

Das Bewusstsein – Formen, Modelle, Beschreibungsmöglichkeiten

Consciousness – Forms, models, description possibilities

H. J. Markowitsch

Physiologische Psychologie und Zentrum für interdisziplinäre Forschung, Universität Bielefeld
(Direktor: Prof. Dr. H.J. Markowitsch)

Zusammenfassung: Bewusstsein kann als kontinuierliches Prozessgeschehen definiert werden, das von Wachheit (als Fehlen von Schlaf oder Koma) bis zu komplex-integrativen Attributen von Autonoesis (als dem auf die eigene Person bezogenen Reflektieren, das auch mit emotionalen Bewertungen verbunden ist) reicht. Wir konstruieren unsere Außenwelt, weswegen es auch im übertragenen Sinne keine 1:1-Repräsentation physikalischer Außendimensionen auf die Hirnebene gibt. Stattdessen müssen wir mit Wahrnehmungs- und Erinnerungstäuschungen bis hin zum sog. False-memory-Syndrom leben. Die möglichen Facetten von Bewusstsein werden skizzenhaft anhand der anhaltenden Diskussion zum Leib-Seele-Problem beleuchtet, wobei mit Blick auf die Frage nach rudimentären Formen von Bewusstsein ein Bogen von entsprechenden Tieruntersuchungen bis hin zu verschiedenartigen Krankheitsbildern im Humanbereich gespannt wird. Auch am Beispiel neurologischer und psychiatrischer Patienten mit selektiven Gedächtnisstörungen im autobiographischen Bereich zeigt sich, dass es fünf inhaltlich verschiedene Gedächtnissysteme gibt, die auf Hirnebene in unterschiedlichen Netzen repräsentiert sind, wobei das autobiographische Gedächtnissystem dasjenige darstellt, das uns zu bewussten Lebewesen werden lässt, die ein Chronästhesieempfinden haben, d.h. um die Endlichkeit ihres Daseins wissen und mentale Zeitreisen in Vergangenheit und Zukunft anstellen können.

Summary: Consciousness is a multifaceted term which can be defined as a process ranging from wakefulness (as the absen-

ce of sleep or coma) to complex-integrative attributes of autonoesis (defined as reflecting on ones own person, combined with emotional valuing). Since we construct our own outside world and there is, even in a figurative sense, no 1:1 representation of physical outside world dimensions on the brain level. Instead we have to live with perceptual and memory distortions that may extend to the so-called "false memory syndrome". The possible facets of consciousness are sketched on the basis of the enduring discussion of the body-soul problem, with consideration being given to the question of the existence of rudimentary forms of consciousness ranging from relevant animal studies to various pathological conditions in humans. Also, the fact that there are neurological and psychiatric patients with selective memory disturbances in the autobiographical domain, points to the existence of five memory systems with different contents and represented by different networks. The autobiographic memory system is that which makes us conscious beings with a sense of chronesthesia, that is, which allows us to reflect on the finiteness of our existence and to mentally travel backwards and forwards in time.

Schlüsselwörter: Autonoesis – False-memory-Syndrom, Leib-Seele-Problem – Gedächtnis – Chronästhesie

Keywords: Autonoesis – False-Memory Syndrome – Body-Soul Problem – Memory – Chronesthesia.

„Bewusstsein“ ist ein Terminus, der einerseits im Alltagsgeschehen immer wieder operationalisiert wird, der aber andererseits zu den schillerndsten und breit gefächertsten zählt. Gerade in den letzten Jahren tauchen zunehmend Fragen nach der Verlässlichkeit von Bewusstsein und – damit zusammenhängend – der Existenz des freien Willens, respektive der Determiniertheit des Verhaltens, auf. Beschäftigt man sich mit Bewusstsein, muss man folglich die Fragen stellen (und möglichst auch beantworten), ob oder wann man sich auf sein Bewusstsein verlassen kann – also darauf, dass uns in einer 1:1-Abbildung oder zumindest in einer der Realität entsprechenden neuronalen Übersetzung bewusst wird, was sich in unserer Außen- und Innenwelt abspielt. Dies setzt implizit auch voraus, dass wir alles unter Kontrolle haben sollten und damit beachtend und bewertend gewichten können, was uns zu einem bestimmten Zeitpunkt gegenübertritt. Tatsächlich zeigt uns aber die moderne Hirn- und Verhaltensforschung, dass wir eher nur den geringeren Teil einströmender Umweltreize „bewusst“ wahrnehmen, vieles aber unbewusst aufgenommen wird und uns dennoch

nachhaltig und langfristig beeinflusst. Die so genannte „unbewusste Wahrnehmung“ und die unbewussten Anteile unseres Gedächtnisses stellen wesentliche Quellen für die Auswahl und Selektion unserer Verhaltensalternativen dar. Darüber hinaus sind wir zu einem gegebenen Zeitpunkt niemals neutral, sondern immer beeinflusst durch unser Vorwissen, unsere Vorerfahrung und durch die Grenzen unserer Wahrnehmungsfähigkeit, also durch unseren Körper und Geist.

Auf diese Merkmale unserer uns bewusst werdenden Repräsentation von Information soll eingegangen werden, um aufzuzeigen, wo möglicherweise Begrenztheiten unseres Bewusstseins liegen. Auf der Basis dieser Beispiele soll herausgearbeitet werden, was man von neurowissenschaftlicher Seite unter Bewusstsein verstehen kann und welche Variablen Bewusstseinszustände bestimmen.

Können wir uns auf unser Bewusstsein verlassen?

Eine einfache, oder vorläufige Antwort auf die Frage, ob wir uns auf unser Bewusstsein verlassen können, ist die, dass wir

zwar in der Regel meinen, es tun zu können, dass es aber viele Hinweise darauf gibt, dass wir uns selbst etwas „vorspiegeln“. Insbesondere die neuere Gedächtnisforschung zeigt, dass zwischen Innenwelt (subjektive Erinnerung) und Außenwelt (reale Abläufe und Vorgänge) nicht selten Diskrepanzen existieren. Aber auch schon die Forschung der diesem Prozess vorgeschalteten Wahrnehmung zeigt auf, beweist vielleicht sogar, dass physikalische Dimensionen auf Hirnebene verändert oder verzerrt werden. Die bekannten Wahrnehmungstäuschungen [1] gehören zu den „einsichtigsten“ Beispielen für Differenzen zwischen Physik und Physiologie (Abb. 1). Sie zeigen, dass wir uns auf Grund von Vorerfahrungen eine „Sicht“ oder „Meinung“ bilden, wobei wir dies nicht bewusst tun, sondern „unser Gehirn“ tut es, ohne dass wir es korrigieren könnten.

