

das Programm, nach dem es arbeitet, wird festgelegt durch die Art, wie Nervenzellen miteinander verbunden sind und wie effektiv diese Verbindungen sind. Mehr ist es nicht! Aber wer mit wem verbunden ist und wie stark, bestimmen nicht nur die Gene. Entscheidend sind auch die Einflüsse von Erziehung, von Umwelt, von Erfahrung, die 20 Jahre lang die Entwicklung dieses Organs prägen. Umfassende Forschung am Menschenhirn muss diesen Entwicklungsprozess und die ganzen Wechselwirkungen miteinander beziehen.

»Es gibt eine Art von Aufbruch, und ich sehe viele Möglichkeiten der Zusammenarbeit.«

**Willaschek:** Ich freue mich sehr, dass Sie die Kooperationsmöglichkeiten so positiv beurteilen. Ich glaube auch, dass es eine Art von Aufbruch gibt und sehe viele Möglichkeiten der Zusammenarbeit: in

der Erkenntnistheorie, in der Philosophie des Geistes oder in Fragen der Willensfreiheit. Auf Seiten der Philosophie gibt es für die empirische Forschung eine größere Offenheit als noch vor zehn oder 20 Jahren. Allerdings wird es weiterhin spezifisch philosophische Fragen geben: Fragen der Begriffsexplikation oder normative Fragen mit ethischen Dimensionen. Und da haben Philosophen eine Kompetenz, die sich nicht ersetzen lässt, weder durch sozialwissenschaftliche noch durch naturwissenschaftliche Forschung.

**Singer:** Ersetzbar ist, glaube ich, überhaupt nichts! Keine der Disziplinen ersetzt eine andere. Es wäre absurd, Hirnforschung betreiben zu wollen und zu sagen, wir werden in Zukunft dann die Verhaltensforschung ersetzt haben, oder die Psychologie. Nein! Wir Neurowissenschaftler wüssten gar nicht, was wir tun sollten, wenn wir nicht die Taxonomie der Phänomene hätten, die die Psychologie isoliert hat.

**Willaschek:** In der Tat. Und auch die Philosophie liefert eine spezifische Form der Fragestellung, die in diesem Konzert von Wissenschaften wichtig ist. Die Philosophie muss nicht einfach nur zur Kenntnis nehmen, was in den Naturwissenschaften geforscht wird, sondern sie verfügt über die notwendigen Ressourcen, um zum Beispiel bei Fragen nach der Möglichkeit eines freien Willens oder der Rolle des Bewusstseins für das menschliche Selbstverständnis unsere vortheoretischen Intuitionen zu artikulieren und aufzuklären. ♦



## »Eng ist die Welt, und das Gehirn ist weit«

Vom Unfug des gefesselten Willens – Ansichten eines Arztes

Seit mehr als hundert Jahren wird über die Beziehungen zwischen Körper und Geist, über psycho-physische Kausalität versus psycho-physischen Parallelismus debattiert. Damals wurde zwischen Naturwissenschaftlern und Philosophen bereits heftig über die Frage der Beziehung psychischer Funktionen und Nervensystem gestritten. Besonders eindrucksvoll kommt dies in der Rektoratsrede des berühmten Leipziger Arztes und Hirnforschers Paul Flechsig 1894 zum Ausdruck: »Die Ärzte werden sich in ihren Überzeugungen nicht berirren lassen dürfen, wenn auch gegenwärtig zahlreiche philosophische Psychologen die innere Begründung, den logischen Aufbau der medicinischen Hirn- und Seelenlehre zweifelnd bemängeln, wenn der Dialektiker von heute mitleidig herablickt auf den Forscher, welcher der ›Seele‹ einen besonderen Sitz im Körper zuzuweisen trachtet.« Es ist gerade diese In-

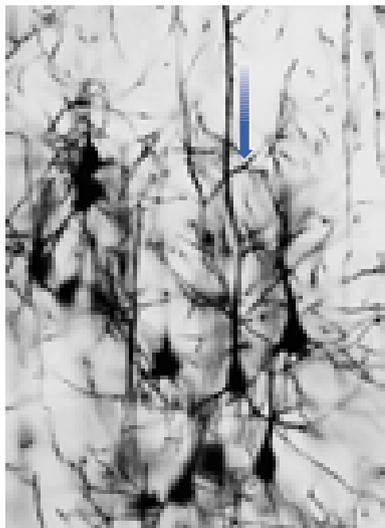
attention der Forscher, die sich in den folgenden Jahrzehnten bis heute als weiterführend und erfolgreich erwiesen hat.

