korrelat finden? Nun scheint man tatsächlich ein solches neuronales Korrelat der Willensbildung gefunden zu haben, das sich in Form von EEG oder fMRT-Signalen messen lässt. Dies ist zwar spektakulär, aber, zumindest für einen Neuropsychologen, nicht weiter verwunderlich.

Das wirklich Überraschende war, dass die Signale der Willensbildung im Gehirn schon deutlich früher zu sehen sind als dem Subjekt der Prozess der Willensbildung überhaupt bewusst wird. Dies waren in den Libet-Experimenten¹⁶ nur einige hundert Millisekunden, was noch Raum ließ, die Ergebnisse wegen eventueller Messfehler anzuzweifeln. Seit den fMRT-Messungen der Haynes-Gruppe¹⁷ ist dies kaum mehr möglich. Die sog. BOLD-Signale im fMRT erscheinen bis zu

7 Sekunden (!) früher, als es der Versuchsperson bewusst wird, dass er / sie sich entschieden hat, einen bestimmten Knopf zu drücken. Man kann sogar, allerdings mit erheblicher Unsicherheit, in etwa vorhersagen, für welchen Knopf sich die Versuchsperson entscheiden wird.

Wie ist das zu interpretieren? Unter der Annahme, dass alle Geschehnisse in dieser Welt auf kausalen Zusammenhängen beruhen, kann man argumentieren, dass physikalisch-chemische Naturgesetze die Willensentscheidung festlegen, welche uns dann erst später bewusst wird – und die wir dann fälschlicherweise als das Ergebnis unserer eigenen freien Willensbildung ansehen. „Verschaltungen legen uns fest: Wir sollten aufhören, von Freiheit zu sprechen“, ist der provokante und viel zitierte Titel eines dementsprechenden Artikels von Wolf Singer.¹⁸

Der freie Wille nur als Illusion ist für die meisten Menschen keine sonderlich angenehme Vorstellung.¹⁹ Es wurden allerhand Einwände gegen die Experimente und deren Interpretation vorgebracht, sowohl grundsätzliche (inadäquate Methode zur Untersuchung mentaler Ereignisse) als auch in vielen Details, z. B. hinsichtlich der Instruktionen der Versuchspersonen. Eine umfangreiche Zusammenstellung sowohl philosophisch als auch neurobiologisch begründeter Gegenargumente findet sich in Falkenburg, „Mythos Determinismus“.²⁰ Auch Libet versucht in jüngerer Zeit, sich etwas von solchen Schlussfolgerungen abzusetzen, allerdings mit nicht immer überzeugenden Argumenten. Wenn er z. B. einem der Gehirnaktivität wohl übergeordneten freien Willen doch noch ein Veto-Recht einräumt,²¹ fragt man sich, wie dann dieses wieder zustande kommen soll. Auch die Argumentation in „The Volitional Brain“,²² wie es sich schon im Vorwort von Stephen M. Kosslyn andeutet, scheint auf einigen Missinterpretationen der Systemtheorie zu beruhen, z. B. was das Verhältnis von Rauschen und Chaos betrifft.

Diese Versuche zur Rettung des freien Willens klingen eigentlich noch weniger überzeugend als die vorherigen Angriffe. Die Autoren der fMRI-Studien²³ halten sich eher bedeckt und sprechen, zumindest in den wissenschaftlichen Publikationen, nur von unbewussten Determinanten (unconscious determinants) der Willensbildung. Aber auch deren Versuchsergebnisse implizieren,

dass eine Entscheidung schon durch die neuronalen Schaltkreise festgelegt ist, bevor man sich der Willensbildung überhaupt bewusst wird, was selbst Haynes, zitiert, ihn²⁴ unangenehm zu berühren scheint. Die Frage ist: Ist sie determiniert?

Inwieweit freier Wille und Determinismus, in seinen verschiedenen Spielarten, sogar miteinander verträglich sein könnten, gehört zu den nicht erst jetzt sehr intensiv geführten Diskussionen unter Philosophen²⁵, auf die ich hier nicht weiter eingehen will. Dasselbe gilt für die Argumente dafür oder dagegen, wie sie sich aus der Diskussion um den Gehirn-Geist-Dualismus ergeben.²⁶

Unter eher neurophysiologischen Gesichtspunkten werden gegen die Interpretation der oben genannten Experimente als Zeichen deterministischer Willensbildung hauptsächlich folgenden Argumente ins Feld geführt:

1) Die Experimente sind immer noch weit davon entfernt, reale und meist weit komplexere Situationen der Willensbildung zu repräsentieren.²⁷

2) Die Experimente zeigen nicht mehr als dass unbewusste Prozesse zu unserer Willensbildung beitragen, was niemanden überraschen wird, während der entscheidende Faktor ist, dass wir über die Willensbildung reflektieren können.²⁸

Beide Argumente berufen sich damit auf die Reflexion als Bestandteil komplexerer Prozesse der Willensbildung. Aber damit ist der Determinismus nicht aus der Welt geschafft. Die oben genannten Experimente sind ja gerade mal ein Anfang. Wer weiß, ob sich mit weiter verbesserten experimentellen Techniken nicht demnächst auch komplexere Prozesse der Willensbildung in neurophysiologischen Experimenten erkennen lassen.²⁹

Im Folgenden werde ich mich auf den Determinismus konzentrieren und nur einige ganz grundlegende neurophysiologische Befunde anführen, die der Annahme eines funktionellen, biologischen Determinismus entgegenstehen. Ich werde dazu einen Hinweis von Martin Heisenberg aufgreifen,³⁰ der dem Determinismus den Zufall gegenüberstellt, insbesondere in Form stochastischer Öffnung und Schließung von Ionenkanälen, und werde versuchen, die sich daraus ergebenden Konsequenzen darzulegen.

DETERMINISMUS UND ZUFALL IN NEUROBIOLOGISCHEN PROZESSEN

Alle neuronalen Prozesse beruhen auf dem Öffnen und Schließen von Ionenkanälen, wodurch sich die Spannung über der Zellmembran verändern kann und gegebenenfalls Aktionspotenziale ausgelöst werden. Es sind letztlich diese Nervenimpulse, über welche die Milliarden von Neuronen hauptsächlich miteinander kommunizieren. Die Potenzialänderungen sind an der Zelle direkt messbar und sie zeigen sich auch als Summenaktivität sehr vieler Nervenzellen z. B. im Elektroenzephalogramm (EEG) oder auch als BOLD-Signal in der funktionellen Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT). In beiden Fällen handelt es sich also um recht grobe Messungen neuronaler Summenaktivität, wobei das BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) Signal sogar nur sehr indirekt und zeitlich verzögert die elektrische Aktivität widerspiegelt, indem es den bei stärkerer neuronaler Aktivität wegen des Energieverbrauchs gesteigerten Sauerstoffzufluss misst.

Wenn man nun unter exakt kontrollierten, konstant gehaltenen experimentellen Bedingungen eine Messung macht, so wird man immer Unregelmäßigkeiten (Rauschen) und Fluktuationen beobachten. Genauso wird man, wenn man eine Messung unter exakt gleichen Bedingungen wiederholt, nie mehr ein exakt gleiches Signal erhalten wie in einer Messung zuvor. Wie jeder Experimentator sehr gut weiß, sind in jeder Messung, auch in denen von Libet und Haynes,³¹ Zufallskomponenten enthalten. Diese Zufallskomponenten liefern allerdings noch kein wirklich handfestes Argument gegen den Determinismus. Sie werden im Allgemeinen darauf zurückgeführt, dass ein biologisches System einer Vielzahl von Einflussgrößen unterworfen ist, die man nie alle kennen und unter Kontrolle bringen kann. Dies ist der klassische Zufall. Den kann man sogar noch für die stochastische Freisetzung der Neurotransmitter an einer Synapse verantwortlich machen.

Daneben gibt es aber noch eine Zufallskomponente, die prinzipieller Natur ist und ohne die das Leben, insbesondere die neuronale Informationsverarbeitung, nicht vorstellbar wäre. Diese findet sich im Öffnen und Schließen von Ionenkanälen, also in den Grundprozessen jeglicher neuronaler Aktivität. Der Zustand der Ionenkanäle wird über verschiedene physiologische Größen

kontrolliert, durch die Membranspannung selbst sowie durch Neurotransmitter und verschiedenste Neuromodulatoren – aber es ist immer ein Wahrscheinlichkeitszustand. Deswegen, und weil es meist auch am besten zu den experimentellen Daten passt, werden die Aktivierungszustände der Ionenkanäle bevorzugt durch die Boltzmann-Funktion dargestellt.

Auch mathematische Simulationen neuronaler Aktivität arbeiten häufig mit der Boltzmann-Funktion. Die Boltzmann-Funktion selbst, obwohl von Zufallsprozessen abgeleitet, ist aber eine mathematisch exakt definierte Funktion. Neuronale Modelle, auch wenn sie auf Boltzmann-Funktionen aufbauen, sind daher zunächst deterministische Modelle. Will man den realen experimentellen Daten mit ihrer unvermeidbaren Variabilität näherkommen, so wird zusätzlich „Rauschen“ auf eine oder mehrere der Modellgleichungen gegeben.

Ein solches „Rauschen“ könnte zunächst wieder stellvertretend für die Vielzahl unbekannter Einflüsse auf die Registrierungen stehen. Aber auch wenn man diese in ihrer Gesamtheit kennen würde, bliebe doch noch eine grundsätzlich unvermeidbare Zufallskomponente. Diese zeigt sich, wenn man noch eine Ebene tiefer geht, auf die Ebene der Ionenkanäle. Ein einzelner Ionenkanal kann entweder offen oder geschlossen sein, mit z. T. recht komplizierten Übergangsformen, die aber in diesem Zusammenhang nicht relevant sind, genauso wenig wie eine gewisse Variabilität in der Amplitude der gemessenen Einzelkanalströme.

Um von diesen diskreten Zuständen der Einzelkanäle (sozusagen den „Quanten“ der Neurophysiologie) auf die graduellen Änderungen des Gesamtstroms einer Zelle zu kommen, könnte man verschiedene Strategien anwenden. Da der Gesamtstrom sich aus einer mehr oder weniger großen Zahl von Einzelkanalströmen zusammensetzt, könnte man, in Abhängigkeit von den physiologischen Kontrollgrößen, immer nur einen bestimmten Prozentsatz der Einzelkanäle in den offenen Zustand versetzen, womit zumindest ein abgestufter Verlauf möglich wäre. Einer kontinuierlichen Funktion noch näher käme man wohl, wenn die Übergänge zwischen offenem und geschlossenem Zustand in einem variablen Zeitverhältnis getaktet würden. So oder so ähnlich

könnten die von einem Ingenieur vorgeschlagenen Lösungen aussehen. Sie sind nur deswegen erwähnt, damit umso deutlicher wird, wie andersartig der von der Natur eingeschlagene Weg ist. Die Zustände der einzelnen Ionenkanäle wechseln, aber hierfür wird kein Taktgeber benutzt. Sie tun dies nicht in regelmäßigen Zeitabständen, sondern mit einer gewissen Übergangswahrscheinlichkeit. Diese Übergangswahrscheinlichkeiten werden zwar von physiologischen Kontrollgrößen bestimmt, aber der aktuelle Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt, entweder offen oder geschlossen, ist immer ein Wahrscheinlichkeitszustand. Es scheint, dass sich die Natur zur Steuerung der Ionenkanäle, neben den physiologischen Einflussgrößen, die Brown'sche Molekularbewegung zunutze macht. Sicher ist, dass man um diese Zufallsprozesse nicht herumkommt. Sie sind essenzieller Bestandteil der Ionenkanal-Funktion. Damit sind Zufallsprozesse aber auch essenzieller Bestandteil jeglicher neuronaler Aktivität.

ZUFALLSPROZESSE ALS UNVERMEIDBARE GRUNDLAGE NEUROBIOLOGISCHER FUNKTIONEN?

Schon Anfang der 50er-Jahre des letzten Jahrhunderts haben Hodgkin und Huxley in ihrer bahnbrechenden Arbeit zur mathematischen Simulation ihrer experimentellen Registrierungen von Membranpotenzialen und Ionenströmen sog. „rate constants“ eingeführt³² und damit implizit schon die statistischen Übergangswahrscheinlichkeiten beim Öffnen und Schließen von Ionenkanälen vorweg genommen. Später, durch die Einführung der Patch-Clamp-Technik mit der Möglichkeit zur Messung an Einzelkanälen, konnte dann die der Ionenkanal-Aktivierung inhärente Stochastik experimentell nachgewiesen werden.³³ Heutzutage gehört das Wissen um diese Zusammenhänge zu den Grundkenntnissen der Neurophysiologie, die nicht nur alle Neurowissenschaftler beherrschen dürften, sondern auch alle Studenten der Lebenswissenschaften lernen sollen. Ein Tutorial zur Analyse von Patch-Clamp-Daten³⁴ beginnt mit dem Satz: „Ion channels open and close in a stochastic fashion, following the laws of probability. However, distinct from tossing a coin or a die, the probability of finding the channel closed or open is not a fixed number but can be modified (i. e., we can cheat) by some

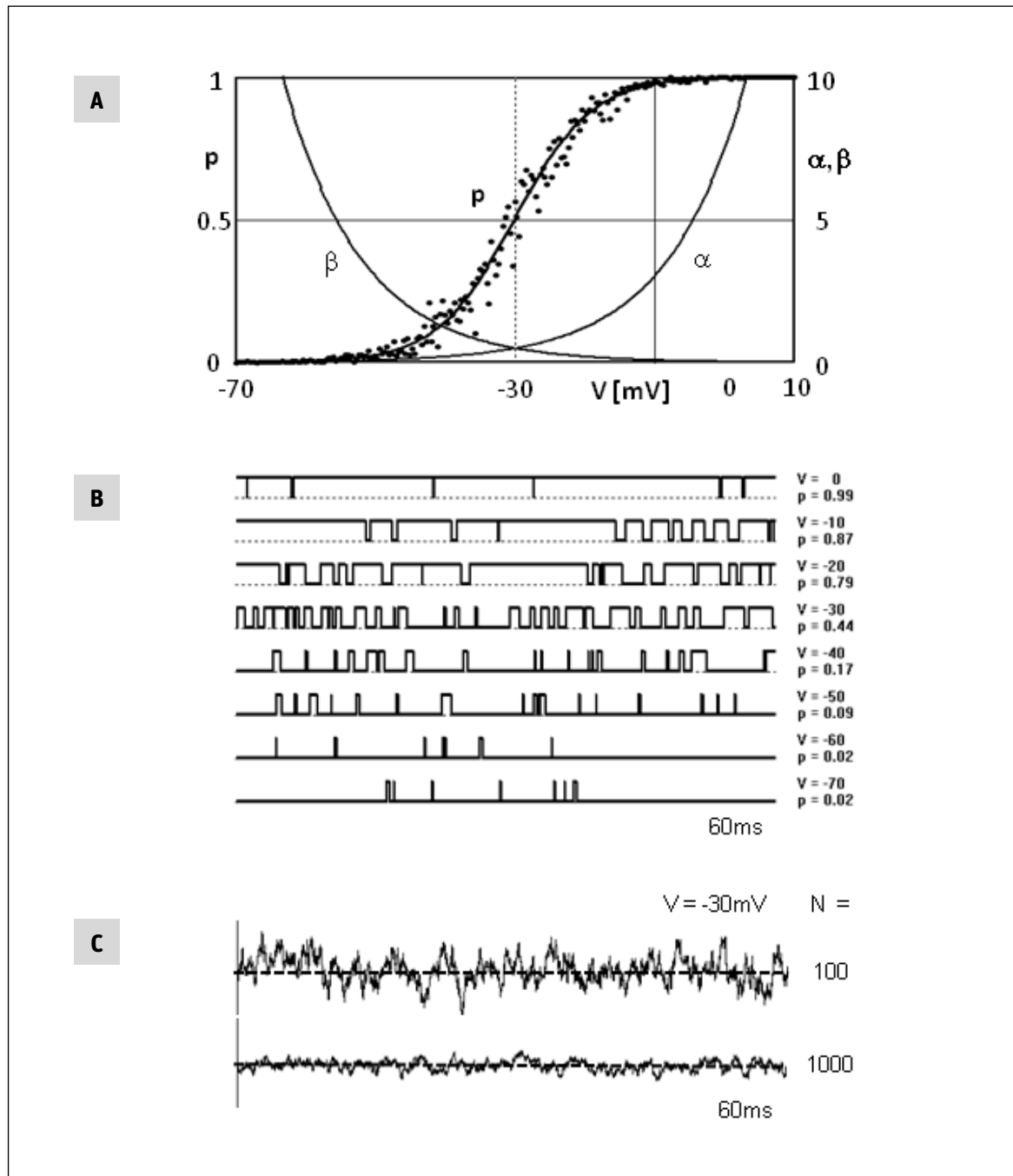


Abbildung: Das obere Diagramm (A) zeigt einen typischen Verlauf der Aktivierungskurve (Offen-Wahrscheinlichkeit) eines spannungsabhängigen Ionenkanals, dargestellt anhand der Boltzmann-Funktion $p = 1/(1+\exp(-s(V-V_h)))$. Die Exponentialfunktionen sind die dazu passenden Zufallswahrscheinlichkeiten (rate constants) $\alpha = \beta = \exp(b(V-V_h))$, aus denen sich die Boltzmann-Funktion errechnet, mit $b = s/2$ für α and $b = -s/2$ für β .³⁵ Die Punkte sind die Offenwahrscheinlichkeiten bei unterschiedlichen Membranspannungen, wie sie sich aus Computer-Simulationen unter Nutzung der Zufallswahrscheinlichkeiten α und β ergeben. In B sind solche Simulationen für einige wenige Membranspannungen exemplarisch aufgezeichnet. Die Fluktuationen in C ergeben sich aus der Aufsummierung wiederholter Berechnungen ($n = 100$ und $n = 1000$, gemäß der Zahl von gleichzeitig aktivierten Ionenkanälen) bei einem konstanten Membranpotential (hier für den Halbaktivierungswert $V_h = -30\text{mV}$). Die Länge der Ordinate entspricht plus / minus 10 % des deterministischen Wertes.

external stimulus, such as the voltage.“ Auch die hier gezeigte Abbildung zur Illustration dieser Zusammenhänge ist aus einer Lernsoftware zusammengestellt.³⁶ Sie zeigt das Öffnen und Schließen eines Ionenkanals als Funktion der Membranspannung, simuliert mit Zufallszahlen entsprechend der schon von Hodgkin und Huxley postulierten „rate constants“.