Wahrnehmungsinhalte werden von unserem Nervensystem erschlossen, konstruiert oder interpretiert [2]. Auch scheint unser Nervensystem Handlungen schon vorwegzunehmen, bevor sie unser Bewusstsein erreichen [3-5] (Abb. 2). Grundsätzlich kann man, wie in Tabelle 1 ausgeführt, verschiedene Formen oder Gradienten von Bewusstsein ausmachen.

Auf den Ebenen von Gedächtnis und Emotion geschieht ähnliches, wofür unsere Sprache Ausdrücke kreiert hat: „es steigt etwas aus dem Unterbewussten auf“, „es übermannt mich“. Unter dem Terminus „False-Memory-Syndrom“ finden sich in den letzten Jahren eine Reihe von Forschungsergebnissen, die nachweisen, dass Personen einerseits „festenfest“ von einem Sachverhalt oder Geschehen überzeugt sein können, andererseits aber mit ihrer Meinung oder Ansicht vollkommen daneben liegen können [6]. Das Befassen mit Erinnerungstäuschungen und Erinnerungsverfälschungen hat eine lange Tradition, die in früheren Jahren insbesondere mit der Freud'schen Psychoanalyse verknüpft war [7], aber auch schon im vorletzten Jahrhundert diskutiert wurde [8, 9]. Wir wissen natürlich aus dem Alltagsleben, dass sich unser Bewusstsein unter bestimmten Zuständen (Schlafdeprivation, Alkoholkonsum, etc.) verändert, dass wir aber auch ganz banal unsere Meinung ändern, wenn wir neue Gesichtspunkte erfahren, unser Bewusstsein von etwas oder über etwas also häufig ein wandelbares ist.

Grundsätzlicher betrachtet hängt Bewusstsein von Hirnentwicklungs- und Hirnreifeprozessen sowie von gemachten Erfahrungen (Lernen) ab. Auch ist Bewusstsein an ein funktionierendes neurales Netzwerk mit geeigneten Konvergenzpunkten und entsprechender „Biochemie“ (z.B. Hormone) gebunden. Bewusstsein ist in autobiographisches Gedächtnis eingebettet und häufig mit emotionalen Bewertungen verknüpft. Dies bedeutet, dass sehr viele Regionen auf ganz unterschiedlichen Ebenen des Nervensystems zu einem als stabil empfundenen Bewusstsein beitragen, wobei häufig dem thalamischen System eine besondere Rolle zugesprochen wird [10, 11] (Abb. 3). Anders herum gesehen, können entsprechend viele und unterschiedliche Einflüsse auf das Gehirn seine Arbeitsweise und damit auch seine Fähigkeit zur Bewusstseinsbildung beeinflussen (Tab. 2). Krankheitszustände als solche mögen unser Bewusstsein in vielerlei Hinsicht verändern: Man „sackt in sich zusammen“, „verliert den Lebenswillen“ oder den Glauben an ein Wieder-gesunden, zeigt eine reduzierte emotionale Schwingungsfähigkeit oder wird gar anosognostisch.

Nimmt man ein funktionierendes Gehirn als Voraussetzung für normal funktionierende Bewusstseinsvorgänge, so

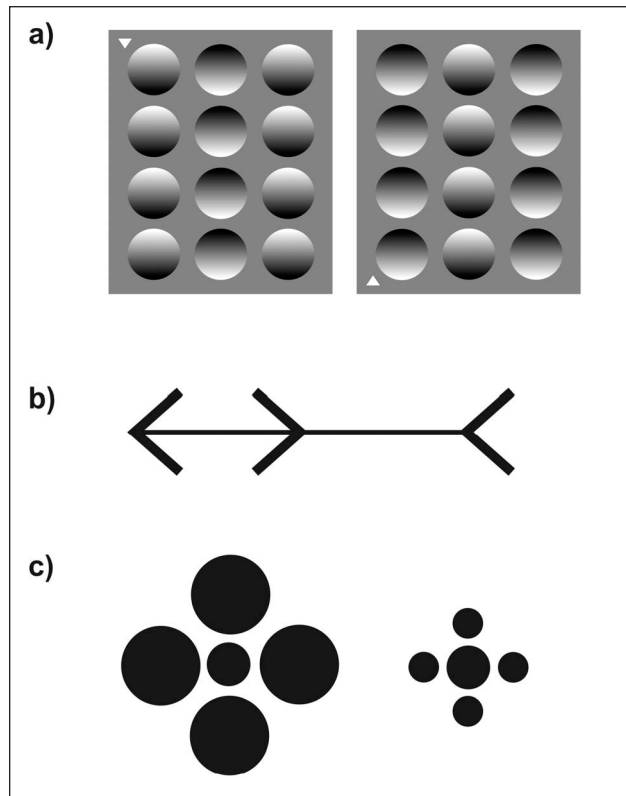


Abbildung 1: Beispiele für illusionäre Wahrnehmungen.

- Anordnung konvexer und konkaver Kugelschalen: Wird der linke Bildteil um 180 Grad gedreht (das kleine weiße, auf dem Kopf stehende Dreieck wandert von links oben nach links unten = rechter Bildteil), so erscheinen die zuvor konvexen Bildteile konkav und die zuvor konkaven konvex. Dies wird dadurch erklärt, dass wir gewohnt sind, dass Licht von oben leuchtet (Sonne, Schatten).
- Eine Variante der Müller-Lyer Täuschung, der wohl bekanntesten Wahrnehmungstäuschung: Der in die nach innen gerichteten Kanten eingebettete Strich erscheint kürzer als der, der in nach außen stehenden Kanten liegt, obwohl beide identisch lang sind.
- Es sind zwei schwarz ausgefüllte Kreise von identischem Durchmesser zu sehen, die jedoch auf Grund ihres jeweiligen Umfelds an großen bzw. kleinen schwarz ausgefüllten Kreisen kleiner, resp. größer als in Wirklichkeit erscheinen. Churchland und Churchland (49) diskutierten Unterschiede zwischen „neuronalen Welten“ und „wirklichen Welten“ anhand weiterer Beispiele aus dem Bereich der Wahrnehmung.