Es geht um das Selbstverständnis der Hirnforschung. Die neuen bildgebenden Methoden der neurologischen Forschung und die mit diesen Methoden bei gesunden Probanden und in krankhaft veränderten Gehirnen erzielten Ergebnisse haben einige Hirnforscher zu der übermütigen These verleitet, man könne aus den Bilddaten psychische Phänomene ablesen. Von beispielloser Hybris zeugt das weitergehende Ansinnen, die moderne Hirnforschung könne ein neues Menschenbild etablieren. Wolfgang Prinz, Direktor am Max-Planck-Institut für Kognition- und Neurowissenschaften in München, ist diesem Anspruch der aktuellen Hirnforschung 2004 entschieden und mit guten Gründen entgegengetreten. Die Hirnforschung fördert zwar eine überwältigende, kaum mehr zu erfassende

Fülle von Details, von der Bildgebung und ihrer funktionellen Korrespondenz über die Biochemie der Transmitter, die Prozesse an den Synapsen und die auf neuronaler Ebene wirksamen genetischen Aktivitäten zutage, aber von einem Gesamtbild der Arbeitsweise des Gehirns ist sie weit entfernt. Ein neues Menschenbild zu entwerfen, wäre Sache der Anthropologie, der Philosophie, der Psychologie. Die Hirnforschung ist hierzu weder kompetent noch reif.

Sprache der Neuronen  
nur beschreiben, aber  
noch nicht entschlüsseln

Wo steht die Barriere, an der die Neurobiologie in ihrem Anspruchdenken die Waffen strecken muss? Die Kenntnis noch so genauer Bilddaten und noch so fein differenzierter Netzwerke und ihrer Aktivität gibt keine Auskunft darüber, was die elektrophysiologisch registrierten Erregungs- oder Hemmungs-



1 2 Neuronale Netzwerke in der Großhirnrinde des Menschen, dargestellt durch Silberimprägnation nach Golgi-Cox. Die Golgi-Methode wurde 1873 von Camillo Golgi erfunden. Sie stellt die Nervenzellkörper und die von ihnen ausgehenden Zellfortsätze (Axone und Dendriten) dar. Je nach Variation der Methodik werden entweder besonders die Nervenzellkörper 1 oder das Flechtwerk der Zellfortsätze 2 angefärbt. Die Synapsen sind in Form der Dornfortsätze stellenweise sichtbar (Pfeil). Dabei entspricht jedem »Dorn« eine Synapse. Eine einzige große Nervenzelle kann bis zu 10 000 Synapsen an ihrem Dendritenbaum tragen. Dies ist 320fache Vergrößerung.



prozesse oder die im funktionellen Kernspintomogramm sichtbare hohe oder niedrige Aktivität für den dazugehörigen Menschen im gegebenen Zeitpunkt bedeuten. Wir können die Sprache der Neuronen und neuronaler Netzwerke heute zwar beschreiben, hören und sehen, aber wir haben keinen Schlüssel zu ihrer Semantik, zu ihrem Code.