Das obere Diagramm (Abb. A) zeigt die Boltzmann-Funktion, die in diesem Beispiel die spannungsabhängige Aktivierung eines Ionenstroms wiedergibt. Zusätzlich eingezeichnet sind zwei Exponentialfunktionen, welche die Übergangswahrscheinlichkeiten (rate constants) vom offenen zum geschlossenen und vom geschlossenen zum offenen Zustand darstellen. Deren Parameter sind so gewählt, dass sie, entsprechend der von Hodgkin und Huxley vorgegebenen Gleichungen, explizit die Boltzmann-Funktion ergeben.³⁷ Bis zu diesem Punkt ist das gesamte System also noch völlig deterministisch.

Der Zufall kommt erst mit ins Spiel, wenn man von der mathematischen auf die neurophysiologische Ebene wechselt und die Ionenkanäle mit einbezieht. Die Punkte in Abb. A kennzeichnen den prozentualen Anteil der „Offen“-Zustände eines Einzelkanals, wenn man dessen Übergänge durch Zufallszahlen aus dem Computer über eine gewisse Zeit simuliert, was in Abb. B exemplarisch für einige Potenziale dargestellt ist. Die Übergangswahrscheinlichkeiten sind entsprechend der Exponentialfunktion aus Abb. A gewählt und dementsprechend folgen die Werte der Offenzustände recht gut dem Verlauf der Boltzmann-Funktion – allerdings mit einer gewissen Streuung. Die Punkte werden höchstens mal durch Zufall exakt die Boltzmann-Funktion treffen.

Die Streuung wird sichtbar geringer, je mehr man sich einem dauernd offenen oder dauernd geschlossenen Zustand nähert. Auch mit längerer Simulationszeit wird die Streuung natürlich geringer, ebenso wenn man über eine größere Zahl von Ionenkanälen aufsummiert. In Abb. C sind die Fluktuationen eines Gesamtstroms dargestellt, aufsummiert über 100 und 1.000 Ionenkanäle, eine oft schon unrealistisch hohe Zahl. Diese Kurven sind ein Beispiel für das, jedem Experimentator sehr wohl bekannten, „Rauschen“ in derartigen Registrierungen. In diesem Fall kann man sich auch nicht mehr auf unbekannte

Einflussgrößen berufen. In dieser Simulation ist es einzig der den Ionenkanälen inhärente Zufallsprozess ihrer Aktivierung, welcher die Fluktuationen hervorruft.

Nun ist diese Abbildung zwar anhand einer vereinfachten Computer-Simulation einer Lernsoftware erstellt, aber alle die dieser Simulation zugrundeliegenden Annahmen sind physiologische Realität. Kein Neurophysiologe wird bestreiten, dass Zufallskomponenten ein wesentlicher Bestandteil der Steuerung von Ionenkanälen sind, was auch immer noch herauszufinden sein wird, durch welche Mechanismen (Stichwort „gating currents“) sie sich manifestieren. Um eine wirklich deterministische Situation zu erreichen, müsste die Zahl der Ionenkanäle unendlich groß sein oder die Zelle müsste über einen unendlich langen Zeitraum unter konstanten Bedingungen gehalten werden. Dies ist genauso wenig mit der Funktion eines Neurons vereinbar wie ein andauernd geschlossener oder offener Zustand der Ionenkanäle. Die neuronale Informationsverarbeitung spielt sich in einem Zwischenbereich ab und sie ist ein dynamischer Prozess mit immerwährenden zeitlichen Veränderungen. Somit gibt es keine Chance, aus der Stochastik der Ionenkanäle auf exakt definierte Werte zu kommen. Damit wird, zusätzlich zu der „statischen“ Zufallskomponente, wie sie etwa durch die Boltzmann-Funktion repräsentiert ist, eine qualitativ andere, „dynamische“ Zufallskomponente mit ins Spiel gebracht. Dies ist das Rauschen – und man kann es, unter keinen Bedingungen des Lebens, loswerden.

ZUFALL UND NOTWENDIGKEIT IN DER NEUROPHYSIOLOGIE – RAUSCHEN UND NICHTLINEARE DYNAMIK

Nun könnte man fragen, ob die den Ionenkanälen zugrundeliegende Stochastik angesichts der unglaublich großen Zahl von Neuronen und der noch viel größeren Zahl von Ionenkanälen auf höheren Ebenen neuronaler Aktivität nicht doch heraus gemittelt wird und für das wirkliche Leben und die alltägliche Willensbildung genauso wenig eine Rolle spielt wie etwa die Quantenphysik. Das kann passieren, aber es kann auch gerade das Gegenteil der Fall sein, nämlich eine dramatische Verstärkung von selbst geringfügig erscheinenden Zufallskomponenten. Man kennt

dies von der Chaos-Theorie. Allerdings ist, nebenbei bemerkt, auch ein chaotisches System zunächst mal ein deterministisches System. Ohne Zufallskomponenten ist das Verhalten chaotischer Systeme zwar unregelmäßig und völlig aperiodisch, aber vollständig determiniert. Sein Verhalten lässt sich eben nicht mathematisch voraus berechnen, auch wenn das System selbst vollständig mathematisch beschreibbar sein sollte. Aber dies gilt für alle nicht-linearen Systeme höherer Dimensionalität als 3, ob sie nun chaotisch sind oder nicht – und ist daher eher ein methodisches denn prinzipielles Problem. In numerischen Simulationen wird auch ein chaotisches System unter identischen Anfangsbedingungen und ohne stochastische Einflüsse immer denselben Verlauf zeigen.

Die entscheidenden Komponenten für die Verstärkung von Rauschen sind die Nichtlinearitäten biologischer Funktionszusammenhänge, wie sie beispielsweise auch schon in der Boltzmann-Funktion zum Ausdruck kommen. An solchen Nichtlinearitäten können, unter dem Einfluss von Rauschen, besondere Phänomene in Erscheinung treten, wie sie von dem rein deterministischen System nie zu erwarten wären. Diese sog. „kooperativen Effekte“ von Rauschen und nichtlinearer Dynamik sind gut bekannt, aber häufig nicht einfach zu erklären. Sie sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen, vor allem in der Biophysik.

Es kommt hinzu, dass die neuronalen Funktionsabläufe stark ineinander verflochten und häufig zirkulär sind. Letzteres gilt viel stärker noch als für die synaptischen Übertragung, mit eher sequenziellen Funktionsabläufen, für die intrinsische Dynamik von Neuronen, wo die Membranspannung durch die Aktivierung von Ionenkanälen verändert wird, deren Zustand selbst sich wieder durch die Membranspannung verändert – natürlich in nichtlinearer Form. Gerade unter solchen Bedingungen kann sich selbst kleinstes Rauschen gewaltig aufschaukeln und zu einem, gegenüber dem deterministischen System, völlig veränderten Verhalten führen. Auch wir haben uns mit solchen Phänomenen beschäftigt und konnten in unseren Simulationen neuronaler Aktivität aufzeigen, dass dies insbesondere dann der Fall ist, wenn man möglichst realitätsnah das durch die Ionenkanäle induzierte Rauschen nachbildet.³⁸

Derartige Rauscheffekte sind aber nicht nur in mathematischen Simulationen zu sehen, sondern zeigen sich auch in experimentellen Daten. Am bekanntesten sind wohl die als „Stochastische Resonanz“ bezeichneten Phänomene,³⁹ die sich in der Biologie bis auf die Ebenen von Verhaltensreaktionen nachweisen lassen.⁴⁰ Letztendlich gibt es sogar neuronale Transduktionsprozesse, die ohne das Zusammenspiel von Nichtlinearer Dynamik und Rauschen überhaupt nicht funktionieren würden. Dazu gehört u. a. eines der höchst sensibelsten Sinnessysteme, der elektrische Sinn der Haie.⁴¹ Die Reihe von nicht nur mathematischen, sondern auch experimentellen Nachweisen zur funktionellen Bedeutung von Rauschen in der Neurophysiologie ließe sich weiter fortsetzen. Ich möchte jetzt aber zumindest noch kurz einen anderen, vielleicht sogar weiter reichenden Aspekt ansprechen und zu bedenken geben. Dies betrifft den Vergleich technischer und biologischer Systeme.

DETERMINISMUS UND ZUFALL IN BIOLOGIE UND TECHNIK – WIE WEIT GEHEN DIE ANALOGIEN?

Das eingangs zitierte Gedicht mit dem von sich selbst überzeugten Gummiball zeugt zuallererst von der Unsicherheit der über sich selbst nachdenkenden Menschen, ob sie vielleicht nicht mehr wären als ein Spielball der Naturgesetze. Dies entspricht ziemlich exakt den Vorstellungen, dass wir durch unsere Verschaltungen festgelegt sind und aufhören sollten, von Freiheit zu sprechen.⁴² Dann würden wir denselben Illusionen unterliegen wie der Gummiball. Diese Analogie ist von einer Dichterin erschaffen, vielleicht rein intuitiv und ohne vorher irgendetwas von den aktuellen wissenschaftlichen Diskussionen über den freien Willen und den Determinismus gehört zu haben. Und es ist natürlich eine dichterisch überhöhte Analogie.

Es wurde aber auch im wissenschaftlichen Bereich schon immer versucht, die Funktionsweise des Gehirns in Analogie zu physikalisch-technischen Systemen zu „erklären“. Dies waren in Zeitalter der Mechanik die Räderwerke, welche nun, im Zeitalter der Elektronik, durch Computer und elektrische Schaltkreise ersetzt wurden. Damit kommt man natürlich den neuronalen Funktionen schon etwas näher, zumindest insofern,

als diese auf elektrochemischen Prozessen aufbauen. Allerdings sollte man auch nicht die möglicherweise viel wichtigeren Unterschiede übersehen. Ein mir wichtig erscheinender Punkt ist, interessanterweise von Seiten der Wissenschaftstheorie immer wieder hervorgehoben, dass nur technische Artefakte einen funktionalen bzw. teleologischen Hintergrund haben, während gerade biologische Systeme als mechanistische Systeme betrachtet werden sollten – sofern man nicht den Anspruch erhebt, den Willen des Schöpfers oder der Schöpfung zu kennen.⁴³

Dies hat Konsequenzen. Technische Systeme werden hinsichtlich einer bestimmten Funktion konstruiert. Dazu lernt der Ingenieur, wie man unliebsame Komponenten vermeidet oder zumindest reduziert, insbesondere solche, welche die Kontrollierbarkeit des Systems erheblich erschweren könnten. Dies sind, an vorderster Stelle, Nichtlinearitäten und Rauschen – also gerade jene Komponenten, welche aus biologischen Systemen nicht wegzudenken sind. Tatsächlich können technische Systeme, einschließlich Computer, vieles besser als der Mensch. Computer arbeiten schnell und liefern exakte Daten, sei es auch nur die Zahl „42“. ⁴⁴ Dahingegen ist die neuronale Signalübertragung extrem langsam und die Ergebnisse der neuronalen Informationsverarbeitung, bis hin zu Willensentscheidungen, sind eher unscharf und keineswegs immer klar und eindeutig. Allerdings besitzt das menschliche Gehirn eine Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, wie sie noch von keinem technischen System erreicht wird – entgegen aller großartigen Prognosen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts.⁴⁵ Man könnte sich fragen, ob das Gehirn seine Flexibilität und Kreativität nicht trotz, sondern gerade wegen dieser technisch so unerwünschten Eigenschaften, den Nichtlinearitäten und den Zufallsprozessen, entwickeln konnte.

Auch hierfür ließe sich ein mögliches Beispiel anführen, und zwar im Zusammenhang mit einem für die neuronale Informationsverarbeitung, insbesondere für die ganzheitliche Wahrnehmung, offensichtlich besonders wichtigen Vorgang, der neuronalen Synchronisation.⁴⁶ Angenommen, es wird ein vollkommen deterministisches System durch externe Signale synchronisiert, dann geht es nicht mehr aus dieser Synchronisation heraus, auch wenn die externen Signale schon längst

nicht mehr da sind. Man braucht dazu ein weiteres, anderes Signal – oder man gibt Rauschen dazu.⁴⁷ Unter dem Einfluss von Rauschen wäre dann auch nicht unbedingt vorhergesagt, welche Neurone synchronisieren. Die Synchronisation könnte sogar zwischen konkurrierenden Netzwerken wechseln, was sich z. B. als physiologisches Korrelat anbieten könnte, um zwischen verschiedenen Möglichkeiten einer Willensentscheidung auszuwählen. Letzteres ist, zugegebenermaßen, reine Spekulation. Trotzdem sollte man vielleicht dem Zusammenspiel zwischen Rauschen und Nichtlinearitäten bei der Untersuchung mentaler Prozesse oder beim Versuch zur Entwicklung von „Menschmaschinen“⁴⁸ mehr Beachtung schenken. Es gibt seit einigen Jahren schon einige vielversprechende Ansätze in der Physik und Technik, sich diese kooperativen Effekte zunutze zu machen – durch „tuning into noise“.⁴⁹

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ausgangspunkt dieser Überlegungen war die Diskussion um den freien Willen, der in den letzten Jahren insbesondere von neurowissenschaftlicher Seite in Frage gestellt wurde, mit dem Argument einer unbewussten, nach den Naturgesetzen ablaufenden und damit determinierten Willensbildung. Diese Angriffe auf den freien Willen von Seiten der Neurophysiologie sind gerade deswegen besonders ernst zu nehmen, weil sie sich nicht nur auf irgendwelche theoretischen Überlegungen berufen, sondern den Anspruch erheben, durch experimentelle Ergebnisse belegt zu sein. Diesen Experimenten wurden hier andere Experimente gegenübergestellt, welche zeigen, dass schon der grundlegende Prozess jeglicher neuronalen Informationsverarbeitung, das Öffnen und Schließen von Ionenkanälen, neben den physiologischen Gesetzmäßigkeiten grundsätzlich unvermeidbare Zufallskomponenten enthält. Diese Ergebnisse sind eigentlich allen Neurowissenschaftlern bekannt. Trotzdem werden sie in der Diskussion um den Determinismus und den freien Willen kaum mal oder nur ganz am Rande erwähnt – vielleicht weil sie als ein vernachlässigbarer Nebeneffekt angesehen werden oder weil die Prozesse auf Ionenkanal-Ebene als irrelevant erachtet werden, wenn es um höhere Funktionen der Informationsverarbeitung geht? Ich habe des-

wegen versucht darzulegen, warum diese Zufallsprozesse unter den Bedingungen des realen Lebens unvermeidbar sind und warum sie, im Zusammenspiel mit den grundsätzlichen Nichtlinearitäten biologischer Prozesse, sehr wohl funktionelle Bedeutung auf allen Ebenen der Informationsverarbeitung haben.

Man kann sich offenbar, wenn es nun um die Argumentation für oder gegen den freien Willen geht, auf ganz unterschiedliche Experimente beziehen und, davon abhängig, zu ganz unterschiedlichen Schlussfolgerungen kommen – ohne dass die experimentellen Ergebnisse an sich in irgendeiner Weise in Frage gestellt werden müssten. Auf der einen Seite stehen die vielen Patch-Clamp-Experimente, welche die Stochastik der Ionenkanalaktivierung zeigen. Auf der anderen Seite stehen vor allem die oben erwähnten Experimente von Libet und Haynes. Letztere zeigen aber zunächst einmal nur, dass im Gehirn Prozesse ablaufen, die offensichtlich mit der Willensbildung zu tun haben, bevor dieser Vorgang subjektiv bewusst wird. Dass diese Prozesse determiniert sein sollen ist eine Behauptung, die durch solche Experimente in keiner Weise belegt werden kann. Der Determinismus wird aus einer ganz anderen, rein theoretischen Ecke geholt. Somit erscheint die Forderung nach einer zumindest punktuellen Verankerung einer Theorie mit experimentellen Daten⁵⁰ in diesem Fall kaum erfüllt. Dahingegen lässt sich die Behauptung einer den Neuronen inhärenten und unvermeidbaren Stochastik recht gut mit den Ergebnissen aus vielen hunderten oder gar tausenden Patch-Clamp-Experimenten belegen. Deswegen könnte ich dem Satz von Gerhard Roth⁵¹: „... Indeterminismen, für die es im Gehirn übrigens keinen Hinweise gibt ...“ eher zustimmen, wenn das „In“ vor dem „Determinismus“ fehlen würde.

Das Leben hat sich offensichtlich in einem Bereich entwickelt, in dem es sich eine zumindest makroskopische Unbestimmtheit zunutze machen kann.⁵² Dieses Prinzip von „Zufall und Notwendigkeit“ zieht sich anscheinend durch bis in die Grundlagen neuronaler Informationsverarbeitung – und man wird es auch auf höheren Ebenen neuronaler Prozesse nicht los. Makroskopisch meint dabei alles, was oberhalb der Brown'schen Molekularbewegung liegt bzw. unterhalb der für einen Laplace'schen Dämon notwendigen Kennt-

nis. Bernhard Russel⁵³ bemerkt zu diesem Dämon: „Alle Kausalgesetze sind Ausnahmen unterworfen, wenn die Ursache nicht den Zustand des ganzen Weltalls umfasst.“ Mit dieser Einschränkung muss und kann man wohl leben. Wieviel mehr an Freiheit könnte man erwarten – nur limitiert durch den sich andauernd ändernden Gesamtzustand aller Moleküle des Weltalls? Außerdem würde nicht einmal die Kenntnis dieser Zustände an den hier aufgezeigten Konsequenzen von Rauscheffekten wirklich Substanzielles ändern. Wenn ich numerische Simulationen rechne und Rauschen dazu gebe, so nehme ich hierfür Zufallszahlen aus dem Computer. Diese sind vollständig determiniert und ich könnte sie mir ausgeben lassen, sodass ich für mein kleines System so etwas wie den Laplace'schen Dämon spielen könnte. Wie die Zufallszahlen aussehen, ist aber völlig uninteressant. Das Entscheidende sind die durch Zufallsprozesse eingebrachten Fluktuationen, bekannt oder nicht, und deren Wechselspiel mit den gegebenenfalls vollständig determinierten Nichtlinearitäten des Systems.