Tabelle 1: Formen von Bewusstsein.

- Wachheit (kein Schlaf, kein Koma)
- Gerichtete Aufmerksamkeit („bewusste Wahrnehmung“)
- Inneres Wissen oder Überzeugung
- Gewahrsein von Denkvorgängen
- Körperbewusstsein („der mich umgebende Körper ist mein eigener“)
- Gesamtheit des Denkens einer Person
- Bewusstsein als mentaler Zustand (hoffen, glauben, fürchten, erwarten, wünschen, leiden)
- Selbstreflexion, Zeitgefühl, Proskopie (=Vorausschau).

bewegt man sich im Umfeld des reduktionistischen Materialismus – andere Theorien, die unter dem Stichwort ‚Leib-Seele-Problem‘ zusammenfassbar sind, weichen hiervon ab und kommen – insbesondere bei eher historisch einzuordnenden Sichtweisen – manchmal ganz ohne Rückgriff

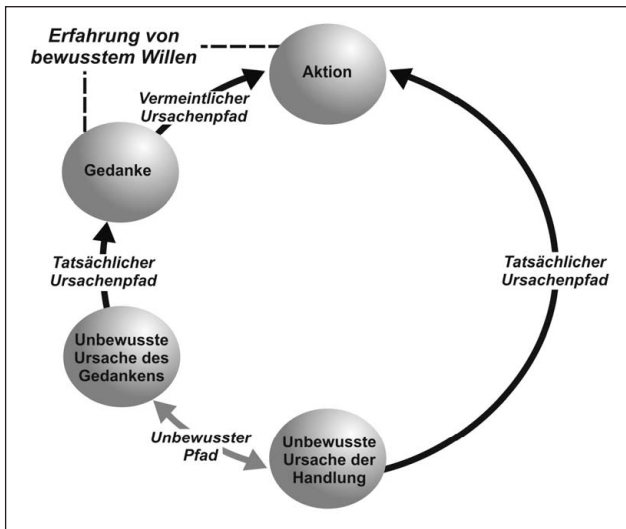


Abbildung 2: Illusion der frei gewählten Handlung.

Die Erfahrung bewussten Willens entsteht, wenn man einen vermeintlichen Ursachenpfad vom Gedanken zur Handlung (Aktion) herstellt. Die tatsächlichen Ursachenpfade sind nicht im Bewusstsein der Person gegenwärtig. Der Gedanke wird durch unbewusste mentale Ereignisse erwirkt und die Handlung ist durch unbewusste mentale Ereignisse verursacht. Diese unbewussten mentalen Ereignisse können direkt oder durch andere mentale oder Hirnprozesse aufeinander bezogen sein. Bewusster Wille ist das Ergebnis von Vermeintlichem, nicht von Realem. Nach Fig. 1 von Wegner (5).

auf das Gehirn aus [12]. Anerkennt man, dass Bewusstsein von Hirntätigkeit abhängt, dann stellen sich natürlich Fragen nach Voraussetzungen für bzw. Änderungen von Bewusstsein in Abhängigkeit von der Funktionstätigkeit des Gehirns allgemein und zum zweiten in Abhängigkeit von Hirnen bei unterschiedlichen Individuen und damit auch bei Mensch und Tier. Beide Fragenkomplexe, Mensch versus Tier und gesundes versus erkranktes Gehirn, sollen im Folgenden beleuchtet werden.

Haben Tiere Bewusstsein?

Die Frage, ob Tiere Bewusstsein haben, ist naturgemäß schwer zu beantworten, weil Tiere – anders als Menschen – nicht darüber befragt werden können und experimentelle Überprüfungen ohne sprachliche Rückmeldungen sich schwierig gestalten. So gibt es einerseits Wissenschaftler, die die Meinung vertreten, Tiere verfügten grundsätzlich nicht über die Bewusstseinsformen („autonoetisches Bewusstsein“), die dem (hirngesunden) Menschen zu Eigen sind [13-17], während andere zumindest Vorstufen annehmen [18-20]. Ein häufig herangezogenes Kriterium für (Ich-)Bewusstsein ist, ob Tiere ihr Spiegelbild erkennen – dies scheint hauptsächlich für Menschenaffen zuzutreffen, insbesondere für die sozial lebenden Schimpansen und Gorillas [21, 22], eventuell aber auch für bestimmte aquatisch lebende Säuger [23]. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass auch Kleinkinder und Patienten in fortgeschrittenen Demenzstadien sich nicht im Spiegel erkennen. Ein anderes Kriterium bezieht sich darauf, ob Individuen in der Lage sind, zeitlich voraus zu blicken (prospektives Gedächtnis, Proskopie), was sich für manche Tierforscher schon im Horten von Futter für zukünftige Perioden der Nahrungsdarbringung zeigen soll [18]. Insgesamt gesehen scheint die Zuschreibemöglichkeit von Bewusstsein im Tierreich im Wesentlichen eine Frage der Definition zu sein bzw. davon,

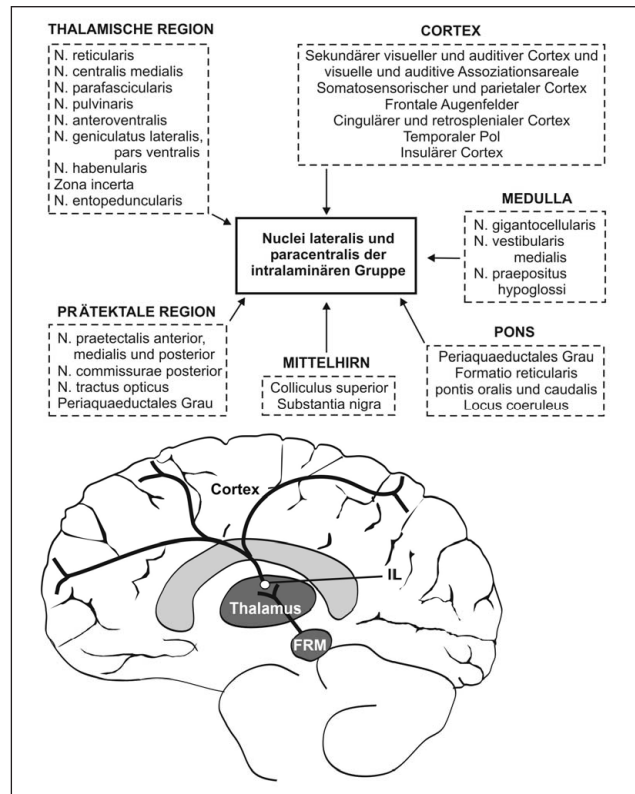


Abbildung 3: Anatomische Zusammenhänge von Bewusstseinsvorgängen.