Alle neuronalen Aktivitäten in der Großhirnrinde (Cortex cerebri), dem Ort kognitiver und sprachlicher Leistungen, spielen sich in Form neuronaler Impulse ab. Heute können Impulsbildung, Impulsfrequenz, Impulsweitergabe und Impulsverarbeitung nicht nur in neuronalen Netzwerken, sondern auf Einzelzellniveau genauestens analysiert und aufgezeichnet werden. Diese Vorgänge lassen uns die »Sprache der Neuronen« verbindlich erkennen, sie enthalten keine Information über die *Bedeutung* der ablaufenden und aufgezeichneten Vorgänge für das Individuum. Diese Tatsache bleibt bestehen, auch wenn das Auflösungsvermögen der bildgebenden Verfahren in der Hirnforschung um den Faktor 10

oder 100 erhöht werden könnte. Es ist zwar ein Fortschritt, zu wissen, an welchen Stellen der riesigen »Benutzeroberfläche« der Großhirnrinde neuronale Netzwerke gerade aktiviert sind und welche und wie viele Nervenzellen hieran beteiligt sind, aber wir können daraus nicht mit Sicherheit ableiten, was diese Aktivitäten für das Individuum *bedeuten*. So kann eine einzige, beispielsweise inhibitorisch wirkende neuronale Impulsserie in einem lokalen neuronalen Netzwerk den psychischen Zustand eines Menschen und damit auch sein Verhalten in den nächsten Sekunden, Minuten oder Tagen modifizieren oder sogar umkehren, ohne dass sich der *Aktivitätsgrad* des Netzwerks erkennbar ändert. Dies gilt für sprachliche und motorische Aktivitäten gleichermaßen.

»Eng ist die Welt, und das Gehirn ist weit«, sagt Friedrich Schiller (Wallensteins Tod, 2. Aufzug, 2. Auftritt). Früher habe ich diesen Satz nicht richtig verstanden, jetzt verstehe ich ihn: Das funktionelle Potenzial des Gehirns, seine Wahrnehmungen, seine Erkenntnisse, seine schöpferischen Leistungen, seine gedanklichen Bewegungen, sein angepasstes oder antizyklisches Verhalten, sein In-Frage-Stellen umfassen und bedeuten viel mehr als die dingliche Welt mit ihren engen physikalischen, chemischen und biologischen Gesetzmäßigkeiten. Die kognitiven Leistungen setzen sich über sie hinweg – auch kontraproduktiv und »gegen alle Vernunft« – sie folgen ihren eigenen Intentionen, ihren eigenen Bewegungen und Zielen. Fast habe ich den Eindruck, dass sich Max Planck (1858–1947) in seinem großartigen Vortrag »Determinismus oder Indeterminismus« auf diese Erkenntnis Schillers bezieht, wenn er, als Naturwissenschaftler und Physiker, nachdem er den Determinismus verteidigt hat, sagt: »Gedanken sind feiner als Atome und Elektronen, in Gedanken vermögen wir ebenso leicht einen Atomkern zu spalten wie eine kos-

mische Distanz von Millionen Lichtjahren zu überspringen... In dem unermesslichen Reich der Gedankenwelt nimmt die Natur nur einen ganz schmalen Bezirk ein.«

Als Arzt ist es für mich selbstverständlich, davon auszugehen, dass das Gehirn als Teil dieses unseres Universums in seiner Entstehung und in seiner Funktion kausalen Gesetzen unterworfen ist, dass es sowohl in seiner Entwicklung als auch in seiner Arbeitsweise an diese Gesetze gebunden, also determiniert ist. Ich wäre sowohl im Studium als auch in meiner Tätigkeit als Arzt an der Welt irre geworden, wenn ich nicht Diagnose und Therapie auf dieser Prämisse aufgebaut hätte. Aber ebenso wäre ich irre an der Welt um mich geworden, wenn ich an der Existenz meines freien Willens gezweifelt hätte.

