

Philosophie und Neurowissenschaften

*Herausgegeben von
Dieter Sturm*

Die Neurowissenschaften halten das psychophysische Problem für weitgehend geklärt und unterstellen, dass auch die philosophischen Fragen nach Selbstbewusstsein, Willensfreiheit und menschlichen Handlungen durch die neurowissenschaftlichen Forschungsergebnisse im Wesentlichen beantwortet seien. Damit verbinden sich Forderungen nach einem neuen Menschenbild und nach praktischen Konsequenzen für Erziehung und Rechtsprechung.

Die Beiträge dieses Bandes unterziehen die philosophischen wie auch die neurowissenschaftlichen Lösungsvorschläge zum psychophysischen Problem einer eingehenden Prüfung und loten dabei auch die Bedingungen für einen fruchtbaren Austausch zwischen Philosophie und Neurowissenschaften aus – ein Austausch, der den jeweiligen disziplinären und methodischen Eigenheiten hinreichend Rechnung trägt.

Dieter Sturm, geboren 1953, ist Professor für Philosophie an der Universität Duisburg-Essen.

Suhrkamp

Inhalt

<i>Dieter Sturm</i> Zur Einführung: Philosophie und Neurowissenschaften	7
<i>M. R. Bennett und P. M. S. Hacker</i> Philosophie und Neurowissenschaft	20
<i>Brigitte Falkenburg</i> Was heißt es, determiniert zu sein? Grenzen der naturwissenschaftlichen Erklärung	43
<i>Peter Janich</i> Der Streit der Welt- und Menschenbilder in der Hirnforschung	75
<i>Dirk Hartmann</i> Physis und Psyche: Das Leib-Seele-Problem als Resultat der Hypostasierung theoretischer Konstrukte	97
<i>Michael Quante</i> Ein stereoskopischer Blick? Lebenswissenschaften, Philosophie des Geistes und der Begriff der Natur	124
<i>Achim Stephan</i> Zur Rolle des Emergenzbegriffs in der Philosophie des Geistes und in der Kognitionswissenschaft	146
<i>Ralph Schumacher</i> Die prinzipielle Unterbestimmtheit der Hirnforschung im Hinblick auf die Gestaltung schulischen Lernens	167
<i>Dieter Sturm</i> Ausdruck von Freiheit. Über Neurowissenschaften und die menschliche Lebensform	187

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie
<http://dnb.ddb.de>

suhrkamp taschenbuch wissenschaft 1770
Erste Auflage 2006

© Suhrkamp Verlag Frankfurt am Main 2006
Suhrkamp Taschenbuch Verlag

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das der Übersetzung,
des öffentlichen Vortrags sowie der Verrattung
durch Rundfunk und Fernsehen, auch einzelner Teile.
Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form
(durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren)
ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert
oder unter Verwendung elektronischer Systeme
verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.
Druck: Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden

Printed in Germany
Unschlag nach Entwürfen von
Willy Fleckhaus und Rolf Sauter
ISBN 3-518-29370-2

1 2 3 4 5 6 – II 10 09 08 07 06

Carl Friedrich Gehrmann
Die Erfahrung der Handlungsübersicht und
die Erkenntnisse der Neurowissenschaften 215

Lutz Wingert
Grenzen der naturalistischen Selbstobjektivierung 240
Hinweise zur Autorin und zu den Autoren 261
Namenregister 263

Ralph Schumacher
Die prinzipielle Unterbestimmtheit
der Hirnforschung im Hinblick auf die Gestaltung
schulischen Lernens

1. Einleitung

Keine empirische Wissenschaft, die neue Bereiche der Wirklichkeit erschließt, kommt ohne die philosophische Reflexion ihrer Grundlagen aus. Auf Philosophie zu verzichten bedeutet in diesem Fall, die Grundlagen der betreffenden Disziplin ungeprüft vorauszusetzen. Dies mag in einigen begrenzten Bereichen keinen großen Schaden anrichten. Aber insgesamt betrachtet schränkt es die wissenschaftliche Vorstellungskraft erheblich ein, wenn sich das Denken im Rahmen überkommener philosophischer Voraussetzungen bewegt. In diesem Aufsatz soll am Beispiel der Beziehung der empirischen Hirnforschung zur psychologischen und pädagogischen Lehr-Lern-Forschung gezeigt werden, dass die kritische Reflexion ontologischer und wissenschaftstheoretischer Grundlagen der Hirnforschung erforderlich ist, um die Bedeutung neuropsychologischer Einsichten für die Debatten um die Verbesserung des Schulunterrichts richtig einschätzen zu können.

Unter dem Oberbegriff »das psychophysische Problem« werden eine ganze Reihe miteinander verwandter Fragestellungen verstanden, zu denen vor allem die Folgenden zählen:

- (1) Gehören geistige und physikalische beziehungsweise neuropsychologische Zustände zu grundsätzlich verschieden ontologischen Kategorien?
- (2) Wie lässt sich die Interaktion zwischen geistigen und physikalischen beziehungsweise neuropsychologischen Zuständen erklären?
- (3) Lassen sich geistigen Zuständen kausale Eigenschaften zuschreiben, ohne sie damit auf physikalische oder neuropsychologische Zustände zu reduzieren?
- (4) Können wir die Intentionalität geistiger Zustände im Rahmen einer naturalistischen Theorie des Geistes erklären?

(5) Lassen sich intentionale Beschreibungen des Geistes und seiner unterschiedlichen kognitiven Funktionen im Prinzip vollständig auf nichtintentionale wie zum Beispiel neurophysiologische oder verhaltensbezogene Beschreibungen zurückführen?

In diesem Aufsatz wird »das psychophysische Problem« aus einem neuen Blickwinkel thematisiert. Und zwar wird es um die Natur der Voraussetzungen gehen, die erfüllt sein müssen, damit wir Wissen sowie kognitive Fähigkeiten wie Lesen, Schreiben und Rechnen erwerben können: Ist es möglich, die für den Erwerb von Wissen und kognitiven Fähigkeiten relevanten Bedingungen im Zuge neurophysiologischer Untersuchungen des menschlichen Gehirns zu identifizieren und in einem rein neurophysiologischen Vokabular zu beschreiben? Oder müssen wir dazu in erster Linie Faktoren berücksichtigen, die sich grundsätzlich nicht mit neurophysiologischen Begriffen darstellen lassen?

Diese Fragestellung hat durchaus einen aktuellen Anlass. Denn seitdem Verfahren wie EEG (Elektroenzephalografie), PET (Positronen-Emissions-Tomografie), NIRS (Transcraniale Naher-Infrarot-Spektroskopie) und fMRI (funktionelle Magnetresonanztomografie) Einblicke in die neurophysiologischen Vorgänge bei der Informationsverarbeitung des Menschen ermöglichen, lassen sich sowohl Wissenschaftler als auch Laien von Bildern des denkenden und lernenden Gehirns faszinieren. Gerade in Deutschland ist derzeit ein großes öffentliches Interesse an der wissenschaftlichen Erforschung des menschlichen Denkens und Lernens zu beobachten – nicht zuletzt deshalb, weil die in der Pisa-Studie offenkundig gewordenen Probleme unserer Bildungseinrichtungen dringend nach professionellen Lösungen verlangen. Um die vonseiten der Hirnforschung vorgebrachten Vorschläge zur Verbesserung des schulischen Lernens richtig einschätzen zu können, von denen manche in ihrer Wirkung nutzlos bis schädlich sind, soll im Folgenden der Frage nachgegangen werden, welche Konsequenzen sich tatsächlich aus neurophysiologischen Untersuchungen des menschlichen Gehirns für kognitionswissenschaftliche und pädagogische Theorien ableiten lassen. Können allein auf der Grundlage der Hirnforschung konkrete Anleitungen für die Optimierung der Wissensvermittlung im Schulunterricht bereitgestellt werden? Oder sind diese Untersuchungen aus prinzipiellen Gründen in Bezug auf kognitionswissenschaftliche und pädagogische Erklärungen zu un-

terbestimmt, um solche Anleitungen aufstellen zu können? Zur Beantwortung dieser Fragen werde ich zunächst auf einige wissenschaftstheoretische Überlegungen zu den Unterschieden und der Autonomie verschiedener Erklärungsebenen eingehen.