Oben: Im Zentrum stehen zwei unspezifische (intralaminäre) thalamische Kerne, die als Schlüssel- oder Flaschenhalstrukturen für eine bewusste Verarbeitung von Information angesehen werden. Diese Kerne werden von einer Vielzahl von Zuflüssen vom Hirnstamm bis zur Hirnrinde erreicht. Die Umschaltung dieses Aktivierungssystems von der aktivierenden retikulären Formation im Hirnstamm (FRM) zum Cortex in den thalamischen intralaminären Kerne (IL) ist im unteren Sagittalschnitt durch die menschliche Hirnrinde verdeutlicht. Nach Abb. 2.3 und 2.4 aus (10).

Tabelle 2: Einflüsse auf das Gehirn, die Änderungen oder Normabweichungen in Bewusstseinsvorgängen zur Folge haben können.

- Angeborene (Norm-)Abweichungen
- Induzierte, intern verursachte Änderungen
 - plötzlich (z.B. Infarkte)
 - langsam wachsend (z.B. Tumore)
- Induzierte, extern verursachte Änderungen
 - einmalig oder selten (z.B. Traumata/Unfälle; psychische Stress- und Traumasituationen)
 - chronisch, häufig (z.B. langjährige Stresssituationen)
- Zeitkorrelierte Änderungen (z.B. altersabhängige Demenzen).

ob oder ob man nicht ein Kontinuum von Bewusstseinszuständen anzunehmen bereit ist.

Krankheit und Bewusstsein

Wie oben parenthetisch erwähnt, finden wir Kriterien für Bewusstsein auch im Humanbereich unter bestimmten (Krankheits-)Konstellationen nicht erfüllt (Debilität, Demenz, Babyalter). Daneben führen bestimmte Formen von (fokalen) Hirnschäden zu Bewusstseinsstörungen, die

zum Teil gekoppelt an Charakterveränderungen auftreten können. *Leonore Welt* [24] hat sich schon früh dieses Themas angenommen und aufgezeigt, dass umgrenzte Stirnhirnschäden die Persönlichkeit nachhaltig verändern. Die von *Edgar Moniz* [25] initiierte Psychochirurgie als Methode zur Persönlichkeitsbeeinflussung bei Patienten mit psychiatrischen Störungsbildern weist, einige Jahre später, in die gleiche Richtung. In beiden Bereichen, den intern generierten wie den extern verursachten Einwirkungen auf das Gehirn, geht es in erster Linie um das Stirnhirn, den Bereich, der auch heutzutage – insbesondere in seinem orbitofrontalen Anteil – unmittelbar mit der Steuerung von Persönlichkeitsmerkmalen in Zusammenhang gebracht wird [26]. Der dorsolaterale Anteil des Stirnhirns wiederum steuert insbesondere willentliche Aktivitäten [27]. Neue Untersuchungen mittels funktioneller Bildgebung, in denen Probanden sich hinsichtlich ihrer Charaktereigenschaften einschätzen sollten, unterstreichen die Beteiligung des präfrontalen Cortexes bei Prozessen der Selbstreflexion und damit auch des Selbstbewusstseins [28]. Direkt untersucht wurde das Selbstbewusstsein in einer Studie von *Keenan* und Mitarbeitern [29], in der Probanden Gesichtsporträtts von Berühmtheiten (z.B. *Bill Clinton*) sahen, die dann kontinuierlich in das Bild des eigenen Gesichts übergingen („gemorpht“ wurden). Sobald die Probanden sich erkannten, kam es zu einer Aktivierung im rechten Stirnhirnbereich, einer Region, die auch ansonsten an Prozesse der Selbstreflexion gekoppelt zu sein scheint [30-32]. Trotz der unbestrittenen Rolle des Stirnhirns für Bewusstsein und die sog. „Theory of Mind“, das sich in die Gedankengänge und Gefühle anderer hineinversetzen können [33-35], stellt dieser Hirnbereich, wie oben und in Abbildung 3 gezeigt, nur ein Instrument in einem Orchester dar. Da Bewusstsein sowohl hierarchisch wie parallel in Ebenen unterteilbar ist (z.B. Ichbewusstsein, Gewahrsein, gerichtete Aufmerksamkeit) und angebunden ist an eine Vielzahl weiterer Funktionen, wie Vigilanz, Sprache, Gedächtnis, Flexibilität, Konzentration, geistiges Tempo und Intelligenz, lässt es sich in verschiedene Komplexitäts- und Integrationsniveaus differenzieren. Entsprechend werden sehr verschiedenartige Kriterien für Bewusstsein hervorgehoben: das Wissen um die eigene Vergangenheit und Zukunft, das sich im Spiegel erkennen, die Fähigkeit, täuschen und lügen zu können, Empathie zeigen zu können, eventuell auch die Fähigkeit zu Humor und Altruismus. Auf der pathologischen Seite hat dies zur Folge, dass Bewusstseinsvorgänge durch eine Vielzahl von Krankheitsbildern beeinträchtigt sein können, von denen Anosognosie, Neglekt, Amnesie, Mutismus und Stupor nur Beispiele sind und sich viele weitere, insbesondere aus dem psychiatrischen Bereich, auflisten ließen.