Wenn sich ein Arzt und Naturwissenschaftler mit dem Problem des freien Willens befasst, muss er sich zur Wirksamkeit von Kausalketten bekennen, wie sie in allen Naturbereichen erkennbar sind. Dazu gehört das Bekenntnis zur Determiniertheit aller Vorgänge in der Natur, natürlich auch im Gehirn als Teil dieser Natur. Wer viele Jahre lang wie ich aus diagnostischen Gründen die Nervenzellen, ihre Verbindungen und Schaltstellen und ihre Netzstruktur im menschlichen Gehirn untersucht hat, auch elektronenmikroskopisch, ja berufsbedingt untersuchen musste, um krankhafte Veränderungen nachzuweisen oder auszuschließen, weiß, wovon er spricht. Die ungeheure Differenziertheit der Verbindungen, Verzweigungen und Vernetzungen neuronaler Zellen und ihrer Fortsätze schon im Bereich eines tausendstel Millimeters und die Extrapolation dieser Struktur auf die gesamte Großhirnrinde (Neocortex), also den Ort der Entstehung kognitiver Vorstellungen und Leistungen, übersteigt jedes Vorstellungsvermögen. Sie ist durchaus vergleichbar mit astronomischen Dimensionen, wie man sie bei der Betrachtung des nächtlichen Sternenhimmels erlebt.

In einem Würfel des cerebralen Cortex von 1 Millimeter Kantenlänge befinden sich etwa 150 000 Nervenzellen mit 450 Meter Dendriten, 3000 Meter axonalen Zellfortsätzen und etwa 10 Milliarden Synapsen. Wenn die hier ablaufenden Vorgänge nicht kausalen Regeln folgen würden, wäre der Beliebigkeit aller neuronalen Aktionen Tür und Tor geöffnet, die Folge wäre ein neuronales und damit funktionelles Chaos.

### Wie verhalten sich neuronale und psychische Phänomene zueinander?

Ist es heute noch möglich, die Gleichzeitigkeit somatischer und psychischer Vorgänge anzuzweifeln, ist es also möglich, zu behaupten, Aktivitäten in Neuronen, neuronalen Ketten oder Netzwerken produzierten psychische Phänomene, brächten sie hervor – wie die Niere den Urin, haben Spötter dieser Auffassung schon Anfang des letzten Jahrhunderts gesagt? Nein, neuronale und psychische Phänomene sind gleichzeitig, sie sind identisch, sie verhalten sich zueinander wie die konvexe und konkave Oberfläche einer Kugelhalbschale. Sie erweisen sich nur in Abhängigkeit von der angewandten Untersuchungsmethode als verschieden. Wäre dies nicht so, wäre eine psycho-physische (und physiko-psychische) Aufeinanderfolge von Ereignissen gültig, dann gäbe es kurzzeitig, wenn auch nur für Sekundenbruchteile, vom neurobiologischen Substrat losgelöste psychische Phänomene. Nein, der von René Descartes begründete Dualismus, nach dem sich Natur und Geist als zwei eigenständige Entitäten gegenüber stehen, ist tot,

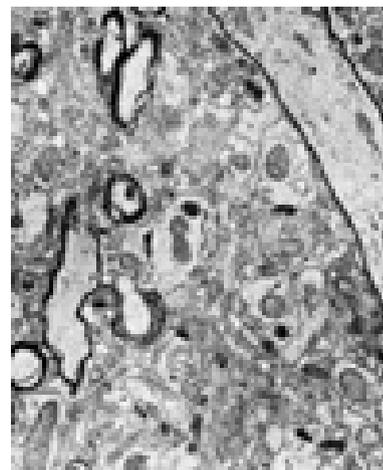
er lässt sich auch nicht wiederbeleben.

Damit ist noch nichts über die Bedingtheiten und Ursachen dieser Vorgänge gesagt. Aus naturwissenschaftlicher Sicht kann aber die Überzeugung vertreten werden, dass sie kausal verbunden, also determiniert sein müssen. Ich respektiere das nicht nur im Bereich der regulären Funktion des Gehirns, sondern ebenso auf dem Gebiet krankhafter Störungen. Wie könnte ich als Arzt tätig sein, wenn ich nicht versuchen würde, bei einem Patienten mit lebensgefährlichem Bluthochdruck die mir bekannten Ursachen und Risikofaktoren zu überprüfen und eine medikamentöse Therapie einzuleiten, von der erwiesen ist, dass sie die Blutdruckwerte senkt, und diese Therapie zu überprüfen, notfalls zu ändern? Würde ich dem Patienten gut zurechnen, seine Störungen auf das Erdmagnetfeld zurückzuführen und Salbeitee verordnen, hätte ich meinen Beruf verfehlt.