2. Die Verschiedenheit und Autonomie unterschiedlicher Erklärungsebenen

Es ist stets möglich, ein und dieselbe Sache aus verschiedenen theoretischen Perspektiven zu beschreiben. Betrachten wir das Beispiel eines Schachcomputers. Ein solches Gerät lässt sich auf einer *physikalischen*, einer *funktionalen* und einer *intentionalen* Ebene beschreiben. Jede Erklärungsebene zeichnet sich durch ihre besondere Fragestellung sowie durch ihre eigenen Objekt-, Eigenschafts- und Relationstypen aus, denn auf jeder Ebene werden zu Erklärungszwecken Entitäten eingeführt, von denen auf den anderen Ebenen nicht die Rede ist.

Thematisiert man einen Schachcomputer auf der physikalischen Erklärungsebene, dann geht es darum, Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen verschiedenen physikalischen Zuständen herauszufinden und auf diese Weise zu erklären, nach welchen Naturgesetzen zum Beispiel bestimmte Ladungszustände hervorgerufen werden. Auf der funktionalen Ebene ist hingegen von ganz anderen Objekt- und Relationstypen die Rede: Hier geht es nicht um Elektronen, Materiereißen und *kanale* Beziehungen zwischen physikalischen Zuständen. Vielmehr werden auf dieser Ebene Objekte nach funktionalen Kriterien beispielsweise als UND-Schalter indviduiert und die *logischen* Beziehungen zwischen ihnen untersucht. Auf der intentionalen Ebene werden wiederum ganz andere Objekte thematisiert, nämlich Überzeugungen, Absichten und Entschlüsse, und es geht darum, die *kognitiven* Beziehungen herauszufinden, die zwischen diesen intentionalen Zuständen bestehen.

Die Entscheidung, welche dieser Ebenen gewählt wird, hängt in erster Linie davon ab, welche Erklärungsziele verfolgt werden. Möchte man herausfinden, welche Materialien sich zum Bau eines Schachcomputers eignen, dann wählt man die physikalische Erklärungsebene. Geht es darum, den Schaltplan und das Schachprogramm zu entwerfen, muss man die funktionale Erklärungsebene

wählen, auf der die Bestandteile des Rechners nach funktionalen Gesichtspunkten zum Beispiel als Widerstände und Verstärker indviduiert werden. Bin ich hingegen daran interessiert zu lernen, wie man den Computer beim Schachspielen am besten schlägt, dann nützt mir das Wissen von seinem physikalischen und funktionalen Aufbau wenig. Startdessen sollte ich mir auf der intentionalen Ebene überlegen, welche Absichten er hat, welche Strategien er verfolgt und wie viele Züge er im Voraus plant. Keine dieser unterschiedlichen Erklärungssebenen ist für sich genommen besser oder angemessener als die andere. Vielmehr hängt es primär von unseren Erklärungszielen ab, welche Ebene wir wählen. Bei einer solchen Wahl ist natürlich auch der Gesichtspunkt der Einfachheit leitend, wie zum Beispiel Daniel Dennett hervorhebt.¹ Zwar mag es möglich sein, die Schachzüge eines Computers auf der Basis seiner physikalischen Eigenschaften zu berechnen. Aber dieses Vorgehen ist ungleich aufwändiger und zeitintensiver, als wenn man solche Vorausagen auf der intentionalen Ebene macht.

Jeder höherstufige Zustand lässt sich durch mehrere Zustände der jeweils darunter liegenden Erklärungsebene realisieren. Zum Beispiel kann die funktionale Eigenschaft, ein Verstärker zu sein, durch ganz unterschiedliche physikalische Systeme wie Transistorröhren und Mikrochips realisiert werden. Ebenso lassen sich UND-Schalter durch verschiedene elektrische, hydraulische und pneumatische Systeme realisieren. In gleicher Weise gilt, dass auch ein und derselbe intentionale Zustand wie zum Beispiel das Wissen von einer bestimmten Schachregel durch ganz unterschiedliche Systeme wie verschiedene Programmiersprachen oder unterschiedliche Hirnzustände verschiedener Personen realisiert werden kann. Um der Möglichkeit der *multiphen Realisierbarkeit* höherstufiger Zustände theoretisch Rechnung zu tragen, wird ihr Verhältnis zu niedrigerstufigen Zuständen durch eine asymmetrische Relation gekennzeichnet, die in der modernen Philosophie des Geistes als *Supervenienz* bezeichnet wird.² Dennach supervenient ein Zustand *M* auf einem Zustand *P*, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind: (1) Zustand *M* befindet sich gegenüber Zustand *P* auf einer höherstufigen Erklärungsebene.

¹ Siehe Dennett, *The Intentional Stance*.

² Siehe Kim, *Supervenience and Mind*.

- (2) Das Vorliegen von Zustand *P* ist hinreichend für das Vorliegen von Zustand *M*.
- (3) Aber umgekehrt ist das Vorliegen von Zustand *M* nicht hinreichend für das Vorliegen von Zustand *P*, denn Zustand *M* kann auf der darunter liegenden Erklärungsebene nicht nur durch Zustand *P*, sondern auch noch durch andere Zustände realisiert sein.

Folglich korrespondiert jedem Unterschied zwischen Zuständen auf der höheren Erklärungsebene ein Unterschied zwischen Zuständen auf der darunter liegenden Ebene. Zum Beispiel entspricht dem auf der kognitionswissenschaftlichen Ebene darstellbaren Unterschied zwischen Autismus und Schizophrenie ein Unterschied auf der neurophysiologischen Erklärungsebene. Weiterhin ergibt sich aus dem Supervenienzmodell, dass nicht jedem Unterschied zwischen niedrigerstufigen Zuständen ein Unterschied zwischen Zuständen höherer Erklärungsebenen entspricht. Dies lässt sich damit illustrieren, dass zum Beispiel Dyslexie – das heißt Les- und Rechtschreibschwäche – unterschiedliche neurophysiologische Ursachen haben kann. Sie kann nämlich sowohl durch Störungen im visuellen System als auch durch Störungen im auditiven System hervorgerufen werden. In dem einen Fall haben die betroffenen Personen Schwierigkeiten, Buchstaben zu erkennen; in dem anderen Fall haben sie Probleme mit dem Verstehen von Sprachlauten. In diesem Beispiel haben wir zwar einen Unterschied auf der neurophysiologischen Erklärungsebene, aber keinen Unterschied auf der psychologischen Ebene, weil beide neurophysiologischen Ursachen die gleiche Leistungsstörung hervorrufen.

