

**Instrument zur Differentialdiagnostik von  
Bewusstseinsstörungen (IDB)  
- Entwicklung und Validierung -**

**Dissertation**

der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften  
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von  
M. S. Psych. Petra Maurer-Karattup  
aus Illingen

Tübingen  
2010

Tag der mündlichen Qualifikation:

16.06.2010

Dekan:

Prof. Dr.-Ing. Oliver Kohlbacher

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Bruno Preilowski

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Martin Hautzinger

## VORWORT

Die vorliegende Arbeit wurde als Dissertation an der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften der Eberhard-Karls- Universität Tübingen eingereicht und im SRH Fachkrankenhaus Neresheim, einer intensivmedizinischen neurologischen Frührehabilitationseinrichtung für Patienten mit Schädel-Hirn-Verletzungen, durchgeführt. Die Anregung für diese Studie ging von den Patienten dieser Einrichtung aus. Die tägliche Arbeit mit ihnen verdeutlichte die Notwendigkeit für die Entwicklung eines neuen Verfahrens, das es ermöglicht, ihre Wahrnehmungsprozesse valider zu erfassen und somit eine bessere Basis für gezielte therapeutische Interventionen zu schaffen. Deshalb möchte ich mich zunächst bei ihnen und ihren Angehörigen bedanken für die Einwilligung in die Studie sowie für die Mitarbeit bei der Datenerhebung.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. B. Preilowski, der sich bereit erklärt hat, die Bearbeitung dieser außergewöhnlichen Fragestellung zu unterstützen, und der mir im Verlauf dieser Arbeit durch seine Anregungen eine wertvolle Hilfe war.

Den Kolleginnen aus der Abteilung Neuropsychologie, Frau Dipl.-Psych. B. König und Frau Dipl.-Psych. K. Buser, danke ich herzlich für die Mitwirkung bei der Erarbeitung des Instruments, den regen fachlichen Austausch und nicht zuletzt die Unterstützung bei der Datenerfassung.

Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. med. B. Eifert für die Genehmigung der Durchführung der Studie im SRH-Fachkrankenhaus Neresheim sowie für seine kritischen Anmerkungen zu dieser Arbeit.

Außerdem danke ich Herrn Dr. med. M. Schorl für die neurologische Unterstützung bei der Auswertung der klinischen Befunde.

Schließlich danke ich besonders herzlich meiner Schwester C. Maurer-Saar für das gründliche Lektorat dieser Arbeit und meinen Eltern für ihre liebevolle Unterstützung.

Nicht zuletzt danke ich meinem Ehemann Naren und unserer Tochter Lara für die geduldige Unterstützung in den vergangenen Jahren und die Entbehrungen, die sie damit auf sich nehmen mussten.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTE DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTE DER ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>10</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>14</b>
<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>15</b>
<b>THEORETISCHER HINTERGRUND: BEWUSSTSEIN</b> .....	<b>15</b>
<i>Problematik des Phänomens Bewusstsein</i> .....	<i>15</i>
<i>Philosophische Positionen</i> .....	<i>18</i>
<i>Neurowissenschaftliche Positionen</i> .....	<i>20</i>
<i>Psychologische Positionen</i> .....	<i>21</i>
<i>Wissenschaft des Bewusstseins</i> .....	<i>23</i>
<i>Empirisch untersuchbare Aspekte des Phänomens Bewusstsein</i> .....	<i>24</i>
<b>ÜBERBLICK: BEWUSSTSEINSSTÖRUNGEN</b> .....	<b>25</b>
<i>Formen von Bewusstseinsstörungen - Differentialdiagnosen</i> .....	<i>28</i>
Koma .....	28
Vegetative State (VS) .....	29
Minimal bewusster Zustand (MCS).....	29
Akinetischer Mutismus .....	30
Dornröschenschlaf-Syndrom (Pseudo-coma vigilie) .....	31
Hyperkinetischer Mutismus .....	31
Somnolenz/Hypersomnie.....	31
Locked-In-Syndrom.....	32
Stuporartige Antriebsstörung.....	33
<i>Vegetative State (VS) und Minimal bewusster Zustand (MCS)</i> .....	<i>33</i>
Vegetative State (VS) .....	34
<i>Definition und diagnostische Kriterien</i> .....	<i>34</i>
<i>Begriffsklärung</i> .....	<i>35</i>
<i>Kritik</i> .....	<i>39</i>
Minimal bewusster Zustand (MCS).....	40
<i>Definition und diagnostische Kriterien</i> .....	<i>40</i>
<i>Begriffsklärung</i> .....	<i>41</i>
Diagnostische Problematik .....	42
Medizinische Begleitstörungen und Komplikationen .....	43
Ätiologie .....	43
Neuroanatomische Grundlagen.....	44
Neurophysiologie des Bewusstseins .....	51
Epidemiologie.....	52
Prognose .....	54
<i>Rückbildung der Bewusstseinsstörung</i> .....	<i>54</i>
<i>Outcome</i> .....	<i>55</i>
Diagnostik .....	63
<i>Generelle Problematik der Diagnostik von Bewusstseinsstörungen</i> .....	<i>63</i>
<i>Konsens-basierte Empfehlungen</i> .....	<i>65</i>
Untersuchungsverfahren zur Erfassung kognitiver Prozesse schwer hirnerkrankter Patienten .....	67
<i>Komaskalen</i> .....	<i>67</i>
<i>Spezifische Untersuchungsverfahren</i> .....	<i>72</i>
<i>Outcomeskalen</i> .....	<i>75</i>
<i>Elektrophysiologische Verfahren</i> .....	<i>76</i>
<i>Bildgebungsverfahren</i> .....	<i>82</i>
<i>Individualisierte Verhaltens-basierte Verfahren</i> .....	<i>86</i>

Bedeutung neuropsychologischer Diagnostik.....	87
Anforderungen an Diagnostik.....	89
<i>Therapie</i> .....	91
Sensorische Stimulation und Regulation .....	92
Spezifische psychologische Behandlungsansätze .....	94
Pharmakologische Therapie.....	95
Weitere medizinische Verfahren.....	97
Medizinische Behandlung von Begleitstörungen .....	98
Betreuung des multidisziplinären Teams und der Angehörigen .....	98
<b>ZIEL DIESER ARBEIT</b> .....	<b>100</b>
<b>FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN</b> .....	<b>102</b>
<b>METHODE</b> .....	<b>105</b>
<b>STICHPROBE</b> .....	105
<b>GENEHMIGUNG DER STUDIE, EINVERSTÄNDNIS UND EINHALTUNG ETHISCHER RICHTLINIEN</b> .....	109
<b>BESCHREIBUNG DER ANGEWANDTEN UNTERSUCHUNGSVERFAHREN</b> .....	110
<i>Instrument zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB)</i> .....	110
<i>Coma Remission Scale-Revised (CRS-R)</i> .....	115
<i>Disability Rating Scale (DRS)</i> .....	116
<b>DURCHFÜHRUNG</b> .....	117
<i>Durchführung einer Einzeluntersuchung mit dem IDB</i> .....	117
<i>Durchführung einer Untersuchungsreihe</i> .....	119
<i>Auswertung einer IDB-Untersuchung</i> .....	120
<i>Rückschlüsse auf kognitive Prozesse</i> .....	125
<i>Datenauswertung</i> .....	128
<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>131</b>
<b>HAUPTANALYSEN</b> .....	131
<i>Dispersionsmaße der angewandten Verfahren</i> .....	131
<i>Unterschiede in Reaktivität zwischen Stimulus- und Kontrollbedingung</i> .....	132
<i>Kriterienvalidität</i> .....	133
<i>Sensibilität</i> .....	134
<i>Interrater-Reliabilität</i> .....	138
Summenwerte .....	138
Subskalenwerte.....	138
Diagnostische Übereinstimmung .....	139
<i>Test-Retest Reliabilität</i> .....	141
Summenwerte .....	141
Stabilität diagnostischer Übereinstimmung .....	141
Test-Retest-Reliabilität dichotomer Einstufung der Bewusstseinslage .....	143
<i>Interne Konsistenz</i> .....	143
<i>Reaktionsprofile in Abhängigkeit von Ätiologie</i> .....	145
<b>WEITERE ANALYSEN</b> .....	148
<i>Schweregrad der Erkrankung zu Studienbeginn</i> .....	148
Zusammenfassung des Schweregrades .....	148
Schweregrad in Abhängigkeit von Ätiologie .....	149
<i>Behandlungoutcome</i> .....	150
Zusammenfassung des Outcomes .....	150
Outcome in Abhängigkeit von Faktoren.....	151
<i>Bewusstseinslage in Abhängigkeit von Krankheitsursache und demographischen Faktoren</i> .....	151
<i>Bewusstseinslage in Abhängigkeit von Komplikationen</i> .....	154
<i>Bewusstseinslage in Abhängigkeit von Lokalisation</i> .....	156
<i>Bewusstseinslage bei Entlassung in Abhängigkeit von Zustand bei Aufnahme</i> .....	158
Vorhersage des Gesamtoutcomes .....	159
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>164</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b> .....	<b>178</b>
<b>LITERATUR</b> .....	<b>181</b>

<b>ANHANG A: INSTRUMENT ZUR DIFFERENTIALDIAGNOSTIK VON BEWUSSTSEINSSTÖRUNGEN (IDB)</b> .....	<b>202</b>
<b>A1: DURCHFÜHRUNGSRICHTLINIEN</b> .....	202
<b>A2: UNTERSUCHUNGSPROTOKOLL</b> .....	209
<b>A3: AUSWERTUNGSRICHTLINIEN</b> .....	230
<b>A4: BESCHREIBUNGEN DER IDB-SUBSKALEN</b> .....	240
<b>ANHANG B: VERGLEICH DER ITEMZUORDNUNGEN VON IDB, CRS-R UND ASPEN-KRITERIEN</b> .....	<b>241</b>
<b>ANHANG C: DISABILITY RATING SCALE (DRS)</b> .....	<b>244</b>
<b>ANHANG D: COMA RECOVERY SCALE - REVISED (CRS-R)</b> .....	<b>247</b>
<b>ANHANG E: DEMOGRAPHISCHE DATEN UND SCHWEREGRAD</b> .....	<b>249</b>
<b>ANHANG F: EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG</b> .....	<b>253</b>
<b>ANHANG G: GENEHMIGUNG DER STUDIE „ENTWICKLUNG UND VALIDIERUNG DES INSTRUMENTS ZUR DIFFERENTIALDIAGNOSTIK VON BEWUSSTSEINSSTÖRUNGEN“</b> .....	<b>255</b>

**LISTE DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN**

- Tabelle 1      Soziodemographische Charakteristika der Patientenstichprobe
- Tabelle 2      Klinische Daten der Patienten
- Tabelle 3      Schädigungslokalisierung bei der Patientenstichprobe
- Tabelle 4      Beispiel: Ergebnis eines VS-Patienten in IDB 1
- Tabelle 5      Beispiel: Ergebnis eines MCS-Patienten in IDB 1
- Tabelle 6      IDB-Reaktionsprofil eines Patienten mit hoher Reaktionstendenz bei  
Kommunikation in IDB 3
- Tabelle 7      Dispersionsmaße für angewandte Untersuchungsverfahren
- Tabelle 8      Reaktivität unter Stimulus- und Kontrollbedingung in IDB 1 (Rohwerte)
- Tabelle 9      Korrelation zwischen IDB, CRS-R und DRS bei Aufnahme
- Tabelle 10     Korrelation zwischen IDB, CRS-R und DRS bei Entlassung
- Tabelle 11     Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und IDB-basierter Diagnose  
bei Aufnahme
- Tabelle 12     Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und IDB-basierter Diagnose  
zum Entlasszeitpunkt
- Tabelle 13     Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und differenzierter IDB-  
basierter Diagnose bei Aufnahme
- Tabelle 14     Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und differenzierter IDB-  
basierter Diagnose zum Entlasszeitpunkt
- Tabelle 15     Interraterreliabilität dichotomer IDB-Subskalenwerte
- Tabelle 16     Häufigkeit von Interrater-Übereinstimmungen in Aufnahmediagnose



- Tabelle 17 Häufigkeit von Test-Retest-Übereinstimmungen in Aufnahmediagnose
- Tabelle 18 Häufigkeit von Test-Retest-Übereinstimmungen in Entlassdiagnose
- Tabelle 19 Korrelationen zwischen IDB 1-Summenwert und Subskalenwerten
- Tabelle 20 Krankheitsursache und demographische Faktoren bei Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ beziehungsweise „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war
- Tabelle 21 Bewusstseinslage bei Entlassung in Bezug auf Krankheitsursache
- Tabelle 22 Schweregrad und klinische Komplikationen bei Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ beziehungsweise „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war
- Tabelle 23 Schädigungslokalisierung bei Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ beziehungsweise „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war
- Tabelle 24 Vergleich Bewusstseinslage bei Aufnahme und Entlassung (IDB)
- Tabelle 25 Beziehung zwischen demographischen/klinischen Variablen und DRS bei Entlassung
- Tabelle 26 Beziehung zwischen Krankheitsursache und DRS-Kategorien bei Entlassung
- Tabelle 27 Beziehung zwischen Lokalisation und DRS-Kategorien bei Entlassung
- Tabelle 28 Beziehung zwischen Komplikationen und DRS-Kategorien bei Entlassung
- Abbildung 1 Durchschnittliche Profilwerte und Standardabweichungen für die IDB-Subskalen (IDB 1)
- Abbildung 2 Häufigkeit von Bewusstseinsstörung bei Aufnahme in Abhängigkeit von Ätiologie

**LISTE DER ABKÜRZUNGEN**

CIP	Critical-Illness-Polyneuropathie
CRS-R	Coma Remission Scale-Revised
CT	Computertomographie
DAI	diffuse axonale Schädigung (Diffuse Axonal Injury)
DRS	Disability Rating Scale
EEG	Elektroenzephalographie
EKP	Ereigniskorreliertes Potential
EP	Evoziertes Potential
FIM	Functional Independence Measure
GCS	Glasgow Coma Scale
GOS	Glasgow Outcome Scale
ICB	intracranielle Blutung
IDB	Instrument zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen
MCS	minimal bewusster Zustand (Minimally Conscious State)
MRI	Magnetresonanztomographie (Magnetic Resonance Imaging)
MSTF	Multi-Society Task Force on PVS
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
PVS	Persistent vegetative state
SAB	Subarachnoidalblutung
SHT	Schädel-Hirn-Trauma

SPECT	Single-Photon-Emissionscomputertomographie (Single Photon Emission Computed Tomography)
TBI	Traumatic Brain Injury
VS	Vegetative State, Wachkoma

“Your soul, halfway between this world and the next,  
Hovering above it, looking into the abyss,  
Undecided whether to remain here, or to leave it all behind.  
You find no peace of mind, moving between darkness  
And light, between life and death, despair and hope.  
And the days pass, one after another, and there is no conclusion  
Whether death is final or hope will get a fresh infusion.  
And while you hover between these two worlds,  
Awaiting permission to enter the next  
But still being refused to enter this one,  
I sit here and await your decision with pain and love.”

(Brotman, Vater eines Sohnes im Wachkoma; zitiert nach Dolce & Sazbon, 2002, S. 124)

## ZUSAMMENFASSUNG

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine Untersuchungsverfahren, die konsens-basierte Empfehlungen zur Differentialdiagnostik von schädel-hirn-verletzten Patienten mit Bewusstseinsstörungen in ausreichendem Maße berücksichtigen. In dieser Arbeit wird die Validierung eines neuen Verfahrens, des Instruments zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB), beschrieben. Bewusstseinsgestörte Patienten einer neurologischen Frührehabilitationseinrichtung (29 männlich und 11 weiblich) wurden mit dem IDB sowie der Disability Rating Scale (DRS) und der Coma-Remission Scale-Revised (CRS-R) zum Zeitpunkt der Aufnahme und der Entlassung aus der Klinik untersucht. Mit dem IDB ist eine diagnostische Einstufung als Wachkoma (Vegetative State, VS), minimal bewusster Zustand (MCS) oder bewusst bei allen Patienten unabhängig von der Krankheitsätiologie möglich. Die Summenscores des IDB zeigten eine hohe Korrelation mit denen der DRS und CRS-R. Bei 6 von der CRS-R als VS eingestuften Patienten konnten mit dem IDB kognitive Verarbeitungskompetenzen nachgewiesen werden. Der initiale IDB-, DRS- und CRS-R-Wert waren signifikante Prädiktoren für das Kurzzeitoutcome. Das IDB ist ein valides, reliables und im Vergleich zur CRS-R und DRS sensibleres Verfahren zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen und eignet sich zur Vorhersage des Behandlungserfolgs.

**Schlagwörter:** Bewusstseinsstörungen-Hirnschädigung-Wachkoma-Vegetative State (VS)-minimal bewusster Zustand (MCS)-IDB-CRS-R

## ABSTRACT

There has been a lack of diagnostic tools that sufficiently incorporate consensus-based recommendations regarding the assessment of brain-injured patients with disorders of consciousness. A new assessment tool, the instrument for assessment of disorders of consciousness (IDB) was validated in this study. Patients of a neurologic rehabilitation unit with impaired consciousness after brain damage (29 male and 11 female) were examined at admission and discharge, using the IDB, the Disability Rating Scale (DRS) and the Coma-Remission Scale-Revised (CRS-R). Differential diagnosis of the disorder of consciousness (Vegetative State (VS), Minimally Conscious State (MCS), conscious) was possible, using the IDB, for all etiology groups. There was a high correlation between the IDB, DRS and CRS-R scores, though the IDB results revealed conscious activity in 6 patients who were diagnosed as VS based on CRS-R. Initial IDB-, CRS-R and DRS-results are significant predictors of short term outcome. The IDB is a valid and sensitive tool for differential diagnosis of disorders of consciousness and is predictive with regard to short-term rehabilitation outcome.

**Key words:** disorders of consciousness-brain damage-vegetative state (VS)-minimally conscious state (MCS)-IDB-CRS-R

## **EINLEITUNG**

### **Theoretischer Hintergrund: Bewusstsein**

„Der ungewöhnliche und befremdende Anblick eines Menschen, der wach, aber nicht bewusst, also ohne Anzeichen eines funktionierenden Geistes ist, löst eine intensive Debatte unter Wissenschaftlern, in der Neurorehabilitation tätigen Berufsgruppen, Philosophen, Ethikern und Anwälten aus.“ (Jennett, 2005, S. 163). Die Behandlung schwer bewusstseinsgestörter Patienten gehört zu den größten Herausforderungen in der neurologischen Rehabilitation. Dabei liegen bei den meisten Patienten in der neurologischen Frührehabilitation neben körperlichen Störungen auch ausgeprägte Beeinträchtigungen des Bewusstseins vor (Heindorf & Keller, 2009).

### ***Problematik des Phänomens Bewusstsein***

Der Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen zugrundeliegend ist dabei die Frage nach der Definition von Bewusstsein. Was ist unter dem Phänomen Bewusstsein zu verstehen und aus welchen Komponenten besteht es? Die Definition des Bewusstseins ist dabei eine der schwierigsten Fragen, obwohl die meisten Menschen ein intuitives Verständnis davon haben. Das Problem des Bewusstseins ist eines, das uns alle berührt, weil es Konsequenzen hat bezüglich unseres Bildes von uns selbst (Metzinger, 1995). Gleichzeitig hat die Konzeptualisierung von Bewusstsein Auswirkungen auf die technologische Umsetzung neuer empirischer Erkenntnisse, zum Beispiel aus den Neurowissenschaften oder der Künstlichen-Intelligenz-Forschung. In der Fachwelt wird das Thema Bewusstsein deshalb

mit stetig steigendem Interesse diskutiert, sowohl innerhalb der Neurowissenschaften als auch darüber hinaus (Damasio & Meyer, 2009; Metzinger, 1995). Die Kontroverse in dieser Diskussion ist nicht nur darauf zurückzuführen, dass es schwierig ist, Aspekte des Phänomens Bewusstsein biologisch zu erklären, sondern auch auf die Tatsache, dass das Wort Bewusstsein kein einheitliches Phänomen bezeichnet (Bieri, 1994).

Zum jetzigen Zeitpunkt existiert keine allgemeingültig akzeptierte Definition von Bewusstsein. In der psychologischen, philosophischen und neurowissenschaftlichen Literatur sowie in der Alltagssprache existieren eine Vielzahl an Begriffen, die die zahlreichen Aspekte von Bewusstsein charakterisieren. So wird der Begriff häufig zusammen mit zusätzlichen Eingrenzungen verwendet, wie zum Beispiel „phänomenales Bewusstsein“, „gedankliches Bewusstsein“, „Individualitätsbewusstsein“, „Bewusstsein des Selbst“ (Metzinger, 1995). Die Charakterisierung des Begriffs verweist dabei auf eine inhaltliche Eingrenzung und oft auch auf die dahinter stehende Weltanschauung oder wissenschaftliche Ausrichtung. Selbst innerhalb eines Wissenschaftsgebiets wie zum Beispiel den Neurowissenschaften gibt es heterogene Begrifflichkeiten, um das Phänomen Bewusstsein begrifflich zu fassen; so existiert zum Beispiel kein einheitliches Vokabular, um das Kontinuum zwischen Schlaf und wachem Zustand zu beschreiben. Begriffe wie *arousal*, *orienting*, *alertness*, *wakefulness* werden uneinheitlich benutzt (Giacino, 1997).

Ethymologisch gesehen ist das Wort Bewusstsein auf das lateinische Wort *conscientia*, also auf *cum* (mit) und *scire* (wissen) zurückzuführen. In seiner ursprünglichen Wortbedeutung bezeichnet es also sowohl ein „Wissen von“ als auch ein „Wissen um“ einen bestimmten Zustand (Röhrenbach & Markowitsch, 1997). Mit diesen Begrifflichkeiten verbunden sind zwei wichtige Aspekte des Bewusstseins: die objektive Perspektive im Sinne eines Wissens von etwas und die subjektive als Zustand oder Gefühl des Bewusstseins. Die Tatsache, dass eine Situation oder ein Objekt so wahrgenommen werden kann, dass dessen



Wahrnehmung mit vielen anderen geteilt werden kann (Objektivität) und gleichzeitig das Gefühl der Subjektivität dieser Erfahrung vorliegt, wird auch als Paradoxon des menschlichen Bewusstseins bezeichnet (Prigatano & Schacter, 1991). Die Entstehung von bewusstem Erleben wird dabei als das große Rätsel betrachtet (Metzinger, 1995). Wie entsteht der phänomenale Gehalt unserer mentalen Zustände, deren Transparenz, die subjektive Erlebnisperspektive, die Innerlichkeit des Erlebens?

Die wesentliche Frage, wie es möglich ist, dass aus einer Anordnung und Dynamik von Materie Bewusstsein entsteht, ist bis heute ungeklärt: „Wie ist in einem physikalischen Universum die Entstehung von Bewusstsein möglich? Kann man sich überhaupt vorstellen, dass so etwas wie *bewusstes Erleben* auf der Grundlage physikalischer Vorgänge entstehen konnte?“ (Metzinger, 1995, S. 1). Gray (2004) spricht dabei von dem sogenannten „Hard Problem“ (S. 5), wenn er die Frage diskutiert, wie das Gehirn Wahrnehmungsinhalte erzeugt und verarbeitet: „How does the unconscious brain create and inspect the display medium (qualia) of conscious perception?“ (Gray, 2004, S. 121). Dabei postulieren einige Philosophen, dass es gar nicht klar ist, worin das Rätsel des Bewusstseins überhaupt besteht und was als eine Lösung zu akzeptieren wäre (Metzinger, 1995).

Laut Gray (2004) gibt es vier Standpunkte im Umgang mit dieser Fragestellung: Der erste, der von vielen Menschen vor einer Reflektion der Problematik eingenommen wird ignoriert die Problematik, indem die bewusste Wahrnehmung als selbstverständlich angesehen wird. Der zweite werde von vielen Wissenschaftlern eingenommen, die davon ausgehen, dass das Phänomen Bewusstsein mit wissenschaftlichen Methoden aufgeklärt werden kann und deshalb kein schwerwichtiges Problem darstelle. Eine dritte, von Gray eingenommene Position besagt, dass man das Phänomen Bewusstsein zwar mit wissenschaftlichen Methoden erforschen kann und muss, dass aber zusätzlich eine neue wissenschaftliche Theorie benötigt werde, um die Lücke zwischen dem Phänomen der

bewussten Wahrnehmung und den Ergebnissen der Neurowissenschaften zu schließen. Ein vierter Standpunkt postuliert, dass es zwar ein „Hard Problem“ gibt, dass dieses jedoch nicht mit wissenschaftlichen Methoden, sondern ausschließlich durch philosophische Überlegungen oder spirituelle Methoden gelöst werden kann. Bei der Formulierung einer neuen wissenschaftlichen Theorie, wie von Gray (2004) im dritten Postulat gefordert, müssen aus Sicht des Autors wesentliche konzeptuelle Fragen gestellt werden; eine wesentliche Voraussetzung für eine Annäherung an die Beantwortung dieser Fragen sei es, dass vorschnelle Erklärungen und Definitionsversuche des Phänomens Bewusstsein vermieden würden. Der Autor schlägt zwei begriffliche Unterscheidungen vor: Kognitives Bewusstsein beziehe sich dabei auf die externe Welt im öffentlichen oder privaten Raum; das interne Körperbewusstsein beziehe sich immer auf den privaten Raum. Die Unterscheidung zwischen allgemeinem Bewusstsein und Bewusstsein des eigenen Selbst sei in diesem Sinne vernachlässigbar.

### ***Philosophische Positionen***

Die Philosophie beschäftigt sich schon seit langem mit dem theoretischen Problem des Bewusstseins (Metzinger, 1995). Durch Descartes' Abhandlungen zum Thema Selbstbewusstsein wurde das Phänomen Bewusstsein zu einem zentralen Thema der Philosophie; im Zentrum seiner, von einem dualistischen Weltbild geprägten, Überlegungen stand das Konzept des Selbst als immaterielles Phänomen („cogito, ergo sum“). Als problematisch wurde von ihm die Frage nach dem Bewusstsein im kognitiven Sinne verstanden (Bieri, 1994). In der Philosophie der Gegenwart spielt das Thema des Bewusstseins des eigenen Selbst zwar eine weniger zentrale Rolle, doch die Fragestellung nach dem Bewusstsein allgemein ist weiterhin von zentraler Bedeutung. Dabei unterscheiden

sich Philosophen in der fundamentalen Haltung bezüglich der Rätselhaftigkeit des Bewusstseins. Während einige Philosophen postulieren, dass Bewusstsein per se kein Rätsel darstelle, halten die meisten die Frage, wie das Gehirn den Erlebnisgehalt von Bewusstseinszuständen, die sogenannten Qualia, produziert und wie es den Bezug auf ein Handlungsziel herstellt, also das Intentionalitätsproblem, für die wesentlichen ungelösten beziehungsweise unlösbaren Fragestellungen (Gray, 2004). „Das Problem des Bewusstseins bildet heute—vielleicht zusammen mit der Frage nach der Entstehung unseres Universums — die äußerste Grenze des menschlichen Strebens nach Erkenntnis“ (Metzinger, 1995, S. 1). Damit wird die schon 1872 von Emil du Bois-Reymond formulierte und in der berühmt gewordenen Formulierung „Ignorabimus“ („Wir werden es nicht wissen“) zum Ausdruck gebrachte Hypothese, dass das Phänomen Bewusstsein durch das Verständnis seiner materiellen Bedingungen nicht erklärbar sein wird, in der Neuzeit wieder aufgegriffen (Bieri, 1994). Nach Ansicht vieler Philosophen der Gegenwart ist sowohl Kognition als auch das für den Menschen typische integrierte Verhalten mit naturwissenschaftlichen Methoden erklärbar und beschreibbar; ein weiterhin ungelöstes Rätsel stellt jedoch die Frage nach dem Bewusstsein im Sinne von Erleben dar, welches ausschlaggebend dafür ist, dass der Mensch sich als Subjekt seines Tuns erfährt. Nicht nachvollziehbar ist also weiterhin die Frage, wie aus objektiven Determinanten etwas Subjektives entsteht. In der Philosophie wird auch die Hypothese postuliert, dass der Mensch in Bezug auf die Beantwortung dieser Fragestellung einer prinzipiellen kognitiven Begrenzung unterliegt (Bieri, 1994). Dennoch wird gefordert, in Bezug auf diese, für die Menschheit so wesentliche Fragestellung, weiterzusuchen nach neuen Begriffen, Modellen und Analogien, um dem Rätsel näherzukommen.

### *Neurowissenschaftliche Positionen*

Auch in den Neurowissenschaften stellt das Thema Bewusstsein ein beliebtes Forschungsobjekt dar. Aus neurowissenschaftlicher Sicht wird Bewusstsein als ein temporäres neuronales Muster verstanden, das sich aus der Beziehung eines Menschen zu einem Objekt, einem Ereignis oder einer Sache ergibt. So definieren Damasio und Meyer (2009) Bewusstsein als „momentary creation of neural patterns which describe a relation between the organism, on the one hand, and an object or event, on the other hand“ (S. 6). Das Zusammenspiel der neuronalen Muster bewirkt über die Schaffung mentaler Bilder hinaus die Entstehung eines Selbst, welches den Schlüssel zur Subjektivität darstellt. Dabei zeigt sich bei der Entstehung dieser neuronalen Muster ein für diese charakteristisches beobachtbares Verhalten. Auch in den Neurowissenschaften wird das Phänomen Bewusstsein aus einer dualen Perspektive heraus betrachtet: der externen (Verhalten) und der internen (kognitiv, mental). Aus externer Sicht ist ein Individuum bewusst, wenn es eine allgemeine Wachheit zeigt, basale emotionale Zustände, eine über einen gewissen Zeitraum hin aufrechterhaltene Aufmerksamkeitsausrichtung auf die Umwelt und ein adäquates und zielgerichtetes Verhalten. Aus der internen Perspektive wird ein Individuum als bewusst bezeichnet, wenn sein mentaler Zustand Objekte und Ereignisse in ihrer Beziehung auf es selbst abbildet (Damasio & Meyer, 2009). Sind keine äußeren Anzeichen für Bewusstsein erkennbar und kann der Mensch nicht artikulieren, dass er bewusst ist, kann diesem Menschen kein Bewusstsein zugesprochen werden. Dabei geht man auch in den Neurowissenschaften nicht davon aus, dass Bewusstsein ein einheitliches Phänomen ist; es ist vielmehr ein komplex organisiertes Konstrukt. So wird ein *Kernbewusstsein* („*core consciousness*“), bei dem ein Organismus sein eigenes Selbst zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem konkreten Ort erfährt, von einem *erweiterten Bewusstsein* („*extended consciousness*“), bei dem das

Individuum sich selbst in seiner Beziehung zu seiner eigenen Vergangenheit und antizipierten Zukunft erfährt, unterschieden (Damasio & Meyer, 2009). So können neurologische Krankheitsbilder danach unterschieden werden, welche Art von Bewusstsein in welchem Ausmaß gestört ist. Bei Beeinträchtigungen des Kernbewusstseins sind alle mentalen Aktivitäten betroffen, da dieses eine zentrale Ressource des Gehirns und als solche eine Voraussetzung für alle anderen mentalen Prozesse wie zum Beispiel Aufmerksamkeit, Gedächtnis und höhere kognitive Funktionen darstellt; bei einer Beeinträchtigung des erweiterten Bewusstseins sind komplexere mentale Prozesse wie zum Beispiel logisches Denken betroffen.

Aus evolutionärer Sicht stellt die Existenz von Bewusstsein beim Menschen ein enormer evolutionärer Vorteil dar: Es erlaubt dem Menschen, über die automatisierten homöostatischen Prozesse hinausgehend, reflektierend und planvoll zu agieren in einer komplexen und unüberschaubaren Umgebung (Damasio & Meyer, 2009).

Auch von Seiten der Neurowissenschaften ist die Frage noch nicht geklärt, wie subjektives Erleben aus dem neuronalen Zusammenspiel entsteht, auch wenn seit der Aussage „how is it that anything so remarkable as a state of consciousness comes about as a result of irritating nervous tissue, is just as unaccountable as the appearance of Djin when Aladdin rubbed his lamp“ (Thomas Huxley, 1886; zitiert nach Gray, 2004, S. ii) viele Fortschritte erzielt wurden.

### ***Psychologische Positionen***

In psychologischen Theorien wird Bewusstsein als Resultat von Hirnentwicklungs- und -reifeprozessen sowie von persönlichen Erfahrungen beschrieben (Markowitsch, 2004). Dabei wird die Bedeutung eines funktionierenden neuronalen Netzwerkes mit intakten

biochemischen Prozessen als Grundlage anerkannt. Laut Markowitsch können dabei verschiedene Formen von Bewusstsein ausgemacht werden: Wachheit, gerichtete Aufmerksamkeit („bewusste Wahrnehmung“), inneres Wissen oder Überzeugung, Gewährsein von Denkvorgängen, Körperbewusstsein, Gesamtheit des Denkens einer Person, Bewusstsein als mentaler Zustand und Selbstreflexion. Bewusstsein lässt sich demnach in verschiedene Komplexitäts- und Integrationsniveaus aufgliedern. Das von Tulving (2002) aufgestellte hierarchische Modell beschreibt anoetisches Bewusstsein, das auf der niedrigsten hierarchischen Ebene zu finden ist, als Fähigkeit, sich Reizänderungen bewusst zuzuwenden. Autoetisches Bewusstsein stelle dabei die höchste Stufe dar und beinhalte die menschliche Fähigkeit, Bewusstsein über persönliche Erfahrungen in einer subjektiv erlebten Zeit zu erlangen. Bewusstsein kann also als kontinuierlicher Prozess zwischen Wachheit und komplex-integrativen Zuständen angesehen werden. Auf jeder dieser Ebenen ist es gebunden an eine Vielzahl weiterer Funktionen wie Vigilanz, Gedächtnis, Denken und Sprache. Dadurch können krankheitsbedingt verschiedene Formen und Schweregrade von Bewusstseinsstörungen entstehen wie Neglect, Amnesie, Anosognosie oder Koma.

Die psychologische Forschung der vergangenen Jahre hat aber auch deutlich gemacht, dass beim gesunden Menschen nur der geringere Teil der aus der Außenwelt einströmenden Reize bewusst wahrgenommen wird; die unbewusste Wahrnehmung hingegen steuert in großem Ausmaß unsere Verhaltensselektion. In diesem Zusammenhang sind in den vergangenen Jahren immer wieder Fragen nach der Verlässlichkeit unseres Bewusstseins und der Existenz des freien Willens diskutiert worden (Markowitsch, 2004; Libet, 1999; Wegner, 2003). Es gibt eine Vielzahl an Modellen, die das Entstehen von bewussten und unbewussten oder „impliziten“ Verarbeitungsprozessen erklären (Köhler & Moscovitch, 1997). Dabei wird übereinstimmend angenommen, dass das Bewusstseinssystem auf verschiedenen Modulen basiert, in denen Informationen verarbeitet werden. Die Modelle unterscheiden sich jedoch

bezüglich der Annahme, ob es getrennte Systeme für die Verarbeitung von bewussten und unbewussten Informationen gibt oder ob die implizite Reizverarbeitung in das Modul der bewussten Verarbeitung integriert ist. Diese Annahmen liegen Erklärungsmodellen für die Entstehung von Bewusstseinsstörungen zugrunde. So können zum Beispiel neuropsychologische Syndrome, bei denen eine Dissoziation zwischen bewusster und unbewusster Wahrnehmung, wie sie bei der kortikalen Blindheit vorliegt, erklärt werden. Sie haben aber auch eine Relevanz bezüglich der Überlegung, ob implizite Wahrnehmungsprozesse bei Patienten mit schwerwiegenden Bewusstseinsstörungen wie Koma oder Wachkoma, also in solchen Zuständen, in denen keine bewusste Wahrnehmung nachweisbar ist, möglich sein können.

### *Wissenschaft des Bewusstseins*

In den vergangenen Jahren hat es eine zunehmende interdisziplinäre Verflechtung in der Bewusstseinsforschung gegeben, da es deutlich geworden war, dass wesentliche neue Erkenntnisse zum Thema Bewusstsein nur durch eine Bündelung der Forschungsaktivitäten in den verschiedenen Disziplinen möglich sind. So wurde der Ruf nach der Gründung einer neuen Wissenschaft laut, nach einer *Wissenschaft des Bewusstseins*. Gleichzeitig wurden auch Zweifel geäußert am Sinn und den Erfolgchancen eines solchen neuen Forschungsbereiches (Metzinger, 1995). So wurde zum Beispiel hinterfragt, ob es einen einheitlichen theoretischen Hintergrund gibt, vor dem eine solche Wissenschaft entstehen könnte.

### *Empirisch untersuchbare Aspekte des Phänomens Bewusstsein*

Ungeachtet der fachlichen Ausrichtung herrscht weitestgehend Einigkeit darüber, dass zwischen dem Bewusstsein der externen Welt (Bewusstsein der Umwelt) und der internen Welt (Bewusstsein des eigenen Selbst) unterschieden werden kann (Gray, 2004; Howsepian, 1996). Nach Ansicht einiger Autoren können diese Teilaspekte unabhängig voneinander existieren und somit auch untersucht werden. So kann ein Mensch zum Beispiel wach und bewusst sein, ohne sich gleichzeitig seiner selbst bewusst zu sein (Howsepian, 1996; Giacino, 1997). Auch in der Bewusstseinsforschung wird von einer dualen Perspektive ausgegangen: Eine ist dabei subjektiv und intern, während die andere extern, objektiv und über Verhaltensindikatoren beschreibbar ist (Damasio & Meyer, 2009).

Vor dem Hintergrund einer heterogenen Konzeptualisierung des Phänomens Bewusstsein und der Vielzahl an weiterhin ungeklärten Fragen, muss im Kontext der Erforschung von Bewusstseinsstörungen eine Beschreibung gefunden werden, die die wichtigsten Aspekte des Phänomeres auf möglichst prägnante Weise beinhaltet. Zu diesem Zweck ist die Definition von Niedermeyer hilfreich, in der Bewusstsein definiert wird als „central nervous system function based primarily on vigilance, mental contents and selective attention, thus providing the subject with a fluctuating image of the inner and outer world“ (Niedermeyer, 1994, S. 92). Somit können die Hauptkomponenten von Bewusstsein als Vigilanz, mentale Inhalte und selektive Aufmerksamkeit beschrieben werden. Diese sollten demnach bei der Untersuchung von Bewusstsein berücksichtigt werden.

Während die Vigilanz eine Grundfunktion im Sinne einer allgemeinen Wachheit des Organismus darstellt, sind mentale Inhalte sehr stark durch die individuelle Vorgeschichte eines Menschen, aber auch durch seine gegenwärtigen kortikalen Verarbeitungsmöglichkeiten geprägt. Selektive Aufmerksamkeit wird zusätzlich benötigt, um die zahllosen mentalen Inhalte der Situation entsprechend herausfiltern und den situativen Anforderungen



entsprechend reagieren zu können. Vom Zusammenspiel dieser drei Funktionen hängt es ab, inwiefern sich ein Mensch seiner selbst und der Umwelt bewusst ist. Jegliche Bewusstseinsprozesse werden dabei aber noch durch zusätzliche Faktoren wie etwa emotionale Aspekte moderiert, welche diesen „Farbe geben“ (Niedermeyer, 1994, S. 90) und sowohl Vigilanz als auch mentale Inhalte und selektive Aufmerksamkeit beeinflussen.

Für Giacino (1997) basiert Bewusstsein auf drei Komponenten: Wachheit, der Fähigkeit, interozeptive beziehungsweise exterozeptive Reize wahrzunehmen und zu verarbeiten, und der Fähigkeit zu zielgerichtetem Verhalten. Die Fähigkeit des Menschen, sich diese Prozesse bewusst zu machen, sei kein notwendiges Kriterium zum Nachweis von Bewusstseinstätigkeit. Somit stehen bei der Diagnostik von Bewusstseinsstörungen vor allem die externen Korrelate des Phänomens Bewusstsein im Vordergrund: Wachheit, Wahrnehmung und Orientierungsreaktionen; internes Bewusstsein im Sinne bewussten Erlebens ist aus der Erfassung der genannten Phänomene allerdings nur bedingt abzuleiten.

### **Überblick: Bewusstseinsstörungen**

Die Erforschung von Störungen des Bewusstseins wurde im 19. Jahrhundert durch Beobachtungen an neurologischen Patienten und tierexperimentelle Studien vorangetrieben (Röhrenbach & Markowitsch, 1997). Phänomene wie Seelenblindheit und Agnosien wurden von Munk und Freud beschrieben. Doch erst zu Beginn der achtziger Jahre wurden Bewusstseinsstörungen im Zusammenhang mit der Erforschung und Behandlung von Hirnschädigungen zu einem Thema, das in vielen wissenschaftlichen Disziplinen auf großes Interesse stieß.

In der neueren Zeit haben eine verbesserte Notfallversorgung und Weiterentwicklungen in medizinischer Technologie zu einer reduzierten Sterblichkeitsrate

und einer erhöhten Anzahl überlebender, aber schwerst bewusstseinsgestörter Patienten nach Verletzungen des zentralen Nervensystems geführt (Dolce & Sazbon, 2002). Das Ausmaß und die Dauer der Bewusstseinsstörung spiegeln dabei häufig die Schwere der Hirnschädigung wider (Wing, Thompson, Yablon & Sherer, 2001). Es wird geschätzt, dass jährlich 200 000 Menschen eine traumatisch bedingte Schädel-Hirn-Verletzung erleiden (Wallesch & Bartels, 2009). Es gibt jedes Jahr schätzungsweise 3000 - 5000 neue Wachkomafälle in Deutschland; insgesamt wird die Gesamtanzahl von Wachkomafällen auf 8000 - 10000 geschätzt (Zieger, 2005).

Patienten mit einer schweren Bewusstseinsstörung können bei einer guten medizinischen und pflegerischen Langzeitversorgung eine hohe Lebenserwartung haben (Piguet, King & Harrison, 1999; Zieger, 2005). Gleichzeitig hat sich aber auch die Qualität des erzielbaren Outcomes verbessert, was vor allem auf eine Verbesserung der klinischen Versorgung dieser Patienten und die Verhinderung sekundärer Schädigungen durch frühzeitige neurochirurgische Interventionen zurückzuführen ist. Der aus dem englischen Sprachraum stammende Begriff „Outcome“ bezieht sich dabei auf das Behandlungsergebnis beziehungsweise auf den Endzustand, den der Patient erreicht; da es im Deutschen keine angemessene Übersetzung dieses Begriffs gibt, wird das Wort „Outcome“ in dieser Arbeit, wie in der internationalen Literatur üblich, verwendet.

In der Diagnostik und Klassifikation von Bewusstseinsstörungen fehlten bis vor kurzem klare diagnostische Kriterien zur Abgrenzung verschiedener Formen von Bewusstseinsstörungen (Piguet et al., 1999). Die in den vergangenen Jahren eingeführte, unten näher beschriebene Terminologie hat sich immer noch nicht deutschlandweit und international durchgesetzt (Zieger, 2005). Dies erschwert im Einzelfall das Verständnis der vorliegenden Störung, aber auch den Austausch über einen Patienten in der klinischen Praxis. Die Behandlung von bewusstseinsgestörten Patienten stellt aber auch deshalb eine

Herausforderung dar, weil es keine nachweislich effektiven Behandlungsmethoden und keine einheitlichen Untersuchungsverfahren gibt (Giacino, 1997). Bemängelt wird vor allem immer wieder, dass die in der Praxis angewandten Verfahren erhebliche methodische Probleme aufweisen und die vor einigen Jahren veröffentlichten konsens-basierten Leitlinien zur Differentialdiagnostik bewusstseinsgestörter Patienten nur unzureichend widerspiegeln (Giacino & Kalmar, 2005).

Unter Bewusstseinsstörungen werden alle Krankheitsbilder zusammengefasst, die mit Beeinträchtigungen der Bewusstseinslage einhergehen. In diesem Sinne sind unter Bewusstseinsstörungen Phänomene zu verstehen, bei denen ein gestörtes Bewusstsein von etwas oder um etwas vorliegt (Röhrenbach & Markowitsch, 1997). Dazu zählen sowohl Zustände, in denen kein Bewusstsein für die Umwelt oder die eigene Person erkennbar ist, als auch Zustandsbilder, bei denen dieses entweder qualitativ oder quantitativ stark herabgesetzt ist. Dabei sind die Zustände anhand des klinischen Bildes oft nur schwer zu unterscheiden. Es kommt häufig zu Fehldiagnosen, vor allem bei länger andauerndem Wachkoma (Schmutzhard, 2002).

Menschen mit fehlendem nachweisbarem Bewusstsein können im *Koma* oder *Vegetative State (VS, Wachkoma)* sein. Obwohl bei beiden Gruppen keine Bewusstseinstätigkeit über Verhaltensindikatoren nachweisbar ist, unterscheiden sie sich in einem wesentlichen Punkt: Während komatöse Patienten zu keinem Zeitpunkt die Augen öffnen, zeigen Patienten im VS einen meist unregelmäßigen Schlaf-Wach-Rhythmus, das heißt in den Wachphasen haben sie ihre Augen geöffnet. Unter dem Begriff „beeinträchtigtes Bewusstsein“ wird eine Vielzahl heterogener Krankheitsbilder zusammengefasst. Dazu zählen Patienten mit minimalen und nur inkonstant nachweisbaren kognitiven Fähigkeiten (*minimal bewusster Zustand, MCS*), akinetischer Mutismus, Pseudo-coma vigile, hyperkinetischer Mutismus, Somnolenz und stuporartige Antriebsstörung. Klinische

Krankheitsbilder wie Locked-In-Syndrom, akinetischer Mutismus und Hypersomnia werden häufig fälschlicherweise als Wachkoma diagnostiziert. Im Unterschied hierzu liegt bei diesen Zuständen allerdings trotz gestörter Vigilanz kein kompletter Verlust der Bewusstseinstätigkeit vor. Schon wenige Tage nach Beginn der Erkrankung zeigt sich meist ein Zustand vollständiger oder zumindest partieller Bewusstseinstätigkeit. Bei einigen dieser Störungsbilder ist das Bewusstsein eher quantitativ beeinträchtigt, bei anderen sind eher einzelne Bewusstseinsinhalte beziehungsweise deren Ausdruck durch Verhaltensregulation gestört. Im Folgenden sind die in der Klinik und klinischen Forschung üblichen Begriffe näher beschrieben.

### ***Formen von Bewusstseinsstörungen - Differentialdiagnosen***

#### ***Koma***

Koma ist ein Zustand, in dem weder eine basale Wachheit noch eine Reaktionsfähigkeit auf Umweltreize beobachtbar sind (Jennett, 2002). Der Zustand des Komats ist definiert durch geschlossene Augen, Fehlen eines Schlaf-Wach-Rhythmus im EEG und Fehlen gerichteter Reaktionen auf Umweltreize. Dabei ist keinerlei gerichtetes Verhalten spontan oder auf Reize erkennbar. Koma dauert selten länger als vier Wochen; danach geht es häufig in den Zustand des Wachkomas über. Schädigungen sind hier meist im Hirnstamm oder beidseits im Thalamus zu finden; Koma kann aber auch durch diffuse bihemisphärische kortikale Schädigungen wie beispielsweise eine *diffuse axonale Schädigung (DAI)* verursacht werden (Jennett, 2002; Giacino, 1997).

### ***Vegetative State (VS)***

Eine besondere Herausforderung für Klinikpersonal und Angehörige stellen Patienten im VS dar. Diese zeigen Schlaf-Wach-Phasen und erhaltene autonome Funktionen, jedoch keine Reaktionen, die auf das Vorhandensein von Bewusstseinstätigkeit schließen lassen würden (Piguet et al., 1999). Das heißt, eine Aktiviertheit des Organismus im Sinne einer allgemeinen Wachheit ist erhalten; kognitive Prozesse sind aber nicht nachweisbar. Der Zustand des VS kann entweder als Folgezustand aus dem Koma entstehen oder als eigenes Zustandsbild unabhängig von Koma, zum Beispiel bei einer degenerativen Erkrankung wie Alzheimer Demenz.

Es gibt zum jetzigen Zeitpunkt keine „offizielle“ Definition des VS. Die American Academy of Neurology (ANA) und die American Medical Association (AMA) definierten den Begriff des *persistent vegetative state (PVS)* als „eine Form der permanenten Bewusstlosigkeit mit offenen Augen, wobei der Patient Perioden von Wachheit und physiologische Schlaf/Wach-Zyklen aufweist“ (ANA, 1993; zitiert nach Kallert, 1994, S. 244; American Academy of Neurology, 1995). Zu keiner Zeit sei der Patient sich aber seiner selbst oder der Umwelt bewusst.