### »Zonen des Schweigens« oder die Grenzen der bildgebenden Verfahren

Die aktuelle Hirnforschung ist durch ihre methodischen Fortschritte, besonders durch die elektrophysiologischen Methoden mit Einzelzellableitung von Neuronen und durch die bildgebenden Verfahren [siehe »Ausgewählte Methoden der Hirnforschung im Überblick«, Seite 78], die Wahrnehmungen kognitiver und sprachlicher Leistungen des Gehirns ohne Eingriffe sichtbar machen, einige ganz große Schritte vorwärts gegangen, man könnte sogar sagen: gesprungen. Einigen Wissenschaftlern sind offensichtlich diese neuen Errungenschaften der

Hirnforschung zu Kopf gestiegen und haben sie zu der Feststellung veranlasst, die Brücke zwischen hirnhypophysologischen und psychischen Vorgängen sei nun geschlagen, und man könne nun aus den Untersuchungsergebnissen am Gehirn psychische Phänomene ablesen. Das geht so weit, dass in rechtsmedizinischen Fragen die forensische Psychiatrie aufgrund der Ergebnisse bildgebender Untersuchungen am Gehirn angeblich in die Lage versetzt sein sollte, zur Schuldfähigkeit eines Angeklagten Stellung zu nehmen. Dies ist ein Zeichen der Unkenntnis der gegenwärtigen Leistungsfähigkeit bildgebender Verfahren, die längst noch nicht in der Lage sind, neuronale Netzwerke, die Träger kognitiver Prozesse, darzustellen. Die erreichbare Schichtdicke liegt bei 1 bis 2 Millimeter, die Auflösung in der



3 Das neuronale Netzwerk wird im Elektronenmikroskop in Form dicht gepackter »Anschnittprofile« sichtbar. Die neuronalen Zellfortsätze sind in verschiedenen Richtungen angeschnitten. Das Bild zeigt eine 22 500fache Vergrößerung.

Fläche bei 1 Millimeter, höchstens 0,7 Millimeter, während die funktionstragenden neuronalen Netzwerke eine Ausdehnung von 0,1 bis 0,2 Millimeter haben, also nicht erkennbar sind.

## Die Elektronenmikroskopie in der Hirnforschung

Neuronales Netzwerk der Großhirnrinde des Menschen im elektronenmikroskopischen Bild: Die Technik der elektronenmikroskopischen Untersuchung wurde 1952 in die Neurobiologie und Neuropathologie eingeführt. Sie setzt eine Imprägnation des Gewebes mit Plastik (hier: Epoxidharz) voraus, das nach der Imprägnation aushärtet. Von diesen Plastikblöcken werden im Ultramikrotom 300 bis 500 nm (Nanometer) dünne Schnitte, Ultradünnschnitte, hergestellt. Sie werden im Elektronenmikroskop mit den auf 60 bis 80 kV (Kilovolt) beschleunigten Elektronen durchsetzt, von elektromagnetischen Feldern, die als Linsen wirken, vergrößert und auf Leuchtschirmen

oder durch Digitalkameras aufgefangen. Die aufgelösten Strukturen können 1000fach bis 200 000fach vergrößert werden.

Das Elektronenmikroskop hat eine neue Welt der Ultrastruktur normaler und pathologisch veränderter Strukturen erschlossen und wird mit großem Erfolg in der anatomischen und pathologischen Forschung eingesetzt. Im Gehirn hat es mit der Abbildung der Synapsen (Kontaktstellen) den letzten Beweis für die Richtigkeit der Neuronentheorie geliefert: Die Fortsätze von Nervenzellen sind nicht kontinuierlich miteinander verbunden, sondern durch den synaptischen Spalt getrennt.



4 Das elektronenmikroskopische Bild des neuronalen Netzwerks lässt bei stärkerer Vergrößerung die Struktur einer Synapse erkennen. Sie besteht aus dem präsynaptischen (axonalen) Anteil mit den Synapsenbläschen und dem hellen postsynaptischen (dendritischen) Anteil. Die beiden Abschnitte sind durch den synaptischen Spalt (Pfeil) zugleich getrennt und verbunden. Das Bild zeigt eine 45 000fache Vergrößerung.