Ist also nicht der freie Wille eine Illusion sondern der Determinismus? Wäre beides, freier Wille und Determinismus, sogar miteinander verträglich, entsprechend der Kompatibilitätstheorie? Oder ist vielleicht beides falsch – sowohl der Determinismus als die Annahme eines freien Willen? Oder hat Determinismus mit dem freien Willen überhaupt nichts zu tun? Sicherlich ist der Nachweis von Zufallskomponenten und Rauschen in der neuronalen Informationsverarbeitung kein Beweis für den freien Willen – aber genauso sicher ist, dass die Annahme eines biologischen Determinismus kein gutes Argument dagegen ist.⁵⁴

HANS A. BRAUN

Physiologisches Institut,
Philipps-Universität Marburg

ANMERKUNGEN

- 1 Aus Kaléko, Mascha: In meinen Träumen läutet es Sturm, München 2012.
- 2 an der Heiden, U. (Hrsg): Hat der Mensch einen freien Willen? Die Antworten großer Philosophen, Stuttgart 2007.
- 3 Tretter, F. / Grünhut, C.: Ist das Gehirn der Geist? Grundfragen der Neurophilosophie, Göttingen 2010.
- 4 Suppes, Patrick zit. in Keil, G.: Willensfreiheit und Determinismus, Stuttgart 2009.
- 5 Singer, W.: Verschaltungen legen uns fest. Wir sollten aufhören, von Freiheit zu sprechen, in: Hirnforschung und Willensfreiheit, hrsg. von C. Geyer, Frankfurt a. M. 2004, S. 30-65; Roth, G.: Worüber dürfen Hirnforscher reden – und in welcher Weise?, in: Hirnforschung und Willensfreiheit, hrsg. von C. Geyer, Frankfurt a. M. 2004, S. 66-85.
- 6 Prinz, W.: Der Mensch ist nicht frei. Ein Gespräch, in: Hirnforschung und Willensfreiheit, hrsg. von C. Geyer, Frankfurt a. M. 2004, S. 20-26.
- 7 Singer: Verschaltungen legen uns fest.
- 8 Prinz: Der Mensch ist nicht frei.
- 9 Keil: Willensfreiheit und Determinismus; Falkenburg, B.: Mythos Determinismus. Wieviel erklärt uns die Hirnforschung?, Heidelberg 2012.
- 10 Singer: Verschaltungen legen uns fest.
- 11 Hille, B.: Ionic Channels of Excitable Membranes, Sunderland, Mass. 1992.
- 12 Neher, E. / Sakmann, B. / Steinbach, J. H.: The extracellular patch clamp – a method for resolving currents through individual open channels in biological membranes, in: Pflügers Arch 375/1978, S. 219-228.
- 13 Libet, B. / Wright, E. W. / Gleason, C. A.: Readiness potentials preceding unrestricted spontaneous pre-planned voluntary acts, in: Electroencephal. and Clin. Neurophysiology 54/1983, S. 322-325.
- 14 Soon, C. S. / Brass, M. / Heinze, H.-J. / Haynes, J.-D.: Unconscious determinants of free decisions in the human brain, in: Nature Neuroscience 11/2008, S. 543-545.
- 15 Kornhuber, H. H. / Deecke, L.: Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen. Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale, in: Pflügers Arch Physiol 281/1965, S. 1-17.
- 16 Libet / Wright / Gleason: Readiness potentials preceding unrestricted spontaneous pre-planned voluntary acts.
- 17 Soon / Brass / Heinze / Haynes: Unconscious determinants of free decisions in the human brain.
- 18 Singer: Verschaltungen legen uns fest.
- 19 Smith, K.: Taking aim at free will, in: Nature 747/2011, S. 23-25.
- 20 Falkenburg: Mythos Determinismus.
- 21 Libet, B.: Do We Have Free Will?, in: Journal of Consciousness Studies 8-9/1999, S. 47-57; Libet, B.: Mind Time, Frankfurt a. M. 2005.
- 22 Freeman, A. / Libet, B. / Sutherland, K. (Hrsg): The Volitional Brain. Towards a Neuroscience of Free Will, New York 1999.
- 23 Soon / Brass / Heinze / Haynes: Unconscious determinants of free decisions in the human brain.
- 24 Smith: Taking aim at free will.
- 25 Heiden: Hat der Mensch einen freien Willen?; Keil: Willensfreiheit und Determinismus; Falkenburg: Mythos Determinismus.
- 26 Tretter / Grünhut: Ist das Gehirn der Geist?
- 27 Helmrich, H.: Wir können auch anders. Kritik der Libet Experimente, in: Hirnforschung und Willensfreiheit, hrsg. von C. Geyer, Frankfurt a. M. 2004, S. 92-97.
- 28 Heisenberg, M.: Is free will an illusion?, in: Nature 459/2009, S. 164-165.
- 29 Koch, C.: Die Zukunft der Hirnforschung. Das Bewußtsein steht vor seiner Enthüllung, in: Hirnforschung und Willensfreiheit, hrsg. von C. Geyer, Frankfurt a. M. 2004, S. 229-243.
- 30 Heisenberg: Is free will an illusion?
- 31 Libet / Wright / Gleason: Readiness potentials preceding unrestricted spontaneous pre-planned voluntary acts; Soon / Brass / Heinze / Haynes: Unconscious determinants of free decisions in the human brain.
- 32 Hodgkin, A. L. / Huxley, A. F.: A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve, in: J. Physiol. 17/1952, S. 500-544.
- 33 Neher / Sakmann / Steinbach: The extracellular patch clamp.
- 34 Alvarez, O. / Gonzalez, C. / Latorre, R.: Counting Channels. A Tutorial Guide on Ion Channel Fluctuation Analysis, in: Adv Physiol Educ 26/2002, S. 327-341.
- 35 Tchaptchet, A. / Postnova, S. / Finke, C. u. a.: Modeling Neuronal Activity in Relation to Experimental Voltage- / Patch-Clamp Recordings, Brain Res (im Druck), 2013.
- 36 www.virtual-physiology.com, SimNeuron, Applets.
- 37 Ebd.
- 38 Finke, C. / Vollmer, J. / Postnova, S. / Braun, H. A.: Propagation effects of current and conductance noise in a model neuron with subthreshold oscillations, in: Mathematical Biosciences 214/2008, S. 109-121.
- 39 Wiesenfeld, K. / Moss, F.: Stochastic resonance and the benefits of noise. From ice ages to crayfish and SQUIDS, in: Nature 375/1995, S. 33-36.
- 40 Russell, D. F. / Wilkens, L. A. / Moss, F.: Use of behavioural stochastic resonance by paddle fish for feeding, in: Nature 402/1999, S. 291-294.
- 41 Braun, H. A. / Wissing, H. / Schäfer, K. / Hirsch, M. C.: Oscillation and noise determine signal transduction in shark multimodal sensory cells, in: Nature 367/1994, S. 270-273.

- ⁴² Singer: Verschaltungen legen uns fest.
- ⁴³ Kuhn, T. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Berlin 1996; Stegmüller, W.: Teleologie, Funktionalanalyse und Selbstregulation, Berlin 1969.
- ⁴⁴ Adams, D.: Per Anhalter durch die Galaxis, München 2009.
- ⁴⁵ Kurzweil, R.: The Age of Spiritual Machines. When Computers Exceed Human Intelligence, New York 1999; Moravec, H.: Robot. Mere Machine to Transcendent Mind, Oxford 1999.
- ⁴⁶ Singer, W.: Neuronal Synchrony. A versatile code for the definition of relations?, in: Neuron 24/1999, S. 49-65.
- ⁴⁷ Postnova, S. / Voigt, K. / Braun, H. A.: A mathematical model of homeostatic regulation of sleep-wake cycles by hypocretin / orexin, in: J Biol Rhythms 24/2009, S. 523-535.
- ⁴⁸ Brooks, R.: Menschmaschinen. Wie uns die Zukunftstechnologien neu erschaffen, Frankfurt a. M. / New York 2002.
- ⁴⁹ Bulsara, A. / Gammaitoni, L.: Tuning in to noise, in: Physics Today 1996, S. 39-45.
- ⁵⁰ Stegmüller, W.: Theorie und Erfahrung, Berlin 1973.
- ⁵¹ Roth: Worüber dürfen Hirnforscher reden – und in welcher Weise?
- ⁵² Monod, J.: Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie, München 1977.
- ⁵³ Zit. nach Keil: Willensfreiheit und Determinismus.
- ⁵⁴ Danksagung: Ich bedanke mich bei Felix Tretter für die Einladung, einen Beitrag zu diesem Band liefern zu dürfen und insbesondere für seine wertvollen Hinweise und seine kritischen, sehr hilfreichen Kommentare. Bei Aubin Tchaptchet bedanke ich mich für die Zusammenarbeit bei der Entwicklung des Lernprogramms „SimNeuron“, das zur Illustration der hier vorgestellten Überlegungen herangezogen wurde.

NEUROWISSENSCHAFT UND MATHEMATIK

Grundbegriffe, Skalen und Allgemeingültigkeit

J. LEO VAN HEMMEN || Die Mathematisierung neurobiologischer Wirklichkeit erzeugt a priori, aber wie hier gezeigt wird, unberechtigt, einen starken Widerstand. Auf Basis dreier Arbeitshypothesen bzw. Thesen wird nun das Tor zur Mathematisierung geöffnet. Erstens, eine mathematische Beschreibung physikalischer oder biologischer Realität braucht geeignete Grundbegriffe, ohne die sie nicht funktionieren kann. Zweitens, jede mathematische Formulierung experimentell vorgegebener Fakten gilt auf einer begrenzten Skala in Raum und Zeit. Drittens, universelle Gültigkeit mathematischer Beschreibung ist in der Neurobiologie möglich und gibt es bereits.

VORREDE

Gibt es ein Geist-Gehirn-Problem? Dies ist eine Frage, die Philosophen seit Jahrhunderten fasziniert. Falls es ein Geist-Gehirn-Problem gibt, was ist dann eigentlich das Problem? Das Gehirn. Ein wichtiger Aspekt der Gehirn-Geist-Problematik und des Anspruchs der Neurowissenschaften, den Menschen in seinem Erleben und Verhalten zumindest im Ansatz erklären zu können, hängt mit der Frage zusammen, ob die Neurowissenschaft mathematische Beschreibungen erlaubt, und, ob erwartet werden kann, dass eine Wechselwirkung zwischen experimenteller und theoretischer Neurowissenschaft für beide vorteilhaft ist. In der Tat existiert eine unübersehbare Vielzahl an Daten, deren Struktur nur durch mathematische Verfahren aufgedeckt werden kann.

Es wird hier argumentiert, dass eine Mathematisierung natürlicher Phänomene niemals von alleine kommt. Zunächst muss man nämlich geeignete Grundbegriffe finden, die mit dem Phänomen, das man mathematisch beschreiben und erklären möchte, eng verbunden sind. Zweitens muss man die geeignete Skala festlegen, auf der eine bestimmte Beschreibung gelten kann und jenseits derer sie nicht gilt. Unterschiedliche Skalen lassen unterschiedliche begriffliche und mathematische Beschreibungen zu. Dies ist die

Skalenhypothese. Drittens, kann eine mathematische Beschreibung allgemeingültig sein, und, wenn ja, wie? Hier bringen wir das Argument vor, dass Universalien auch in der theoretischen Neurowissenschaft existieren, dass Evolution die Regel bestätigt und dass es sich um ein Gebiet handelt, in dem noch viel Platz ist für neue, mathematisch initiierte Begriffsbildung, die durch eine intensive Wechselwirkung mit dem Experiment eingeleitet wird. Schließlich erhält man einen tiefen Einblick durch eine sorgfältige Analyse der Weise, in der bestimmte Gehirnstrukturen auf Wahrnehmungs-Input antworten und damit eine Aktion in der Umgebung eines Tieres veranlassen.

EINFÜHRUNG: WIE LAUTEN DIE FRAGEN?

Die Neurowissenschaft ist eine ziemlich facettenreiche Wissenschaft mit einer überwältigenden Menge an Fakten und Begriffen, aber nur wenigen allgemeingültigen Leitprinzipien. Eine noch geringe Rolle spielt die Mathematik. Die grundlegende Frage, die wir im vorliegenden Aufsatz betrachten wollen, ist, ob allgemeingültige Prinzipien existieren und, falls ja, ob sie durch mathematische Ausdrücke formuliert werden können. Des Weiteren lohnt es sich, darüber nachzudenken, ob die vorherige Frage in einem

derart allgemeinen Kontext gestellt werden kann. Wir werden sehen, dass Konzeptualisierung, Skalierung und Allgemeingültigkeit die drei zur Orientierung nötigen Eckpfeiler sind. Wie sich herausstellen wird, beschränken diese auch den Gültigkeitsbereich unserer Argumente, und zwar wesentlich.

Jedes Gebiet der Wissenschaft besitzt seine eigenen Grundbegriffe basierend auf einer gewaltigen Fülle an Tatsachen. Die Wissenschaftsgeschichte kann uns darüber aufklären, warum und wie diese Grundbegriffe zustande kamen und worauf sie hinauslaufen. Wir alle wissen, dass Mathematik existiert, und viele von uns wissen sogar um ihre Stärken. Aber können wir und, wenn ja, wie können wir beim Aufzeigen ihrer Bedeutung die Stärke ersichtlich werden lassen? Falls die Natur für quantitative Analysen zugänglich ist, so ist Mathematik der einzige Weg, um die Natur zu quantifizieren. Das heißt, sie ist der einzige Weg, um quantitative Theorien zu formulieren, die beschreiben oder gar vorhersagen, was bei geeignet gewählten Anfangs- und Randbedingungen geschehen wird. Im Grunde bedeutet „quantitativ“ den Gebrauch von Zahlen, um den Wert der gemessenen oder zu messenden Größen festzulegen, und Zahlen sind naturgemäß bereits wesentlicher Bestandteil der Mathematik. Man kann $1/7$ als natürlich betrachten, da 1 durch eine positive ganze Zahl dividiert wird, nicht aber die Quadratwurzel von 2.

Das Ziel des vorliegenden Aufsatzes ist, zu zeigen, dass die Quantifizierung der Natur nicht von alleine kommt. Wir werden die Physik, insbesondere die Mechanik als konkretes Beispiel nehmen, um zu verdeutlichen, dass man zuerst passende Grundbegriffe finden muss, ehe man Naturphänomene in Form einer konkreten mathematischen Beschreibung quantifizieren kann. Dabei werden wir auf verschiedene Größenordnungen der Phänomene in Raum und Zeit, auch Skalen genannt, stoßen. Es macht einen großen Unterschied, ob wir einen Fußball als Ansammlung von Atomen und Molekülen beschreiben wollen oder als (normalerweise) runde elastische Hülle. Ist des Weiteren die Mechanik eine universelle Theorie, um sowohl Fußbälle als auch Kanonenkugeln auf allgemeingültige Weise zu behandeln? In anderen Worten, was bedeutet Allgemeingültigkeit und gilt sie immer und überall? Das heißt, können wir

uns Allgemeingültigkeit als eine der mathematischen Beschreibung innewohnende Eigenschaft vorstellen oder hängt sie von der Natur und Ausdehnung des Untersuchungsgegenstandes ab?

Noch bevor wir wirklich loslegen, haben wir bereits drei Begriffe kennengelernt, die unserer sorgsam Aufmerksamkeit bedürfen. Zuerst den des Grundbegriffs und wie er geprägt wird, dann die Skalen, auf denen wir bestimmte Phänomene analysieren, und schließlich müssen wir die Frage beantworten, ob Allgemeingültigkeit existiert und, wenn ja, was sie bedeutet. Nachdem wir durch Klärung unserer Ideen bezüglich der Rolle von Grundbegriffen, Skalen und Allgemeingültigkeit den Boden bereitet haben, werden wir uns der Analyse von Verträglichkeit zwischen Mathematik und Neurowissenschaft zuwenden. Am Ende dieser Abhandlung stehen Schlussfolgerung und Ausblick.

MATHEMATISIERUNG DER PHYSIKALISCHEN WIRKLICHKEIT Prägen von Grundbegriffen und Unterscheidung von Skalen

Wissenschaft ist ein Streben, eine aufklärende Expedition, um „logische“ Erklärungen für Phänomene zu finden, die in der uns umgebenden Welt auftreten. Solch ein Streben ist wie die Suche nach Orientierungspunkten und sodann nach Aussichten auf eine noch unbekannte Landschaft. Man kann falsche Richtungen einschlagen, die zwar Erkenntnisse versprechen, aber ins Nichts führen. Dennoch weiß man erst im Nachhinein, dass sie „falsch“ waren. Was wir hier nicht analysieren werden, aber was man immerwährend im Kopf behalten sollte, ist, dass viele gelehrsame Streitpunkte, die im Laufe der Wissenschaftsgeschichte auftauchten, wie etwa der horror vacui, Epizyklen, minima naturalia, Phlogiston etc., hitzig debattiert wurden und sich dann früher oder später als irrelevant auflösten. Was die Physik betrifft, so sollte der Leser die Literatur¹ konsultieren, um sich zu informieren, was nicht funktionierte. Im vorliegenden Kontext können wir aber nicht anders, als uns auf das zu konzentrieren, was schon funktionierte.

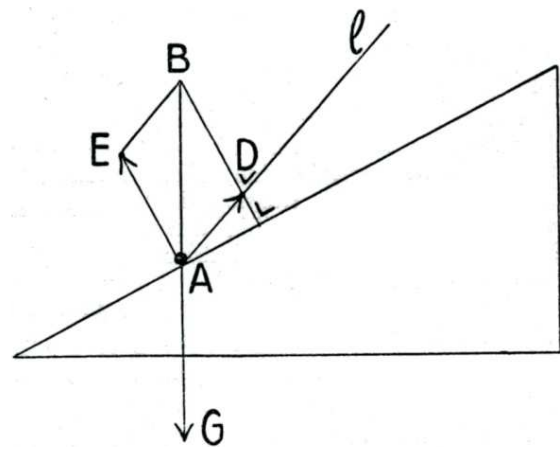
Wie erhält man die mathematische Beschreibung eines natürlichen Phänomens? Diese Frage faszinierte die Griechen schon 500 v. Chr. mit Pythagoras und fand ihre Krönung in den tief-

gründigen Ergebnissen Archimedes' (Syrakus, 287-212 v. Chr.). Die Mathematisierung der Natur ist seither eine faszinierende Frage und daher scheint es angemessen, die Geschichte der Wissenschaft und insbesondere die der Physik sorgfältig zu analysieren. Denn die Physik weist klar einen wesentlichen Aspekt auf, der für sich genommen eine sorgfältige Analyse verdient: die Prägung geeigneter Begriffe in Verbindung mit der zugehörigen Mathematik.