Bewusstsein und Gedächtnis

Bewusstsein in seinen vielen Facetten ist zentral an Gedächtnis gebunden. Schon 1870 formulierte *Ewald Hering* [36]: „Das Gedächtnis verbindet die zahllosen Einzelphänomene zu einem Ganzen, und wie unser Leib in unzählige Atome zerstieben müsste, wenn nicht die Attraktion der Materie ihn zusammenhielte, so zerfiele ohne die bindende Macht des Gedächtnisses unser Bewusstsein in so viele Splitter, als es Augenblicke zählt.“ Obwohl dieser Ausspruch auch gegenwärtig nichts von seiner Aktualität verloren hat,

ist er insofern zu erweitern, dass die heutigen Neurowissenschaften nicht mehr von dem Gedächtnis als einheitlichem Konstrukt ausgehen, sondern Gedächtnis dem Inhalt nach in fünf Systeme unterteilen (Abb. 4), von denen nur das episodische Gedächtnis der höchsten Bewusstseinsstufe – dem autonotischen Bewusstsein [31] – zugeordnet werden kann. Episodisches Gedächtnis im gegenwärtig verstandenen Sinne ist autobiographisches Gedächtnis, verlangt in jedem Fall einen Selbstbezug und bettet Ereignisse in einen zeit-räumlichen Kontext ein [30]. Insbesondere der Zeitkontext ist essentiell. *Tulving* [13] benutzt die Termini „Chronästhesie“ und „Proskopie“, um zu betonen, dass das Hauptcharakteristikum für das episodische Gedächtnis die Zeitperspektive ist, d.h. mentale Zeitreisen in die Vergangenheit anstellen zu können, die Fähigkeit, sich seiner subjektiven Zeit, inklusive seiner subjektiven Zukunft bewusst gewahr zu sein und auf geistiger Ebene Blicke in die Zukunft vollführen zu können.

Patienten können nach Hirnschäden Störungen der Zeitwahrnehmung aufweisen [37], sie können aber, beispielsweise in der Intensivtherapie, auch bedingt durch die lange Isolierung und die Schwere ihrer Krankheit Zeitwahrnehmungsstörungen zeigen. Bezogen auf Gedächtnisstörungen gibt es sowohl im psychiatrischen wie im neurologischen Bereich Patienten, die weitgehend selektiv oder zumindest prädominant Störungen im chronästhetischen Gedächtnisbereich haben. Die neurologische Patientengruppe weist wiederum hauptsächlich Schädigungen im rechten Stirnhirnschläfenlappenbereich auf [30, 38], die psychiatrische hat auf Grund von Stress- und (psychischen oder somatopsychischen) Traumasituationen sehr ähnlich gelagerte Probleme, was den Abruf (oder in wenigen Fällen die Einspeicherung) von biographischen Erlebnissen betrifft [30, 39]. Vermutlich liegt auch den Gedächtnisstörungen der neurologischen Patienten eine psychische Komponente zugrunde. Von besonderem Interesse sind die psychiatrischen Fälle, weil für diese teilweise auch bildgebende Korrelate für die funktionelle Amnesie nachgewiesen werden konnten [40, 41]. Annahme hierbei ist, dass die stresshaften Erlebnisse zu einer Freisetzung von Stresshormonen (Glucocorticoiden) auf Hirnebene führten, die dadurch, dass die Stresshormone die Masse ihrer Rezeptoren in den gedächtnisverarbeitenden Strukturen von Hippocampus und Amygdala haben, zu Gedächtnisblockaden, dem „mnestischen Blockadesyndrom“ [40, 42], führten. Dissoziative Amnesien bedingen, dass psychisch nicht verarbeitbare Inhalte dem Bewusstsein ferngehalten werden (früher sprach man von „hysterischen Neurosen“), was als eine „Schutzfunktion“, die ein brüchiges Identitätsgefühl (Depersonalisation, Identitätsstörung) zur Folge habe, interpretiert wird.

Die Unfähigkeit, die eigene Biographie abzurufen, führt dazu, dass das Ich-Bewusstsein massiv eingeschränkt ist. Die Patienten wissen nicht, wie sie sich früher ihren Partnern gegenüber benommen haben, sind verunsichert, wann sie lachen sollen oder unter welchen Umständen es eher angebracht ist zu schweigen. Es existiert zwar ein gewisses, unterschwelliges Familiaritätsgefühl (vgl. „perzeptuelles Gedächtnis“, Abb. 4), aber keine Möglichkeit zur bewussten Reflexion und Einordnung der eigenen Person gegenüber der sozialen Umwelt. Am extremsten findet sich dies in dem umstrittenen Bereich der „multiplen Persönlichkeiten“ [43],

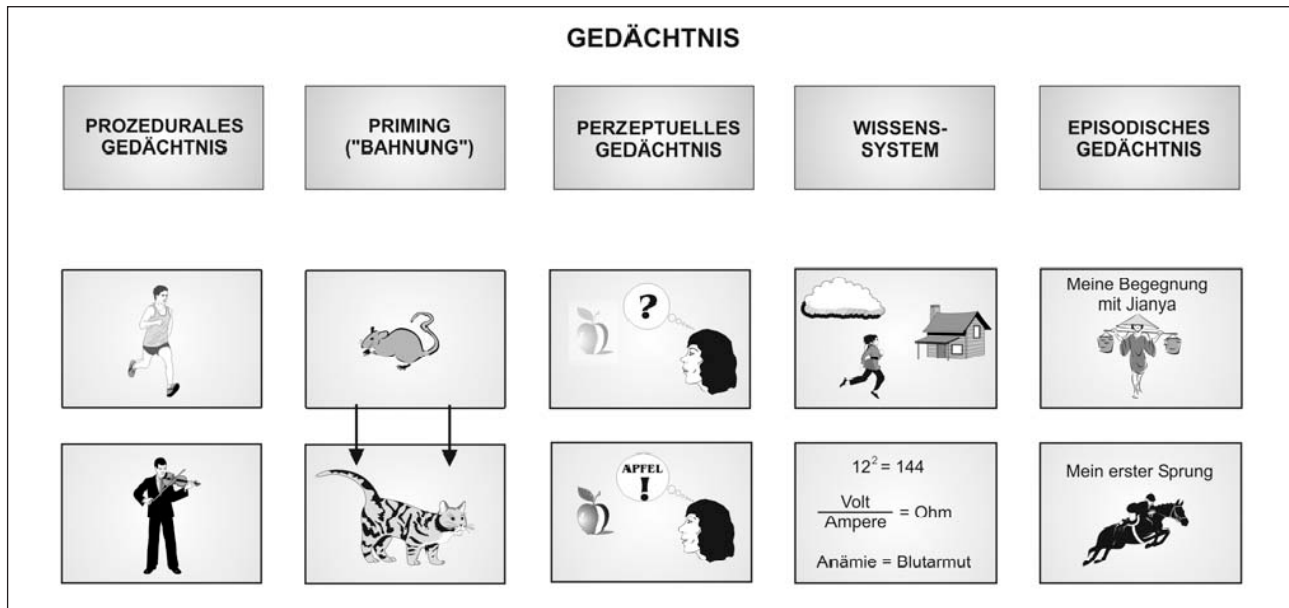


Abbildung 4: Inhaltliche Untergliederung in fünf Langzeitgedächtnissysteme.