Zudem lassen die bildgebenden Methoden nur Bereiche hoher funktioneller Aktivität erkennen. Bereiche geringer oder fehlender Aktivität, die »Zonen des Schweigens«, werden nicht dargestellt, obwohl sich gerade dort durchaus entscheidende neuronale Aktivitäten abspielen können, die die aktuelle psychische Situation maßgebend mitbestimmen. Sie bleiben aber unter der Sichtbarkeitsgrenze bei Darstellung des Sauerstoff- oder Glukoseverbrauchs oder der Durchblutung, auf denen diese Methoden beruhen. Dies gilt vor allem für das limbische System, das den emotionalen Hintergrund der psychischen Befindlichkeit bestimmt sowie für das ausgedehnte System der *Formatio reticularis* im Hirnstamm, das den Grad der Zuwendung, der Aufmerksamkeit und der Motivation bestimmt und damit die im *Cortex cerebri* sich abspielenden kognitiven

Vorgänge verstärken oder auch mindern oder bedeutungslos werden lassen kann.

Der Gerichtspsychiater ist weiterhin auf den Erfahrungsschatz seines Fachs und auf sein Wissen angewiesen, wenn er nach seinen eingehenden Untersuchungen und der Kenntnis der Vorgeschichte, der frühkindlichen Ereignisse und des psychosozialen Hintergrunds ein Urteil über die Schuldfähigkeit eines Angeklagten abgibt. Niemand kann ihm diese schwierige, auf Erfahrung und minutiösen Beobachtungen beruhende Tätigkeit abnehmen. Dabei die Resultate bildgebender Untersuchungen entscheidungsbildend zu nutzen, würde von einem unzulässigen, simplifizierenden und unwissenschaftlichen Verständnis der Hirntätigkeit zeugen.

Bei der Frage nach Determinismus oder Indeterminismus muss noch ein anderer Aspekt einbezogen werden. Wie bereits dargelegt, ist jede neuronale Aktivität das Ergebnis vorangegangener Aktivitäten, sie sind kausal verknüpft. Nimmt man hinzu, was die moderne Hirnforschung über die Vorgänge an den Verknüpfungsorten, den Synapsen gefunden hat – die unterschiedlichen Überträgerstoffe, die Beeinflussung der präsynaptischen

Boutons und die Veränderungen an den postsynaptischen Rezeptoren –, dann wird das Bild des Netzwerks noch um mehrere Dimensionen komplizierter. Wir wissen außerdem heute, dass die Synapsen nicht so stabil sind, wie sie aussehen, sondern modifizierbar, Grundlage der so genannten Plastizität des menschlichen Gehirns; dieses kann sich im physiologischen Bereich bei Lernvorgängen wie auch nach Schädigungen auf neue Situationen einstellen, neue Wege eröffnen, neue Schaltungen etablieren. Angesichts dieser Situation erscheint es utopisch, ei-

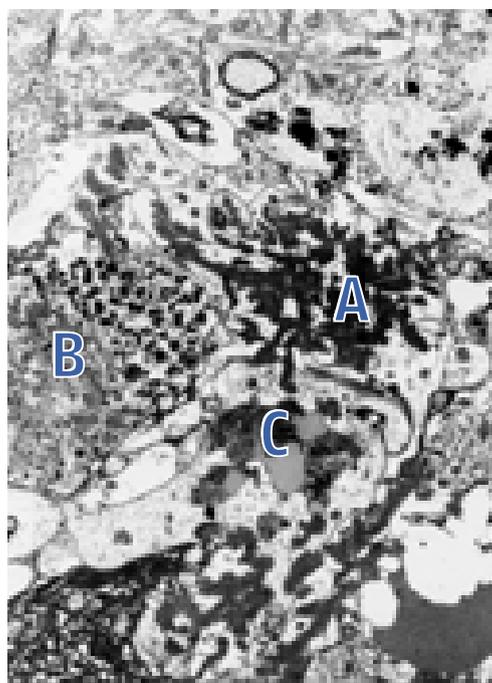
ne Willensentscheidung neurobiologisch nachzuvollziehen. Was wir wissen, spricht dafür, dass es kausale Verknüpfungen gibt, die seit Tagen oder Jahren bestehen, dass aber bei Entscheidungen die letzte EntschlieÙung, die in Minuten oder in Sekundenbruchteilen erfolgt, durch aktuelle Impulsübertragungen ausgelöst wird.