Bei unserer Analyse werden wir von der fundamentalen Studie über die Entwicklung der Mechanik, ausgeführt von E. J. Dijksterhuis,² Gebrauch machen. Die klassische Mechanik – im Gegensatz zur Quantenmechanik (1924-28) – war das erste und lange Zeit führende Gebiet der Physik und zeigt in beispielhaftem Ausmaß, wie Mathematik in einem physikalischen Bereich zur Anwendung kommt, um Geschehnisse in der Natur, d. h. in „natürlichen“ Phänomenen, zu quantifizieren. Aus diesem Grund war Dijksterhuis' Wahl ein ausgezeichneten Schritt und machte seine wichtigste Arbeit³ zu einem Klassiker. Anstelle einer Definition des Begriffs „natürlich“, über die man gut einen gesonderten Aufsatz schreiben könnte, die aber weitgehend vom Geschmack des Autors abhängt und damit praktisch keine Bedeutung hat, konzentrieren wir uns darauf, was „klassisch“ im Sinne der Newtonschen Mechanik bedeutet. Für alle Details zu den untenstehenden Argumenten, einschließlich Stevin, wird der Leser auf Dijksterhuis⁴ verwiesen.

Um das sogenannte zweite Newtonsche Gesetz zu verstehen, müssen wir auf Stevin zurückgehen, der im 16. Jahrhundert als erster den Vektorcharakter von Kräften wie der Schwerkraft klar erkannt hat. Grob gesprochen bedeutet das, dass in dem dreidimensionalen Raum, in dem wir leben, jeder Vektor drei Komponenten besitzt, so dass, wenn $\mathbf{v} = (v_1, v_2, v_3)$ und $\mathbf{w} = (w_1, w_2, w_3)$ zwei Vektoren sind, die Summe der Vektoren $\mathbf{v} + \mathbf{w} = (v_1 + w_1, v_2 + w_2, v_3 + w_3)$ ist. Das heißt, wir addieren Vektoren komponentenweise. Was jetzt vielen offensichtlich erscheint, war alles andere als das, als Stevin seine „Grundlagen der Kunst des Wiegens“⁵ veröffentlichte und den Vektorcharakter von Kräften klar herausstellte, der für ihn eine Hypothese war, mit der er die physikalische Welt um ihn herum erklären konnte (siehe Abb. 1).

Abbildung 1: Simon Stevins Illustration⁶ des Vektorcharakters einer Kraft, die aufgrund des Gewichts $\mathbf{G}$ einer Masse auf einer schiefen Ebene auftritt. Wie angezeigt, kann eine Kraft in zwei Komponenten zerlegt werden. Vektoren wie $\mathbf{D}$ und $\mathbf{E}$ sowie $\mathbf{B}$ als deren Zusammensetzung können entweder komponentenweise entlang der kartesischen horizontalen und vertikalen Achse addiert werden oder man benutzt alternativ die Parallelogrammregel für die Pfeile $\mathbf{D}$ und $\mathbf{E}$, um $\mathbf{B}$ zu erhalten. Somit liegt Stevins Zeichnung in einer zweidimensionalen Ebene, wobei $\mathbf{B}$ in die zwei Vektoren $\mathbf{D}$ und $\mathbf{E}$ zerlegt ist.



Nun kommt der Grundbegriff, auf den die Physik zwei Jahrtausende⁷ warten musste, ehe er es Newton erlaubte, sein zweites Gesetz zu formulieren. Wir beginnen mit dem Geschwindigkeitsvektor $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$, wobei $\mathbf{r}$ der Ortsvektor ist, der im Allgemeinen von der Zeit t abhängt, also $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$. Um die Geschwindigkeit zu erhalten, benötigte Newton einen neuen, diesmal mathematischen Begriff, nämlich den der Differentiation $d\mathbf{r}/dt$ nach der Zeit, welche er und Leibniz unabhängig voneinander erfanden. Die Einheit der Geschwindigkeit ist, sagen wir, Meter / Sekunde (m/s). Der Begriff des Vektors und der Vektoraddition, d. h. komponentenweiser Addition, existierte bereits für Kräfte und war von Stevin klar vermerkt und veröffentlicht worden. Wir multiplizieren dann die Geschwindigkeit eines Teilchens mit der Teilchenmasse m , um so den Impuls $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ zu erhalten. Der Begriff des Impulses war für die Wissenschaft zu Newtons Zeiten völlig verblüffend. Und ebenso im Rückblick: Warum soll man eine Größe der Einheit m/s mit einer anderen der Einheit Kilogramm (kg) multiplizieren, um so $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ zu

erhalten? Das hat kaum einen Sinn, bevor wir uns Newtons zweitem Gesetz zuwenden: $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$ mit $\mathbf{F}$ als die Kraft. So einfach das aussieht, warum sollte das so sein? Bis heute weiß das niemand, aber, und das ist die einzige Erklärung, es funktioniert und zwar seit Jahrhunderten. Sowohl Impulse als auch Kräfte sind Vektoren. Warum? Sie sind es einfach. Simon Stevin⁸ schloss schon 1586, dass Kräfte so geartet sind (siehe Abb. 1).

Es gibt natürlich auch eine andere Antwort auf die Warum-Frage. Der Mythos von Newtons Entdeckung, dass der Impuls der Grundbegriff ist, um mathematisch ein Gesetz zur Beschreibung der Kraft zu formulieren, ist nicht nur anmutig, sondern enthält auch die „richtige“ Idee: Als Newton unter einem Apfelbaum sitzt, wird er von einem herabfallenden Apfel getroffen. Da dessen Impuls innerhalb kurzer Zeit vernichtet wird, muss der Apfel eine Kraft auf Newtons (oder unseren eigenen) Kopf ausüben. Bei $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$ anzukommen, ist ein gewaltiger Schritt, aber beim gründlichen Studium zum Beispiel Dijksterhuis⁹ sorgfältiger geschichtlicher Analyse der Entwicklung der Mechanik in den vorangegangenen zwei Jahrtausenden, insbesondere des Jahrhunderts vor Newton, erkennt man die zugrunde liegende Logik. Auf gut Deutsch, Newtons Entdeckung war keineswegs eine „*creatio ex nihilo*“. Dank ihrer mathematischen Natur öffnete sie jedoch auch die Tür zu einer mechanistischen Analyse von Phänomenen, bei denen Kräfte eine wichtige Rolle spielen, und dies sogar schon zu Newtons Zeiten.

Was lernen wir von $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$ aus Newtons Sicht? Zunächst stellte Newton als Hypothese auch sein drittes Gesetz auf: *actio = -reactio*. Wenn sodann zwei Körper 1 & 2 auf einer flachen horizontalen Ebene ohne Reibung kollidieren, so gibt es keine Nettokraft, da die Gravitationskraft in vertikaler Richtung wirkt und die Summe aller Kräfte in der horizontalen Ebene senkrecht dazu zu allen Zeiten verschwindet: $\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = 0$. Die Impulse $\mathbf{p}_i$ befinden sich ebenso in genau derselben Ebene. Wir verwenden nun $\mathbf{F}_i = d\mathbf{p}_i/dt$ für jede der Massen, $i = 1, 2$, und, indem wir das dritte Newtonsche Gesetz anwenden, können wir gar nicht anders, als zu schließen, dass $d(\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2)/dt = 0$ und somit $\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$ erhalten bleibt, was Experimente in der Tat schon vor Newton gezeigt hatten. Wenn man über dieses Ergebnis eine Minute nachdenkt, dann kann man erkennen, dass es für

Beobachter im 17. Jahrhundert verblüffend war und eigentlich immer noch ist, dass der *Gesamtimpuls* erhalten bleibt. Aber immerhin können wir jetzt den zugrunde liegenden „Mechanismus“ sehen, der zur Impulserhaltung führt, falls es keine äußeren Kräfte gibt.

Mehrere Aspekte des vorangegangenen klassischen Arguments sind bemerkenswert. Zunächst sollen die Begriffe Impuls und Kraft auf mechanistische Art interpretiert werden. Nur wenn eine Kraft wirkt, ändert sich der Impuls und zwar gemäß $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$. Zugegeben, Impuls und Kraft spielen in der Mechanik eine wesentliche Rolle, aber das ist hier nicht gemeint. Wir wagen nicht, eine Kraft zu definieren, sondern verweisen einfach auf Abb. 1, um zu zeigen, dass sie real ist, weil sie verwendet, zerlegt und mit unseren Sinnen erfasst werden kann. Die Gewichtskraft aufgrund einer Masse kann gewogen werden. Wenn wir sie fallen lassen, so wie Galileo es angeblich getan hat, können wir ihre Beschleunigung messen, ihre Geschwindigkeit und damit ihren Impuls bestimmen, der vernichtet wird, wenn sie am Boden aufschlägt, so dass sie eine Kraft ausübt. Auf diese Weise ist Gravitation der Mechanismus, um Beschleunigung zu erzeugen, so wie der Impuls der relevante Begriff ist, der die Wirkung einer Kraft bei der Erzeugung von Beschleunigung zu quantifizieren hat.

Um unsere Argumente auf das Wesentliche zu fokussieren, ohne den Grundbegriff des Impulses, einen Vektor, hätte Newton sein allgemeingültiges zweites Gesetz nicht formulieren können. Wir werden bald auf seine „Allgemeingültigkeit“ zurückkommen, akzeptieren sie im Moment aber und erinnern uns einfach zum Beispiel an Architektur, die uns tagtäglich die Gültigkeit des zweiten Newtonschen Gesetzes vor Augen führt, vorausgesetzt, dass die Praktiker ihre Hausaufgaben richtig gemacht haben. Wie Dijksterhuis¹⁰ überzeugend gezeigt hat, benötigte die Physik in der Tat zwei Jahrtausende, ehe sie zu der Einsicht kam, dass Impuls der „richtige“ Grundbegriff ist: $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$. Nebenbei bemerken wir, dass die meisten Leute das Newtonsche Gesetz in der Form $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ kennen, wobei $\mathbf{F}$ die Kraft auf ein Teilchen der Masse m ist und $\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$ die Beschleunigung mit $\mathbf{v}$ als Geschwindigkeit. Da die Masse m in der klassischen Mechanik eine Konstante ist und $\mathbf{p} = m\mathbf{v} = m d\mathbf{r}/dt$, bleibt uns noch $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.

Konzeptualisierung in Form prägender Grundbegriffe

Die Geschichte des Konstruierens von Grundbegriffen lässt sich faktisch unbegrenzt fortführen. Sie fand einen zwischenzeitlichen Höhepunkt bei dem Entwurf der Quantenmechanik in den zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts. Es war Dirac,¹¹ der ihr eine ausgeprägte Formulierung gab, in der Observablen wie etwa der Impuls $\mathbf{p} = (p_x, p_y, p_z)$ und der Ort $\mathbf{r}$, üblicherweise geschrieben als $\mathbf{r} = (q_x, q_y, q_z)$, wobei p_x, q_x usw. Zahlen sind, jetzt zu Operatoren werden, die eine nichttriviale Kommutator-Relation $[q_j, p_j] = q_j p_j - p_j q_j = i\hbar/2\pi$ erfüllen, wobei $j = x, y, z$ und $\hbar$ das Plancksche Wirkungsquantum ist, während alle anderen Kommutatoren verschwinden. Aufbauend auf einer Darstellung der Kommutator-Relationen hat man die Wellenfunktion à la Schrödinger, die der Schrödinger-Gleichung gehorcht, so dass man eine dynamische Entwicklung in der Zeit erhält und ihre äußerst erfolgreiche Wahrscheinlichkeitsinterpretation, insbesondere des Messprozesses, die jetzt „Kopenhagener Deutung“ genannt wird (Born in Göttingen als Vorgänger und insbesondere Bohr und seine Kollegen an der Universität von Kopenhagen). Grundbegriffe und ihre innewohnende mathematische Formulierung durchziehen somit die gesamte Physik.

Bevor wir weitergehen, ist es vielleicht ganz gut, die obenstehende Idee des Prägens von Grundbegriffen, die eine neue theoretische, d. h. mathematische Beschreibung anstoßen, Heisenbergs¹² „Folge abgeschlossener Theorien“ gegenüberzustellen. Wissenschaftsgeschichte zeigt, dass Theorien, um erfolgreich zu sein, zwar nicht abgeschlossen sein müssen, aber durch Verwendung ihrer Grundbegriffe eine vollständige mathematische Beschreibung der physikalischen und im vorliegenden Fall biologischen Realität an die Hand geben und dabei keine Widersprüche enthalten sollten.

Durch ein stetiges Zusammenspiel von mathematischer oder, in anderen Worten, theoretischer Beschreibung mit experimenteller Verifikation reifen physikalische Theorien, bis sie an die Grenzen ihrer Gültigkeit stoßen wie etwa Skalen in Raum und Zeit, außerhalb derer sie ihre Bedeutung verlieren. So wie in Diracs und Heisenbergs Fall, in dem sich klassische Mechanik auf atomarer Ebene als ungeeignet herausstellte.

Allgemeingültigkeit

Wie allgemeingültig ist, sagen wir, das (zweite) Newtonsche Gesetz? In der klassischen Mechanik der Architektur, bei Kanonenkugeln à la Stevin und in der makroskopischen Physik im Allgemeinen hat sich das Gesetz immer als gültig erwiesen. Auf atomarer Skala, die acht Größenordnungen (10^8 mal) kleiner ist, gilt es allerdings nicht. Stattdessen müssen wir mit Quantenmechanik arbeiten, welche über einen völlig anderen Formalismus läuft, der in den Goldenen Zwanzigern des letzten Jahrhunderts aufgedeckt wurde, aber nach wie vor extrem nützlich ist. Das heißt, die Wissenschaftsgeschichte lehrt uns, dass zumindest in der Physik mathematische Formulierungen nur auf einer bestimmten Skala in Raum und Zeit gelten.

Quantenmechanik kann nicht von der klassischen Mechanik abgeleitet werden. Ihr mathematischer Formalismus einschließlich der Feinheiten ihrer experimentellen Interpretation, ohne welche sie nicht bestehen kann, existiert mit eigener Berechtigung. Lediglich umgekehrt lässt sich die klassische Mechanik eines makroskopischen Körpers in gewissem Umfang aus der Quantenmechanik herleiten, aber die zugrunde liegende Mathematik ist in hohem Maße nichttrivial, um es sachte auszudrücken.

Das bedeutet, wir müssen verschiedene *Skalen* unterscheiden: für makroskopische Körper die der klassischen Mechanik und für Atome die der Quantenmechanik. Für Elementarteilchen müssen wir noch mal acht Größenordnungen heruntergehen, so dass wir bei Quantenfeldtheorie (QFT) enden. Und wieder betreten wir ein anderes Regime mit verschiedenen Regeln, die nicht aus der Quantenmechanik hergeleitet werden können. Was den Ursprung des Universums betrifft, müssen wir andere Zeitskalen unterscheiden als die, mit denen wir im täglichen Leben vertraut sind. Auf jeder Skala begegnet man neuen Regeln, die von neuen Grundbegriffen, welche sich nicht von den „gröberen“ ableiten lassen, herrühren und dennoch eng mit diesen verbunden sind. In der Regel kann man, wenn man von feineren zu gröberen Skalen in der Physik übergeht, einige der mathematischen Gesetze, die auf der „gröberen“ Skala gelten, herleiten, aber nicht mehr als das und zwar trotz der gewaltigen Literatur, die verschiedene Aspekte des Übergangs von Quanten-

feldtheorie zu Quantenmechanik und von Quantenmechanik zur klassischen Mechanik behandelt. Nur am Rande sei bemerkt, dass der Begriff des „Funktional“-Integrals,¹³ der damit zusammenhängt, dass es über einem Funktionenraum anstatt des üblichen dreidimensionalen Raums definiert ist, physikalisch extrem nützlich ist, aber mathematisch noch viele lose Enden hat. Kurzum, es existieren Verbindungen, aber es gibt sozusagen keine breite Brücke zurück in Richtung größerer Skalen.

KANN MAN NEUROBIOLOGIE MATHEMATISIEREN UND, WENN JA, WIE?

Wenn wir bedenken, warum die Physik so erfolgreich war, dann können wir von ihrer reichen Erfahrung über die Jahrhunderte lernen:¹⁴ Eine Theorie muss nicht ausschließlich auf experimentell verifizierten Tatsachen bauen, sondern kann auch mathematische Prinzipien aufdecken, was für den Moment eine Hypothese aufzustellen bedeutet, welche zu einer konsistenten Beschreibung von Experimenten führen. Das heißt, vom hier vertretenen Standpunkt aus sollte sie einen Vorhersagewert haben, so dass ein Teil einer Theorie durchaus *prae facto* anstatt *post factum* sein darf und somit zu experimenteller Verifikation auffordert. Es war genau dieser konstruktive Austausch zwischen Theorie und Experiment, der (wohl) die Physik zur Vorzeigeunternehmung des zwanzigsten Jahrhunderts gemacht hat. Wer könnte bestreiten, dass es für praktisch die gesamte Biologie, die auf quantitative Beschreibung der natürlichen Welt abzielt oder davon Gebrauch macht, keine ähnliche Geschichte geben wird?