Um die Beschreibungen verschiedener Erklärungsebenen zueinander in Beziehung zu setzen, ist es erforderlich, mit den Begriffen der jeweils höheren Erklärungsebene zu beginnen. Ich muss beispielsweise schon über funktionale Begriffe verfügen, um physikalische Zustände als Realisierungen eines UND-Schalters identifizieren zu können. Ebenso muss ich bereits kognitive Begriffe verstehen, um Aktivitäten des Gehirns zum Beispiel als Vorgänge der Verarbeitung räumlich-visueller Information oder als Gedächtnisprozess interpretieren zu können. Die Richtung, in der diese Beziehungen hergestellt werden, verläuft also *von oben nach unten*. Aus diesem Grund gelangt man mit den Begriffen der jeweils höheren Erklärungsebene auf den unteren Ebenen zu Einteilungen, zu de-

nen man allein mit Hilfe der Begriffe dieser unteren Ebenen nicht gekommen wäre. Dies lässt sich durch die folgenden Beispiele veranschaulichen:

(1) Keine physikalische Beschreibung reicht aus, um zu definieren, was es heißt, ein Stuhl zu sein. Denn bei der Eigenschaft, ein Stuhl zu sein, handelt es sich um eine funktionale Eigenschaft, die grundsätzlich durch eine unbestimmte Anzahl verschiedener physikalischer Objekte realisierbar ist. Würde man also versuchen, diese Eigenschaft mit physikalischen Begriffen zu definieren, dann würde man sich auf einige konkrete physikalische Realisierungen festlegen – und damit ginge die Möglichkeit zur multiplen Realisierung durch unbestimmt viele physikalische Objekte verloren. Stründen uns also zur Beschreibung der Wirklichkeit allein physikalische Begriffe zur Verfügung, dann würden wir nicht zu der Einteilung in Stühle und Nichtstühle kommen, zu der wir mit Hilfe unserer funktionalen Begriffe gelangen.

(2) In gleicher Weise gilt, dass sich anhand neurophysiologischer Beschreibungen nicht definieren lässt, was es heißt, sich in einem bestimmten kognitiven Zustand zu befinden. Würden wir ausschließlich über neurophysiologische Begriffe verfügen, dann kämen wir niemals auf die Idee, dass diejenigen Zustände des Gehirns, die wir anhand kognitiver Begriffe unter ein bestimmtes Konzept bringen, von anderen Hirnzuständen in wesentlichen Hinsichten verschieden sind, die nicht unter dieses Konzept fallen. Dies lässt sich wiederum mit dem Beispiel der Dyslexie illustrieren: Wir benötigen psychologische Begriffe, um auf der kognitionswissenschaftlichen Erklärungsebene die für Dyslexie charakteristische Leistungsstörung zu bestimmen. Auf der Grundlage dieser begrifflichen Festlegung können wir anschließend die neuronalen Korrelate dieser Leistungsstörung identifizieren – nämlich Störungen im visuellen oder auditiven System. Allein mit neurophysiologischen Begriffen ließe sich aber nicht erklären, warum gerade diese beiden neuronalen Korrelate und nicht auch noch andere Hirnzustände unter ein bestimmtes Konzept fallen.

Da die Begriffe der physikalischen beziehungsweise der neurophysiologischen Erklärungsebene allein nicht ausreichen, um zu den dargestellten Einteilungen zu kommen, lassen sich höherstufige Begriffe also nicht auf Begriffe niedrigerer Erklärungsebenen reduzieren. Dies gilt ganz allgemein für *alle* Erklärungsebenen. Ebenso we-

nie wie sich kunsthistorische, juristische und ökonomische Kategorien vollständig auf physikalische Begriffe zurückführen lassen, können auch kognitionswissenschaftliche und pädagogische Konzepte nicht auf neurophysiologische Begriffe reduziert werden.³ In diesem Sinne sind die unterschiedlichen Erklärungsebenen also autonom.

3. Die Bedeutung neurophysiologischer Untersuchungen für Kognitionswissenschaft und Pädagogik

Der entscheidende Vorzug des dargestellten Supervenienz-Modells liegt darin, dass es die beiden folgenden Aspekte vereint: Erstens trägt es dem Umstand Rechnung, dass sich höherstufige Beschreibungen nicht auf Beschreibungen niedrigerer Erklärungsebenen reduzieren lassen. Zweitens wird mit diesem Modell berücksichtigt, dass höherstufige Zustände stets durch Zustände niedrigerer Stufen realisiert werden und dass aus diesem Grund auf den unteren Erklärungsebenen durchaus Bedingungen formuliert werden können, die Objekte erfüllen müssen, um höherstufige Eigenschaften besitzen zu können. Dies lässt sich wieder mit dem Beispiel des Stuhls veranschaulichen: Zwar ist die Eigenschaft, ein Stuhl zu sein, eine funktionale Eigenschaft. Aber damit etwas ein Stuhl sein kann, muss es auch bestimmte physikalische Voraussetzungen erfüllen. Aus diesem Grund lassen sich auf der physikalischen Erklärungsebene Anforderungen an die Form, Größe und Festigkeit formulieren, die Objekte erfüllen müssen, um als geeignete Kandidaten für die Eigenschaft, ein Stuhl zu sein, in Frage zu kommen.

Diese Überlegung lässt sich auf das Verhältnis der neurophysiologischen Erklärungsebene zur kognitionswissenschaftlichen und pädagogischen Ebene übertragen. Da kognitive Prozesse stets durch entsprechende Vorgänge im menschlichen Gehirn realisiert werden, lassen sich im Rahmen neurophysiologischer Untersuchungen Erklärungen und Anleitungen entwickeln, die in kognitionswissenschaftlicher und pädagogischer Hinsicht relevant sind. Dies gilt insbesondere für die Diagnose und Erklärung kognitiver Leistungen.

³ Zur Nichtreduzierbarkeit psychologischer Begriffe siehe auch Rösler, »Neurowissenschaftliche Theorien in der Psychologie«, Stephan, »Zur Rolle des Emergenzbegriffs«.

störungen auf der Basis neuropsychologischer Untersuchungen. Im Folgenden werde ich auf sechs verschiedene Fälle eingehen, um die kognitionswissenschaftliche und pädagogische Bedeutung neuropsychologischer Untersuchungen zu illustrieren:

(a) *Neuropsychologische Erklärungen für entwicklungspezifische kognitive Defizite*: Neuropsychologische Untersuchungen können neue Erklärungen für Phänomene liefern, die auf der kognitionswissenschaftlichen Ebene bereits bekannt und untersucht sind. Ein aktuelles Beispiel ist die Studie von Judy DeLoache, in der die mangelnde Fähigkeit von 18 bis 30 Monate alten Kleinkindern, verkleinerte Modelle von Stühlen, Rutschen, Autos usw. als *verkleinerte Modelle* zu erkennen und entsprechend zu handeln, in Beziehung gesetzt wird zu der neuropsychologischen Einsicht, dass visuelle Informationen im Gehirn in zwei unterschiedlichen Systemen, nämlich im ventralen und im dorsalen System, verarbeitet werden, die in diesem Entwicklungsstadium noch nicht ausreichend miteinander verbunden sind.⁴

