

Hirnforschung und Menschenbild

Die Bedeutung von Körper und Emotion für Bewußtsein und Selbst

In einer von naturwissenschaftlichem Denken bestimmten Zeit prägen Erkenntnisse der Hirnforschung in hohem Maß das Menschenbild unserer Wissensgesellschaft. Diese Forschungsrichtung hat in den letzten Jahren durch neue Beobachtungsmethoden beachtliche Fortschritte erzielt und grundlegende Fragen der Anthropologie erörtert, die im folgenden behandelt werden sollen. Welche Bedeutung haben Emotionen für unser Denken? Worauf beruht unser Selbstbewußtsein? Wie ist die Zwei-Einheit von Leib und Seele zu verstehen?

Die Hirnforschung zeigt, daß es einen engen Zusammenhang zwischen psychischen Prozessen und Gehirnprozessen gibt. Ihre Grundthese lautet: Erleben, Verhalten und Handeln sind vom Gehirn und seinen Funktionen abhängig. Damit hat auch alles, was je über Seele, Materie und Bewußtsein gedacht und geschrieben wurde, seinen Ursprung in Gehirnvorgängen (vgl. Rohracher 1965, 16). Der amerikanische Neurologe Antonio Damasio belegt mit Untersuchungen an neurologischen Patienten die zentrale Bedeutung des Körpers und der Emotionen für Bewußtsein und Selbst (Damasio 1999).

Die Suche nach dem emotionalen Gehirn

Denken und Fühlen betrachtete man in der Geschichte der Philosophie und Psychologie häufig als Gegensatzpaar. In der abendländischen Philosophie dominierte die Ansicht, der Mensch sei primär ein Vernunftwesen, ein „animal rationale“. Zur Zeit wird das Thema Vernunft und Gefühl in der Gegenüberstellung von kognitiver und emotionaler Intelligenz, von I. Q. und E. Q., diskutiert (Goleman 1996; Cooper & Sawaf 1997; Stemme 1997). Die Kognitionswissenschaften haben der Emotion bis vor kurzem kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Auch für die experimentelle Psychologie war Emotion lange kein Thema. Damasio sieht die Vernachlässigung der Emotion in den Kognitions- und Neurowissenschaften als Folge der Vernachlässigung des Körpers (1999). Der Begriff „Organismus“ fehle in diesen Wissenschaften. In den Erörterungen des Gehirn-Geist-Problems werde das Gehirn meist isoliert vom Körper und nicht als Teil eines komplexen, lebendigen Organismus betrachtet. Emotion sah man häufig als das

Gegenteil von Denken und glaubte, dieses sei völlig unabhängig von Emotionen (Goller 1992).

Diese Gegenüberstellung von Denken und Fühlen wird zunehmend in Frage gestellt. Damasio sieht in den Emotionen einen integralen Bestandteil von Denk- und Entscheidungsprozessen (1995). Er berichtet von Untersuchungen an Patienten, die wegen Läsionen im Bereich des Stirn- und des Scheitellappens des Großhirns bestimmte Emotionen verloren und damit gleichzeitig ihre Fähigkeit einbüßten, vernünftige Entscheidungen zu treffen oder für die nächsten Stunden und Tage zu planen. Der Verlust von Gefühlen kann eine ebenso wichtige Ursache für irrationales Verhalten sein wie mangelnde Kenntnis und ist dem Denken so abträglich wie exzessive Emotionen. Emotionen unterstützen das Denken, besonders wenn es um persönliche und soziale Belange geht, die Risiko und Konflikte mit sich bringen. Mit seiner Hypothese der „somatischen Marker“ wollte Damasio keineswegs behaupten, Emotionen seien ein Ersatz für das Denken und würden für uns entscheiden. Der Ausdruck „somatischer Marker“ bezeichnet einen somatischen Zustand, der gemeinsam mit einem Vorstellungsbild wahrgenommen wird:

„Stellen Sie sich beispielsweise vor, Sie haben Aussicht auf ungewöhnlich hohe Rendite bei einer überaus riskanten Investition. Inmitten anderer Beschäftigungen, die Sie ablenken, sollen Sie sich zu einem raschen Ja oder Nein entschließen. Wenn ein negativer somatischer Zustand den Gedanken, die Investition vorzunehmen, begleitet, wird es Ihnen leichter fallen, die Möglichkeit zu verwerfen und eine genauere Analyse der potentiell nachteiligen Folgen vorzunehmen. Der mit der Zukunft verknüpfte negative Zustand wirkt der verlockenden Aussicht auf sofortige umfangreiche Belohnung entgegen“ (Damasio 1995, 239).

Somatische Marker werden durch Erfahrung erworben, indem bestimmte Kategorien von Objekten und Ereignissen mit einem angenehmen oder unangenehmen Körperzustand verknüpft werden. Sie erhöhen die Präzision und Schnelligkeit von Entscheidungsprozessen. Zwar nehmen sie uns das Denken nicht ab, aber sie helfen uns, gefährliche oder ungünstige Wahlmöglichkeiten ins rechte Licht zu rücken und rasch aus allen weiteren Überlegungen auszuklammern. Körperzustände und Gefühle sind eine unentbehrliche Grundlage der Rationalität: „Auch wenn die Rationalität die erhabensten Unterscheidungen trifft und entsprechend handelt, wird sie wahrscheinlich durch Körpersignale beeinflusst und geprägt“ (Damasio 1995, 272).

Reptiliengehirn mit „Denkkappe“

Der kanadische Hirnforscher Paul MacLean formulierte die bisher umfassendste Theorie des emotionalen Gehirns. Er prägte den Ausdruck „limbisches System“ als Bezeichnung für das emotionale bzw. viszerale Gehirn. Sein Konzept des lim-

bischen Systems hat sich bis heute als das bestimmende Bild vom emotionalen Gehirn behauptet. MacLean entwarf das Modell des „dreieinigen Gehirns“. Dieses besteht aus dem „Reptilienghirn“ (Hirnstamm), dem „Altsäugergehirn“ (limbischen System) und dem „Neusäugergehirn“ (Neokortex). Unser menschliches Gehirn ist gleichsam die Zusammenfassung seiner evolutionären Vergangenheit. Wir sind Erben der Struktur und Organisation dreier grundlegend verschiedener Gehirne, die wie drei miteinander verschaltete biologische Computer funktionieren, wobei jeder seine eigene Subjektivität und Intelligenz, seine eigenen Zeit- und Raumvorstellungen sowie sein eigenes Gedächtnis besitzt.