Ist eine bestimmte Skala gegeben, sagen wir, die der klassischen Mechanik oder Quantenmechanik, dann gelten die physikalischen Gesetze ohne Ausnahme. In der Biologie gibt es allgemeingültige Regeln und Mechanismen, aber man muss mit Ausnahmen leben, welche die Regel „bestätigen“ (engl. *exceptions proving the rule*),¹⁵ denn die Evolution mag Lösungen finden, die in einer bestimmten Situation „bessere“ Arbeit leisten als die „allgemeine“ Lösung. Um die Aussage zu erläutern, dass in der Neurobiologie auf einer geeigneten Skala in Raum und Zeit allgemeingültige Gesetze existieren, wenden wir uns drei anschaulichen Beispielen zu.¹⁶

Erstens, Aktionspotentiale oder, kurz, Spikes werden durch koordinierte Aktivität vieler Ionenkanäle erzeugt. Das Resultat ist ein Spannungsimpuls mit einer Amplitude von 1/10 Volt (V) und einer Dauer von ungefähr einer Millisekunde (ms). Es gibt kaum Zweifel daran, dass einzelne Ionenkanäle erstaunlich detailliert im Kontext biologischer Physik beschrieben werden können. Wie man dann mathematisch präzise das Spike-erzeugende Verhalten einer Ansammlung von hundert Ionenkanälen erfasst, ist nach wie vor außer Reichweite der theoretischen Neurobiologie und biologischen Physik. Dementsprechend ist die relevante Skala die neuronale und nicht die der Ionenkanäle und wir richten unser Augenmerk auf ein Neuron als Schwellenelement, was bedeutet, dass es nur dann ein Aktionspotenzial generieren kann, wenn sein Membranpotenzial einen Schwellenwert überschreitet. Dieser Begriff erwies sich als extrem fruchtbar. Er führte nicht nur zu formalen oder McCulloch-Pitts¹⁷-Neuronen, welche in diskreten Zeitschritten von 1 ms arbeiten und entweder 1 für aktiv, d. h. Spike-Erzeugung, oder 0 für den inaktiven Zustand ausgeben, sondern auch zu Hodgkin und Huxley,¹⁸ deren Werk ihnen den Nobelpreis einbrachte und eine überwältigende Fülle an hoch-detaillierten Neuronenmodellen anstieß. Diese Modelle beschreiben viele unterschiedliche Situationen, aber alle weisen effektiv einen Schwellenwert auf und die meisten von ihnen spiegeln auf die eine oder andere Weise die mathematische Struktur wider, welche von Hodgkin und Huxley entwickelt wurde. Die beiden hatten ihr Gleichungssystem zur Beschreibung von Aktionspotenzialen im Riesenaxon des Tintenfisches nicht aus Grundprinzipien hergeleitet, sondern es sich schlichtweg anhand einer komplizierten numerischen Passung (fit) ausgedacht.

Zweitens, Lernen geschieht im Allgemeinen an den Synapsen im Kontext neuronaler Dynamik. Die sogenannte Spike-timing-dependent plasticity (STDP) erwies sich als allgemeingültiger Mechanismus, um synaptisches Lernen zu erklären. Seine Schlüsselidee¹⁹ ist das Lernfenster. Für eine erregte Synapse bedeutet das, dass, wenn das postsynaptische Neuron feuert und der präsynaptische Spike geringfügig früher ankommt, die Synapse ihre Arbeit richtig macht, und abhängig von der Zeitdifferenz zwischen dem Auftreten der

zwei Spikes wird sie mehr oder weniger verstärkt. Wenn andererseits der präsynaptische Spike „zu spät“ kommt, d. h. nachdem das postsynaptische Neuron feuerte, dann ist die Synapse zu schwächen: „Wer zu spät kommt, den bestraft das Leben.“ Der wesentliche Bestandteil ist das Lernfenster als eine Funktion, welche die Zu- oder Abnahme der synaptischen Übertragungsstärke in Abhängigkeit der Ankunftszeiten von prä- und postsynaptischem Spike beschreibt. Die einzige Sache, die sich von einem Fall, zum Beispiel Typ der Synapse, Gehirnbereich oder Spezies zum nächsten ändert, ist das Lernfenster. Eine gewaltige Menge an experimentellen Nachweisen hat inzwischen die große Fruchtbarkeit der Idee mit dem Lernfenster gezeigt.

Schließlich wenden wir uns dem dritten Begriff zu, der sowohl die Existenz von Allgemeingültigkeit in der Neurobiologie als auch die Relevanz von Skalen unterstreicht. Es ist die Populationsvektorkodierung²⁰ als Mechanismus zur Erklärung, wie Populationen von Neuronen im motorischen Kortex Bewegungsrichtungen der Muskeln und somit der Gliedmaßen kodieren. Man kann dies wohl das „zweite Newtonsche Gesetz für kortikale Motoneuronen“ nennen. Wie Newtons Gesetz handelt es sich um eine experimentelle Erkenntnis und basiert auf dem mathematischen Begriff des Vektors. Man ordnet jedem Motoneuron i eine Vorzugsrichtung, den Einheitsvektor $\mathbf{e}_i$, zu. Die resultierende Bewegung, welche durch die neuronale Population kodiert wird, ist dann die Vektorsumme (wie in Abb. 1) der Vorzugsrichtungen der einzelnen Neuronen, multipliziert mit ihrer (momentanen) Feuerrate f_i . Die Richtung ist also gegeben durch die Summe $\sum_i f_i \mathbf{e}_i$. So einfach das aussieht, die Vorhersagekraft dieser Regel ist beeindruckend und ebenso sein Nutzen für mathematische Modellierung, d. h. theoretische Neurowissenschaft und computergestützte Anwendungen. Abbildung 2 zeigt eine simple, wenn auch hochkomplexe Demonstration seiner Stärke.

Im vorliegenden Kontext werden die beiden Grundbegriffe der Vorzugsrichtung und der momentanen Feuerrate gepaart und die resultierenden Vektoren in einer Vektorsumme kombiniert. Wir dürfen uns dies als ein mathematisches Bindeglied vorstellen, welches die Auswirkung einer Population von kortikalen Motoneuronen beschreibt. Bei einem multiplikativen Faktor von

1.000 sind wir mindestens drei Größenordnungen höher und treffen auf ein Gesetz, das nicht aus Grundprinzipien hergeleitet werden kann. Deshalb hat das niemand je hergeleitet, aber tatsächlich gilt es auf der Skala motorischer Aktion, welche die neuronale Skala um mehrere Größenordnungen übertrifft.

Abbildung 2: Eine gelähmte Frau nutzt Populationsvektoren, um Schokolade zu essen. Dieser Erfolg moderner Neurowissenschaft durch den Populationsvektor-Algorithmus macht deutlich, dass ein Gehirn nicht für sich alleine existiert, sondern sich während der Evolution in enger Wechselwirkung mit seiner Umgebung entwickelte. Foto mit freundlicher Genehmigung von Prof. Andrew B. Schwartz²¹ (Motor Lab, University of Pittsburgh, PA, USA).



Daher ist es angebracht, die obige Kodierung als zweites Newtonsches Gesetz für kortikale Motoneuronen zu bezeichnen. Wir können dies mit dem Verhältnis zwischen klassischer und Quantenmechanik vergleichen, da beide eng miteinander zusammenhängen, wir aber die Wirkung nicht aus Grundprinzipien des jeweils gröber- oder feiner-skalierten Gegenstücks ableiten können. Während sich aber in der Quantenmechanik die Skalengröße im Vergleich zur gewöhnlichen, sogenannten klassischen Mechanik verringert, vergrößert sie sich in der Neurowissenschaft, wenn wir von den Ionenkanälen über ihre Gesamtwirkung der Spike-Erzeugung (Feuern) weitergehen zur motorischen Aktion, kodiert durch Populationsvektoren, deren Skala die einzelner Neuronen um mehrere Größenordnungen übertrifft. Als ein

Algorithmus und wie in Abbildung 2 veranschaulicht, kann die Populationsvektorkodierung nicht losgelöst werden vom dem Kontext, für den sie geschaffen wurde: Antriebssteuerung in normalerweise feindlicher Umgebung.

WAS BEDEUTET ALLGEMEINGÜLTIGKEIT?

Das zweite Newtonsche Gesetz beschreibt die Wirkung irgendeiner Kraft $\mathbf{F}$ auf irgendein Teilchen mit Masse m und Impuls $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ durch $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$. In der Mechanik, Quantenmechanik, Optik, Elektromagnetismus, kurz, in der gesamten Physik sind Naturgesetze allgemeingültig. In der Biologie funktioniert Quantifizierung der Natur geringfügig anders. Obwohl ein Neuron als ein (näherungsweise) Schwellenelement ein allgemeingültiger Begriff ist, gibt es einen Zoo mathematischer Neuronenmodelle,²² beginnend mit Hodgkin und Huxleys bahnbrechendem Werk 1952, dem nur die verblüffende Arbeit K. F. Bonhoeffer 1948 vorausging, der die meisten seiner Analysen einschließlich einer im zweidimensionalen Phasenraum in Leipzig während der frühen 1940er-Jahre durchführte. In einem nächsten Schritt gelangen wir zu einem Aktuator-Algorithmus (Handlungsalgorithmus), der über die Populationskodierung für kortikale Motoneuronen zur Verfügung steht. Was steuert dann diese Motoneuronen? Die aktivierende Aktuator-Geometrie der kortikalen Motoneuronen weist auf eine Hierarchie hin. Wenn man den Hirnstamm hinuntergeht, findet man niedrigere Motoneuronen (engl. lower motoneurons, LMNs), höhere Motoneuronen (engl. upper motoneurons, UMNs) ... Was kommt als nächstes?

Auch in der Biologie ist die Gültigkeit jeder mathematischen Beschreibung auf eine bestimmte Skala in Raum und Zeit begrenzt. Was Neuronen betrifft, so handelt es sich dabei um Schwellenelemente, um sie aber mathematisch zu beschreiben, gibt es sozusagen einen Zoo von mathematischen Modellen für einen Zoo von Ionenkanälen in einem Zoo von Tieren. Die Wirklichkeit ist facettenreich und, um es mit einem Ausdruck der Maßtheorie zu umschreiben, ein mathematisches Gesetz gilt nun „fast immer“ anstatt „immer“, wobei – für die Experten – das Maß der Ereignisse von der Evolution geeicht wird.

Angesichts all der oben aufgeführten Tatsachen erscheint es sinnvoller, bescheiden zu sein

und an der Hypothese festzuhalten, dass zwischen Populationsvektorkodierung und Psychologie mehrere Beschreibungsebenen zu unterschiedlichen Skalen liegen. Kurzum, das ist die Skalenhypothese und im Moment wissen wir noch nicht, worum es sich bei diesen Schichten handelt und welche die relevanten Begriffe zur Beschreibung ihres Verhaltens sind. Geschweige denn, welche Mathematik, wenn überhaupt, diese Beschreibungsebenen bestimmt. Nichtsdestotrotz scheint es eine relativ sichere Sache, dass sie existieren. Für ein einzelnes Neuron ist seit Hodgkin und Huxley²³ und nach dem frühen Werk von Bernstein (1908) und Bonhoeffer (1948) bekannt, dass Aktionspotentiale auf die kollektive Wirkung von Ionenkanälen zurückgehen, die auf die Spannung, die sie erfahren, reagieren, und, dass es einen reichhaltigen Zoo von mathematischen Modellen gibt, der dem Zoo von Ionenkanälen²⁴ entspricht, die in einem bestimmten Neuron existieren. In anderen Worten, ein Aktionspotenzial wird auf einer Skala erzeugt, die mindestens zwei Größenordnungen über der von Ionenkanälen liegt.

Für die kollektive Wirkung vieler kortikaler Motoneuronen bei der Erzeugung einer motorischen Handlung in einem Muskel wissen wir auch, wie wir ihre Aktion mathematisch beschreiben können, so überrascht wir auch sein mögen, jedem kortikalen Motoneuron eine Vorzugsrichtung, einen Einheitsvektor $\mathbf{e}_i$, zuzuweisen, dies mit der momentanen Feuerrate f_i zu multiplizieren, um $f_i\mathbf{e}_i$ zu erhalten, und die Richtung, die ein Muskel veranlasst, durch Summation aller Vektoren $f_i\mathbf{e}_i$ zu $\sum_i f_i\mathbf{e}_i$ vorherzusagen. Im Rückblick sieht das alles vernünftig aus, aber warum sollte es so sein? Tatsächlich kann die Populationsvektorkodierung bereits auf der Wahrnehmungsebene²⁵ gefunden werden, was die Konsistenz von Grundbegriffen auf Wahrnehmungs- und Handlungsebene gewährleisten würde.

SCHLUSSFOLGERUNG: WARUM ANALOGIE SEHR FRUCHTBAR SEIN KANN

In philosophischen Diskussionen der Neurowissenschaft spielt der Begriff der Skalen noch keine Rolle, obwohl ich behaupte, dass er wichtig, ja sogar wesentlich ist. Das vorherige Jahrhundert hat gezeigt, wie man in der Physik immer kleinere Skalen und Theorien entdeckte, die nur

funktionieren konnten, weil ihre Mathematik in enger Verbindung mit zugehörigen physikalischen Grundbegriffen ersonnen wurde. Diese Theorien existieren eigenständig. Für die Neurowissenschaft behaupte ich das Gegenteil, dass man sich immer größere anstatt immer kleinere Skalen vornimmt und sowohl feststellt, dass es für die neuronale Arbeitsweise auf kleineren Skalen ein subtil funktionierendes chemisches Substrat gibt, als auch, dass gleichzeitig ein Evolutionsdruck am Werk ist, um Ausnahmen zur Optimierung bestimmter Randbedingungen zu finden.

Im vorliegenden Aufsatz hätten wir auf molekularer Ebene beginnen können, aber stattdessen nahm unsere Analyse die Ionenkanäle als ihren Ausgangspunkt. Als nächstes kommt die synaptische und neuronale Ebene. Ein Lernfenster beschreibt die dynamische Entwicklung synaptischer Übertragungsstärken auf Basis der Ankunftszeiten eines präsynaptischen Spikes und der Feuerzeiten des postsynaptischen Neurons und wir bleiben hier beim einfachst möglichen Kontext. Wir erhalten dann eine allgemeingültige mathematische Beschreibung des Lernens, die auch ein detailliertes Verständnis vieler daraus folgender Lernprozesse erlaubt, wie etwa die Kartenbildung. Eine Karte ist eine neuronale Darstellung der sensorischen Außenwelt und ist normalerweise in einem einzelnen anatomischen Kern (Nukleus) geortet. Sie besteht aus vielen Neuronen, wobei „viele“ acht im Fall des Wüstenskorpions bedeuten kann und, sagen wir, 10.000 für eine azimuthale Schallortungskarte im laminaren Nukleus der Schleiereule, eines der berühmtesten Beispiele.²⁶ Karten unterschiedlicher Modalität werden (im Tectum opticum der Wirbeltiere oder dem Colliculus superior der Säugetiere) integriert und veranlassen Bewegung. Wie wir sehen, vergrößert sich die experimentelle Skala stetig. Es gibt keinen Zweifel daran, dass die neuronale Skala von zentraler Wichtigkeit ist, und, dass sie die Grundlage praktisch aller Überlegungen in der Neurowissenschaft darstellt.

Ebenso gibt es keinen Zweifel daran, dass sowohl qualitatives als auch quantitatives Verständnis der Ionenkanäle auf physikalischen Gesetzen basiert. Indem wir in der Skala aufsteigen, verlieren wir die physikalische Einsicht und gewinnen neue neurowissenschaftliche Begriffe

wie etwa Populationsvektorkodierung. Durch stetig größer werdende Skalen können wir nicht anders, als letztlich die Ebene zu erreichen, auf der wir denken und argumentieren. Aber können wir letzteres vom Standpunkt der heutigen Neurowissenschaft aus verstehen? Nein. Bis jetzt sind weder die geeigneten Grundbegriffe noch die entsprechenden mathematischen Beschreibungen verfügbar. Man könnte auf dem Zusatz „bis jetzt“ herumreiten, aber der Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes ist, dass dieses Herumreiten bedeutungslos ist, während das Finden der „richtigen“ Grundbegriffe eine wahre Herausforderung darstellt. Durch die Skalenhypothese gewinnen wir auch einen Einblick in die Natur dessen, was noch fehlt, und, wie wir uns die fehlenden Verknüpfungen vorstellen dürfen. Vom jetzigen Standpunkt aus ist das Geist-Gehirn-Problem irrelevant. Ein Gehirn liefert sozusagen die Hardware für die Gedanken, die zu dem gehören, was wir Geist nennen, aber die Neurowissenschaft bietet noch kein fundamentales oder mechanistisches Verständnis dafür, was Gedanken sind und wie sie entstehen. Das heißt, unser neurowissenschaftliches Verständnis ist davon noch einige Ebenen entfernt und, über den „Geist“ zu spekulieren, ist ebenfalls fraglich.

Wahrscheinlichkeitstheoretisch basierte Beschreibungen

Im vorliegenden Kontext stoßen wir auch auf eine andere, probabilistische Beschreibung, die häufig unter dem Namen Bayes'sche Wahrscheinlichkeit läuft, benannt nach dem Pastor Thomas Bayes (1702-1761), der als einer der ersten mit bedingten Wahrscheinlichkeiten arbeitete. Nicht mehr und nicht weniger. Es ist aber wichtig zu erkennen, dass man durch das Einbeziehen von Wahrscheinlichkeiten ausdrücklich mangelndes Wissen bezüglich des betrachteten Systems zulässt. Dieses Wissen kann auch nicht erworben werden, da man sonst genau das machen und die Wahrscheinlichkeiten glücklich weglassen würde. Anders ausgedrückt bieten Wahrscheinlichkeiten einen häufig verwendeten Weg, unser Wissen oder vielmehr unseren Mangel an Wissen bezüglich des betrachteten Systems quantitativ darzustellen.²⁷ Indem man so verfährt, lässt man auch die mechanistische Herangehensweise fallen und ersetzt sie durch eine quantitative Beschreibung,

was das Gleiche ist wie beim Würfeln oder Münzenwerfen, und für Bayes'sche Probleme um eine Bedingung erweitert ist, wie für den Münzwurf mit einem österreichischen Euro, bei dem Kopf und Zahl offenbar nicht gleich wahrscheinlich auftreten, die Münze also „biased“ ist, und man somit Vorwissen bräuchte, um auf Dauer nicht zu verlieren.