### ***Minimal bewusster Zustand (MCS)***

Vom VS abzugrenzen ist der minimal bewusste Zustand (MCS), der definiert wird als ein Zustand erheblich beeinträchtigten Bewusstseins, in dem der Patient ein minimales, aber definitives, über Verhalten verifizierbares Bewusstsein seiner selbst oder seiner Umgebung zeigt („MCS...as a condition of severely altered consciousness in which the person demonstrates minimal but definite behavioral evidence of self or environmental awareness“ (Giacino et al., 1997, S. 84).

Bei Patienten im MCS sind Reaktionen und Verhaltensweisen erkennbar, die Rückschlüsse auf erhaltene kognitive Prozesse zulassen (zum Beispiel gezielte Blickbewegungen oder Bewegungen). Charakteristisch ist allerdings, dass diese Aktivitäten nur inkonstant auftreten und nicht immer reproduzierbar sind, weshalb dieser Zustand auch häufig fälschlicherweise als Wachkoma fehldiagnostiziert wird. Umso wichtiger ist deshalb die Beachtung der Häufigkeit und des Kontextes der Reaktionen beziehungsweise Verhaltensweisen, um deren Bedeutungsgehalt richtig einschätzen zu können (Giacino & Zasler, 1995).

### ***Akinetischer Mutismus***

Der Begriff wurde 1941 von Cairns eingeführt (Giacino, 1997), um Patienten zu charakterisieren, die eine ausgesprochene Bewegungsarmut und Reduktion sprachlicher Äußerungen zeigen bei gleichzeitig erhaltenen Arousalfunktionen und ohne vorliegende periphere Lähmungen. Diese Personen zeigen bei erhaltener Vigilanz und gezielter Okulomotorik keine oder kaum Initiierung von kommunikativem, motorischem oder emotionalem Verhalten (Kallert, 1994). In diesen Fällen liegt meist eine Schädigung im meso-diencephalen Übergang, bilateral in mesio-frontalen Arealen, im limbischen System einschließlich Septum und anterioren Cingulum vor (Ackermann & Ziegler, 1995; Giacino, 1997; Damasio & Meyer, 2009). Außerdem wurden bilaterale Läsionen des Striatums, des Pallidums und des dorsomedialen oder ventrolateralen Thalamus, paramediane Läsionen im Mesencephalon oder posterioren Diencephalon gefunden (Schmutzhard, 2002). Vermutlich sind meist dopaminerge und noradrenerge Systeme betroffen, da eine pharmakologische Behandlung mit diesen Substanzen oft eine Verbesserung des Zustandes bewirkt. Während einige Autoren den akinetischen Mutismus als Unterkategorie des MCS sehen, halten ihn andere für eine davon abgrenzbare diagnostische Kategorie. Patienten mit akinetischem

Mutismus unterscheiden sich von Wachkomapatienten dadurch, dass sie sehr rege Blickbewegungen und gelegentlich Motorik oder Kommunikation auf hohem kognitivem Niveau zeigen. Es liegt keine Schädigung des peripheren oder zentralen motorischen Systems vor (Schmutzhard, 2002).

### ***Dornröschenschlaf-Syndrom (Pseudo-coma vigilie)***

Dieses Syndrom tritt bei einigen Kindern nach einer Schädel-Hirn-Verletzung auf (Schertel, 2006). Klinisch ist das Dornröschenschlaf-Syndrom kaum vom Wachkoma zu unterscheiden und wird deshalb manchmal auch als Pseudoapallisches Syndrom bezeichnet. Nach einer kurzen Phase des Komas und einer eventuell darauf folgenden kurzfristigen Ansprechbarkeit stellt sich ein lange andauernder akinetisch-mutistischer Zustand ein. Dieser kann organisch oder psycho-reaktiv bedingt sein. Enge Bezugspersonen des Kindes können manchmal mit viel Zuwendung und Geduld kurzzeitig ein normales Verhalten auslösen, das dann aber in Anwesenheit fremder Personen verschwindet.

### ***Hyperkinetischer Mutismus***

Patienten in diesem Zustandsbild zeigen eine starke psycho-motorische Unruhe mit teilweise beeinträchtigtem Bewusstsein. Auf Umweltreize können diese Menschen nicht mit sinnvollem zielgerichtetem Verhalten reagieren. Läsionen finden sich oft bilateral in temporo-parieto-occipitalen Übergangsregionen (Schiff & Plum, 2000).

### ***Somnolenz/Hypersomnie***

Menschen im somnolenten Zustand schlafen ohne Stimulation die meiste Zeit. Allerdings sind die Patienten jederzeit erweckbar. Reaktionen sind dann meist zielgerichtet, aber verlangsamt möglich und nur von kurzer Dauer (Schmutzhard, 2002; Zieger, 2005).

Häufig können die Patienten in diesen Phasen sogar sprechen. Schädigungen sind meist bilateral in tiefen Hirnstrukturen wie Mittelhirn, paramedianem Thalamus oder Hirnstamm zu finden (Hildebrandt, 2002). Meist liegt ein ischämischer Infarkt zugrunde (Schmutzhard, 2002). Auch hier sind ähnlich wie beim akinetischen Mutismus meist dopaminerge und noradrenerge Bahnen betroffen. Der Zustand dauert meist einige Wochen, selten jedoch länger als 2 Monate.

### ***Locked-In-Syndrom***

Der Begriff wurde 1966 von Plum und Posner eingeführt (Giacino, 1997). Im Zustand des Locked-In-Syndroms ist die kognitive Leistungsfähigkeit eines Menschen weitgehend erhalten, bei gleichzeitiger Tetraplegie und schwerer Hirnnervenlähmung. Okulomotorik ist meist betroffen, aber teilweise zumindest in eine Richtung, meist vertikal, erhalten. Außerdem ist meist der aktive Lidschluss erhalten, was zum Aufbau von Kommunikation und damit auch zur diagnostischen Bestätigung dieses Zustandes herangezogen werden kann. Die Lähmungen bewirken, dass die Patienten sich nicht mehr bewegen können, vollständig auf Hilfestellung angewiesen sind und nicht mehr oder nur noch sehr eingeschränkt über einen Kommunikationscode kommunizieren können. Gleichzeitig sind sie sich ihrer Situation und ihrer Umwelt meist voll und ganz bewusst. Eine möglicherweise initial vorliegende Bewusstseinsstörung bildet sich meist innerhalb weniger Tage zurück. Hervorgerufen wird der Zustand durch eine Unterbrechung kortikospinaler/kortikobulbärer Verbindungen, meist nach bilateralen Infarkten oder Blutungen der ventralen Ponsanteile oder des Mittelhirns. Die Prognose hängt vor allem von der Ätiologie ab (Schmutzhard, 2002). Bei Patienten mit ischämischen Läsionen ist die Prognose schlecht, wenn sich keine wesentliche Verbesserung innerhalb der ersten Woche nach Beginn der Symptome zeigt. Bei anderer Ätiologie (zum



Beispiel Hirnstamm-Encephalitis oder pontiner Myelinolyse) kann sich die Störung weitgehend zurückbilden, auch noch nach längerer Zeit.

### ***Stuporartige Antriebsstörung***

Dieser Zustand ist durch einen Mangel an zielgerichtetem Verhalten bei gleichzeitig erhaltener Vigilanz, aber Zugrundeliegen einer Depression charakterisiert. Schädigungen sind meist im prä- oder orbitofrontalen Kortex beziehungsweise im Nucleus caudatus zu finden (Hildebrandt, 2002).

Auch wenn eine didaktische Differenzierung dieser Differentialdiagnosen möglich ist und ein Großteil der Patienten durch eine umfassende Diagnostik relativ eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden kann, so gibt es immer wieder Patienten, bei denen dies nicht eindeutig möglich ist, unter anderem da sie in ihrem Krankheitsbild starke Fluktuationen zeigen. Manche Autoren schlagen deshalb vor, statt kategorialer Begriffe wie VS und MCS die Stelle auf dem Kontinuum zwischen nicht-bewusst und bewusst zu definieren, an der sich der Patient aktuell befindet (Kubler & Kotchoubey, 2007). Auf diesem Kontinuum könnten Vigilanz, motorischer Ausdruck, Intention und Kognition in unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein.

### ***Vegetative State (VS) und Minimal bewusster Zustand (MCS)***

In dieser Arbeit werden die Krankheitsbilder VS und MCS erforscht, da diese in der Neurorehabilitation eine besondere Bedeutung einnehmen, zum einen da sie die am häufigsten auftretenden Störungsbilder darstellen, zum anderen da es in der klinischen Praxis

sehr häufig zu Fehldiagnosen kommt. In der Fachliteratur haben VS und MCS deshalb in den vergangenen Jahren viel Aufmerksamkeit erfahren (MSTF, 1994; Giacino & Kalmar, 2005).

### *Vegetative State (VS)*

#### *Definition und diagnostische Kriterien.*

Eine Beschreibung des Zustandsbildes sowie die diagnostischen Kriterien, die von der Multi-Society Task Force on PVS, einer interdisziplinären Arbeitsgruppe der American Academy of Neurology (MSTF, 1994), formuliert worden waren, sind mittlerweile im Bereich der Neurorehabilitation und Neurologie weitestgehend akzeptiert. Demnach müssen folgende Kriterien vorliegen, um einen VS zu diagnostizieren:

- Keine Hinweise auf Bewusstsein der eigenen Person oder der Umgebung
- spontanes Augenöffnen ohne Anzeichen von Bewusstsein der Umgebung
- keine Anzeichen für reproduzierbare zielgerichtete Reaktionen auf Reize unterschiedlicher Modalitäten (visuell, taktil, auditiv, Schmerz)
- keine Hinweise auf Sprachverständnis oder Sprachproduktion
- intermittierende Wachheit und alternierende Schlaf-Wachrhythmen
- ausreichende vegetative Funktionen zur Sicherung des Überlebens mit medizinischer Behandlung.

Bei vielen Patienten zeigen sich auch subkortikal regulierte Reflexe. So sind zum Beispiel ungezielte Augenbewegungen oder emotionales Verhalten wie Schreien oder Lächeln möglich. Sie stehen jedoch in keiner nachweisbaren kausalen Beziehung zu externen Reizen (Giacino, 1997). Wichtige Voraussetzung für die Diagnose des PVS ist, laut Guidelines des Royal College of Physicians (1996, 2003), dass der Zustand auf eine

eindeutige medizinisch nachweisbare Ursache zurückzuführen ist und diese nicht durch die Korrektur struktureller Ursachen aufzuheben ist. Außerdem darf der Zustand nicht durch den sedierenden Effekt von Medikamenten verursacht sein (Bates, 2005).

***Begriffsklärung.***

Der Begriff des *persistent vegetative state (PVS)* wurde von Jennet und Plum (1972) geprägt, um Personen zu beschreiben, die nach einer Hirnschädigung über autonome Funktionen verfügen, aber auf der Verhaltensebene keine Hinweise auf ein Bewusstsein der eigenen Person oder der Umwelt zeigen. Ursprünglich wurde der Zustand überwiegend als Symptomenkomplex beschrieben:

Nach einer Phase tiefen Komas beginnen diese Patienten ihre Augen zu öffnen – zunächst auf Schmerz, dann auf weniger intensive Stimuli; danach liegen sie zeitweise ohne Provokation mit offenen Augen, zeitweise scheinen sie zu schlafen; die Augen sind offen, können auf Bedrohung zwinkern, sind aber nicht aufmerksam. Obwohl wandernde Augenbewegungen kurzzeitig den Eindruck erwecken, als würden bewegte Objekte verfolgt, bestätigt eine sorgfältige Beobachtung diese optimistische Interpretation nicht. Es scheint Wachheit ohne Bewusstheit vorzuliegen. (Jennett und Plum, 1972; zitiert nach Kallert, 1994, S. 244).

Die Autoren verwiesen damit auf die relative Integrität autonomer Funktionen bei gleichzeitiger Reduktion der Reaktionsfähigkeit auf Reflexaktivität. Diese Definition ähnelt der des von Kretschmer (1940) eingeführten Begriffs des *Apallischen Syndroms*, einer Bezeichnung für einen Symptomenkomplex, der Wachheit ohne erkennbare Anzeichen von Bewusstheit beinhaltet und der auf eine Verletzung der Großhirnrinde (Hirnmantel, Pallium) zurückzuführen ist. Beim Apallischen Syndrom handele es sich um eine „ganzheitliche Störung der Zusammenarbeit des Palliums“ (Kretschmer, 1940; zitiert nach Kallert, 1994, S.

242). Der Begriff Apallisches Syndrom findet trotz der Einführung zahlreicher neuerer Begriffe nach wie vor weite Verbreitung. Gerstenbrand (1967) schrieb eine umfangreiche Monografie zum apallischen Syndrom. Er untergliederte den apallischen Symptomenkomplex in 13 Kerngruppen und definierte ihn als eine Bewusstseinsseinschränkung bei gleichzeitigem Wachsein; er nahm also an, die Vigilanz sei als unspezifische Grundaktivierung des Kortex erhalten, aber Bewusstseinstätigkeit und Bewusstseinsinhalte seien gestört. Der Begriff des *Apallischen Syndroms* wird in der Fachliteratur kritisiert, zum einen weil er eine Vermischung zwischen Hirnfunktion und Hirnanatomie beinhaltet und somit eine Lokalisation der zugrundeliegenden Pathologie suggeriert (Kallert, 1994), zum anderen weil der Begriff nicht eindeutig auf seine primäre Definition begrenzt wurde, sondern es im weiteren Verlauf zu zahlreichen nicht klar definierten Begriffsneubildungen kam (zum Beispiel „inkomplettes apallisches Syndrom“) (Kallert, 1994). Celesia (1993) empfiehlt deshalb, Begriffe wie „apallisches Syndrom“, „coma vigile“ oder „dauerhafte Bewusstlosigkeit“ nicht mehr zu verwenden; stattdessen sollten nur noch die Begriffe „Koma“ und „Vegetative State“ verwendet werden.

In der neueren angloamerikanischen Literatur und zunehmend auch im deutschsprachigen Raum wird überwiegend der Begriff VS verwendet. Dabei gibt es sehr uneinheitliche Positionen bezüglich der Begriffszusätze „permanent“ und „persistierend“, mit denen der Begriff ergänzt wird (Schertel, 2006). Die ursprüngliche Bedeutung von PVS war *persistierend*, also andauernd. Dieser Begriff beinhaltet keine Irreversibilität und bezog sich lediglich auf die zeitliche Dimension: Der Zustand begann in der Vergangenheit und dauert bis heute an (Dolce & Sazbon, 2002). Plum und Posner hatten 1983 den Begriff PVS als permanent, also dauerhaft uminterpretiert. Die Frage nach den Begrifflichkeiten ist eng mit prognostischen und ethischen Fragestellungen verknüpft. Der Council on Scientific Affairs and Council on Ethical and Judicial Affairs der American Medical Association (1990)

empfahl bei der Beurteilung, ob der Zustand dauerhaft sei, Alter, Ursache der Verletzung und bisherige Dauer des Zustandsbildes heranzuziehen. Unabhängig von der Ursache, sei das Alter ein wichtiger prognostischer Faktor. Patienten, die noch keine 40 Jahre alt sind, hätten generell eine bessere Chance, ihr Bewusstsein auch nach Monaten wiederzuerlangen, als ältere Patienten. Patienten mit *hypoxischem Hirnschaden* hätten nach drei Monaten keine Chance, ihr Bewusstsein wiederzuerlangen. Bei jungen Patienten mit traumatischer Krankheitsursache sei eine Frist von 12 Monaten zu wahren, bevor der Zustand als permanent einzustufen sei. Die prognostische Einschätzung sei unmittelbar mit Behandlungsempfehlungen beziehungsweise der Entscheidung eines Behandlungsabbruchs verbunden. Wenn der Patient sorgfältig untersucht worden sei, könne anhand der oben genannten Richtlinien unter Umständen, unter Berücksichtigung des mutmaßlichen Patientenwillens, auch eine Entscheidung zur Beendigung lebenserhaltender Maßnahmen getroffen werden. Aufgrund der Tragweite dieser Entscheidungen wurden in den folgenden Jahren diese Empfehlungen immer wieder korrigiert und von verschiedenen Arbeitsgruppen revidiert.

Die *Multi-Society Task Force on PVS* empfahl, den Begriff PVS bei Andauern des Zustandes vier Wochen nach Erkrankungsbeginn zu verwenden, sowohl bei traumatischer als auch bei nicht-traumatischer Krankheitsursache (MSTF, 1994; Giacino, 1997). Sie führte außerdem den Begriff „permanent“ ein; dieser Begriff sei als Zusatz zu verwenden, wenn der Zustand bei nicht-traumatischer Schädigung länger als 3 Monate andauere, bei traumatischer länger als 12 Monate. Der American Congress of Rehabilitation Medicine widersprach ein Jahr später den Ausführungen der MSTF, indem er beide Begriffe ablehnte, da sie eine prognostische Aussage beinhalteten, die nicht in jedem Fall zutreffe (American Congress of Rehabilitation Medicine, 1995). Außerdem sei die Bedeutung des Kürzels „P“ bei „PVS“ missverständlich. Empfohlen wurde stattdessen, den Begriff „PVS“ erst 12 Monate nach

Erkrankungsbeginn zu benutzen und zusätzlich zum Begriff VS die Länge der Dauer dieses Zustandes zu formulieren.

Aus der anhaltenden Kontroverse über diagnostische Gruppierungen und Begriffszusätze ergab sich die Notwendigkeit einer Begriffsklärung. Dies war Anlass für eine interdisziplinäre Konferenz, deren Ziel es war, konsens-basierte Empfehlungen bezüglich Diagnose und Prognose von Wachkoma zu veröffentlichen. Ein Ergebnis der zu diesem Zweck einberufenen Arbeitsgruppe, der Aspen Neurobehavioral Conference, an der Experten aus den Bereichen Neurologie, Neuropsychologie, Neurochirurgie, Rehabilitation, Pflegewissenschaften und Ethik teilnahmen, war der Vorschlag, den Begriff „persistent VS“ abzuschaffen (Giacino et al., 1997). Beide Begriffe, „persistierend“ und „permanent“, seien problematisch, da sie eine prognostische Aussage beinhalteten, die in vielen Fällen nicht zutrefte. Auch Jennett, der den Begriff PVS gemeinsam mit Plum geprägt hatte, schloss sich nun dieser Position an (Jennett, Crawford & Zasler, 1997). Eine Gefahr bestehe darin, dass Patienten mit dieser Diagnose rehabilitative Behandlungsmöglichkeiten vorenthalten oder begonnene rehabilitative Maßnahmen vorzeitig abgebrochen oder sogar notwendige medizinische oder pflegerische Maßnahmen vorenthalten würden. Allerdings stimmten die teilnehmenden Experten darin mit der Position der MSTF überein, dass eine Erholung vom Zustandsbild des VS nach einem Jahr bei traumatischer Schädigung und nach drei Monaten bei hypoxischer oder ischämischer Schädigung unwahrscheinlich ist. Sie empfahlen, die Diagnose mit zusätzlichen Informationen zu Krankheitsursache und Zeit seit Erkrankung zu charakterisieren (Giacino & Kalmar, 2005).

Von den meisten Autoren wird seitdem der Begriff VS ohne Zusatz oder nur noch mit dem Zusatz „persistierend“ verwendet. Es gibt jedoch weiterhin eine große Variationsbreite bezüglich des Zeitpunktes, ab dem dieser Zusatz hinzugezogen wird; einige Autoren ziehen diesen Begriff schon nach 2 Wochen heran (Saper, 2000).

Im deutschsprachigen Bereich werden die Begriffe zur Kennzeichnung dieses Zustandes weiterhin uneinheitlich benutzt (GNP, 2005). Im ICD-10 sind die Begriffe „Wachkoma“ und „Apallisches Syndrom“ zu finden (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information [DIMDI], 2009).

### ***Kritik.***

Die Ausführungen der MSTF zu Definition und Diagnoseempfehlungen des VS wurden in der Folge kritisch diskutiert. Howsepian (1996) kritisierte, dass die MSTF philosophische Überlegungen in die Diagnosestellung einbezog, wie zum Beispiel Rückschlüsse auf Bewusstsein. Kritisiert wird dabei vor allem das Postulat, dass bei Patienten im Wachkoma ein kompletter Verlust bewusster Prozesse stattgefunden hat (Rahmani, 2002). Aus dem Verlust manifester funktioneller Fähigkeiten und der Reaktionsfähigkeit auf Umweltreize wird auf einen Verlust der gesamten Bewusstseinstätigkeit geschlossen. Die Position, dass eindeutige Rückschlüsse von beobachtbarem Verhalten auf kognitive Prozesse möglich sind, konnte in Einzelfällen widerlegt werden. So konnten einzelne Autoren Wahrnehmungsprozesse durch bildgebende Verfahren bei als VS diagnostizierten Patienten nachweisen (Laureys, Owen & Schiff, 2004; Laureys & Boley, 2007; Perrin et al., 2006; Schiff, Kim & Maizes, 2005). Schnakers et al. (2008) zeigten in einer Untersuchung mit einem dreistufigen fMRI-Untersuchungsparadigma der Sprachverarbeitung von VS- und MCS-Patienten, dass bei drei von sieben VS-Patienten ein Nachweis von Sprachverarbeitungskomponenten möglich war.

Manche Autoren, wie zum Beispiel Howsepian, schlagen deshalb vor, den Begriff Bewusstsein zu vermeiden und sich stattdessen ausschließlich auf beobachtbare Verhaltensmarker zu beziehen (Hildebrandt, 2002; Hagel & Grossmann, 1994). Die Diagnostik dieser Patienten sollte in erster Linie auf eine Erfassung des bis dahin nach außen

nicht sichtbaren inneren Lebens eines Patienten abzielen, also auf eine Elaboration der kognitiven Residuen.

Trotz dieser kritischen Überlegungen sind die Ausführungen der MSTF innerhalb der Fachbereiche Neurologie und Neurorehabilitation, zumindest im angelsächsischen Sprachbereich, weitestgehend akzeptiert (Giacino & Kalmar, 2005). Die meisten Autoren beziehen sich weiterhin in ihrer Definition des VS auf den Begriff der fehlenden Nachweisbarkeit von Bewusstseinsstörungen bezogen (Dolce & Sazbon, 2002; Jennett, 2002).

### ***Minimal bewusster Zustand (MCS)***

#### ***Definition und diagnostische Kriterien.***

Der MCS ist definiert als eine schwere Bewusstseinsstörung, bei der Bewusstsein über inkonstant auftretendes, aber reproduzierbares Verhalten nachweisbar ist. Kennzeichen des MCS sind:

- unregelmäßiger Schlaf-Wach-Rhythmus
- inkonstante gezielte und reproduzierbare Reaktionen auf Umwelt
- eine oder mehrere der folgenden Verhaltensweisen sind beobachtbar:
  - Befolgen einfacher Aufforderung
  - Ja/Nein-Kommunikation über Gesten oder Sprache
  - Verständliche Sprache
  - Motorik oder emotionale Reaktionen, die gezielt auf Reize erfolgen und nicht als Reflexaktivität zu deuten sind (zum Beispiel Fixieren oder Blickfolgebewegung, Greifen von Objekten, Objektmanipulation)



- Motorik, die Rückschlüsse auf das Erkennen von Objekten zulässt (zum Beispiel richtiger Objektgebrauch)

### ***Begriffsklärung.***

Die Patientengruppe der MCS-Patienten hat in den letzten Jahren in der Fachliteratur vermehrt Beachtung gefunden. Dabei zeigen sich Bemühungen, eine einheitliche Nomenklatur für diese Form der Bewusstseinsstörung zu finden (Whyte & DiPasquale, 1996). Der American Congress of Rehabilitative Medicine schuf 1995 den Begriff *minimally responsive state* (minimal responsiver Zustand), um diese Patientengruppe zu beschreiben. Die International Working Party on VS zog eine Reihe von Begriffen heran, um mögliche Übergänge im Zustandsbild zu beschreiben (*transitional vegetative state, inconsistent low awareness state, consistent low awareness state*). Ein Schwerpunktthema der Aspen Neurobehavioral Conference (1994) war die Entwicklung von Richtlinien zur Evaluation und Versorgung von Patienten im VS und MCS (Giacino et al., 1997). Dabei ging es unter anderem um die Definition des Zustandes von Patienten, die nicht mehr bewusstlos sind, aber gleichzeitig noch nicht das volle Bewusstsein wiedererlangt haben. Es wurde dafür plädiert, dies als distinktes Zustandsbild zu sehen, das entweder ein vorübergehender Zustand in der Übergangsphase aus dem Vegetative State in einen bewussten Zustand oder ein Endzustand bei schwerst geschädigten Patienten sein kann. Auf der Aspen Neurobehavioral Conference wurde ein neuer Begriff für dieses klinische Bild, der Minimally Conscious State (MCS), geprägt.

### *Diagnostische Problematik*

Die Aspekte, die herangezogen wurden zur Abgrenzung von VS und MCS, basierten auf klinischen Erfahrungen mit dieser Patientengruppe (Giacino & Kalmar, 2005). Die Formulierung solcher verhaltensbasierter Kriterien ist eine wichtige Grundlage für eine einheitliche Nomenklatur in klinischer Praxis und Forschung.

Manche Autoren empfehlen die Überprüfung einer Hierarchie klinischer Kriterien: Verhaltensweisen, die mit weniger diagnostischer Sicherheit assoziiert sind, sind einzelne Reaktionen geringer Komplexität wie Fixieren oder Verfolgen visueller Reize oder gezieltes motorisches Verhalten auf auslösende Reize (Giacino, 1997). Mit größerer diagnostischer Sicherheit assoziiert seien komplexere Verhaltensweisen wie Befolgen verbaler Aufforderungen, Objektmanipulation, verständliche Sprache oder eindeutige Ja/Nein-Kommunikation.

Die Aspen Arbeitsgruppe definierte auch Kriterien für das Ende des MCS-Zustandes. Der eindeutigste Hinweis auf ein Wiedererlangen eines bewussten Zustandes stelle demnach zuverlässige und konstante Kommunikation oder Objektgebrauch dar. Diese Funktionen haben außerdem besondere Bedeutung im Rehabilitationsprozess, da sie eine wichtige Voraussetzung für sinnvolle menschliche Interaktion und Selbstständigkeit darstellen (Giacino und Kalmar, 2005).

Im ICD-10 hat der Begriff MCS bisher nicht Einzug gehalten (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI, 2009).

In dieser Arbeit wird dennoch, angelehnt an die international gebräuchliche Terminologie, der Begriff minimal bewusster Zustand (MCS) verwendet.

### ***Medizinische Begleitstörungen und Komplikationen***

Patienten im VS und MCS können eine Vielzahl medizinischer Begleitstörungen entwickeln, die den Reha-Verlauf erschweren und die Lebenserwartung verkürzen können (Sazbon & Dolce, 2002). So werden in der Literatur kardiovaskuläre Symptome, respiratorische Komplikationen, Infektionen im Urinaltrakt und gastrointestinale Störungen genannt. Typischerweise liegen auch schwere Störungen im motorischen System mit fehlender Bewegungskontrolle, erhöhtem Muskeltonus, Spastik, Rigidität und/oder Tetraparesen oder -plegien vor (Whyte & Glenn, 1986). Epilepsien, Hydrocephalus (Aufstau von Hirnflüssigkeit im Gehirn) und Ventrikelerweiterungen können sich ebenfalls im Verlauf entwickeln und den Genesungsprozess zusätzlich beeinträchtigen. Bei schweren Schädigungen, vor allem im Hypothalamus oder Diencephalon, zeigen sich im akuten Verlauf häufig Fieber, Schwitzen und dysautonome Störungen mit Tachykardie, erhöhter Respiration, erhöhtem Muskeltonus und Blutdruck.

Diese medizinischen Begleitstörungen belasten den Organismus zusätzlich und können die Rückbildung einer bestehenden Bewusstseinsstörung verzögern.

### ***Ätiologie***

VS und MCS werden immer durch hirnpathologische Prozesse verursacht. VS kann durch akute Erkrankungen (traumatisch oder nicht-traumatisch) oder chronische Erkrankungen (zum Beispiel degenerative oder metabolische Prozesse) ausgelöst werden (Dolce & Sazbon, 2002). Zu den akuten zählen Schädel-Hirn-Traumata, hypoxische Hirnschädigung, Encephalopathie, Hirnblutungen, Hirninfarkte sowie schwere Infektionen, Tumore oder Vergiftungen des zentralen Nervensystems (Ishibashi & Yokukura, 2003). Beispiele für degenerative Erkrankungen sind Alzheimer Demenz, Multi-Infarkt-Demenz und

Jakob-Creutzfeld-Krankheit. Die häufigsten Ursachen für VS sind unfallbedingte traumatische Hirnverletzungen sowie hypoxische Hirnschädigungen.

Es wird angenommen, dass bei der traumatischen Schädigung des Gehirns die primäre Verletzung des Gehirns dadurch entsteht, dass die durch die Beschleunigung des Kopfes entstehende Druckwelle zu lokalen Kontusionen, Gewebszerreißen und Einblutungen führt (Wallesch & Bartels, 2009). Diffuse axonale Schädigungen (DAI) entstehen dabei durch regionale Scherkräfte im Hemisphärenmark und in tieferen Hirnstrukturen. Intrakranielle Blutungen wie Epiduralhämatom oder Subduralhämatom können durch traumatische Gefäßschädigungen entstehen. Mit einer schweren Hirnverletzung gehen meist eine akute traumatische Subarachnoidalblutung, ein akutes Subduralhämatom und intracerebrale sowie intraventrikuläre Blutungen einher (Wallesch & Bartels, 2009).

Bei der hypoxischen Hirnschädigung entsteht die Verletzung des Gehirns durch einen Sauerstoffmangel, der zum Absterben von Hirnzellen führt.

Ungeachtet der Ätiologie können zusätzlich zur primären Schädigung weitere Verletzungen durch sekundäre Komplikationen wie Hirnödem, Hirnschwellung, Hirndruck, Ischämien, Hypoxien und entzündliche Prozesse entstehen und somit den Regenerationsprozess zusätzlich erschweren.

### ***Neuroanatomische Grundlagen***

Es wird angenommen, dass Bewusstsein vom Funktionieren eines komplexen Systems abhängt, welches eine zirkulierende Aktivierung zwischen Hirnstamm und Zwischenhirn einerseits und kortikalen Regionen andererseits beinhaltet (Sazbon & Dolce, 2002). Aus neurophysiologischer Sicht kann Bewusstseinstätigkeit nur dann vorliegen, wenn gleichzeitig folgende Aspekte gegeben sind: spezifisches sensorisches Input, unspezifische diffuse Aktivierung des Kortex durch das aufsteigende retikuläre System, kortikale Aktivität

mit neuronaler Entladung im Mittelfrequenzbereich und Aktivierung des ipsilateralen und kontralateralen motorischen Systems, welches erst eine Ausrichtung des Systems auf die äußere Welt ermöglicht (Sazbon & Dolce, 2002). Diese funktionellen Systeme müssen ein gewisses Ausmaß an Interaktion aufweisen, damit eine zielgerichtete Wahrnehmung ermöglicht und eine Beziehung zur äußeren Welt aufgebaut werden kann. Wichtige Strukturen in Bezug auf diese Interaktion sind das thalamo-kortikale und das limbische System. Die Aktivierung einer einzelnen Struktur ist dabei nicht ausreichend; eine bestmögliche Leistungsfähigkeit kann nur erzielt werden bei optimaler Kohärenz in dem gesamten System. Ist die zur Kontaktaufnahme mit der externen Welt erforderliche reziproke Aktivierung aufgrund einer schweren Verletzung des Gehirns nicht herstellbar, so ist es dennoch denkbar, dass der Patient andere, phylogenetisch ältere Systeme benutzt und damit Kontakt zu seiner inneren Welt aufnimmt; hierbei spielt vor allem das limbische System eine große Rolle, welches durch die axonale Schädigung oft weniger betroffen ist. Somit ist ein „Innenleben“ als residuelle Funktion bei gleichzeitiger Abwesenheit nachweisbarer Bewusstseinstätigkeit denkbar (Dolce & Sazbon, 2002). Ihren Ausdruck kann eine derart erzeugte Aktivierung in situationsunabhängiger Mimik (zum Beispiel Lachen oder Weinen) finden, wie dies unter anderem im Schlaf oder auch bei Patienten im Wachkoma beobachtbar sein kann. Das limbische System könnte es nach Ansicht der Autoren durch seine Verbindungen zu anderen aufsteigenden retikulären, spinalen und autonomen Systemen Menschen mit schwerer Schädigung des thalamo-kortikalen Systems ermöglichen, bestimmte Reize aus der Außenwelt (vor allem Geschmacksreize oder emotional geladene Reize wie die Stimme einer geliebten Person) doch noch wahrzunehmen, auch wenn dies nicht nach außen kommunizierbar ist.

Laut Hess und Bassetti (1994) können die beiden Hauptkomponenten von Bewusstsein, Vigilanz und Bewusstseinsinhalte, durch eine Hirnschädigung in

unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein. Um die Bewusstseinsstörungen zugrundeliegende Neuropathologie zu verstehen, müssen deshalb die verschiedenen Komponenten, die Bewusstsein definieren, separat beschrieben werden.

*Alertness* oder allgemeine Wachheit wird vor allem durch das aufsteigende Aktivierungssystem im oberen Hirnstammsegment sowie die intralaminaren Thalamuskern reguliert (Young & Pigott, 1999; Moruzzi & Magoun, 1949; Magoun, 1952). Die thalamischen Nuclei sind dabei für das *gating*, das heißt für die gezielte Weiterleitung retikulärer Informationen an kortikale Strukturen verantwortlich und spielen somit eine Rolle im selektiven Aufmerksamkeitssystem. Abgesehen von den retikothalamokortikalen Projektionen kann die Retikulärformation den zerebralen Kortex direkt über kortikale Bahnen oder über das basale Vorderhirn und die Basalganglien beeinflussen (Damasio & Meyer, 2009). Aufgrund der neuroanatomischen Verbindungen des nonspezifischen aufsteigenden Aktivierungssystems (ARAS) zum Großhirn kann von einer aktivierenden beziehungsweise hemmenden Wirkung bezüglich der Verhaltensaktivierung ausgegangen werden (Giacino, 1997).

Dabei muss zwischen tonischem und phasischem Arousal unterschieden werden. Tonisches Arousal, also Fluktuation im Ausmaß an Wachheit, unabhängig von sensorischer Stimulation und abhängig von Tageszeit, Nahrungsaufnahme und Medikamenteneffekten, wird überwiegend durch den kaudalen Anteil der retikulären Formation reguliert. Läsionen dieses Systems, das sich von der Medulla über das pontine Tegmentum bis zu den retikulären Thalamuskernen erstreckt, resultieren in einem Verlust des tonischen Arousals und damit, je nach Ausmaß der Schädigung, von Benommenheit bis zu kompletter Bewusstlosigkeit.

Phasisches Arousal beinhaltet rasche Fluktuationen der Wachheit als Reaktion auf neuartige oder unerwartete Reize beziehungsweise Aufgaben (Orientierungsreaktion).

Gemessen wird phasisches Arousal meist durch Aufgaben, in denen die

Reaktionsgeschwindigkeit und –richtigkeit bei Reaktionen auf Warnreize erfasst wird. Anatomische Grundlagen dieses Systems sind die mesencephale retikuläre Formation, thalamische und hypothalamische Kerne, mesiale frontale Strukturen wie das Septum, das anteriore Cingulum und das supplementäre motorische Areal sowie der parieto-occipitale Assoziationskortex und die frontalen Augenfelder. Läsionen in diesen Bereichen führen zu erhaltener Wachheit, aber Verlust von Orientierungsreaktionen beziehungsweise starker Ablenkbarkeit (Giacino, 1997).

Die Entstehung von Bewusstseinsinhalten ist, über die Aktivierung des Gehirns im Sinne einer allgemeinen Wachheit hinaus, von der Entstehung neuronaler Muster in weitverzweigten neuronalen Landkarten abhängig. Bestandteile dieser Landkarten sind über den Hirnstamm und das retikuläre System hinaus der primäre und sekundäre Assoziationskortex (Damasio & Meyer, 2009). Es wird postuliert, dass bei der Entstehung des Selbst-Bewusstseins der posteromediale Kortex (PMC), der Projektionen zu fast allen anderen kortikalen Regionen aufweist, eine zentrale Rolle spielt.

Koma ist meist auf die Schädigung subkortikaler Strukturen wie die Nuclei des aktivierenden retikulären Systems, der retikulären Thalamuskern beziehungsweise der intralaminaren Nuclei zurückzuführen (Baars, 1995). Dabei sind meist bilateral dorsale paramediane Thalamusläsionen für Koma verantwortlich (Young & Pigott, 1999). Damasio und Meyer (2009) beschreiben weitere Schädigungslokalisationen als ursächlich für die Entstehung von Koma: diffuse bihemisphärische Schädigungen der weißen Substanz beziehungsweise des Kortex können ebenso wie pontine Schädigungen Ursache für Koma sein.

Die neuroanatomische Pathologie des VS ist trotz dieser Erkenntnisse zum Großteil noch unverstanden (Laureys et al., 1999). Es muss davon ausgegangen werden, dass Wachkoma meist nicht durch die Schädigung einer einzelnen Struktur verursacht wird,

sondern vielmehr durch das Vorliegen diverser und weitverzweigter pathophysiologischer Mechanismen und damit durch eine Reduktion der reziproken Verbindungen zwischen verschiedenen Hirnarealen (Dolce & Sazbon, 2002). Dabei ist die bildgebende Diagnostik (Computertomographie [CT] oder Magnetresonanztomographie [MRI]) oft wenig aussagekräftig in Bezug auf den klinischen Verlauf. Häufig zeigen Patienten, die in der frühen Phase nach Erkrankung trotz schwerwiegender Symptome keine größeren Läsionen aufweisen, keine gute Rückbildung der Bewusstseinsstörung, während sich andere mit ausgeprägter morphologischer Schädigung manchmal trotzdem gut erholen (Dolce & Sazbon, 2002). Eine solche Regeneration bei nachweisbarer schwerer Schädigung ist meist auf die noch verbleibende kortikale Plastizität zurückzuführen, die, meist zwischen dem dritten und vierten Monat nach der Hirnschädigung, eine postläsionale Neuorganisation des Gehirns und somit ein gewisses Maß an Wiederherstellung einer reziproken Aktivierung im Gehirn ermöglicht.

In neuropathologischen Studien von Patienten in nicht-traumatischem VS konnten weitreichende bilaterale kortikale Schädigungen mit Einbeziehung der Assoziationszentren, der primären und sekundären sensorischen Zentren, des Thalamus sowie diverser intra- und subkortikaler Verbindungen nachgewiesen werden (Kinney & Samuels, 1994). Adams, Graham, Murray & Scott (1982) hatten zuvor ähnliche Befunde bei Wachkomapatienten traumatischer Genese publiziert. Sie hatten durch neuropathologische Untersuchungen an Wachkomapatienten bei 71% eine diffuse axonale Schädigung zweiten oder dritten Grades, das heißt weitreichende axonale Schädigungen, Schädigungen des Corpus Callosum und mäßige bis schwere Ischämien nachgewiesen. Auch Giacino (1997) kommt zu dem Schluss, dass bei schwerer traumatischer Hirnschädigung häufig diffuse kortikale laminare Nekrosen, typischerweise durch schwere diffuse axonale Schädigung hervorgerufen, vorliegen.



Das thalamo-kortikale System scheint eine wesentliche Rolle zu spielen bei der Entstehung von Bewusstseinsstörungen, was auch durch Studien belegt wird, in denen Hirntiefenstimulation im medianen Thalamus durchgeführt wurde (Damasio & Meyer, 2009). Die Bedeutung des Thalamus in Bezug auf Wachheit und Bewusstsein wird auch durch Einzelfalluntersuchungen bestätigt. In dem berühmten Fall der Karen Anne Quinlan, die 21-jährig ein VS entwickelte, das 10 Jahre andauerte, hatten sich in einer neuropathologischen Untersuchung größere Schädigungen im Bereich des Thalamus im Vergleich zum zerebralen Kortex gefunden (Sazbon & Dolce, 2002). Bei den wenigen Patienten im VS und MCS, die eng umschriebene, lokalisatorisch klar eingrenzbar Schädigungen haben, zeigen sich meist bilaterale Verletzungen der paramedianen thalamischen Nuclei (Tononi & Laureys, 2009). Die Autoren schlagen vor, dass der Thalamus eine ganz besondere, eher indirekte Rolle bei der Entstehung von Bewusstsein spielt, indem er kortiko-kortikale Interaktionen faszilitiere. Verletzungen des Thalamus könnten damit zu einer funktionellen Diskonnektion eines ansonsten aktivierten Kortex führen.

Allerdings gibt es auch Studien, die auf die besondere Bedeutung des basalen Vorderhirns bei der Entstehung von Bewusstsein hindeuten (Tononi & Laureys, 2009). Auch bei intakter thalamischer Aktivierung kann es durch eine kortikale Deaktivierung zu einem Bewusstseinsverlust kommen und umgekehrt kann trotz Inaktivität des Thalamus ein aktiviertes kortikales EEG entstehen.

Die besondere Bedeutung von Hirnstammläsionen in Bezug auf die Entstehung von Bewusstseinsstörungen wurde durch mehrere Studienbefunde belegt. Firsching et al. (2001) zeigten in einer prospektiven MRI-Studie an 102 komatösen Patienten, dass Patienten mit bilateralen Hirnstammläsionen eine signifikant längere Komadauer hatten als Patienten mit unilateralen oder kortikalen Läsionen. Alle Patienten, die zum Zeitpunkt der Erfassung des Outcomes laut Glogow Outcome Score (GOS) im VS waren, hatten bilaterale Läsionen des

Mesencephalon. Kampf et al. (1998) hatten dagegen berichtet, dass 74% aller Patienten im VS Hirnstammläsionen hatten, sehr häufig assoziiert mit Corpus callosum-Läsionen.

Matsuda, Komatsu, Yanaka und Matsumar (2005) fanden, dass einseitige Hirnstammläsionen eher mit einer positiven Prognose assoziiert sind, eine beidseitige Hirnstammschädigung sei hingegen meist mit einer schlechten Prognose verbunden. Außerdem seien Läsionen im Bereich der zerebralen peduncles und des dorsolateralen Mittelhirns signifikante Prädiktoren für eine fehlende Regenerierung.

Befunde von funktionellen Bildgebungsstudien zeigen, dass im Koma und VS ähnliche Muster erkennbar sind: eine herabgesetzte kortikale Aktivierung in medialen und lateral präfrontalen, temporo-parietalen und posteriomedialen Kortices (Damasio & Meyer, 2009). Dabei scheint das PMC eine zentrale Rolle einzunehmen, da in dieser Region eine deutliche Zunahme der Aktivierung beim Übergang vom VS zum MCS erkennbar ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Wachkoma häufig Scherverletzungen und ausgedehnte kortikale Kontusionen, vor allem im Bereich des Corpus callosum, der Corona radiata, des dorsolateralen und des rostralen ventralen Hirnstamms, des Thalamus, der Basalganglien sowie der Medulla oblongata nachweisbar sind (Damasio & Meyer, 2009; Hacker, 2002). Typischerweise liegen allen Krankheitsbildern, bei denen das Kernbewusstsein („core consciousness“) beeinträchtigt ist, also Koma, VS und akinetischem Mutismus, Schädigungen in einer Vielzahl von Mittelhirnstrukturen wie dem PMC, dem medialen frontalen Kortex, dem anterioren cingulate Kortex beziehungsweise dem Thalamus zugrunde (Damasio & Meyer, 2009). Im Vergleich hierzu können die neuropathologischen Korrelate der Störungen des erweiterten Bewusstseins („extended consciousness“) aufgrund ihrer Heterogenität nicht näher bestimmt werden (Damasio & Meyer, 2009). Ein intaktes erweitertes Bewusstsein basiert auf dem Funktionieren der für das Kernbewusstsein

notwendigen Hirnstrukturen und darüber hinaus auf dem Zusammenspiel von mit dem PMC vernetzten kortikalen Assoziationszentren. Bis heute ist unklar, inwiefern die primären Assoziationszentren zu der Entstehung bewussten Erlebens beitragen (Tononi & Laureys, 2009).

Trotz der beschriebenen Vielzahl an Befunden, ist es immer noch nicht möglich ein System aus Hirnstrukturen zu beschreiben, das ausreichend und notwendig ist für die Entstehung von Bewusstsein (Tononi & Meyer, 2009). Die einzige Region, deren Bedeutung für die Entstehung von Bewusstsein tatsächlich nachgewiesen ist, stellt das thalamo-kortikale System dar.

### ***Neurophysiologie des Bewusstseins***

Über die beschriebenen neuroanatomischen Marker hinaus, gibt es weitere neurophysiologische Elemente, deren Bedeutung in der Entstehung des Phänomens Bewusstsein diskutiert wird (Tononi & Laureys, 2009). Aus der Vielzahl an Studienbefunden kristallisieren sich die Komponenten phasische Aktivierung, also Aufrechterhaltung der Aktivierung über einen minimalen Zeitraum hinaus, das Auftreten einer rekursiven nach unten gerichteten Aktivierung sowie die Synchronisation weitverzweigter Neuronenpopulationen heraus.

Tononi und Laureys (2009) haben eine Theorie zur Integration all dieser Befunde entwickelt. Die *Integrated Information Theory* stellt einen theoretischen Rahmen dar für die Definition und Messung von Bewusstsein. Die Theorie besagt, dass das Bewusstseinsniveau eines Systems zusammenhängt mit dem Repertoire an verfügbaren Informationen, die dem System als Ganzes zur Verfügung stehen. Bewusstseinsinhalte würden durch die spezifische, auf Information basierende Beziehung zwischen den einzelnen Komponenten des Ganzen entstehen. Dabei stellt Information die Reduktion von Unsicherheit durch eine Vielzahl an

Alternativen dar. Eine bewusste Erfahrung stellt dabei ein integriertes Ganzes dar, das nicht in einzelne unabhängige Komponenten zerlegt werden kann. Dieses komplexe Ganze und nicht seine einzelnen Elemente stelle dabei den Sitz des Bewusstseins dar.

Die *Integrated Information Theory* beinhaltet auch, dass Bewusstsein kein Alles-oder-Nichts Phänomen darstellt, sondern vielmehr graduell abgestuft ist: Es steigt proportional an mit der dem Organismus zur Verfügung stehenden Repertoire an verfügbaren Zuständen. Damit hat jeder Organismus, der über minimale Fähigkeiten zur integrierten Informationsverarbeitung verfügt, ein Mindestmaß an Erlebens- oder Wahrnehmungsfähigkeit, ungeachtet seiner Fähigkeit, dies verbal zu berichten.

### ***Epidemiologie***

Es gibt bisher keine epidemiologischen Studien bezüglich des Auftretens von VS oder MCS in der Gesamtbevölkerung (Keren & Resnik, 2002). Schätzungen bezüglich der Häufigkeit von VS bei schädel-hirn-verletzten Patienten variieren weltweit stark, zum Teil aufgrund unterschiedlicher diagnostischer Kriterien, teilweise aber auch weil die Häufigkeit schwerer Schädel-Hirn-Verletzungen zwischen einzelnen Ländern stark variiert und die Notfallversorgungs- und Rehabilitationssysteme sehr unterschiedlich sind (Beaumont & Kenealy, 2005). Jennett (2002) hat eine der größten Analysen der Auftretenshäufigkeit des VS durchgeführt; nach seinen Berechnungen beträgt die jährliche Auftretenshäufigkeit von VS in der Gesamtbevölkerung (Personen/Million) zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach der Hirnverletzung: in Großbritannien 14 nach einem Monat, 8 nach 3 Monaten und 5 nach 6 Monaten; in den USA 46 nach einem Monat, 27 nach 3 Monaten und 17 nach 6 Monaten. Einige Autoren schätzen sie auf 1%, andere auf 6-7% (Bates, 2005). Forscher in Frankreich und Italien gehen von 0.9-2 neuen Fällen Wachkoma/100000 pro Jahr aus (Sazbon & Dolce, 2002). In Deutschland wird geschätzt, dass jedes Jahr 3000-5000 neue Wachkomafälle

auftreten (Zieger, 2005). Der Anteil der Patienten, der nach dem Koma im Wachkoma verbleibt, wird auf ca. 0.2-14% geschätzt.