Das Bewusstsein meines freien Willens ist wirklicher und auch wichtiger als die Kenntnis neuronaler Vorgänge, die eben diesem Willen und Willen zugrunde liegt. Selbst Benjamin Libet [siehe auch Buchtipp »Benjamin Libet erklärt, wie das Gehirn Bewusstsein erzeugt«, Seite 99], dessen Experimente oft als Beweise für den vorprogrammierten Willen interpretiert werden, bekundet: »It is foolish to give up our view of ourselves as having some freedom of action and of not being predetermined robots in the basis of an unproven theory of determinism.«

Die Forderung Wolf Singers, Direktor am Max-Planck-Institut für Hirnforschung Frankfurt, wir sollten aufhören, über Freiheit zu reden, denn die Verschaltungen in unseren neuronalen Netzen legen uns fest, ist daher nur ein Teil der Wahrheit. Im Gegenteil, wir sollten viel mehr über Freiheit reden, denn sie ist unsere Wirklichkeit. Dies hatte schon Max Planck erkannt, der in seinem Vortrag »Vom Wesen der Willensfreiheit« bereits 1936 als Naturwissenschaftler zu diesem Thema Stellung bezog. Er legte dar, dass Determinismus und Freiheit des eigenen Willens keine unvereinbaren Gegensätze, sondern verschiedene Kategorien sind. Auf dem Bewusstsein von Freiheit und Verantwortung beruht unser Selbstverständnis als menschliche Wesen, es wird durch Erkenntnisse der Hirnforschung nicht außer Kraft gesetzt.

Schließlich sei noch bemerkt, dass auch in einem neuronalen Netzwerk als Träger kognitiver Prozesse und Entscheidungen die Gesetze der Quantenphysik gelten. Die Quantentheorie legt keine Fakten fest, sondern mögliche von unend-

5 Pathologische Veränderungen in der Grosshirnrinde bei Alzheimer-Krankheit im Elektronenmikroskop. Das neuronale Netzwerk ist schwer gestört durch die Einlagerung von Amyloid in Form seniler Plaques (A). Auftreibung von Zellfortsätzen der Nervenzellen mit Anhäufung von Lysosomen und Mitochondrien (B), die so genannten neuritischen Komponente der Alzheimer-Plaques. Lipofuszin (C). 10 000fache Vergrößerung.



lich vielen, miteinander interagierenden Zuständen. Erst mit dem irreversiblen Akt der Messung werden Fakten produziert, wird aus dem Spektrum der Möglichkeiten eine Wirklichkeit festgelegt. Welchen Einfluss die vorangegangenen neuronalen Impulse und Impulsmuster in einem lokalen neuronalen Netzwerk haben, muss offen bleiben, kann nicht entschieden werden. Die Quantentheorie lässt ausdrücklich dem Zufall einen Stellenwert, wie Thomas und Brigitte Görnitz in ihrem Buch »Der kreative Kosmos – Geist und Materie aus Information« dargelegt haben. Die

Quantentheorie summiert nicht einfach einzelne Vorgänge auf. Sie stellt eine Theorie der Beziehungen dar, nach der neue Informationen entstehen, ohne dass sie vorprogrammiert, voraussehbar, aus dem vorangehenden Ablauf vorausbestimmt sind. Dies gilt auch für die Funktion des Gehirns und eröffnet nach Ansicht dieser Autoren einen tatsächlichen Bewegungsspielraum, einen Bereich tatsächlicher Freiheit in der ungeheuren Menge der Möglichkeiten, die unsere kognitiven Fähigkeiten und die neurobiologische Arena, auf denen sie beruht, uns offerieren. ♦