Das älteste ist das *Reptilienghirn*. Es repräsentiert genetisch determinierte Verhaltensweisen, die dem Überleben des Individuums und der Arterhaltung dienen. Es fungiert als Kontrollzentrum unbewußter, gefühlloser, roboterähnlicher Programme, die dem Reptilienverhalten ähneln. Das *Altsäugergehirn* umschließt den Hirnstamm wie einen Saum (Limbus). Es verbindet Informationen aus der Umwelt mit Informationen aus dem Körperinneren. Dieser Integration von Innenwelt und Außenwelt entspringt das emotionale Erleben. Mit dem limbischen System, so MacLean, versuchte die Natur, das Reptilienghirn mit einer Art „Denkkappe“ zu versehen. Dem Lebewesen wurde dadurch ein besseres Bild sowohl von seinen inneren Zuständen als auch von seiner Umwelt vermittelt. Nun konnte es stereotype Verhaltensweisen plastischer gestalten, sich effizienter auf neue Situationen einstellen, deren Bedeutsamkeit besser bewerten und aus ihnen lernen.

Spät in der Evolution tauchte dann das *Neusäugergehirn*, der Neokortex, auf. MacLean nennt es „das zerebrale Gütesiegel höherer Säugetiere“. Beim Menschen wurde es zum Gehirn des Lernens, Schreibens und der Arithmetik. Es arbeitet weitgehend unbehindert von den Signalen aus der Innenwelt und besitzt die Fähigkeit, zu differenzieren und zu abstrahieren. Der Neokortex kann Dinge in immer kleinere Einheiten zerlegen, Handlungsstrategien entwickeln, die Zukunft planen und eingefahrene Verhaltensweisen, seien sie gelernt oder genetisch determiniert, unterdrücken oder modifizieren.

Die Popularität dieses Modells beruht auf seiner Anschaulichkeit und Einfachheit. Im dreieinigen Gehirn sitzt der Neokortex auf dem limbischen System wie ein Reiter ohne Zügel auf einem wilden Pferd. Das Modell suggeriert zu verstehen, warum es uns so schwer fällt, Gefühle und Triebe zu beherrschen. Obwohl die drei Gehirne gemeinsam arbeiten, scheinen die zwei tieferliegenden und stammesgeschichtlich älteren, animalischen Gehirne ihren eigenen biologischen Uhren zu folgen und eine eigene ritualisierte Arbeitsweise zu besitzen, die nicht beschleunigt werden kann. Gleichgültig wie schnell wir Menschen mit Hilfe unseres Neokortex schlußendlich in der Lage sein werden zu reisen, nach MacLean sind wir gut beraten, uns die nötige Selbsterkenntnis zu erwerben, um uns auf die Pferdewagengeschwindigkeit unseres reptilischen und limbischen Gehirns einstellen zu können.

Kritik am Konzept des limbischen Systems

MacLean nahm an, es gebe nur wenige anatomische Verbindungen zwischen dem limbischen System und dem Neokortex. Dies sei der Grund, warum es uns so schwer falle, Emotionen rational zu steuern. Neuere Befunde widersprechen dieser Annahme. Gerhard Roth spricht von ausgedehnten auf- und absteigenden Verbindungen zwischen Neokortex und limbischem System (Roth 1994). Zudem gebe es massive Verbindungen zwischen dem assoziativen Kortex im Stirnlappen des Großhirns und dem limbischen System. Die Unterscheidung zwischen „niederen“ und „höheren“ Zentren, stammesgeschichtlich älteren und neueren Hirnregionen, ist mehr als fragwürdig. Anatomen wiesen nach, daß auch sogenannte primitive Lebewesen Hirnareale besitzen, die sich strukturell und funktional mit dem Neokortex messen können. Alle wesentlichen Teile des Wirbeltiergehirns sind in der Evolution gleichzeitig entstanden (Roth 1994, 181–188).

Joseph LeDoux, der zur Zeit bedeutendste Forscher der neurophysiologischen Grundlagen der Emotion, stellt die Idee, das limbische System bilde das emotionale Gehirn, völlig in Frage (LeDoux 1998). MacLean habe ins Schwarze getroffen mit seiner Vermutung, daß das emotionale Gehirn und das „Wortgehirn“ parallel operieren, jedoch mit unterschiedlichen Codes arbeiten und daher nicht unbedingt in der Lage sind, miteinander zu kommunizieren. Deswegen könnten gewisse psychische Probleme darauf beruhen, daß das emotionale Gehirn unabhängig vom „Wortgehirn“ operiert. Dies seien jedoch Perlen, die man vom Rest der Theorie des limbischen Systems trennen müsse.

Die Theorie des limbischen Systems ist eine Theorie der Lokalisation, und ihre Verfechter können uns nicht verlässlich sagen, welche Teile des Gehirns denn nun tatsächlich zum limbischen System gehören. MacLean hatte die Beteiligung an vegetativen Kontrollfunktionen zum Merkmal des limbischen Systems erklärt. Tatsächlich sind gewisse Bereiche, die traditionell dem limbischen System zugeordnet werden, an der Steuerung des autonomen Nervensystems beteiligt. Doch es gibt auch Bereiche wie zum Beispiel den Hippocampus, von dem man heute weiß, daß er mehr mit Gedächtnisfunktionen und Kognition als mit autonomen und emotionalen Funktionen zu tun hat. Außerdem gibt es Bereiche, besonders im unteren Hirnstamm, die niemand dem limbischen System zugeordnet hat, die aber vorrangig an der autonomen Regulierung beteiligt sind. Vegetative Regulierung ist folglich als Definition des limbischen Systems ungeeignet.

MacLean vermutete, das limbische System sei an primitiven emotionalen Funktionen, jedoch nicht an höheren Denkprozessen beteiligt. Neuere Befunde widersprechen dieser Annahme. Es gibt Teile des limbischen Systems wie zum Beispiel den Hippocampus, den Mamillarkörper und den vorderen Thalamus, deren Schädigung sich kaum nachhaltig auf die emotionalen Funktionen auswirkt, jedoch deutliche Störungen des bewußten oder deklarativen Gedächtnisses hervorruft.

Nach LeDoux spricht kaum etwas für die Existenz des limbischen Systems und seiner Beteiligung an Emotion. Man sollte diesen Terminus aufgeben, denn es gibt kein Allzweck-Emotionssystem. Verschiedene Emotionen werden durch unterschiedliche Gehirnsysteme erzeugt. LeDoux empfiehlt, die einzelnen Emotionen getrennt zu untersuchen. Er erforschte vor allem die Emotion Furcht.