(b) *Neuropsychologische Erklärungen für kognitive Leistungsstörungen*: Neuropsychologische Untersuchungen können Erklärungen für kognitive Leistungsstörungen liefern. Dies lässt sich wiederum am Beispiel der Lese- und Rechtschreibschwäche illustrieren. Die meisten Kinder mit Dyslexie haben eine verminderte phonologische Bewusstheit. Das heißt, sie haben Schwierigkeiten, zusammengesetzte Sprachlaute in Wörtern zu erkennen und zu erzeugen. Kinder mit solchen phonologischen Defiziten zeichnen sich zudem durch deutlich geringere neuronale Aktivitäten im temporal-parietalen Bereich aus, wenn sie beispielsweise mit Aufgaben beschäftigt sind, bei denen es darum geht zu entscheiden, ob sich bestimmte Buchstaben und Silben reimen.⁵ Da die Aktivierung in dieser Hirnregion mit besserer Lesefähigkeit zunimmt, lässt sich Dyslexie also mit einer vermindernden Hirnaktivität in diesem Bereich erklären.⁶ In diesem Zusammenhang ist außerdem wichtig, dass neuropsychologische Untersuchungen möglicherweise dadurch für pädagogische Maßnahmen Bedeutung gewinnen können, dass sie uns Hinweise auf die Art der neuronalen Ursachen kognitiver Leistungsstörungen geben. Zum Beispiel hat sich gezeigt, dass Dyslexie

nicht auf einer Fehlerwicklung des phonologischen Systems, sondern auf einer *verlangsamten* Entwicklung dieses Systems beruht.⁷ Da es denkbar ist, dass man auf verlangsamte Entwicklungen mit anderen Trainingsmaßnahmen als auf Fehlerwicklungen reagiert, lassen sich aus solchen Einsichten möglicherweise Konsequenzen für die Beseitigung von Leistungsstörungen ableiten.

(c) *Verschiedene Ursachen kognitiver Leistungsstörungen*: Es ist möglich, dass eine kognitive Leistungsstörung verschiedene neuronale Ursachen hat. Während sich also auf der Verhaltensseite keine Unterschiede feststellen lassen, können im Zuge neuropsychologischer Untersuchungen bei verschiedenen Personen unterschiedliche Ursachen dieser Störung identifiziert werden. Dies ist wiederum im Fall der Dyslexie gegeben, der sowohl Störungen im visuellen System als auch Störungen im auditiven System zugrunde liegen können. Entsprechend diesen Unterschieden müssen verschiedene Trainingsmaßnahmen ergriffen werden, um die kognitive Störung zu beseitigen. Auf diese Weise können neuropsychologische Untersuchungen also Konsequenzen für Trainings- beziehungsweise Unterrichtsmaßnahmen haben, wobei sie allerdings noch nichts über die inhaltliche Beschaffenheit dieser Maßnahmen aussagen. Vielmehr erfahren wir durch solche Untersuchungen in erster Linie, dass wir *verschiedene* Trainingsmaßnahmen ergreifen müssen, um kognitive Störungen zu beseitigen.

(d) *Frühzeitige Diagnose kognitiver Entwicklungsstörungen anhand neuropsychologischer Befunde*: Es mag im Prinzip möglich sein, anhand neuropsychologischer Befunde kognitive Entwicklungsstörungen frühzeitig zu diagnostizieren, bevor sie sich auf der Verhaltensseite zeigen. Dies setzt voraus, dass es einen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Auftreten bestimmter Hirnzustände zu einem bestimmten Entwicklungszeitpunkt und dem späteren Auftreten bestimmter Leistungsstörungen gibt. Gegenwärtig lassen jedoch die neuropsychologischen Methoden noch keine zuverlässige Frühdiagnose zum Beispiel von Sprachstörungen im Einzelfall zu.

(e) *Entscheidung zwischen konkurrierenden kognitionswissenschaftlichen Erklärungen*: Neuropsychologische Befunde können in manchen Fällen herangezogen werden, um zu entscheiden, welcher von zwei konkurrierenden kognitionswissenschaftlichen Erklärungen

⁴ Siehe DeLoache u. a., »Scale Errors«.

⁵ Siehe zum Beispiel Simos u. a., »Dyslexia-specific brain activation profiles«.

⁶ Siehe auch Shaywitz u. a., »Disruption of posterior brain systems«.

⁷ Siehe Goswami, »Neuroscience and education«.

der Vorzug gegeben werden soll. Erklärt zum Beispiel Theorie A Dyslexie mit Störungen in der visuellen Wahrnehmung und Theorie B mit Störungen beim Sprachverstehen, dann ist es möglich, durch neurophysiologische Untersuchungen der entsprechenden Hirnareale herauszufinden, welche dieser beiden Erklärungen zutrifft.⁸

(f) *Das Trainieren von Vortäufelfähigkeiten:* Neurophysiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass bestimmte Hirnareale, die später bei Erwachsenen wichtige Funktionen für das Rechnen übernehmen, bei Kindern besonders aktiviert werden, wenn sie ihre Fingert abzählen.⁹ Dieser Befund ist vereinbar mit der Annahme, dass es sich beim Rechnen mit Fingern um eine mathematische Vortäufelfähigkeit handelt, deren Förderung sich positiv auf den Kompetenzerwerb auswirkt. Sollte sich diese Prognose in längsschnittlich angelegten Trainingsstudien als zutreffend herausstellen, dann würden sich aus neurophysiologischen Einsichten Anleitungen für die Unterrichtsgestaltung ergeben.

Die dargestellten Fälle verdeutlichen, dass neurophysiologische Untersuchungen für kognitionswissenschaftliche und pädagogische Überlegungen durchaus von Bedeutung sind, weil sich mit ihnen Unterschiede herausfinden lassen, die auf der Verhaltenssebene nicht beobachtbar sind. Dabei ist zu beachten, dass stets vorausgesetzt wird, dass der Zusammenhang zwischen kognitiven Leistungen und Hirnzuständen empirisch so gut belegt ist, dass das Vorliegen eines bestimmten neuronalen Zustandes tatsächlich als Voraussetzung für das Vorliegen einer bestimmten kognitiven Leistung angesehen werden kann. Es muss also ausgeschlossen werden, dass es Fälle gibt, in denen eine kognitive Leistung vorliegt, während die entsprechenden Hirnzustände fehlen. Außerdem ist es in diesem Zusammenhang wichtig zu beachten, dass sich viele der dargestellten Fälle auf die Diagnose und Erklärung von kognitiven Leistungsstörungen richten. Von der unbestreitbaren Kompetenz der Neurophysiologie hinsichtlich der Diagnose und Erklärung *pathologischer Fälle* darf aber nicht vorschnell darauf geschlossen werden, dass ihr damit die gleichen Kompetenzen auch für die Gestaltung von Lerngelegenheiten im normalen Schulunterricht zukommen. Hinzu kommt,

