

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 Schlotte, 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. Schlotte 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, translated by E. S. Haldane and G. R. T.</i> | 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 Uni- | 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 kreati-</i> | Cambridge, Mass. and London, England: Harvard Uni- | | Singer, Wolf (2004): <i>Verschal-</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



pflegt: den Bochumer Physiker und Neuro-Informatiker Prof. Dr. Christoph von der Malsburg und den Mainzer Bewusstseins-Philosophen und Neuro-Ethiker Prof. Dr. Thomas Metzinger.



Neuro-Informatiker **Christoph von der Malsburg** testet Modelle für die Funktionsweise des Gehirns auf dem Computer.

Grenzgänger zwischen Physik, Informatik und Neurobiologie

Bereits als 16-Jähriger wollte Christoph von der Malsburg wissen, wie das Gehirn funktioniert. Seit diesen Tagen, als er seine erste, von seinen Studienfreunden belächelte »Lämpchen-Theorie« der Gehirnfunktion schuf, haben die Vorstellungen des inzwischen mehrfach ausgezeichneten Wissenschaftlers seine Kollegen zum Widerspruch gereizt. So etwa die Anfang der 1980er Jahre postulierte »Korrelationstheorie der Gehirnfunktion«. Ausgehend von der Frage, wie das Gehirn die Außenwelt repräsentiert, formulierte der Physiker und Hirnforscher das »Bindungsproblem«: Wie konnten Sinneseindrücke, die in unterschiedlichen Regionen des Gehirns registriert wurden, zu einem komplexen Modell der Realität zusammengesetzt werden? Von der Malsburg argumentierte, dies geschehe, indem die Neuronenfeuer aus den beteiligten Hirnregionen sich kurzfristig synchronisieren. Lange Zeit waren seine Fachkollegen skeptisch, bis der Frankfurter Hirnforscher Wolf Singer [siehe auch Wolf Singer, »Synchronisierte Antworten aus der Großhirnrinde – Ein Lösungsvorschlag für das Bindungsproblem«, Seite 45] Ende der 1980er Jahre die Theorie durch neurophysiologische Messungen bestätigte. Gemeinsam kämpfen sie seitdem mit wachsendem Erfolg für die weltweite Anerkennung der Theorie.

Von der Malsburgs Forschungsgegenstand ist nicht das lebende

Gehirn, sondern die Nachbildung seiner Funktionsweise im Computer. Dieser Ansatz machte ihn von Anfang an zum Grenzgänger zwischen den Disziplinen. Er studierte zunächst Physik in Göttingen, München und Heidelberg und promovierte an der Universität Heidelberg über Elementarteilchenphysik. Danach folgte er seinem Interesse am Gehirn in Otto Creutzfeldts Neurobiologischer Abteilung des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie in Göttingen. 1988 folgte er einem Ruf an die University of Southern California in Los Angeles als Professor für Computer Science und Neurobiologie. Ab 1990 baute er mit seinem Kollegen Werner von Seelen das Institut für Neuroinformatik an der Ruhr-Universität Bochum auf, und begann in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Projekt eine neue Theorie über die Bildverarbeitung im Gehirn zu testen. Er entwickelte ein aus Computer und Videokamera bestehendes System, das Gesichter erkennt und mittlerweile weltweit als Überwachungs- und Erkennungssystem in Kernkraftwerken, Banken, Firmen und Flughäfen den Zugang zu Hochsicherheitsbereichen kontrolliert. Vertrieben wird es von der Firma ZN Vision Technologies, die von der Malsburg und von Seelen Anfang der 1990er Jahre gründeten und die mittlerweile 70 Mitarbeiter beschäftigt. ZN Vision Technologies fusionierte kürzlich mit der amerikanischen Firma Visage. 1996 wurde das Erkennungssystem »ZN Face« mit dem Innovationspreis der deutschen Wirtschaft ausgezeichnet.

Den Computer das Sehen lehren

Die modellhafte Nachbildung des Sehens auf dem Computer ist bis heute der Arbeitsschwerpunkt von der Malsburgs. So interessiert ihn die Frage, wie unser »inneres Auge« ein stabiles, von den Augenbewegungen unabhängiges Bild unserer Umwelt erzeugt. Seine Vermutung: Es vergleicht die aktuellen Bilddaten aus einer »Bilddomäne« mit den in einer Modelldomäne gespeicherten Daten – und zwar mit Hilfe schneller Organisationsprozesse, die Punkt zu Punkt Verbindungen zwischen den beiden Domänen herstellen (»Dynamic links«). So kann das Bild ständig den situati-

onsabhängigen Eindrücken angepasst und gleichzeitig stabil gehalten werden.