Kurz, auf der Grundlage der Geschichte der Physik und einer angemessenen Interpretation²⁸ der Art und Weise, auf die Mathematik zur Quantifizierung natürlicher Phänomene benutzt wird, kann man durchaus eine oft detaillierte und quantitative Erklärung der biologischen Wirklichkeit erwarten. Das heißt, eine Erklärung der Teile der Biologie, die einer quantitativen Beschreibung zugänglich sind. Die große Verheißung der Zukunft ist nicht die „Mathematisierung“ der Biologie als solche, sondern die schöpferische *Wechselwirkung* zwischen experimenteller Biologie und dem, was man in Analogie zur Physik einfach theoretische Biologie oder theoretische Neurowissenschaft bezeichnen mag, so dass aus dieser schöpferischen Wechselwirkung neue Grundbegriffe hervorgehen. Die Wissenschaftsgeschichte sagt uns, dass genau das der Schlüssel zum Erfolg ist, nämlich das Finden der richtigen Grundbegriffe, die mathematische Formulierung ihrer „allgemeingültigen“ Gesetze und die Bestimmung des Gültigkeitsbereichs in Raum und Zeit. Durch ihren Vorhersagewert laden sie zu neuen Experimenten und experimentellen Paradigmen ein, um ihre Gültigkeit herauszufordern – ein Ursprung wissenschaftlichen Fortschritts so alt wie der in der Mechanik.²⁹

Bevor wir zum Ausblick kommen, wäre eine Bemerkung dazu angebracht, was die jetzigen Argumente nicht bezwecken möchten. Wir argumentieren nicht im Sinne des Paradigmenwechsels von Thomas Kuhn.³⁰ Ein schönes Beispiel für Letzteres und von Kuhn extensiv besprochen ist die Weise, wie Kopernikus die Sonne anstelle der Erde als Mittelpunkt des Universums behandelte. Es gibt keinen Zweifel, dass dies ein Paradigmenwechsel ist, aber das hat nichts zu tun mit dem Prägen neuer Grundbegriffe wie im Fall des zweiten Newtonschen Gesetzes. Es war Newton, der – mechanistisch gedacht – mit seinem zweiten Gesetz die Keplerschen Gesetze herleiten konnte, die dank Kopernikus entstanden waren.³¹

AUSBLICK

Wie ich an anderer Stelle³² im Detail diskutiert habe, ist der Ausblick in der theoretischen Neurowissenschaft mindestens so gut wie der in der theoretischen Physik. Die Reichweite der Neurowissenschaft in Richtung eines Verständnisses logischer Prozesse ist nach wie vor ziemlich beschränkt, so dass Bescheidenheit hierbei mehr als angebracht ist. Es ist, als ob wir zu Newton zurückkehrten, während er unter dem Apfelbaum sitzt und nachdenkt. Der Apfel fällt und Newton bemerkt ihn. Die Neurowissenschaft kann uns heutzutage viel über Sehen und Greifen, gesteuert vom Populationsvektor-Algorithmus,³³ erklären (vgl. Abb. 2). Mit anderen Worten, wie Newton den Apfel wahrnimmt und seine Greifbewegung steuert, ist mittlerweile ziemlich gut verstanden. Wie die theoretische Neurowissenschaft die Fülle der Phänomene in der experimentellen Neurobiologie jenseits, sagen wir, der hier behandelten Beispiele mathematisch erfassen kann, ist ihre entscheidende Herausforderung. Inspiriert durch die Geschichte der Physik haben wir nun zumindest eine Vorstellung, worauf wir Wert legen sollten, auch und gerade wenn alles nicht funktioniert, sowohl in der Biologie als auch in der Physik.³⁴

Was können wir dann über Bewusstsein sagen? Ist das ein Problem? Nein, es ist überhaupt keines, lediglich eine Frage der Definition im Auge des Betrachters. Im Kontext der Phänomenologie könnte man den Begriff der Definition durch Beschreibung ersetzen. Man kann einen Satz verwenden (siehe unten), eine Seite, einen Aufsatz³⁵ oder ein Buch.³⁶ Hier ist eine Ein-Satz-Definition: Bewusstsein ist die Fähigkeit, sich in einer (üblicherweise) feindlichen Umgebung als autonome Einheit zu handhaben. Natürlich könnte man sich beschweren, dass wir jetzt „sich handhaben“ definieren müssen. Autonom agierende Staubsauger zum Beispiel können sich mit Sicherheit nicht handhaben, denn der Besitzer zieht den Stecker aus der Steckdose – und das war's mit der Autonomie. Hier also ein zweiter Satz, falls man ihn wirklich benötigt (der derzeitige Autor hält ihn für überflüssig): „Sich handhaben“ bedeutet, auf jede Aktion von Außen angemessen zu reagieren, so dass die Unabhängigkeit gewahrt bleibt. Eine unmittelbare Konsequenz ist die Definition von Kognition: Kognition

ist die Fähigkeit, sich in einer (üblicherweise) feindlichen Umgebung als autonome Einheit zu handhaben, indem man sich Erfahrungen aus der Vergangenheit zu Nutze macht. Das lateinische „cognoscere“ bedeutet gerade „sich Erfahrung aus der Vergangenheit zu Nutze machen“. Man muss sozusagen aus Erfahrung klug werden. Indem wir diesen Weg gehen, haben wir zumindest zwei Probleme weniger.

DANKSAGUNG

Der Autor bedankt sich herzlich bei drei Personen: Bei seinem Freund und Kollegen Andy Schwartz, seinem Doktoranden Matthias Krippner und bei seinem Kollegen Felix Tretter, der mit der großartigen Tagung zum Thema *Homo neurobiologicus* und seinem ständigen Engagement und Interesse den Anstoß zu diesem Aufsatz gegeben hat. Außerdem zeigt er sich der Hanns-Seidel-Stiftung für ihre großzügige Unterstützung dieses wissenschaftlich herausfordernden und spannenden Unterfangens sehr erkenntlich.

|| PROF. DR. J. LEO VAN HEMMEN

Lehrstuhl für Theoretische Biophysik
an der Technischen Universität München

ANMERKUNGEN

- ¹ Dijksterhuis, Eduard Jan: The mechanization of the world picture, London 1961. Die deutsche Übersetzung „Die Mechanisierung des Weltbildes“ erschien 1956 in Heidelberg, und für das niederländische Original „De mechanisering van het wereldbeeld“ (Amsterdam 1950) erhielt der Autor 1952 den niederländischen Staatspreis für Literatur (P. C. Hooft Preis); Simonyi, Károly: A cultural history of physics, Boston 2012; Smolin, Lee: The trouble with physics, New York 2006. Der Autor ist ein ausgesprochener Kritiker der modernen Stringtheorie. Als solcher ist sein Buch ziemlich kontrovers, unterstreicht aber die entscheidende Bedeutung einer offenen wissenschaftlichen Diskussion.
- ² Dijksterhuis: The mechanization of the world picture.
- ³ Ebd.
- ⁴ Ebd.
- ⁵ Stevin, Simon: De beghinselen der weeghconst, Leiden 1586; siehe auch Dijksterhuis: The mechanization of the world picture, Abb. 27, sowie Dijksterhuis, Eduard Jan: Simon Stevin: Science in the Netherlands around 1600, Den Haag 1970.
- ⁶ Ebd.
- ⁷ Dijksterhuis: The mechanization of the world picture.
- ⁸ Stevin: De beghinselen der weeghconst.
- ⁹ Dijksterhuis: The mechanization of the world picture.
- ¹⁰ Ebd.
- ¹¹ Dirac, Paul Adrien Maurice: Quantum mechanics, Oxford, 1. Aufl., 1930, 4. Aufl., 1958. Für eine ausführlichere Erklärung siehe auch Messiah, Albert: Quantum mechanics, Bd. 1, Kapitel 4, Amsterdam 1961; zu einer reichen Auswahl philosophischer Fragen siehe Esfeld, Michael (Hrsg.): Philosophie der Physik, Berlin 2012.
- ¹² Heisenberg, Werner: Kausalgesetz und Quantenmechanik, Erkenntnis 2/1931, S. 172-182.
- ¹³ Dirac: Quantum mechanics.
- ¹⁴ Dijksterhuis: The mechanization of the world picture.
- ¹⁵ Dieses „proving“ stammt von lat. „probare“, was prüfen bedeutet; siehe Rall, J. Edward: Proof positive, in: Nature 370/1994, S. 322. Da er „Regel“ und „Theorem“ verwechselt, ist seine Schlussfolgerung jedoch falsch.
- ¹⁶ Die folgenden Beispiele stammen von van Hemmen, J. Leo: Biology and mathematics – A fruitful merger of two cultures, in: Biological Cybernetics 97/2007, S. 1-3.
- ¹⁷ McCulloch, Warren S. / Pitts, Walter: A logical calculus of ideas immanent in nervous activity, in: Bulletin of Mathematical Biophysics 5/1943, S. 115-133.
- ¹⁸ Hodgkin, A. L. / Huxley, A. F.: A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve, in: The Journal of Physiology 117/1952, S. 500-544.

- 19 Gerstner, Wulfram / Kempster, Richard / van Hemmen, J. Leo / Wagner, Hermann: A neuronal learning rule for sub-millisecond temporal coding, in: *Nature* 383/1996, S. 76-78; Markram, Henry / Lübke, Joachim / Frotscher, Michael / Sakmann, Bert: Regulation of synaptic efficacy by coincidence of postsynaptic APs and EPSPs, in: *Science* 275/1997, S. 213-215.
- 20 Georgopoulos, Apostolos P. / Schwartz, Andrew B. / Kettner, Ronald E.: Neuronal population coding of movement direction, in: *Science* 233/1986, S. 1416-1419; Velliste, Meel / Perel, Sagi / Spalding, M. Chance u. a.: Cortical control of a prosthetic arm for self-feeding, in: *Nature* 453/2008, S. 1098-1101.
- 21 Collinger, Jennifer L. / Wodlinger, Brian / Downey, John E. / Schwartz, A. B. u. a.: High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia, in: *Lancet* 381/2013, S. 557-564.
- 22 Koch, Christof: *Biophysics of computation*, New York, 1999; Ermentrout, G. Bard / Terman, David H.: *Mathematical foundations of neuroscience*, New York 2010.
- 23 Hodgkin / Huxley: A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve.
- 24 Collinger / Wodlinger / Downey u. a.: High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia.
- 25 van Hemmen, J. Leo / Schwartz, Andrew B.: Population vector code – a geometric universal as actuator, in: *Biological Cybernetics* 98/2008, S. 509-518.
- 26 Konishi, Masakazu: Listening with two ears, in: *Scientific American* 4/1993, S. 34-41.
- 27 Finetti, Bruno de: *Theory of Probability: A Critical Introductory Treatment*, Vol. 1, London 1974.
- 28 Dijksterhuis: The mechanization of the world picture.
- 29 Ebd.
- 30 Kuhn, Thomas S.: *The structure of scientific revolutions*, Chicago 1962, 1979, 1996.
- 31 Dijksterhuis: The mechanization of the world picture.
- 32 van Hemmen: Biology and mathematics – A fruitful merger of two cultures.
- 33 van Hemmen / Schwartz: Population vector code – a geometric universal as actuator; Collinger / Wodlinger / Downey u. a.: High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia.
- 34 Smolin: The trouble with physics.
- 35 Chalmers, David J.: What is a neural correlate of consciousness?, in: *Neural Correlates of Consciousness – Empirical and Conceptual Questions*, hrsg. von Thomas Metzinger, Cambridge MA 2000.
- 36 Koch, Christof: *The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach*, Englewood CO 2004.

EINE EINLADUNG ZUR NEUROPHILOSOPHIE

DAVID KÖPF / MATTHIAS MUNK || Der Beitrag formuliert eine Einladung an die Philosophie zu neuen Formen interdisziplinärer Zusammenarbeit mit den Neurowissenschaften. Diese zielt auf eine neurowissenschaftliche Nutzbarmachung der konzeptionellen Schätze und theorietechnischen Erfahrungen der Philosophie. Ansetzend an der Plastizität des Gehirns wird dazu in Form einer Übertragung der Hegelschen Geistphilosophie auf eine Gehirntheorie ein konkretes Projekt angeregt und dessen mögliche Einbettung in eine fächerübergreifende mehrdimensionale mediale Anthropologie skizziert.

Die im Folgenden vorgebrachten Überlegungen laden die Philosophie und allgemeiner die Geistes- und Kulturwissenschaften dazu ein, neuartige konzeptionelle und theorietechnische Probleme neurowissenschaftlicher Forschung zu nutzen, die spezifische Potenz philosophischer und geisteswissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Methoden auf naturwissenschaftlichem Feld zum Einsatz zu bringen und zu entfalten. Denn wir sehen hier faszinierende Möglichkeiten für neuartige Formen der Kooperation und große Potenziale für eine wechselseitige Befruchtung.

Wir entwickeln diese Einladung in drei Schritten.

1. Zunächst wenden wir uns als Neurowissenschaftler Hilfe suchend an die Philosophie, weil wir die Hoffnung haben, dass wir angesichts einer Vielzahl von paradigmatischen, konzeptionellen und begrifflichen Defizite, mit denen wir uns aufgrund der Besonderheiten unseres Forschungsgegenstandes konfrontiert sehen, von der Philosophie (und weiter gefasst auch von den Geisteswissenschaften und den Kulturwissenschaften) forschungsstrategisch Hilfe bekommen könnten.

2. In einem zweiten Teil erläutern wir eine logische und methodische Schwierigkeit jeder Form von wissenschaftlicher Selbst-Thematisierung und Selbst-Aufklärung des Menschen. Wir erläutern damit unsere Sicht auf die bisher stattgefundenen Dialoge zwischen Philosophie und

Neurowissenschaft. Unter Rekurs auf Hegels Weiterentwicklung der Kantischen Philosophie versuchen wir diesem Verhältnis eine konstruktive Wendung zu geben.

3. Dies führt uns zur Skizze eines neuro-, geistes- und kulturwissenschaftlichen Forschungsprojekts, das seine Grundidee einer system- und medientheoretischen Wiederholung der hegelschen Logik verdankt.

WAS DIE NEUROWISSENSCHAFTEN VON DER PHILOSOPHIE LERNEN KÖNNEN

Der Gegenstand neurowissenschaftlicher Forschung weist Besonderheiten und Eigenarten auf, die die Naturwissenschaften bislang erarbeiteten, erprobten Methoden und Paradigmen übersteigen. Dies gilt gleich in mehrfacher Hinsicht.

a) Das lebendige Gehirn (und das wollen wir ja letztlich verstehen) nämlich ist ein Phänomen, dem man mit den Methoden der Physik und Chemie alleine nicht beikommt. Die exakte Physik stößt bereits beim Drei-Körperproblem an ihre Grenzen. Mit statistisch vergrößernden Beschreibungen, wie die Physik sie seit der Rekonstruktion der Thermodynamik aus der Mechanik kennt, wird man dem Gehirn nicht gerecht, denn es ist hochgradig organisiert. Für diese Facette unseres Forschungsgegenstandes stellt die Physik leider allenfalls rudimentäre Begriffe zur Verfügung.

b) Das Gehirn ist weiter ein evolutionär entstandenes System, das nicht in sich stimmig durchkonstruiert, sondern bricolage-artig zusammengebaut ist. Es ist nur auf Überlebensfähigkeit und möglichst massive Reproduktion aus, nicht aber auf Stimmigkeit hin evolutionär selektiert. Man wird es deshalb nicht in einem ingenieurmäßigen Maschinenparadigma erforschen können, sondern nur mit sehr abstrakten funktionalen Begriffen. (Kybernetik, Systemtheorie). Man versteht das Gehirn deshalb nur im Kontext seines historisch-evolutionären Gewordenseins und der Einbettungen und Verflechtungen, denen es dabei unterworfen war.

c) Denn das Gehirn gehört zur Phänomenklasse „System in Umwelt“. Es ist zwar organisatorisch in sich geschlossen, funktioniert aber nur eingebettet in einen Körper und eine Umwelt. Anders als etwa eine Billardkugel – ein klassisches Paradigma der Physik – hat man es hier mit einem Objekt zu tun, das man losgelöst von seiner Einbettung in einen Kontext nicht sinnvoll behandeln kann. Was das lebendige Gehirn in seiner Funktionalität und Prozesshaftigkeit ist, lässt sich nur in Bezogenheit und Abgrenzung zu seinen Umwelten sagen.

d) Weiter weist das Gehirn eine hohe – sowohl phänotypische als auch selbstreferenzielle – Plastizität auf. Affengehirn und Menschengehirn sind an vielen Stellen nahezu identisch; welche Potenz sie entfalten, ist aber hochgradig von ihrer sozialen und kulturellen Einbettung abhängig. Selbst innerhalb derselben Kultur ist die individuelle Ausprägung extrem von der individuellen Biographie abhängig und offen. Das Gehirn ist kein „fest-stellbarer“ Gegenstand. Die klassische logische Form naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ist die der „Fest-Stellungen“ bzw. des Konstatierens. Diese Aussageform ist einem Phänomen nicht angemessen, zu dessen wesentlichen und zentralen funktionalen Merkmalen es zählt, dass es sich ändern kann.

e) Schließlich operiert das Gehirn in vielfältiger Form selbstreferenziell. Dies trifft selbst auf seine Plastizität zu. Was das Gehirn wird und wie es arbeitet, ist maßgeblich von der Geschichte seines Selbstgebrauchs abhängig. Es hat also sogar autoplastische Qualitäten. Als hochgradig selbstreferenzielles System ist es fremdreferenziell nicht adäquat beschreibbar.

f) Diese Merkmale sorgen dafür, dass das lebendig operierende Gehirn ein je individuelles Phänomen ist. Die Gegenstände klassischer Formen von Naturwissenschaften sind aber immer vom logischen Typ einer Klasse. Das Newtonsche Gesetz gilt nicht für den individuellen Apfel, der Newton vor die Füße gefallen ist, sondern für die Klasse aller Massenpunkte in einem Gravitationsfeld.

Wir wollen wenigstens den ersten der aufgeführten Punkte näher ausführen. Der klassische Wissenstyp der Naturwissenschaften beruht darauf, dass man weiß, woraus etwas besteht. Die Hauptarbeit der Forschung ist die Analyse, die Auflösung des Gegenstands in seine elementaren Bestandteile. Klassische Phänomene der Naturwissenschaften sind von der Art, dass man das Wesentliche weiß, wenn geklärt ist, woraus sie bestehen. Aus den Eigenschaften der Teile lassen sich dann die Eigenschaften des Ganzen (re-)konstruieren. Umgekehrt gesagt: bei diesen Phänomenklassen kann man die Substanz des Ganzen auf die Merkmale seiner Teile reduzieren. Die Hoffnung, dieses Paradigma auch in der Biologie, Anthropologie und Soziologie ins Zentrum stellen zu können, hat zahllose unwissenschaftliche Reduktionismen generiert.