dass neurophysiologische Untersuchungen keine Aussagen darüber machen, wie Trainings- und Unterrichtsmaßnahmen inhaltlich gestaltet sein müssen, um kognitive Leistungsstörungen zu beseitigen. Zwar sagen sie, unter welchen Bedingungen bestimmte kognitive Leistungen nicht vorliegen, und liefern uns damit Informationen darüber, *wann* Fördermaßnahmen ergriffen werden müssen. Sie sagen uns aber nicht, was im Einzelnen unternommen werden muss, um die Leistungsstörungen zu beheben. Wie diese Fördermaßnahmen inhaltlich gestaltet werden, muss daher im Rahmen kognitionswissenschaftlicher und pädagogischer Theorien ausgearbeitet werden. Das gilt selbst für den Fall, dass in neurophysiologischen Untersuchungen Hirnareale identifiziert werden, die bei der Bewältigung bestimmter Anforderungen erhöhte Aktivitäten zeigen, wie weiter oben am Beispiel des Rechnens mit Fingern erörtert wurde. Allein aus dem Befund, dass durch das Abzählen der Finger bei Kindern Hirnareale aktiviert werden, die im Erwachsenenalter für das Ausführen von Rechenoperationen relevant sind, lässt sich aber noch nicht ableiten, dass die späteren Rechenleistungen gezielt durch das Üben des Fingerabzählens in der Kindheit verbessert werden können. Aus der Tatsache, dass man seine Hände beim Essen sowie beim Schreiben benutzt, würde man ja auch nicht schließen, dass Essen eine gezielte Übung für das spätere Schreiben ist. *Das am Grundelegen beteiligte sind, lässt nach keinerlei Schlüsse über Fördermöglichkeiten zu.* Bezüglich der Entwicklung der Rechenleistungen kann angenommen werden, dass diese von einer ganzen Reihe weiterer Kontextfaktoren abhängt, die im Zuge der Beschreibung des menschlichen Gehirns gar nicht erfasst werden. Im Folgenden werde ich auf diese Kontextfaktoren näher eingehen und dafür plädieren, dass neurophysiologische Untersuchungen *prinzipiell* zu unterbestimmt sind, um konkrete Anleitungen für die Wissensvermittlung im Schulunterricht bereitzustellen.

⁸ Siehe Goswami, »Neuroscience and education«.

⁹ Siehe Dehaene, *The Number Sense*.

4. Die prinzipielle Unterbestimmtheit neurophysiologischer Untersuchungen im Hinblick auf die Lehr-Lern-Forschung

Die bisherigen Überlegungen gingen von der Voraussetzung aus, dass es sich um ein und dasselbe Objekt handelt, das auf verschiedenen Erklärungsebenen untersucht wird. Diese Voraussetzung ist aber nicht erfüllt, wenn es um Fragen optimaler Unterrichtsgestaltung geht. In diesem Kontext kommt dem menschlichen Gehirn nämlich nur die Rolle eines *Teilsystems* zu. Dieses Teilsystem ist zwar unentbehrlich. Aber da es eben nur einen Teil eines größeren Zusammenhanges darstellt, kann seine Beschreibung prinzipiell nicht sämtliche Aspekte erfassen, die für das Aufstellen konkreter Anleitungen für die Wissensvermittlung im Schulunterricht relevant sind.

Dies liegt vor allem daran, dass es im Schulunterricht um die Vermittlung von Wissen in Bereichen geht, in denen kein *privilegiertes Lernen* erwartet werden kann. Privilegiertes Lernen liegt dann vor, wenn durch biologische Entwicklungsprogramme festgelegt ist, durch welche Umweltbedingungen bestimmte Lernprozesse ausgelöst werden und auf welche Weise diese Lernprozesse anschließend ablaufen. Das Sprechen sowie viele motorische Fähigkeiten wie das aufrechte Gehen werden auf diese Weise erlernt. Beim *nichtprivilegierten Lernen* hingegen ist nicht biologisch festgelegt, welche Faktoren bestimmte Lernprozesse auslösen und wie diese Lernprozesse ablaufen. Dieser Unterschied zwischen privilegiertem und nichtprivilegiertem Lernen, der insbesondere in den Arbeiten von Elsbeth Stern hervorgehoben wird,¹⁰ entspricht der Differenzierung, die Uta Frith zwischen *fast route learning* und *slow route learning* trifft.¹¹ Während beim *fast route learning* Lernprozesse durch spezifische biologisch festgelegte »Start-up-Mechanismen« gesteuert werden, erfolgt das *slow route learning* nach allgemeinen Lernprinzipien. Der Evolutionspsychologe David Geary kennzeichnet denselben Unterschied wiederum mit dem Begriffspaar »primary and secondary abilities«.¹² Das nichtprivilegierte Lernen betrifft alle Inhalte und

Fähigkeiten, um deren Vermittlung es im Schulunterricht geht – wie zum Beispiel Lesen, Schreiben und Mathematik. Auf den Erwerb dieser Fähigkeiten hat die Evolution unser Gehirn nämlich nicht vorbereiten können, weil es diese Kulturtechniken erst seit entwicklungsgeschichtlich relativ kurzer Zeit gibt. *Folglich muss die Beschreibung der Voraussetzungen für diese Art des Lernens über die Beschreibung der Bedingungen, die aufseiten des menschlichen Gehirns erfüllt werden müssen, hinausgehen und zusätzlich weitere externe – vor allem kulturelle – Faktoren einbeziehen, die für erfolgreiches nichtprivilegiertes Lernen relevant sind.*

Bei den Voraussetzungen des nichtprivilegierten Lernens handelt es sich in erster Linie um *Wissensvoraussetzungen*. Damit Kindern im Schulunterricht beispielsweise das physikalische Konzept der Dichte beigebracht werden kann, müssen sie bereits über andere physikalische Konzepte wie Gewicht und Volumen verfügen. Ebenso verhält es sich, wenn man ihnen erklären will, warum Wale nicht zu den Fischen, sondern zu den Säugetieren gehören. Denn um verstehen zu können, dass Tiere nicht anhand ihres Lebensraumes, sondern anhand der Art und Weise ihrer Fortpflanzung klassifiziert werden, müssen Kinder bereits entsprechende Kenntnisse über die Fortpflanzung besitzen. Wenn Kinder, die gelernt haben, dass die Zahl 7 kleiner ist als die Zahl 8, verstehen sollen, dass 2/7 größer ist als 2/8, dann ist dies nur möglich, wenn sie bereits Erfahrung damit gemacht haben, dass Zahlen sich auf unterschiedliche Einheiten beziehen können. Die Beschreibungen solcher Wissensvoraussetzungen lassen sich aber grundsätzlich nicht auf Beschreibungen neurophysiologischer Zustände reduzieren – und zwar aus zwei verschiedenen Gründen: (1) Der erste Grund betrifft die psychologischen Begriffe, anhand deren wir die *geistigen Zustände* charakterisieren, in denen sich Subjekte befinden, die etwas wissen, glauben oder vermuten. Denn ebenso wenig, wie sich die funktionale Eigenschaft, ein Stuhl zu sein, anhand rein physikalischer Begriffe definieren lässt, kann mit Hilfe eines rein neurophysiologischen Vokabulars beschrieben werden, was es heißt, zum Beispiel *Wissen* oder *Überzeugungen* über die Art und Weise der Fortpflanzung von Säugtieren zu haben. *Wir brauchen daher psychologische Begriffe, um diese Wissensvoraussetzungen beschreiben zu können.* (2) Der zweite Grund betrifft die Begriffe, anhand deren wir die *Inhalte* dieser geistigen Zustände beschreiben. Keine Beschreibung der neurophysio-

¹⁰ Siehe Stern, »Wie viel Hirn braucht die Schule?«

¹¹ Siehe Frith, »What Framework Should We Use for Understanding Developmental Disorders?«

¹² Siehe Geary, »Sexual selection and sex differences in mathematical abilities.«

logischen Zustände eines menschlichen Gehirns ist für sich genommen hinreichend, um zu charakterisieren, an welche Inhalte die betreffende Person gerade denkt, weil durch die intrinsischen Zustände des Gehirns nicht festgelegt wird, worauf sich geistige Zustände beziehen. Ein und derselbe Hirnzustand kann sich nämlich – um auf Hilary Putnams berühmtes Gedankenexperiment Bezug zu nehmen – auf unserer Erde auf Wasser und auf einer anderen, unserer Erde (mit Ausnahme der Zusammensetzung von Wasser) weitgehend ähnlichen Zwillingserde auf eine andere durchsichtige und trinkbare Flüssigkeit mit dem Namen »Zwasser« beziehen.¹³ Neurophysiologische Beschreibungen des Gehirns sind also grundsätzlich unterbestimmt im Hinblick auf die Inhalte geistiger Zustände.¹⁴ *Zusätzlich zu den oben genannten psychologischen Begriffen benötigen wir deshalb noch weitere Begriffe, die sich auf Sachverhalte außerhalb des Gehirns – nämlich auf die Umwelt der betreffenden Person – beziehen, um die für das nichtprivilegierte Lernen erforderlichen Wissensvorsetzungen beschreiben zu können.*