Wie das Gehirn Emotionen erzeugt

LeDoux identifizierte den Mandelkern (Corpus amygdaloideum) als die entscheidende Struktur für die Emotion Furcht. Reizungen des Mandelkerns bei anästhesierten Tieren rufen Reaktionen des autonomen Nervensystems hervor und im Wachzustand zusätzlich Starrreaktionen, Fluchtreaktionen und defensive Angriffsreaktionen. Reizungen des Mandelkerns bei Menschen wurden anlässlich von Hirnoperationen bei Epilepsie-Patienten vorgenommen. Da die Patienten während der Reizung des Mandelkerns wach sind, lassen sich nicht nur die hervorgegerufenen Ausdrucksreaktionen beobachten, sondern die Patienten können auch über ihre Erlebnisse berichten. Das am häufigsten genannte Erlebnis war ein Gefühl drohender Gefahr, ein Gefühl der Furcht. „Furcht ist auch das am häufigsten gemeldete Erlebnis bei epileptischen Anfällen, die praktisch nichts anderes sind als spontane elektrische Reizungen, die im Mandelkern entspringen“ (LeDoux 1998, 186).

Eine nur auf den Mandelkern beschränkte Schädigung ist äußerst selten, doch Damasio berichtet von einer Patientin, deren beide Mandelkerne so verkalkt waren, daß die Neuronen dort nicht mehr funktionierten (1999, 62–67). Diese Patientin konnte weder Furcht in den Gesichtern anderer Menschen erkennen noch selbst einen furchtsamen Gesichtsausdruck imitieren. In ihrem Sozialverhalten zeigte sie eine bemerkenswerte emotionale Schiefelage. Negative Emotionen wie Furcht und Zorn waren wie verschwunden. Trotz normaler Intelligenz konnte sie nicht erleben, wie problematisch viele Situationen waren, in die sie sich wiederholt brachte.

LeDoux unterstreicht, daß Gefühle und reine Gedanken von unterschiedlichen Hirnsystemen erzeugt werden. Gefühle beanspruchen sehr viel mehr Hirnsysteme als Gedanken. Der Mandelkern hat einen größeren Einfluß auf den Kortex als der Kortex auf den Mandelkern. Deshalb kann emotionale Erregung das Denken dominieren und kontrollieren. Bei allen Säugern sind die Bahnen vom Mandelkern zum Kortex stärker ausgeprägt als die Bahnen vom Kortex zum Mandelkern. Zwar ist es leicht möglich, daß Gedanken Emotionen auslösen, indem sie den Mandelkern aktivieren, aber wir tun uns schwer, willentlich Emotionen abzuschalten, indem wir den Mandelkern deaktivieren. Es hilft nicht viel, wenn wir uns sagen, wir sollten nicht ängstlich oder verärgert sein. Zugleich ist offenkun-

dig, daß die kortikalen Verbindungen zum Mandelkern bei den Primaten weit stärker sind als bei den übrigen Säugern. Das spricht für die Möglichkeit, daß der Kortex mehr und mehr Kontrolle über den Mandelkern gewinnen könnte, falls diese Verbindungen weiterhin zunehmen sollten. Sollten die Nervenbahnen, die vom Mandelkern zum Kortex und vom Kortex zum Mandelkern verlaufen, ein Gleichgewicht erreichen, könnte der Kampf zwischen Denken und Fühlen letztlich im Sinn einer harmonischeren Integration von Vernunft und Leidenschaft entschieden werden (LeDoux 1998, 325 f.).

Damasio faßt die vorhandenen Befunde zur Erforschung der neurophysiologischen Basis der Emotionen folgendermaßen zusammen: 1. Das Gehirn erzeugt Emotionen mit Hilfe einer kleinen Zahl von Hirnregionen. Die meisten befinden sich in subkortikalen Zentren: im Hirnstamm, im Hypothalamus, im basalen Vorderhirn und im Mandelkern. 2. Diese Orte sind an der Produktion verschiedener Emotionen beteiligt. Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren zeigen, daß die Aktivitätsmuster für Traurigkeit, Zorn, Furcht und Freude verschieden sind. Jede Emotion hat ihr eigenes Aktivitätsmuster. 3. Manche dieser Regionen sind auch an der Reizerkennung beteiligt, die bestimmte Emotionen kennzeichnen. Beispielsweise ist der Mandelkern zum Erkennen von Furcht im Gesichtsausdruck notwendig, wie das oben erwähnte Beispiel der Frau mit den geschädigten Mandelkernen zeigt.

Die Hirnforschung ist noch weit davon entfernt, jeder erlebbaren Gefühlsqualität ein spezifisches neuronales Aktivitätsmuster zuordnen zu können. Selbst wenn sie das leisten könnte, bliebe die Frage weiterhin unbeantwortet, wie aus neuronalen Aktivitätsmustern erlebte Gefühle entstehen. Die Hirnforschung kann grundsätzlich nicht mehr leisten, als Bewußtseinsphänomene wie Gefühls-erlebnisse mit hirnnorganischen Vorgängen zu korrelieren. Offen bleibt die Frage, in welcher Beziehung die subjektiven Gefühle zu den objektiv beschreibbaren Gehirnvorgängen stehen. Diese Frage, die mit naturwissenschaftlichen Methoden nicht zu entscheiden ist, steht heute im Mittelpunkt der Diskussionen um das Leib-Seele-Problem. Das Thema Emotion wurde bei der Erörterung dieses Problems bisher weitgehend ausgeklammert.

Die Frage nach der Zentralinstanz

Der Grundaussage der Hirnforschung zufolge ist unser gesamtes Erleben, Verhalten, Denken und Handeln von einem funktionierenden Gehirn abhängig. Ohne Gehirn erleben wir nichts. Wie ist beispielsweise die Abhängigkeit unserer Identität von Gehirnfunktionen zu verstehen? Unser Erleben ist oft widersprüchlich, unsere Aufmerksamkeit ist häufig geteilt und nicht selten erleben wir gegensätzliche Bedürfnisse in uns. Trotzdem ist es für uns keine Frage, daß wir eine Person

sind, daß ich es bin, der dies alles erlebt. Unsere Identität ist eng mit der Einheit unseres Körpers verknüpft, obwohl dieser im Lauf des Lebens sich stark verändert und seine materiellen Zustände wechseln. Es ließ sich bisher keine spezifische Hirnregion ausfindig machen, der man die Erfahrung der eigenen Identität zuordnen könnte. Unter den schätzungsweise 100 Milliarden Neuronen unseres Gehirns gibt es auch keine „pontifikale“ Nervenzelle, die als materielle Basis des Ich in Frage käme (vgl. Popper & Eccles 1982). Nach gegenwärtigem Wissensstand existiert kein Punkt im Gehirn, an dem alles zusammenläuft.