Das Gehirn ist eines (vielleicht das zugespitzteste) von einer ganzen Klasse von Phänomenen, deren substanzieller Gehalt nicht in ihren Bestandteilen, sondern in deren Wechselwirkung und Organisation liegt. Extremes Beispiel sind Algorithmen, die gegenüber unterschiedlichen materiellen Implementierungen völlig indifferent sind. Ob die Boolesche Algebra auf einem Siliziumchip oder in einem neuronalen Schaltkreis realisiert wird, ist für die Funktionalität dieses Algorithmus völlig irrelevant. Die Materie und deren Eigenschaften zählen nicht, sondern allein der Informationsgehalt. Dies führte zu einer neuen Wissenschaft, nämlich der Kybernetik. Diese befasst sich mit Phänomentypen, in denen Fragen nach Zusammensetzung und Substanz keine Rolle spielen, sondern nur Information. Man hat gelegentlich von Software-Gesetzen (im Unterschied zu Hardware-Gesetzen) gesprochen, um zu verdeutlichen, dass es sich hier um einen anderen Typ von Gegenständen handelt.

Diese Art von Forschungsgegenstand tauchte nicht nur in den Neurowissenschaften, sondern vorher schon in der Biologie auf, und wurde auch

in der Chemie und Physik untersucht. Dissipative Systeme wurden dort thematisiert und etwa mithilfe von Nichtgleichgewichts-Thermodynamik bearbeitet. Bereits auf der Stufe der Physik wurde es nötig, über bloße Ordnungsphänomene (etwa die Kristallstruktur von Festkörpern) hinauszugehen und komplexere Ordnungsformen, nämlich solche in der Dimension der Zeit, also Prozessstrukturen, zu betrachten – etwa um einen Laser zu verstehen (z. B. Haken, „Synergetik“). Hier sprach man dann statt von Ordnung von Organisation. Im Übergangsbereich zwischen Chemie und Biologie hat Manfred Eigen eine Organisationstheorie unter dem Namen „Hyperzyklus-Theorie“ vorgelegt. Die chilenischen Biologen Humberto Maturana und Francisco Varela haben unter dem Stichwort „Auto-Poiesis“ eine Theorie des Lebendigen entwickelt, in der die zentrale Entität klassischer Theorien, nämlich Substanz, durch (Selbst-) Organisation ersetzt wird. Überhaupt hat es die Biologie ja mit Organismen zu tun. Auch andere Wissenschaften mussten das klassische, substanzzentrierte Modell von Naturwissenschaft erweitern. So war nicht zuletzt etwa die Klimaforschung maßgeblich beteiligt an einer Theorie „komplexer dynamischer Systeme“. Dieser fächerübergreifende Trend wurde gelegentlich unter dem Obertitel „TOO“ zusammengefasst, zu „Theories of Organization“. All diesen Theorien haftet das Problem an, daß sie mathematisch keinesfalls schon als fertige, ausgereifte und abgeschlossene Theorien vorliegen.

Nun gilt auch für die Entwicklung der Naturwissenschaften, dass das erforscht wird, was man erforschen kann. Manchmal erschließen neue Theorien neue Forschungen, manchmal sind es die empirischen Forschungsinstrumente, die neue Forschungsoptionen eröffnen. Im Fall der Neurowissenschaften war das Aufkommen der neuen bildgebenden Verfahren einschneidend. Damit konnte man plötzlich in erheblich größerem Umfang empirische Forschung am lebenden Gehirn betreiben (wenngleich diese nicht-invasive Forschung die kybernetische Ebene nicht einschließt und damit der direkte Zugang zum neuronalen Substrat nach wie vor durch invasive Verfahren erfolgen muss).

Der Fokus neurowissenschaftlicher Forschung scheint sich darüber verschoben zu haben: weg vom Organisationsgehalt des Gehirns, hin zu sei-

nen Bestandteilen und deren raum-zeitlicher Organisation (die mit seiner weitaus wichtigeren funktionalen Organisation nicht unbedingt was zu tun haben muss). Überhaupt ist es bei einem derartig komplexen Gegenstand wie dem Gehirn leicht möglich, dass die komplette Forschungsenergie auf der Ebene der Bausteine und deren allerelementarsten Wechselwirkungen gebunden wird – ob man nun im Geist des konventionellen Wissenschaftsmodells hofft, dadurch den Kerngehalt des Gegenstands eruieren zu können, oder ob man die Kenntnis der Bestandteile als notwendige Vorstufe für das Verstehen von deren Zusammenwirken betrachtet. Spätestens aber in dem Moment, in dem Fortschritte der Messtechnik nicht nur immer feinere Auflösungen erlauben, sondern immer mehr Faktoren sich gleichzeitig messen lassen, wird die Frage akut, was denn das Verhältnis dieser Faktoren zueinander ist, inwiefern selbige also wechselwirken und funktional – vielleicht auch kausal wirksam – aufeinander bezogen und ineinander verwoben sind und ein Ganzes bilden, das maßgeblich durch Organisationsstrukturen bestimmt ist. Kurz: Fleißiges Datensammeln erspart einem auf Dauer nicht die Entwicklung von Theorie-Paradigmen, welche dem Organisationsgrad des Gegenstandes angemessen sind und die angehäuften Datensammlungen gehaltvoll auszuwerten erlauben.

Betrachtet man diese Entwicklungen im größeren historischen Kontext, könnte es scheinen, dass in einer Dialektik von atomistisch-experimenteller und theoretisch holistischer Forschung nun nach einer experimentell dominierten Phase wieder Theoriearbeit angesagt ist. Auch die großen theoretischen Revolutionen in der Physik (Quantentheorie und Relativitätstheorie) waren durch eine vorausgehende experimentell dominierte Phase vorbereitet.

An diesem Wiedereinstiegspunkt in eine Phase der neurowissenschaftlichen Theoriearbeit sehen wir die Chance einer fruchtbaren Kooperation mit der Philosophie verortet. Denn die neurowissenschaftlichen Theorie-Instrumente zur Erforschung von komplexen, selbstorganisierenden, selbstreferenziell operierenden Systemen in den Naturwissenschaften leiden nicht nur darunter, dass ihre mathematische Ausarbeitung unvollständig ist. Wir rechnen damit, dass viel tiefer, auf einer konzeptionellen und logischen Ebene nämlich, Theo-

rieprobleme gelöst werden müssen, wenn eine neue Theorie-Konjunktur in den Neurowissenschaften über die alte hinauskommen will. Wir haben die Hoffnung, dass es an diesen offenen konzeptionellen Baustellen zu einem Beitrag der Philosophie und der Geistes- und Kulturwissenschaften kommen könnte. Wir unterstellen nämlich, dass diese denkerischen und wissenschaftlichen Bemühungen schon viel länger mit Phänomenen beschäftigt sind, die logisch, strukturell und funktional einigen der oben aufgezählten Eigenarten des lebendigen Gehirns verwandt sind.

Wir nennen dazu in unsystematischer Form einige Beispiele:

- Bereits die aristotelische Theologie kannte unter dem Stichwort *noesis noeseos* selbstreferentielle, vielleicht sogar autopoietische Strukturen.
- Hegel hat mit seinem Geist-Begriff den strukturellen Gehalt dieser Theologie wieder aufgenommen und zu einer elaborierten dialektischen Logik ausgebaut.
- Die christliche Trinitätstheologie muss sich schon seit zweitausend Jahren mit vertrackten innertrinitarischen Organisationsproblemen auseinandersetzen.
- Jede politische Philosophie und jede Gesellschaftstheorie hat reichhaltige Erfahrungen mit Organisationsfragen gesammelt. Von den hier ausgearbeiteten Paradigmen hat der berühmte KI-Forscher Marvin Minski bereits Gebrauch gemacht, indem er unter dem Titel „Mentopolis“ Gehirne mithilfe des Stadt- bzw. Gesellschafts-Paradigmas zu beschreiben versuchte.
- Demokratietheorien müssen sich schon lange mit Problemen von parallelen „multi-agent-systems“ auseinandersetzen.
- Jede Form von humanistischer Bildung weiß um die Funktion von Erinnerung für die Selbst-Korrektur und Orientierung selbstreferenzieller Prozesse. Die Vermittlung der Geschichte der Kultur, in die man eingebettet ist, war ihr immer zentrales Bildungsanliegen.
- Dieselbe Bildungstradition hat großen Wert auf sprachliche Bildung gelegt, weil sie um die essenzielle Funktion dieses Mediums wusste, in dem sich die innerpsychischen, die sozialen und die geschichtlichen Vermittlungsprozesse vollziehen.
- Die Geschichtswissenschaften haben reiche Erfahrung mit evolutionären Systemen, die kein logisches Zentrum haben und bricolage-artig (und oft katastrophenförmig) evolvieren.
- Die soziologische Systemtheorie (Parsons, Luhmann) hat am Gegenstandsbereich Gesellschaft bereits vorgeführt, wie sich philosophische (Hegel, Husserl) und naturwissenschaftliche (Biologie, Kybernetik, Informationstheorie) Theorien fruchtbar kombinieren lassen.

Diese unsystematischen Andeutungen mögen genügen. Wir möchten die Philosophie und die Geistes- und Kulturwissenschaften einladen, sich mit den konzeptionellen Instrumenten, die sie in der Auseinandersetzung mit ihren Gegenständen erarbeitet haben, und den Erfahrungen, die sie damit gesammelt haben, konstruktiv in den Forschungsprozess der Neurowissenschaften einzubringen.

NEUROWISSENSCHAFTLICHE DEZENTRIERUNG DER PHILOSOPHIE

Die Neurowissenschaften sind in zugespitzter Form mit einem methodischen Problem konfrontiert, das schon andere Wissenschaften hatten, dort aber nicht ganz so handgreiflich wurde. Dieses Problem ist zugleich der logische Kern des problematischen Verhältnisses von Neurowissenschaften und Philosophie. Wir erläutern es zunächst am Beispiel der Psychologie und betrachten dann dessen Zuspitzung in den Neurowissenschaften, um es in einem dritten Schritt konstruktiv zu wenden und daraus einen Vorschlag für eine neue interdisziplinäre Forschungsstrategie zu entwickeln.

Die Psychologie hat eigentlich das Problem, dass in der Psycho-Logie der Mensch zweimal vorkommt, in zwei Rollen, die nicht identisch sind, aber doch derselben Entität zugeschrieben werden. Der Gegenstand dieser Wissenschaft ist – zumindest dem Namen nach und auch wenn niemand so ohne Weiteres zu sagen weiß, was das denn eigentlich sei – die menschliche Psyche. Der Akteur, der diese Wissenschaft betreibt und sich hinter dem zweiten Namens-Bauteil, dem Logos, verbirgt, ist ebenfalls der Mensch. Auf nicht leicht angebbare Weise sind in dieser Wissenschaft Forschungsobjekt und Forschungssubjekt identisch – und doch verschieden. Damit wird eine Grundbedingung moderner Naturwis-

senschaft problematisch, nämlich die saubere Trennung des zu erforschenden Objekts vom forschenden Subjekt. Die Psychologie hat dieses Problem in der Form zu entschärfen versucht, dass sie die Rollen in der sozialen Dimension verteilt hat: ein Mensch (Psychologe) beobachtet einen anderen Menschen („Probanden“) – und umgeht damit schwer kontrollierbare Rollenkonfusionen, indem sie auf „Introspektion“ als Forschungsmodus lieber verzichtet. Sie wird das Problem aber nicht wirklich los. Der Psychologe muss damit rechnen, dass das, was er am Probanden entdeckt, auch für ihn gilt und insbesondere auch schon gegolten hat, als er den Probanden beobachtet hat, obwohl er zu dem Zeitpunkt noch keine Kenntnis davon hatte und selbiges nicht in das Kalkül der methodischen Selbstkontrolle einbeziehen konnte. Streng genommen ist deshalb nicht auszuschließen, dass gar nicht klar ist, wem die Struktur des beobachteten Phänomens zuzurechnen ist: dem Gegenstand der Beobachtung oder der („transzendentalen“) impliziten Struktur des Beobachtungsvorgangs – oder gar untrennbar beiden. Zumindest aber wird mit diesem methodischen Kniff die Gleichzeitigkeit von Identität und Differenz der „Psyche“ und des „Logos“ methodisch operabel gemacht. Das „Dasselbe“ wird in Form eines „Dasgleiche“ verdoppelt, die Rollen so getrennt, und die Gleichzeitigkeit wird temporalisiert, indem der autologische Rückschluss zeitlich nach der Verteilung stattfindet.

Die Neurowissenschaften haben eine analoge Struktur. Gegenstand sind Nervensysteme bzw. Gehirne, und es sind Menschen, die diese Gehirne unter Zuhilfenahme von technischen Apparaten erforschen. Im Unterschied zur Psychologie wird die methodisch gebotene Differenz zwischen Forschersubjekt und Forschungsgegenstand jetzt nicht einfach nur durch Verdopplung der zu erforschenden Entität in der sozialen Dimension erreicht, sondern materiell dingfest gemacht. Anders als Psychologie muss der Neuroanatom nicht dabei stehen bleiben, Verhalten zu beobachten. Als „Ana-Tom“ schneidet er den Anderen einfach auf – und erschließt sich eine ganz andere Welt: Nervensysteme, Nervenzellen, Nervenverbindungen, Neurotransmitter, Hormone. Er muss jetzt nicht mehr von Verhalten auf psychische Innereien schließen, sondern kann versuchen,

dieses Verhalten auf neuro-anatomische, -elektrische und -chemische Faktoren zurückzurechnen. Damit kann man mit handfesten Entitäten operieren. Die neuen Beobachtungsmöglichkeiten der Neurowissenschaften (bildgebende Verfahren) haben dies noch zugespitzt. Sie erlauben Einblicke ins lebende und aktuell operierende Gehirn. Jetzt kann man psychische Beobachtungen mit neuronalen Beobachtungen korrelieren. Theoretische, also nicht direkt beobachtbare Konzepte können so in den Hintergrund geraten. Man kann ja jetzt doppelt empirisch arbeiten – und sich die Theorie sparen. Nun wird auch Introspektion oder „first person perspective“ wieder wissenschaftsfähig, weil sie gewissermaßen in zwei Formen auftaucht: der beobachtete Proband blickt und horcht und fühlt in sich hinein – und findet Bilder, Töne, Gefühle – und Bedeutungen; und die bildgebenden Instrumente schauen in denselben Probanden hinein, indem sie in sein Gehirn blicken – und finden aktivitätsabhängige Durchblutungsmuster und Hirnströme. Das eröffnet ganz neue Forschungsoptionen, birgt aber zugleich neue Versuchungen und Gefahren.

Im Fall der Psychologie lagen die beiden Sphären sozusagen auf derselben Ebene. Lebensweltlich liegen Bewusstsein und Erleben einerseits und Beobachtung von Verhalten von Mitmenschen andererseits auf derselben Ebene. Es kostete methodische Anstrengungen, beides zu trennen und nicht automatisch von Verhalten auf Intentionen zu schließen.

Im Fall der Neurowissenschaft ist die Identität und Differenz auf verschiedene Ebenen verteilt: Hier (individuelles privates) Bewusstsein, dort (empirisch objektiv, d. h. u. a. für alle sichtbar) elektrochemische Impulse und neurochemische Effekte. Hier kostet es methodische Anstrengung und Selbstaskese, die messtechnisch dingfest gemachten Aspekte nicht zu priorisieren oder gar zu verabsolutieren und den anderen Pol zum bloßen Epiphänomen zu degradieren.

Zusammengefasst: Der Mensch hat verschiedene Optionen der Selbst-Erforschung und Selbst-Aufklärung. Voneinander entkoppelt werden aus diesen Optionen Risiken. Entweder er entkommt dem mythischen Bewusstsein nicht wirklich, sondern wiederholt nur die Inhalte seiner Imagination (Beispiel Introjektionen in der Psychologie). Er schafft es so nicht, seine Binnenperspektive

zu transzendieren und verfehlt die Aufklärungsmöglichkeiten durch Wissenschaft. Oder er erliegt den faszinierenden Resultaten seiner Selbst-Objektivierung und hält bunte Bildchen von Gehirnschans für die eigentliche Wirklichkeit und sein Selbsterleben für bloßen Schein.

Beide Gefahren lassen sich mit dem Bonmot von Robert Spaemann zusammenfassen: „Der Mensch wird / bleibt sich selbst / ein Anthropomorphismus“. Er verfehlt sich selbst, weil er der Strukturlogik seiner – unmittelbaren oder technisch vermittelten – Bilder von sich selbst auf den Leim geht, anstatt deren Bann durch wechselseitigen Gebrauch zu durchbrechen.

Man könnte versucht sein, eine Vielzahl von Erfahrungen auf dem Feld des Dialogs zwischen Neurowissenschaften und Philosophie so zusammenzufassen: Überschreitet die Neurowissenschaft methodisch unkontrolliert ihre Grenzen, kommt es schnell zu einem materiellen Monismus, in dem alles, was die Philosophie kennt (Bewusstsein, Geist, Wille, Person) zum Epiphänomen degradiert wird. Kommt der Neurowissenschaft so ihre andere Seite abhandeln, wird sie zu einem lebenspraktisch irreführenden Szientismus. Der Mensch erliegt seinen eigenen Konstrukten. „Der Mensch wird sich selbst zum Anthropomorphismus“, verwechselt also sein technisches Bild von sich mit seiner Substanz. Die Philosophie reagiert darauf mit prinzipieller Abgrenzung und mit Apologie. Sie verzichtet auf potente Formen der Selbstaufklärung durch Selbst-Entäußerung (Objektivierung) und bleibt im „transzendentalen Schein“ ihrer Binnenperspektive gefangen. Kant hat viel Mühe darauf verwandt, dies zu entlarven. So gilt auch hier: „Der „Mensch bleibt sich selbst ein Anthropomorphismus.“

Die eigentliche Erkenntnis-Chance scheint nun darin zu liegen, die logische Struktur der Gleichzeitigkeit von Identität und Differenz, die wir als Problem oben eingeführt haben, konstruktiv zu wenden und daraus ein besonders elaboriertes Erkenntnis-Instrument zu machen. Wie das geht, kann man in der Philosophie lernen.