In einer großen epidemiologischen Studie traumatisch bedingter Wachkomapatienten in Israel zeigte sich eine deutlich höhere Auftretenshäufigkeit bei Männern im Vergleich zu Frauen (3.3:1.0; Sazbon & Dolce, 2002). Am häufigsten trat Wachkoma dabei in der Altersgruppe 16-45 Jahre auf (72, 24%).

Die Prävalenz von VS in der Bevölkerung variiert ebenfalls sehr stark zwischen einzelnen Ländern, teilweise infolge oben genannter Gründe für diverse Inzidenzraten, teilweise aber auch aufgrund variierender juristischer Regelungen und gesellschaftlicher Haltungen bezüglich Beendigung lebenserhaltender Maßnahmen bei chronischem VS (Beaumont & Kenealy, 2005). Die Multi-Society Task Force schätzte die Anzahl der Patienten, die sich in den USA in einem chronischen VS befinden, auf 10 000 bis 25 000 Erwachsene und 4 000 bis 10 000 Kinder (MSTF, 1994). Neuere Schätzungen gehen von 40-168/Million aus (Beaumont & Kenealy, 2005). Für Deutschland liegen die Schätzungen bei 8000-10 000 Personen (Zieger, 2005). Für Kinder wird eine Prävalenzrate von 16-40/Million angegeben.

Es gibt keine genauen Zahlen für die Prävalenz von MCS in der Bevölkerung. Unklar ist auch, inwiefern diese Patienten vor Einführung der Terminologie und klinischen Beurteilungskriterien mit den VS-Patienten mitgezählt wurden. Giacino et al. (2002) schätzten die Prävalenz auf 48-96/Million.

## *Prognose*

### *Rückbildung der Bewusstseinsstörung.*

Die Remission von Bewusstseinsstörungen erfolgt in verschiedenen Phasen (Dolce & Sazbon, 2002). Das erfolgreiche Durchlaufen dieser Phasen hängt von der funktionellen Reorganisation des Gehirns ab. Qualitative Verbesserungen und die dafür benötigte Zeit korrelieren dabei nicht direkt mit der Lokalisation und dem Ausmaß nachweisbarer Schädigungen. Sie hängen vielmehr ab von der noch erhaltenen Fähigkeit zur funktionellen Plastizität. Der Übergang vom Koma zum Wachkoma findet meist noch in der Akutphase und somit während der Behandlung auf der Intensivstation statt; die Patienten öffnen ihre Augen und zeigen meist unregelmäßige Schlaf-Wachphasen. Eines der ersten Anzeichen wiederkehrender Bewusstseinstätigkeit sind gezielte Blickbewegungen und Spontanbewegungen. Die Fähigkeit, einfache motorische Aufforderungen zu befolgen, stellt einen wichtigen Meilenstein in der weiteren Entwicklung dar. Patienten zeigen in der Folge meist eine Phase, die auch „reactive consciousness“ (Dolce und Sazbon, 2002, S. 31) genannt wird. Im weiteren Verlauf kommt es—bei einem guten Verlauf—zu zunehmender Interaktion und Kommunikation mit der externen Welt und damit auch zu einem zunehmenden Bewusstsein der Umwelt und der eigenen Person. Dies kann Wochen und Monate dauern und stellt noch keine Garantie für eine weitere Entwicklung dar. Es liegt keine Bewusstseinsstörung mehr vor, wenn der Patient konstant Aufforderungen befolgen oder mit seiner Umwelt kommunizieren kann.

Bei der Untersuchung typischer Rückbildungsmuster von Bewusstseinsstörungen gab es Hinweise darauf, dass im Remissionsprozess bestimmte klinische Zeichen anderen zeitlich vorhergehen. Dies ist vor allem für visuelle Reaktionen beschrieben (Giacino & Kalmar, 2005). Taylor, Aird, Tate und Lammi (2007) fanden bei einer Stichprobe von 17 Patienten

mit schweren Bewusstseinsstörungen (Koma und MCS) heraus, dass die durchschnittliche Dauer des MCS 54 Tage betrug und die Phase des MCS in den meisten Fällen zwischen der 6. und der 12. Woche nach dem Krankheitsereignis beendet war. In allen Fällen traten stereotype automatisierte Bewegungen vor willkürlichen auf. Bei einigen Patienten (22%) trat funktioneller Objektgebrauch vor funktioneller Kommunikation auf, bei anderen war es umgekehrt (22%). Obwohl die meisten Patienten vom Zeitpunkt des Auftretens gerichteter Bewegungen nur Wochen bis zum Ende des MCS benötigten, blieb in einzelnen Fällen der Zustand des MCS über Jahre bestehen. Nach Beendigung des Zustands des MCS zeigen die meisten Patienten einen Zustand mit schweren neuropsychologischen Beeinträchtigungen (u.a. post-traumatische Amnesie).

### ***Outcome.***

Die MSTF (1994) fasste das Behandlungsergebnis von 434 Patienten mit Bewusstseinsstörungen nach traumatischer Hirnschädigung und 169 Patienten mit nicht-traumatischer Schädigung zusammen. Die Sterberate im ersten Jahr nach Erkrankung betrug 33%. Bei 52% war eine Remission der Bewusstseinsstörung nachweisbar. Die Krankheitsursache erwies sich dabei als wichtige unabhängige Variable; Patienten mit nicht-traumatischer Schädigung zeigten eine Erholung nur innerhalb eines kürzeren Zeitfensters und hatten insgesamt nach einem Jahr ein schlechteres Outcome als Patienten nach traumatischer Hirnschädigung (MSTF, 1994; Sazbon & Dolce, 2002). Dies liegt zum einen an dem meist niedrigeren Alter der Patienten mit traumatischer Hirnschädigung, zum anderen aber auch daran, dass bei diesen Patienten meist keine oder seltener medizinische Begleiterkrankungen kardiovaskulärer, respiratorischer oder metabolischer Art und andere pathologische Mechanismen vorliegen.

Die Erholungschancen sind generell besser für MCS als für VS-Patienten. Giacino und Kalmar (2005) fanden in einer Studie an 37 bewusstseinsgestörten Patienten heraus, dass keiner der VS-Patienten 12 Monate nach dem Ereignis keine oder nur eine leichte Beeinträchtigung, gemessen anhand der DRS, hatte; bei den MCS-Patienten hatten dagegen 10% keine Beeinträchtigung und 13% nur eine leichte oder partielle Beeinträchtigung. Von den VS-Patienten waren 40% schwer bis sehr schwer beeinträchtigt im Vergleich zu 27% der MCS-Patienten.

Die Prognose hängt aber auch von der Dauer der Bewusstseinsstörung ab. Generell gilt, dass die Wahrscheinlichkeit einer Erholung mit zunehmender Dauer der Bewusstseinsstörung abnimmt (Sazbon & Dolce, 2002; Shiel & Wilson, 2005). In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass die Veränderungsrate in standardisierten Skalen (CRS, DRS und GCS) das Behandlungsergebnis besser vorhersagen konnte als der initiale Skalenwert (Giacino, Kezmaryk, DeLuca & Cicerone, 1991). Bei den meisten Patienten, die das Bewusstsein nach einem Zustand des Wachkomas wiedererlangen, geschieht dies innerhalb von drei Monaten nach Erkrankung (Sazbon & Dolce, 2002). Ein früher Nachweis des minimal bewussten Zustandes bei Patienten mit traumatischer Ursache geht mit einem besseren funktionellen Outcome einher (Giacino & Kalmar, 2005). Nach einem Jahr ist ein Übergang vom Wachkoma zum minimal bewussten Zustand sehr unwahrscheinlich nach traumatischer Schädigung (MSTF, 1994; Royal College of Physicians, 2003), bei nicht-traumatischer nach drei Monaten (MSTF, 1994) bzw. nach 6 Monaten (Royal College of Physicians, 1996, 2003). Eine Rückbildung des MCS ist ein Jahr nach der Hirnschädigung sehr unwahrscheinlich (Giacino et al., 1997). Die American Medical Association (1990) stufte die Wahrscheinlichkeit einer Erholung nach dem ersten Jahr auf 0,1% ein, die MSTF (1994) auf 1,6%. Childs und Mercer (1996) kritisierten, dass in dieser Auswertung alle zu Beginn der Studie erfassten Patienten eingingen, also auch die Patienten, die sich im ersten



Jahr erholt hatten oder verstorben waren. Wurden nur die Daten der 22 traumatischen Patienten ausgewertet, die ein Jahr nach Erkrankung noch in diesem Zustand waren, so ergab sich eine Erholungsrate von 14%.

Die Frage, welche Faktoren frühe Indikatoren für eine Rückbildung der Bewusstseinsstörung darstellen, wird weiterhin erforscht. In einer internationalen multizentrischen Studie wurden Prädiktoren für die Rückbildung der Bewusstseinsstörung anhand einer Stichprobe von 85 Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ermittelt (Whyte et al., 2005). Dabei erwiesen sich die Zeitdauer zwischen Erkrankung und Einzug in die Studie, der initiale DRS-Wert sowie das Vorhandensein bilateraler Läsionen als signifikante Prädiktoren für die Zeitdauer bis zum Befolgen einfacher Aufforderungen. Initialer GCS, Komplikationen und andere lokalisatorische Faktoren spielten keine Rolle.

Dass das Alter ebenfalls einen Einfluss auf die Erholung hat, wurde in mehreren Studien bestätigt (Katz & Alexander, 1994; Sazbon & Dolce, 2002). Keiner der Patienten, die in der Studie von Katz und Alexander älter als 40 Jahre alt waren und initial eine schwere Bewusstseinsstörung, gemessen am GCS, gezeigt hatten, hatte nach einem Jahr ein gutes Outcome; von den Patienten, die jünger als 40 Jahre waren, hatten dagegen fast 50% ein gutes Outcome. Bei Kindern gilt, dass sie bis zum Alter von circa fünf Jahren eine eher schlechte Prognose haben und danach mit größerer Wahrscheinlichkeit ihr Bewusstsein wieder erlangen (Sazbon & Dolce, 2002). Insgesamt wird jedoch von einer komplexen Beziehung zwischen Alter und Outcome ausgegangen; noch offen ist zum Beispiel die Frage, ob das Verhältnis wirklich linear ist oder ob es nicht eher Zeitfenster gibt, innerhalb derer Patienten in einer bestimmten Altersgruppe ein schlechteres Regenerationspotential haben.

Quientieri, Serra, Pileggi & Dolce (2001) fanden in einer Studie an 70 Wachkomapatienten traumatischer Genese, dass einzelne neurologische Parameter für sich keinen prädiktiven Aussagewert hatten; ein Cluster aus drei Faktoren (Spontanbewegungen,

orale Automatismen, Blickfolgebewegungen) hingegen erlaubte eine Vorhersage des Outcomes. Eine Rückbildung der Bewusstseinsstörung war bei denjenigen Patienten beobachtbar, die innerhalb von 75 Tagen nach der Verletzung keine oralen Automatismen mehr zeigten und stattdessen Blickfolgebewegungen und Spontanmotorik in mindestens einer Extremität zeigten. Insgesamt konnten 32% der Patienten erfolgreich in die Familie reintegriert werden mit weitgehender Selbstständigkeit in alltäglichen Verrichtungen. Circa 30% der Patienten, die dieses Cluster an Faktoren erst zu einem späteren Zeitpunkt (mehr als 150 Tage nach der Verletzung) entwickelten, behielten eine moderate bis schwere Behinderung. Wenn keiner dieser Faktoren 200 Tage nach dem Trauma erkennbar ist, ist die Wahrscheinlichkeit einer Rückbildung der Bewusstseinsstörung sehr gering.

Sazbon, Fucks und Costeff (1991) entwickelten ein prognostisches Modell für die Rückbildung des Wachkomas. Sie fanden heraus, dass acht Faktoren wesentliche Indikatoren darstellen: Fieber unklarer Genese, diffuses Schwitzen, hormonelle Störungen, fehlende Motorik, Atmungsstörungen und multiple nicht-neurologische Schädigungen treten meist schon in der Akutphase auf, während im Verlauf Epilepsie und Hydrocephalus hinzukommen können. Dabei stellen die fünf letzt genannten Faktoren die aussagekräftigsten Prädiktoren dar. Thornhill et al. (2000) fanden heraus, dass ein erhöhter initialer Schweregrad der Hirnschädigung, gemessen anhand der GCS, prädiktiv war für ein schlechtes Outcome (Tod oder VS) nach einem Jahr. Die meisten Patienten mit schwerer initialer Schädigung (78%) waren nach einem Jahr schwer behindert (GOS).

Problematisch ist, dass es bis zum heutigen Tag nur wenige Studien gibt, die das Outcome länger als ein Jahr nach Erkrankungsbeginn erfassen, und somit nur eine unzureichende Datenlage bezüglich der Langzeitentwicklung von Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen vorliegt, vor allem bezüglich MCS-Patienten gibt es nur unzureichende Studienbefunde (Giacino et al., 1997). Eine dieser Studien untersuchte das

Outcome fünf bis sieben Jahre nach der Hirnschädigung (Whitnall, McMillan, Murray & Teasdale, 2006); es zeigte sich, dass die Faktoren Alter bei Erkrankung ( $\geq 40$  Jahre), eine prämorbid bestehende Hirnerkrankung und eine soziale Deprivation prädiktiv waren bezüglich des Versterbens innerhalb von fünf bis sieben Jahren nach der Hirnschädigung. Es gab hingegen keine Beziehung zur initialen Schwere der Verletzung. Eine schwere Behinderung ging jedoch mit einer schweren initialen Verletzung einher (76%). Andere frühe Faktoren wie Alter, Geschlecht, frühere Hirnschädigung oder soziale Deprivation waren nicht prädiktiv in Bezug auf das Outcome. Drei Patienten, die ein Jahr nach der Hirnschädigung im VS waren, starben innerhalb von einem Monat, zwei Jahren und fünf Jahren. Von allen, die ein Jahr nach der Hirnschädigung schwer beeinträchtigt waren, gemessen durch die Glasgow Outcome Scale (GOSE), verstarben 46% innerhalb der nächsten fünf bis sieben Jahre. Bei den überlebenden Patienten zeigte sich insgesamt wenig Veränderung bzgl. Schwere der Behinderung. Ponsford, Oliver, Curran & NG (1995) bestätigten, dass eine Kombination von Variablen, Alter  $\geq 40$  Jahre, initialer GCS-Wert und DRS-Wert bei Aufnahme in die Rehabilitationseinrichtung prädiktiv waren in Bezug auf die Berufsfähigkeit zwei Jahre nach der Erkrankung. Dabei war der DRS-Wert der aussagekräftigste Prädiktor. Fabiani & Crewe (1995) fanden im gleichen Jahr heraus, dass 43% aller Patienten mit schwerer traumatischer Hirnschädigung, die im Durchschnitt initial 20 Tage im Koma gewesen waren, nach durchschnittlich sechs Jahren nicht berufstätig waren. Abgesehen von der Dauer des initialen Komas hatten prämorbid Variablen keinen prädiktiven Aussagewert.

In einer weiteren Studie von Hammond et al. (2004) wurden 301 Patienten ein und fünf Jahre nach einer traumatischen Hirnschädigung anhand der DRS untersucht. Die Daten wurden im Rahmen des TBI Model Systems National Database, der Datenbank des National Institute on Disability and Rehabilitation Research (NIDRR) der USA, erfasst. Bei den meisten Patienten (79%) veränderte sich der DRS-Wert für funktionelle Selbstständigkeit und

Arbeitsfähigkeit nicht zwischen ein und fünf Jahren nach der Hirnschädigung. Allerdings zeigten ca. 18% aller Patienten mit moderater bzw. schwerer Beeinträchtigung eine erkennbare funktionelle Verbesserung in diesem Zeitraum. Nur ein kleiner Prozentsatz aller Patienten (7%) verschlechterte sich innerhalb dieses 4-Jahres-Zeitraums. Als mögliche Ursachen für die Verschlechterung wurden unter anderem eine mögliche Hypoxie, Atrophie oder DAI diskutiert, aber in dieser Studie nicht untersucht. In einer weiteren Studie war das Outcome von Patienten untersucht worden, die bei Entlassung aus der Rehabilitationseinrichtung im VS waren. Von diesen 84 Patienten zeigten 41% bis sechs Monate, 52% bis zu einem Jahr und 58% innerhalb von drei Jahren eine Rückbildung der Bewusstseinsstörung (Levin et al., 1991). Dieses Outcome ist erheblich besser als das zehn Jahre zuvor beschriebene Ergebnis einer Fünf-Jahres-Follow-up-Studie in Japan (Higashi et al., 1981). In dieser Studie waren von ursprünglich 110 Patienten im VS nach fünf Jahren 73% verstorben, bei 10% hatte sich die Bewusstseinsstörung partiell zurückgebildet, aber nur zwei Patienten konnten adäquat kommunizieren und sich zumindest eingeschränkt fortbewegen.

In einer der wenigen Studien, die das Outcome von MCS-Patienten mehrere Jahre nach einer traumatischen Hirnschädigung untersuchten, zeigten Lammi, Smith, Tate und Taylor (2005), dass das Langzeitoutcome sehr heterogen und unabhängig von der Dauer des MCS war. Die Dauer des MCS zeigte keine signifikante Korrelation mit funktionellem oder psycho-sozialem Outcome (FIM) nach zwei bis fünf Jahren; allerdings bestand ein Trend zu allgemeinem Outcome (DRS). Viele Patienten (ca. 50%) waren weitgehend selbstständig in den Aktivitäten des täglichen Lebens, allerdings lagen bei allen Restbehinderungen unterschiedlichen Ausmaßes vor. 39% aller Patienten konnten selbstständig Alltagsbedürfnisse kommunizieren (erfasst durch die kognitiven FIM-Items), 22% Alltagsprobleme ohne Hilfe lösen. Supervision oder Hilfe in ihren kognitiven Fähigkeiten

benötigten jedoch die Mehrzahl der Patienten. Ein Teil der Patienten (15%) hatten eine partielle Behinderung oder einen besseren funktionellen Status, der größte Anteil der Patienten (55%) fand sich in der Gruppe der moderaten oder moderat-schweren Beeinträchtigung; 20% hingegen waren weiterhin sehr schwer betroffen (extrem schwer, VS, extrem VS oder tot). Alle Patienten litten unter teilweisen (44%) oder schweren (56%) Störungen in psycho-sozialen Kompetenzen.

Das Überleben von Wachkomapatienten hängt vom Schweregrad der Schädigung und im Verlauf auftretenden medizinischen Komplikationen ab (Sazbon und Dolce, 2002). Befunde reichen dabei von einer kumulativen Mortalität von 46% nach zehn Jahren bis zu 51% nach neun Monaten. Die häufigsten Todesursachen sind dabei Infektionen und pulmonale Probleme. Diese Angaben müssen allerdings mit Vorsicht interpretiert werden, da die meisten Studien schon älter sind und sich in der Zwischenzeit die medizinische Versorgung der Patienten wesentlich verbessert hat.

Auch wenn eine Remission der Bewusstseinsstörung mit zunehmender Dauer unwahrscheinlich wird, konnte doch in Einzelfallstudien gezeigt werden, dass auch noch lange Zeit nach dem Krankheitsereignis Verbesserungen der Bewusstseinslage und damit auch des funktionellen Zustandes der Patienten möglich sind (Higashi et al., 1977; Levin et al., 1991; Childs & Mercer, 1996; Schertel, 2006; Wilson, Gracey & Bainbridge, 2001). So gelang es Schiff (2007), einen Patienten im MCS sechs Jahre nach dem Ereignis durch Hirntiefenstimulation im Thalamus zum Sprechen und Essen zu bringen. Schertel (2006) konnte an acht Patienten, die zwischen 16 und 126 Monaten nach der Erkrankung eine schwere Bewusstseinsstörung hatten, zeigen, dass die auf einer fachlichen Beurteilung beruhende Diagnose zum Teil sehr von der Diagnose durch Pflegepersonal und Angehörige abwich und dass bei diesen Patienten durch intensive sensorische Stimulation und sozial-taktile Stimulation Veränderungen in Verhaltensparametern sowie teilweise kurzzeitig

während der Intervention ein Anstieg der Pulsrate beobachtbar waren. In den evozierten kortikalen Potentialen (EKPs) lagen schon vor der Stimulation starke Variationen vor. Ein Gruppeneffekt konnte, auch angesichts der sehr kleinen Stichprobe, nicht nachgewiesen werden.

In der Literatur wird diskutiert, welche Outcomeinstrumente sinnvoll und ausreichend sind und ob das Outcome nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen tatsächlich mit eindimensionalen Skalen, die verschiedene Outcome-Indikatoren in einem einzigen Summenwert zusammenfassen wie der Disability Rating Scale (DRS) oder der Glasgow Outcome Scale (GOS), erfassbar ist. Boake und High (1996) haben hierzu unidimensionale Skalen und mehrdimensionale Skalen (Craig Handicap Assessment and Reporting Technique [CHART], Occupation and Social Integration Scales) an einer Stichprobe von 67 Patienten verglichen. Die Autoren empfehlen zusätzlich zu eindimensionalen Skalen den Einsatz multidimensionaler Skalen, da diese einige Outcome-Dimensionen spezifischer erfassen. Sie postulieren, es sollten mindestens drei Dimensionen erfasst werden: Unabhängigkeit bei Aktivitäten des täglichen Lebens und in der Fortbewegung (entspricht dem WHO-Konzept von Handicap; in eindimensionalen Skalen überwiegend erfasst), Arbeitsfähigkeit/Produktivität und Soziale Beziehungen. Damit ist der Aspekt Lebensqualität zumindest teilweise mit erfasst. In Kanada gibt es zur Zeit zwei Outcome-Evaluationsprojekte für Patienten im Wachkoma und MCS (Reimer & LeNavenec, 2005); Ziel ist unter anderem die Erforschung der Lebensqualität dieser Patienten, bezogen auf physische, psychologische und soziale Aspekte. Baseline für die Evaluation der Lebensqualität ist dabei der Beginn der Rehabilitationsmaßnahme und nicht der gesunde Zustand vor Erkrankung. Ergebnisse dieser Evaluation liegen noch nicht vor. Von diesem Forschungsprojekt abgesehen werden die Empfehlungen nach Erfassung von Lebensqualitätsaspekten in der Forschung bisher nur unzureichend umgesetzt. Die GOS und DRS dominieren weiterhin die Outcomeforschung

nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen. Dabei wird die DRS von einigen Autoren eher für die Erfassung des Verlaufs während der Rehabilitationsphase empfohlen, während die GOS oder GOSE (Extended Glasgow Outcome Scale) zur Erfassung der Langzeitfolgen empfohlen wird (Whitnall et al., 2006). Andere Autoren empfehlen die DRS auch für die Reintegration in die Gemeinschaft und den Langzeitverlauf als ein im Vergleich zur GOS, FIM und Rancho Los Amigos Scale sensibleres Instrument (Hammond et al., 2004; Ponsford et al., 1995; Lammi et al., 2005).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Prognose von der Ätiologie der Erkrankung, der Art, Schwere, Lokalisation und Dauer des Zustandsbildes sowie dem Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Erkrankung abhängt (Giacino, 1997; Celesia, 1993; Sazbon & Dolce, 2002).

## ***Diagnostik***

### ***Generelle Problematik der Diagnostik von Bewusstseinsstörungen.***

Wie zuvor beschrieben, ist der Zustand des VS durch eine fehlende Nachweisbarkeit gerichteter Reaktionen auf Reize bei gleichzeitig vorliegendem unregelmäßigem Schlaf-Wach-Rhythmus charakterisiert, der Zustand des MCS durch fluktuierende, aber inkonstant nachweisbare reproduzierbare Reaktionen auf Umweltreize.

Die Differentialdiagnostik dieser Störungsbilder ist durch vorliegende motorische und kognitive Beeinträchtigungen der Patienten, aber auch durch methodische Probleme bei der Erfassung der vorhandenen Kompetenzen erschwert. So liegt zum einen typischerweise eine Inkonstanz von Verhaltensweisen und Reaktionen der Patienten vor. Es kann Fluktuationen im kognitiven Status innerhalb kürzester Zeiträume geben (Koren, Gil & Sazbon, 2002). Zum anderen liegen aber auch Paresen und Hirnnervenschädigungen und damit verbunden

Bewegungseinschränkungen und Ausdrucksdefizite vor. So sind gezielte willentliche Bewegungen oft nur schwer von zufälligen, ungezielten beziehungsweise unwillkürlichen Bewegungen oder Reflexen zu unterscheiden. VS-Patienten zeigen häufig inkonstante reflexive visuelle oder auditive Orientierungsreaktionen oder Fixieren, die jedoch nicht als zielgerichtete willkürliche Reaktionen, sondern als hirnstammregulierte Verhaltensweisen zu sehen sind (MSTF, 1994). Ein weiterer erschwerender Faktor ist die herabgesetzte Reaktionsgeschwindigkeit bei Patienten mit schweren Hirnverletzungen (Gianutsos, 1990). Oft können die Patienten nicht innerhalb der im klinischen Alltag vorgegebenen Zeit (häufig nur wenige Sekunden) reagieren. Deshalb ist es wichtig, dass das diagnostische Instrument eine lange Beobachtungsphase für Reaktionen beinhaltet.

Außerdem zeigen sich häufig Perseverationen in der motorischen Reaktion; der Patient kann dann eine Reaktion einleiten, aber nicht mehr unterbrechen. Bei einigen Patienten liegt zwar ein basales Aufgabenverständnis vor, mit der Fähigkeit, mit minimaler Motorik zu reagieren, doch sie zeigen die Reaktionen trotzdem nicht aufgrund eines schweren Antriebsmangels. Aufgabenstellungen mit hohem Aufforderungscharakter sind deshalb essentiell.

Ein weiteres Problem in der klinischen Beurteilung liegt im Beobachterbias. Bei der Durchführung der Untersuchungen können außerdem Störvariablen auftreten, die die Validität der Ergebnisse beeinträchtigen. Zu beachten sind dabei vor allem ablenkende Reize in der Umgebung sowie Medikamentengabe (Giacino, 1997).

Die in der klinischen Praxis häufig noch anzutreffende Verwendung unsensibler Mess- und Einschätzungsinstrumente trägt, zusammen mit der oben beschriebenen Problematik, dazu bei, dass es bei diesen Patienten häufig zu Fehldiagnosen kommt. Childs, Mercer & Childs (1993) berichteten, dass bei 37% aller Patienten, die zum Aufnahmezeitpunkt in die Rehabilitationseinrichtung als komatös oder wachkomatös



diagnostiziert worden waren, kognitive Kompetenzen nachweisbar waren. In einer Studie von Andrews, Murphy und Munday (1996) wurden 43% von 40 Patienten insgesamt fälschlicherweise als wachkomatös diagnostiziert. Dabei lag bei einem Großteil der Patienten eine starke visuelle Beeinträchtigung bzw. Blindheit vor. Giacino, Kalmar und Whyte (2004) fanden heraus, dass ca. 10% aller Patienten, die anhand der Disability Rating Scale (DRS) als VS eingestuft wurden, eigentlich im MCS waren.

Die Gefahr von Fehldiagnosen ist besonders groß bei Patienten mit schwer beeinträchtigter Motorik (zum Beispiel Tetraplegie), aber teilweise erhaltenen kognitiven Funktionen (Turkstra, 1995). In diesem Fall können limitierte motorische Fähigkeiten Reaktionen verhindern, die Rückschlüsse auf kognitive Fähigkeiten erlauben würden. Umgekehrt können reflexartige Verhaltensmuster fälschlicherweise für bewusst gesteuerte motorische Aktionen gehalten werden (Jennett, 2005). Basiert bei diesen Patienten die Diagnose auf Beurteilungsskalen oder Untersuchungsinstrumenten, die sich auf die Untersuchung einiger weniger genau festgelegter Verhaltensparameter stützen (z.B. Glasgow Coma Scale, GCS), so ist die Wahrscheinlichkeit von Fehldiagnosen groß (Wing et al., 2001).

### ***Konsens-basierte Empfehlungen.***

Auf der Aspen Neurobehavioral Conference herrschte Konsens darüber, dass es bis zu diesem Zeitpunkt keine etablierten Standards für Untersuchungen von Patienten im VS und MCS und kein eindeutiges neurodiagnostisches Verfahren zur Diagnostik des VS gab (Giacino et al., 1997). Es wurde empfohlen, die Diagnostik auf der Basis wiederholter, strukturierter neurobehavioraler Untersuchungen zu erstellen. Gleichzeitig wurde betont, dass selbst diese keine diagnostische Sicherheit in Bezug auf das Vorhandensein internen

Bewusstseins bei einem Patienten erlaubten, der unfähig sei, Bewusstsein durch Reaktionen auf externe Stimulation auszudrücken.

Die Aspen-Arbeitsgruppe stimmte darin überein, dass die Diagnose eines MCS auf der Interaktion von quantitativen und qualitativen Dimensionen, der Konsistenz und Komplexität von Reaktionen beruht. Ist die Reaktion eines Patienten komplexer (zum Beispiel Sprechen einzelner Wörter), so besteht weniger Bedarf nach einer hohen Konsistenz. Ist die Reaktion weniger komplex (zum Beispiel Daumen bewegen), so muss das Verhalten in konstanterer Assoziation mit einem bestimmten Auslösereiz beobachtet werden, um als sicherer Hinweis auf Bewusstseinstätigkeit gewertet zu werden. Empfohlen wird der wiederholte kombinierte Einsatz standardisierter Verfahren und individualisierter quantitativer Methoden.

Das Royal College of Physicians (2003) empfiehlt strukturierte Untersuchungen durch mindestens zwei unabhängige Ärzte, die Beobachtungen aller Fachbereiche und der Familie des Patienten bezüglich Reaktionen und Verhalten des Patienten in ihr Urteil integrieren. Beobachtungen der Angehörigen sind besonders wichtig, da diese sehr sensibel sind für Beobachtungen von Veränderungen und außerdem meist viel Zeit mit dem Patienten verbringen (Dolce & Sazbon, 2002). Allerdings müssen deren Aussagen mit Vorsicht interpretiert werden, da auch die Gefahr des „wishful thinking“ besteht. Patienten sollten nach Möglichkeit in unterschiedlichen Ausgangspositionen untersucht werden; auch die Beobachtungen von Pflegekräften sollten in die Untersuchung einbezogen werden. Außerdem sollte der Patient im zeitlichen Verlauf wiederholt untersucht werden.

## ***Untersuchungsverfahren zur Erfassung kognitiver Prozesse schwer hirnerkrankter***

### ***Patienten***

Es gibt eine Vielzahl an Untersuchungsverfahren zur Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten. Einige davon eignen sich eher für die Diagnostik der akuten Schädigungsfolgen, während andere eher für die Erfassung der Langzeitfolgen konzipiert sind. Die unten dargestellten Instrumente stellen einen Kompromiss dar zwischen reliabler und umfassender Untersuchung und der Notwendigkeit, Ökonomie und einfache Handhabung in den klinischen Alltag zu integrieren (Koren et al., 2002).

### ***Komaskalen.***

In den vergangenen Jahren wurden viele Skalen entwickelt, um den Schweregrad einer Bewusstseinsstörung beziehungsweise deren Rückbildung zu erfassen.

Die *Glasgow Coma Scale* ([GCS]; Teasdale & Jennett, 1974) wurde zur Erfassung der Komatiefe in der Akutphase nach einer Hirnschädigung entwickelt. Sie besteht aus drei Items (Motorik, Sprache, Augen), deren Ausprägung vom Untersucher in einer Ordinalskala beurteilt wird. Die Skala ist aufgrund ihrer guten Validität und Reliabilität sowie ihrer hohen Ökonomie im Klinikalltag international weit verbreitet. Besonders in der frühen Akutphase ist die GCS die beste und schnellste Methode zur Erhebung des Reaktionsniveaus des Patienten (Horn et al., 1993; Koren et al., 2002). Außerdem ist sie ein guter prognostischer Indikator für das Langzeitoutcome. Der Gesamtscore (max. 15 Punkte) ist jedoch stark abhängig von motorischen und sprachmotorischen Fähigkeiten der Patienten; bestimmte Patientengruppen (z.B. Locked-In-Patienten) können dabei leicht unterschätzt werden. Deshalb und aufgrund der nur sehr groben Skalierung gibt es bei Patienten in postkomatösen Zuständen einen Deckeneffekt (Koren et al., 2002).

Als Alternative zur GCS wurden in der Folgezeit andere Screeningmethoden entwickelt, um Veränderungen der Bewusstseinslage im Akutbereich zu erfassen. Die *AVPU Scale* (Alert, responds to Voice, responds to Pain, Unresponsive) und die *ACDU Scale* (Alert, Confused, Drowsy, Unresponsive) wurden entwickelt, um klinische Verschlechterungen auf der Intensivstation möglichst schnell und einfach erfassen zu können (McNarry & Goldhill, 2004). Die Autoren warnen jedoch vor einem Ersatz der GCS durch diese Skalen, da sie geringfügige Veränderungen der Bewusstseinslage nicht erfassen, also nicht ausreichend sensibel sind.

In den folgenden Jahren wurden weitere Komaskalen entwickelt, um die Schwächen der GCS, vor allem im postakuten Verlauf, auszugleichen. Eine dieser Skalen ist die *Comprehensive Level of Consciousness Scale* ([*CLOCS*], Stanczak et al., 1984). Sie besteht aus acht Items und deckt damit ein weiteres Spektrum an Verhaltensweisen ab als die GCS. Obwohl die Skala in einer Validierungsstudie gute psychometrische Eigenschaften aufweisen konnte, wurde sie außer von den Autoren selbst nur selten zu Forschungszwecken genutzt. Dies liegt vermutlich an der oft nicht eindeutigen Operationalisierung von Items, zum anderen aber auch an der fehlenden Definition heranzuziehender Stimuli und zu bewertender Reaktionen. Eindeutige Kriterien für die Zuordnung zum MCS sind nicht festgelegt, was durch das Erscheinungsjahr der Skala erklärt wird.

Die *Koma-Remissions-Skala* ([*KRS*], Voss, 1993) wurde entwickelt zur Erfassung der Komaremission. Sie besteht aus sechs Subskalen und 30 Items (Summenscore max. 24). Innerhalb der einzelnen Subskalen wird die Ausprägung eines Merkmals ordinalskaliert erfasst. Das allgemeine Aktivierungsniveau des Patienten wird durch die Merkmale „Augenöffnen“ und „Dauer der Aufmerksamkeitszuwendung“ erhoben. Informationsverarbeitungsprozesse werden in der visuellen, auditiven und taktil-motorischen Modalität anhand vegetativer Reaktionen und motorischer, visueller und kommunikativer

Leistungen erfasst. Die Skala ist ein ökonomisches Instrument zur Darstellung grober Veränderungen in der Komaremission. Zur differenzierten Erfassung subtiler Veränderungen der Bewusstseinstätigkeit ist sie aufgrund der nur groben Kategorien und der Nichtbeachtung der Inkonstanz von Reaktionen nicht geeignet. Zudem ist sie kein Untersuchungsinstrument, sondern eine Beurteilungsskala, die auf der Einstufung klinischer Beobachtungen basiert.

Die *Coma Recovery Scale – Revised* ([*CRS-R*], Giacino & Kalmar, 2004; Giacino & Kalmar, 2005; Giacino et al., 2004; s. Anhang D) erfasst die Reaktionsfähigkeit bewusstseinsgestörter Patienten anhand von 35 Items, die sich auf das allgemeine Aktivierungsniveau eines Patienten beziehen, und anhand modalitätsspezifischer Items (auditive, visuelle, motorische, oromotorische und kommunikative). Auch hier basiert die Beurteilung auf der Einschätzung des Funktionsniveaus des Patienten im jeweiligen Verarbeitungsbereich, die Beurteilung erfolgt jedoch im Rahmen einer standardisierten Untersuchung. Aufgrund der guten Itemoperationalisierung, der guten Reliabilität und Validität und der im Vergleich zur GCS besseren Sensibilität ist die Originalversion der Skala, die *Coma Remission Scale* ([*CRS*], Giacino et al., 1991), international weit verbreitet. Aufgrund klinischer Erfahrungen des Autors mit der Skala, von ihm durchgeführten Raschanalysen, die aufzeigten, dass einige Items zu sehr überlappten, und aufgrund der oben erwähnten, durch die Aspen Arbeitsgruppe neu erarbeiteten Richtlinien zur Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten, überarbeitete Giacino die ursprüngliche Version. Die revidierte Version *CRS-R* beinhaltet nun Items, die die Konstanz von Reaktionen erfassen und somit Rückschlüsse auf kognitive Funktionen zulassen. Aber auch hier spielen sprachliche Faktoren eine wichtige Rolle, unter anderem auch bei der Erfassung nicht-sprachlicher Komponenten (zum Beispiel visuelle Verarbeitung). Außerdem erlaubt die Skala nur eine eingeschränkte Differenzierung in der Erfassung basaler und komplexerer Wahrnehmungsleistungen. Einige Autoren kritisieren, dass die Abstufungen zu grob sind und

dass subtile Veränderungen auf spezifische Stimuli, wie beispielsweise Abwenden vom Reiz, nicht erfasst werden (Canedo et al., 2002). Außerdem würden gerichtete Reaktionen nicht ausreichend erfasst.

Das *Western Neuro Sensory Stimulation Profile (WNSSP)* ist ein Untersuchungsinstrument zur Erfassung „kognitiver Prozesse“ bei schwerst hirngeschädigten Patienten, das zum Zweck der Erfassung der Wirksamkeit von Komastimulationsprogrammen entwickelt wurde (Ansell et al., 1989). Reaktionen auf spezifische Reize (auditiv, visuell, taktil und olfaktorisch) werden anhand von 33 Items erfasst. Der Gesamtsummenwert reicht von 0 - 113. Das allgemeine Aktivierungsniveau wird durch Augenöffnen, Dauer des Augenkontakts und Dauer der Aufmerksamkeitszuwendung erfasst. Ein Nachteil dieses Instruments ist in dem starken Schwerpunkt auf sprachlichen Items (50% des Gesamtscores) zu sehen, was die Beurteilung der Bewusstseinslage von Patienten mit Sprachverständnisstörungen limitiert; außerdem wird kritisiert, dass es kein standardisiertes Scoringssystem zur Einstufung beobachtbarer Reaktionen gibt (Canedo et al., 2002) und die Anwendung sehr zeitaufwendig ist (Koren et al., 2002).

Zusammenfassend kann kritisch festgehalten werden, dass bei den meisten Komaskalen die Kategorien zu grob sind, so dass diese nicht sensibel genug sind, um sporadische minimale Reaktionen zu berücksichtigen und subtile Veränderungen darzustellen (Piguet et al., 1999). Eine Verbesserung der Bewusstseinslage, die sich im Auftreten ungewöhnlicher motorischer Reaktionen zeigt, die nicht in den Untersuchungsinstrumenten erfasst werden, kann somit unter Umständen übersehen werden. So beschrieben zum Beispiel Wing et al. (2001) in einer Einzelfallstudie den Fall einer Patientin, die in wiederholten Untersuchungen mit der CRS-R nur minimale Verbesserungen insgesamt und keine Verbesserungen in der motorischen Subskala zeigte, aber in der Physiotherapie mit Unterstützung zu laufen begann. Außerdem fehlt bei den meisten Ratingskalen eine

eindeutige Operationalisierung der Items. Dies verleitet zu subjektiver Interpretation von Reaktion statt sorgfältiger Beobachtung objektiv nachweisbaren Verhaltens (Wilson et al., 2001). Ein weiteres Problem liegt in der Summierung der Subskalenwerte zu einem Summenscore. Damit gehen bedeutende Informationen über die Verteilungsmuster von Reaktionen und somit über die Art der Wiederherstellung von Funktionen verloren. Die Annahme, dass die einzelnen Subskalen in Bezug auf ihre Bedeutung in der Komaremission gleichwertig sind, muss zudem hinterfragt werden (zum Beispiel hat das Item „spontanes Augenöffnen“ in der GCS wenig prädiktiven Wert (Horn et al., 1993). Außerdem lässt, abgesehen von der CRS-R, keines der Instrumente eine Zuordnung der Bewusstseinsstörung entsprechend der Aspen-Kriterien zu. Ein weiteres Problem ist die Bedeutung motorischer Ausdrucksmöglichkeiten. Durch diese starke Gewichtung werden kognitive Fähigkeiten unter Umständen maskiert. Somit sind die oben genannten Instrumente für die Untersuchung von MCS-Patienten unzureichend. Dennoch werden sie im klinischen Alltag weiterhin weit verbreitet eingesetzt (Stephan, Haidinger & Binder, 2004). Anhand einer Medline-Recherche konnten die Autoren aufzeigen, dass die in der Forschung am häufigsten verwendeten Skalen die GCS und die GOS waren. Allerdings wiesen die meisten Autoren auf die Schwächen dieser Skalen hin und betonten die Notwendigkeit, eine Kombination mehrerer Instrumente zur Diagnostik heranzuziehen. Die zu diesem Zweck entwickelte CRS-R erlaubt zwar eine Differentialdiagnostik von VS und MCS anhand der Auswertung einzelner Items, doch für die differenzierte Analyse einzelner kognitiver Kompetenzen bei VS/MCS-Patienten ist sie, wie oben dargelegt, unzureichend.

### *Spezifische Untersuchungsverfahren.*

Abgesehen von den Komaskalen gibt es weitere Methoden zur Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten.

Eine weit verbreitete Skala zur Einstufung hirnerkrankter Patienten ist die *Rancho Los Amigos Scale of Cognitive Functioning* ([*RLA*], Hagen, Malkmus & Durham, 1979). Die Rating-Skala besteht aus acht Stufen, die das Funktionsniveau eines Patienten nach schwerer Schädel-Hirn-Verletzung vom Beginn der Erkrankung bis zur sozial-beruflichen Reintegration abbilden. Da die Stufen jedoch sehr grob sind und außerdem nicht präzise definiert ist, anhand welcher Parameter eine Zuordnung zu den Stufen zu erfolgen hat, ist diese Skala zur Differentialdiagnostik schwerer Bewusstseinsstörungen nicht geeignet, auch wenn sie zu diesem Zweck immer wieder herangezogen wird (Canedo et al., 2002).

Die *Preliminary Neuropsychological Battery* ([*PNB*], Cossa, Fabiani, Farinato, Laiacona & Capitani, 1999) ist ein Instrument zur Erfassung kognitiver Funktionen bei MCS-Patienten. Sie wurde entwickelt, um einfache Wahrnehmungs- und Diskriminationsprozesse bei schwer beeinträchtigten Patienten, die nicht zu verbalen oder komplexen motorischen Reaktionen fähig sind, zu testen. Die PNB setzt sich zusammen aus zehn Aufgabenbereichen mit jeweils sechs Items. Die Hälfte der Aufgaben beinhaltet nicht-symbolische (zum Beispiel Vergleich von Farben oder Größe), die andere Hälfte symbolische Vergleiche (zum Beispiel Zeichnung-Wort-Vergleich). Alle Aufgaben sind Verifikationsaufgaben, das heißt die Patienten müssen mit einem definierten Ja-Nein-Code antworten. Die Reihenfolge der richtigen Antworten ist randomisiert. Der zu erreichende Gesamtwert beträgt 60. Ein Wert von 37 oder größer lässt—da er signifikant über dem Zufallsniveau liegt—Rückschlüsse auf kognitiv moderierte Prozesse zu. In diesem Fall empfehlen die Autoren eine ausführlichere neuropsychologische Untersuchung.



Nachteil der Methode ist die stark sprachabhängige Art der Reizdarbietung. Die Methode eignet sich zur Differenzierung vorhandener kognitiver Prozesse bei Patienten auf niedrigem kognitivem Niveau und damit auch für MCS-Patienten, jedoch ist sie nicht hilfreich bei der Differentialdiagnostik von VS und MCS.

Die von Shiel et al. (1996) publizierte *Wessex Head Injury Matrix (WHIM)* bildet die Entwicklung von Leistungen in der Remission von Bewusstseinsstörungen anhand einer graduellen Abstufung von reflexivem zu kognitiv moderiertem Verhalten ab (Wilson, Harpur, Watson & Morrow, 2002). Die Beurteilung eines Patienten basiert auf differenzierten Verhaltensbeobachtungen. Bei der Erarbeitung der Skala wurde bewusst auf eine Theorie der Rückbildung von Bewusstseinsstörungen verzichtet. Stattdessen wurden Items, die Hinweise auf Kognition liefern, an einer Patientenstichprobe im Verlauf gesammelt. Die Items sind graduell abgestuft und in der wahrscheinlichsten Reihenfolge ihres Auftretens im Rehabilitationsverlauf angeordnet; ein Summenscore wird nicht erhoben. Dieses Instrument kann, besonders bei Patienten, die sich nur langsam entwickeln, eine sinnvolle Ergänzung zur Beurteilung des Remissionsverlaufs sein, wird aber von vielen Autoren als unökonomisch und unpraktisch kritisiert (Canedo et al., 2002). Außerdem limitiert das Fehlen von Reaktionskriterien wie Qualität, Dauer und Häufigkeit der Aktivität die Beurteilung der Qualität und Quantität von Informationsverarbeitungsprozessen. Darüber hinaus differenziert das Instrument nicht ausreichend im unteren Bereich (zum Beispiel vegetative Reaktionen auf Reize).

Die *Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Technique* ([SMART], Gill-Thwaites & Munday, 1999) ist ein Instrument zur Erfassung sensorischer, motorischer und kommunikativer Reaktionen von Patienten im VS und MCS. Reaktionen auf ein strukturiertes sensorisches Stimulationsprogramm werden erfasst. Vorteil dieser Methode ist eine einheitliche Skalierung in allen Verarbeitungsmodalitäten (sieben Subskalen) und somit

eine Vergleichbarkeit zwischen Reaktionen in verschiedenen Verarbeitungsbereichen. Außerdem hat der Patient verschiedene motorische Antwortoptionen und Reize werden auf der Basis individueller Bedeutungshaltigkeit ausgewählt. Bei Vorliegen einer konstanten Reaktion erhält der Patient den Maximalwert (60). Die größte Limitierung ist darin zu sehen, dass die Skala für therapeutische Zwecke im Langzeitverlauf entwickelt wurde und nicht am Bett des Patienten angewendet werden kann (Koren et al., 2002).

Die *Disorders of Consciousness Scale (DOCS)* wurde entwickelt zur Differentialdiagnostik von Coma, Vegetative State und MCS, wie auf der Aspen Conference definiert (Pape et al., 2009). Das Instrument besteht aus 49 Items zur Erfassung der „kognitiven Reaktivität“ und acht Items zur Erfassung des Arousals. Die Items umfassen olfaktorische, propriozeptive, visuelle, taktile und auditorische Stimuli. Reaktionen der Patienten werden anhand einer 5-Punkte-Skala (0: keine Reaktion; 1: inkonstante generalisierte Reaktion; 2: konstante generalisierte Reaktion; 3: inkonstante lokalisierte Reaktion; 4: konstante lokalisierte Reaktion) eingestuft. In einer ersten Validierungsstudie an 13 Patienten konnte gezeigt werden, dass die DOCS zwischen Patienten im VS und MCS unterscheidet und dass eine Hierarchie in der Itemschwierigkeit beschrieben und genutzt werden kann zur genaueren Diagnostik. Eines der Hauptprobleme der Skala ist die Vermischung der Konstanz der Reaktion mit der Qualität der Reaktion (generalisiert/lokalisiert). Außerdem enthält sie viele redundante Items, die keinen direkten Bezug zu den Aspen-Kriterien aufweisen (zum Beispiel Geruchsstimulation). Die Klassifizierung des Patienten orientiert sich schließlich an dem Gesamtsummenwert beziehungsweise an den Subscores der visuellen Skala und der auditiven Skala.