Die Gedächtnissysteme sind von links nach rechts als hierarchisch angeordnet angesehen. Die ersten beiden Systeme laufen grundsätzlich unbewusst (anoetisch) ab, die nächsten beiden – das perzeptuelle Gedächtnis und das Wissenssystem – auf bewusster (noetischer) Ebene und das episodische Gedächtnis auf „selbstbewusster“, selbst reflektierter Ebene (autonoetisch). Nur dieses Gedächtnissystem genügt damit den höchsten Kriterien an Bewusstsein.

aber auch Patienten mit „psychogener Amnesie“ [41] oder „psychogenem Fuguezustand“ [44] leiden unter einer Bewusstseinsänderung, die im Falle des in *Markowitsch et al.* [44] skizzierten Patienten zu der Frage eines Juristen nach personaler Identität und den Grenzen strafrechtlicher Zurechnung führten [45]. Der dort geschilderte Patient hatte im Übrigen mit seinem (autobiographischen) Gedächtnis auch sein Asthma und seine Allergie verloren.

In Einzelfällen kann es zu einer zeitlich eingegrenzten retrograden Amnesie hinsichtlich der eigenen Biographie kommen, die meist mit dem Einsetzen einer bestimmten Veränderung im persönlichen Leben oder mit einem Schock- oder Stresszustand koinzidiert [42]. Derartige Patienten können sich auf der anderen Seite meist an Allgemeinwissen recht gut erinnern, sind also nicht nur in der Lage zu schreiben, zu rechnen oder zu lesen, sondern können sich auch sozial adäquat benehmen und kennen meist auch eine Reihe von Persönlichkeiten aus der Öffentlichkeit (zumindest hinsichtlich ihres Gesichts und dessen, wofür sie allgemein bekannt sind). Ein Beispiel stellt eine von uns untersuchte 35jährige Patientin dar, die in der letzten Dekade vor ihrem Amnesiezustand mehrere Operationen hinter sich hatte. Nach dem Erwachen aus der Narkose zu dem jüngst zurückliegenden Eingriff trat eine Amnesie für die letzten 13 Jahre auf, die beispielsweise bedeutete, dass sie ihren Mann als schwarz- statt grauhaarig und als ohne statt mit Bauchansatz in Erinnerung hatte. Bedeutender war, dass sie sich nur an eines ihrer drei Kinder erinnerte, nämlich an dasjenige, das vor ihrem 21jährigen Lebensjahr (also vor dem Zeitpunkt des Einsatzes ihrer Amnesie) geboren wurde, nicht aber an die beiden später geborenen.

Insbesondere die funktionelle Bildgebung bietet in diesen Fällen die Möglichkeit, zu überprüfen, inwiefern sich das fehlende Erinnern und das nach dem Ereignis wieder einset-

zende Merken- und Behaltenkönnen auf die Hirnaktivität auswirkt. Mittels funktioneller Bildgebung kann man je nach Verfahren Veränderungen in der regionalen Hirndurchblutung oder im Glukoseverbrauch messen, die mit Änderungen in der neuronalen Aktivität parallel gehen. Man kann damit herausbekommen, welche Hirnregionen unter welchen Bedingungen besonders aktiv werden. Mittels dieser Methode zeigen sich tatsächlich Änderungen, die auch schon ohne weitere statistische Aufbereitung sichtbar sind (Abb. 5).

Diese Ergebnisse weisen eine Analogie zu solchen, bei hirngesunden Probanden auf, die man bat, einmal über signifikante Lebensereignisse zu berichten und zum anderen solche zu erfinden („Biographie gegenüber Fiktion“) [46]. Hier zeigte sich bei fiktiven Episoden lediglich eine Aktivierung im Pécuneus-Bereich, einer Hirnregion, die für bildhafte Vorstellungen Bedeutung hat [47], während die Erinnerung an wirklich erlebte Episoden ein größeres Netzwerk unter Einschluss rechtshirntiger temporo-frontaler und amygdaloider Regionen aktivierte [46]. Insofern reflektiert die funktionelle Bildgebung das Bewusstsein über den Status der wiedergegebenen Information.

Was ist Bewusstsein?

Eine pragmatische Definition von „Bewusstsein“ geht von Bewusstseinsgradienten aus, also davon, dass Individuen in Abhängigkeit von ihrer physischen und psychischen Konstitution unterschiedliche Bewusstseinsgrade oder -stufen erreichen (Abb. 6). In der von *Tulving* [13] aufgeführten Hierarchie stellt „anoetisches Bewusstsein“ die Fähigkeit jedes Tieres dar, sich Reizänderungen bewusst zu werden, „noetisches Bewusstsein“ die Fähigkeit einiger Tiere, Bewusstsein über Objekte, Situationen und Zustände in der Welt zu bekommen, die nicht unmittelbar wahrnehmbar sind, und „autonoetisches Bewusstsein“ die Fähigkeit des