Die Parallelverarbeitung im Gehirn stellt jede Bewußtseinstheorie vor ein Rätsel. Wie können räumlich verstreute Neuronenaktivitäten eine einheitliche bewußte Erfahrung hervorbringen? Die Emotionsverarbeitung und die Verarbeitung des „Was“ und „Wo“ visueller Reize findet in völlig verschiedenen Bereichen des Gehirns statt. Wir erleben zum Beispiel einen „herrlichen Sonnenuntergang“ und sind uns überhaupt nicht bewußt, daß das mit diesem Erlebnis verbundene angenehme Gefühl in verschiedenen Teilregionen des Gehirns verarbeitet wird: die Gestalt und die Farbe der Sonne von Nervenbahnen, die durch den Schläfenlappen des Großhirns führen, während die Verarbeitung der Position der Sonne Aktivitäten im Scheitellappen des Großhirns erfordert.

Das Bewußtsein ermöglicht, daß Form, Farbe, Bewegung, Tiefe und Gefühl zu einem einheitlichen Erleben eines „schönen Sonnenuntergangs“ verbunden werden (vgl. Johnston 1999). Francis Crick nennt diese unerklärte Fähigkeit des Bewußtseins das „Bindungsproblem“ (1994). Für die Neurowissenschaft ist es eine große Herausforderung, herauszufinden, wie die räumlich verstreuten Prozesse im Gehirn zusammengebunden werden, um eine einheitliche bewußte Erfahrung entstehen zu lassen. Viele phänomenologische Hinweise sprechen dafür, daß das Bewußtsein nicht einer einzelnen autonomen Hirnregion zuzuordnen ist. Bewußte Erfahrungen unterscheiden sich qualitativ voneinander. Sehen, Fühlen, Denken und Hören sind verschiedene subjektive Zustände. Visuelles Bewußtsein kann durch Schädigungen des visuellen Kortex beeinträchtigt werden und Hören durch Schädigungen des auditiven Kortex. Bewußtsein beruht wahrscheinlich auf einer dynamischen Organisation, die innerhalb vieler verschiedener Hirnregionen existiert.

Bewußtsein und Selbst

Damasio nennt zwei Grundprobleme bei der Erhellung des Bewußtseins. Das erste Problem ist die Frage, wie das Gehirn innerhalb des menschlichen Organismus die mentalen Muster erzeugt, die wir Vorstellungsbilder (images) von Gegenständen nennen. Unter Gegenstand versteht er so unterschiedliche Dinge wie Personen, Melodien, Zahnschmerzen oder Gefühle. Die Lösung dieses ersten

Problems bestünde darin, herauszufinden, wie das Gehirn neuronale Muster in den Schaltkreisen seiner Nervenzellen erzeugt und wie es diese Muster in explizite Vorstellungsbilder verwandelt. Die entscheidende Komponente der Vorstellungsbilder ist deren Erlebnisqualität wie zum Beispiel das Blau des Himmels oder die Tonqualität eines Cello. Damasio glaubt, daß die spezifischen Erlebnisqualitäten (Qualia) letztlich neurobiologisch erklärt werden können. Die Neurobiologie ist zur Zeit jedoch weit davon entfernt, eine Erklärung anzubieten.

Das zweite Problem ist die Frage, wie das Gehirn parallel zur Erzeugung der Vorstellung eines Objekts zugleich ein Gefühl des Selbst im Akt des Bewußtseins hervorbringt. Wie entsteht das Gefühl, daß ich es bin, der dieses Objekt sieht, berührt, betastet oder riecht? Die Gegenwart des Selbst ist subtil und still, manchmal nicht mehr als ein Hinweis. In diesem Sinn ist meine Gegenwart das Gefühl dessen, was passiert, wenn ich durch den Akt der Wahrnehmung eines Gegenstandes verändert werde. Das Gefühl des Selbst ist privat, es ist nur dem Besitzer des Organismus zugänglich und hat kein von außen beobachtbares Verhaltenskorrelat. Es hängt von der Fähigkeit des Gehirns ab, im Akt der Wahrnehmung eines Objekts ein Vorstellungsbild des lebenden Organismus zu entwerfen. Bewußtsein in seiner einfachsten und komplexesten Form ist ein ganzheitliches mentales Muster, das Objekt und Selbst zusammenbringt. Damasio betrachtet das Selbst als das Hauptproblem bei der Erhellung des Bewußtseins. Seine Lösung erfordert ein Verständnis dafür, wie ich, während ich schreibe, ein Gefühl meiner selbst habe, und wie Sie, während Sie lesen, ein Gefühl Ihrer selbst haben. Es gilt, die neuronale Architektur, die dem Gefühl des Selbst zugrunde liegt, freizulegen.

Nach Damasio sind Bewußtsein und Emotionen untrennbar miteinander verbunden. Die Beziehungen zwischen Emotion und Bewußtsein einerseits und zwischen diesen beiden und dem Körper andererseits bilden das Hauptthema seines Buchs „The feeling of what happens“. Bewußtsein ist kein Monolith. Damasio unterscheidet zwei Bewußtseinsformen: das *Kernbewußtsein* und das *ausgedehnte Bewußtsein*. Das Kernbewußtsein ist die fundamentale Form des Bewußtseins. Es verleiht dem Organismus ein Gefühl des Selbst im Hier und Jetzt, und zwar ein Gefühl für den eigenen Körper im Akt des Bewußtseins. Das Kernbewußtsein wird auf eine pulsierende Art und Weise für jeden Inhalt, dessen wir uns bewußt werden, erzeugt. Es gründet weder auf Denken und Sprache noch auf dem Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis. Es erfordert lediglich ein sehr kurzes Kurzzeitgedächtnis von etwa 45 Sekunden.

Diese Zeit reicht, um ein Kernbewußtsein über eine ganze Menge von Dingen zu bilden. Das Gefühl des Selbst ist sehr kurz und wird in solchem Übermaß produziert, daß es nicht nötig ist, es über längere Zeit zu erhalten, damit es wirksam werden kann. Wir haben keinerlei Bewußtsein von den Ereignissen in unserem Gehirn, die dem Bewußtwerden eines Gegenstandes vorausgehen. Bis das Be-

wußtsein uns etwas liefert, hat die Gehirnmaschinerie bereits einige Zeit gearbeitet, und zwar eine Zeit, die einem Molekül, wenn es denken könnte, wie eine Ewigkeit vorkäme. Wir sind mit unserem Bewußtsein immer hoffnungslos spät dran. Da wir alle an der gleichen Langsamkeit leiden, fällt das niemandem auf. Benjamin Libet entdeckte in seinen Experimenten, daß bis zum Bewußtwerden eines Objekts ca. 500 Millisekunden verstreichen. Nach Damasio ist Kernbewußtsein nicht dasselbe wie Wachheit oder niedrige Aufmerksamkeit, obwohl es beides erfordert. Das Kernbewußtsein ist über die gesamte Lebensspanne des Organismus stabil. Kernbewußtsein und Emotion sind eindeutig miteinander verbunden. Neurologische Patienten, deren Kernbewußtsein beschädigt ist, zeigen keinerlei Emotionen, weder im Ausdrucksverhalten noch in verbalen Berichten.