Die *Loewenstein Communication Scale* (Borer-Alafi, Gil, Sazbon & Korn, 2002) wurde entwickelt, um die Kommunikationsfähigkeit minimal bewusster Patienten zu erheben. Ausdrucks- und Reaktionsfähigkeit der Patienten werden dabei auf fünf hierarchischen

Ebenen in den Bereichen Mobilität, Atmung, visuelle Reaktionsfähigkeit, Sprachverständnis und linguistische Fähigkeiten erfasst. Jeder Leistung wird dabei eine Beurteilung als funktionell zugeteilt (0: nicht funktionelle Reaktion, 1: minimal funktionelle Reaktion, 2: schwerst funktionell gestört, 3: meist funktionell, 4: funktionell). Die Punktwerte aus den einzelnen Funktionsbereichen werden zu einem Gesamtsummenwert summiert (max. 50). Unklar bleibt dabei die Aussagekraft des Gesamtsummenwertes. Positiv an dieser Skala ist die Einbeziehung alternativer Kommunikationsmöglichkeiten (Koren et al., 2002). Die Interrater-Reliabilität ist hoch und die Skala kann auch von unerfahrenen Untersuchern leicht angewendet werden. Allerdings sind keine klaren Kriterien für die Einstufung einer Leistung als „nicht funktionell“ oder „schwerst funktionell gestört“ gegeben. Schließlich wird der Gesamtsummenwert erheblich beeinflusst durch Atmungs- und verbalsprachliche Funktionen, die bei schwerst beeinträchtigten Patienten auf der Intensivstation und häufig auch auf der Frührehabilitationstation aufgrund der Notwendigkeit von Beatmung oder geblockter Trachealkanüle nicht gegeben sind.

### ***Outcomeskalen.***

In der Erforschung des Outcomes nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen werden meist relativ grob skalierte Outcome-Skalen verwendet. Die bekanntesten sind die Glasgow Outcome Scale und die Disability Rating Scale.

Die *Glasgow Outcome Scale* ([GOS], Jennett & Bond, 1975) ist eine Ratingskala mit fünf Outcomekategorien (Tod, PVS, schwere Behinderung, mäßige Behinderung und gute Erholung). Mit dieser Skala wird das generelle Outcome beschrieben, das kognitive und motorische Funktionen implizit beinhaltet. Die Skala ist aber sehr unsensibel im Hinblick auf das Aufzeigen kognitiver Ressourcen auf niedrigem Niveau.

Im Vergleich dazu differenziert die *Disability Rating Scale* ([*DRS*], Rappaport, Hall, Hopkins, Belleza & Cope, 1982) etwas besser im unteren Funktionsbereich. Auch sie erfasst das generelle Outcome nach Schädel-Hirn-Verletzungen. Anhand von acht Subskalen werden verschiedene Outcome-Aspekte erfasst. Dabei entsprechen die ersten drei Items der Glasgow Coma Scale (GCS); zusätzlich werden kognitive Fähigkeiten in den Aktivitäten des täglichen Lebens erfasst und die tatsächliche Abhängigkeit von Fremdhilfe sowie die Arbeitsfähigkeit. Der Summenwert reicht von 0-30, ein höherer Wert entspricht einem schlechteren Zustand. Obwohl die Skala im Vergleich zur GOS sensibler ist, ist auch sie nicht ausreichend, um eine Differentialdiagnose der Bewusstseinsstörung abzubilden.

Abgesehen von den erwähnten Skalen gibt es weitere Untersuchungsmethoden zur Diagnostik kognitiver Restfunktionen bei bewusstseinsgestörten Patienten. Im Folgenden werden wichtige Verfahren beschrieben und deren Einsatzmöglichkeiten im Rahmen der Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten diskutiert.

### ***Elektrophysiologische Verfahren.***

Mit der *Elektroenzephalographie* (*EEG*) werden mithilfe von Differenzverstärkern Spannungsdifferenzen zwischen auf dem Kopf platzierten Elektroden gemessen (Münste & Herrmann, 2009). Ein abnormes EEG-Muster kann auf eine zugrundeliegende kortikale Dysfunktion oder aber auf andere pathologische Prozesse in einem ansonsten gesunden Kortex zurückgeführt werden. Bei bewusstseinsgestörten Patienten lässt es Rückschlüsse auf die Komatiefe zu und ist sensibel bezüglich der Abbildung medikamentöser Effekte. Darüber hinaus hat das EEG eine besondere Bedeutung in der Diagnostik von Epilepsien und der Feststellung des Hirntods. Vorteil dieser Methode ist die Noninvasivität; auch ohne aktive Mitarbeit des Patienten sind zuverlässige Messungen möglich, die den Patienten nicht

belasten (Pincherle & Sannita, 2002). Allerdings korrelieren EEG-Veränderungen nicht direkt mit der Schwere des Komas (Niedermeyer, 1994). Während spezifische EEG-Muster mit komatösen Zuständen in Zusammenhang gebracht werden können, gibt es kein spezifisches EEG-Muster im VS (De Giorgio & Lew, 1991). Beim Übergang vom Koma zum Wachkoma wurde in Einzelfällen ein Übergang von langsamen Deltawellen mit niedriger Amplitude und fehlender Reaktivität zu zunehmend rhythmischeren Wellen im 4-6-Herz-Bereich mit geringer Reaktivität gefunden. Außerdem zeigt sich häufig ein Auftreten eines Schlaf-Wach-Zyklus im EEG (Pincherle & Sannita, 2002). Beim Übergang vom VS zum MCS gibt es in Einzelfällen EEG-Veränderungen, zum Beispiel Verringerung von Delta- und Thetaaktivität oder Wiederauftreten von Alphaaktivität. Aber diese Veränderungen sind kein zuverlässiger Prädiktor für die Remission der Bewusstseinsstörung (MSTF, 1994). Die Reaktivität des EEG gilt jedoch als guter Prädiktor für das Langzeitoutcome (Pincherle & Sannita, 2002).

Abgesehen davon, dass das EEG keine zuverlässigen Aussagen über die Art und Schwere der Bewusstseinsstörung erlaubt, lässt es keine Rückschlüsse auf die mentalen Inhalte zu. Somit ist das EEG ein unzureichendes Instrument zur Differentialdiagnostik bewusstseinsgestörter Patienten.

*Evozierte Potentiale* bilden die Veränderungen der EEG-Aktivität ab, die innerhalb eines bestimmten Zeitraums auf gezielte Reize entstehen (Münste & Herrmann, 2009). *Somatosensibel-evozierte Potentiale (SEPs)*, die durch kurze Strompulse an Hand oder Fuß entstehen, gelten als gute frühe Outcomeprädiktoren. So konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass eine fehlende N20 ein- oder beidseitig mit einer schlechten Prognose einhergeht (Pincherle & Sannita, 2002). Es gibt jedoch kein einheitliches Muster, das alle Wachkomapatienten zeigen, abgesehen von einer verlängerten Übertragungszeit. Bei einzelnen Patienten ging eine Verringerung der Übertragungszeit mit einer beobachtbaren klinischen Verbesserung einher, sodass von einigen Autoren gefolgert wurde, dass eine

Erholung der sensorischen Übertragungsprozesse eine notwendige Voraussetzung für die Verbesserung der Bewusstseinslage darstellt.

Auch *akustisch-evozierte Potentiale (AEPs)* werden häufig erfasst, um die basale Wahrnehmungsfähigkeit im auditiven System zu überprüfen. Bei bewusstseinsgestörten Patienten wurden Veränderungen der Latenz, der Amplitude und abnorme Übertragungszeiten gefunden. Eine Erholung dieser Potentiale kann auch hier mit einer klinischen Verbesserung einhergehen. Rappaport, Hemmerle und Rappaport (1991) fanden heraus, dass schnellere Latenzen der Long-latency-Reaktionen signifikant mit dem klinischen Outcome korrelierten, Hirnstammreaktionen jedoch nicht.

*Visuell-evozierte Potentiale (VEPs)* sind bei bewusstseinsgestörten Patienten, abgesehen von der Diagnostik der basalen visuellen Wahrnehmungsfähigkeit, wenig aussagekräftig; darauf basierende prognostische Aussagen sind nicht möglich (Pincherle & Sannita, 2002).

Zusammenfassend beurteilt Guerit (2000) evozierte Potenziale als wenig bedeutend in Bezug auf die Diagnostik der Bewusstseinsstörung, da nur aus dem kompletten Ausfall eines Potentials auf eine nicht-vorhandene Wahrnehmungsfähigkeit für sensorische Reize dieser Modalität geschlossen werden kann, aber umgekehrt nicht der Rückschluss gezogen werden kann, dass bei Erhalt der Reizweiterleitungsfunktion auch eine bewusste Verarbeitung gegeben ist.

Eine besondere Bedeutung in der Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten haben aufgabenabhängige späte kognitive Potentiale. In einigen Studien wurden *ereigniskorrelierte Hirnrindopotentiale (EKPs)* erfasst und als elektrokortikale Indikatoren der kortikalen Informationsverarbeitung bei bewusstseinsgestörten Patienten untersucht. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass das Vertexpotential (VP) und die „mismatch negativity“ (MMN), ein Indikator einer präattentiven kortikalen Orientierungsreaktion, bei Patienten im

VS auslösbar waren; dabei war das Auftreten eines Vertexpotentials Voraussetzung für das Auftreten einer MMN (Rockstroh, Schönle & Rendtorff, 1995). Dabei ging ein ausgeprägtes Vertexpotential zu Beginn des Aufenthaltes mit einer Besserung des klinischen Zustandes, erfasst mit der Disability Rating Scale, einher.

*Auditive ereigniskorrelierte Potentiale* (EKPs) sind bisher bei Patienten im VS am häufigsten untersucht worden. Die P300, eine späte positive Reaktion auf Reize gleicher Modalität, aber unterschiedlicher Frequenz, eignet sich dabei gut für die Untersuchung bewusstseinsgestörter Patienten, da sie ein Korrelat einer tieferehenden kortikalen Analyse der Reizeigenschaften darstellt (Kübler & Kotchoubey, 2007). Eine P300 wurde in allen Ausprägungen bei wachkomatösen Patienten und minimal bewussten Patienten gefunden (Kotchoubey et al., 2001), dabei tritt sie meist deutlich verzögert auf (Laureys, Owen & Schiff, 2004). Es konnte gezeigt werden, dass sie eher auf komplexe als auf einfache Stimuli auftritt. In einer weiteren Studie wurden Variationen der P300 auf unterschiedliche Oddball-Paradigmen bei 33 Patienten im VS und MCS untersucht (Kotchoubey et al., 2001). Auch hier erzeugten komplexe Töne häufiger eine P300 als einfache Sinustöne. Bei Patienten mit traumatischer Schädigung war die P300-Amplitude höher bei Vokalen als bei komplexen Tönen. Bei Patienten mit nicht-traumatischer Schädigung verursachten komplexe Töne und Vokale eine P3 mit vergleichbarer Amplitude. Diese Ergebnisse bestätigen frühere Befunde; so hatte sich an Patienten im VS, bei denen verbale Paradigmen mit affektiver Komponente (zum Beispiel Darbietung des eigenen Namens versus eines neutralen Namens) untersucht worden waren (Giorgianni et al., 1997), ebenfalls eine höhere P300 in Abhängigkeit vom emotionalen Bedeutungsgehalt der Reize gezeigt. Perrin et al. (2006) konnten bei drei von fünf VS-Patienten eine P300 als Reaktion auf die Darbietung des eigenen Namens beobachten. Die Autoren interpretieren dies als Reaktion auf einen sehr vertrauten oder emotionalen Reiz. In ähnlicher Weise hatten zuvor Signorino, D'Acunto, Angeleri und

Pietropaoli (1995) gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer P300 bei komatösen Patienten erhöht wird durch emotionale Reize. Die Bedeutung der P300 als Indikator für die Remission kognitiver Funktionen nach schwerer Schädel-Hirn-Verletzung wird auch durch die Ergebnisse einer Studie von Keren, Ben Dror, Stern, Goldberg und Grosswasser (1998) hervorgehoben. Diese hatten bei 16 Patienten mit schwerer Bewusstseinsstörung die P300 ein, zwei und fünf Monate nach dem Ereignis untersucht und dabei herausgefunden, dass die Latenzen niedriger waren bei Patienten mit schwerer Bewusstseinsstörung. Mit Verbesserung der neuropsychologischen Funktionen zeigte sich eine Verringerung der Latenzen.

Die N1 und P2 sind bei bewusstseinsgestörten Patienten am häufigsten nachweisbar (Kotchoubey, 2005). Dabei zeigen sich starke Variationen der Amplitude im Verlauf, die insgesamt kleiner und häufig mit Latenz auftraten. Etwas seltener tritt die Mismatch Negativity auf (Lang, 2003). Die N400, die auf eine aktive semantische Elaboration verweist, ist bei dieser Patientengruppe nur sehr selten zu beobachten (Kotchoubey, 2005).

Eine Rückbildung der Bewusstseinsstörung geht nicht immer mit einer Verbesserung der EKPs einher (Schönle & Witzke, 2004). In Einzelfällen konnte sogar ein Verlust der P300 bei gleichzeitig nachweisbarer Kommunikationsfähigkeit nachgewiesen werden (Childs & Mercer, 1996). Bei einigen Autoren zeigten sich außerdem vergleichbare Ergebnisse bei VS- und MCS-Patienten, sodass eine Differenzierung dieser Zustände basierend auf den EKPs nicht möglich war.

Die klinische Relevanz dieser Befunde ist noch unklar. Einerseits deuten sie auf einen möglichen klinischen Nutzen der ereignis-korrelierten Potentiale als ein Indikator für eine sich zurückbildende Bewusstseinsstörung hin, andererseits ist eine Outcome-Vorhersage basierend auf diesen Daten noch nicht möglich, da die Datenlage, wie oben dargestellt, zum jetzigen Zeitpunkt weiterhin uneinheitlich ist (Pincherle & Sannita, 2002; Münte &



Herrmann, 2009). Allerdings weisen die Autoren darauf hin, dass bei einigen Patienten im Wachkoma eine semantische Verarbeitung von Reizen teilweise erhalten sein kann. Dies erlaubt jedoch noch keine Rückschlüsse auf eine bewusste Reizverarbeitung (Perrin et al., 2006; Kübler & Kotchoubey, 2007). Komplexe hierarchische Paradigmen, die zur Untersuchung der Frage, ob tatsächlich eine bewusste Verarbeitung vorliegt, notwendig wären, erfordern ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und kortikaler Verarbeitungsfähigkeit einschließlich Sprachverarbeitungs Kompetenzen, wie sie bei dieser Patientengruppe eher selten zu finden sind (Kübler & Kotchoubey, 2007). Zudem ist der diagnostische Prozess methodisch aufwendig und kostenintensiv. Deshalb stellt die Methode der EKPs zum jetzigen Zeitpunkt keine ausreichende Methode zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen im klinischen Alltag dar, sondern vielmehr ein interessantes und sicher vielversprechendes Verfahren zur Untersuchung einzelner Patienten und zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen.

In einer Studie zu *Hautwiderstandsmessungen* bei Patienten im VS zeigte sich eine allgemein reduzierte elektrodermale Reaktivität, auch bei Patienten mit gutem Outcome (Turkstra, 1995). In der Akutphase zeigten sich starke Schwankungen der elektrodermalen Reaktivität, die über Monate hinweg anhielten. Patienten im PVS hatten kleinere Startle-Amplituden und zeigten keine Orientierungsreaktion auf auditive Reize, wobei generell eine starke Heterogenität der elektrodermalen Reaktivität vorlag. Patienten, die nicht mehr im VS waren, hatten größere Startle-Amplituden und zeigten Habituerungsreaktionen, aber insgesamt kleinere und seltenere Reaktionen.

Die Anwendbarkeit der Methode in der Akutphase der Erkrankung, die mehrere Monate andauern kann, ist dadurch eingeschränkt, dass in dieser Phase die elektrodermale Aktivität generell reduziert ist und starken spontanen Schwankungen unterliegt. Außerdem gilt sie als unspezifisch bezüglich Art und Intensität des Reizes und lässt keine Rückschlüsse

auf die Qualität der Verarbeitung allgemein und von Bewusstseinsinhalten im Besonderen zu. Somit ist die Methode sinnvoll zur Erfassung peripherer Aktivierung durch Reize. Sie lässt aber keine Beantwortung der Frage zu, ob Reize erkannt werden und ob Sprache verstanden wird.

### ***Bildgebungsverfahren.***

Bildgebende Verfahren wie *Computertomographie (CT)* oder *Magnetresonanztomographie (MRI)* lassen Rückschlüsse auf pathologische Veränderungen im Gehirn zu (Hacker, 2002) und gehören deshalb in der Behandlung schädelhirnverletzter Patienten zum klinischen Standard. So können verschiedenartige Läsionen wie Kompressionen, Kontusionen, Blutungen, Infarkte, DAI, Hydrocephalus, Mittellinienverlagerung oder Hirnschwellung nachgewiesen werden. Abnormalitäten im CT oder MRI haben jedoch keine diagnostische Aussagekraft bezüglich VS oder MCS (De Giorgio & Lew, 1991). Auch eine Differentialdiagnostik bezüglich VS und Locked-in-Syndrom ist auf diesen Befunden basierend nicht möglich (MSTF, 1994).

Die Methode der *funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI)* ist in den vergangenen Jahren vermehrt zur Diagnostik von Wahrnehmungsprozessen bewusstseinsgestörter Patienten angewendet worden (Owen & Coleman, 2007). Mit state-of-the-art-Methoden konnten in Einzelfällen spezifische Aktivitätsmuster bei Patienten im VS nachgewiesen werden, die auf ein erhaltenes Sprachverständnis, emotionale Verarbeitung und sogar eine bewusste Verarbeitung hindeuten. So konnte Owen bei einer Frau im Wachkoma eine gezielte und mit gesunden Probanden vergleichbare Aktivierung im mittleren und oberen Gyrus beidseits nachweisen; außerdem zeigte die Patientin eine charakteristische Aktivität im SMA (supplementäres motorisches Areal) bei der Aufgabe, sich eine motorische Aktivität

vorzustellen. Die Autoren warnen jedoch vor einer Generalisierung der Ergebnisse (Owen et al., 2006). Coleman et al. (2007) konnten außerdem in einer fMRI-Studie Sprachverarbeitungsprozesse bei Wachkomapatienten nachweisen. Drei von sieben VS-Patienten zeigten nicht nur eine signifikante Aktivierung im Temporallappen unter der Bedingung auditive Reize versus Stille, sondern auch unter der komplexeren Bedingung verständliche Sprache versus Lärm. Bei zwei dieser Patienten war sogar die Reaktion unter der komplexesten Bedingung (Aussagen mit hoher versus niedriger Ambiguität) signifikant. Die Autoren interpretieren die Ergebnisse als weitere Hinweise auf das Vorhandensein einzelner Inseln mit erhaltener kognitiver Aktivität. Allerdings seien die Ergebnisse als Nachweis von Sprachverständnis und bewusster Sprachverarbeitung nicht ausreichend; vielmehr seien sie zu verstehen als Nachweis von Prozessen, die bei der Sprachverarbeitung eine wichtige Rolle spielen. Die nachweisbaren Inseln kognitiver Aktivität sind vermutlich bei den meisten Patienten nicht mehr in ein thalamo-kortikales System integriert und somit nicht ausreichend, um eine bewusste Wahrnehmung der Stimulationsinhalte zu ermöglichen. Die in diesen Studien bei einigen Wachkomapatienten zweifelsfrei nachweisbare neokortikale Aktivierung muss deshalb mit Vorsicht interpretiert werden (Laureys, 2006). Bisher fehlen Untersuchungen zu neokortikalen Integrationsleistungen.

Problematisch bei der Methode des fMRI ist außerdem, dass nur positive Ergebnisse interpretiert werden können, bei negativen Ergebnissen kann jedoch nicht der Rückschluss gezogen werden, dass zu keiner Zeit kognitive Prozesse vorhanden sind. Es gibt zum jetzigen Zeitpunkt keine von Fachgesellschaften publizierte Richtlinien zur Nutzung von fMRI zum Zweck der Diagnosestellung bei bewusstseinsgestörten Patienten. Außerdem kann die Methode auch aus ökonomischen Gründen nur bei einzelnen Patienten durch ein erfahrenes interdisziplinäres Team angewendet werden. Coleman et al. (2007) empfehlen daher, fMRI in Einzelfällen, zum Beispiel bei motorisch schwerst beeinträchtigten bewusstseinsgestörten

Patienten, als zusätzliche Untersuchungsmethode zur systematischen Verhaltensbeobachtung anzuwenden. Laureys et al. (2004) schätzen bildgebende Verfahren als methodisch zu komplex ein, um eine sinnvolle Ergänzung zu klinischen Verfahren in der Standarddiagnostik bewusstseinsgestörter Patienten darstellen zu können. Nach Ansicht der meisten Autoren sind bildgebende Verfahren zwar ein hilfreiches Instrument, um die dem Wachkoma zugrundeliegende Pathologie besser zu verstehen, sie helfen aber nicht in der klinischen Einschätzung und differentialdiagnostischen Beurteilung der Patienten, diese müsse weiterhin auf klinischen Untersuchungsverfahren beruhen (Jennett, 2005; Giacino & Kalmar, 2005).

Einige Autoren schließen jedoch aus den positiven Ergebnissen dieser Forschung, dass es für die Diagnose VS nicht länger notwendig ist, einen kompletten Verlust kortikaler Aktivität nachzuweisen (Jennett, 2005).

Vor der Entwicklung moderner fMRI-Verfahren war die bildgebende Forschung bei dieser Patientengruppe von Studien dominiert, die entweder *Positronen-Emissions-Tomographie (PET)* oder *Single-Photon-Emissions-Tomographie (SPECT)* nutzten. Es konnte gezeigt werden, dass Patienten im VS meistens, bis von wenigen Ausnahmen abgesehen, einen reduzierten Glucosemetabolismus sowie einen herabgesetzten zerebralen Blutfluss haben (Levy et al., 1987; Momose et al., 1989; Owen & Coleman, 2007). In einer Studie an vier Patienten konnte eine Reduktion des Glukose-Metabolismus in den linken und rechten mittleren und superioren frontalen Gyri, den linken inferioren frontalen Gyri, dem linken inferioren Parietallappen, dem linken mittleren temporalen Gyrus, dem rechten superioren temporalen Gyrus, dem posterioren Cingulum und den linken prä- und postzentralen Gyri nachgewiesen werden. Außerdem lag eine reduzierte effektive Konnektivität zwischen dem linken präfrontalen/prämotorischen Kortex und den linken prä- und postzentralen Gyri vor (Laureys et al., 1999). In weiteren Einzelfallstudien konnte gezeigt werden, dass einzelne Patienten im VS, die sporadisch ungezielte Reaktionen/Aktivitäten

zeigten (zum Beispiel emotionaler Ausdruck, ungezielte Motorik), isolierte Areale mit erhöhtem Glucosemetabolismus in den posterioren Frontal- und Temporallappen beziehungsweise in subkortikalen Strukturen hatten (Plum, Schiff, Ribary & Llinas, 1998). Insgesamt hatten jedoch die meisten untersuchten Patienten im VS einen um mehr als 50% reduzierten Glucosemetabolismus. Die Autoren postulieren, dass bei einzelnen VS-Patienten einzelne erhaltene isolierte modulare Funktionen eine eingeschränkte kortikale Verarbeitung spezifischer Reizqualitäten erlauben, dass diese jedoch nicht ausreichend sind, um Bewusstsein zu erzeugen.

Während mit den beschriebenen PET und SPECT-Methoden Funktionalität nur auf einem sehr generellen Niveau nachweisbar ist, erlaubt die Methode des H2150 PET, den zerebralen Blutfluss in Abhängigkeit von spezifischen kognitiven Prozessen zu erfassen (Owen & Coleman, 2007). Boly et al. (2004) fanden in einer PET-Studie, dass VS-Patienten auf einfache auditive Reize eine bilaterale Aktivierung in Areal 41/42 zeigten, aber nicht in Areal 22. Bei keinem der 15 Patienten war somit eine Integration der auditiven Reize auf höherem Niveau nachweisbar. Die Ergebnisse von Laureys et al. (2004) bestätigen diese Befunde; die Autoren fanden komplexere auditive Informationsverarbeitung nur bei MCS-Patienten. Bei VS-Patienten war keine Aktivierung sekundärer somatosensorischer Areale nachweisbar. Giacino & Smart (2007) schlossen daraus, dass VS-Patienten meist nicht zu multimodaler Integration auditiver Reize im posterioren parietalen Kortex sowie im anterioren Cingulum und Hippocampus in der Lage sind.

Staffen, Kronbichler, Aichhorn, Mair und Ladurner (2006) dagegen fanden bei einem Patienten im Wachkoma erhöhte zerebrale Aktivität nach Darbietung seines Namens versus Darbietung neutraler Namen. Di, Boly, Weng, Ledoux und Laureys (2008) konnten diese Ergebnisse bei drei VS-Patienten bestätigen.

Da PET bislang nur in Einzelfällen bei Wachkomapatienten eine Aktivierung in Abhängigkeit vom semantischen Gehalt der Reize aufzeigen konnte, die Methode außerdem sehr teuer und technisch aufwendig ist und das Problem der Strahlung besteht, ist sie als klinisches Routineuntersuchungsinstrument generell nicht geeignet. Da sie außerdem keinen direkten Rückschluss auf kognitive Prozesse zulässt, ist sie nicht geeignet zur Beantwortung der Fragestellung dieser Studie.

### ***Individualisierte Verhaltens-basierte Verfahren.***

Vor dem Hintergrund fehlender universeller Kriterien und „harter“ neurophysiologischer Marker für das Vorhandensein von Bewusstseinstätigkeit können individualisierte Verfahren eine zuverlässige Erfassung individuell vorhandener klinischer Anzeichen für Bewusstseinsprozesse ermöglichen (Giacino & Smart, 2007). Dabei werden kognitive Prozesse in strukturierter Weise anhand systematisch erfasster Reaktionen auf Reize, spontaner Verhaltensweisen und Interaktions- und Kommunikationsfähigkeit nachgewiesen.

DiPasquale & Whyte (1996) haben die Methode der *systematischen Verhaltensbeobachtung* und somit die Möglichkeiten der systematischen indikationsbezogenen Erfassung quantitativer Daten bei MCS-Patienten erstmals beschrieben. Mit dieser Methode können klinische Fragen des Rehabilitationsteams anhand strukturierter, standardisierter Protokolle und Dokumentationsbögen sowie klar definierter Stimuli, Reaktionen und Zeitintervalle zum Reagieren beantwortet werden. Die Autoren bevorzugen diese Methode gegenüber unflexiblen Komaskalen, da sie ein höheres Maß an Flexibilität erlaubt und die Ausrichtung der Diagnostik auf die spezifische diagnostische Fragestellung ermöglicht. So können zum Beispiel Fragen wie „Wie ist die Reaktionsrate und die

Häufigkeit korrekter Reaktionen bei verbalen Aufforderungen?“ oder „Reagiert der Patient unter medikamentösen Bedingungen häufiger akkurat mit Blickzuwendung als unter Baseline-Bedingungen?“ beantwortet werden. Die Autoren betonen die Bedeutung der objektiven und quantitativen Erfassung von Reaktionen.

Andere Autoren haben den Begriff der *Response System Analysis* herangezogen, um den Ansatz der Objektivierung der Befunde durch eine systematische Analyse der Antwortmöglichkeiten des Patienten zu beschreiben (Gianutsos, 1990). Der Fähigkeit, auf Reize in der Umwelt zu reagieren, kommt eine besondere Bedeutung im Rehabilitationsprozess zu, da dies zum einen einen Nachweis vorhandener kognitiver Ressourcen ermöglicht, zum anderen aber auch die Voraussetzung für eine aktive Interaktion mit der Umwelt darstellt. Dem Neuropsychologen kommt dabei die Rolle der Identifikation und Definition motorisch und kognitiv möglicher Reaktionen zu, mit der Zielsetzung, eine konstante Antwortmöglichkeit auf Seiten des Patienten zu etablieren.

Laut Giacino und Smart (2007) stellen diese Verfahren weiterhin den „goldenen Standard“ (S. 1) in der Diagnostik und Prognostik von Bewusstseinsstörungen dar, auch wenn deren Validität und Reliabilität bislang nicht nachgewiesen sei. Sie warnen jedoch vor einer Überinterpretation der Ergebnisse aufgrund der bei dieser Patientengruppe meist vorhandenen Fluktuationen ihrer Reaktionsfähigkeit und motorischen Ausdrucksmöglichkeiten.

### ***Bedeutung neuropsychologischer Diagnostik***

Die Diagnostik der kognitiven Verarbeitungsfähigkeit dieser Patienten ist für eine korrekte Einschätzung ihrer Bewusstseinslage sowie der Veränderungen und Übergänge zu höheren kognitiven Funktionsniveaus von zentraler Bedeutung im Rahmen der Planung und Gestaltung des gesamten Behandlungsprozesses (Giacino & Kalmar, 2005). Zum einen hängen Entscheidungen über therapeutische Interventionen, Weiterverlegung in andere

Kliniken und Beendigung von Maßnahmen auch von der Einschätzung des vorhandenen kognitiven Potentials sowie der bisherigen kognitiven Remission ab (DiPasquale & Whyte, 1996; Piguet et al., 1999; Horn et al., 1993), zum anderen können Ressourcen der Patienten—wenn sie frühzeitig erkannt werden—in die Therapien miteinbezogen, weiter gefördert und somit zum Aufbau einfacher Handlungssequenzen und kommunikativer Ansätze herangezogen werden. So ist beispielsweise das Wissen um vorhandene visuelle Funktionen wesentlich für Gestaltung und Planung von Therapien. Von großer Bedeutung ist auch eine objektive Einschätzung des vorhandenen Sprachverständnisses. Ob und auf welchem Niveau Fragen und Anweisungen verstanden werden, ist nicht nur wichtig für die Einbeziehung des Patienten in die Therapien, sondern auch für den Aufbau von Kommunikation mit seiner Umwelt. Minimale Kompetenzen und Veränderungen in kognitiven Funktionsbereichen können im Einzelfall eine erhebliche Verbesserung der Lebensqualität für Patient und Angehörige bedeuten (Piguet et al., 1999).

Eine möglichst objektive Beurteilung der kognitiven Verarbeitungsfähigkeit eines Patienten stellt auch eine wichtige Grundlage für den Dialog mit den Angehörigen dar. Diese interpretieren das klinische Bild häufig optimistischer als das therapeutische Team (Phipps, DiPasquale & Whyte, 1997). Den Ergebnissen objektiver Diagnostik misstrauen sie häufig, vor allem wenn die Ergebnisse nicht ermutigend sind. Konkret interpretieren sie unwillkürliche Bewegungen als zielgerichtet und beabsichtigt und glauben häufig, dass der Patient tief im Inneren alles versteht, dies jedoch aus anderen Gründen (zum Beispiel aus Mangel an Motivation) nicht zeigen kann. Diese Haltung kann zwar für die Angehörigen einen psychischen Schutz darstellen, aber gleichzeitig ihre konstruktive Mitarbeit am Rehabprozess blockieren. Der Neuropsychologe oder Arzt, der die objektiven Daten bezüglich der Bewusstseinslage erhoben hat, steht jedoch in der Verantwortung, den Angehörigen diese Ergebnisse auf einfühlsame Weise nahe zu bringen und sie im Umgang damit zu unterstützen.



Eine Einbeziehung der Angehörigen in den Evaluations- und Therapieprozess kann dabei hilfreich sein. Schließlich ist es auch möglich, dass sich die Anwesenheit der Angehörigen auf den Patienten anders auswirkt als die eines Therapeuten. So kann der Patient vielleicht tatsächlich im Beisein seiner Familie Reaktionen zeigen, die er in der Untersuchung oder nur im Beisein des Klinikpersonals nicht zeigt. Deshalb sollten im Gespräch mit den Angehörigen diese Aspekte erhoben und einzelne Beobachtungen sorgfältig dokumentiert werden (zum Beispiel Bewegungen der Finger zur Begrüßung).

Auch im Rahmen der Beurteilung der Wirksamkeit therapeutischer beziehungsweise pharmakologischer Interventionen spielt eine möglichst objektive Beurteilung subtiler Veränderungen der Reaktivität der Patienten eine wichtige Rolle (Giacino & Kalmar, 2005).

Ein weiterer Aspekt ist die Frage der Vorhersagbarkeit des Behandlungsergebnisses zu einem frühen Zeitpunkt im Remissionsverlauf. Nur wenn klare Indikatoren für eine Rückbildung der Bewusstseinsstörung definiert sind und diese möglichst valide erfasst werden, können hierzu Aussagen gemacht werden.

Auf objektiven Verfahren basierende klinische Befunde stellen außerdem eine Basis für die Weiterentwicklung von Forschungsfragen bezüglich Verarbeitungsfähigkeiten bewusstseinsgestörter Patienten dar.

Somit stellt die umfassende neuropsychologische Diagnostik vorhandener kognitiver Funktionen bei bewusstseinsgestörten Patienten in der frührehabilitativen Behandlung, aber auch im Langzeitverlauf, eine wichtige Aufgabe dar.

### ***Anforderungen an Diagnostik***

Der erste Schritt im klinischen Management bewusstseinsgestörter Patienten muss die best mögliche Identifikation erhaltener Ressourcen des Patienten und damit eine korrekte Diagnosestellung sein (Celesia, 1993). Der Bericht über den PVS des Committee on Ethical

Affairs der American Neurological Association (ANA) betont die Bedeutung von strikten klinischen Kriterien für die Diagnosestellung: „The public must be assured that the PVS can be diagnosed with a high degree of certainty by well-defined clinical criteria, because all subsequent decision making regarding management of this condition must start from its accurate diagnosis“ (Celesia, 1993, S. 1458).

Giacino (1997) schlägt vor, im diagnostischen Prozess die verschiedenen Aspekte des Konstrukts „Bewusstsein“ zu betrachten. Auch Young (1999) fordert die Beschreibung der verschiedenen Aspekte gestörten Bewusstseins statt einer undifferenzierten Beschreibung als „impaired consciousness“. Parameter wie Wachheit (alertness), Bewusstheit (awareness), Aufmerksamkeit (attention), Gedächtnis (memory), motivationale Komponenten (motivational system) und kognitive Fähigkeiten (cognition) müssten unabhängig voneinander erfasst werden, um Schwere und Art der Bewusstseinsstörung zu erfassen. Da das Bewusstsein für interne Prozesse nur subjektiv erfassbar und über Sprache der externen Welt vermittelbar ist (Gray, 2004), kann sich der Ansatz bei der Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten nur auf das Bewusstsein der externen Welt und damit der Reaktivität auf diese beziehen. Auch Giacino und Zasler (1995) hoben, wie zuvor schon Plum und Posner (1983), die Bedeutung von sichtbarem Verhalten in der Diagnostik von Bewusstseinsstörungen hervor.

Wie oben beschrieben, ist aber auch davon auszugehen, dass es „maskierte“ kognitive Fähigkeiten bei bewusstseinsgestörten Patienten gibt, die hypothesengeleitet untersucht werden sollten (Rahmani, 2002). So kann zum Beispiel die Aktivierung spezifischer Strukturen, wie die des visuellen Systems, untersucht werden. Da dieses System hoch spezialisiert und organisiert ist, ist es möglich, dass Teilfähigkeiten wie Sehen, Erkennen, Handlungsvorbereitung und emotionale Reaktionen durch die Hirnschädigung betroffen sind, andere aber teilweise oder sogar komplett funktionieren. Milner und Goodale (1995)

unterscheiden zwischen einer „online-Verarbeitung“ visueller Informationen, die mit direkter visu-motorischer Aktion verbunden ist (zum Beispiel gezielte Blickbewegungen) und „offline-Verarbeitung“, die langsamer abläuft und die erst die bewusste Wahrnehmung und das Erkennen von Objekten ermöglicht. Das Einbeziehen dieser Erkenntnisse über implizite und bewusste Wahrnehmungsprozesse bei Gesunden in die Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten ist ein Pfad, der von einigen Autoren vorgeschlagen wird (Rahmani, 2002).

Daraus ergibt sich die Forderung nach einer Differentialdiagnostik, die auf inhaltlich adäquaten, in zeitlichem Umfang angemessenen und regelmäßigen Untersuchungen sowie einer speziellen Ausbildung und Erfahrung des Untersuchers beruht (Kallert, 1994). Nur dann kann das kognitive Funktionsniveau eines Patienten möglichst präzise zu einem gegebenen Zeitpunkt sowie im Verlauf erfasst werden. Die International Working Party on VS empfiehlt die Anwendung von Nominalskalen statt Ordinalskalen sowie die genaue Dokumentation von Untersucher, Untersuchungszeiten und -bedingungen, Reaktionszeiten und optimalen Antwortmöglichkeiten (Andrews, 1996).

### ***Therapie***

Obwohl der Schwerpunkt dieser Arbeit im diagnostischen Bereich liegt, sollen therapeutische Behandlungsmöglichkeiten bewusstseinsgestörter Patienten kurz skizziert werden. Generell gilt, dass Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen eine engmaschige multidisziplinäre, medizinische und rehabilitative Behandlung unter Einbeziehung der Angehörigen benötigen (Dolce & Sazbon, 2002). Art und Ausmaß der benötigten Therapie richten sich dabei nach der Regenerationsphase des betroffenen Patienten; möglich ist ein Durchlaufen der folgenden Phasen: Aufwachphase mit Wiedererlangen kognitiver Fähigkeiten, Wiedererlangen von Funktionen durch motorische Rehabilitation,

Wiederanpassung basierend auf der Entwicklung residueller Funktionen und schließlich die Wiedereingliederung in Familie und Gesellschaft. Vorrangiges Ziel ist dabei im gesamten Verlauf eine Verbesserung basaler kognitiver Fähigkeiten der Patienten, da dies eine wichtige Voraussetzung für eine funktionelle Verbesserung darstellt. Gefordert wird eine individualisierte Therapieplanung, die sich an den Ergebnissen einer umfassenden Diagnostik der Ressourcen des Patienten orientiert. Dabei müssen alle funktionellen Systeme, die Vigilanz und Bewusstsein regulieren, beachtet werden (Quientieri & Serra, 2002). Sind Ansätze visueller Orientierungsreaktionen erkennbar, so kann das Ziel therapeutischer Interventionen die Verlängerung dieser Phasen, eindeutiges visuelles Fixieren oder die Etablierung von Blickfolgebewegungen sein. Sind in der Diagnostik noch keine gezielten Reaktionen auf die Umwelt nachweisbar, so kann das therapeutische Nahziel die Etablierung visueller oder auditiver Orientierungsreaktionen sein. Dementsprechend werden gezielte Reize aus der entsprechenden Modalität gesetzt, um Reaktionen hervorzurufen. Die Erreichung von Therapiezielen wird wiederum durch diagnostische Erhebungen überprüft.

### ***Sensorische Stimulation und Regulation***

In der Frührehabilitationsphase, die meist wenige Wochen nach dem Akutereignis beginnt, wird in vielen Kliniken sensorische Stimulation angewendet, um das Arousal und die Reaktionsfähigkeit eines komatösen Patienten zu verbessern. Problematisch ist dabei, dass es nur schwer abzuschätzen ist, welche Stimulation in welcher Intensität bei welchem Patienten wirkt und wie dem Patienten vor der Erkrankung bekannte Stimuli jetzt auf den Patienten wirken. Notwendige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Anwendung scheinen jedoch zu sein, dass es keine größeren Schädigungen auf Hirnstammebene gibt, dass sedierende Medikamente weitestgehend abgesetzt sind, dass die Stimulation in kurzen Intervallen und

hochfrequent erfolgt und dass die Stimulation sich an bereits erlernten Verhaltensmustern ausrichtet. Später wurde das Konzept der sensorischen Regulation eingeführt, das heißt der gezielten Variation von Ruhephasen in der Umgebung des Patienten und kurzzeitigen Stimulationsphasen (Wood, 1991). In den vergangenen Jahren haben einige Autoren vorgeschlagen, basierend auf der Kohärenztheorie, eine simultane Stimulation verschiedener Reizmodalitäten anzustreben, um die benötigte Reizschwelle zu erreichen (Quientieri & Serra, 2002).

Bis zum jetzigen Zeitpunkt wird weiterhin kontrovers diskutiert, ob sensorische Stimulation zu einer Rückbildung der Bewusstseinsstörung und zu einer nachweisbaren klinischen Verbesserung führt (Canedo et al., 2002; Leifert, 1998). Bei vielen bewusstseinsgestörten Patienten konnte nachgewiesen werden, dass sie auf sensorische Stimulation reagieren, allerdings scheint der Effekt oft nur während der Stimulation zu bestehen (Sazbon & Dolce, 2002; Wilson & MacMillan, 1993). Der Nachweis der Wirksamkeit sensorischer Stimulationsprogramme ist durch die mangelnde Vergleichbarkeit der Studien aufgrund großer Heterogenität in der Patientenzusammensetzung, der unterschiedlichen Terminologie und Assessmentinstrumente und der großen Anzahl methodisch schwacher Studien erschwert. Außerdem wird kritisiert, dass sich die Gestaltung der Stimulation oft nicht an aktuellen Erkenntnissen über Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse im Gehirn an Gesunden und Kranken orientiert (Wood, 1991). Aber auch wenn die Wirksamkeit dieser Methode umstritten ist, bietet sie doch andere erhebliche Vorteile: Ein strukturiertes Stimulationsprogramm gibt den Angehörigen, aber auch den Therapeuten das Gefühl, etwas für den Patienten tun zu können und somit ihre Hilflosigkeit zu überwinden, die Arbeitszufriedenheit erhöht sich und damit verbessert sich die Qualität der täglichen Versorgung. Außerdem erleichtert ein solches Stimulationsprogramm die

systematische Patientenbeobachtung und erhöht damit die Wahrscheinlichkeit, Anzeichen von Wachheit zu erkennen (Sazbon & Dolce, 2002).

### *Spezifische psychologische Behandlungsansätze*

Laut Gianutsos (1990) liegt die Hauptaufgabe des Neuropsychologen im rehabilitativen Team in der gezielten Diagnostik vorhandener kognitiver Ressourcen und Defizite und darauf aufbauend auf der Etablierung gezielter therapeutischer Interventionen zum Aufbau konstanter Reaktionen des Patienten auf Umweltreize und Interaktionsmöglichkeiten mit seiner Umwelt. Dabei kommt dem Neuropsychologen im Team auch eine beratende Rolle in Bezug auf andere Berufsgruppen und Angehörige zu. Der Autor schlägt einen integrativen Ansatz vor, in dem der Schwerpunkt auf die Förderung minimaler Reaktionsansätze statt auf eine globale sensorische Stimulation gelegt wird. Dabei sollen zunächst einfache Antwortmöglichkeiten definiert werden; danach sollen, darauf aufbauend, zunächst einfache Reaktionen, dann zuverlässige replizierbare Reaktionen, dann Stimulusdiskrimination, also unterschiedliche Reaktionen auf verschiedene Reize, etabliert werden.

Ein Ziel therapeutischer Interventionen ist das Erlernen zuverlässiger Reaktionen auf die Umwelt. Zu den hierzu herangezogenen Methoden gehören operante Lernmethoden. Methoden der Verhaltensmodifikation können bei dieser Patientengruppe angewendet werden, um die Häufigkeit „erwünschter“ Reaktionen zu erhöhen und die der unerwünschten zu reduzieren (Crawford & Beaumont, 2005). Der Nachweis der Effizienz dieser Methoden ist bisher erst in wenigen Einzelfallstudien erfolgt. So konnten Wilson und MacMillan (1993) zeigen, dass einzelne als komatös diagnostizierte Patienten mit der Methode des Backward Chaining erlernten, ein Tuch vom Gesicht zu entfernen oder andere einfache Bewegungen

auszuüben. Boyle und Green hatten zuvor gezeigt, dass ein Patient im VS mit operanten Lernmethoden (zum Beispiel Verstärkung von Verhalten durch Musik) seine Reaktionsfähigkeit verbessern konnte (Boyle & Greer, 1983).

Ein weiterer wichtiger Aspekt in der Behandlung dieser Patienten ist in der psychologischen Betreuung von Patient und Angehörigen zu sehen. Patienten, die aus dem Wachkoma erwachen und längere Zeit im MCS waren, äußern häufig, dass sie psychisch belastet sind aufgrund des Erlebens der schweren Beeinträchtigungen (Crawford & Beaumont, 2005). Aufgrund der meist noch deutlich herabgesetzten Kommunikationsfähigkeit sowie Aufmerksamkeits- und Merkfähigkeit der Patienten ist eine klassische psychologische Gesprächsführung in den meisten Fällen nicht indiziert. Stattdessen kann der Psychologe die Erarbeitung der psychischen Verfassung und Bedürfnisse des Patienten übernehmen sowie die interdisziplinäre Erarbeitung von Maßnahmen, die für den Patienten und seine Familie eine Verbesserung der Lebensqualität bedeuten. Dabei spielt der Dialog- und Kommunikationsaufbau mit dem Patienten eine wesentliche Rolle (Zieger, 1992).

Neue Verfahren in der Behandlung dieser Patienten sind musiktherapeutische Ansätze (Magee, 2005) und die Anwendung externer Hilfsmittel wie elektronischer Schalter und Kommunikationssysteme (Naude & Hughes, 2005). Auch hier muss die Überprüfung der Wirksamkeit der Verfahren bei jedem Patienten individuell getestet werden. Einen allgemeinen Wirksamkeitsnachweis gibt es zum heutigen Zeitpunkt nicht.

### ***Pharmakologische Therapie***

Es ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht ausreichend nachgewiesen, ob die Rückbildung von Bewusstseinsstörungen medikamentös beeinflusst werden kann. In den letzten Jahren hat es gehäuft Publikationen zu dieser Fragestellung, vor allem in Bezug auf

Testung der Wirksamkeit von Substanzen, die Neurotransmitterfunktionen beeinflussen, gegeben. Dabei sind vor allem dopaminerge Substanzen wie L-Dopa und Levodopa getestet worden, die einen aktivierenden Einfluss auf subkortikale Prozesse haben, die wesentlich sind in Bezug auf Bewusstseinstätigkeit und motorische Regulation (Sazbon und Dolce, 2002). In der Literatur wurden immer wieder Einzelfall-Studien beschrieben, die einen positiven Effekt dopaminerger Substanzen aufzeigen konnten (Boyeson & Harmon, 1994). Lal, Merbitz und Grip (1990) sowie Haig und Ruess (1990) hatten eine Wirksamkeit von Levodopa/Carbidopa (Sinemet) bei Patienten mit schwerer Hirnschädigung nachgewiesen. Ähnliche Befunde gibt es für Amantadin, das prä- und postsynaptisch die Ausschüttung von Dopamin auslöst und die Dopamin-Sensitivität in den Effektorzellen verbessert (Sazbon & Dolce, 2002). Matsuda et al. (2005) fanden bei vier Patienten im VS und einem Patienten im MCS eine erhebliche Verbesserung ihrer Reaktionsfähigkeit und mittelfristig sogar ihrer funktionellen Selbstständigkeit nach Gabe von Levodopa. Die Autoren postulieren hypothesengeleitete Medikationsversuche mit dopaminergen Medikamenten bei dieser Patientengruppe; bei allen fünf Patienten war im MRI eine Schädigung dopaminerger Bahnen sowie eine parkinsonähnliche Symptomatik nachweisbar gewesen. In einer randomisierten, placebo-kontrollierten Doppel-blind-Studie an einer kleinen Stichprobe amerikanischer Kinder ( $N = 7$ ) hatte die Gabe von Amantadin einen nicht signifikanten positiven Einfluss auf die Verbesserung der Bewusstseinslage (McMahon, Vargus-Adams, Michaud, Vinks & Bean, 2007). Die Gabe von Amantadin kann auch noch längere Zeit nach dem Ereignis wirksam sein, so hatten Zafonte, Watanabe und Mann (1998) bei einem Patienten im MCS bei Behandlungsbeginn mit Amantadin fünf Monate nach dem Ereignis eine wesentliche Verbesserung des Zustandes des Patienten nachweisen können. Ross und Stewart (1981) hatten bei einem VS-Patienten zwei Monate lang Methylphenidat (Ritalin) und Carbidopa/Levodopa erfolglos angewendet. Ein Ersatz dieser Substanzen durch Amantadin



und Bromocriptin führte dagegen zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Bewusstseinslage.

In der Literatur ist auch immer wieder eine Verbesserung der Wachheit und Reaktionsfähigkeit bei schwerst beeinträchtigten Patienten nach Gabe von Psychostimulantien beschrieben worden (Whyte, 1992). Amphetamine scheinen dagegen eher bei der Behandlung von Agitation nach schwerer Schädel-Hirn-Verletzung, auch bei wachkomatösen Patienten, wirksam zu sein (Sazbon & Dolce, 2002). Außerdem wurden bei einzelnen Patienten erhebliche Verbesserungen ihres Zustandes nach Einnahme serotonerger Substanzen beobachtet (Boyeson & Harmon, 1994).