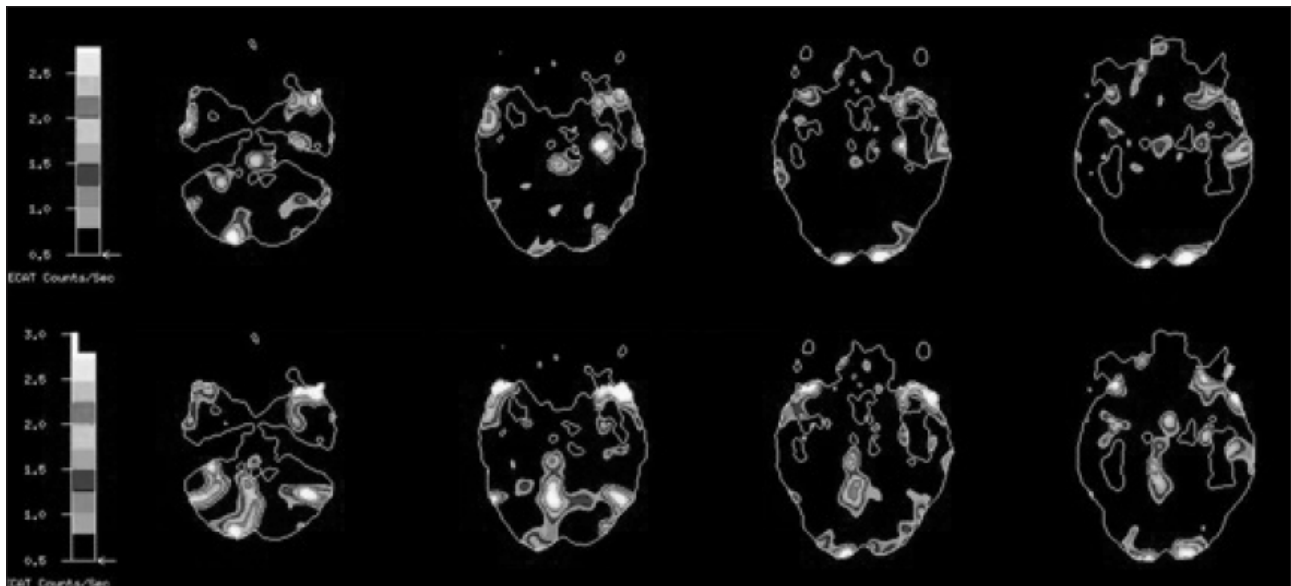


Abbildung 5: Funktionelle Aktivierung von Hirnregionen beim Erinnern.

Positronenemissionstomographie eines Patienten mit retrograder Amnesie ab seinem 35. Lebensjahr. Verglichen werden funktionelle Aktivierungen beim Versuch, sich (vergeblich) an frühere Lebensereignisse aus den Zeiten nach Einsatz der Amnesie (35.-21. Lebensjahr; obere Horizontalschnitte) und (erfolgreich) denen danach („Neuerwerb“; nach Beginn der retrograden Amnesie; untere Horizontalschnitte) zu erinnern.

Menschen, Bewusstsein über persönliche Erfahrungen in subjektiver Zeit – Gegenwart, Vergangenheit, Zukunft – zu erlangen. Intraindividuell wird davon ausgegangen, dass Bewusstsein (oder der Grad des Bewusstseins) zu einem gegebenen Zeitpunkt variieren kann. Bewusstsein ist folglich an physische Anlagen und psychische, durch die Umwelt gesteuerte Ausformungen gebunden. Patienten im Zustand eines Wachkomas oder intraoperativer Wachheit sind sicher eher auf der Ebene anoetischen Bewusstseins als auf der noetischen oder gar auto-noetischen Bewusstseins. Trotzdem kann gerade eine Repräsentation auf dieser Ebene zu stärkeren und länger anhaltenden Störungen und Belastungen führen (bis hin zu Dissoziationen [48]), als wenn die Person rational überlegend und sich selbst zu ihrer Umwelt in Beziehung setzend mit dem Zustand umgehen könnte. So stellen gerade Situationen von Notfall, Trauma und Stress prominente Initiatoren für Bewusstseinsstörungen dar.

Literatur

- Adelson EH. Lightness perception and lightness illusions. In: Gazzaniga MS (ed.). *The New Cognitive Neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press; 2000:339-351.
- Roth G. Fühlen, Denken, Handeln. Frankfurt/M.: Suhrkamp; 2001.
- Libet B. Do we have free will? *J Conscious Stud* 1999;6:47-57.
- Haggard P, Eimer M. On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements. *Exp Brain Res* 1999;126:128-133.
- Wegner DM. The mind's best trick: how we experience conscious will. *Trends Cogn Sci* 2003;7:65-69.
- Loftus E. Our changeable memories: legal and practical implications. *Nature Neurosci* 2003;4:232-233.
- Freud S. Zur Psychopathologie des Alltagslebens (Vergessen, Versprechen, Vergreifen) nebst Bemerkungen über eine Wurzel des Aberglaubens. *Monatsschr Psychiatr Neurol* 1901;10:1-32, 95-143.
- Korsakow SS. Erinnerungstäuschungen (Pseudoreminiszenzen) bei poly-neuritischer Psychose. *Allg Z Psychiatr* 1891;47:390-410.
- Pick A. Zur Casuistik der Erinnerungstäuschungen. *Arch Psychiatr Nervenkrankh* 1876;6:568-574.
- Markowitsch HJ. Koma und Hirntod: Funktionelle Anatomie von Bewußtsein und Bewußtseinsstörungen. In: Hopf HC, Deuschl G, Diener HC, Reichmann H (Hrsg.). *Neurologie in Praxis und Klinik*. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 1999:60-65.
- Dercum FX. The thalamus in the physiology and pathology of the mind. *A.M.A. Arch Neurol Psychiatr* 1925;14:289-302.
- Tulving E. Episodic memory and common sense: how far apart? *Phil Trans Roy Soc Lond* 2001;B356: 1505-1515.
- Tulving E. Episodic memory: from mind to brain. *Annu Rev Psychol* 2002;53:1-25.
- Tomasello M, Call J, Hare B. Chimpanzees versus humans: it's not that simple. *Trends Cogn Sci* 2003;7:239-240.
- Tomasello M, Call J, Hare B. Chimpanzees understand psychological states – the question is which ones and to what extent. *Trends Cogn Sci* 2003;7:153-156.
- Suddendorf T, Corballis MC. Mental time travel and the evolution of the human mind. *Genet Soc General Psychol Monogr* 1997;123:133-167.
- Clayton NS, Bussey TJ, Dickinson A. Can animals recall the past and plan for the future? *Neuroscience* 2003;685-691.
- Clayton NS, Dickinson A. Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature* 1998;395:272-274.
- Morris RGM. Episodic-like memory in animals: psychological criteria, neural mechanisms and the value of episodic-like tasks to investigate animal models of neurodegenerative disease. *Phil Trans Roy Soc Lond B* 2001;356:1453-1465.
- Kitchen A, Denton D, Brent L. Self-recognition and abstraction abilities in the common chimpanzee studied with distorting mirrors. *Proc Nat Acad Sci USA* 1996;93:7405-7408.
- de Veer MW, Gallup, Jr., GG, Theall LA, van den Bos R, Povinelli DJ. An 8-year longitudinal study of mirror self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Neuropsychologia* 2003;41:229-234.