Kant unterschied ein „transzendentales Subjekt“ und ein „empirisches Subjekt“, ein erkennendes Subjekt und ein erkanntes. Das transzendentale Subjekt ist strikt transzendent und bleibt so von jeglicher Empirie unberührt. Auf diese Weise ist ein archimedischer Punkt gegeben. Das

transzendentale Subjekt ist neutral und allgemein und taugt somit als Subjekt von Wissenschaft: immer und für alle gleich und der Empirie gegenüber vorurteilslos neutral.

Hegel sah sich zur Entwicklung einer Philosophie genötigt, die die fixe Trennung von empirischem und transzendentalen Subjekt aufgehoben hat. Das menschliche Subjekt hat weitergehende Möglichkeiten, etwas über sich in Erfahrung zu bringen, als die transzendente Analyse, die Kant vorgeführt hat. Das Hegelsche Subjekt operiert nicht fein säuberlich getrennt von der Empirie. Es „ent-äußert“ sich in seinen Handlungen und Taten. Hegel hatte den Ehrgeiz zu zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen Wissenschaft möglich ist, allerdings eine ganz neuen Typs.

Dieser neue Wissenschaftstyp entspricht einem anderen Gegenstand. Kants Philosophie in seiner Kritik der reinen Vernunft war die Explikation einer Form von Wissenschaft, die den Gegenständen der klassischen Physik angemessen ist. Hegels Philosophie hingegen arbeitete auf eine Wissenschaft hin, die den lebendigen Geist zum Inhalt hat. Unter dem Stichwort Geist nahm Hegel sowohl das individuelle, sich an der Welt abarbeitendes Bewusstsein als auch die Kollektivdynamik von Kultur und Gesellschaft ins Visier. Man darf vermuten, dass diese Form von Wissenschaft der Erforschung des Gehirns angemessener wäre, als die von Kant explizierte klassische Form von Naturwissenschaft.

Hegel konzeptionalisiert Geist als eine „tätige Differenz“, modern gesagt: eine operierende System-Umwelt-Differenz. „Geist“ und „Materie“ schreiben sich wechselseitig ineinander ein. Geist gibt es nur als einen, der sich einlässt und an der Materie abarbeitet. Er ist permanente „Entäußerung“ bzw. Inkarnation oder Materialisierung – ohne darin je aufzugehen. Das geht nicht als unbeteiligter Beobachter. Der Standort einer solchen inkarnierten Differenz ist nicht mehr das Gegenüber oder das Darüber, kein zeitloses, ungeschichtliches, allgemeines „transzendentales Subjekt“ (Kant). Der Ort dieser inkarnierten Differenz ist ein „In-mitten“. Das Subjekt ist hier „de-zentriert“. Hier gibt es keinen archimedischen Punkt.

Dass man in diesem Involviertsein ohne fixe Bezugspunkte methodisch nicht untergehen muss, hat Hegel vorgeführt. Der Schachzug, der dazu

nötig war, bestand darin, das Subjekt aus der Zentralposition zu entlassen und theorietechnisch an dessen Stelle das Medium zu platzieren, in dem sich die „Differenz-Arbeit“ des Subjekts vollzieht und einschreibt. So wurde aus „Subjektphilosophie“ „Geschichtsphilosophie“, weil „Geschichte“ für Hegel der Name für das Gesamt dessen war, worin Subjektivität operiert, sich mit Materie auseinandersetzt und die Resultate dieser Auseinandersetzung eingeschrieben werden. Durch diese Inskription gewinnt die Situation trotz des Fehlens eines archimedischen Punktes Stabilität und Form. Aber noch mehr: indem das Subjekt sich materiell entäußert und einschreibt, und das Medium die Inskription bewahrt, kann das Subjekt auf sich selbst zurückkommen und so – im nachhinein – die „Rückseite des Spiegels“ (Konrad Lorenz), also den Teil von sich, der ihm in actu verborgen bleiben muss, studieren. An dieser Stelle liegt der eigentliche Gewinn des ganzen theorietechnischen Manövers.

Dieser Umbau hat Folgen für die Philosophie. Der Philosoph kann sich jetzt nicht mehr auf prinzipielle Erwägungen beschränken und unberührt am Rande stehen. Er muss sich auf die konkrete Dialektik und auf das empirische Material einlassen. Philosoph kann jetzt nur noch sein, wer sich material auf Wirtschaftsgeschichte, Politikgeschichte, Kulturgeschichte, Technikgeschichte, Kunstgeschichte, Sprachgeschichte, Ideengeschichte, Religionsgeschichte einlässt.

An dieser Stelle brechen wir diesen philosophiegeschichtlichen Exkurs ab. Wir glauben, dass sich daraus dreierlei für das Verhältnis von Philosophie und Neurowissenschaften entwickeln lässt: einerseits eine Perspektive für ein vertieftes Sich-Einlassen der Philosophie auf die Neurowissenschaften, andererseits ein Sich-Öffnen der Neurowissenschaften für kultur- und geisteswissenschaftliche Denkfiguren, und schließlich ein neuartiges gemeinsames Forschungsprojekt.

1. Die Philosophie hat seit der fruchtbaren Dezentrierung des Subjekts durch Hegels Geschichtsphilosophie eine ganze Reihe von weiteren Dezentrierungen mit durchaus fruchtbaren Effekten durchlaufen. Wir nennen hier nur die sprachphilosophische Dezentrierung. Wir können uns vorstellen, dass eine neurowissenschaftliche Dezentrierung mindestens genauso fruchtbar sein könnte.

2. Entwicklungsgeschichtlich entstammt das Gehirn senso-motorischen Regelkreisen. Nervensysteme sind deshalb zunächst Vermittlungsorgane zwischen System und Umwelt. In ihnen ist eine gattungsgeschichtliche Vermittlungsgeschichte zwischen System und Umwelt codiert. Höherstufige, lernfähige Nervensysteme lassen sich dann als Medien verstehen, in denen individuell-biographische Vermittlungsgeschichten inskribiert sind. Der Mensch ist der Gehirnbesitzer, der seiner Umwelt besonders potent gestaltend gegenübertritt. Die Vermittlungs-Geschichte seines Eingebettetseins in natürliche und soziale Umwelten hat sich deshalb nicht nur in Sprachen, Bilder, Ritualen und anderen kulturellen Medien eingeschrieben, sondern in seine natürliche Umwelt. Mittlerweile spricht man deshalb ja sogar vom Anthropozän. Mehr noch, der Mensch hat sich materiell künstliche Umwelten gebaut, z. B. Häuser, Städte, Autos. Im Grunde waren dies die Themen von Hegels Philosophie. Die in den letzten Jahren neurowissenschaftlich vielfach thematisierte Plastizität des Gehirns lässt sich hier nun als neuentdeckte Facette einbeziehen. Nach Hegel lernt man, was der Mensch ist, indem man seine kulturell und materiell (Marx) inskribierte Geschichte entziffert. Die elementaren Fächer humanistischer Bildung waren deshalb zu Recht Sprachen und Geschichte. Diesen klassischen geisteswissenschaftlichen Medien-Anthropologien lässt sich nun eine neurowissenschaftliche Medien-Anthropologie komplementär an die Seite stellen – und damit wären wir an dem Punkt eines möglichen neuen gemeinsamen Forschungsprojektes. Dies werden wir nun abschließend umreisen.

3. Wir begehen nicht den fahrlässigen Kurzschluss, uns zu einer Identifikation von Geist oder Bewusstsein einerseits und Gehirn andererseits hinreißen zu lassen. Aber wir schlagen vor, das Theoriedesign von Hegels Philosophie des lebendigen Geistes strukturell zu übernehmen, um das lebendige Gehirn besser zu verstehen. Spätestens seit den Forschungen zur Plastizität des Gehirns kann man sagen, das Gehirn sei das Medium, in dem die Vermittlungsgeschichte des Organismus Mensch mit seiner natürlichen und kulturellen und biographischen Umwelt sich einschreibt. Der Mensch wäre dann ein lebendiges umweltbezogenes Wesen, das über eine Mehrzahl

von Medien verfügt, in die es seine lebendigen selbst- und fremdreferentiellen Prozesse einschreiben und darüber Form und Stabilität trotz Lebendigkeit und Offenheit gewinnen kann; ja, mehr noch, ein Wesen, das gleich mehrfach „reflexions“- und damit selbstkorrektur- und steuerungsfähig ist. Das lebendige Phänomen Mensch gewinnt demnach äußerlich und innerlich Form: neuronal, sprachlich und allgemein kulturell und technisch-materiell.

Für die Neurowissenschaften eröffnet sich mit einer solchen neuronalen Medien-Anthropologie ein faszinierendes Feld. Durch die strukturelle Verwandtschaft der unterschiedlichen genannten Medientheorien zeichnet sich zugleich die verlockende Möglichkeit einer fächerübergreifenden neuro-, geistes- und kultur-wissenschaftlichen Medien-Anthropologie ab.

Philosophie wäre dann die Reflexion auf die Einheit der Differenz dieser Anthropologien, aber auch auf die Unhintergebarkeit und Funktionalität der Differenz derselben.

|| DAVID KÖPF

ist Diplomphysiker und wirkt am Institut für
Wissenschaftskulturen der evangelischen Kirche,
Tübingen

|| DR. MATTHIAS MUNK

ist Projektleiter am Max-Planck-Institut für
biologische Kybernetik, Tübingen

VERANTWORTLICH

Prof. Dr. Reinhard Meier-Walser

Leiter der Akademie für Politik und Zeitgeschehen, Hanns-Seidel-Stiftung, München

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Siegfried Höfling

Diplom-Psychologe, appr. Psychotherapeut; Referent für Technologie, Medien und Kultur, Jugend und Gesundheit, Akademie für Politik und Zeitgeschehen, Hanns-Seidel-Stiftung, München

Prof. Dr. Dr. Dr. Felix Tretter

Dep. Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, kbo-Isar-Amper-Klinikum München Ost, Chefarzt, Kompetenzzentrum Sucht, Haar

Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen

Die „Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen“ werden ab Nr. 14 parallel zur Druckfassung auch als PDF-Datei auf der Homepage der Hanns-Seidel-Stiftung angeboten: www.hss.de/mediathek/publikationen.html. Ausgaben, die noch nicht vergriffen sind, können dort oder telefonisch unter 089/1258-263 kostenfrei bestellt werden.

- Nr. 01 Berufsvorbereitende Programme für Studierende an deutschen Universitäten
- Nr. 02 Zukunft sichern: Teilhabegesellschaft durch Vermögensbildung
- Nr. 03 Start in die Zukunft – Das Future-Board
- Nr. 04 Die Bundeswehr – Grundlagen, Rollen, Aufgaben
- Nr. 05 „Stille Allianz“? Die deutsch-britischen Beziehungen im neuen Europa
- Nr. 06 Neue Herausforderungen für die Sicherheit Europas
- Nr. 07 Aspekte der Erweiterung und Vertiefung der Europäischen Union
- Nr. 08 Möglichkeiten und Wege der Zusammenarbeit der Museen in Mittel- und Osteuropa
- Nr. 09 Sicherheit in Zentral- und Südasiens – Determinanten eines Krisenherdes
- Nr. 10 Die gestaltende Rolle der Frau im 21. Jahrhundert
- Nr. 11 Griechenland: Politik und Perspektiven
- Nr. 12 Russland und der Westen
- Nr. 13 Die neue Familie: Familienleitbilder – Familienrealitäten
- Nr. 14 Kommunistische und postkommunistische Parteien in Osteuropa – Ausgewählte Fallstudien
- Nr. 15 Doppelqualifikation: Berufsausbildung und Studienberechtigung – Leistungsfähige in der beruflichen Erstausbildung
- Nr. 16 Qualitätssteigerung im Bildungswesen: Innere Schulreform – Auftrag für Schulleitungen und Kollegien
- Nr. 17 Die Beziehungen der Volksrepublik China zu Westeuropa – Bilanz und Ausblick am Beginn des 21. Jahrhunderts
- Nr. 18 Auf der ewigen Suche nach dem Frieden – Neue und alte Bedingungen für die Friedenssicherung
- Nr. 19 Die islamischen Staaten und ihr Verhältnis zur westlichen Welt – Ausgewählte Aspekte
- Nr. 20 Die PDS: Zustand und Entwicklungsperspektiven
- Nr. 21 Deutschland und Frankreich: Gemeinsame Zukunftsfragen
- Nr. 22 Bessere Justiz durch dreigliedrigen Justizaufbau?
- Nr. 23 Konservative Parteien in der Opposition – Ausgewählte Fallbeispiele
- Nr. 24 Gesellschaftliche Herausforderungen aus westlicher und östlicher Perspektive – Ein deutsch-koreanischer Dialog
- Nr. 25 Chinas Rolle in der Weltpolitik
- Nr. 26 Lernmodelle der Zukunft am Beispiel der Medizin
- Nr. 27 Grundrechte – Grundpflichten: eine untrennbare Verbindung

- Nr. 28 Gegen Völkermord und Vertreibung – Die Überwindung des zwanzigsten Jahrhunderts
- Nr. 29 Spanien und Europa
- Nr. 30 Elternverantwortung und Generationenethik in einer freiheitlichen Gesellschaft
- Nr. 31 Die Clinton-Präsidentschaft – ein Rückblick
- Nr. 32 Alte und neue Deutsche? Staatsangehörigkeits- und Integrationspolitik auf dem Prüfstand
- Nr. 33 Perspektiven zur Regelung des Internetversandhandels von Arzneimitteln
- Nr. 34 Die Zukunft der NATO
- Nr. 35 Frankophonie – nationale und internationale Dimensionen
- Nr. 36 Neue Wege in der Prävention
- Nr. 37 Italien im Aufbruch – eine Zwischenbilanz
- Nr. 38 Qualifizierung und Beschäftigung
- Nr. 39 Moral im Kontext unternehmerischen Denkens und Handelns
- Nr. 40 Terrorismus und Recht – Der wehrhafte Rechtsstaat
- Nr. 41 Indien heute – Brennpunkte seiner Innenpolitik
- Nr. 42 Deutschland und seine Partner im Osten – Gemeinsame Kulturarbeit im erweiterten Europa
- Nr. 43 Herausforderung Europa – Die Christen im Spannungsfeld von nationaler Identität, demokratischer Gesellschaft und politischer Kultur
- Nr. 44 Die Universalität der Menschenrechte
- Nr. 45 Reformfähigkeit und Reformstau – ein europäischer Vergleich
- Nr. 46 Aktive Bürgergesellschaft durch bundesweite Volksentscheide? Direkte Demokratie in der Diskussion
- Nr. 47 Die Zukunft der Demokratie – Politische Herausforderungen zu Beginn des 21. Jahrhunderts
- Nr. 48 Nachhaltige Zukunftsstrategien für Bayern – Zum Stellenwert von Ökonomie, Ethik und Bürgerengagement
- Nr. 49 Globalisierung und demografischer Wandel – Fakten und Konsequenzen zweier Megatrends
- Nr. 50 Islamistischer Terrorismus und Massenvernichtungsmittel
- Nr. 51 Rumänien und Bulgarien vor den Toren der EU
- Nr. 52 Bürgerschaftliches Engagement im Sozialstaat
- Nr. 53 Kinder philosophieren
- Nr. 54 Perspektiven für die Agrarwirtschaft im Alpenraum
- Nr. 55 Brasilien – Großmacht in Lateinamerika
- Nr. 56 Rauschgift, Organisierte Kriminalität und Terrorismus
- Nr. 57 Fröhlicher Patriotismus? Eine WM-Nachlese
- Nr. 58 Bildung in Bestform – Welche Schule braucht Bayern?
- Nr. 59 „Sie werden Euch hassen ...“ – Christenverfolgung weltweit
- Nr. 60 Vergangenheitsbewältigung im Osten – Russland, Polen, Rumänien
- Nr. 61 Die Ukraine – Partner der EU

- Nr. 62 Der Weg Pakistans – Rückblick und Ausblick
- Nr. 63 Von den Ideen zum Erfolg: Bildung im Wandel
- Nr. 64 Religionsunterricht in offener Gesellschaft
- Nr. 65 Vom christlichen Abendland zum christlichen Europa –
Perspektiven eines religiös geprägten Europabegriffs für das 21. Jahrhundert
- Nr. 66 Frankreichs Außenpolitik
- Nr. 67 Zum Schillerjahr 2009 – Schillers politische Dimension
- Nr. 68 Ist jede Beratung eine gute Beratung? Qualität der staatlichen Schulberatung in Bayern
- Nr. 69 Von Nizza nach Lissabon – neuer Aufschwung für die EU
- Nr. 70 Frauen in der Politik
- Nr. 71 Berufsgruppen in der beruflichen Erstausbildung
- Nr. 72 Zukunftsfähig bleiben! Welche Werte sind hierfür unverzichtbar?
- Nr. 73 Nationales Gedächtnis in Deutschland und Polen
- Nr. 74 Die Dynamik der europäischen Institutionen
- Nr. 75 Nationale Demokratie in der Ukraine
- Nr. 76 Die Wirtschaftsschule von morgen
- Nr. 77 Ist der Kommunismus wieder hoffähig?
Anmerkungen zur Diskussion um Sozialismus und Kommunismus in Deutschland
- Nr. 78 Gerechtigkeit für alle Regionen in Bayern –
Nachdenkliches zur gleichwertigen Entwicklung von Stadt und Land
- Nr. 79 Begegnen, Verstehen, Zukunft sichern –
Beiträge der Schule zu einem gelungenen kulturellen Miteinander
- Nr. 80 Türkische Außenpolitik
- Nr. 81 Die Wirtschaftsschule neu gedacht – Neukonzeption einer traditionsreichen Schulart
- Nr. 82 Homo oecologicus – Menschenbilder im 21. Jahrhundert
- Nr. 83 Bildung braucht Bindung
- Nr. 84 Hochschulpolitik: Deutschland und Großbritannien im Vergleich
- Nr. 85 Energie aus Biomasse – Ethik und Praxis
- Nr. 86 Türkische Innenpolitik – Abschied vom Kemalismus?
- Nr. 87 Homo neurobiologicus – Ist der Mensch nur sein Gehirn?