Problematisch an all diesen Studien ist, dass aufgrund der kleinen Stichprobe und des Studiendesigns kein eindeutiger Effekt des Medikaments nachweisbar war, da eine Spontanerholung nicht ausgeschlossen werden kann. Außerdem ist die Datenlage weiterhin sehr heterogen (Sazbon & Dolce, 2002).

### ***Weitere medizinische Verfahren***

Abgesehen von den Aktivierungsmethoden gibt es weitere medizinische Behandlungsmethoden wie hyperbare Oxygenierung und Hirntiefenstimulation. Bei letzter genannter Methode wird das aktivierende retikuläre System über implantierte Elektroden gezielt stimuliert. In Einzelfällen wurden deutliche klinische Verbesserungen bei wachkomatösen Patienten gefunden (Katayama et al., 1991; Schiff & Fins, 2007). Bei beiden Methoden gibt es eine sehr heterogene Befundlage in Bezug auf ihre Wirksamkeit im Hinblick auf die Rückbildung von Bewusstseinsstörungen. Kontrovers diskutiert wird vor allem die Frage, welche Patientengruppen am ehesten von diesen Methoden profitieren, sowie die Frage nach optimalen Behandlungsfenstern und notwendiger Behandlungsdauer (Sazbon & Dolce, 2002).

### ***Medizinische Behandlung von Begleitstörungen***

Bei vielen Patienten im VS oder MCS ist auch eine Behandlung von Spastizität beziehungsweise erhöhtem Muskeltonus durch eine physiotherapeutische und pharmakologische Behandlung erforderlich. Diesbezügliche Medikamente können durch einen allgemein sedierenden Effekt einen Einfluss auf die allgemeine Vigilanz haben (Quientieri & Serra, 2002).

Darüber hinaus sind bei einigen Patienten im Wachkoma oder minimal bewussten Zustand neurochirurgische Interventionen indiziert (Sazbon & Dolce, 2002). Diese Behandlungsmethode zielt jedoch überwiegend auf die Behandlung von Komplikationen wie Hydrocephalus, eine Erweiterung der Ventrikel mit Aufstau der cerebro-spinalen Flüssigkeit oder Sekundärblutungen im Gehirn ab. Mögliche Interventionen sind dilatative Kraniektomie beziehungsweise die Anlage eines Shunts, der hilft, die überschüssige Hirnflüssigkeit peripher abzuleiten. Nach neurochirurgischen Interventionen kann bei manchen Patienten eine Verbesserung der Bewusstseinslage beobachtet werden, vor allem wenn diese durch einen Hydrocephalus bedingt war.

### ***Betreuung des multidisziplinären Teams und der Angehörigen***

Ungeachtet der angewendeten therapeutischen Methode gilt, dass in der Behandlung bewusstseinsgestörter Patienten eine gute Zusammenarbeit des therapeutischen Teams mit den Angehörigen, mit einer engmaschigen Kommunikation, auch in Bezug auf beobachtbare Anzeichen für kognitive Funktionen, sowie mit einheitlicher Dokumentation und Anwendung einer einheitlichen Terminologie erforderlich ist (Quientieri & Serra, 2002). Außerdem stellt die Angehörigenberatung einen wesentlichen Baustein in der Gesamtbehandlung dar. Durch ihre meist enge Verbindung zum Patienten und die oft lange Zeitdauer, die Angehörige mit

den Patienten verbringen, können sie nicht nur ein wesentlicher Faktor in der emotionalen Aktivierung des Patienten darstellen, sondern auch die langfristige Umsetzung von Behandlungskonzepten wesentlich prägen (Shilansky & Weitz, 2002; Dolce & Sazbon, 2002). Weitere Aufgabenbereiche des Neuropsychologen, die eine Zusammenarbeit mit den Angehörigen erfordern, stellen die Erhebung der psycho-sozialen Anamnese, Krisenintervention bei den Angehörigen, die begleitende Beratung der Angehörigen über Umgangsmöglichkeiten mit dem Patienten und die Einbeziehung der Angehörigen in den therapeutischen Prozess dar (Crawford & Beaumont, 2005). Nicht zuletzt benötigen viele Angehörige psychologische Unterstützung bei der Verarbeitung des „Verlusts ohne Tod“ (Crawford & Beaumont, 2005, S. 550), das heißt bei der Erfahrung, einen geliebten Menschen, so wie er vor dem Krankheitsereignis war, verloren zu haben, ohne sich endgültig von ihm verabschieden zu können. Weitere Themen bei der psychologischen Betreuung der Angehörigen bewusstseinsgestörter Patienten sind Veränderung des intrafamiliären Rollensystems, Unterschiede im Umgang mit dem traumatischen Erlebnis bei verschiedenen Familienmitgliedern und Bewältigung zusätzlicher durch die Erkrankung hervorgerachter Stressoren.

Nicht zuletzt ist der Psychologe in der psychologischen Betreuung und Beratung des interdisziplinären Teams gefordert (Crawford & Beaumont, 2005). Die Versorgung und Therapie bewusstseinsgestörter Patienten erfordert viel Frustrationstoleranz und Geduld bei den Mitarbeitern der Rehabilitations- oder Pflegeeinrichtung. Häufig kommen auch noch Konflikte mit Angehörigen hinzu, die aufgrund ihrer persönlichen Belastungssituation aggressiv gegenüber dem Behandlungsteam reagieren können. Eine große psychische Belastung bei den Mitarbeitern kann die Folge sein. Psychologische Beratung über Umgangsmöglichkeiten mit dieser Belastungssituation kann dabei sehr hilfreich sein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es keine Behandlungsmethode gibt, die für sich allein einen wesentlichen Erfolg in der Behandlung bewusstseinsgestörter Patienten verspricht (Dolce & Sazbon, 2002); stattdessen wird die Behandlung der Patienten in einem therapeutischen Milieu innerhalb spezialisierter Einrichtungen gefordert, in dem eine Vielzahl an Behandlungsmethoden systematisch und hypothesengeleitet angewendet wird.

### **Ziel dieser Arbeit**

Bislang sind kognitive Prozesse bei bewusstseinsgestörten Patienten mit spezifischen Skalen und elektrophysiologischen Methoden untersucht worden. Wie jedoch oben beschrieben, fehlte bislang ein Untersuchungsverfahren, das Einzelfunktionen systematisch auf verschiedenen Funktionsniveaus erfasst und anhand eines Reaktionsprofils, orientiert an den Aspen-Richtlinien für die Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten, eine diagnostische Zuordnung erlaubt.

Inhalt dieser Arbeit war deshalb die Entwicklung und Validierung eines neuen Untersuchungsverfahrens, des *Instruments zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB)*. Dieses soll die Beantwortung von Fragen über kognitive Verarbeitungskompetenzen bei Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen erlauben. Mithilfe dieses Verfahrens soll geklärt werden können, ob Verhaltensweisen der Patienten an Umweltreize gekoppelt sind oder als zufällige Fluktuationen oder reflexive Reaktionen gewertet werden müssen.

Die bei bereits existierenden Verfahren aufgetretenen methodischen Mängel wurden analysiert und darauf basierend wurde ein methodischer Anforderungskatalog für die

Entwicklung des IDB entwickelt. Das neue Verfahren sollte folgende Anforderungen an die klinische Diagnostik erfüllen:

- Beantwortung klinischer Fragen nach dem kognitiven Funktionsniveau von Patienten und ihren vorhandenen kognitiven Verarbeitungsmöglichkeiten
- kontrollierte und standardisierte Datensammlung
- sensibel zur Erfassung minimaler Veränderungen der Bewusstseinslage im Verlauf
- interindividuell anpassbar bezüglich Iteminhalt
- Beinhaltung großer Bandbreite von Reaktionsmöglichkeiten (Berücksichtigung schwerer motorischer Beeinträchtigungen)
- Berücksichtigung quantitativer und qualitativer Aspekte
- Beinhaltung impliziter und bewusster Wahrnehmungsprozesse
- Einbeziehung von Kontrollbedingungen
- ökonomisch
- Dokumentation von Untersucher, Untersuchungszeiten und -bedingungen und Reaktionszeiten

Vor oben beschriebenem Hintergrund bot die Methode der systematischen Verhaltensbeobachtung, wie sie zuvor schon von DiPasquale und Whyte (1996) bei dieser Patientengruppe in Einzelfallstudien angewendet worden war und oben beschrieben ist, wesentliche Vorteile im Vergleich zu standardisierten Skalen. Bei der Entwicklung dieses Verfahrens wurden deshalb systematische Einzeluntersuchungen einzelner Funktionsbereiche zu einem das gesamte Verhaltensrepertoire umfassenden Untersuchungsinstrument integriert. Es wurde angestrebt, dass die dabei durchgeführte systematische Beobachtung und Dokumentation von Reaktionen auf ein breites Repertoire an dargebotenen Reizen innerhalb eines strukturierten Gesamtprotokolls therapierrelevante beziehungsweise klinisch relevante Aspekte der kortikalen Verarbeitungsfähigkeit abbildet. Eine breite klinische Anwendbarkeit

sollte dabei ebenso gewährleistet sein wie eine Minimierung des klinischen Bias. Das heißt, das Instrument sollte unabhängig vom Untersucher vergleichbare Ergebnisse zeigen. Außerdem sollte die für die Durchführung der Untersuchung erforderliche Zeit an die begrenzten personellen und zeitlichen Ressourcen in der neurologischen Rehabilitation angepasst und das Instrument damit ökonomisch sein.

Das diesen Kriterien entsprechend erarbeitete Verfahren wurde an einer Stichprobe von VS/MCS-Patienten erprobt. Es wurde dabei auch mit Untersuchungsverfahren verglichen, die derzeit zur Verfügung stehen und von einigen Autoren als zur Untersuchung dieser Patientengruppe am besten geeignete Verfahren gelten (Giacino & Kalmar, 2005). Dies sind die DRS als Instrument zur Erfassung des Gesamtschweregrades und Outcomes sowie die CRS-R als vergleichbares Verfahren zur Differentialdiagnostik der Bewusstseinsstörung.

## **Fragestellungen und Hypothesen**

Die Hauptfragestellung war, ob sich das neue Verfahren zur Differentialdiagnostik bewusstseinsgestörter Patienten eignet, das heißt ob kognitive Funktionen anhand des IDB erfassbar sind. Es wird angenommen, dass mit dieser Methode eine Differentialdiagnostik von Koma, VS und MCS möglich ist. Die Annahme ist, dass sich bei MCS-Patienten eindeutige reproduzierbare Reaktionen auf Reize zeigen, und zwar häufiger unter Reizdarbietungsbedingungen als unter Kontrollbedingungen, in denen das Spontanverhalten der Patienten ohne Reizdarbietung beobachtet wird. Bei Patienten im VS sind keine reproduzierbaren Reaktionen erkennbar. Außerdem kann innerhalb der Kategorie MCS unterschieden werden, auf welchem Niveau eine Verarbeitung möglich, ob also ein

Verständnis für den Reizeinhalt gegeben ist. Die Auswertung einer Patientenuntersuchung soll also Aufschluss geben über Arousal im Sinne einer allgemeinen Aktiviertheit, nachweisbare Reaktionen auf dem Niveau von Orientierungsreaktionen und komplexen Reaktionen sowie Konstanz der Reaktionen.

Eine weitere Frage betrifft die Möglichkeit einer differenzierten modalitätsspezifischen Erfassung kognitiver Verarbeitungskompetenzen. Können Informationsverarbeitungsprozesse im visuellen, auditiven und taktilen System unabhängig voneinander erfasst und beurteilt werden? Ist bei bewusstseinsgestörten Patienten ein intraindividuelles Profil nachweisbarer kognitiver Verarbeitungsleistungen darstellbar und gibt es ätiologiespezifische oder lokalisationspezifische Profile? Es wird angenommen, dass eine differenzierte Erfassung kognitiver Verarbeitungskompetenzen modalitätsspezifisch möglich ist in Bezug auf die Art der Reizdarbietung. Die Verhaltensreaktion des Patienten, aus der kognitive Prozesse erschlossen werden, muss jedoch modalitätsübergreifend erfasst werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen Aussagen über nachweisbare Aufnahme und Qualität der Verarbeitung visueller, auditiver und taktiler Reize zu.

Es wird dabei angenommen, dass das IDB über gute Gütekriterien verfügt, also ein valides und reliables Verfahren darstellt. Gute Kriterienvalidität, Sensibilität, Interrater-Reliabilität und Test-Retest-Reliabilität werden postuliert. Außerdem soll eine gute interne Konsistenz nachweisbar sein. Die aus dem Untersuchungsergebnis abgeleitete Diagnose soll vergleichbar sein zwischen Untersuchern und bei wiederholter Untersuchung innerhalb eines kurzen Zeitraums. Aufgrund der bei diesem Krankheitsbild normalen Fluktuationen von Leistungen wird allerdings davon ausgegangen, dass die Stabilität der diagnostischen Übereinstimmung bei wiederholter Messung nicht so groß ist. Es wird davon ausgegangen, dass die Methode sensibler ist als die CRS-R und die DRS, dass also vorhandene kognitive Funktionen eher entdeckt und Patienten, die im MCS sind, mit größerer Wahrscheinlichkeit

korrekt diagnostiziert werden. Die Untersuchung mit dem IDB kann kognitive Prozesse bei Patienten nachweisen, die laut CRS-R-Einstufung im VS sind. Dennoch sollte es insgesamt eine hohe Korrelation mit der CRS-R geben, eine etwas niedrigere mit der DRS.

Außerdem soll die Frage beantwortet werden, bei welcher Ätiologie diese Methode zur Beurteilung der Bewusstseinslage geeignet ist. Es wird angenommen, dass die Methode unabhängig von der Ätiologie der Erkrankung ein geeignetes Instrument zur Beurteilung der Bewusstseinslage darstellt. Unterschiede im Schweregrad bei Aufnahme und Entlassung in Abhängigkeit von der Ätiologie werden analysiert.

Schließlich sollen allgemeine Fragen nach der Vorhersagbarkeit des Behandlungsergebnisses beantwortet werden. Stellen frühe klinische Indikatoren, demographische Faktoren und die mit dem IDB nachweisbare Bewusstseinstätigkeit bei Aufnahme Prädiktoren für eine Rückbildung der Bewusstseinsstörung beziehungsweise für das allgemeine Outcome im Sinne der Schwere der allgemeinen Beeinträchtigung dar? Es wird angenommen, dass Ätiologie der Erkrankung, medizinische Komplikationen im Verlauf und der Schweregrad der initialen Bewusstseinsstörung, wie mit dem IDB erfasst, einen prädiktiven Aussagewert in Bezug auf das allgemeine Outcome und die Rückbildung der Bewusstseinsstörung haben (Giacino et al., 2002; Giacino & Kalmar, 2005; Sazbon & Dolce, 2002).



## METHODE

### Stichprobe

Zwischen November 2006 und Dezember 2008 wurden 40 Patienten (29 Männer, 11 Frauen; Durchschnittsalter: 45,75 Jahre, Min.: 13, Max.: 77), die im Untersuchungszeitraum in stationärer Behandlung im SRH Fachkrankenhaus Neresheim, einer neurologischen Frührehabilitationseinrichtung in Baden-Württemberg, waren, in die Studie aufgenommen. Tabelle 1 zeigt deskriptive Daten bezüglich demographischer Charakteristika der Patienten. Einschlusskriterien für die Studie waren die Diagnose einer schweren Schädel-Hirn-Verletzung, eine klinische Einschätzung durch Ärzte und Neuropsychologen als schwer bewusstseinsgestört sowie ein Disability Rating Scale (DRS)-Wert  $> 15$ . Dieser Wert spiegelt die Schwere der allgemeinen funktionellen Beeinträchtigung wider: Patienten mit diesem Wert zeigen eine schwere allgemeine Beeinträchtigung. Sie zeigen keine Anzeichen funktioneller Mitarbeit, können nicht konstant kommunizieren und zeigen eine schwere Störung ihrer Reaktionsfähigkeit (Rappaport, 2005). Dies umfasst also Patienten im Koma, VS und MCS. Gleichzeitig wurde ein medikamentös bedingter sedierender Einfluss dadurch ausgeschlossen, dass Patienten erst nach Absetzen zentral wirkender sedierender Medikamente in die Studie aufgenommen wurden. Dies wurde durch Rücksprache mit dem behandelnden Arzt und Sichtung der Patientenakte gewährleistet. Intensivmedizinische Behandlung einschließlich Beatmung stellte kein Ausschlusskriterium dar. Alle Patienten wurden während ihres Aufenthaltes multidisziplinär behandelt (Physiotherapie, Ergotherapie, Neuropsychologie, Musiktherapie).

Zum Zeitpunkt ihrer Erkrankung waren 58% Vollzeit berufstätig, 28% waren nicht berufstätig, 10% waren in Rente und 5% befanden sich im Studium. Die meisten (68%)

waren verheiratet oder lebten in einer festen Partnerschaft; 33% lebten nicht in einer festen Partnerschaft, davon waren 5% geschieden und weitere 5% verwitwet. Die meisten Patienten hatten Hauptschulabschluss (68%).

Ursachen für die Hirnschädigung waren traumatische Verletzungen (Schädel-Hirn-Trauma, SHT), Subarachnoidalblutungen (SAB), intrazerebrale Blutungen (ICB), Sauerstoffmangel des Gehirns (Hypoxie) und Hirninfarkt (s. Tabelle 2). Fokale Schädigungen waren im CT/MRI bei 33 Patienten (83%) nachweisbar. Die durchschnittliche Zeit seit dem Krankheitsereignis bis zum Eintritt in die Studie betrug 79,05 Tage, wobei der Patient mit Hirninfarkt zusammen mit der Gruppe der Hypoxiker die kürzeste Zeit seit dem Ereignis aufwies, Patienten nach SAB die längste Zeit. Die durchschnittliche Zeit zwischen Aufnahme in die Studie und Entlassuntersuchung betrug 101,85 Tage, wobei eine große Variationsbreite in der Dauer vorlag. Die Gruppe der Patienten mit ICB zeigte dabei die kürzeste Behandlungsdauer; die hypoxischen Patienten zeigten die größte Schwankungsbreite (Hypoxie:  $M = 109$ ,  $SD = 98.19$ ; ICB:  $M = 65.80$ ,  $SD = 30.03$ ; Infarkt:  $M = 98$ ; SAB:  $M = 102$ ,  $SD = 80.79$ ; SHT:  $M = 109.2$ ,  $SD = 56.66$ ).

Frontale Schädigungen kamen am häufigsten vor, gefolgt von temporalen und occipitalen Läsionen (s. Tabelle 3). Bifrontale Schädigungen lagen sogar bei 40% der Patienten vor. Thalamusläsionen waren bei 25%, Hirnstammschädigungen bei 20% nachweisbar.

Ein großer Anteil der Patienten litt unter schwerwiegenden Komplikationen im Krankheitsverlauf, wie Hydrocephalus, Hirnödem und Mittellinienverlagerung oder sekundärem Hirninfarkt (s. Tabelle 2).

Zum Aufnahmezeitpunkt litten die meisten Patienten unter schweren periphermotorischen Lähmungen; außerdem wurde bei vielen Patienten eine *Critical Illness*

*Polyneuropathie (CIP)* diagnostiziert, eine durch die Hirnschädigung bedingte schwere Beeinträchtigung in der Nervenleitfähigkeit (s. Tabelle 2).

Ein Patient mit SHT verstarb während der Behandlung, 2 weitere mit ICB wurden unerwartet entlassen, sodass bei insgesamt 3 Patienten keine vollständige Abschlussuntersuchung möglich war.

Tabelle 1

*Sozio-demografische Charakteristika der Patientenstichprobe*

Charakteristika	<i>M +/- SD</i>	<i>Range</i>	<i>N</i>
Alter	45.75+/- 17.51	13-77	40
Zeit seit Erkrankung	79.05+/- 32.08	25-167	40
Behandlungsdauer <sup>a</sup>	101.85+/-64.22	23-271	39
Geschlecht			
Männlich			29
Weiblich			11
Schulabschluss			
Hauptschule			27
Mittlere Reife			6
Gymnasium			6
Keine			1

*Anmerkungen.* <sup>a</sup> Behandlungsdauer: Zeit zwischen Aufnahme in Studie und Entlassuntersuchung; verstorbener Patient wurde aus Analyse ausgeschlossen

Tabelle 2

*Klinische Daten der Patienten*

Klinische Variable	<i>N</i>	Zeit seit Erkrankung in Tagen ( <i>M</i> +/- <i>SD</i> )
<b>Ätiologie</b>		
SHT	21 (52%)	69.67 +/- 11.03
ICB	5 (12%)	100.80 +/- 30.61
SAB	8 (20%)	107.13 +/- 27.22
Infarkt	1 (3%)	33
Hypoxie	5 (13%)	61 +/- 40.59
Atrophie	6 (15%)	
Meningitis	3 (8%)	
Mittellinienverlagerung	14 (35%)	
Hydrocephalus	20 (50%)	
Sekundärer Infarkt	15 (38%)	
Hirnödem	23 (58%)	
<b>Lähmungen</b>		
Tetraparese	14 (35%)	
Tetraplegie	13 (32%)	
Hemiparese	1 (3%)	
Hemiplegie	3 (8%)	
CIP	17 (43%)	

*Anmerkungen.* SHT: Schädel-Hirn-Trauma; ICB: intracerebrale Blutung; SAB:

Subarachnoidalblutung; CIP: Critical Illness Polyneuropathie.

Tabelle 3

*Schädigungslokalisation bei der Patientenstichprobe*

Schädigungslokalisation	N
Linkshemisphärisch	
Frontal	23 (58%)
Temporal	14 (35%)
Occipital	9 (23%)
Parietal	4 (10%)
Rechtshemisphärisch	
Frontal	22 (55%)
Temporal	17 (43%)
Occipital	9 (23%)
Parietal	8 (20%)
Bifrontal	16 (40%)
Stammganglien	5 (13%)
Thalamus	10 (25%)
Kleinhirn	4 (10%)
Corpus Callosum	7 (18%)
Hirnstamm	8 (20%)

**Genehmigung der Studie, Einverständnis und Einhaltung ethischer Richtlinien**

Die Studie wurde von der Klinikleitung sowie von dem Sprecher des Ärzteteams, der auch Ethikbeauftragter der neurologischen Frührehabilitationseinrichtung ist, genehmigt (s. Anhang G). Die gesetzlichen Betreuer aller Studienteilnehmer hatten vor Studienbeginn eine

Einverständniserklärung unterschrieben (s. Anhang F). Alle Studienteilnehmer wurden entsprechend der APA-Ethik-Richtlinien behandelt.

### **Beschreibung der angewandten Untersuchungsverfahren**

#### ***Instrument zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB)***

Das Instrument zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB) wurde eigens zur Beantwortung der Fragestellungen dieser Studie entwickelt (s. Anhang A1). Wie oben beschrieben, setzt es sich zusammen aus einer Sammlung systematischer Einzeluntersuchungen spezifischer Wahrnehmungsfunktionen, mittels derer Verhaltensreaktionen unter standardisierten Untersuchungsbedingungen untersucht werden sollen.

Es besteht aus einem Manual mit den *Durchführungsrichtlinien* (s. Anhang A1), dem Untersuchungsprotokoll mit einem Erfassungsbogen der *Untersuchungsbedingungen*, einem *Arousalprotokoll*, einem *Baselinebeobachtungsprotokoll*, einem *Reaktivitätsprotokoll* und einer *Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse* (s. Anhang A2) sowie den *Auswertungsrichtlinien* (s. Anhang A3).

Im Erfassungsbogen der Untersuchungsbedingungen werden zu Beginn Ort und Zeit der Untersuchung, Lagerung des Patienten, der Untersuchung unmittelbar vorausgegangene Maßnahmen und potentiell sedierende/aktiverende Medikamente erfasst. Störfaktoren während der Untersuchung werden nach der Untersuchung eingetragen.

Im Arousalprotokoll wird die Wachheit des Patienten zu Beginn der Untersuchung erfasst. Ist der Patient zu Beginn der Untersuchung nicht wach oder schließt er während der Untersuchung für länger als 60 Sekunden die Augen, so werden standardisierte Weckreize in

der im Protokoll vorgegebenen Weise dargeboten, Reaktionen des Patienten darauf werden dokumentiert. Nach Beendigung der Untersuchung wird die Gesamtdauer der Wachheit während der Untersuchung im letzten Teil des Untersuchungsprotokolls festgehalten. Dabei sollte sich der Untersucher an der Dauer des Augenöffnens orientieren, da dies ein etabliertes Kennzeichen für Arousal darstellt. Falls der Patient aus medizinischen Gründen nicht zum Augenöffnen in der Lage ist oder er dies aus sonstigen Gründen nicht tut, so kann auch die Gesamtzeitspanne, innerhalb derer gezielte Reaktionen beobachtbar waren, zur Beurteilung der Wachheitsdauer herangezogen werden.

Das Baselinebeobachtungsprotokoll dient der Dokumentation von Wachheit und Spontanverhalten des Patienten über einen Zeitraum von fünf Minuten vor Beginn der gezielten Reizsetzung am Anfang der Untersuchung.

Im Reaktivitätsprotokoll werden die Reaktionen des Patienten auf standardisierte Reize aus der visuellen, akustischen und taktilen Modalität sowie im Bereich Kommunikation erfasst. Die Zuordnung der einzelnen Items zu den oben erwähnten Aspen-Kriterien für die Diagnostik von Bewusstseinsstörungen ist in Anhang B zu finden.

Innerhalb jeder Modalität gibt es jeweils zwei Untersuchungsbedingungen, die unterschiedliche Komplexitätsgrade widerspiegeln. In der ersten Bedingung wird erfasst, ob eine Orientierungsreaktion auf einen neuen Reiz erfolgt. In der zweiten Bedingung wird untersucht, ob ein Erkennen also ein Verständnis für die Reizqualität gegeben ist.

Die Reaktionsart ist dabei individuell variierbar, um den Patienten zu ermöglichen, mit ihren besten motorischen Fähigkeiten zu reagieren. So kann zum Beispiel bei tetraplegischen Patienten das Vorhandensein von Kommunikationskompetenz über Lidschluss erfolgen.

Im Reaktivitätsprotokoll ist außerdem die Abfolge von Reizdarbietung und Kontrollbedingung festgelegt sowie die Häufigkeit von Reizen in beiden Bedingungen. In der

Kontrollbedingung wird erfasst, ob der Patient eine Reaktion beziehungsweise ein der Zielreaktion vergleichbares gezieltes Verhalten zeigt, auch wenn kein Reiz dargeboten wurde.

Im Reaktivitätsprotokoll werden alle den MCS-Zustand definierenden Kriterien—wie oben beschrieben—erfasst:

### *1. Auditive Reize*

Die Wahrnehmungs- und Diskriminationsfähigkeit für auditive Reize steht am Beginn der Untersuchung.

#### 1.1. Auditive Orientierungsreaktion (A1):

Eine wichtige Frage ist dabei, ob ein Patient neue akustische Reize in der Umgebung wahrnehmen kann und dies durch eine Orientierungsreaktion in Richtung Reiz signalisiert (zum Beispiel Kopfdrehen, Bulbibewegungen). Die Motivation, sich dem neuen Reiz zuzuwenden, soll gesteigert werden durch Sinnhaftigkeit beziehungsweise emotionalen Charakter des Reizes (Ausrufen des Patientennamens).

#### 1.2. Auditives Verstehen (A2):

Von besonderem Interesse sind außerdem Sprachverarbeitungscompetenzen. Das Befolgen verbaler Aufforderungen ist dabei eine wichtige Methode zur Erfassung von Sprachverständnis (Whyte, DiPasquale & Vaccaro, 1999). Der Nachweis eines Sprachverständnisses bei bewusstseinsgestörten Patienten ist sehr wichtig, da dies ein eindeutiges differentialdiagnostisches Kriterium für das Vorhandensein von Bewusstseinstätigkeit und somit das Vorliegen eines MCS darstellt (Whyte, DiPasquale & Vaccaro, 1999; Giacino & Kalmar, 2005). Im IDB wird diese Fähigkeit erfasst über das Befolgen einfacher verbaler Aufforderungen, die über eine Vielfalt motorischer Reaktionen erfolgen kann.



## 2. Kommunikation (Ko):

Eine im Kontext der Remission von Bewusstseinsstörungen wesentliche Funktion stellen kommunikative Kompetenzen dar. Ist der Patient in der Lage, mit Hilfe eines Kommunikationskanals ein Verständnis für die kommunikative Situation beziehungsweise ein Verständnis für den Inhalt und eine Ausdrucksfähigkeit zu signalisieren? Diese Funktion wird anhand der in der vorausgegangenen Untersuchung des Verständnisses sprachlicher Aufforderungen (1.2.) ermittelten bestmöglichen motorischen Ausdrucksfähigkeit in Reaktion auf bedürfnisbezogene und autobiographische Fragen untersucht. Kommunikation kann demnach über einen Ja-Nein-Code wie zum Beispiel Lidschluss oder Daumen Heben erfolgen.

## 3. Visuelle Reize:

Untersucht wird zum einen, ob sprachunabhängige visuelle Diskriminationsleistungen vorhanden sind. Das Funktionieren des visuellen Systems ist bei der Diagnostik dieser Patienten von erheblicher Bedeutung, vor allem im Hinblick auf eingeschränkte Explorationsmöglichkeiten. Außerdem ist das visuelle System als Informationsaufnahmekanal besonders wichtig (Whyte & DiPasquale, 1995). Voraussetzung für visuelle Exploration ist die Fähigkeit, visuelle Reize in der Umgebung wahrzunehmen.

### 3.1. Basale visuelle Wahrnehmung (V1):

Hier wird untersucht, ob der Patient neue visuelle Reize in seiner Umgebung wahrnimmt. Dies erkennt man zum einen an einer Orientierungsreaktion auf gezielte visuelle Reize (Williams et al., 2000). Ein Indikator für die Orientierungsreaktion sind gezielte Augenbewegungen. Einen weiteren Hinweis auf visuelle Wahrnehmung stellen visuelle Blickfolgebewegungen auf gezielte visuelle Reize in Bezug auf sich im Gesichtsfeld bewegende Objekte dar. Diese werden als eines der ersten sichtbaren

Anzeichen für den Übergang von VS zu MCS angesehen und sind deshalb ein wesentliches Element der Untersuchung. Die hier dargebotenen visuellen Reize wurden von drei erfahrenen Neuropsychologinnen ausgewählt auf der Basis einer starken visuellen Attraktivität der Bilder mit emotionaler Komponente.

### 3.2. Visuelles Erkennen (V2):

Ein eindeutiger Hinweis auf kognitive Verarbeitungsfähigkeit ist das Erkennen von bedeutungshaltigen Bildern. Dies kann sich durch ein adäquates Fixieren von Objekten auf Photos auf verbale Aufforderung hin zeigen. Eine sprachunabhängige Überprüfung dieser Leistung ist bei motorisch schwerst beeinträchtigten Patienten, die zu einem adäquaten Objektgebrauch nicht in der Lage sind, leider nicht möglich. Die hier gezeigten Bilder wurden ebenfalls von den Neuropsychologinnen in Übereinstimmung ausgewählt. Sie repräsentieren gut erkennbare eindeutige Alltagsobjekte.

## 4. Taktile Reize:

Ein weiterer Bestandteil der Untersuchung ist die der taktilen Wahrnehmungsfähigkeit.

### 4.1. Taktile Orientierungsreaktion (T1):

Im ersten Teil wird untersucht, ob der Patient einen neuen taktilen Reiz wahrnimmt und dies zeigt, indem er auf diesen mit motorischen Explorationsbewegungen und Suchbewegungen reagiert. Diese Reaktion, vor allem bei sozialen Reizen/Körperkontakt wird in frühen Aufwachphasen nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen sehr häufig beobachtet bei Patienten, die zum einen über eine Wahrnehmung der Reizung und zum anderen über ein entsprechendes motorisches Reaktionsvermögen verfügen.

### 4.2. Taktile Objekterkennung (T2):

Im zweiten Teil wird untersucht, ob der Patient durch eine adäquate Objekthandhabung zeigt, dass er den dargebotenen Reiz erkennt, zum Beispiel indem er einen Stift adäquat ergreift und Ansätze von Schreibbewegungen zeigt. Korrekte, lesbare Schrift ist für das Erzielen einer korrekten Reaktion nicht erforderlich. Diese Bedingung wird nicht dargeboten bei schwerer Spastik, Unfähigkeit, einen Stift zu halten, oder wenn der Patient bis zu diesem Zeitpunkt keinerlei Motorik gezeigt hat.

Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse werden die Rohwerte zusammengefasst, anhand der Richtlinien zur Konvertierung von Rohwerten zu Profilwerten abgebildet und übersichtlich dargestellt. Außerdem werden basale und komplexe Reaktivitätswerte berechnet (s. Anhang A2).

In den Auswertungsrichtlinien (s. Anhang A3) wird das Vorgehen bei der Beurteilung der Bewusstseinslage basierend auf den Untersuchungsergebnissen definiert. Die Zuordnung der diagnostischen Kategorie, basierend auf der Kombination von basalem und komplexem Reaktivitätswert und Arousalwert, erfolgte anhand der Aspen-Richtlinien für die Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten.

Neben dem IDB wurden folgende Untersuchungsverfahren herangezogen.

### ***Coma Remission Scale-Revised (CRS-R)***

Diese Skala, die oben schon näher beschrieben worden ist, dient als weiteres Instrument zur Differentialdiagnostik der Bewusstseinsstörung (s. Anhang D). Sie erfasst die Reaktionsfähigkeit bewusstseinsgestörter Patienten anhand von Items, die sich auf das allgemeine Aktivierungsniveau eines Patienten beziehen, und anhand modalitätsspezifischer Items (auditive, visuelle, motorische, oromotorische und kommunikative). Je höher der Gesamtsummenwert ist, der zwischen 0 und 23 liegen kann, desto besser ist die

Bewusstseinslage des Patienten. Zusätzlich lassen die Subscores bei ausgewählten kritischen Items Rückschlüsse auf das Vorliegen eines MCS vor. Die Anwendung der CRS-R zusammen mit dem IDB sollte der Ermittlung der Kriteriengültigkeit des IDB dienen. Die Skala wurde ausgewählt, da sie in der Literatur von vielen Autoren als eines der bestgeeigneten und sensibelsten Verfahren zur Diagnostik von Bewusstseinsstörungen beurteilt wird (Kalmar & Giacino, 2005; Koren et al., 2002).

### *Disability Rating Scale (DRS)*

Ergänzt wurde die Differentialdiagnostik der Bewusstseinsstörung durch die ebenfalls oben schon beschriebene Disability Rating Scale (DRS) (siehe Anhang C). Sie wurde entwickelt, um Patienten im gesamten Verlauf nach Schädel-Hirn-Verletzungen in ihrem Funktionsniveau zu erfassen. Die ersten Items sind der Glasgow Coma Scale angelehnt und erfassen Wachheit und Reaktionsfähigkeit der Patienten. Weitere Items geben Hinweise auf kognitive Fähigkeiten in alltäglichen Funktionen sowie tatsächliche funktionelle Fähigkeiten. Je höher der Summenwert ist (0-30), desto schlechter ist das Funktionsniveau des Patienten. Anhand des Summenwertes können Patienten einer Disability-Kategorie, von keine Behinderung bis Tod, zugeordnet werden (Rappaport, 2005). Die Skala wurde für die Beantwortung der Fragestellungen dieser Studie ausgewählt, um das Niveau funktioneller Beeinträchtigungen der Patienten zu erfassen. Sie ist das in der Outcome-Forschung bei schädel-hirn-verletzten Patienten meist verwendete Verfahren und hat sich als valides, reliables, ökonomisches und im Vergleich zur Glasgow Coma Scale (GCS) sensibleres Verfahren erwiesen (Wright, 2000). Allerdings ist sie nicht ausreichend sensibel zur Erfassung minimaler Funktionen, die Rückschlüsse auf vorhandene kognitive Kompetenzen zulassen.

## **Durchführung**

Alle Patienten, die die Aufnahmekriterien für die Studie erfüllten, wurden zum Aufnahmezeitpunkt und ein bis zwei Wochen vor Entlassung aus der frührehabilitativen Einrichtung untersucht.

Zu Beginn wurden allgemeine Patientendaten (Geschlecht, Alter, Zeit seit Ereignis, Ätiologie, Lokalisation, Lähmungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates) mit einem strukturierten Erhebungsbogen erfasst (s. Anhang E: Demographische Daten und Schweregrad). Außerdem wurden medikamentöse Interventionen durch potentiell stimulierende Pharmaka (zum Beispiel Methylphenidat, dopaminerge Substanzen, Antidepressiva) im Untersuchungsprotokoll dokumentiert. Lokalisationsbezogene Daten, Diagnosen und Komplikationen im Verlauf wurden von einem Neurologen des Fachkrankenhauses auf einem vorstrukturierten Erhebungsbogen durch Sichtung der neuroradiologischen Befunde, Patientenberichte sowie der zum Aufnahmezeitpunkt in die Studie aktuellsten CT- und MRI-Befunde dokumentiert (s. Anhang E). Bei dieser Auswertung der neuroradiologischen Befunde wurde analysiert, ob ein Patient eine Läsion in einem bestimmten Areal hat. Die Größe der Schädigung wurde dabei nicht berücksichtigt.

Zu beiden Untersuchungszeitpunkten wurden IDB (jeweils an zwei verschiedenen Tagen), CRS-R und die DRS innerhalb eines Zeitraums von sieben Tagen erhoben.

### ***Durchführung einer Einzeluntersuchung mit dem IDB***

Bei jeder Untersuchung wurden optimale Bedingungen für eine bestmögliche Reaktionsfähigkeit des Patienten geschaffen. Die Untersuchungen fanden in einem störungsfreien Raum statt. Der Patient wurde mobilisiert in der für ihn optimalen Position zur Erzeugung und Aufrechterhaltung von Arousal (zum Beispiel Rollstuhl oder Pilotsitz in

Bett). Die Tageszeit für die Untersuchung orientierte sich ebenfalls an den aus dem klinischen Alltag in Bezug auf Wachheit beobachtbaren optimalen Zeiten für die einzelnen Patienten.

*Baselinebeobachtung und Arousalprotokoll:* Zu Beginn jeder Untersuchung wurde überprüft, ob der Patient schon wach ist. War dies der Fall, so wurde die fünfminütige Baselinebeobachtung durchgeführt. Zeigte der Patient kein spontanes Augenöffnen, so wurde zuerst das Arousalprotokoll durchgeführt, bis der Patient Wachheit zeigte durch Augenöffnen oder ein anderes eindeutig auf Wachheit hindeutendes Verhalten (zum Beispiel gezielte Bewegungen). Zeigte der Patient keine Wachheitsreaktionen, so wurde die Untersuchung trotzdem durchgeführt. Bei der Untersuchung der visuellen Funktionen wurden in diesem Fall ausschließlich Orientierungsreaktionen auf visuelle Reize bei manuellem Augenöffnen erfasst. Auch Objekthandhabung (T2) wurde nicht erfasst, falls bis dahin keine erkennbare Wachheit nachweisbar war. Zeigte der Patient während der Untersuchung eine nachlassende Wachheit, erkennbar an Augenschließen oder Unterbindung vorher gezeigten Verhaltens, wurde das Arousalprotokoll erneut durchgeführt. Die Häufigkeit von Untersuchungsunterbrechungen durch reduziertes Arousal wurde im Arousalprotokoll dokumentiert.

*Untersuchungsprotokoll:* Die Durchführung der Untersuchung erfolgte anhand des Untersuchungsprotokolls entsprechend der im Protokoll definierten Durchführungsrichtlinien (siehe Anhang A1). Auf die Darbietung der Reize in der im Protokoll vorgegebenen Abfolge erfolgte die Beobachtung und Dokumentation der Reaktionen des Patienten anhand des Reaktivitätsprotokolls. Nach Darbietung eines jeden Reizes beziehungsweise einer Aufforderung wurde über einen definierten Zeitraum das Reaktionsverhalten des Patienten beobachtet. Die zuerst beobachtete gezielte Reaktion wurde als solche dokumentiert. Zeigte der Patient keine Reaktion, so wurde dies ebenfalls in der entsprechenden Spalte

dokumentiert. Reagierte der Patient mit einem nicht im Protokoll vorgesehenen Verhalten, zum Beispiel Schreien, Schwitzen, so wurde dieses Verhalten in der Spalte „andere Reaktion“ dokumentiert. Vor und nach der Darbietung der einzelnen Reize (Experimentalbedingung) wurde das Spontanverhalten des Patienten ohne Reizdarbietung (Kontrollbedingung) beobachtet. Die weiteren Reizdarbietungen beziehungsweise Kontrollbeobachtungen erfolgten entsprechend der Durchführungsrichtlinien.

### ***Durchführung einer Untersuchungsreihe***

Alle Patienten wurden zu jedem Untersuchungszeitpunkt (Aufnahme und Entlassung) zweimal mit dem IDB untersucht. Die Untersuchungen fanden an unterschiedlichen Tagen innerhalb einer Woche statt. Die jeweils erste IDB-Untersuchung (IDB 1) wurde von Untersucher A allein durchgeführt, die jeweils zweite IDB-Untersuchung (IDB 2A und IDB 2B) einer Untersuchungsreihe von zwei Untersuchern, beides in der Frührehabilitationseinrichtung beschäftigte und mit dem Untersuchungsverfahren vertraute Neuropsychologen. Dabei führte Untersucher A die Untersuchung durch und erfasste die Reaktionen des Patienten im Untersuchungsprotokoll. Untersucher B beobachtete die Reaktionen des Patienten ebenfalls und dokumentierte seine Reaktionen unabhängig von Untersucher A auf einem zweiten Untersuchungsprotokoll. Diese Daten dienen der Ermittlung der Interrater-Reliabilität.

Die Messwiederholung, das heißt die Durchführung des IDB durch Untersucher A an zwei verschiedenen Tagen, diente der Erfassung der Test-Retest-Reliabilität. Die IDB-Untersuchungen zum Entlasszeitpunkt wurden diesem Vorgehen entsprechend durchgeführt und gekennzeichnet (IDB 3, IDB 4A, IDB 4B). Zwischen diesen beiden Untersuchungen wurde zu jedem Untersuchungszeitpunkt die CRS-R von Untersucher A entsprechend der

CRS-R-Richtlinien durchgeführt. Die DRS wurde am gleichen Tag wie die CRS-R von Untersucher A unter Hinzuziehung der klinischen Einschätzungen des Behandlungsteams erhoben. Zum Entlasszeitpunkt wurde bei denjenigen Patienten, bei denen in Alltag und Therapie Bewusstseinstätigkeit durch Sprache und funktionelle Selbständigkeit eindeutig nachweisbar waren auf eine Durchführung von IDB und CRS-R verzichtet, da diese Instrumente nur zur Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten konzipiert sind. Diese Entscheidung erfolgte in Rücksprache mit der behandelnden Neuropsychologin anhand eines definierten Kriterienkatalogs. Diese Patienten wurden nur anhand der DRS beurteilt, ansonsten wurde ihnen die Diagnose „bewusst“ zugeteilt.

### ***Auswertung einer IDB-Untersuchung***

Bei der Auswertung einer Untersuchung eines Patienten mit dem IDB wurde ein Arousal score und ein Reaktivitätsscore berechnet.

Der Arousalroh wert setzt sich zusammen aus einem Wert, der die Erweckbarkeit des Patienten widerspiegelt, und einem Wert, der sich auf die Wachheitsdauer während der Untersuchung bezieht (s. Anhang A 2). Die Rohwerte wurden zu Profilwerten konvertiert (s. Anhang A 3). Der niedrigste Arousal-Profilwert (1) bedeutet kein Arousal während der gesamten Untersuchung, der höchste Wert (4) bedeutet Wachheit ohne Stimulationsbedarf während der gesamten Untersuchung.

Bei jedem IDB-Untertest wurden zunächst die Rohwerte berechnet, indem jeder gezielten Reaktion unter Stimulationsbedingung ein Wert von 1 zugeteilt wurde und diese Werte dann aufsummiert wurden. Im nächsten Schritt wurden die Rohwerte zu Profilwerten konvertiert, orientiert an den Aspen-Richtlinien zur Differentialdiagnostik bewusstseinsgestörter Patienten. Der Anzahl gezielter Reaktionen (Rohwert) entsprechend



wurde ein Wert von 1 (keine gezielte Reaktion) bis 4 (konstant gezielte Reaktion) zugeteilt (s. Anhang A 3). In der Aufgabenbedingung „Kommunikation“ wurde die Antwort auf die Frage nach den aktuellen Bedürfnissen („Möchten Sie weitermachen?“) dann als gezielte, also richtige Reaktion gewertet, wenn die Reaktionen einander entgegengesetzt waren, das heißt wenn zum Beispiel auf die erste Frage ein Lidschluss folgte (Lidschluss = ja) und auf die Gegenfrage ein weites Augen öffnen (Augen öffnen = nein). In diesem Fall wurde beiden Fragen ein Rohwert von 1 zugeteilt. Wurden beide Fragen mit „ja“ beantwortet, so wurde einer Frage ein Rohwert von 1, der anderen ein Wert von 0 zugeteilt.

Der Reaktivitätswert beschreibt die Tendenz, eine richtige Antwort (=1) zu geben, unter Stimulusbedingungen.

Anhand der Ergebnisse der IDB-Untersuchung kann für jeden Patienten ein individuelles Reaktionsprofil der erbrachten Leistungen dargestellt werden. Dies ist entweder in Tabellenform (s. Tabelle 4 und 5) oder als graphische Darstellung (s. Abbildung 1) möglich.

Tabelle 4

*Beispiel: Ergebnis eines VS-Patienten in IDB 1*

	Rohwert (0-6)	Reaktivitätswert/Profilwert (1-4)
Arousal	3	2
Auditiv		
Basal (A1)	0	1
Komplex (A2)	0	1
Visuell		
Basal (V1)	0	1
Komplex (V2)	0	1
Taktil		
Basal (T1)	0	1
Komplex (T2)	0	1
Kommunikation (K)	0	1
BASALER REAKTIVITÄTSSCORE	0	3
KOMPLEXER REAKTIVITÄTSSCORE	0	4
SUMME REAKTIVITÄTSSCORE	0	7
SUMMENWERT	3	9

Tabelle 5

*Beispiel: Ergebnis eines MCS-Patienten in IDB 1*

	Rohwert (0-6)	Reaktivitätswert/Profilwert (1-4)
Arousal	6	4
Auditiv		
Basal (A1)	3	3
Komplex (A2)	2	3
Visuell		
Basal (V1)	4	3
Komplex (V2)	2	3
Taktil		
Basal (T1)	0	1
Komplex (T2)	0	1
Kommunikation (K)	0	1
BASALER REAKTIVITÄTSSCORE	7	7
KOMPLEXER REAKTIVITÄTSSCORE	4	8
SUMME REAKTIVITÄTSSCORE	11	15
SUMMENWERT	17	19

Auf eine kognitiv moderierte Leistung kann nur dann geschlossen werden, wenn die Frequenz, mit der ein Patient ein bestimmtes Verhalten in der Stimulationsbedingung zeigt, deutlich höher ist als unter der Kontrollbedingung (Giacino & Kalmar, 2000; Whyte et al., 1999). Deshalb wurden die Häufigkeiten gezielter Reaktionen zwischen der Stimulations- und der Kontrollbedingung verglichen. Hierzu wurde ein Differenzwert berechnet (s. Tabelle 6).

Eine Reaktionstendenz spiegelt die Reaktionshäufigkeit wider, das heißt die Häufigkeit einer gezielten Reaktion, unabhängig von der Richtigkeit der Antwort (Ja-Rate). Patienten mit einer hohen Reaktionstendenz zeigen gezielte Reaktionen häufig, allerdings nicht nur unter Stimulationsbedingungen, sondern auch unter Kontrollbedingungen (s. Tabelle 6).

So zeigt zum Beispiel ein Lidschluss, der insgesamt 12x auftrat, sowohl in 6 Experimental- als auch in 6 Kontrollbedingungen, eine starke Lidschlusstendenz, die keine Rückschlüsse auf ein Verstehen der Aufforderung zulässt. Der Differenzwert wird deshalb in die Auswertung der Bewusstseinslage mit einbezogen (s. Anhang A 3).