Zwar widerspricht diese Vorstellung dem gegenwärtigen Standardmodell der Hirnforscher, die von starren Verbindungen zwischen den Nervenzellen ausgehen, aber das stört den Visionär von der Malsburg wenig. Es wäre nicht das erste Mal, dass sich seine Ideen im Nachhinein als richtig erwiesen hätten. Nicht zuletzt deshalb hat der Hirnforscher Singer ihn als Adjunct Fellow an das Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) geholt. Von der Malsburg sieht in der neuen interdisziplinären Forschungseinrichtung die Chance, einen Paradigmenwechsel im Verständnis komplexer Systeme zu bewirken: »Bisher ist man in der Informatik, den Neurowissenschaften und der Molekularbiologie stets davon ausgegangen, dass komplexe Strukturen aufgrund vorher festgelegter Baupläne entstehen. Meines Erachtens müssen wir sie aber als das Ergebnis einer Abfolge von Selbstorganisationsprozessen begreifen«, meint der Bochumer Neuro-Informatiker.

Von der Malsburg möchte auf zweifache Weise zum Forschungsprogramm des FIAS beitragen: Auf der einen Seite kann er Modelle für das komplexe Zusammenspiel von Nervenzellen oder Genen auf dem Computer nachbilden und testen. Andererseits erhofft er sich dadurch neue Erkenntnisse für die Software-Entwicklung: »Inzwischen verdoppelt sich die Speicherdichte der Chips alle 18 Monate. Mit diesem Tempo können wir auf der Software-Seite kaum noch Schritt halten«, klagt er. Seine Vision sind selbstorganisierende Computerprogramme, denen die Programmierer nur noch übergeordnete Ziele vorgeben, während die Programme die Details selbstständig erarbeiten. Zur Erforschung dieser intelligenten Systeme hat von der Malsburg ein EU-Projekt eingeworben, mit dem sich bereits drei Mitarbeiter des FIAS beschäftigen.

Von der Bewusstseins-Philosophie zur Hirnforschung

Thomas Metzinger gilt als einer der wenigen Philosophen in Deutschland, die sich intensiv mit den Ergebnissen der Neuro-, Informatik- und Kognitionswissenschaften

auseinandersetzen. Bereits während seiner Doktorarbeit zum Leib-Seele-Problem wurde ihm bewusst, »dass die Philosophie des Geistes heute seriöserweise eigentlich nur noch interdisziplinär betrieben werden kann«. Dies war der Beginn einer inzwischen 25 Jahre währenden Arbeit, aus der die kontrovers diskutierte Selbstmodell-Theorie der Subjektivität hervorging. Diese publizierte Metzinger 2003 unter dem bezeichnenden Titel »Being No One«. Er behauptet, dass das, was wir im Alltag gerne als »unser Selbst« bezeichnen, nur der Inhalt eines Modells ist, eben des »Selbstmodells«. Es beruht auf einer einheitlichen Repräsentation unseres Körpers, unserer Empfindungen und Gedanken sowie unserer Beziehungen zur Umwelt. Letztlich handelt es sich dabei um Prozesse, die direkt an neuronale Informationsverarbeitung gebunden sind. Eine Seele gibt es nicht – zumindest muss man diese Annahme nicht mehr machen, wenn man das menschliche Bewusstsein wissenschaftlich erklären will.

Solche Ansichten sind unbequem: Sie erschüttern die Vorstellung eines autonomen, nach freiem Willen handelnden Menschen, rütteln an religiösen Weltbildern und brechen mit Jahrhunderte alten philosophischen Traditionen. Auf Interesse stoßen sie aber bei all jenen, die sich um eine theoretische Deutung der Neuro-, Kognitions- und Informationswissenschaften bemühen. So diskutiert Metzinger schon seit vielen Jahren mit dem Frankfurter Hirnforscher Wolf Singer über Fragen des Bewusstseins und des freien Willens. Philosophen haben seit Jahrhunderten eine Vielzahl von Repräsentationstheorien durchdacht, die jetzt auch von der Hirnforschung herangezogen werden. »An dieser Stelle können philosophische Kenntnisse davor bewahren, das Rad neu zu erfinden«, sagt Metzinger.

Ein Brückenkopf in die Geisteswissenschaften

Für einen intensiven Dialog der Philosophie mit den Neuro-, Informations- und Kognitionswissenschaften setzt sich Thomas Metzinger seit 1995 in der von ihm mitgegründeten *Association for the Scientific Study of Consciousness*, in Deutschland in der Gesellschaft für

Kognitionswissenschaft ein. Als Präsident der Gesellschaft plädiert er dafür, dass der philosophische Nachwuchs sich wieder kritisch in die Fachdiskussion einschaltet und positive eigene Theorievorschläge entwickelt, sich international stärker vernetzt und vor allem auf Englisch publiziert. Mit seiner interdisziplinären Nachwuchsgruppe »Philosophie des Geistes« setzt er dies um. Seit April 2005, als Metzinger zum Adjunct Fellow an das Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) berufen wurde, finden die Treffen seiner Nachwuchsgruppe in Frankfurt statt. Für das FIAS stellen sie den ersten Brückenkopf in die Geisteswissenschaften dar.