Im Unterschied zum Kernbewußtsein hat das *ausgedehnte Bewußtsein* viele Abstufungen und Grade. Es verleiht dem Individuum Identität, Bewußtsein für die eigene Vergangenheit und die vorweggenommene Zukunft sowie Bewußtsein der Welt, in der es lebt. Das ausgedehnte Bewußtsein hängt vom Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis ab. Im Menschen erreicht dieses Bewußtsein seine Höchstform und wird durch die Sprache noch umfassender. Hinter dem ausgedehnten Bewußtsein schlägt in jedem Augenblick der Puls des Kernbewußtseins. Dieses gibt uns für einen vorübergehenden Augenblick das Gefühl, daß wir es sind, die einen Vogel fliegen sehen, oder daß wir es sind, die Schmerzen haben.

Das ausgedehnte Bewußtsein stellt diese Erlebnisse in einen breiteren Zeit- und Erlebnishorizont. Die Zeitskala des ausgedehnten Bewußtseins ist nicht wie die des Kernbewußtseins auf einen Sekundenbruchteil beschränkt, sondern bewegt sich auf einer Skala von Sekunden, Minuten, Stunden und Jahren. Das ausgedehnte Bewußtsein vermag autobiographische Erinnerungen zu formen. Diese können bei der Verarbeitung jedes Objekts abgerufen werden. Jede autobiographische Erinnerung wird dann vom Gedächtnis wie ein Objekt behandelt. Es gilt, die vielen Objekte, die zusammen das autobiographische Selbst ausmachen, und die Eindrücke, die das Objekt definieren, für einen längeren Zeitraum gleichzeitig aktiv zu halten.

Ein autobiographisches Selbst erfordert einen Organismus mit erheblicher Gedächtniskapazität und Denkkapazität, jedoch nicht Sprache. Entwicklungspsychologen wie Jerome Kagan betonen, daß Kinder bereits mit zirka 18 Monaten ein „Selbst“ entwickeln, vielleicht schon viel früher. Untersuchungen an neurologischen Patienten zeigen, daß Beeinträchtigungen des ausgedehnten Bewußtseins keine Auswirkungen auf das Kernbewußtsein haben. Kognitive Funktionen wie Sprache, Denken, Aufmerksamkeit, Langzeit- und Arbeitsgedächtnis sind für das Kernbewußtsein nicht notwendig. Im Gegensatz dazu führen Schädigungen, die auf der Ebene des Kernbewußtseins beginnen, zu einer Zerstörung des gesamten Bewußtseinsgebäudes, auch des ausgedehnten Bewußtseins. Bei Patienten mit

schweren Störungen des autobiographischen Gedächtnisses hingegen bleibt das Kernbewußtsein intakt.

Den Bewußtseinsformen, Kernbewußtsein und ausgedehntes Bewußtsein, entsprechen zwei Formen des Selbst: das *Kernselbst* und das *autobiographische Selbst*. Das Kernselbst ist ein flüchtiges Phänomen, das fortlaufend für jedes einzelne Objekt, mit dem das Gehirn interagiert, neu geschaffen wird. Unser traditionelles Verständnis des Selbst ist mit der Vorstellung der Identität verbunden und bezieht sich auf das autobiographische Selbst. Dieses hängt von systematischen Erinnerungen von Situationen, in welchen das Kernbewußtsein beteiligt war, ab: wann und als wer man geboren wurde, die eigenen Vorlieben und Abneigungen und die typische Art, auf Probleme und Konfliktsituationen zu reagieren. Alle Formen des Selbst, die wir kennen, enthalten die Vorstellung eines umgrenzten, einzelnen Individuums, das sich im Lauf der Zeit verändert und doch irgendwie es selbst bleibt.

Die Suche nach neuronalen Korrelaten von Bewußtsein und Selbst

Das Problem des Bewußtseins ist nach Damasio nicht allein auf das Problem des Selbst beschränkt. Wie erzeugt das Gehirn neuronale Muster, die sowohl den Organismus und das Objekt als auch die Beziehung zwischen beiden abbilden? Die Darstellung des Objekts ist weniger rätselhaft als die des Organismus. Man weiß zwar einiges darüber, wie der Organismus im Gehirn abgebildet wird, doch daß diese Abbildung mit dem Bewußtsein und dem Selbst zusammenhängt, hat in der Hirnforschung bisher wenig Beachtung gefunden.

Der Organismus ist das grundlegende Bezugssystem des Gehirns. Seine Abbildung innerhalb des eigenen Gehirns ist wahrscheinlich der biologische Vorläufer dessen, was dann zum flüchtigen Gefühl des Selbst wird. Körperabbildungen eignen sich besonders dafür, Stabilität zu signalisieren. Die Bausteine unseres Körpers werden zwar regelmäßig ausgewechselt, aber der Bauplan und die Funktionen seiner Organe bleiben ein Leben lang weitgehend unverändert. Wie der Zyklus von Tod und Leben den Organismus und seine Teile nach einem Plan rekonstruiert, so rekonstruiert das Gehirn das Gefühl des Selbst von Augenblick zu Augenblick. Die tieferen Wurzeln des Selbst, auch des biographischen Selbst, das Identität und Person einschließt, liegen in jenen Gehirnmechanismen, die ununterbrochen und unbewußt für die Stabilität der Körperzustände sorgen, die zum Überleben notwendig sind.

Das Gefühl des Selbst hat einen unbewußten biologischen Vorläufer, das *Proto-Selbst*. Dieses besteht aus neuronalen Mustern, die von Augenblick zu Augenblick den physischen Zustand des Organismus in seinen vielen Bereichen erfassen. Wir sind uns des Proto-Selbst nicht bewußt. Während das Gehirn Vorstel-

lungsbilder eines Objekts, wie beispielsweise eines Gesichts, einer Melodie oder eines Zahnschmerzes formt, und während diese Vorstellungsbilder den Zustand des Organismus verändern, bilden Hirnstrukturen auf einer anderen Ebene eine Darstellung jener Ereignisse, die in verschiedenen Hirnregionen als Folge der Objekt-Organismus Interaktion sich abspielen. Die Darstellung der objektbezogenen Konsequenzen geschieht in „neuronalen Karten“ erster Ordnung, die das Proto-Selbst und das Objekt abbilden. Die *Kausalbeziehung* zwischen Objekt und Organismus kann nur von „neuronalen Karten“ zweiter Ordnung erfaßt werden. Die Darstellung zweiter Ordnung erzählt die Geschichte des Organismus, wie dieser, während er etwas anderes abbildet, in der Abbildung seines eigenen sich verändernden Zustandes gefangen ist (Damasio 1999, 170).