Der Autor

**Prof. Dr. Wolfgang Schlote**, 73, promovierte am Institut für Hirnforschung der Universität Leipzig, erhielt seine Ausbildung als Neuropathologe am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München, die klinische Weiterbildung an der Universitäts-Nervenklinik in Marburg und habilitierte sich am Institut für Hirnforschung der Universität Tübingen. 1984 nahm er einen Ruf auf die Professur für Neuropathologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität und damit die Leitung des Neurologischen Instituts (Edinger Institut) an. Er ist seit Oktober 2000 emeritiertes Mitglied des Neurologischen Instituts. Er ist Mitglied des interdisziplinären Arbeitskreises »Sprache und Sprachstörungen« der Universität. Schlote ist Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Neuropathologie und Neuroanatomie. Er ist Editor-in-Chief der Zeitschrift »Clinical Neuro-pathology – An international Journal«.

Literatur:

Braitenberg, Valentin (1973): <i>Gehirngespinnste. Neuroanatomie für kybernetisch Interessierte.</i> Berlin, Heidelberg: Springer.	Ross. Cambridge University Press.	ve Kosmos – Geist und Materie aus Information. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.	versity Press.	Planck, Max (1948): <i>Determinismus und Indeterminismus.</i> Zweite unveränderte Auflage Leipzig: Johann Ambrosius Barth.	trum der Wissenschaft, Heidelberg, Nr. 6, Seite 34–35.	tungen legen uns fest: Wir sollten aufhören, von Freiheit zu sprechen. In: Geyer, Christian (Hrsg.): <i>Hirnforschung und Willensfreiheit.</i> Frankfurt am Main: Edition Suhrkamp 2387. [Siehe auch Buchtipp, Seite 98]
Decartes, René (1931): <i>Philosophical works</i> , translated by E. S. Haldane and G. R. T.	Flechsich, Paul (1896): <i>Gehirn und Seele.</i> Rede, gehalten am 31. Oktober 1894 in Leipzig. Veit & Company Leipzig.	Libet, Benjamin (2004): <i>Mind Time. The temporal factor in consciousness.</i> Cambridge, Mass. and London, England: Harvard University Press.	Planck, Max (1990): <i>Vom Wesen der Willensfreiheit.</i> Vortrag, gehalten in Leipzig 1936. Fischer Taschenbuch Verlag. Frankfurt am Main.	Prinz, Wolfgang (2004): <i>Neue Ideen tun Not.</i> In: <i>Das Manifest. Gehirn und Geist, Spek-</i>	Schiller, Friedrich (o.J.): <i>Wallensteins Tod.</i> 2. Aufzug, 2. Auftritt. Grossherzog Wilhelm Ernst Ausgabe. Leipzig: Insel.	
	Görnitz, Thomas und Brigitte (2002): <i>Der kreative</i>			Singer, Wolf (2004): <i>Verschalt-</i>		

# Wissen vernetzen

Disziplinen unter einem Dach: Das Frankfurter Institute for Advanced Studies (FIAS)

Das Frankfurter Institute for Advanced Studies (FIAS) sieht den interdisziplinären Austausch als eine Grundvoraussetzung für die Erforschung komplexer Systeme, für die das Gehirn nur eines unter vielen Beispielen ist. Zu den derzeit 14 fest angestellten Fellows des FIAS kommen neun Adjunct Fellows, die ihren Lehrstuhl an auswärtigen Universitäten haben und zusätzliche Forschungsaufgaben am FIAS übernehmen. Im Rahmen der Frankfurt Graduate School for Science sollen sie auch in die Lehre an der Johann Wolfgang Goethe-Universität eingebunden werden. Auf dem Gebiet der Hirnforschung konnte Prof. Dr. Wolf Singer, zusammen mit dem Physiker Prof. Dr. Walter Greiner einer der Gründungsdirektoren des FIAS, zwei Adjunct Fellows gewinnen, mit denen er seit vielen Jahren einen fruchtbaren gedanklichen Austausch