Ein weiterer wichtiger Punkt liegt darin, dass eine wesentliche Voraussetzung für nichtprivilegiertes Lernen darin besteht, dass die betreffende Wissensbasis *gut organisiert* ist. Wann eine Wissensbasis gut organisiert ist, kann aber prinzipiell nur unter Bezugnahme auf die Anforderungen und Lernziele beurteilt werden, die einer Person vorgegeben werden. Die Eigenschaft, gut organisiert zu sein, ist nämlich keine intrinsische Eigenschaft, die einer Wissensbasis unabhängig von konkreten Aufgabenstellungen und Lernsituationen zukommt. Vielmehr handelt es sich dabei um eine *relationale* Eigenschaft, die wir einer Wissensbasis nur dann zuschreiben können, wenn wir gleichzeitig auch präzisieren, in Bezug auf welche konkreten Anforderungen und Lernziele eine Wissensbasis gut organisiert sein soll. Das Vokabular, mit dem diese Anforderungen und Lernziele dargestellt werden, ist aber nicht auf neurophysiologische Begriffe reduzierbar, weil es sich bei diesen Anforderungen und Lernzielen um kulturelle Faktoren handelt, die *außerhalb* des Gehirns liegen. Hinzu kommt, dass diese Anforderungen und Lernziele eine *normative* Komponente enthalten, denn sie geben schließlich vor,

¹³ Siehe Putnam, »The meaning of meaning«.

¹⁴ Siehe auch Burge, »Individualism and the Mental«, Cane, *Elements of Mind*, Thau, *Consciousness and Cognition* und »Symposium on »Consciousness and Cognition«.

welche kognitiven Leistungen erbracht werden müssen, damit eine Wissensbasis in den entsprechenden Hinsichten als gut organisiert qualifiziert werden kann. Da aber neurophysiologische Begriffe rein deskriptiver Natur sind, eignen sie sich grundsätzlich nicht dazu, diesen normativen Aspekt von Anforderungen an die Wissensbasis darzustellen. Aus diesen Gründen kann es also *prinzipiell* keine neurophysiologischen Kriterien dafür geben, wann eine Wissensbasis gut organisiert ist. Stattdessen benötigen wir psychologische und pädagogische Konzepte, um die Anforderungen und Lernziele zu beschreiben, auf die wir uns beziehen müssen, um die Organisation von Wissensvorsetzungen qualifizieren zu können.

Diese Überlegungen lassen sich mit dem folgenden Beispiel veranschaulichen: Was muss ich wissen, um bei einer Regatta gewinnen zu können? Nun, zuerst einmal muss ich die physikalischen Eigenschaften meines Bootes – zum Beispiel seine Segelfläche, seinen Tiefgang und die Größe seines Kiels oder Schwerts – kennen, um dessen Verhalten unter bestimmten Wind- und Wasserbedingungen vorhersehen zu können. Ohne diese Kenntnisse weiß ich nicht, was ich meinem Boot abverlangen kann, und ich brauche diese Kenntnisse auch, um einschätzen zu können, welche Leistungen ausfallen, wenn bestimmte physikalische Voraussetzungen nicht erfüllt sind – wenn zum Beispiel das Ruder gebrochen oder der Mast geknickt ist. Darüber hinaus benötige ich für meine erfolgreiche Teilnahme an einer Regatta aber auch noch Wissen von den Verkehrsregeln für korrektes Segeln – zum Beispiel Wissen von den Vorfahrtsregeln – sowie Kenntnisse von Strategien für erfolgreiches Segeln und von den Absichten und Kenntnissen meiner Konkurrenten. Bei den zuletzt genannten Voraussetzungen handelt es sich um Wissen, das sich nicht auf Kenntnisse der physikalischen Eigenschaften meines Segelbootes reduzieren lässt, weil sich dieses Wissen auf Faktoren bezieht, die *außerhalb* meines Segelbootes liegen. Damit lässt sich die folgende Analogie zum menschlichen Gehirn formulieren:

Ebenso, wie das Segelboot im Kontext einer Regatta ein Teilsystem innerhalb eines größeren Zusammenhanges ist, ist auch das Gehirn im Kontext des nichtprivilegierten Lernens ein Teilsystem, das in einem größeren Zusammenhang steht. Und ebenso wie die Kenntnisse der physikalischen Eigenschaften des Segelbootes für sich genommen nicht hinreichend ist, um Anleitungen für eine erfolgreiche Teilnahme an einer Regatta aufstellen zu können, können

auch neurophysiologische Beschreibungen des Gehirns für sich genommen prinzipiell nicht ausreichen, um konkrete Anleitungen für die optimale Wissensvermittlung im Schulunterricht aufzustellen. Vielmehr sind sie in Bezug auf solche Anleitungen *aus prinzipiellen Gründen unbestimmt*.

Aus diesem Grund kann die Hirnforschung auch nicht das für die Lehr-Lern-Forschung sein, was die Physik für die Ingenieurwissenschaften ist. Schließlich geht es – um bei der dargestellten Analogie zu bleiben – nicht um eine Anleitung zum Bau eines Segelbootes, sondern um Anleitungen zum effizienten Einsatz eines Bootes in einem komplexen kulturellen Kontext.

Betrachten wir ein anderes Beispiel: Ein bestimmter Bauer weiß so ziemlich alles, was es gegenwärtig an gesicherten biologischen Erkenntnissen über Weizen gibt. Nun überlegt er sich, was er mit dem Weizen machen soll, den er dieses Jahr auf seinen Feldern geerntet hat. Dies sind seine wichtigsten Optionen:

- (1) Soll er den Weizen zu Whisky verarbeiten?
- (2) Soll er ihn als Saatgut aufbewahren?
- (3) Soll er Viehfutter daraus machen?
- (4) Oder soll er ihn an Raiffeisen verkaufen?

Sein Wissen über die biologischen Eigenschaften des Weizens reicht nicht aus, um ihm für diese Entscheidung eine konkretere Anleitung an die Hand zu geben. Denn ebenso wie das Segelboot im Fall der Regatta ist der Weizen in diesem Beispiel nur ein Teilsystem, das in einem größeren Zusammenhang steht. Aus diesem Grund ist das biologische Wissen allein zu unbestimmt, um eine Anleitung für die Entscheidung des Bauern bereitstellen zu können. Stattdessen müssen eine ganze Reihe weiterer Aspekte wie zum Beispiel ökonomische Faktoren einbezogen werden, deren Beschreibung über die Beschreibung des Weizens hinausgeht.