Das Kernselbst ist der vorübergehende Protagonist des Bewußtseins. Wegen der ständigen Verfügbarkeit auslösender Objekte wird es ununterbrochen gebildet und erscheint deshalb kontinuierlich in der Zeit. Die Kontinuität des Bewußtseins ist auf den überreichen Fluß nonverbaler Erzählungen des Kernbewußtseins zurückzuführen. Die biologische Grundlage des Kernselbst ist die Abbildung des sich ändernden Proto-Selbst in Karten zweiter Ordnung. Damasio vermutet, daß es mehrere Strukturen im menschlichen Gehirn gibt, welche die Fähigkeit besitzen, neuronale Muster zweiter Ordnung zu bilden. Diese befinden sich in allen drei Hirnteilen, im Großhirn (Teile des Stirnlappens und des Cingulum), im Zwischenhirn (Thalamus) und im Hirnstamm (Tectum). Die neuronalen Aktivitätsmuster, die dem Kernbewußtsein zugrundeliegen, sind äußerst einfach im Vergleich mit denen, die dem ausgedehnten Bewußtsein zugrundeliegen. Bewußtsein ist nicht auf Sprache beschränkt, auch wenn manche Autoren wie zum Beispiel Dennett dies nahelegen.

Worin bestehen die neuronalen Korrelate des autobiographischen Selbst? Die Schlüsselemente unserer Autobiographie, die unsere Identität betreffen, müssen jederzeit zuverlässig aktiviert werden können. Diese Elemente entstammen einem ständig aktivierten Netzwerk, das auf *konvergierenden Zonen* beruht, die im Schläfenlappen, den höheren Regionen des Stirnlappens und in subkortikalen Kernen wie jenen des Mandelkerns lokalisiert sind. Die koordinierte Aktivierung dieses verzweigten Netzwerks, das viele Orte umfaßt, wird von Kernen im Thalamus aus gesteuert. Das Festhalten der wiederholten Komponenten über längere Zeiträume erfordert die Unterstützung von Regionen des Stirnlappens, die am Arbeitsgedächtnis beteiligt sind. Es handelt sich um eine ständig sich wiederholende Aktivierung derselben sensorischen Muster, um die immer gleiche Information darzustellen. Bedeutet dies nicht eine unerträgliche Belastung für die Gehirnzellen? Nach Damasio gibt es auch andere Beispiele für derartige Belastungen von Gewebe: Man denke nur an die Herzmuskeln, die dazu verurteilt sind, ein Leben lang dieselben Kontraktionen durchzuführen. In diesen Ausführungen deutet er die Lösung zumindest eines Teils des Bindungsproblems an.

Bewußtsein hängt in erster Linie von Hirnregionen ab, die in der Tiefe des Gehirns, und nicht an der Hirnoberfläche lokalisiert sind. Die Verarbeitungsprozesse zweiter Ordnung, die Damasio vorschlägt, sind in alten neuronalen Strukturen verankert, die aufs engste mit der Regulation des Lebens assoziiert sind, und nicht in der Großhirnrinde, die Feinwahrnehmung, Sprache und höheres Denken ermöglicht. Das offenkundige „Mehr“ an Bewußtsein hängt von „Weniger“ ab, und Prozesse zweiter Ordnung sind Prozesse tieferen und niederen Rangs. Schädigungen von Teilen des Zwischenhirns und des Hirnstamms, des oberen Teils der *Formatio reticularis* (netzförmiger Teil des zentralen Nervensystems) und des Brückenbereichs, führen zu Bewußtseinsverlust.

Warum ist dieser sehr spezielle Ort mit dem Hervorrufen und dem Aufheben des Bewußtseins befaßt? Die Trennlinie zwischen jenem Teil der *Formatio reticularis*, dessen Beschädigung das Bewußtsein verändert, und dem anderen Teil, der keine derartigen Folgen nach sich zieht, ist nach Damasio ziemlich klar. Oberhalb dieser Trennlinie befindet sich der Eingang aller Körpersignale in das zentrale Nervensystem. Auf diese Weise haben Hirnstammkerne, die sich mit der Gleichgewichtsregelung der innerorganismisch-physiologischen Prozesse befassen, eine zusammenfassende Sicht des derzeitigen Körperzustands zur Verfügung. Diese entscheidenden Regionen im Hirnstamm sind gleichzeitig beteiligt an Wachheit, an der Regulation des internen Milieus, an Emotion, Aufmerksamkeit und Bewußtsein. Die Körperbezogenheit aller dieser Funktionen und die anatomische Nähe der damit befaßten Neuronenkerne ist offenkundig. Nach der traditionellen Sicht, die auf Moruzzi und Magouns Experimente an Katzen zurückgeht, kontrollieren reticuläre Kerne Wachheit und Aufmerksamkeit (1949). Neuere Befunde zeigen, daß reticuläre Kerne auch an der Regulierung des innerorganismischen Gleichgewichts beteiligt sind.

Die Hirnforschung nennt immer präzisere Bedingungen, die für Bewußtsein notwendig sind. Früher galt die Großhirnrinde als „Sitz“ des Bewußtseins. Damasio zeigt in seinen Untersuchungen an neurologischen Patienten, daß Bewußtsein vor allem von Strukturen abhängt, die in der Tiefe des Gehirns lokalisiert sind, und die sich mit der Regulierung des internen Milieus befassen. Der lebendige Organismus steuert zum Bewußtsein mehr bei als nur grundlegende Lebensfunktionen. Würde man *alle* Nerven durchtrennen, die Signale zum Körper befördern, würde sich sowohl unser Körperzustand als auch unser Geist radikal verändern. Würde man *nur* die Signalübermittlung vom Körper zum Gehirn unterbinden, würde sich unser Geist ebenfalls verändern.

Jede partielle Unterbrechung des Nachrichtenverkehrs zwischen Gehirn und Körper, wie sie bei Patienten mit Rückenmarkverletzungen auftritt, bewirkt Veränderungen des Geisteszustandes (Damasio 1995, 303). Körperzustände bilden den Urgrund unseres Lebensgefühls. Nicht bewußte neuronale Signale des Organismus erzeugen das Proto-Selbst. Dieses ermöglicht das Kernselbst und das

Kernbewußtsein. Die Kontinuität unseres Bewußtseins ruht auf dem Pulsschlag des Kernbewußtseins, der fundamentalen Bewußtseinsform. Emotionen und Kernbewußtsein hängen vom gleichen neuronalen Substrat ab. Die Mechanismen, welche Emotionen produzieren, sind in umschriebenen subkortikalen Strukturen zu finden, und diese sind Teil jener Strukturen, die sowohl Körperzustände regulieren als auch abbilden.