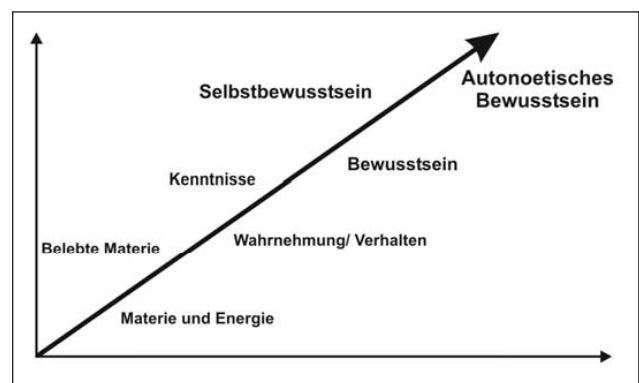


Abbildung 6: Skizzierung der These, dass Bewusstsein als Gradient aufgefasst werden muss.

23. Reiss D, Marino L. Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *Proc Nat Acad Sci USA* 2001;98:5937-5942.
24. Welt L. Ueber Charakterveränderungen des Menschen infolge von Läsionen des Stirnhirns. *Dtsch Arch klin Med* 1888;42:339-390 (und 1 Tabelle).
25. Moniz E. Prefrontal leucotomy in the treatment of mental disorders. *Am J Psychiatr* 1937;93:1379-1385.
26. Moll J, Eslinger PJ, de Oliveira-Souza R. Frontopolar and anterior temporal cortex activation in a moral judgement task. *Arquiv Neuro-Psiquiatr* 2001;59:657-664.
27. Spence SA, Frith CD. Towards a functional anatomy of volition. *J Consciousn Stud* 1999;6:11-29.
28. Johnson SC, Baxter LC, Wilder LS, Pipe JG, Heiserman JE, Prigatano GP. Neural correlates of self-reflection. *Brain* 2002;125:1808-1814.
29. Keenan JP, Wheeler M, Gallup Jr GG, Pascual-Leone A. Self-recognition and the right prefrontal cortex. *Trends Cogn Sci* 2000;4:338-344.
30. Markowitsch HJ. Dem Gedächtnis auf der Spur: Vom Erinnern und Vergessen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft und PRIMUS-Verlag; 2002.
31. Markowitsch HJ. Autoöetie consciousness. In: David AS, Kircher T. (eds.). *The self in neuroscience and psychiatry*. Cambridge: Cambridge University Press; 2003:180-196.
32. Markowitsch HJ. (2004). Autoöetie consciousness and the brain. In: Feinberg T, Keenan J. (eds.). *The self and consciousness* (in press). New York: Oxford University Press.
33. Miller BL, Cummings JL (eds.). *The human frontal lobes*. New York: Guilford Press; 1999.
34. Stuss DT, Gallup Jr GG, Alexander MP. The frontal lobes are necessary for 'theory of mind'. *Brain* 2001;124:279-286.
35. Stuss DT, Knight RG (eds.). *Principles of frontal lobe function*. Oxford: Oxford University Press; 2002.
36. Hering E. Ueber das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie. Vortrag gehalten in der feierlichen Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien am XXX. Mai MDCCCLXX. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft; 1870.
37. Petrovici J-N, Scheider G. Das Zeiterleben bei hirnganisch Gesunden und fokal Hirngeschädigten. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 1994;62:256-267.
38. Kroll N, Markowitsch HJ, Knight R, von Cramon DY. Retrieval of old memories - the temporo-frontal hypothesis. *Brain* 1997;120:1377-1399.
39. Markowitsch HJ. Functional amnesia. *NeuroImage* 2003;20:132-138.
40. Markowitsch HJ, Kessler J, Russ MO, Frölich L, Schneider B., Maurer K. Mnestic block syndrome. *Cortex* 1999;35:219-230.
41. Markowitsch HJ, Kessler J, Weber-Luxemburger G, Van der Ven C, Heiss W-D.). Neuroimaging and behavioral correlates of recovery from 'mnestic block syndrome' and other cognitive deteriorations. *Neuropsychiatr Neuropsychol Behav Neurol* 2000; 13:60-66.
42. Markowitsch HJ. Mnestic Blockaden als Stress- und Traumafolgen. *Z klin Psychol Psychother* 2001;30:204-211.
43. Piper A, Jr. Multiple personality disorder. *Br J Psychiatr* 1994;164:600-612.
44. Markowitsch HJ, Fink GR, Thöne AIM, Kessler J, Heiss W-D. Persistent psychogenic amnesia with a PET-proven organic basis. *Cogn Neuropsychiatr* 1997;2:135-158.
45. Merkel R. Personale Identität und die Grenzen strafrechtlicher Zurechnung. *Juristen Zeitung* 1999;10:502-511.
46. Markowitsch HJ, Thiel A, Reinkemeier M, Kessler J, Koyuncu A, Heiss W-D. Right amygdalar and temporo-frontal activation during autobiographic, but not during fictitious, memory retrieval. *Behav Neurol* 2000;12:181-190.
47. Fletcher PC, Frith CD, Baker SC, Shallice T, Frackowiak RSJ, Dolan RJ. The mind's eye - precuneus activation in memory related imagery. *NeuroImage* 1995;2:195-200.
48. Brewin C. Memory processes in post-traumatic disorder. *Internat Rev Psychiatr* 2001;13:159-163.
49. Churchland PS, Churchland PM. Neural worlds and real worlds. *Nature Rev Neurosci* 2002;1:903-907.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. *Hans J. Markowitsch*
 Physiologische Psychologie
 Universität Bielefeld
 Postfach 10 01 31
 D-33501 Bielefeld
 Tel.: 0521 / 106 4487
 Fax: 0521 / 106 6049
 E-Mail: hjmarkowitsch@uni-bielefeld.de

HINWEIS DER REDAKTION

R. Karger, V. Kretschmer und H. Wulf

**Risiken der Transfusion von
 Blutkomponenten:
 Aktuelle Anhaltszahlen für eine
 „quantitative“ Risikoauflärung**

(A & I 7/8 2004, Seite 430 – 434)

Die in der genannten Arbeit enthaltenen Tabellen 1 und 2 könnten beim flüchtigen Lesen missverständlich interpretiert werden. Sie wurden auf Wunsch der Autoren in der Online-Fassung dieser Arbeit (www.ai-online.info) graphisch übersichtlicher gestaltet.

Wir bitten um Beachtung.