Tabelle 6

*IDB-Reaktionsprofil eines Patienten mit hoher Reaktionstendenz bei Kommunikation in IDB 3*

	Anzahl gezielter Reaktionen unter Stimulationsbedingung (0-6)	Anzahl gezielter Reaktionen unter Kontrollbedingung (0-6)	Differenz- wert $di$
Auditiv			
Basal (A1)	1	0	1
Komplex (A2)	2	0	2
Visuell			
Basal (V1)	6	0	6
Komplex (V2)	2	0	2
Taktil			
Basal (T1)	0	0	0
Komplex (T2)	0	0	0
Kommunikation (K)	4	6	-2
Summe	15	6	9

***Rückschlüsse auf kognitive Prozesse***

Kriterien für eine Einstufung der Bewusstseinslage des Patienten anhand der IDB-Ergebnisse sind unter den Auswertungsrichtlinien (s. Anhang A 3) definiert. Dabei werden sowohl der Arousal score als auch der basale und der komplexe Reaktivitätswert berücksichtigt. Der Gesamtsummenwert lässt zwar eine Grobeinstufung der Reaktionsfähigkeit zu, ist jedoch nicht ausreichend für eine adäquate differentialdiagnostische Einstufung. Eine differenzierte Beurteilung ist nur anhand des Gesamtprofils von Arousal score sowie basalen und komplexen Profilwerten möglich.

Die Einstufungskriterien orientierten sich dabei an den oben erwähnten Definitionen und diagnostischen Aspen-Kriterien (Giacino & Kalmar, 2005):

- VS: keine reproduzierbaren gezielten Reaktionen auf Reize
- MCS: reproduzierbare, aber inkonstante gezielte Reaktionen auf Reize in mindestens einem Wahrnehmungsbereich
- Bewusst: konstant Verständnis nachweisbar (sicherster Nachweis: Kommunikation und funktioneller Objektgebrauch)

In dieser Studie erfolgte eine Erweiterung der diagnostischen Kriterien, um den im Consensus-Statement genannten Aspekten der Berücksichtigung der Komplexität der gezeigten Reaktionen und dem mehrfach beschriebenen Kontinuum zwischen den Zuständen gerecht zu werden (Giacino & Kalmar, 2005). Der Diagnose MCS wurde ein +, - oder kein zusätzliches Zeichen hinzugefügt, in Abhängigkeit davon, ob Reaktionen nur auf basalem Niveau nachweisbar waren oder ob auch ein Verständnis der Reizqualität beziehungsweise der Aufgabenstellung, also eine richtige Reaktion auf komplexerem Niveau nachweisbar war:

**MCS-:** Orientierungsreaktionen inkonstant ohne Hinweise auf Verständnis

**MCS:** Orientierungsreaktionen mit vereinzelt Hinweisen, aber keinem sicheren Nachweis von Verständnis

**MCS+:** Orientierungsreaktionen mit inkonstant nachweisbarem Verständnis

Außerdem wurde eine weitere Untergruppe hinzugefügt, um Patienten im VS, die keinerlei gezielte Reaktionen zeigen, von solchen zu unterscheiden, die vereinzelt nicht reproduzierbare gezielte Reaktionen und somit Hinweise auf punktuelle Reizwahrnehmung zeigen:

**VS/schwere Arousalstörung:** Patient ist nicht oder nur kurzzeitig erweckbar; gezielte Reaktionen auf Reize nicht nachweisbar

**VS:** Grundaktivierung im Sinne von unspezifischem Arousal ist gegeben; gezielte Reaktionen auf Reize nicht nachweisbar

**VS/Hinweise auf Wahrnehmung:** gezielte Reaktionen auf Reize sind punktuell beobachtbar, aber nicht reproduzierbar

Der basale Reaktivitätsscore lässt anhand des Auftretens von Orientierungsreaktionen (Basale visuelle Wahrnehmung [V1]), auditive Orientierungsreaktion [A1], taktile Orientierungsreaktion [T1]) Rückschlüsse auf eine basale Reizdiskriminationsleistung zu. Ein Nachweis komplexerer assoziativer Prozesse im Sinne von Verstehen/Erkennen wird durch den komplexen Reaktivitätswert wiedergespiegelt, der sich aus den Profilwerten der Bereiche Visuelles Erkennen (V2), Auditives Verstehen (A2) und Taktile Objekterkennung (T2) und reproduzierbare Kommunikation (K) ableitet.

Ein VS liegt dann vor, wenn in keiner Modalität ein Verständnis für dargebotene Inhalte oder gezielte Reaktionen in den basalen Wahrnehmungssystemen nachgewiesen werden konnte, der Patient aber wach beziehungsweise erweckbar ist. Sind in mindestens einer Modalität Orientierungsreaktionen auf neue Reize einmalig nachweisbar, so liegen Hinweise

auf eine basale Reizdiskriminationsfähigkeit vor. Dies lässt jedoch laut Definition der Bewusstseinszustände keinen sicheren Rückschluss auf Bewusstseinstätigkeit zu. Somit wäre also ein Patient, der ausschließlich einmalig auftretende Orientierungsreaktionen zeigt, als VS zu diagnostizieren.

Ein minimal bewusster Zustand im Anfangsstadium (MCS-) liegt vor, wenn in mindestens einer Modalität (V1, A1 oder T1) gezielte Reaktionen reproduzierbar oder konstant erfolgen (PW 3 oder 4) und es keine Hinweise auf ein Verständnis des semantischen Gehalts gibt. Gibt es zusätzlich Hinweise auf ein Verständnis des Reizeinhalts, was sich in einem Profilwert von 2 in mindestens einem der komplexen Wahrnehmungsbereiche Kommunikation (K), Auditives Verstehen (A2) oder Taktile Objekterkennung (T2) widerspiegelt, so ist der Patient als MCS einzustufen. Bei einem Profilwert von 3 in einem komplexen Wahrnehmungsbereich (K, A2 oder T2) liegt ein sicheres Verständnis vor, jedoch noch inkonstant und nicht sicher in allen Modalitäten. Somit ist das Endstadium des MCS (MCS+) erreicht.

Um als bewusst eingestuft zu werden, muss der Patient einen Wert von 4 in mindestens einem komplexen Wahrnehmungsbereich erzielen. Damit könnte auch ein Patient, der aufgrund einer schweren Parese trotz erhaltenen Bewusstseins keine Punkte im Bereich der taktilen Wahrnehmung erzielen kann, wie zum Beispiel ein Locked-In-Patient, die zum Erreichen des höchsten Niveaus notwendige Punktzahl erreichen.

In allen Fällen müssen sich die Profilwerte unter Stimulationsbedingung und Kontrollbedingung entsprechend der Auswertungsrichtlinien (s. Anhang A 3) unterscheiden.

Zusätzlich zur Gesamtdiagnose können Aussagen über spezifische Aspekte der Bewusstseinstätigkeit gemacht werden. In allen Zuständen gestörter Bewusstseinstätigkeit kann das Arousal gestört sein; dies liegt dann vor, wenn die Phasen, in denen die Augen geöffnet sind, sehr kurz sind und/oder wiederholter Stimulationsbedarf besteht. Durch die

Ermittlung des Arousalcores kann die Bedeutung der Arousalstörung im Hinblick auf die Störung kognitiver Prozesse erfasst werden.

Außerdem können Informationsverarbeitungsprozesse im visuellen, auditiven und taktilen System unabhängig voneinander anhand der Reaktivitätswerte innerhalb der Modalitäten auf basalem und komplexem Niveau analysiert werden.

### ***Datenauswertung***

Alle erfassten Daten wurden in eine WinStat Excel-Datenbank aufgenommen. Zunächst wurden die Dispersionsmaße für die angewandten Untersuchungsverfahren berechnet. Dann wurden die durchschnittlichen Summenwerte der DRS, der CRS-R und des IDB 1 zur Ermittlung des initialen Schweregrades der Schädigung bestimmt. Beim IDB wurden außerdem die durchschnittlichen basalen und komplexen Reaktivitätswerte berechnet. Die Signifikanz der Unterschiede unter der Stimulus- und der Kontrollbedingung wurde mittels Wilcoxon-Test bestimmt.

Zur Ermittlung der Kriterienvalidität wurde die Korrelation zwischen IDB, CRS-R und DRS anhand von Spearman-Korrelationsanalysen zu beiden Erhebungszeitpunkten durchgeführt.

Zur Überprüfung der Frage, ob das IDB ein im Vergleich zu etablierten Skalen sensibleres Instrument zur Erkennung vorhandener kognitiver Funktionen ist, wurde die Einstufung der Bewusstseinslage (VS/MCS/Bewusst) anhand der Testergebnisse des IDB, CRS-R und DRS verglichen. Die Einstufung der Bewusstseinslage erfolgte dabei anhand der Richtlinien des jeweiligen Untersuchungsinstruments. Die Häufigkeiten der Übereinstimmungen bezüglich der diagnostischen Einstufung der Bewusstseinslage, basierend auf den CRS-R und IDB-Untersuchungen, wurden berechnet und mittels Chi-Square-Analysen auf Signifikanz geprüft. Außerdem wurde berechnet, wie viele Patienten,



die anhand der CRS-R und DRS als komatös oder im VS eingestuft wurden, durch das IDB als MCS klassifiziert wurden.

Spearman-Korrelationskoeffizienten und Wilcoxon-Analysen wurden durchgeführt, um die Übereinstimmung der Ergebnisse in Bezug auf die IDB-Summenwerte der beiden unabhängigen Untersucher zu beiden Untersuchungszeitpunkten zu bestimmen (Interrater-Reliabilität). Außerdem wurde die Übereinstimmung der beiden Untersucher in Bezug auf die Subskalen untersucht. Hierzu wurde zunächst die Verteilung der IDB-Subskalenwerte ermittelt. Aus diesen Daten wurden dichotome Werte abgeleitet, die Aufschluss darüber geben, ob ein Beurteiler den Patienten als VS oder MCS einstuft (0: kein Nachweis von Bewusstseinstätigkeit; 1: inkonstant oder konstant Nachweis von Bewusstseinstätigkeit). Wilcoxon- und McNemar-Test wurden für jede Subskala durchgeführt, um festzustellen, inwiefern beide Beurteiler darüber übereinstimmen, dass das demonstrierte Verhalten des Patienten indikativ für fehlende Bewusstseinstätigkeit oder nachweisbare Bewusstseinstätigkeit ist. Zum Nachweis der Übereinstimmung der beiden Untersucher bezüglich der dichotomen Einstufung, ob Bewusstseinstätigkeit nachweisbar ist (MCS oder bewusst) oder nicht (Koma, VS oder verstorben), wurden die Übereinstimmungen zu beiden Untersuchungszeitpunkten mittels  $\kappa$ -Koeffizienten analysiert.

Die Test-Retest-Reliabilität wurde untersucht, indem die IDB-Werte von Untersucher A von Tag 1 mit seinen Werten von Tag 2 zu jeweils beiden Untersuchungszeitpunkten, Aufnahme und Entlassung, mit Spearman Rank-Analysen analysiert wurden. Damit wurden die Konstanz der Beurteilungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten beziehungsweise Fluktuationen im Zustand des Patienten erfasst. Außerdem wurden die Beurteilungen von Rater B von Tag 1 mit den Beurteilungen von Rater A an Tag 2 mittels Chi-Square-Analysen verglichen. In dieser Auswertung werden sowohl Beurteilungsabweichungen als auch

Patientenfluktuationen erfasst. Außerdem wurde die Stabilität der diagnostischen Einstufung eines Untersuchers von Tag 1 zu Tag 2 überprüft mittels Chi-Square-Analysen.

Die interne Konsistenz des IDB wurde überprüft, indem Interkorrelationen zwischen dem IDB 1-Summenwert und den Subskalenwerten berechnet wurden.

Zur Ermittlung des Schweregrades der Beeinträchtigung zum Entlasszeitpunkt, also des Outcomes, wurden bei allen drei angewandten Messverfahren (DRS, IDB und CRS-R) die Durchschnittswerte aus der Entlassuntersuchung berechnet. Hierbei wurde die IDB 3 herangezogen. Außerdem wurden die Häufigkeiten der Bewusstseinsstufungen ausgewertet. Zur Erfassung der Abhängigkeit des Behandlungsergebnisses von klinischen und demographischen Faktoren wurde zunächst die Anzahl der Patienten mit den unterschiedlichen Krankheitsursachen in den verschiedenen IDB 3-Outcomekategorien „Koma, VS, MCS, Bewusst, Verstorben“ bestimmt und mittels Chi-Square-Tests auf systematische Unterschiede hin analysiert. Um herauszufinden, bei wie vielen Patienten zum Entlasszeitpunkt Bewusstseinstätigkeit nachweisbar war, wurden außerdem die Kategorien Koma und VS zu der Gruppe *Bewusstseinstätigkeit nicht nachweisbar* und MCS und Bewusst zu der Gruppe *Bewusstseinstätigkeit nachweisbar* zusammengefasst und mittels Chi-Square-Verfahren und Mann Whitney U-Tests analysiert. Diese Auswertung entspricht derjenigen in bisherigen Outcomestudien (Levin et al., 1991). Vergleiche der beiden Gruppen wurden durchgeführt bezüglich der erfassten klinischen und demographischen Variablen. Außerdem wurde die Zusammenfassung der Bewusstseinslage bei Entlassung, die auf der IDB 3-Einschätzung beruht, analysiert im Hinblick auf die Bewusstseinslage zum Aufnahmezeitpunkt in die Studie. Zur Erfassung des Gesamtergebnisses wurde der DRS-Wert bei Entlassung herangezogen, da die DRS sich schon in vielen Studien als geeignetes und valides Instrument zur Erfassung des Outcomes nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen erwiesen hat. Das Verhältnis zwischen kontinuierlichen Variablen und DRS wurde mit

Spearman-Korrelationen berechnet, das zwischen kategorischen Variablen und Outcome mit Chi-Square-Analysen.

## **ERGEBNISSE**

### **Hauptanalysen**

#### *Dispersionsmaße der angewandten Verfahren*

Tabelle 7 zeigt die Dispersionsmaße der drei angewandten Skalen zu beiden Untersuchungszeitpunkten. Zum Aufnahmezeitpunkt ist von den drei Skalen die CRS-R am asymmetrischsten, bei der DRS ist die Verteilung am symmetrischsten. Zum Entlasszeitpunkt zeigt die Verteilung der CRS-R-Werte die größte Asymmetrie, die Verteilung der IDB-Werte die geringste. Bei IDB und CRS-R zeigt sich zu beiden Zeitpunkten eine rechtsgipflige Verteilung, bei der DRS vor allem zum Entlasszeitpunkt eine linksgipflige.

Tabelle 7

*Dispersionsmaße für angewandte Untersuchungsverfahren*

Maß	IDB 1	CRS-R-A	DRS-A	IDB 3	CRS-R-E	DRS-E
<i>N</i>	40	40	40	31 <sup>a</sup>	31 <sup>b</sup>	39 <sup>c</sup>
<i>Mean</i>	14.63	8.05	22.98	16.61	10.44	20.46
<i>Median</i>	14	7	23	16	9.5	21
<i>STD</i>	4.79	3.94	2.40	4.95	5.63	4.08
<i>Minimum</i>	8	2	16	8	2	10
<i>Maximum</i>	29	22	29	31	23	26
<i>Skewness</i>	.70	1.32	-.10	.50	.93	-.71
<i>Kurtosis</i>	.60	2.61	1.04	.86	.41	-.01

*Anmerkungen.* <sup>a</sup> Ausschluss von sechs Patienten, die eindeutig bewusst, zwei Patienten, die vorzeitig entlassen und einem verstorbenen Patienten. <sup>b</sup> Ausschluss von sechs Patienten, die eindeutig bewusst, einem Patienten, der vorzeitig entlassen und einem verstorbenen Patienten. <sup>c</sup> Ausschluss von einem verstorbenen Patienten.

***Unterschiede in Reaktivität zwischen Stimulus- und Kontrollbedingung***

Bei der ersten IDB-Untersuchung (IDB 1) zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Anzahl der Reaktionen der Patienten unter der Stimulus- und der Kontrollbedingung (s. Tabelle 8). Nur im Bereich Taktile 2 war der Unterschied nicht signifikant, was durch die geringe Anzahl der Reaktionen unter der Stimulusbedingung zu erklären ist. Im Bereich Kommunikation zeigte sich die höchste Anzahl gerichteter

Reaktionen unter der Kontrollbedingung, was auf eine perseverative Reaktionstendenz bei einigen Patienten hindeutet.

Tabelle 8

*Reaktivität unter Stimulus- und Kontrollbedingung in IDB 1 (Rohwerte)*

Variable	Anzahl gerichteter Reaktionen		$Z^a$	$P$
	Stimulusbedingung ( $M\pm STD$ )	Kontrollbedingung ( $M\pm STD$ )		
Auditiv 1 (A1)	0.85 $\pm$ 0.41	0.05 $\pm$ 0.07	-3.52	<.01
Auditiv 2 (A2)	1.05 $\pm$ 0.43	0.25 $\pm$ 0.17	-3.72	<.01
Visuell 1 (V1)	1.95 $\pm$ 0.75	0 $\pm$ 0	-4.01	<.01
Visuell 2 (V2)	0.75 $\pm$ 0.43	0 $\pm$ 0	-3.06	<.01
Taktil 1 (T1)	0.98 $\pm$ 0.52	0.15 $\pm$ 0.22	-3.08	<.01
Taktil 2 (T2)	0.48 $\pm$ 0.48	0 $\pm$ 0	-1.83	.07
Kommunikation (K)	1.3 $\pm$ 0.58	0.65 $\pm$ 0.49	-2.41	.02

Anmerkungen. <sup>a</sup> Wilcoxon Test.

***Kriterienvalidität***

Zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Studie sowie zum Zeitpunkt der Entlassung zeigte sich eine hoch signifikante Korrelation zwischen den Summenwerten von IDB 1, CRS-R und DRS (s. Tabellen 9 und 10). Dabei waren die Korrelationen zwischen IDB und CRS-R zum Aufnahmezeitpunkt höher als zum Entlasszeitpunkt.

Tabelle 9

*Korrelation zwischen IDB, CRS-R und DRS bei Aufnahme (N=40)*

Verfahren	IDB	CRS-R	DRS
IDB	1.00	0.71**	-0.69**
CRS-R		1.00	-0.78**
DRS			1.00

*Anmerkungen.*  $\alpha = .01$ .

Tabelle 10

*Korrelation zwischen IDB, CRS-R und DRS bei Entlassung*

Verfahren	IDB	CRS-R	DRS
IDB	1.00	0.58** (N=30)	-0.56** (N=31)
CRS-R		1.00	-0.73** (N=32)
DRS			1.00

*Anmerkungen.*  $\alpha = .01$ .***Sensibilität***

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den diagnostischen Einstufungen, basierend auf den CRS-R- und IDB-Werten zu beiden Untersuchungszeitpunkten (Aufnahme:  $\chi^2_{(39, N=40)} = 11.01, p = .99$ ; Entlassung:  $\chi^2_{(31, N=32)} = 3.67, p = 1$ ). Die Häufigkeit der Übereinstimmung der CRS-R- und der IDB-basierten Einstufung der Bewusstseinslage zum Aufnahmezeitpunkt ist in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11

*Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und IDB-basierter Diagnose bei Aufnahme**(N=40)*

		IDB 1				
		Koma	VS	MCS	Bewusst	Gesamt
CRS-R	Koma	0	0	0	0	0
	VS	3	8	6	0	17
	MCS	1	2	18	1	22
	MCS+	0	0	0	1	1
	Gesamt	4	10	24	2	40

Tabelle 12

*Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und IDB-basierter Diagnose zum**Entlasszeitpunkt (N=32)*

		IDB 3				
		Koma	VS	MCS	Bewusst	Gesamt
CRS-R	Koma	0	0	0	0	0
	VS	1	1	4	0	6
	MCS	0	2	20	0	22
	MCS+	0	0	1	3	4
	Gesamt	1	3	25	3	32

Von 40 Patienten wurden von beiden Skalen zum Aufnahmezeitpunkt 18 Patienten als MCS eingestuft, 8 als VS. Die Übereinstimmungsrate beträgt somit 65%. Zum Aufnahmezeitpunkt wurden sechs, zum Entlasszeitpunkt vier Patienten, die anhand der CRS-R als VS eingestuft wurden, vom IDB als MCS klassifiziert. Das heißt, das IDB entdeckte in zehn Fällen kognitive Leistungen, die von der CRS-R unentdeckt blieben. Umgekehrt war

dies bei nur fünf Patienten der Fall. Von drei Patienten, die bei Aufnahme anhand der CRS-R-Untersuchung als MCS eingestuft wurden, wurden anhand der IDB-Ergebnisse einer als komatös, zwei weitere als VS diagnostiziert. Bei Entlassung wurden zwei Patienten als MCS eingestuft, die vom IDB als VS eingestuft wurden. Die Unterschiede zwischen Koma und VS sind nicht aussagekräftig, da bei der CRS-R keine Ableitung der Diagnose Koma möglich ist. Patienten, die nicht die diagnostischen Kriterien für MCS erfüllen, werden alle als VS eingestuft.

Bei der Gegenüberstellung der CRS-R-basierten Diagnosen mit den differenzierten Diagnosen des IDB zeigt sich, dass die IDB-Diagnosen inhaltlich mehr Aufschluss geben über Art und Schweregrad der Störung (s. Tabellen 13 und 14). So zeigte sich bei 17 Patienten, die von der CRS-R bei Aufnahme als VS eingestuft wurden, anhand der Werte der IDB-Untersuchung bei 5 Patienten eine schwere Vigilanzstörung (Koma oder VS mit Arousalstörung), bei 4 Patienten gab es Hinweise auf Wahrnehmung, wenn auch nicht reproduzierbar nachweisbar, und bei weiteren 5 war sogar eindeutig Bewusstseinstätigkeit mit Verständnis nachweisbar. Von 22 Patienten, die von der CRS-R als MCS eingestuft wurden, wurde die Diagnose MCS bei 18 Patienten durch das IDB bestätigt; die differenzierte IDB-Auswertung erlaubte aber die zusätzliche Aussage, dass bei 13 dieser Patienten ein Verständnis für den Informationsgehalt in einer Wahrnehmungsmodalität nachweisbar war, das heißt, dass also kognitive Verarbeitungsprozesse entdeckt wurden. Zum Entlasszeitpunkt war dies bei 16 von insgesamt 22 durch die CRS-R als MCS eingestuften Patienten der Fall.



Tabelle 13

*Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und differenzierter IDB-basierter Diagnose bei Aufnahme (N=40)*

		IDB 1								
CRS-R		Koma	VS	VS	VS	MCS-	MCS	MCS+	Bewusst	Gesamt
			Arousal- störung		Hinweise Wahr- nehmung					
	Koma	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VS	3	2	2	4	0	1	5	0	17
	MCS	1	0	0	2	3	2	13	1	22
	MCS+	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Gesamt	4	2	2	6	3	3	18	2	40

Tabelle 14

*Häufigkeit von Übereinstimmungen in CRS-R- und differenzierter IDB-basierter Diagnose zum Entlasszeitpunkt (N=32)*

		IDB 3								
CRS-R		Koma	VS	VS	VS	MCS-	MCS	MCS+	Bewusst	Gesamt
			Arousalst- örung		Hinweise Wahr- nehmung					
	Koma	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VS	1	0	1	0	1	0	3	0	6
	MCS	0	0	1	1	4	0	16	0	22
	MCS+	0	0	0	0	0	1	0	3	4
	Gesamt	1	0	2	1	5	1	19	3	32

### ***Interrater-Reliabilität***

#### ***Summenwerte***

Die Interrater-Reliabilität für den IDB-Summenwert war hoch signifikant (Aufnahme:  $r = .91, p < .01$ ; Entlassung:  $r = .95, p < .01$ ). Das heißt dass die Beurteilungen unabhängig vom Beobachter vergleichbar sind. Die Ergebnisse der Wilcoxon-Analysen zeigen, dass keine systematischen Unterschiede in den Beurteilungen der beiden Beobachter zum Aufnahmezeitpunkt vorlagen ( $p = .12$ ); bei der Entlassuntersuchung zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden IDB-Scores ( $p = .02$ ).

#### ***Subskalenwerte***

Tabelle 15 fasst die Übereinstimmung der Beurteilung der IDB-Subskalen durch die beiden Untersucher zusammen. Bei den Subskalen Auditiv\_basal und Taktil\_komplex zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung ( $\kappa > .8$ ), bei den Subskalen Visuell\_basal, Visuell\_komplex, Taktil\_basal und Auditiv\_komplex zeigt sich eine gute Übereinstimmung ( $\kappa > .6$ ), bei der Subskala Kommunikation war die Übereinstimmung nur moderat ( $\kappa > .4$  und  $< .6$ ). Die Beurteilung der *Kappawerte* ist angelehnt an Landis & Koch (1977). Der Wilcoxon-Test zeigte, dass es einen systematischen Unterschied in der Beurteilung der Kommunikation des Patienten zwischen den beiden Beurteilern gab ( $p = .03$ ). Untersucher A stufte den Patienten besser ein als Untersucher B, die Übereinstimmungsrate lag bei 85%.

Tabelle 15

*Interraterreliabilität dichotomer IDB-Subskalenwerte*

IDB-Subskala	Cohen $\kappa^a$	$p$	$Z^b$	$P$	Übereinstimmungsrate
Auditiv_basal	.81	.56	-1.34	.18	95%
Auditiv_komplex	.60	.71	-.73	.46	85%
Visuell_basal	.75	1	-.4	.69	88%
Visuell_komplex	.62	.18	-1.83	.07	90%
Taktil_basal	.75	.65	-.91	.36	90%
Taktil_komplex	1	.32	-	-	100%
Kommunikation	.55	.06	-2.2	.03*	85%

Anmerkungen.  $\alpha = .05$ .

<sup>a</sup> Mc Nemar-Test. <sup>b</sup> Wilcoxon-Test.

**Diagnostische Übereinstimmung**

In Bezug auf die Diagnose gab es zum Aufnahmezeitpunkt und zum Entlasszeitpunkt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den beiden Beurteilern (Aufnahme:  $\chi^2_{(39, N=40)} = 1.67, p = 1$ ; Entlassung:  $\chi^2_{(36, N=37)} = 2,35, p = 1$ ). Tabelle 16 zeigt, dass es zum Aufnahmezeitpunkt vier abweichende Beurteilungen gab, als Untersucher A zwei Patienten als MCS einstufte, die von Untersucher B als VS eingestuft wurden; bei zwei weiteren Patienten war es umgekehrt (Übereinstimmungsrate: 90%). Zum Entlasszeitpunkt war die Übereinstimmungsrate etwas niedriger (80%).

Tabelle 16

*Häufigkeit von Interrater-Übereinstimmungen in Aufnahmediagnose (N=40)*

		Untersucher 1 (IDB 2A)				
		Koma	VS	MCS	Bewusst	Gesamt
Untersucher 2 (IDB 2B)	Koma	3	0	0	0	3
	VS	0	7	2	0	9
	MCS	0	2	25	0	27
	Bewusst	0	0	0	1	1
	Gesamt	3	9	27	1	40

Bei der im IDB durchführbaren Unterdifferenzierung in die Untergruppen *Koma*, *VS mit Arousalstörung*, *VS*, *VS mit Hinweisen auf Wahrnehmung*, *MCS-*, *MCS*, *MCS+* und *Bewusst* zeigte sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung (Aufnahme:  $\chi^2_{(39, N=40)} = 10.46$ ,  $p = .99$ , Übereinstimmungsrate: 70%; Entlassung:  $\chi^2_{(36, N=37)} = 8.47$ ,  $p = 1$ , Übereinstimmungsrate: 75,68%). Diskrepanzen in der Einstufung zeigten sich hier vor allem zwischen den MCS-Kategorien: So wurden vier Patienten, die von Untersucher A zum Aufnahmezeitpunkt als MCS eingestuft wurden, von Untersucher B als MCS+ eingestuft, drei weitere wurden von Untersucher A als MCS- und von Untersucher B als MCS eingestuft.

Bei der dichotomen Einstufung, ob Bewusstseinstätigkeit nachweisbar ist (MCS oder bewusst) oder nicht (Koma oder VS), gab es eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern (Aufnahme:  $\chi^2_{(1, N=40)} = 0.2$ ,  $p = .65$ ,  $\kappa = .76$ ; Entlassung:  $\chi^2_{(1, N=37)} = 0$ ,  $p = 1$ ,  $\kappa = .68$ ).

### ***Test-Retest Reliabilität***

#### ***Summenwerte***

Die Test-Retest Reliabilität bei der Untersuchung durch den gleichen Untersucher bei zwei aufeinander folgenden Untersuchungen (IDB 1 und IDB 2A) war zu beiden Zeitpunkten hoch (Aufnahme:  $r = .60, p < .01$ ; Entlassung:  $r = .54, p < .01$ ), womit eine Stabilität der Messung innerhalb eines kurzen Zeitraumes vorlag. Es zeigten sich keine systematischen Unterschiede in den IDB-Summenwerten bei den beiden aufeinander folgenden Untersuchungen des gleichen Untersuchers an unterschiedlichen Tagen (Aufnahme:  $z = -.63, p = .53$ ; Entlassung:  $z = -.4, p = .69$ ). Die Korrelation zwischen den Ergebnissen unterschiedlicher Untersucher zu unterschiedlichen Zeiten (IDB 1 und IDB 2B) betrug zum Aufnahmezeitpunkt  $r = .62 (p < .01)$ , zum Entlasszeitpunkt  $r = .59 (p < .01)$ . Hierbei gab es keine systematischen Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Untersucher zum Aufnahmezeitpunkt ( $z = -.126, p = .21$ ), allerdings zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten zweier unterschiedlicher Untersucher an zwei verschiedenen Tagen zum Entlasszeitpunkt ( $z = -2.39, p = .02$ ). Dieser Wert kommt durch den kombinierten Einfluss von Untersucher und Fluktuation im Zustand des Patienten zustande.

#### ***Stabilität diagnostischer Übereinstimmung***

In Bezug auf die Diagnose gab es zum Aufnahmezeitpunkt und zum Entlasszeitpunkt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden IDB-basierten Beurteilungen der Bewusstseinslage durch den gleichen Untersucher an zwei verschiedenen Tagen (Aufnahme:  $\chi^2_{(39, N=40)} = 8.97, p = 1$ ; Entlassung:  $\chi^2_{(36, N=37)} = 12.58, p = 1$ ). Aus Tabelle 17 geht hervor, dass es jedoch bei der Aufnahmeuntersuchung bei 14 Patienten (35%), bei der

Entlassuntersuchung bei 17 Patienten (46%) bei aufeinanderfolgenden Untersuchungen Schwankungen zwischen den diagnostischen Kategorien Koma, VS und MCS und Bewusst gab. Dabei gab es sowohl variierende Einschätzungen bezüglich VS und MCS, als auch bezüglich MCS und Bewusst. Bei der im IDB durchführbaren Unterdifferenzierung in die Untergruppen *Koma*, *VS mit Arousalstörung*, *VS*, *VS mit Hinweisen auf Wahrnehmung*, *MCS-*, *MCS*, *MCS+* und *Bewusst* zeigte sich eine moderate Übereinstimmung (Aufnahme:  $\chi^2_{(.49; 39, N = 40)} = 38.51$ ; Entlassung:  $\chi^2_{(.19; 36, N = 37)} = 43.04$ ).

Die Unterschiede in der IDB-basierten diagnostischen Zuordnung an unterschiedlichen Tagen sind auf Fluktuationen im Zustand des Patienten zurückzuführen.

Tabelle 17

*Häufigkeit von Test-Retest-Übereinstimmungen in Aufnahmediagnose (N=40)*

		IDB 1				
		Koma	VS	MCS	Bewusst	Gesamt
IDB 2A	Koma	1	2	0	0	3
	VS	1	4	4	0	9
	MCS	2	4	20	1	27
	Bewusst	0	0	0	1	1
	Gesamt	4	10	24	2	40

Tabelle 18

*Häufigkeit von Test-Retest-Übereinstimmungen in Entlassdiagnose (N=37)*

		IDB 3				
		Koma	VS	MCS	Bewusst	Gesamt
IDB 4A	Koma	0	1	1	0	2
	VS	0	0	4	0	4
	MCS	0	1	17	5	23
	Bewusst	1	1	3	3	8
	Gesamt	1	3	25	8	37

***Test-Retest-Reliabilität dichotomer Einstufung der Bewusstseinslage***

Bei der dichotomen Einstufung, ob Bewusstseinstätigkeit nachweisbar ist (MCS oder bewusst) oder nicht (Koma oder VS), gab es nur eine geringe bis moderate Übereinstimmung der Beurteilungen des gleichen Untersuchers bei den beiden IDB-Untersuchungen an zwei verschiedenen Tagen (Aufnahme:  $\chi^2_{(1, N=40)} = .09, p = .76, \kappa = .43$ ; Entlassung:  $\chi^2_{(1, N=37)} = .11, p = .74, \kappa = .08$ ). Zum Aufnahmezeitpunkt gab es bei 25% der Patienten eine abweichende Einschätzung bezüglich der Frage, ob Bewusstseinstätigkeit nachweisbar ist, zum Entlasszeitpunkt war dies bei 22% der Patienten der Fall.

***Interne Konsistenz***

Das Verhältnis zwischen dem IDB 1-Summenwert und den Subskalenwerten wurde untersucht, indem die Interkorrelationen berechnet wurden (s. Tabelle 19). Die Korrelationen zwischen dem Summenwert und allen Subskalenwerten waren hoch signifikant. Darüber zeigten sich die stärksten Korrelationen zwischen den Subskalen Auditiv\_basal und

Visuell\_basal sowie Visuell\_komplex, und außerdem zwischen Visuell\_basal und Visuell\_komplex sowie Taktil\_basal. Auch die Skalen Kommunikation und Auditiv\_komplex korrelierten stark miteinander. Schwache Korrelationen zeigten sich zwischen Auditiv\_basal und Taktil\_komplex, zwischen Auditiv\_komplex und Visuell\_komplex, zwischen Taktil\_basal und Visuell\_komplex und zwischen Taktil\_komplex und Kommunikation.

Tabelle 19

*Korrelationen zwischen IDB 1 Summenwert und Subskalenwerten (N=40)*

	Summen- wert	Arousal	Auditiv_ basal	Auditiv_ Komplex	Visuell_ basal	Visuell_ komplex	Taktil_ basal	Taktil_ komplex	Kommunikation
Summenwert	1	.63**	.75**	.66**	.78**	.63**	.59**	.46**	.46**
Arousal		1	.41**	.33*	.39**	.29*	.39**	.21	.09
Auditiv_ Basal			1	.34*	.65**	.51**	.47**	.23	.24
Auditiv_ Komplex				1	.32*	.2	.2	.43**	.56**
Visuell_ Basal					1	.54**	.52**	.35**	.18
Visuell_ Komplex						1	.35**	.22	.2
Taktil_ Basal							1	.33*	-.05
Taktil_ Komplex								1	.14
Kommuni- kation									1

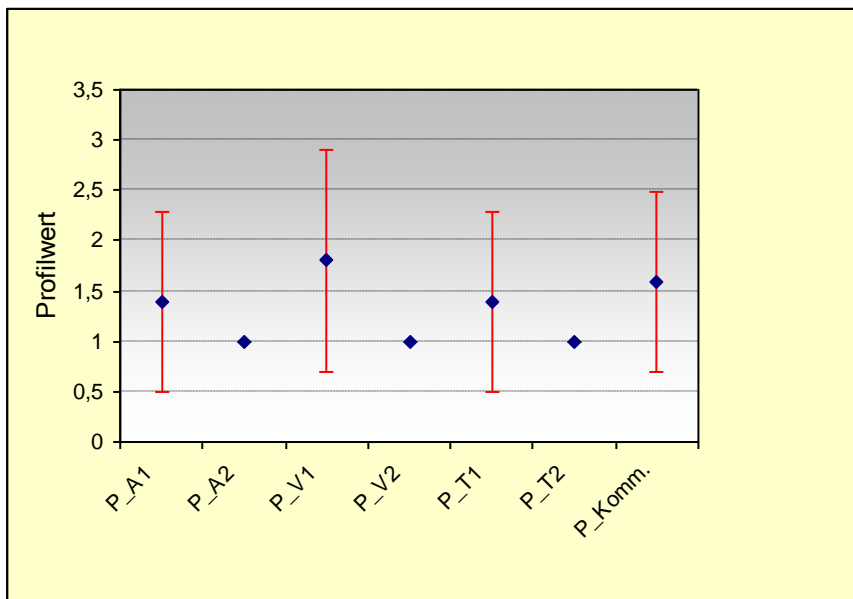
*Anmerkungen. p = .05*



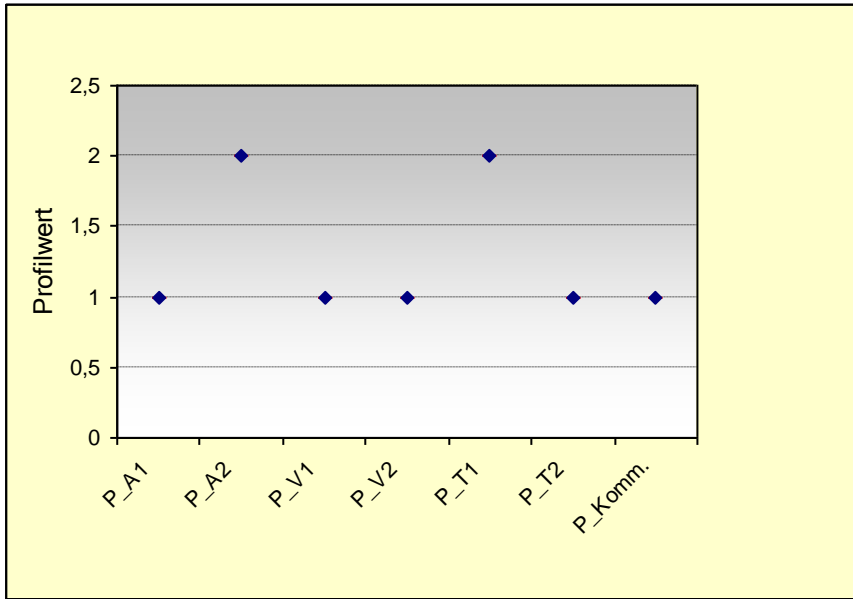
### *Reaktionsprofile in Abhängigkeit von Ätiologie*

Abbildung 1 zeigt durchschnittliche Reaktionsprofile für die einzelnen Ätiologiegruppen bei Aufnahme. Eine Abbildung der Reaktionsfähigkeit in allen Verarbeitungsmodalitäten war bei allen Krankheitsursachen möglich. Bei Patienten mit ICB waren zu Beginn, abgesehen vom Bereich Kommunikation, keine reproduzierbaren Leistungen in den komplexen Verarbeitungsmodalitäten möglich. Bei Hypoxiepatienten waren keine reproduzierbaren Leistungen im Bereich der taktilen Wahrnehmung erkennbar. Bei Patienten mit SAB oder SHT zeigten sich insgesamt höhere Durchschnittswerte.

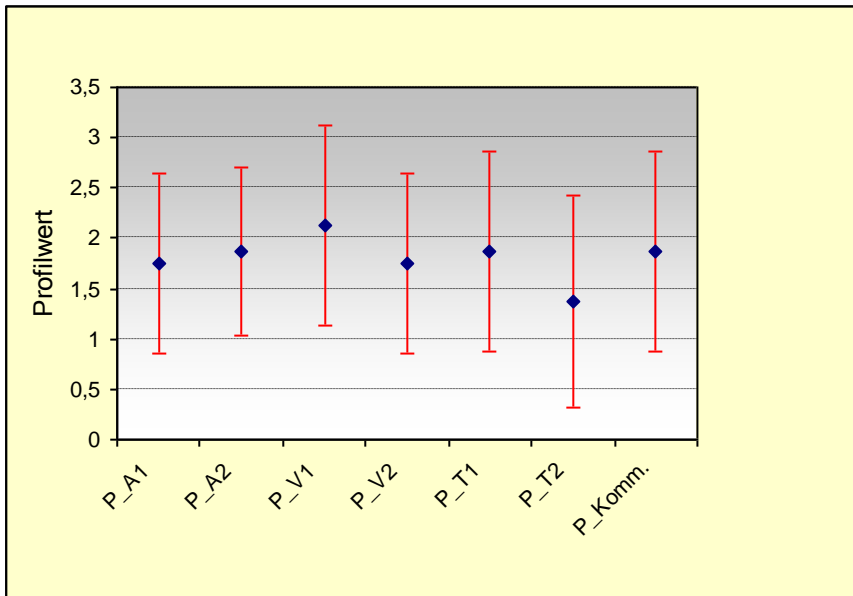
ICB (N=5)



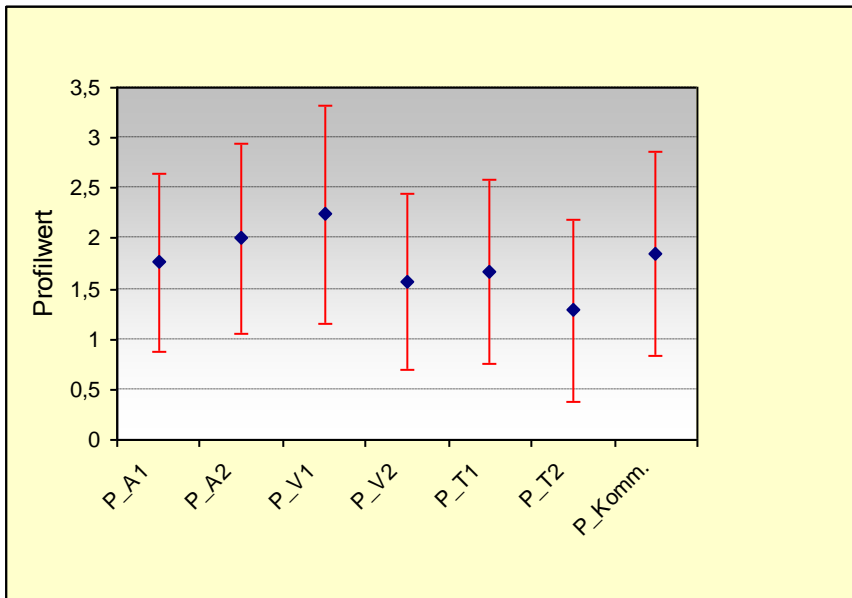
Infarkt (N=1)



SAB (N=8)



SHT (N= 21)



Hypoxie (N=5)

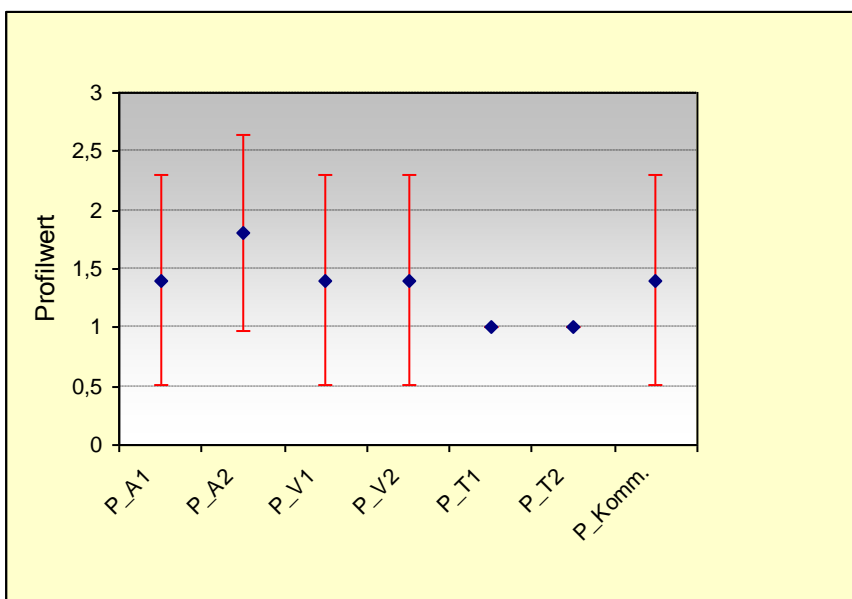


Abbildung 1. Durchschnittliche Profilwerte und Standardabweichungen für die IDB-Subskalen (IDB 1)

Anmerkungen. P: Profilwert; A1: Subskala Auditiv\_basal; A2: Subskala Auditiv\_komplex; V1: Subskala Visuell\_basal; V2: Subskala Visuell\_komplex; T1: Subskala Taktil\_basal; T2: Subskala Taktil\_komplex; Komm: Subskala Kommunikation.

## Weitere Analysen

### *Schweregrad der Erkrankung zu Studienbeginn*

#### *Zusammenfassung des Schweregrades*

Zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Studie war bei allen Patienten in den angewandten Erhebungsverfahren eine schwere Beeinträchtigung nachweisbar (s. Tabelle 7). Der durchschnittliche DRS-Wert betrug 22.98, was der Einstufung „sehr schwer beeinträchtigt“ entspricht. Die meisten Patienten (75%) hatten einen Wert zwischen 20 und 25; 22,5% der Patienten hatten sogar einen Wert zwischen 25 und 30. Ein höherer Wert entspricht dabei einem schlechteren Zustand. Die Auswertung der IDB 1-Daten ergab einen durchschnittlichen Gesamtwert von 14.63; der durchschnittliche basale Reaktivitätswert, ein Kennwert für die Reaktionsfähigkeit in basalen Wahrnehmungsbereichen, betrug 5.28 (*SD*: 2.35); der durchschnittliche komplexe Reaktivitätswert, ein Kennwert für die Verarbeitungsfähigkeit komplexer Informationen, betrug 6.3 (*SD*: 2.42). Auch der durchschnittliche Wert in der CRS-R (8.05) spiegelt die schwere Beeinträchtigung der Bewusstseinslage in der Patientengruppe wider. Anhand der IDB1-Auswertungen wurden 4 Patienten als komatös, 10 als VS, 24 als MCS und 2 als bewusst eingestuft (Tabelle 11).

### *Schweregrad in Abhängigkeit von Ätiologie*

Es wurde untersucht, ob es zum Aufnahmezeitpunkt in die Studie Unterschiede in der Bewusstseinslage in Abhängigkeit von der Ätiologie der Erkrankung gibt. Abbildung 2 zeigt, dass VS am häufigsten Folge eines Schädel-Hirn-Traumas war, gefolgt von SAB. Koma trat nur nach SHT und Hypoxie auf. Von den Schädel-Hirn-Trauma-Patienten waren insgesamt 29% schwerst betroffen (Koma oder VS), bei den Hypoxikern war das bei 60%, bei Patienten mit SAB bei 38% und bei Patienten mit ICB bei 40% der Fall. Die meisten der zu Beginn schwerst betroffenen Patienten (Koma, VS) hatten ein Schädel-Hirn-Trauma oder eine Hypoxie erlitten.

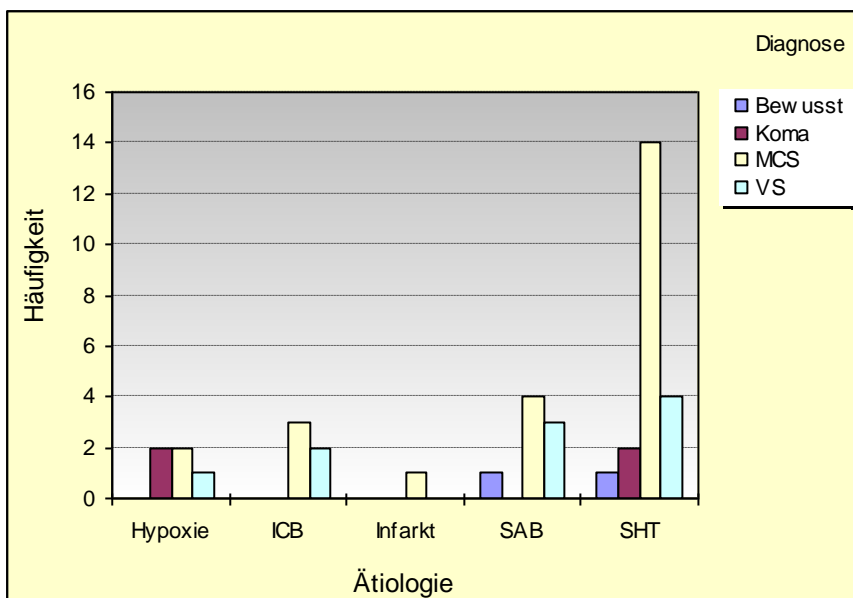


Abbildung 2. Häufigkeit von Bewusstseinsstörung bei Aufnahme (erfasst durch IDB 1) in Abhängigkeit von Ätiologie.