1958 in Frankfurt geboren, studierte Metzinger in Frankfurt Philosophie und promovierte dort 1985. 1992 wurde er in Gießen habilitiert. Es folgten Lehr- und Wanderjahre als Dozent in Osnabrück, Saarbrücken, am Hanse-Wissenschaftskolleg in Bremen-Delmenhorst, der University of San Diego in Kalifornien und der Universität Essen. Im Frühjahr 2000 wurde Metzinger dann auf eine Professur für Philosophie der Kognitionswissenschaften nach Osnabrück berufen, und schon ein halbes Jahr später erhielt er einen eigenen Lehrstuhl für Theoretische Philosophie an der Universität Mainz. Sein Forschungsschwerpunkt ist in erster Linie die Philosophie des Geistes, aber 20 Prozent seiner Zeit widmet er auch Fragen der Neuro-Ethik und Anthropologie. »Das ist ein Thema, das auch in der Öffentlichkeit zunehmend auf Interesse stößt, weil seine Bedeutung stark zugenommen hat«, weiß Metzinger.

Wir brauchen eine »Neuro-Ethik«

Ein aktuelles Beispiel sind »Cognitive Enhancers« – Drogen, die sowohl die Denkfähigkeit als auch die allgemeine Intelligenz zu erhöhen versprechen. Als »geistige Dopingmittel« werfen sie die Frage auf, ob beispielsweise Studenten künftig vor einer Prüfung ebenso wie Sportler vor Wettkämpfen kontrolliert werden müssen. Eine andere Stoffklasse, die nach Metzingers Einschätzung zunehmend an Bedeutung gewinnen wird, sind »Lifestyle-Drogen«, die für gute Laune und Top-Form sorgen. »Ich gehe davon aus, dass die Grenze zwi-

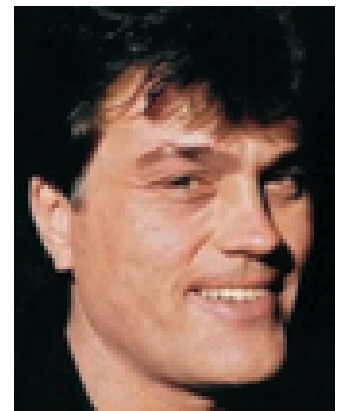


Neurophysiologische Experimente von Vilayanur Ramachandran belegen, dass sogar die Repräsentation halluzinierter körperlicher Empfindungen durch visuelle Eindrücke verändert werden kann. So kann man bei Versuchspersonen, die ein unbewegliches Phantomglied erleben, nachdem ihnen eine Hand amputiert wurde, das Gefühl erzeugen, ihre fehlende Gliedmaße sei »wieder angeschlossen« und unter willentlicher Kontrolle. Dies geschieht, wenn das sich bewegende Spiegelbild der vorhandenen Hand den Armstumpf »ergänzt«.

schen legalem und illegalem Drogenkonsum zunehmend unwichtiger wird, weil die Pharmaindustrie sie schon jetzt elegant zu umgehen versucht«, prognostiziert der Neuro-Ethiker. Mittlerweile setzten amerikanische Patienten ihre Ärzte unter Druck, leistungssteigernde und stimmungsaufhellende Medikamente zu verschreiben, ohne dass dafür eine medizinische Indikation bestünde.

Kritisch hinterfragt Metzinger, ob Leistungssteigerung eine geeignete Reaktion

auf die ständig wachsenden Informationsflut sei. Meditation und autogenes Training in Schule und Studium zu vermitteln hält er für wesentlich geeigneter, um das Bewusstsein zu erweitern – denn diese Techniken machen nicht süchtig. In anderen Kulturen habe die Suche nach Grenzerfahrungen eine lange Tradition und werde meistens in einem rituellen Kontext vollzogen. Der Philosoph empfiehlt die Entwicklung einer neuen und kritischen »Bewusstseinskultur«, die eine kulturelle Einbettung des rasanten Erkenntnisfortschritts in der Hirnforschung leistet und Menschen dazu ermutigt, auch im Umgang mit dem eigenen Gehirn die Verantwortung für ihr Leben zu übernehmen. ♦



Der Philosoph **Thomas Metzinger** entwickelte seine Selbstmodell-Theorie der Subjektivität aufgrund neurowissenschaftlicher Erkenntnisse.

Der Autor

Dr. Anne Hardy, 40, Physikerin und Wissenschaftshistorikerin, ist Referentin für Wissenschaftskommunikation an der Universität Frankfurt.