Eine interessante und empirisch fundierte Illustration der Bedeutung kultureller Faktoren für die Erklärung kognitiver Leistungsstörungen findet sich bei John Morton und Uta Frith.¹⁵ Sie verdeutlichen am Beispiel der Dyslexie, dass wir uns bei der Beschreibung dieses Phänomens nicht auf die neurophysiologische Erklärungsebene beschränken dürfen, sondern dass wir die kognitionswissenschaftliche Ebene mit einbeziehen müssen, um den Einfluss kultu-

reller Faktoren erklären zu können. Es treten nämlich Leserechtschreib-Störungen seltener bei Kindern mit Italienisch als Muttersprache auf als bei Kindern mit Englisch als Muttersprache. Dies wird damit erklärt, dass die Regeln der Graphem-Phonem-Korrespondenz im Italienischen einfacher sind als im Englischen. Würde man sich also allein auf die neurophysiologische Erklärungsebene beschränken, dann wäre man nicht in der Lage, die relevanten Unterschiede in der Komplexität des Italienischen und des Englischen zu erfassen und könnte folglich den genannten Unterschieden hinsichtlich der Häufigkeit von Dyslexie nicht theoretisch Rechnung tragen.

5. Schlussbetrachtung

Um die Wissensvermittlung im Schulunterricht optimal gestalten zu können, müssen Pädagogen Folgendes wissen:

- (1) Welche Anforderungen an das Vorwissen von Kindern sind mit bestimmten Lernzielen verbunden? Über welche Konzepte müssen sie bereits verfügen, und wie muss ihre Wissensbasis organisiert sein, damit sie in der Lage sind, bestimmte Probleme zu lösen?
- (2) Wie ist das Vorwissen der Kinder tatsächlich beschaffen? Über welche intuitiven Begriffe und Erklärungen verfügen sie? Welche Missverständnisse und Fehler sind zu erwarten, wenn Kinder mit diesem Wissen bestimmte Aufgaben zu bewältigen versuchen?
- (3) Wornin besteht das Lernziel? Auf welche Weise sollte die Wissensbasis der Kinder strukturiert sein, nachdem das Lernziel erreicht ist?

Diese Kenntnisse sind die Voraussetzung dafür, um die Frage beantwortet zu können, wie Lerngelegenheiten beziehungsweise wie der Unterricht gestaltet werden muss, damit bereits vorhandenes Wissen zur Bewältigung neuer Aufgaben herangezogen werden kann. Die Hirnforschung kann solche Kenntnisse nicht bereitstellen, weil sie aus den beiden dargestellten Gründen prinzipiell zu unbestimmt ist, um konkrete Anleitungen liefern zu können:

- (1) Da kognitionswissenschaftliche und pädagogische Theorien gegenüber neurophysiologischen Erklärungen auf höheren Erklä-

¹⁵ Siehe Morton und Frith, »Why We Need Cognition«.

rungsebenen angesiedelt sind, ist es prinzipiell nicht möglich, kognitionswissenschaftliche und pädagogische Erklärungen vollständig auf neurophysiologische Erklärungen zu reduzieren.

(2) Im Kontext des nichtprivilegierten, kulturellen Lernens stellt das menschliche Gehirn ein Teilsystem dar, das in einem größeren Zusammenhang steht. Die Beschreibung der Voraussetzungen für kulturelles Lernen muss deshalb über die Beschreibung des Gehirns hinausgehen und weitere Faktoren wie das Vorwissen des Lernenden einbeziehen. Unter anderem benötigen wir psychologische und pädagogische Konzepte, um zu beurteilen, ob die Wissensbasis einer Person für die Bewältigung einer gestellten Anforderung angemessen ist.

Die prinzipielle Unterbestimmtheit der Neurophysiologie in Bezug auf die Gestaltung von Lerngelegenheiten mindert natürlich deren Wert in keiner Weise – ebenso wenig, wie der Wert der Physik dadurch gemindert wird, dass sich beispielsweise juristische, ökonomische und kunsthistorische Kategorien grundsätzlich nicht auf physikalische Begriffe reduzieren lassen. Vielmehr ist diese Unterbestimmtheit lediglich der Ausdruck der Autonomie der verschiedenen Erklärungsebenen. Hinzu kommt, dass die Hirnforschung ungeachtet dieser Unterbestimmtheit für kognitionswissenschaftliche und pädagogische Theorien durchaus von Bedeutung ist, weil sich mit ihr kognitive Leistungsstörungen diagnostizieren und erklären sowie Vorläuferfähigkeiten von kognitiven Leistungen identifizieren lassen. Die Hirnforschung stellt damit wichtige Einsichten für die Lehr-Lern-Forschung bereit, indem sie die neurophysiologischen Rahmenbedingungen beschreibt, unter denen erfolgreiches Lernen stattfinden kann.

Das Ziel der dargestellten Überlegungen besteht nicht nur darin zu begründen, warum die Hirnforschung im Hinblick auf die Gestaltung des schulischen Lernens grundsätzlich unterbestimmt ist. Gleichzeitig soll damit auch auf eine neue Variante des eingangs erwähnten psychophysischen Problems hingewiesen werden. Es gibt demnach wichtige Aspekte des menschlichen Geistes – nämlich die Wissensvoraussetzungen, unter denen im Zuge nichtprivilegierten, kulturellen Lernens neue Kenntnisse sowie neue kognitive Fähigkeiten erworben werden können –, die sich prinzipiell nicht im Zuge neurophysiologischer Beschreibung des menschlichen Gehirns erfassen lassen. Dabei ist die durch die neuere psychologische

Forschung fundierte Unterscheidung zwischen privilegiertem und nichtprivilegiertem Lernen von besonderer Bedeutung. Dass es einen relevanten Unterschied zwischen privilegiertem und nichtprivilegiertem Lernen gibt, lässt sich nur durch empirische Untersuchungen feststellen. Aber um herauszufinden, was sich aus diesem Unterschied für die Hirnforschung ergibt, braucht man philosophische Konzeptionen wie zum Beispiel das Supererienz-Modell sowie die externalistische Theorie des Geistes, nach der die intrinsischen Eigenschaften des Gehirns allein nicht festlegen, worauf sich geistige Zustände beziehen. Die dargestellten Überlegungen liefern also ein Beispiel dafür, wie philosophische Überlegungen ausgehend von empirischen Ergebnissen der gegenwärtigen Kognitions- und Entwicklungspsychologie zu neuen Einsichten im Hinblick auf das psychophysische Problem gelangen können.

Literatur

- Burge, Tyler, »Individualism and the Mental«, in: *Midwest Studies of Philosophy*, Bd. 4 hg. v. Peter French u. a., Minneapolis 1979, S. 395-441.
- Crane, Tim, *Elements of Mind. An Introduction to the Philosophy of Mind*, Oxford 2001.
- Dehaene, Stanislaus, *The Number Sense*, New York/Cambridge 1997.
- DeLoache, Judy S. u. a., »Scale Errors Offer Evidence for a Perception-Action Dissociation Early in Life«, in: *Science* 304, 2004, S. 1027-1029.
- Dennett, Daniel, *The Intentional Stance*, Cambridge, Mass. 1987.
- Frith, Uta, »What Framework Should We Use for Understanding Developmental Disorders?«, in: *Developmental Neuropsychology* 20, 2001, S. 555-563.
- Geary, David C., »Sexual selection and sex differences in mathematical abilities«, in: *Behavioral and Brain Sciences* 19, 1996, S. 229-284.
- Goswami, Usha, »Neuroscience and education«, in: *British Journal of Educational Psychology* 74, 2004, S. 1-14.
- Kim, Jaegwon, *Supererience and Mind. Selected Philosophical Essays*, Cambridge/New York 1993.
- Morton, John und Uta Frith, »Why We Need Cognition«, in: *Festschrift für Jaques Mehler*, hg. v. Emmanuel Dupoux, Cambridge, Mass. 2001, S. 192-214.
- Punam, Hilary, »The meaning of 'meaning'«, in: *Philosophical Papers*, Bd. II: *Mind, Language and Reality*, Cambridge 1975, S. 3-47.