## *Behandlungoutcome*

### *Zusammenfassung des Outcomes*

Zum Zeitpunkt der Entlassung aus der Frührehabilitationseinrichtung zeigte sich bei vielen Patienten eine Verbesserung ihrer Bewusstseinslage im Vergleich zum Aufnahmezeitpunkt. Insgesamt zeigten die Ergebnisse aber, dass die meisten Patienten immer noch erheblich beeinträchtigt waren (s. Tabelle 7). Der durchschnittliche DRS-Wert bei Entlassung betrug 20.46 ( $SD = 4.08$ ), was der Einstufung „sehr schwer beeinträchtigt“ entspricht. Schwerst betroffen (DRS-Wert: 20 – 25; DRS-Kategorien: „sehr schwer“ – „extrem VS“) waren insgesamt 60% aller Patienten, 10% der Patienten hatten sogar einen DRS-Wert  $> 25$  (DRS-Kategorie „extrem VS“), ein Patient war verstorben. Allerdings haben auch 18% aller Patienten einen Wert  $\leq 15$  erzielt, was bedeutet, dass sie bewusst waren, Aufforderungen befolgten, möglicherweise noch desorientiert waren, aber schon kognitive Fähigkeiten in den funktionellen Alltagsfähigkeiten aufzeigten und zumindest in Ansätzen mitarbeiten konnten.

Auch die beiden Verfahren zur Erfassung der Bewusstseinslage, das IDB und die CRS-R, belegen die im Durchschnitt schwere kognitive Beeinträchtigung der Patienten zum Entlasszeitpunkt. Die Auswertung der IDB 3-Daten ergab einen durchschnittlichen Summenwert von 16.61 ( $SD = 4.95$ ); der durchschnittliche basale Reaktivitätswert, ein Kennwert für die Reaktionsfähigkeit in basalen Wahrnehmungsbereichen, betrug 6.26 ( $SD = 2.28$ ); der durchschnittliche komplexe Reaktivitätswert, ein Kennwert für die Verarbeitungsfähigkeit komplexer Informationen, betrug 7.68 ( $SD = 2.69$ ), der durchschnittliche Reaktivitätswert 13.61 ( $SD = 4.55$ ). Auch der durchschnittliche CRS-R-Entlasswert ( $M = 10.44$ ,  $SD = 5.63$ ) spiegelt eine schwere Beeinträchtigung wider.

Nach einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 101.85 Tagen ( $SD = 64.22$ ) wurden in der IDB 3 ein Patient als komatös, drei als VS und acht als bewusst eingestuft (s. Tabelle 18). Alle anderen befanden sich im MCS. Ein Patient war verstorben, 2 weitere konnten wegen vorzeitiger Entlassung nicht untersucht werden.

### ***Outcome in Abhängigkeit von Faktoren***

#### ***Bewusstseinslage in Abhängigkeit von Krankheitsursache und demographischen Faktoren.***

Tabellen 20 und 21 fassen die demographischen und klinischen Variablen zusammen für die Patientengruppen, bei denen zum Entlasszeitpunkt Bewusstseinstätigkeit nachweisbar war (MCS oder Bewusst;  $N = 33$ ) und denjenigen, bei denen Bewusstsein nicht nachweisbar war (Koma oder VS;  $N = 4$ ).

Wie Tabelle 20 zeigt, unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht signifikant bezüglich des Alters, allerdings ist ein Trend erkennbar: Patienten, die zumindest teilweise eine Bewusstseinstätigkeit wiedererlangt haben, sind im Durchschnitt 13 Jahre jünger. Bei der in der Outcomeliteratur üblichen Gruppeneinteilung der Patienten, die  $\geq 40$  oder  $< 40$  Jahre alt waren, zeigte sich ebenfalls ein deutlicher, wenn auch nicht signifikanter Unterschied: Bei allen Patienten, die jünger als 40 Jahre alt waren, war Bewusstseinstätigkeit nachweisbar, dies war jedoch nur bei 80% der mindestens 40 Jahre alten Patienten der Fall.

In Bezug auf die Krankheitsursache zeigt sich folgendes Bild: Bei allen Patienten mit ICB und SAB war Bewusstseinstätigkeit zum Entlasszeitpunkt nachweisbar; Patienten mit Hypoxie hatten die geringste Chance auf ein Wiedererlangen der Bewusstseinstätigkeit (80%), gefolgt von SHT-Patienten (86%). Obwohl der Unterschied nicht signifikant ist, zeigt

sich doch ein klarer Trend ( $\chi^2_{(4, N=38)} = 8.49, p = .08, t = .43, V = .47$ ). Bei der Analyse der Häufigkeiten der diagnostischen Outcomekategorien „Koma“, „VS“, „MCS“, „Bewusst“ und „Verstorben“ zeigt sich, dass das schlechteste Outcome (Koma und Verstorben) nur jeweils einmal vorkam nach SHT, VS zeigte sich in gleichen Anteilen nach Hypoxie, SHT und Infarkt. Das beste Outcome („Bewusst“) zeigt sich am häufigsten nach SHT, in keinem Fall nach ICB oder Infarkt. Die Angaben bezüglich Infarkt und ICB müssen allerdings aufgrund der kleinen Stichprobengröße mit Vorsicht interpretiert werden. Bei Hypoxiepatienten lagen bei 20% ein VS, bei 60% ein MCS und bei 20% ein bewusster Zustand vor. Bei allen untersuchbaren ICB-Patienten lag ein MCS vor (75%), ein Patient (25%) war aufgrund vorzeitiger Entlassung nicht untersuchbar. Von den SAB-Patienten erreichten 75% den Zustand des MCS, keiner verblieb im VS oder Koma und 25% waren bewusst. Nach SHT zeigte sich insgesamt ein breiteres Spektrum an Outcomekategorien: 14% hatten ein schlechtes Outcome (Verstorben, Koma, VS), während 62% im MCS waren und sogar 24% bewusst. Obwohl die Unterschiede zwischen den Gruppen nicht signifikant sind, sind doch Trends erkennbar ( $\chi^2_{(20, N=38)} = 25.79, p = .17, t = .63, V = .41$ ).



Tabelle 20

*Krankheitsursache und demographische Faktoren bei Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ beziehungsweise „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war*

Variable	Outcome bei Entlassung		$\chi^2$	P
	Bewusstsein nachweisbar (N = 33) N (%)	Bewusstsein nicht nachweisbar (N = 5) N (%)		
Alter				
M	43,70	56,8		.12 <sup>a</sup>
Alterskategorie			2,99	.08
Alter ≥ 40	20 (80%)	5 (20%)		
Alter <40	13 (100%)	0 (0%)		
Ursache			8,49	.08
Hypoxie	4(80%)	1(20%)		
ICB	3(100%)	0 (0%)		
Infarkt	0 (0%)	1 (100%)		
SAB	8 (100%)	0 (0%)		
SHT	18 (86%)	3 (14%)		

Anmerkungen. <sup>a</sup> Mann-Whitney U-Test

Tabelle 21

*Bewusstseinslage bei Entlassung in Bezug auf Krankheitsursache*

Ursache	N (%)				
	Koma	VS	MCS	Bewusst	Verstorben
	(N = 1)	(N = 3)	(N = 25)	(N = 8)	(N = 1)
Hypoxie	0 (0%)	1 (33%)	3 (12%)	1 (13%)	0 (0%)
ICB	0 (0%)	0 (0%)	3 (12%)	0 (0%)	0 (0%)
Infarkt	0 (0%)	1 (33%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
SAB	0 (0%)	0 (0%)	6 (24%)	2 (25%)	0 (0%)
SHT	1 (100%)	1 (33%)	13 (52%)	5 (63%)	1 (100%)

***Bewusstseinslage in Abhängigkeit von Komplikationen.***

Beim Vergleich der Patientengruppe mit nachweisbarem Bewusstsein und der ohne nachweisbares Bewusstsein zum Entlasszeitpunkt in Bezug auf Komplikationen im Verlauf und Schweregrad der Schädigung waren die Ergebnisse insgesamt nicht signifikant (Tabelle 22). Dabei zeigte sich, dass bei der überwiegenden Zahl der Patienten trotz schwerwiegender medizinischer Komplikationen wie Hirnödemen, Hydrocephalus, Mittellinienverlagerung oder Atrophie doch eine Remission der Bewusstseinsstörung möglich war.

Beim direkten Vergleich der beiden Outcomegruppen zeigte sich jedoch, dass bei den Patienten, bei denen keine Remission der Bewusstseinstätigkeit nachweisbar war, prozentual gesehen mehr die beschriebenen Komplikationen im Verlauf zeigten. Von allen nicht-bewussten Patienten hatten 60% eine Mittellinienverlagerung (zumindest teilweise bewusste Patienten: 30%), 60% einen Hydrocephalus (zumindest teilweise bewusste Patienten: 49%), 80% ein Hirnödem (zumindest teilweise bewusste Patienten: 55%); bei nur 20% war eine diffuse axonale Schädigung (DAI) in bildgebenden Verfahren nachweisbar (zumindest

teilweise bewusste Patienten: 9%), bei 40% eine Atrophie (zumindest teilweise bewusste Patienten: 12%) und bei keinem der Patienten eine Meningitis (zumindest teilweise bewusste Patienten: 9%).

Bei der Betrachtung der Outcomekategorien „Koma“, „VS“, „MCS“ und „Bewusst“ zeigt sich zwar kein signifikanter Unterschied beim Gruppenvergleich, allerdings zeigen sich deutliche Unterschiede: Von den Patienten, die zum Entlasszeitpunkt im VS waren, hatten 67% ein Hirnödem (bewusste: 38%; MCS: 60%), 67% einen Hydrocephalus (bewusste: 25%; MCS: 56%), 67% eine Atrophie (bewusste: 13%; MCS: 12%), 33% hatten eine DAI (bewusste: 25%; MCS: 4%) und 33% eine Mittellinienverlagerung (bewusste: 25%; MCS: 32%).

Tabelle 22

*Schweregrad und klinische Komplikationen bei Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ beziehungsweise „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war*

	Outcome bei Entlassung			$\chi^2$	P
	Bewusstsein	Bewusstsein nicht	N (%) <sup>a</sup>		
	nachweisbar (N = 33) N (%)	nachweisbar (N = 5) N (%)			
Mittellinienverlagerung	10 (77%)	3 (23%)	13 (34)	1.70	.19
Hydrocephalus	16 (84%)	3 (16%)	19 (50)	.23	.63
Hirnödem	18 (81%)	4 (18%)	22 (58)	1.15	.28
DAI	3 (75%)	1 (25%)	4 (11)	.55	.46
Atrophie	4 (67%)	2 (33%)	6 (16)	2.54	.11
Meningitis	3 (100%)	0 (0%)	3 (8)	.49	.48

Anmerkungen. <sup>a</sup> Gesamtanzahl an Patienten mit Komplikationen.

### ***Bewusstseinslage in Abhängigkeit von Lokalisation.***

Tabelle 23 vergleicht die Daten zur Lokalisation der Hirnschädigung von Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ beziehungsweise „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war. Obwohl keiner der Vergleiche signifikant war, zeigt Tabelle 23 doch deutlich, dass bei der Gruppe der Patienten mit temporaler Schädigung, gefolgt von Patienten mit Läsionen in den Occipitalbereichen, der höchste prozentuale Anteil an Patienten ohne nachweisbares Bewusstsein zu finden war. Parietale Läsionen sowie Läsionen in Thalamus

und Stammganglien waren bei Patienten, die keine Bewusstseinstätigkeit aufwiesen, nicht zu finden.

Tabelle 23

*Schädigungslokalisierung bei Patienten, bei denen zum Entlasszeitpunkt „Bewusstsein nachweisbar“ bzw. „Bewusstsein nicht nachweisbar“ war*

Lokalisation	Bewusstsein nachweisbar	Bewusstsein nicht nachweisbar	$\chi^2$
	N (%)	N (%)	
Frontal	25 (89%)	3 (11%)	.56
Bifrontal	14 (93%)	1 (7%)	.91
Bilateral	20 (87%)	3 (13%)	.00
Temporal	17 (81%)	4(19%)	1.42
Occipital	10 (83%)	2 (17%)	.19
Parietal	8 (100%)	0 (0%)	1.54
Corpus Callosum	6 (86%)	1 (14%)	.01
Thalamus	9 (100%)	0 (0%)	1.79
Stammganglien	4 (100%)	0 (0%)	.68
Kleinhirn	3 (75%)	1 (25%)	.55
Hirnstamm	6 (86%)	1 (14%)	.01

Beim Vergleich der rechts- und linkshemisphärischen Lokalisation in Bezug auf die Bewusstseinsoutcomekategorien zeigt sich folgendes Bild: Bei Patienten, die zum Entlasszeitpunkt im VS waren ( $N = 3$ ), lag bei 67% eine fokale rechtshemisphärische Schädigung vor, bei MCS-Patienten bei 76%, bei bewussten Patienten nur bei 62.5%. Der Vergleich war insgesamt nicht signifikant ( $\chi^2_{(5, N=39)} = 3.93, p = .56$ ). Ein ähnliches Bild zeigte sich in Bezug auf das Vorliegen einer fokalen linkshemisphärischen Schädigung: Hier

war bei 67% der VS-Patienten, bei 75% der MCS- und bei 63% der bewussten Patienten eine Schädigung nachweisbar ( $\chi^2_{(5, N=38)} = 1.69, p = .89$ ). Von den 23 Patienten, bei denen eine bihemisphärische Schädigung vorlag, war bei der Mehrzahl (87%) Bewusstseinstätigkeit bei Entlassung nachweisbar. Das Vorliegen einer bilateralen Schädigung war ebenfalls kein signifikanter Prädiktor für die Remission der Bewusstseinsstörung ( $\chi^2_{(1, N=38)} = .00, p = .98$ ).

***Bewusstseinslage bei Entlassung in Abhängigkeit von Zustand bei Aufnahme.***

Auffallend ist, dass von den Patienten, die zum Aufnahmezeitpunkt im Koma waren, nur 50% eine Erholung der Bewusstseinslage zeigten und dabei maximal das Stadium des MCS erreichten, bei VS-Patienten waren dies 90% (ein Patient war wegen vorzeitiger Entlassung nicht untersuchbar). Von den wachkomatösen Patienten waren zum Entlasszeitpunkt sogar 20% in einem bewussten Zustand. Von den zu Beginn als MCS eingestuften Patienten war bei Entlassung ein vergleichbarer Anteil der Patienten (19%) in einem bewussten Zustand. Der größte Prozentsatz der Patienten verblieb im MCS (63%). Der Gruppenvergleich war insgesamt nicht signifikant ( $\chi^2_{(9, N=38)} = 12.61, p = .18$ ).

Tabelle 24

*Vergleich Bewusstseinslage bei Aufnahme und Entlassung (IDB)*

		Bewusstseinslage bei Entlassung IDB 3				
		Koma	VS	MCS	Bewusst	Verstorben
Bewusstseinslage bei Aufnahme (IDB 1)	Koma (N=4)	1 (25%)	1 (25%)	2 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
	VS (N=9)	0 (0%)	0 (0%)	7 (70%)	2 (20%)	0 (0%)
	MCS (N=24)	0 (0%)	2 (7%)	15 (63%)	5 (19%)	1 (4%)
	Bewusst (N=2)	0 (0%)	0 (0%)	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)

*Anmerkungen.* Angegeben ist die Gesamtanzahl an Patienten bzw. der prozentuale Anteil in Klammern.

***Vorhersage des Gesamtoutcomes***

Während Alter und Zeit zwischen Ereignis und Aufnahme in Studie nicht mit dem Gesamtbehandlungoutcome, gemessen durch die DRS bei Entlassung, korrelieren, zeigt sich eine hoch signifikante Korrelation zwischen den Werten in der IDB, CRS-R und DRS bei Aufnahme und DRS bei Entlassung (s. Tabelle 25). Die einfache Regressionsanalyse bestätigte die geringe Korrelation von Alter und DRS ( $r = .19$ ,  $r^2 = .04$ ) und eine mäßige/hohe Korrelation zwischen CRS-A und DRS ( $r = .47$ ,  $r^2 = .22$ ) sowie zwischen IDB 1 und DRS ( $r = .42$ ,  $r^2 = .17$ ).

Tabelle 25

*Beziehung zwischen demographischen/klinischen Variablen und DRS bei Entlassung*

Variable	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Alter	39	-.20	.11
Zeit seit Ereignis <sup>a</sup>	39	.21	.10
CRS-A	39	-.51	<.01
IDB 1	39	-.43	<.01
DRS_A	39	.42	<.01

*Anmerkungen.* <sup>a</sup> Zeit zwischen Ereignis und Aufnahme in Studie.

Tabelle 26 zeigt einen deutlichen, aber nicht signifikanten Unterschied im Outcome, gemessen als DRS-Schweregradkategorien, zwischen den verschiedenen Ätiologiegruppen ( $\chi^2_{(24, N=39)} = 15.86, p = .89, C = .53, V = .31$ ). Alle Patienten mit Hypoxie und ICB hatten ein sehr schlechtes Outcome, während die Streuung bei SAB- und SHT-Patienten viel größer war. Einer der SHT-Patienten hatte sogar ein moderates Outcome. Ein gutes Outcome hatte keiner der Patienten. Beim Vergleich der in der Literatur üblichen Alterskategorien  $\geq 40$  oder  $< 40$  Jahre gab es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf Schwere des Outcomes ( $\chi^2_{(6, N=39)} = 1.93, p = .93, C = .21, V = .22$ ). Von den 14 Patienten, die zum Erkrankungszeitpunkt jünger als 40 Jahre waren, waren 86% sehr schwer betroffen (extrem VS, VS, extrem schwer oder sehr schwer); bei den Patienten, die mindestens 40 Jahre alt waren, waren es 81%. Es zeigte sich ein deutlicher, aber nicht signifikanter Unterschied im Schweregrad bei Entlassung zwischen Männern und Frauen ( $\chi^2_{(6, N=39)} = 9.17, p = .16, C = .43, V = .48$ ). Von den Frauen ( $N = 11$ ) erzielten 45% ein moderates-schweres Outcome, während dies bei den Männern ( $N = 29$ ) nur 7% waren. Während 55% der Frauen bei



Entlassung schwerst betroffen waren (extrem VS, VS, extrem schwer oder tot), waren dies bei den Männern 93%.

Tabelle 26

*Beziehung zwischen Krankheitsursache und DRS-Kategorien bei Entlassung (N=39)*

Ursache	Extrem VS	VS	Extrem schwer	Sehr schwer	Schwer	Moderat	N
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Hypoxie	2 (40)	1 (20)	2 (40)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5
ICB	2 (40)	3 (60)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5
Infarkt	0 (0)	0 (0)	1 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
SAB	1 (13)	1 (12)	4 (50)	0 (0)	2 (25)	0 (0)	8
SHT	2 (10)	5 (24)	7 (33)	1 (5)	4 (19)	1 (5)	20

Bezüglich der Lokalisation der Schädigung zeigte sich ein signifikanter Unterschied bezüglich DRS-Outcome nur im Hinblick auf die Variable „Kleinhirnschädigung“ (s. Tabelle 27). Alle Patienten mit dieser Schädigung hatten ein sehr schlechtes Outcome. Keiner der Patienten mit subkortikaler, bifrontaler oder bilateraler Schädigung hatte ein gutes oder moderates Outcome. Alle Patienten, die entweder Läsionen in den Bereichen Hirnstamm, Thalamus, Kleinhirn, Stammganglien oder Corpus callosum hatten oder eine Kombination aus diesen, waren zum Entlasszeitpunkt schwer bis extrem schwer betroffen.

Tabelle 27

*Beziehung zwischen Lokalisation und DRS-Kategorien bei Entlassung (N= 39)*

Lokalisation	Extrem VS N (%)	VS N (%)	Extrem schwer N (%)	Sehr schwer N (%)	Schwer N (%)	Moderat N (%)	Tot N (%)	N (%)	$\chi^2$	P
Bifrontal	1 (6)	5 (31)	5 (31)	1 (6)	4 (25)	0 (0)	0 (0)	16 (40)	7.06	.31
Bilateral	2 (8)	8 (33)	8 (33)	1 (4)	4 (17)	0 (0)	1 (4)	24 (60)	7.54	.27
Thalamus	1 (10)	6 (60)	2 (20)	0 (0)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	10 (25)	9.04	.17
Kleinhirn	1 (25)	1 (25)	0 (0)	1 (25)	0 (0)	0 (0)	1 (25)	4 (10)	20.48	<.01**
Corpus Callosum	0 (0)	2 (29)	2 (29)	0 (0)	3 (43)	0 (0)	0 (0)	7 (18)	6.65	.35
Hirnstamm	3 (38)	2 (25)	2 (25)	0 (0)	1 (13)	0 (0)	0 (0)	8 (20)	3.36	.76
Stammganglien	1 (17)	2 (33)	3 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (15)	2.24	.90

Bei dem Vergleich des Schweregrades zwischen Patienten, die Komplikationen wie Mittellinienverlagerung, Hydrocephalus, Hirnödeme, Atrophie oder Meningitis im Verlauf hatten, zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Obwohl die meisten dieser Patienten insgesamt ein sehr schlechtes Outcome hatten, gab es einzelne Patienten, die trotz Komplikationen im Verlauf ein moderates oder zumindest „nur“ schweres Outcome hatten, so zum Beispiel nach Mittellinienverlagerung oder Hirnödeme.

Tabelle 28

*Beziehung zwischen Komplikationen und DRS-Kategorien bei Entlassung*

Variable	Extrem VS N (%)	VS N (%)	Extrem schwer N (%)	Sehr schwer N (%)	Schwer N (%)	Moderat N (%)	Tot N (%)	N	$\chi^2$	P
Mittellinien- verlagerung	2 (14)	5 (36)	4 (29)	0 (0)	1 (7)	1 (7)	1 (7)	14	6.51	.37
Hydrocephalus	2 (10)	8 (40)	8 (40)	0 (0)	2 (10)	0 (0)	0 (0)	20	8.84	.18
Hirnödem	4 (17)	8 (35)	7 (30)	0 (0)	2 (9)	1 (4)	1 (4)	23	6.66	.35
Hirnödem/Hydro- cephalus oder Mittellinien- verlagerung	5 (17)	9 (30)	12 (40)	0 (0)	2 (7)	1 (3)	1 (3)	30	11.33	.08
DAI	0 (0)	2 (50)	0 (0)	0 (0)	2 (50)	0 (0)	0 (0)	4	7.41	.28
Atrophie	1 (17)	2 (33)	2 (33)	0 (0)	1 (17)	0 (0)	0 (0)	6	.75	.99
Meningitis	1 (33)	0 (0)	1 (33)	0 (0)	1 (33)	0 (0)	0 (0)	3	2.25	.90

Zusammengefasst waren IDB1, CRS-R und DRS bei Aufnahme und Kleinhirnschädigung signifikante Prädiktoren für die allgemeine Schwere der Beeinträchtigung, erfasst durch die DRS, bei Entlassung. Trends zeigten sich bezüglich Geschlecht, Lokalisation (subkortikale, bifrontale beziehungsweise bilaterale Schädigung) und Komplikationen.

## Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein neues Untersuchungsverfahren für die Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten zu entwickeln, zu validieren und auf seine Eignung im Klinikalltag hin zu überprüfen.

Das zu diesem Zweck entwickelte Verfahren, das Instrument zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB), erwies sich in dieser Studie als valides und reliables Instrument. Da die Ergebnisse des IDB stark mit denen anderer Skalen korrelieren, aber gleichzeitig in bestimmten Einschätzungen (zum Beispiel Einstufung von Patienten als MCS) davon abweichen, liegt eine besondere Messqualität des IDB bei dieser Patientengruppe vor. Das IDB zeigt eine bessere Sensibilität bezüglich der Erfassung subtiler kognitiv moderierter Leistungen, indem es bei einigen Patienten kognitive Kompetenzen nachweisen kann, die bei der CRS-R-Untersuchung unentdeckt blieben. Dies ist von großer klinischer Relevanz, da der Nachweis minimaler kognitiver Kompetenzen Auswirkungen auf Therapie und Behandlungsdauer haben kann. Gleichzeitig zeigt die gute Übereinstimmung in der Diagnose durch zwei verschiedene Untersucher zum gleichen Untersuchungszeitpunkt sowie die ebenfalls gute Übereinstimmung der Beurteilung im zeitlichen Kurzzeitverlauf, dass das IDB ein zuverlässiges Verfahren in der Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen ist.

Eine Einstufung der Bewusstseinslage als VS, MCS oder bewusst war bei allen Patienten unabhängig von der Krankheitsätiologie möglich. Beim IDB handelt es sich somit um ein Verfahren, welches es erlaubt, Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen heterogener Krankheitsursache zu untersuchen. In der Vergangenheit sind häufig Skalen herangezogen worden, die nicht für die Diagnostik nicht-traumatischer Schädigungen

entwickelt und validiert worden waren (Stephan et al., 2004). Ein Grund hierfür war sicher die Praktikabilität und Ökonomie dieser Verfahren. Der Zeitaufwand für die Durchführung des IDB ist im Vergleich dazu deutlich höher, er liegt bei 30-40 Minuten pro Untersuchung. Allerdings rechtfertigt der Zugewinn klinisch relevanter Informationen diesen zeitlichen Mehraufwand. Laut Stephan et al. (2004) sollten die für ein Scoringsystem geforderten ökonomischen Kriterien nicht auf den Zeitfaktor bezogen werden: „Clinical rehabilitation of minimally responsive patients is not a form of emergency medicine“ (Berger, Vavrik & Hochgatterer, 2001; zitiert nach Stephan et al., 2004, S. 21).

Die Entwicklung des IDB-Verfahrens orientierte sich an den international gültigen Richtlinien zur Diagnostik dieser Patientengruppe. Es gewährleistet eine kontrollierte und standardisierte Erfassung kognitiver Verarbeitungskompetenzen in basalen und komplexen Verarbeitungsbereichen und berücksichtigt quantitative wie qualitative Aspekte von Bewusstseinstätigkeit. Die Bedeutung der Konsistenz von Reaktionen im Hinblick auf die Bewusstseinslage kann herausgearbeitet werden. Eine besondere Stärke des Verfahrens liegt in der Möglichkeit, Kompetenzen des Patienten auf basalen und komplexen Verarbeitungsniveaus sichtbar zu machen und anhand eines Profils der Leistungen in den einzelnen Wahrnehmungsmodalitäten abzubilden. Bei Patienten, bei denen gezielte Reaktionen auf auditive, visuelle oder taktile Umweltreize nachweisbar sind, kann von einer Wahrnehmungsfunktion für Umweltreize sowie einer zumindest partiellen Intaktheit eines Aktionssystems ausgegangen werden (Gray, 2004); das heißt, diese Menschen verfügen über die Fähigkeit, auf Reize in ihrer Umgebung über eine Reaktion zu antworten, die überwiegend unbewusst abläuft (Orientierungsreaktion). Solange jedoch keine Reaktionen in den komplexen Aufgabensituationen auftreten, kann nicht von einem bewussten Verständnis des situativen Inhalts ausgegangen werden. Aus externer Sicht ist jedoch zumindest eine allgemeine Wachheit, eine über einen gewissen Zeitraum hin aufrechterhaltene

Aufmerksamkeitsausrichtung auf die Umwelt und ein kurzzeitiges adäquates und zielgerichtetes Verhalten erkennbar (Damasio & Meyer, 2009), im Gegensatz zu Patienten im VS, bei denen nur eine allgemeine Wachheit, nicht jedoch eine Aufmerksamkeitsausrichtung erkennbar ist. Der Begriff „MCS-“ beschreibt dieses Zustandsbild, bei dem ein einfaches „Kernbewusstsein“ (Damasio & Meyer, 2009) mit Aufmerksamkeitszuwendung auf niedrigem Niveau nachweisbar ist. Ein bewusstes Erleben kann diesen Menschen jedoch nicht zugeschrieben werden (Giacino, 1997). Bei Patienten dagegen, die sich im MCS+ befinden, sind bewusste Inhalte, also Inhalte, die vom Patienten verstanden werden und auf die er über gezielte Handlungen reagiert, nachweisbar. Bei diesen Menschen sind somit nicht nur eine Grundwachheit und eine Fähigkeit zur Wahrnehmung exterozeptiver Reize gegeben, sondern auch ein über linguistische beziehungsweise nicht-sprachliche Prozesse vermitteltes Verständnis sowie die Fähigkeit zu zielgerichtetem Verhalten. Aussagen über die Fähigkeit des Patienten, sich diese Prozesse bewusst zu machen, oder seine Wahrnehmungsfähigkeit für interozeptive Prozesse sind darüber hinaus aber auch bei diesem Zustand nicht zulässig.

Somit differenziert das IDB Patienten auf der Basis der in der Fachliteratur beschriebenen Unterschiede bewusster Prozesse: bewusster Wahrnehmungsprozesse, die die Zuordnung eines Bedeutungsgehalts ermöglichen, und überwiegend nicht bewusster oder impliziter Aktionsprozesse (Gray, 2004; Milner & Goodale, 1995; Rahmani, 2002). Die hierzu eingeführten begrifflichen Zusätze erwiesen sich als hilfreich, indem sie zusätzliche Informationen über das Ausmaß an kognitiver Verarbeitungsfähigkeit bieten. Gleichzeitig bilden die diagnostischen Feinabstufungen das Kontinuum zwischen Bewusstlosigkeit und Bewusstsein besser ab als die von einigen Verfahren vorgeschlagene dichotome Differenzierung zwischen VS und MCS.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist darin zu sehen, dass es eine große Bandbreite an motorischen Reaktionsmöglichkeiten beinhaltet und sprachabhängige beziehungsweise

motorische Output-Komponenten minimiert sind. Damit wird eine valide Differentialdiagnostik der Bewusstseinsstörung auch bei motorisch schwerst beeinträchtigten Patienten wie Tetraplegikern und Locked-In-Patienten, aber auch bei aphasischen Patienten möglich. Der Bedeutung des Nachweises von Sprachverarbeitung im Kontext der neurologischen Rehabilitation wird Rechnung getragen, indem klar definierte Items die Sprachverarbeitungskompetenzen sowie die Aspekte der Umsetzung sprachlicher Aufforderungen in ein motorisches Output erfassen.

Eine weitere Besonderheit des Verfahrens ist, dass Reaktionstendenzen durch die Erfassung des Patientenverhaltens unter Kontrollbedingungen erfasst und deren Bedeutung in der Gesamtdiagnose berücksichtigt werden können. Dieser Aspekt, der schon zuvor in individualisierten quantitativen Verfahren eingeführt worden war (Whyte & DiPasquale, 1995), verbessert die Qualität der klinischen Untersuchung, indem mögliche Fehlerquellen wie spontane Bulbibewegungen, Blickpräferenzen (wie zum Beispiel bei visuellem Neglect) oder motorische Perseverationen mit erfasst werden können und deren Bedeutung in Bezug auf die Gesamtdiagnose herausgearbeitet werden kann. Dass in dieser Studie gezielte Reaktionen am häufigsten unter den Bedingungen „Befolgen sprachlicher Aufforderungen“ und „Kommunikation“ auftraten, deutet darauf hin, dass in diesen Bereichen perseverative Tendenzen besonders häufig auftreten und deshalb sorgfältig beobachtet werden müssen. In den Bereichen „Visuelle Orientierungsreaktion“, „Visuelles Erkennen“ und „Taktile Objektgebrauch“ traten diese Reaktionen nicht auf. Dennoch sollte bei zukünftigen Untersuchungen auch in diesen Bereichen weiterhin eine Kontrollbedingung eingehalten werden, auch unter dem Aspekt, dem Patienten eine standardisierte Pause zwischen den Stimulusintervallen zu geben.

Es konnte gezeigt werden, dass sich das IDB, ebenso wie die CRS-R und die DRS zur Vorhersage des Gesamtoutcome eignen. Patienten, bei denen zum Aufnahmezeitpunkt

anhand der IDB eine schwere Bewusstseinsstörung nachgewiesen worden war, hatten generell eine schlechtere Chance, ein gutes Behandlungsergebnis während der Rehabilitation zu erzielen. Dieses Ergebnis entspricht den zuvor schon in der Literatur beschriebenen Befunden, die die Bedeutung einer frühen Diagnostik der Bewusstseinsstörung im Hinblick auf die Vorhersage einer Erholung betonen (Giacino et al., 2002; Giacino & Kalmar, 2005; Sazbon & Dolce, 2002). Auch die Ergebnisse hinsichtlich der relativ guten Erholung einer Untergruppe von Patienten (18%) decken sich mit denen aus früheren Untersuchungen. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, Patienten mit schweren Bewusstseinsstörungen eine Rehabilitationschance zu geben, da auch bei dieser Gruppe eine Erholung im Rahmen des Möglichen ist.

Bezüglich der Bedeutung weiterer Faktoren im Hinblick auf die Vorhersage des Behandlungsergebnisses gibt es eine heterogenere Befundlage, die teilweise darauf zurückzuführen ist, dass aufgrund der kleinen Stichprobengröße eine statistische Signifikanz nicht zu erzielen war. In dieser Studie war jedoch ein Trend erkennbar, der sich mit anderen Ergebnissen aus früheren Studien deckt: eine bessere Chance auf ein Wiedererlangen von Bewusstseinstätigkeit hatten Patienten, die jünger als 40 Jahre alt waren, entweder eine SAB oder ICB erlitten hatten, keine oder geringfügigere medizinische Komplikationen aufwiesen und keine Läsionen in temporalen oder occipitalen Regionen hatten. Entgegen bisheriger Befunde (Damasio & Meyer, 2009) hatte das Vorliegen bilateraler, bifrontaler und subkortikaler Läsionen keine Aussagekraft hinsichtlich der Frage, ob sich Bewusstseinstätigkeit wiederherstellt. Ein Grund hierfür kann, zusätzlich zu dem Aspekt der kleinen Stichprobengröße, sein, dass es Fehlerquellen durch Variationen in der neuroradiologischen Befundung gab. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass solche neuropathologischen Faktoren, wie sie am häufigsten mit schweren Bewusstseinsstörungen assoziiert werden (zum Beispiel DAI oder Atrophie), in der Frühphase der Schädigung mit



bildgebenden Verfahren oft nur schwer darstellbar sind (Whyte et al., 2005) und sich meist erst im Langzeitoutcome niederschlagen, das in dieser Studie nicht erfasst wurde (Hammond et al., 2004). In diese Richtung deuten auch die Befunde hinsichtlich Neuropathologie, Komplikationen und Gesamtoutcome, erfasst durch die DRS bei Entlassung. Hier wurde aufgezeigt, dass die Faktoren Krankheitsursache Hypoxie und IDB, männliches Geschlecht, subkortikale, bifrontale und bilaterale Schädigung und Komplikationen wie Hydrocephalus, Mittellinienverlagerung oder Hirnödeme mit einem schlechteren Gesamtoutcome einhergingen. Von den zehn Patienten, bei denen eine Thalamusschädigung nachgewiesen wurde, erzielte keiner ein moderates oder gutes Outcome. Dies beinhaltet auch Patienten, bei denen die IDB-Auswertung ergab, dass sich die Bewusstseinstätigkeit partiell, im Sinne eines MCS, zurückgebildet hatte. Da auch diese Patienten noch als bewusstseinsgestört zu beurteilen sind, decken sich diese Befunde mit der in der Literatur zitierten Bedeutung, die der Thalamus im Hinblick auf Bewusstseinstätigkeit hat (Damasio & Meyer, 2009; Tononi & Laureys, 2009).

Auch wenn die Studie insgesamt die Eignung und die besondere Qualität des IDB in der Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen nachgewiesen hat, müssen doch auch einige methodische Limitierungen diskutiert werden: Kognitive Prozesse sind bei all denjenigen Patienten mit der Methode der standardisierten Verhaltensbeobachtung erfassbar, die zumindest eine grobe Wahrnehmung der externen Welt sowie eine zumindest minimale motorische Ausdrucksmöglichkeit haben. Bei diesen Patienten lassen unter standardisierten Bedingungen dokumentierte und ausgewertete Verhaltensbeobachtungen Rückschlüsse auf intakte kognitive Funktionen zu. Sind jedoch auf diese Weise keine kognitiven Prozesse nachweisbar, so kann damit nicht eindeutig der Schluss gezogen werden, dass tatsächlich keine Wahrnehmungsfunktionen für externe Reize vorhanden sind. In diesem Fall besteht auch die Möglichkeit, dass zwar eine Aufnahme und Verarbeitung der Reize über bewusste

oder unbewusste Verarbeitungsprozesse stattfand, jedoch keine motorische Reaktion möglich war. Ein Hauptnachteil der Methode der systematischen Verhaltensbeobachtung ist, dass nur solche kognitiven Prozesse erfassbar sind, die direkten Ausdruck in motorischem Verhalten finden (Output), dass systematische Verhaltensbeobachtung also stark abhängig von den motorischen Ausdrucks- und Reaktionsmöglichkeiten eines Patienten ist. Das heißt ein Einsatz ist bei all jenen Patienten möglich und sinnvoll, die zumindest minimale motorische Zugriffsmöglichkeit haben, aber deren optimale Reaktionsmöglichkeit aufgrund starker Schwankungen in Einzeluntersuchungen nicht valide erfassbar ist. Für die Patienten, bei denen das nicht gegeben ist, werden von einigen Autoren zusätzliche Untersuchungen durch fMRI oder die Erfassung evozierter Potentiale empfohlen, um möglicherweise erhaltene kognitive Inseln nachzuweisen (Coleman et al., 2007). Schließlich werden VS-Patienten heute nicht mehr als „apallisch“ angesehen, das heißt man geht nicht mehr davon aus, dass bei ihnen keinerlei kortikale Aktivität gegeben ist. Vielmehr wird angenommen, dass die Patientengruppe sehr heterogen ist und bei einigen Patienten kortikale Reaktionen auf Stimuli auftreten können, die möglicherweise unbewusst ablaufen oder sich aus anderen Gründen nicht in offenem Verhalten manifestieren. Bei dieser Patientengruppe ist ein Zustand auf einem Kontinuum kognitiver Reduktion denkbar; ein breites Spektrum an reduzierter Aufnahmefähigkeit und Verarbeitungsfähigkeit für sensorische Reize, abnormer Bedeutungshaltigkeit von Reizen, beeinträchtigter Reaktionsfähigkeit und beeinträchtigter höherer kognitiver Verarbeitung der Reize ist theoretisch möglich (Dolce & Sazbon, 2002). Bei Menschen im VS sind am häufigsten neokortikale Strukturen betroffen, die für höhere kognitive Prozesse wie bewusste Wahrnehmung, explizites Gedächtnis und Exekutivfunktionen zuständig sind. Es wird angenommen, dass die Anzahl der Zellen, die innerhalb des neuronalen Netzwerkes eines Menschen feuern, darüber entscheidet, ob ein bewusster oder unbewusster Zustand vorliegt (Dolce & Sazbon, 2002). Doch auch bei

Patienten im VS werden Zellen aktiviert. Diese Innervation kann unter Umständen dazu führen, dass Verarbeitungsprozesse stattfinden, die nach außen hin nicht sichtbar sind, sogenannte „maskierte“ kognitive Funktionen beziehungsweise „Leistunginseln“ (Laureys & Boley, 2007; Owen & Coleman, 2007). So konnten vor allem in den letzten Jahren immer wieder in Einzelfallstudien Dissoziationen zwischen den Ergebnissen der Verhaltensdiagnostik und denen der neurophysiologischen Forschung aufgezeigt werden (Giacino & Smart, 2007).

Kontrovers diskutiert wird weiterhin die Diagnostik und Definition der Beendigung der MCS-Phase. Die Operationalisierung als funktionelle Kommunikation im Sinne der richtigen Beantwortung von sechs Ja/Nein-Fragen und als konstanter funktioneller Objektgebrauch wurde von einigen Autoren kritisiert. So zeigten Nakase-Richardson, Yablon, Sherer, Evans und Nick (2008), dass selbst als bewusst diagnostizierte hirnerkrankte Patienten mit schweren Aufmerksamkeitsstörungen oder anderen neuropsychologischen Beeinträchtigungen überwiegend nicht dazu in der Lage waren, serielle Ja/Nein-Fragen korrekt zu beantworten. Diese Fragen waren zwar komplexer als die situativen Orientierungsfragen, die von der Aspen-Conference vorgeschlagen worden waren, doch selbst nicht-verwirrte Patienten konnten nur einen Teil dieser Fragen richtig beantworten. Mögliche Gründe hierfür könnten ihre reduzierte Aufmerksamkeitsspanne, eine erhöhte Ablenkbarkeit, herabgesetzte Motivation und ihre herabgesetzte Fähigkeit, sprachlich komplexere Informationen richtig zu verarbeiten, sein. Art und Komplexität der gestellten Fragen spielen somit eine wichtige Rolle. Im IDB wurden zur Beurteilung der Kommunikationsfähigkeit und des Sprachverständnisses einfache sprachliche Formulierungen verwendet. Die Fragen beziehen sich auf einfache situative und personelle Orientierung (zum Beispiel Frage nach eigenem Vornamen beziehungsweise Frage nach Verständnis). Sie beinhalten somit eine starke emotionale und motivationale Komponente und rufen damit mit größerer

Wahrscheinlichkeit eine Antwort hervor. Gleichzeitig sind es heterogene Fragen im Vergleich zu der in der CRS-R gestellten homogenen Frage: „Klatsche ich jetzt?“. Die Formulierung der Fragen und Aufforderungen im IDB hat sich somit zwar an den in der Literatur ausgesprochenen Empfehlungen für die Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten orientiert, die Frage nach dem Ende von MCS kann jedoch weiterhin nicht abschließend beantwortet werden. In dieser Studie werden solche Patienten als bewusst diagnostiziert, die in einem der komplexen Verarbeitungsbereiche sechs mal korrekt reagiert haben. Dies entspricht der Konzeptualisierung von Bewusstsein als ein Phänomen, welches durch konstantes zielgerichtetes Verhalten nachweisbar ist (Damasio & Meyer, 2009). Die dem Verhalten zugrundeliegenden basalen emotionalen Zustände sind damit aber nicht beschreibbar.

Die Kritik einiger Autoren an Komaskalen bezieht sich auf den Punkt, dass es bei den meisten Skalen einen cut-off-Punkt gibt und die Skala somit nicht für eine kontinuierliche Erfassung der Veränderung während des Rehabilitationsprozesses geeignet ist (Canedo et al., 2002). Ein solcher cut-off-Punkt existiert auch beim IDB. Der Punkt ist allerdings auch bewusst dort gesetzt, da der Übergang von einem bewusstseinsgestörten Zustand in einen Zustand intakter Bewusstseinstätigkeit, aber noch schwerer neuropsychologischer Beeinträchtigungen einen wesentlichen Meilenstein in der Rehabilitation darstellt. Die Untersuchung eines Patienten nach Überschreitung dieser Schwelle muss durch speziell angepasste Untersuchungsinstrumente erfolgen und auf die Erfassung von kognitiven Ressourcen, aber auch spezifischen Beeinträchtigungen wie zum Beispiel Apraxien ausgerichtet sein.

In der klinischen Rehabilitation bewusstseinsgestörter Patienten ist die Diagnostik vorhandener kognitiver Leistungsinselfen oder teilweise funktionierender Netzwerke von großer Bedeutung. Der Nachweis von intakten Wahrnehmungsprozessen oder sogar gezielten motorischen Outputleistungen stellt nicht nur die Basis für die individuelle Therapieplanung

dar, sondern beeinflusst auch direkt die Motivation des therapeutischen Teams, sich dem Patienten aktiv und interaktiv zuzuwenden (Coleman et al., 2007). Vor allem der Nachweis von „linguistischem Bewusstsein“, also von teilweise intakter Verarbeitung sprachlicher Informationen, stellt dabei ein wesentliches Element in der Wahrnehmung eines Menschen als bewusst dar (Röhrenbach & Markowitsch, 1997, S. 564-565). Dabei sind objektive Untersuchungsbefunde eine wichtige Grundlage für das Gespräch mit den Angehörigen. Oft fällt es diesen schwer, den Zustand ihres Angehörigen zu verstehen und zu akzeptieren. Eine einfühlsame Gesprächsführung, in der vorhandene Ressourcen dargelegt und Umgangsmöglichkeiten damit thematisiert werden, ist dabei sehr wichtig. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die persönliche Tragödie der Familie durch eine objektive Befunderhebung weder gelöst noch verringert werden kann. Vor allem die Übermittlung des Befundes eines wachkomatösen Zustandes, das heißt der Interpretation, dass „da drin niemand ist“ (Phipps et al., 1997), hat enorme medizinische, ethische, ökonomische und psychosoziale Implikationen. Eine psychologische Betreuung der Angehörigen sollte deshalb ein Bestandteil der Gesamtbehandlung sein. In der Zukunft sollten Forschungsvorhaben auch die Rolle der Angehörigen in der Diagnostik, Therapie und in Bezug auf das Behandlungsergebnis umfassen.

Entscheidungsfindungen beziehungsweise die in der Gesellschaft in Bezug auf diese Patientengruppe angewendete Politik beruhen auf kulturellen Fragestellungen aus dem wissenschaftlichen, humanistischen und dem wirtschaftlichen Sektor (Keren & Resnik, 2002). Praktische und ethische Fragestellungen entstehen fast täglich, wenn es um die Frage geht, auf welche Art, wie lange und in welcher Intensität diese Patienten behandelt werden sollen. Auch die Frage nach einem wünschenswerten und akzeptablen Behandlungsergebnis kann nicht einheitlich beantwortet werden. Viele Patienten erreichen im Behandlungsverlauf wesentliche Verbesserungen ihrer Vigilanz und kognitiven Funktionen, die ihnen eine, wenn

auch eingeschränkte, Anteilnahme an sozialer Interaktion und Kommunikation erlauben, ohne jedoch eine wesentliche Verbesserung ihrer Selbstständigkeit im Alltag mit sich zu bringen. Eine wesentliche Frage ist dabei, wie lange eine Behandlung unter dieser Perspektive fortgeführt werden sollte. Die Frage nach einer erzielbaren Lebensqualität tritt dabei in den Vordergrund gegenüber funktionellen Fortschritten. Eine andere Frage, die in vielen Ländern öffentlich diskutiert wird, ist, ob Patienten im VS ein Recht auf eine Beendigung lebenserhaltender Maßnahmen haben (Phipps & Whyte, 1999; Laureys, 2006). Diese Diskussionen werden vor dem Hintergrund medizinisch, juristisch und ethisch begründeter Definitionen von Tod und Leben geführt (Laureys, 2006). In Abhängigkeit von der diesbezüglich herangezogenen Definition können VS-Patienten als hirntot bezeichnet werden, wenn ein Ausfall neokortikaler Funktionen und somit ein Verlust von Bewusstsein und Persönlichkeit gegeben ist (neokortikale Todesdefinition). Kritiker halten dagegen, dass beim VS–im Unterschied zum Hirntod–nicht definitiv von einer Irreversibilität ausgegangen werden kann; außerdem sind in diesem Zustand oft weiterhin kortikale evozierte Potentiale und Stammhirnpotentiale nachweisbar. Auch die eindeutige Schlussfolgerung, basierend auf klinischen Untersuchungen, dass ein Mensch das Bewusstsein unwiderruflich verloren hat, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Die klinische Untersuchung erlaubt lediglich Rückschlüsse darüber, ob ein Mensch auf seine Umwelt reagiert. Während diese philosophischen Erörterungen keine eindeutigen Empfehlungen bezüglich der Frage nach dem Sinn einer Fortsetzung lebenserhaltender Maßnahmen bei VS-Patienten zulassen, wird in der Praxis pragmatischen Erwägungen der Vorzug gegeben. In den vor Gericht oder im zivilen Bereich stattfindenden Debatten spielt der mutmaßliche Wille des Patienten ebenso eine Rolle wie die Frage nach nachweisbaren kognitiven Fähigkeiten, Leiden und Lebenswille. Objektiv nachweisbare kommunikative Fähigkeiten der Patienten sind dabei von immenser Bedeutung. Allerdings dürfte es auch bei zuverlässig kommunizierenden Patienten

schwierig sein, aus der Beantwortung von Einzelfragen mittels eines Ja/Nein-Codes Rückschlüsse auf ihren Lebenswillen und ihre Lebensqualität zu ziehen, zum einen weil ihre Fähigkeit zur Selbstreflexion und Selbstwahrnehmung mit großer Wahrscheinlichkeit beeinträchtigt ist, zum anderen weil es sein kann, dass ein Mensch im VS oder MCS positive Erlebnisse oder ein angenehmes Lebensgefühl hat, ohne diese kommunizieren zu können (Phipps & Whyte, 1999; Laureys, 2006). Empfohlen wird, eine Forschungsagenda zu etablieren, die die Beantwortung folgender Fragen anstrebt (Laureys & Boly, 2007): Wie erleben Menschen im MCS ihre Lebenssituation? Mit welchen Methoden können diese Fragen beantwortet werden? Welche Faktoren beeinflussen die Familien und das klinische Team bezüglich medizinischer Maßnahmen? Und welche Kosten verursachen Patienten, die dauerhaft in diesem Zustand sind? Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine einheitlichen Richtlinien und Kriterien für Entscheidungsfindungen bezüglich der Dauer der Behandlung (Keren & Resnik, 2002). Jeder Versuch, die Lebensqualität dieser Patienten und den Wert fraglicher funktioneller Verbesserungen zu definieren, impliziert philosophische, moralische und ethische Entscheidungen, die immer auch vor dem Hintergrund realer gesundheitspolitischer und wirtschaftlicher Bedingungen ausgetragen werden müssen. Vor allem die Kosten, die für die Langzeitbehandlung und -versorgung dieser Patienten entstehen, müssen dabei berücksichtigt werden. Die relativ hohen Kosten sind dabei vor allem in Europa vergleichbar; die „positiven“ Auswirkungen einer Behandlung zu berechnen, ist dagegen schwierig und hängt von den Wertvorstellungen innerhalb der einzelnen Kulturen ab. Dolce und Sazbon (2002) schlagen vor, folgende Aspekte bei der konkreten Entscheidungsfindung zu berücksichtigen:

- Patienten im VS haben ein „lebendiges“ Gehirn, das zumindest bei einigen Patienten zu emotionalen Reaktionen fähig ist und Umweltreize partiell wahrnehmen kann.