Die Frage nach der Leib-Seele-Einheit

Ist unser Geist für eine gehirnphysiologische Betrachtung nur ein Überbau der organischen Grundlage? Unser Gehirn führt eine Unmenge von Aufgaben durch, doch nur ein kleiner Teil dieser Aktivität ist von Bewußtsein begleitet. Bisher hat kein Mensch eine Vorstellung davon, wie aus Gehirnaktivität Bewußtsein entsteht. Die Hirnforschung kann die organische Basis des Bewußtseins erforschen, jedoch nicht das Bewußtsein selbst. Ein Hirnforscher sieht nicht, was wir sehen, wenn er unser Gehirn untersucht, während wir etwas beobachten. Er sieht einen Teil unserer Hirnaktivität, jedoch nicht unsere Wahrnehmungserlebnisse. Wenn uns die Hirnforschung heute schon genau sagen könnte, welche neuronalen Schaltkreise aktiv sein müssen, damit wir uns als Person erleben, wüßten wir immer noch nicht, wie es sich für Herrn Müller anfühlt, Herr Müller zu sein. Die Kenntnis der neuronalen Grundlage des Identitätserlebens sagt uns ebenso wenig über dieses Erleben wie die Kenntnis der neuronalen Grundlage von Ärgererlebnissen darüber, wie es sich anfühlt, sich zu ärgern.

Das Gehirn läßt sich naturwissenschaftlich erforschen, das Bewußtsein entzieht sich aber dieser Vorgangsweise. Bewußtsein ist keine von außen beobachtbare Eigenschaft des Gehirns. Thomas Nagel meint, die Naturwissenschaften verdanken ihren Fortschritt der Tatsache, daß sie das Seelische aus dem Gebiet dessen aussparen, das sie zu erklären suchen, doch womöglich gibt es zwischen Himmel und Erde mehr, als man mit den Mitteln der Naturwissenschaften verstehen kann (Nagel 1990, 33).

Das Erleben ist privat und subjektiv. Unmittelbar ist es uns nur in der Introspektion zugänglich. Wir haben kein direktes Wissen vom Erleben anderer Menschen. Es hat noch kein Mensch das Erleben eines anderen von innen her erfahren. Wir können zwar das Verhalten anderer Menschen beobachten, aber nicht deren Subjektivität. Allerdings können wir aufgrund solcher Verhaltensbeobachtungen und aufgrund von Erlebnisberichten der Betroffenen auf deren Befinden schließen und zugleich eine Gegenkontrolle anhand des eigenen Erlebens in ähnlichen Situationen vornehmen.

Das Besondere unserer Empfindungen, Wünsche, Bedürfnisse, Gefühle und Stimmungen besteht darin, daß es sich auf eine ganz bestimmte Weise anfühlt, sie

zu haben. Erlebniszustände bestimmen für uns, wie es ist, wir selbst zu sein, wie es ist, uns als Subjekt unseres Erlebens und Handelns zu erfahren. Für diese qualitativen Bewußtseinszustände hat sich in der Philosophie der Ausdruck „Qualia“ eingebürgert. Qualia existieren nicht in einem physikalischen Raum und einer physikalischen Zeit. Physisches ist von raum-zeitlicher Struktur, Erlebniszustände sind unräumlich, unausgedehnt, unteilbar und besitzen nur eine zeitliche Existenz. Die neuronale Aktivität, die mit Erlebnisqualitäten korreliert, kann als ausgedehnt bezeichnet werden, jedoch nicht die Erlebnisqualität selbst.

Thomas Nagel illustriert die Subjektivität und Privatheit des Erlebens in seinem Artikel „Wie ist es, eine Fledermaus zu sein?“ (1993). Um zu wissen, wie es für eine Fledermaus ist, eine Fledermaus zu sein, genügt es nicht, daß wir versuchen, uns in die Welt der Fledermäuse einzufühlen. Damit wüßten wir lediglich, wie es für uns wäre, eine Fledermaus zu sein. Wollten wir jedoch wissen, wie es für eine Fledermaus ist, eine Fledermaus zu sein, müßten wir die subjektiven Erlebnisse einer Fledermaus haben, und dazu müßten wir selbst in ihrer Position sein. Erlebnisqualitäten sind mit einer subjektiven Erlebnisperspektive verbunden, die von einem objektiven Standpunkt aus nicht eingenommen werden kann. Wenn wir die Neurophysiologie der Fledermäuse studieren, interessieren wir uns für die objektive Seite dieser Tiere. Bezüglich der subjektiven Erlebnisqualität führt uns jeder Schritt zu größerer Objektivität vom eigentlichen Untersuchungsgegenstand weg.

Was das Gehirn-Geist-Problem so vertrackt macht, ist die Schwierigkeit, der Subjektivität und Privatheit des Erlebens gerecht zu werden (vgl. Bieri 1992). Nagel schlägt vor, eine „objektive Phänomenologie“ zu entwickeln, die es uns ermöglicht, den subjektiven Charakter von Erlebnissen so zu beschreiben, daß er auch Wesen verständlich wird, die derartige Erlebnisse nicht haben können. Man könnte beispielsweise Begriffe entwickeln, um einer von Geburt an blinden Person zu erklären, wie es ist, zu sehen.

Die subjektive Erlebnisqualität seelischer Vorgänge spricht gegen eine rein physikalische Theorie der Gesamtwirklichkeit. Nach der These der kausalen Geschlossenheit des physischen Bereichs ist der Kosmos als physikalischer Gegenstand vollständig durch physikalische Gesetze erklärbar. Diese These beruht auf dem Glauben an die übermächtige Erklärungskraft physikalischer Theorien als Letzterklärungen. Außer der naturwissenschaftlich erforschbaren Welt existiert nichts. Wenn der Mensch Teil der Natur ist, dann muß auch er vollständig nach dem Prinzip der Kausalität funktionieren. Demnach ist unser seelisches Leben aus physikalischen Prozessen zusammengesetzt, die in unserem Gehirn ablaufen.