- Rösler, Frank, »Neurowissenschaftliche Theorien in der Psychologie«, in: *Handbuch zur Psychologie*, hg. v. Kurt Pawlik, New York 2009, S. 129-235.
- Shaywitz, Bernard u. a., »Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia«, in: *Biological Psychiatry* 20, 2002, S. 101-110.
- Sinos, Pierre G., u. a., »Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training«, in: *Neurology* 58, 2002, S. 1203-1213.
- Stephan, Achim, »Zur Rolle des Emergenzbegriffs in der Philosophie des Geistes und in der Kognitionswissenschaft«, in diesem Band, S. 146 ff.
- Stern, Elisabeth, »Wie viel Hirn braucht die Schule? Chancen und Grenzen einer neuropsychologischen Lehr-Lern-Forschung«, in: *Zeitschrift für Pädagogik* 50, 2004, S. 531-538.
- Thau, Michael, *Consciousness and Cognition*, Oxford 2002.
- , »Symposium on Consciousness and Cognition«, in: *Philosophical Studies* (I. E.).

Hinweise zur Autorin und zu den Autoren

Maxwell R. Bennett, geb. 1939; Professor für Neurowissenschaft an der Universität Sydney; Buchveröffentlichungen: *Autonomic Neuromuscular Transmission*, 1972; *The Idea of Consciousness*, 1997; *History of the Synapse*, 2001; (mit P. M. S. Hacker) *Philosophical Foundations of Neuroscience*, 2003.

Brigitte Falkenburg, geb. 1953; Professorin für Philosophie an der Universität Dortmund. Buchveröffentlichungen: *Die Form der Materie*, 1987; *Teilchenmetaphysik*, 1994; *Kants Kosmologie*, 2000; *Wem dient die Technik?*, 2004.

Carl Friedrich Gethmann, geb. 1944; Professor für Philosophie an der Universität Duisburg-Essen und Direktor der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen in Bad Neuenahr-Ahrweiler. Buchveröffentlichungen: *Verstehen und Auslegung*, 1974; *Protologie*, 1979; *Dassein: Erkennen und Handeln*, 1993; (Hg. mit M. Kloefer) *Handeln unter Risiko im Unwohlstand*, 1993; (mit A. Grundwald) *Technikfolgenabschätzung, Konzeptionen im Überblick*, 1996; (Hg. mit A. Gethmann-Sietert) *Philosophie und Technik*, 2000; (Hg. mit E. Ehlers) *Environment across Cultures*, 2003.

P. M. S. Hacker, geb. 1939; Fellow am St. John's College in Oxford. Buchveröffentlichungen: (mit G. P. Baker) *An Analytical Commentary on Wittgenstein's Philosophical Investigations*, 4 Bde., 1980-1996; *Insight and Illusion*, 1986; *Wittgenstein's Place in Twentieth-Century Analytic Philosophy*, 1996 (dt. 1997); *Wittgenstein: Connections and Controversies*, 2002; (mit M. R. Bennett) *Philosophical Foundations of Neuroscience*, 2003.

Dirk Hartmann, geb. 1964; Professor für Theoretische Philosophie an der Universität Duisburg-Essen. Buchveröffentlichungen: *Konstruktive Frage-
logik*, 1990; *Naturwissenschaftliche Theorien*, 1993; (Hg. mit P. Janich) *Methodischer Kulturalismus*, 1996; (Hg. mit P. Janich) *Die Kulturalistische Wende*, 1998; *Philosophische Grundlagen der Psychologie*, 1998; *On Inferring*, 2003.

Peter Janich, geb. 1942; Professor für Philosophie an der Philipps-Universität Marburg. Buchveröffentlichungen: *Die Protaphysik der Zeit*, 1980 (engl. 1985); *Grenzen der Naturwissenschaft*, 1992; *Konstruktivismus und Naturerkenntnis*, 1996; (Hg. mit D. Hartmann) *Methodischer Kulturalismus*, 1996; *Das Maß der Dinge*, 1997; (Hg. mit D. Hartmann) *Die Kulturalistische Wende*.

- de, 1998; *Was ist Erkenntnis?*, 2000; *Logisch-pragmatische Propädeutik*, 2001; *Kultur und Methode. Philosophie in einer wissenschaftlich geprägten Welt*, 2005.
- Michael Quante, geb. 1962; Professor für Praktische Philosophie an der Universität Köln. Buchveröffentlichungen: *Hegels Begriff der Handlung*, 1993 (engl. 2004); (Hg. mit J. S. Ach) *Himmel und Organverpflanzung*, 1997; (Hg.) *Personale Identität*, 1999; (mit J. S. Ach und M. Anderheiden) *Ethik der Organtransplantation*, 2000; (Hg. mit A. Vieth) *Xenotransplantation*, 2001; *Personales Leben und menschlicher Tod*, 2002; *Einführung in die Allgemeine Ethik*, 2003; (Hg. mit B. Mecker und G. Mohr) *Subjektivität und Anerkennung*, 2004; (Hg. mit Ch. Halbig und L. Siep) *Hegels Erbe*, 2004.
- Ralph Schumacher, geb. 1964; Privatdozent am Institut für Philosophie der Humboldt-Universität zu Berlin und Fellow am Hanse-Wissenschaftskolleg in Delmenhorst. Buchveröffentlichungen: *John Stuart Mill*, 1994; *Realität, synthetisches Schließen und Pragmatismus*, 1996; (Hg.) *Idealismus als Theorie der Repräsentation?*, 2001; (Hg. mit V. Gerhardt und R.-P. Horstmann) *Akten des IX. Kant Kongresses*, 2001; (Hg.) *Perception and Reality. From Descartes to the Present*, 2003; (mit E. Stern und R. Grabner) *Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften: Erwartungen, Befunde und Forschungsperspektiven*, 2005; *Perspectives on Colour Perception*, 2006.
- Achim Stephan, geb. 1955; Professor für Philosophie der Kognition an der Universität Osnabrück. Buchveröffentlichungen: *Sinn als Bedeutung*, 1989; *Emergenz – Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*, 1999; (Hg.) *Ethik ohne Dogmen*, 2001; (Hg.) *Phänomenales Bewusstsein – Rückkehr zur Identitätstheorie?*, 2002; (Hg.) *Natur und Theorie der Emotion*, 2003.
- Dieter Sturm, geb. 1953; Professor für Philosophie an der Universität Duisburg-Essen. Buchveröffentlichungen: *Kant über Selbstbewusstsein*, 1985; (Hg. mit K. Ameriks) *The Modern Subject*, 1995; *Philosophie der Person*, 1997; *Jean-Jacques Rousseau*, 2001; (Hg.) *Person*, 2001; (mit Th. Christaller u. a.) *Robotik*, 2001; (Hg. mit K. Ameriks) *Kants Ethik*, 2004; *Philosophie des Geistes*, 2005.
- Lutz Wingert, geb. 1958; Professor für Philosophie an der Universität Dortmund. Buchveröffentlichungen: *Gemeinsinn und Moral*, 1999; (Hg. mit K. Günther) *Die Öffentlichkeit der Vernunft und die Vernunft der Öffentlichkeit*, 2001; (Hg. mit M. Vogel) *Wissen zwischen Entdeckung und Konstruktion*, 2003; *Mit realistischen Sinn*, 2005.