Die Beantwortung der Frage, welche Beziehung zwischen den unmittelbar erlebten, seelischen Zuständen und den mit ihnen korrelierenden Gehirnzuständen besteht, scheint jedoch an der subjektiven Erlebnisqualität psychischer Zustände zu scheitern. John Searle bezeichnet es als Fehlannahme zu meinen, alles, was exi-

stiert, sei unserem Gehirn begreiflich. Seiner Meinung nach kommen wir an die Realität des Bewußtseins nicht auf dem Weg heran, auf dem wir mit Hilfe des Bewußtseins an die Realität anderer Phänomene herankommen. Wo es um das Bewußtsein geht, gibt es keinen Unterschied zwischen Beobachtung und Beobachtetem, zwischen Wahrnehmung und Wahrgenommenem. Es gibt für uns keine Möglichkeit, Subjektivität als Bestandteil unseres Weltbildes abzubilden, weil die Subjektivität, um die es geht, sozusagen das Abbilden ist (Searle 1994, 96–98).

Nach Collin McGinn bleibt es für uns rätselhaft, wie das „Wasser“ der neuronalen Aktivität sich in den „Wein“ des bewußten Erlebens verwandelt (1989, 1991). Er glaubt, wir Menschen sind nicht in der Lage, die Verbindung zwischen Gehirnmechanismen und bewußtem Erleben zu verstehen, weil unser Bewußtsein sich im Lauf der Evolution entwickelte, um mit der physischen Welt und mit anderen Menschen im sozialen Umfeld besser umgehen zu können. Es gab und gibt keinen Überlebensvorteil für das Bewußtsein, einen Zugang zu seiner eigenen Funktionsweise zu haben. Das Leib-Seele-Problem bleibt einer menschlichen Lösung verschlossen.

McGinn empfiehlt als die zur Zeit beste Strategie, Untersuchungen über Bewußtseinsphänomene bis zu ihren Grenzen zu treiben, ohne dabei das unmögliche Ziel ins Auge zu fassen, sie mit physikalischen Mechanismen beschreiben zu wollen (McGinn 1991). Die Hirnforschung konnte bisher keinen zwingenden Zusammenhang zwischen Materie und Geist entdecken, um das Rätsel unseres bewußten Erlebens zu lösen (vgl. Brüntrup 1996, 133).

Wie ist die Leib-Seele-Einheit im Menschen zu denken? Die innigste Einheit von Leib und Seele liegt dort vor, wo ein und dieselbe Tätigkeit sowohl eine „leibliche“ als auch eine „seelische“ Seite hat, so daß wir von einem Akt des ganzen Menschen sprechen können. Das Erleben mit seinen Sinnes- und Körperempfindungen, Gefühlen und Bedürfnissen sind Beispiele für die untrennbare leiblich-seelische Einheit des Menschen. Unser Erleben ist ohne unseren Körper nicht möglich. Unser Geist ist nicht nur auf das Gehirn, sondern auf den ganzen Körper angewiesen.

Nach Damasio beginnt Bewußtsein als ein Gefühl dessen, was passiert, wenn wir sehen, hören, berühren oder riechen. Es ist das Gefühl, das jeden Eindruck, sei er visuell, akustisch, taktil oder viszeral begleitet. Damasio bewundert die antike Weisheit, die für das, was wir Geist nennen, den Begriff Psyche gebrauchte, der auch Atem und Blut bezeichnete. Bei Aristoteles steht der Begriff Psyche auch für alle lebenswichtigen Prozesse und Funktionen. Beim Erleben von Körperempfindungen, Gefühlen und Bedürfnissen steht die leib-seelische Zuständigkeit im Zentrum unseres Bewußtseins. Wilhelm Wundt prägte dafür den Begriff des „Zustands-Bewußtseins“.

Die große Herausforderung der Lösung des sogenannten Leib-Seele-Problems besteht darin, den Nebel, der den Blick auf das Bindeglied zwischen Hirnprozes-

sen und Erlebniszuständen verdeckt, zu lichten. Erst wenn wir wissen, wie und warum Hirnprozesse bewußte Erfahrungen hervorbringen, kann die Erklärungslücke zwischen physischen Prozessen und Bewußtsein überwunden werden. Wenn Bewußtsein sich jedoch nicht aus physikalischen Gesetzen herleiten läßt, dann ist eine physikalische Theorie keine Theorie der Gesamtwirklichkeit. D.J. Chalmers plädiert dafür, das bewußte Erleben als fundamentalen irreduziblen Wesenszug anzuerkennen (1996).

LITERATUR

- P. Bieri, Was macht Bewußtsein zu einem Rätsel? In: *Spektrum der Wissenschaft* (1992) 48–56; G. Brüntrup, Das Leib-Seele-Problem. Eine Einführung (Stuttgart 1996); D. J. Chalmers, Das Rätsel des bewußten Erlebens, in: *Spektrum der Wissenschaft* (1996) 40–47; R. K. Cooper u. A. Sawaf, EQ Emotionale Intelligenz für Manager (München 1997); F. Crick, Was die Seele wirklich ist. Die naturwissenschaftliche Erforschung des Bewußtseins (München 1994); A. R. Damasio, Descartes' Irrtum. Fühlen, Denken u. das menschliche Gehirn (München 1995); ders., *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness* (New York 1999); D. Dennett, *Consciousness Explained* (Boston 1991); D. Goleman, *Emotionale Intelligenz* (München 1996); H. Goller, *Emotionspsychologie u. Leib-Seele-Problem* (Stuttgart 1992); V. S. Johnston, Why we feel. The science of human emotions (Reading, Massachusetts 1999); J. E. LeDoux, Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen (München 1998); P. D. MacLean, The triune brain, emotion, and scientific bias, in: *The Neurosciences. Second Study Program* hg. v. E. O. Schmitt u. a. (New York 1970) 336–349; C. McGinn, Can We Solve the Mind-Body Problem? In: *Mind* (1989) 349–366; ders., *The problem of consciousness* (Oxford and Cambridge 1991); G. Moruzzi u. H. W. Magoun, Brainstem reticular formation and activation of the EEG, in: *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 1 (1949) 455–473; T. Nagel, Was bedeutet das alles? Eine ganz kurze Einführung in die Philosophie (Stuttgart 1990); ders., Wie ist es, eine Fledermaus zu sein? In: *Analytische Philosophie des Geistes*, hg. v. P. Bieri (Bodenheim 1993) 261–275; K. R. Popper & J. C. Eccles, Das Ich u. sein Gehirn (München 1982); H. Rohracher, Einführung in die Psychologie (Wien 1965); G. Roth, Das Gehirn u. seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie u. ihre philosophischen Konsequenzen (Frankfurt 1994); J. R. Searle, *The Rediscovery of the Mind* (Cambridge 1994); F. Stemme, *Die Entdeckung der Emotionalen Intelligenz. Über die Macht unserer Gefühle* (München 1997).