- Patienten im VS haben eine lange Lebenserwartung.
- Im Langzeitverlauf benötigen diese Patienten keine medizinische Behandlung, sondern gute aktivierende Pflege.
- Funktionelle Veränderungen sind bei einzelnen Patienten auch noch nach langer Zeit möglich.

In der Literatur wird die Notwendigkeit der weiteren Erforschung spezifischer Fragestellungen wie der des Übergangs von der Beendigung des MCS in den Zustand der post-traumatischen Amnesie hervorgehoben (Taylor et al., 2007). Die Bedeutung von schweren neuropsychologischen Beeinträchtigungen wie Verwirrtheit, Desorientiertheit und Amnesie bei der Diagnostik dieser Patienten ist dabei noch weitgehend unerforscht. Da bei der Rückbildung schwerer Bewusstseinsstörungen nach einer Hirnschädigung von einem Kontinuum der Remission von Funktionen ausgegangen wird, ist außerdem die weitere Erforschung von Remissionsmustern, des klinischen Verlaufs sowie des Outcomes innerhalb der einzelnen Subkategorien von Bewusstseinsstörungen nötig (Giacino, 1997). Damit könnten prognostische Marker für eine gute Erholung identifiziert werden. Der von Giacino geforderten Durchführung kontrollierter prospektiver Studien des Verlaufs von Bewusstseinsstörungen wurde teilweise Rechnung getragen, indem zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit eine solche Studie durchgeführt wird, an der auch der Autor dieser Dissertation beteiligt ist. Die bisherigen Studien erfassten meist nur den allgemeinen Schweregrad der Erkrankung, nicht jedoch die spezifische Art und Schwere der Bewusstseinsstörung als prognostischer Indikator (Hammond et al., 2004). Der in dieser Studie erfasste prädiktive Wert der zu Rehabeginn vorliegenden Bewusstseinsstörung (CRS-R und IDB) sowie der allgemeinen Schwere der Beeinträchtigung anhand der DRS sollte in der Erhebung des Langzeitoutcomes erfasst werden.



Auch in der weiteren Erforschung der Pathophysiologie von Bewusstseinsstörungen sowie der „maskierten“ kognitiven Ressourcen schwerst beeinträchtigter Patienten durch ereignis-korrelierte Potentiale ist ein weiterer Bedarf zu sehen (Pincherle & Sannita, 2002). Hier wird eine Verbesserung der Methodik sowie der Forschungsparadigmen erwartet. Verbesserte systematische neurophysiologische Untersuchungen könnten zusammen mit moderner Bildgebungstechnik (zum Beispiel fMRI oder PET) eine erhebliche Verbesserung unseres Verständnisses der Konzepte Bewusstsein, Vigilanz und der Zustände gestörten Bewusstseins mit sich bringen. Eine Kombination dieser Methoden mit validen Verhaltensbeobachtungsinstrumenten wie dem IDB könnte das generelle Verständnis der Fragestellungen nach Bewusstseinstätigkeit verbessern und im konkreten Einzelfall eine verbesserte Differentialdiagnostik mit sich bringen. Damit wären die Voraussetzungen für eine optimal an die konkreten Ressourcen des Patienten angepasste Therapieplanung und Versorgungsplanung gegeben.

## **Zusammenfassung und Ausblick**

Mit der vorliegenden Arbeit wurden die klinische Eignung sowie die psychometrischen Qualitäten des Instruments zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen bestätigt. Als besonders sensibles Verfahren gelingt dem IDB die Aufdeckung kognitiver Ressourcen auf basalem und komplexem Verarbeitungsniveau, die mit vergleichbaren Skalen unentdeckt bleiben. Außerdem hat es wesentliche methodische Vorteile im Vergleich zu bisherigen Skalen oder Verfahren: Trotz Standardisierung von Reizdarbietung, Reaktionserfassung und Auswertung erlaubt es eine Vielzahl motorischer Ausdrucksmöglichkeiten und wird damit der Problematik der potentiellen Maskierung kognitiver Ressourcen durch Lähmungen oder andere motorische Beeinträchtigungen gerecht. Durch die Einbeziehung von Kontrollbedingungen werden unwillkürliche Reaktionstendenzen mit erfasst und in die Gesamtdiagnostik einbezogen. Außerdem eignet sich das Verfahren auch zur frühen Vorhersage des Behandlungsergebnisses.

Im klinischen Alltag ist das Verfahren ökonomisch einsetzbar; vergleichbare Ergebnisse werden von unterschiedlichen Untersuchern zum gleichen Untersuchungszeitpunkt erzielt. Von besonderem Vorteil ist dabei die Möglichkeit der Profildarstellung kognitiver Ressourcen. Damit sind die Ergebnisse im Behandlungsverlauf in der Therapieplanung, Teamkommunikation sowie im Gespräch mit den Angehörigen nutzbar. Spezifische Therapieziele können auf dem aktuellen Stand nachweisbarer Ressourcen basierend formuliert werden. Allerdings müssen negative Befunde mit sehr viel Vorsicht interpretiert werden aufgrund der dem Verfahren inhärenten Limitierung der Abhängigkeit der Reaktionsfähigkeit von vorhandenen Output-Ressourcen des Patienten.

Im Bereich der Forschung wäre es wünschenswert, die vielversprechenden Ergebnisse der in den vergangenen Jahren begonnenen fMRI-Studien mit der Anwendung des IDB zu koppeln, um weitere Aufschlüsse über kognitive Prozesse bei bewusstseinsgestörten Menschen, aber auch über Bewusstseinsprozesse bei gesunden Probanden zu erzielen. Damit könnte den Limitierungen der jeweiligen Verfahren entgegengewirkt und dem Verständnis der gemeinsamen Schnittstelle im Gehirn ein Stück nähergekommen werden.

*Es vergeht Zeit, in der ich kaum lebe und doch altere. Auch Kraftlosigkeit verändert die Welt. Hin und wieder versuche ich Andeutungen von Bewegung. Wenn ich nicht in der Lage bin, die Augen zu öffnen, berühren meine Hände das Bettzeug im Dunkeln. Manchmal werden sie auch berührt, was wie eine Vergewisserung ist. Ich bin noch da. Jemand hat mich entdeckt.*

(C. Maurer-Saar im Roman *Stille Tage*, unveröffentlichtes Manuskript)

## Literatur

- Ackermann, H. & Ziegler, W. (1995). Akinetischer Mutismus – eine Literaturübersicht. *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie*, 63, 59-67.
- Adams, J.H., Graham, D.I., Murray, L.S. & Scott, G. (1982). Diffuse axonal injury due to non-missile head injury in humans: analysis of 45 cases. *Annals of Neurology*, 27, 557-563.
- American Academy of Neurology. (1995). Practice Parameter: Assessment and Management of persons in the persistent vegetative state. *Neurology*, 45, 1015-1018.
- American Congress of Rehabilitation Medicine. (1995). Recommendations for use of uniform nomenclature pertinent to patients with severe alterations in consciousness. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 205-209.
- American Medical Association; Council on Scientific Affairs and Council on Ethical and Judicial Affairs. (1990). Persistent Vegetative State and the decision to withdraw or withhold life support. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, 19 (3), 426-430.
- Andrews, K. (1996). International Working Party report on the Management of the vegetative state: summary report. *Brain Injury*, 10 (11), 797-806.
- Andrews, K., Murphy, L., Munday, R. (1996). Misdiagnosis of the vegetative state: Retrospective study in a rehabilitation unit. *British Medical Journal*, 313, 13-16.
- Ansell, B.J., Keenan, J.E. & de la Rocha, O. (1989). *Western Neuro Sensory Stimulation Profile – A tool for assessing slow-to-recover head-injured patients*. Tustin, CA: Western Neuro Care Center.

- Baars, B.J. (1995). Tutorial commentary: surprisingly small subcortical structures are needed for the state of waking consciousness, while cortical projection areas seem to provide perceptual contents of consciousness. *Conscious Cognition*, 4 (2), 159-162.
- Bates, D. (2005). The vegetative state and the Royal College of Physicians guidance. In M. R. Coleman (Hrsg.), *Special Issue of Neuropsychological Rehabilitation: The Assessment and Rehabilitation of Vegetative and Minimally Conscious Patients* (S. 175-183). Hove: Psychology Press.
- Beaumont, J.G. & Kenealy, P.M. (2005). Incidence and Prevalence of the vegetative and minimally conscious states. In M. R. Coleman (Hrsg.), *Special Issue of Neuropsychological Rehabilitation: The Assessment and Rehabilitation of Vegetative and Minimally Conscious Patients* (S.184-189). Hove: Psychology Press.
- Berger, E., Vavrik, K. & Hochgatterer, P. (2001). Vigilance scoring in children with acquired brain injury: Vienna Vigilance Score in comparison with usual coma scales. *Journal of Child Neurology*, 16, 236-240.
- Bieri, P. (1994). Was macht Bewusstsein zu einem Rätsel? In W. Singer (Hrsg.), *Gehirn und Bewusstsein* (S. 172-180). Heidelberg: Spektrum.
- Boake, C. & High, W.M. (1996). Functional outcome from traumatic brain injury – unidimensional or multidimensional? *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 5, 105-113.
- Boly, M., Faymonville, M., Lambermont, B., Del Fiore, G., Degueldre, C., Franck, G. et al. (2004). Auditory processing in severely brain injured patients: differences between the minimally conscious state and the vegetative state. *Archives of Neurology*, 61, 233-238.
- Borer-Alafi, N., Gill, M., Sazbon, L. & Korn, C. (2002). Loewenstein communication scale for the minimally responsive patient. *Brain Injury*, 16 (7), 593-609.

- Boyeson, M.G. & Harmon, R.L. (1994). Acute and postacute drug-induced effects on rate of behavioral recovery after brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 9 (3), 78-90.
- Boyle, A.E. & Greer R.D. (1983). Operant procedures and the comatose patient. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 16 (1), 3-12.
- Canedo, A., Grix, M.C. & Nicoletti, J. (2002). An analysis of assessment instruments for the minimally responsive patient (MRP): clinical observations. *Brain Injury*, 16 (5), 453-461.
- Celesia, G.G. (1993). Persistent vegetative state. *Neurology*, 43, 1457-1458.
- Childs, N.L. & Mercer, W.N. (1996). Late improvement of consciousness after post-traumatic vegetative state. *New England Journal of Medicine*, 334 (1), 24-25.
- Childs, N.L., Mercer, W.N. & Childs, H.W. (1993). Accuracy of diagnosis of persistent vegetative state. *Neurology*, 43, 1465-1467.
- Coleman, M.R., Rodd, J.M., Davis, M.H., Johnsrude, I.S., Menon, D.K., Pickard, J.D. & Owen, A.M. (2007). Do vegetative patients retain aspects of language comprehension? Evidence from fMRI. *Brain*, 130, 2494-2507.
- Cossa, F.M., Fabiani, M., Farinato, A., Laiacona, M. & Capitani, E. (1999). The “preliminary neuropsychological battery”. An instrument to grade the cognitive level of minimally responsive patients. *Brain Injury*, 13 (8), 583-592.
- Crawford, S. & Beaumont, J.G. (2005). Psychological needs of patients in low awareness states, their families and health professionals. In M.R. Coleman (Hrsg.), *Neuropsychological Rehabilitation: Special Issue: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patient* (S. 548-555). Psychology Press: New York.
- Damasio, A. & Meyer, K. (2009). Consciousness: An overview of the phenomenon and of its

- possible neural basis. In S. Laureys & G. Tononi (Hrsg.), *The Neurology of consciousness* (S. 3-14). London: Academic Press.
- De Giorgio, C.M. & Lew, M.F. (1991). Consciousness, coma, and the vegetative state: physical basis and definitional character. *Issues in Law & Medicine*, 6, 361-371.
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). (2009). *Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10-GM; Version 2009)*. Köln: DIMDI.
- Di, H., Boly, M., Weng, X., Ledoux, D. & Laureys, S. (2008). Neuroimaging activation studies in the vegetative state: predictors of recovery? *Clinical Medicine*, 8 (5), 502-507.
- DiPasquale, M.C. & Whyte, J. (1996). The use of quantitative data in treatment planning for minimally conscious patients. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 11 (6), 9-17.
- Dolce, G. & Sazbon, L. (2002). Ethical Aspects. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 120-123). Stuttgart: Thieme.
- Dolce, G. & Sazbon, L. (2002). Introduction. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 1-2). Stuttgart: Thieme.
- Dolce, G. & Sazbon, L. (2002). Neurophysiopathology. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 11-17). Stuttgart: Thieme.
- Fabiani, R.J. & Crewe, N. (1995). Variables Associated with employment following severe traumatic brain injury. *Rehabilitation Psychology*, 40 (3), 223-231.
- Firsching, R., Woischneck, D., Klein, S., Reißberg, S., Döhring, D. & Peters, B. (2001). Classification of Severe Head Injury based on Magnetic Resonance Imaging. *Acta Neurochirurgica*, 143, 263-271.
- Gerstenbrand, F. (1967). *Das traumatische apallische Syndrom*. Wien: Springer.
- Gesellschaft für Neuropsychologie (2005). Leitlinien der Gesellschaft für Neuropsychologie



- (GNP) für neuropsychologische Diagnostik und Therapie. Zeitschrift für Neuropsychologie, 16 (4), 175-199.
- Giacino, J.T. (1997). Disorders of consciousness: differential diagnosis and neuropathologic features. *Seminars in Neurology*, 17 (2), 105-111.
- Giacino, J.T. & Kalmar, K. (2004). *The JFK Coma Recovery Scale-Revised. A description of revisions and discussion of rationale*. Unpublished manuscript, JFK Johnson Rehabilitation Center, NJ.
- Giacino, J.T. & Kalmar, K. (2005). Diagnostic and prognostic guidelines for the vegetative and minimally conscious states. In M.R. Coleman (Hrsg.), *Special Issue of Neuropsychological Rehabilitation: The Assessment and Rehabilitation of Vegetative and Minimally Conscious Patients* (S. 166-174). Hove: Psychology Press.
- Giacino, J.T., Kalmar, K. & Whyte, J. (2004). The JFK Coma Recovery Scale-Revised: Measurement Characteristics and Diagnostic Utility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85 (12), 2020-2029.
- Giacino, J.T., Kezarsky, M.A., DeLuca, J. & Cicerone, K.D. (1991). Monitoring rate of recovery to predict outcome in minimally responsive patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72, 897-901.
- Giacino, J.T., & Smart, C.M. (2007). Recent advances in behavioral assessment of individuals with disorders of consciousness. *Current Opinion in Neurology – Trauma and Rehabilitation*, 2 (6), 614 – 619.
- Giacino, J.T. & Zasler, N.D. (1995). Outcome after severe traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 10, 40-56.
- Giacino, J.T., Zasler, N.D., Katz, D.I., Kelly, J.P., Rosenberg, J.H. & Filley, C.M. (1997). Development of practice guidelines for assessment and management of vegetative and minimally conscious states. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 12 (4), 79-89.

- Giacino, J.T., Ashwal, S., Childs, N., Cranford, R., Jennett, B., Katz, D.I. et al. (2002). The minimally conscious state: definition and diagnostic criteria. *Neurology*, 58 (3), 349-353.
- Gianutsos, R. (1990). Response System Analysis: What the neuropsychologist can contribute to the rehabilitation of individuals emerging from coma. *Neuropsychology Review*, 1 (1), 21-30.
- Gill-Thwaites, H. & Munday, R. (1999). The Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Technique (SMART): A Comprehensive and Integrated Assessment and Treatment Protocol for the Vegetative State and Minimally Responsive Patient. *Neuropsychological Rehabilitation*, 9 (3/4), 305-320.
- Giorgianni, R., Lo Presti, R., D'Aleo, G., Mondo, N., Di Bella, P. & Bramanti, P. (1997). Event-related potentials in patients in persistent vegetative state. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103, 149.
- Gray, J. (2004). *Consciousness – Creeping up on the hard problem*. Oxford: Oxford University Press.
- Guerit, J.M. (2000). The usefulness of EEG, exogenous evoked potentials, and cognitive evoked potentials in the acute stage of post-anoxic and post-traumatic coma. *Acta neurologica belgica*, 100, 229-236.
- Hacker, H. (2002). Neuroimaging in the vegetative state. In G. Dolce & L. Szabon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 61-65), Stuttgart: Thieme.
- Hagel, K. & Grossmann, P. (1994). *Prognose, Therapie und Dokumentation des traumatischen "apallischen Syndroms"*. Eine Literaturstudie. Stuttgart: Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung.
- Hagen, C., Malkmus, D. & Durham, P. (1979). *Rehabilitation of the head injured adult:*

*comprehensive physical management: Levels of cognitive function.* Downey (CA):

Professional Staff Association, Rancho los Amigos Hospital.

- Haig, A. & Ruess, J. (1990). Recovery from vegetative state of six months' duration associated with Sinemet (levodopa/carbidopa). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71, 1081-1083.
- Hammond, F.M., Grattan, K.D., Sasser, H., Corrigan, J.D., Rosenthal, M., Bushnik, T. & Shull, W. (2004). Five years after traumatic brain injury: a study of individual outcomes and predictors of change in function. *Neurorehabilitation*, 19, 25-35.
- Heindorf, R. & Keller, I. (2009). Neurologisch-neuropsychologische Frührehabilitation. In W. Sturm, M. Herrmann & T.F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 407-417). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Hess, C.W. & Bassetti, C. (1994). Neurology of consciousness and of consciousness disorders. *Schweizerische Rundschau für Medizin/Praxis*, 2 (22), 212-219.
- Higashi, K., Hatano, M., Abiko, S., Ihara, K., Katayama, S., Wakuta, Y. et al. (1981). Five-year follow-up study of patients with persistent vegetative state. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 44, 552-554.
- Higashi, K., Sakata, Y., Hatano, M., Abiko, S., Ihara, K., Katayama, S. et al. (1977). Epidemiological studies on patients with a persistent vegetative state. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 40, 876-885.
- Hildebrandt, H. (2002). Neuropsychologische Frührehabilitation: Ein differenzielles Behandlungskonzept für schwerst beeinträchtigte Patienten. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 13 (2), 91-110.
- Horn, S., Shiel, A., McLellan, L., Campbell, M., Watson, M. & Wilson, B. (1993). A review of behavioural assessment scales for monitoring recovery in and after coma with pilot

data on a new scale of visual awareness. *Neuropsychological Rehabilitation*, 3 (2), 121-137.

Howsepian, A.A. (1996). The 1994 Multi-Society Task Force consensus statement on the persistent vegetative state: A critical analysis. *Issues in Law & Medicine*, 12 (1), 3-27.

International Working Party. (1996). *Report on the vegetative state*. London: The Royal Hospital for Neuro-Disability.

Ishibashi, A. & Yokokura, Y. (2003). Massive cerebral infarctions in main cerebral arteries. *Kurume Medical Journal*, 50 (1-2), 35-39.

Jennett, B. (2002). *The vegetative state*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jennett, B. (2005). Part I: Definitions, diagnosis, prevalence and ethics. In M.R. Coleman (Hrsg.), *A special issue of Neuropsychological Rehabilitation: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patients* (S. 163-165). New York: Psychology Press.

Jennett, B., Adams, H., Murray, L.S. & Graham, D.I. (2001). Neuropathology in vegetative and severely disabled patients after head injury. *Neurology*, 56, 486-490.

Jennett, B. & Bond, M. (1975). Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet*, 1, 480-487.

Jennett, B., Crawford, R. & Zasler, N. (1997). Consensus Statement on criteria for the persistent vegetative state is being developed. *British Medical Journal*, 31 (314), 1621-1622.

Jennett, B. & Plum, F. (1972). Persistent Vegetative State after brain damage: a syndrom in search of a name. *Lancet*, 1, 734-737.

Kallert, T.W. (1994). Das "apallische Syndrom" – zu Notwendigkeit und Konsequenzen einer Begriffsklärung. *Fortschritte der Neurologie, Psychiatrie*, 62, 241-255.

- Kampf, A., Franz, G., Aichner, F., Pfausler, B., Haring, H.-P. & Felber, S. (1998). The persistent vegetative state after closed head injury: Clinical and magnetic resonance imaging findings in 42 patients. *Journal of Neurosurgery*, 88, 809-816.
- Katayama, S., Tsubowaka, T., Yamamoto, T., Hirayama, T., Miyazaki, S. & Koyama, S. (1991). Characterization and modification of brain activity with deep brain stimulation in patients in a persistent vegetative state: Pain-related late positive component of cerebral evoked potentials. *Pacing Clinical Electrophysiology*, 14, 116-121.
- Katz, D.I. & Alexander, M.P. (1994). Traumatic Brain Injury – predicting course of recovery and outcome for patients admitted to rehabilitation. *Archives of Neurology*, 51, 661-670.
- Keren, O., Ben Dror, S., Stern, M.J., Goldberg, G. & Grosswasser, Z. (1998). Event related potentials as an index of cognitive function during recovery from severe closed head injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 13, 15-30.
- Keren, O. & Resnik, J. (2002). Minimal Response Syndrome. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 110-119), Stuttgart: Thieme.
- Kinney, H.C., Samuels, M.A. (1994). Neuropathology of the persistent vegetative state: A review. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 53, 548-558.
- Köhler, S. & Moscovitch, M. (1997). Unconscious visual processing in neuropsychological syndromes: A survey of the literature and evaluation of models of consciousness. In M.D. Rugg (Hrsg.), *Cognitive Neuroscience* (S. 305-373). Cambridge, MA: MIT Press.
- Koren, C., Gil, M. & Sazbon, L. (2002). Assessment of the Vegetative State. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 18-59). Stuttgart: Thieme.
- Kotchoubey, B. (2005). Apallic syndrome is not apallic – is vegetative state vegetative? *Neurological Rehabilitation*, 15 (3-4), 333-356.

Kotchoubey, B., Lang, S., Baales, R., Maurer, P., Mezger, G., Schmalohr, D. et al. (2001).

Varieties of the P3 wave in vegetative state: does “simple brain” prefer simple stimuli? *Neuroscience Letters*, 301, 27-40.

Kretschmer, E. (1940). Das apallische Syndrom. *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*, 169, 567-579.

Kübler, A. & Kotchoubey, B. (2007). Brain-computer interfaces in the continuum of consciousness. *Current Opinion in Neurology – Trauma and Rehabilitation*, 20 (6), 643-649.

Lal, S., Merbitz, C. & Grip, J. (1990). Modification of function in head-injured patients with Sinemet. *Brain Injury*, 2, 225-233.

Lammi, M.H., Smith, V.H., Tate, R.L. & Taylor, C.M. (2005). The minimally conscious state and recovery potential: a follow-up study 2-5 years after traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 746-754.

Landis, J.R., Koch, G.G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 33 (2), 363-374.

Lang, S. (2003). *Kognitive Prozesse bei Patienten mit schwersten Schädel-Hirn-Verletzungen: Entwicklung und Anwendung psychophysiologischer Testprozeduren*. Unveröffentlichte Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

Laureys, S. (2006). Hirntod und Wachkoma. *Spektrum der Wissenschaft*, 2, 62-72.

Laureys, S. & Boly, M. (2007). What is it like to be vegetative or minimally conscious? *Current Opinion in Neurology – Trauma and Rehabilitation*, 20 (6), 609-613.

Laureys, S. & Tononi, G. (2008). *The Neurology of Consciousness: Cognitive Neuroscience and Neuropathology*. New York: Academic Press.

Laureys, S., Goldman, S., Phillips, C., Van Bogaert, P., Aerts, J., Luxen, A. et al. (1999).

- Impaired effective connectivity in vegetative state: preliminary investigation using PET. *NeuroImage*, 9 (4), 377-382.
- Laureys, S., Owen, A.M. & Schiff, N. (2004). Brain function in coma, vegetative state and related disorders. *Lancet Neurology*, 3, 537-546.
- Leifert, G. (1998). Neuropsychologie in der Frührehabilitation Hirngeschädigter. In E. Kasten, G. Schmid & R. Eder (Hrsg.), *Effektive neuropsychologische Behandlungsmethoden* (S. 39-63). Bonn: Deutscher Psychologen Verlag GmbH.
- Levin, H.S., Saydjari, C., Eisenberg, H.M., Foulkes, M., Marshall, L.F. & Ruff, R.M. (1991). Vegetative State after closed-head injury. A traumatic coma data bank report. *Archives of Neurology*, 48, 580-585.
- Levine, J. (2007). *Consciousness*. Retrieved December 12, 2009 from <http://www.polimetrica.eu>.
- Levy, D.E., Sidtis, J.J., Rottenberg, D.A., Jarden, J.O., Strother, J.O., Dhavan, V. et al. (1987). Differences in Cerebral Blood Flow and glucose utilization in vegetative versus locked-in patients. *Annals of Neurology*, 22, 673-682.
- Libet, B. (1999). Do we have free will? *Journal of Consciousness Studies*, 6, 47-57.
- Magee, W.L. (2005). Music therapy in patients with low awareness states: approaches to assessment and treatment in multidisciplinary care. In M.R. Coleman (Hrsg.), *Neuropsychological Rehabilitation: Special Issue: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patients* (S. 522-536). New York: Psychology Press.
- Magoun, H.W. (1952). An ascending reticular activating system in the brain stem. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 67, 145-154.
- Markowitsch, H.J. (2004). Das Bewusstsein – Formen, Modelle, Beschreibungsmöglichkeiten. *Anästhesie und Intensivmedizin*, 45, 627-633.

- Matsuda, W., Komatsu, K., Yanaka, K. & Matsumar, A. (2005). Levodopa treatment for patients in persistent vegetative state or minimally conscious state. *Neuropsychological Rehabilitation*, 15 (3/4), 414-427.
- McMahon, M., Vargus-Adams, J., Michaud, L., Vinks, A. & Bean J. (2007). A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial of amantadine in pediatric acquired brain injury, a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88 (9), 105-106.
- McNarry, A.F. & Goldhill, D.R. (2004). Simple bedside assessment of level of consciousness: comparison of two simple assessment scales with the Glasgow Coma Scale. *Anaesthesia*, 59, 34-37.
- Metzinger, T. (1995). *Einleitung: Das Problem des Bewusstseins*. Retrieved December 05, 2009, from <http://www.philosophie.uni-mainz.de/metzinger/Publikationen>.
- Milner, A.D. & Goodale, M.A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford: Oxford University Press.
- Momose, T., Matsui, T. & Kosaka, N., Ohtake, T., Watanabe, T., Nishikawa, J. et al. (1989). Effect of Cervical Spinal Cord Stimulation (CSCS) on Cerebral Glucose Metabolism and Blood Flow in a Vegetative State Patient assessed by Positron Emission Tomography (PET) and Single Photon Emission Tomography (SPECT), 7, *Radiation Medicine*, 243, 243-246.
- Moruzzi, G. & Magoun, H.W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 1, 455-473.
- Münte, T.F. & Herrmann, M. (2009). Klinische Neurologie. In W. Sturm, M. Herrmann & T. F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S.131-154). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Multi-Society Task Force on PVS (MSTF). (1994). Medical aspects of the persistent



vegetative state: First of two parts. *New England Journal of Medicine*, 330, 1499-1508.

Nakase-Richardson, R., Yablon, S.A., Sherer, M., Evans, C.C. & Nick, T.G. (2008). Serial yes/no reliability after traumatic brain injury: implications regarding the operational criteria for emergence from the minimally conscious state. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 79, 216-218.

Naude, K. & Hughes, M. (2005). Considerations for the use of assistive technology in patients with impaired states of consciousness. In M.R. Coleman (Hrsg.), *Neuropsychological Rehabilitation: Special Issue: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patients* (S. 514-521). New York: Psychology Press.

Niedermeyer, E. (1994). Consciousness: Function and Definition. *Clinical Electroencephalography*, 25 (3), 86-95.

Owen, A., Coleman, M., Boly, M., Davis, M.H., Laureys, S. & Pickard, J.D. (2006). Detecting Awareness in the Vegetative State. *Science*, 313, 1402.

Owen, A. & Coleman, M. (2007). Functional MRI in disorders of consciousness: advantages and limitations. *Current Opinion in Neurology – Trauma and Rehabilitation*, 20 (6), 632-637.

Pape, T.L., Tang, C., Guernon, A., Lundgren, S., Blahnik, M., Wie, Y. & Querubin, M (2009). Predictive value of the Disorders of Consciousness Scale (DOCS). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1 (2), 152-161.

Perrin, F., Schnakers, C., Schabus, M., Degueldre, C., Goldman, S. & Bredart., S. (2006). Brain response to one's own name in vegetative state, minimally conscious state and locked-In syndrome. *Archives of Neurology*, 63, 562-568.

Phipps, E.J., DiPasquale, M. & Whyte, J. (1997). Interpreting responsiveness in persons with

- severe traumatic brain injury: beliefs in families and quantitative evaluations. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 12 (4), 52-69.
- Phipps, E. & Whyte, J. (1999). Medical decision-making with persons who are minimally conscious: a commentary. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78 (1), 77-82.
- Piguet, O., King, A.C. & Harrison, D.P. (1999). Assessment of minimally responsive patients: Clinical difficulties of single-case design. *Brain Injury*, 13 (10), 829-837.
- Pincherle, A. & Sannita, W.G. (2002). Neurophysiological Assessment of brain function in the persistent vegetative state. In G. Dolce & L. Szabon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 18-59). Stuttgart: Thieme.
- Plum, F. & Posner, J.B. (1983). *The diagnosis of stupor and coma* (3<sup>rd</sup> ed.). Philadelphia: FA Davis.
- Plum, F., Schiff, N., Ribary, U. & Llinas, R. (1998). Coordinated expression in chronically unconscious patients. *Philosophical Transactions of the Royal Society London Biological Sciences*, 353 (1377), 1929-1933.
- Ponsford, J.L., Oliver, J.H., Curran, C. & NG, K. (1995). Prediction of employment status 2 years after traumatic brain injury. *Brain Injury*, 9 (1), 11-20.
- Prigatano, G.P. & Schacter, D.L. (1991). *Awareness of deficit after brain injury: Theoretical and clinical aspects*. New York: Oxford University Press.
- Quientieri, M. & Serra, S. (2002). Practical Guide to the Management of Patients in the Vegetative State. In G. Dolce & L. Szabon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 89-109), Stuttgart: Thieme.
- Quientieri, M., Serra, S., Pileggi, A. & Dolce, G. (2001). The neurological test and outcome

- of patients in a post-traumatic vegetative state [Abstract]. In *Abstracts of Fourth Congress on Brain Injury*. (S. 382). Alexandria, VA: International Brain Injury Association.
- Rahmani, L. (2002). Covert Cognitive Abilities of a Person with Altered Consciousness. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 3-10). Stuttgart: Thieme.
- Rappaport, M. (2005). The Disability Rating Scale and Coma/Near-Coma scales in evaluating severe head injury. In M.R. Coleman (Hrsg.), *Neuropsychological Rehabilitation: Special Issue: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patients* (S. 442-453). New York: Psychology Press.
- Rappaport, M., Hall, K.M., Hopkins, K., Belleza, T. & Cope, D.N. (1982). Disability rating Scale for severe head trauma: coma to community. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 118-123.
- Rappaport, M., Hemmerle, A.V. & Rappaport, M.L. (1991). Short and long latency auditory evoked potentials in traumatic brain injury patients. *Clinical Electroencephalography*, 22, 199-202.
- Reimer, M. & LeNavenec, C.-L. (2005). Rehabilitation Outcome evaluation after very severe brain injury. In M. R. Coleman (Hrsg.), *Neuropsychological Rehabilitation: Special Issue: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patients* (S. 473-479). New York: Psychology Press.
- Rockstroh, B., Schönle, P.W. & Rendtorff, N. (1995). Ereigniskorrelierte Hirnrindenpotentiale als prognostische Indikatoren für klinische Besserung bei Patienten mit apallischem Durchgangssyndrom. In Kuratorium ZNS und Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.), *Forschung und Praxis der Neurologischen Rehabilitation* (S. 181-190). Hamburg: In-Transfer.

- Röhrenbach, C. & Markowitsch, H.J. (1997). Störungen im Bereich executiver und überwachender Funktionen – der Präfrontalbereich. *In Enzyklopädie der Psychologie: Klinische Neuropsychologie. Biologische Psychologie (Hrsg.)* (S. 406-407). Göttingen: Hogrefe.
- Ross, E.D. & Stewart, R.M. (1981). Akinetic mutism from hypothalamic damage: successful treatment with dopamine agonists. *Neurology*, 31, 1435-1439.
- Royal College of Physicians. (1996). The permanent vegetative state. *Journal of the Royal College of Physicians of London*, 30 (2), 119-121.
- Royal College of Physicians. (2003). *Report of a working party of the Royal College of Physicians. The Vegetative State: Guidance on diagnosis and management* (S. 1-17). London: Royal College of Physicians of London.
- Saper, C.P. (2000). Brain stem modulation of sensation, movement and consciousness. In E.R. Kandel, J.H. Schwartz & T.M. Jessel (Hrsg.), *Principals of neural science* (4<sup>th</sup> ed.) (S. 889-909). New York: McGraw-Hill.
- Sato, M., Kuroda, R., Ioku, M., Kim, A., Tanaka, S. et al. (1989). Regional Cerebral Blood Flow in the Persistent Vegetative State, *Neurologia Medico-Chirurgica Tokyo*, 29, 389.
- Sazbon, L. & Dolce, G. (2002). Preliminary Concepts. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 3-10). Stuttgart: Thieme.
- Sazbon, L. & Dolce, G. (2002). Clinical Picture. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 18-59). Stuttgart: Thieme.
- Sazbon, L. & Dolce, G. (2002). Therapy. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S.76-88). Stuttgart: Thieme.
- Sazbon, L., Fucks, C. & Costeff, H. (1991). Prognosis for recovery from prolonged post-

- traumatic unawareness: logistic analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 54, 149-152.
- Schertel, K. (2006). *Langzeitpatienten im Wachkoma: Möglichkeiten der Verbesserung?*  
Unveröffentlichte Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- Schiff, E., Kim, Y.H. & Maizes, V. (2005). Vegetative States – an integrative approach. *Alternative Therapies*, 11 (1), 26-34.
- Schiff, N. (2007). Implant boosts activity in injured brain. *Nature*, 448, 522.
- Schiff, N. & Fins, J.J. (2007). Deep brain stimulation and cognition: moving from animal to patient. *Current Opinion in Neurology - Trauma and rehabilitation*, 20 (6), 638-642.
- Schiff, N. & Plum, F. (2000). The role of arousal and “gating” systems in the neurology of impaired consciousness. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 17 (5), 438-452.
- Schmutzhard, E. (2002). Differential Diagnosis. In G. Dolce & L. Szabon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 35-39). Stuttgart: Thieme.
- Schnakers, C., Perrin, F., Schabus, M., Majerus, S., Ledoux, D., Damas, P. et al. (2008). Voluntary brain processing in disorders of consciousness. *Neurology*, 71 (20), 1614-1620.
- Schönle, P.W. & Witzke, W. (2004). How vegetative is the vegetative state? Preserved semantic processing in VS patients – Evidence from N400 event-related potentials. *Neurorehabilitation*, 19, 329-334.
- Shiel, A., Horn, S., Wilson, B., McLellan, D.L., Watson, M. & Campbell, M. (1996, Juni). *The Wessex Head Injury Matrix (WHIM): A scale to assess and monitor patients' recovery after severe head injury*. Paper presented at the 1<sup>st</sup> World Congress in Neurological Rehabilitation, Newcastle.
- Shiel, A. & Wilson, B. (2005). Can behaviours observed in the early stages of recovery after

- traumatic brain injury predict poor outcome? In M. R. Coleman (Hrsg.), *Neuropsychological Rehabilitation: Special Issue: The assessment and rehabilitation of vegetative and minimally conscious patients*. (S. 494-502). New York: Psychology Press.
- Shiel, A., Wilson, B., Horn, S., Watson, M. & McLellan, L. (1993). Can patients in coma following traumatic head injury learn simple tasks? *Neuropsychological Rehabilitation*, 3 (2), 161-175.
- Shilansky, A. & Weitz, R. (2002). Treating Families of Patients in Vegetative State: Adjustment and Interaction with Hospital Staff. In G. Dolce & L. Sazbon (Hrsg.), *The post-traumatic vegetative state* (S. 124-130). Stuttgart: Thieme.
- Signorino, M., D'Acunto, S., Angeleri, F. & Pietropaoli, P. (1995). Eliciting P300 in comatose patients. *Lancet*, 345, 255-256.
- Staffen, W., Kronbichler, M., Aichhorn, M., Mair, A. & Ladurner, G. (2006). Selective brain activity in response to one's own name in the persistent vegetative state. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 77, 1383-1384.
- Stanczak, D.E., White III, J.G., Gouview, W.D., Moehle, K.A., Daniel, M. & Novack, T. et al. (1984). Assessment of level of consciousness following severe neurological insult. *Journal of Neurosurgery*, 60, 955-960.
- Stephan, C., Haidinger, G. & Binder, H. (2004). Die Problematik der klinischen Verlaufsbeurteilung von Patienten mit Apallischem Syndrom (AS) anhand von Rehabilitationsskalen – ein Überblick. *Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie*, 3, 14-22.
- Taylor, C.M., Aird, V.H., Tate, R.L. & Lammi, M.H. (2007). Sequence of recovery during the course of emergence from the Minimally Conscious State. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 521-525.

- Teasdale, G.M. & Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*, 2, 81-84.
- Thornhill, S., Teasdale, G., Murray, G.D., McEwen, J., Roy, C.W. & Penny, K.I. (2000). Disability in young people and adults one year after head injury: prospective cohort study. *British Medical Journal*, 320, 1631-1635.
- Tononi, G. & Laureys, S. (2009). The Neurology of Consciousness: An Overview. In S. Laureys & G. Tononi (Hrsg.), *The Neurology of Consciousness* (S. 375-405). London: Academic Press.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53, 1-25.
- Turkstra, L.S. (1995). Electrodermal response and outcome from severe brain injury. *Brain Injury*, 9 (1), 61-80.
- Voss, A. (1993). Standards der neurologischen-neurochirurgischen Frührehabilitation. Ein Konzept der Arbeitsgemeinschaft Neurologisch-Neurochirurgische Frührehabilitation. In v. Wild, K. & Janzik, H. H. (Hrsg.), *Spektrum der Neurorehabilitation: Frührehabilitation; Rehabilitation von Kindern und Jugendlichen* (S. 112-120). Bern, Wien, New York: Zuckerschwerdt.
- Wallesch, C.-W. & Bartels, C. (2009). Neuropsychologische Defizite nach Schädel-Hirn-Trauma. In W. Sturm, M. Herrmann & T.F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 719-725). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Wegner, D.M. (2003). The mind's best trick: how we experience conscious will. *Trends in Cognitive Science*, 7, 65-69.
- Whitnall, L., McMillan, T.M., Murray, G.D. & Teasdale, G.M. (2006). Disability in young people and adults after head injury: 5-7 year follow up of a prospective cohort study. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 77, 640-645.

- Whyte, J. (1992). Neurologic disorders of attention and arousal. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73, 1094-1103.
- Whyte, J. & DiPasquale, M.C. (1995). Assessment of Vision and Visual Attention in Minimally Responsive Brain Injured Patients. *Archives of Physical and Medical Rehabilitation*, 76, 804-810.
- Whyte, J. & DiPasquale, M.C. (1996). The Use of quantitative data in treatment planning for minimally conscious patients. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 11 (6), 9-17.
- Whyte, J., DiPasquale, M.C. & Vaccaro, M. (1999). Assessment of Command-Following in Minimally Conscious Brain Injured Patients. *Archives of Physical and Medical Rehabilitation*, 80, 653-660.
- Whyte, J. & Glenn, M.B. (1986). The care and rehabilitation of the patient in a persistent vegetative state. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 1 (1), 39-53.
- Whyte, J., Katz, D., Long, D., Di Pasquale, M., Polansky, M. & Kalmar, K. et al. (2005). Predictors of outcome in posttraumatic disorders of consciousness and assessment of medication effects: A multicenter study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86 (3), 453-462.
- Williams, L.M., Brammer, M.J., Skerrett, D., Lagopolous, J., Rennie, C. & Kozek, K. (2000). The neural correlates of orienting: an integration of fMRI and skin conductance orienting. *Neuroreport*, 11 (13), 3011-3015.
- Wilson, B.A., Gracey, F. & Bainbridge, K. (2001). Cognitive recovery from 'persistent vegetative state': psychological and personal perspectives. *Brain Injury*, 15 (12), 1083-1092.
- Wilson, F.C., Harpur, J., Wason, T. & Morrow, J.I. (2002). Vegetative State and minimally



- responsive patients – regional survey, long-term case outcomes and service recommendations. *NeuroRehabilitation*, 17, 231-236.
- Wilson, S.L. & MacMillan, T.M. (1993). Review of the evidence of the effectiveness of sensory stimulation treatment for coma and vegetative state. *Neuropsychological Rehabilitation*, 3, 149-160.
- Wing, K.N.G., Thompson, R.N., Yablon, S.A. & Sherer, M. (2001). Conceptual dilemmas in evaluating individuals with severely impaired consciousness. *Brain Injury*, 15 (7), 639-643.
- Wood, R.L. (1991). Critical analysis of the concept of sensory stimulation for patients in vegetative states. *Brain Injury*, 5, 401-409.
- Wright, J. (2000). The Disability Rating Scale. *The Center for Outcome Measurement in Brain Injury*. Retrieved February 14, 2010 from <http://www.tbims.org/combi/drs>.
- Young, G.B. & Pigott, S.E. (1999). Neurobiological basis of consciousness. *Archives of Neurology*, 56, 153-157.
- Zafonte, R.D., Watanabe, T. & Mann, N.R. (1998). Amantadine: a potential treatment for the minimally conscious state. *Brain Injury*, 7, 617-621.
- Zieger, A. (1992). Dialogaufbau in der Frührehabilitation – Erfahrungen mit komatösen Schädel-Hirn-Verletzten. *Beschäftigungstherapie und Rehabilitation*, 4, 326-334.
- Zieger, A. (2005, November). *Wachkoma – zwischen Leben und Tod. Von der medizinischen Prognose zur Entwicklung einer sozialen Perspektive*. Vortrag am Neurologischen Rehabilitationszentrum Zihlschlacht, Schweiz.

## **ANHANG A: INSTRUMENT ZUR DIFFERENTIALDIAGNOSTIK VON BEWUSSTSEINSSTÖRUNGEN (IDB)**

### **A1: Durchführungsrichtlinien**

Das Manual mit den Durchführungsrichtlinien definiert das Vorgehen bei der Anwendung des Instruments zur Differentialdiagnostik der Bewusstseinsstörung.

#### **A. Vorbereitung des Patienten**

Es sollen optimale Bedingungen für die Durchführung der Untersuchung geschaffen werden. Der Untersuchung sollten andere diagnostische oder therapeutische Maßnahmen nicht unmittelbar vorausgehen. Nach Möglichkeit sollte der Patient eine Ruhepause vor der Untersuchung haben.

Der Patient sollte in der Position sein, in der er im klinischen Alltag bisher die besten Wachheitsreaktionen gezeigt hat, in den meisten Fällen ist dies eine sitzende Position im Multifunktionsrollstuhl oder im Bett im sogenannten Pilotsitz. Falls der Patient im Rollstuhl sitzt und die Station verlassen darf, wird er in ein ruhiges Untersuchungszimmer gebracht.

Er soll so gelagert sein, dass der Muskeltonus möglichst entspannt ist und gleichzeitig eine optimale Bewegungsfreiheit besteht (das heißt zum Beispiel keine Lagerungsschienen).

Das Untersuchungszimmer muss ruhig sein. Ein „Bitte nicht stören“-Schild wird an die Tür gehängt.

## **B. Durchführung der Untersuchung**

Ist der Patient bei Betreten des Zimmers noch nicht wach, wird zunächst versucht, den Patienten zu erwecken, indem Stimulationen entsprechend des Arousalprotokolls durchgeführt werden. Ist auch dadurch keine Wachheit hervorrufbar, so wird das weitere Protokoll trotzdem durchgeführt, entsprechend der folgenden Durchführungsrichtlinien.

Zunächst erfolgt—nach der Begrüßung des Patienten—die Baselinebeobachtung anhand des Baselinebeobachtungsprotokolls. Der Untersucher sitzt außerhalb des Sichtfeldes des Patienten. Jegliche Reize sollten vermieden werden. Unter diesen Bedingungen werden alle Verhaltensweisen des Patienten über einen Zeitraum von fünf Minuten beobachtet und dokumentiert.

Danach wird der Patient darüber informiert, dass nun eine Untersuchung stattfindet. Er wird aufgefordert, während der gesamten Untersuchung im Rahmen seiner Möglichkeiten zu antworten bzw. mitzuarbeiten. In jedem Teil der Untersuchung würde er die notwendigen Informationen erhalten.

Für alle Untersuchungsbereiche gilt, dass das Verhalten des Patienten unmittelbar nach der Reizsetzung innerhalb der definierten Zeit beobachtet und dokumentiert wird und anschließend in einem Zeitintervall ohne gezielte Reizsetzung. In dieser Kontrollbedingung wird jedes Verhalten als gezielte Reaktion gewertet, das dem jeweils erfragten Zielverhalten entspricht (zum Beispiel Kopf dreht sich gezielt nach links, ohne dass ein Reiz gesetzt wird, nachdem zuvor eine Orientierungsreaktion auf das Rufen des Namens hin von der linken Seite erfolgte). Zeigt der Patient in dem Kontrollzeitraum eine gezielte Reaktion auf andere Umweltreize (zum Beispiel bei V1 ein Anschauen des Untersuchers), so wird dies nicht als gezielte Reaktion im Sinne einer der unter Stimulationsbedingung erfragten gezielten Reaktion auf Photos gewertet. Beachtet werden sollte stets, dass unter Kontrollbedingungen

perseverative Tendenzen oder spontane Verhaltensweisen erfasst werden sollen, die dem Zielverhalten unter Reizbedingungen entsprechen. Der Kontrollzeitraum beginnt nach dem Ablauf des im Untersuchungsprotokoll definierten Zeitraums. Die Reaktion wird als ungezielte Reaktion gewertet, wenn der Patient entweder Veränderungen des Muskeltonus, Reflexe oder ungerichtete Körperbewegungen zeigt (zum Beispiel Kopf drehen).

### **C. Durchführung der Subtests**

#### 1. Auditive Wahrnehmung

##### 1.1. Auditive Orientierungsreaktion (A1)

Der Untersucher ruft den Vornamen des Patienten in der vorgegebenen Abfolge von der linken beziehungsweise rechten Seite, außerhalb des Blickfeldes des Patienten.

Dokumentiert wird, ob der Patient eine gezielte Kopfwendung oder Blickbewegung Richtung Reiz oder eine ungezielte körperliche Reaktion innerhalb von zehn Sekunden zeigt. Im weiteren Wechsel werden nun die Reaktionen des Patienten unter Stimulations- und Kontrollbedingungen beobachtet und dokumentiert.

##### 1.2. Auditives Verstehen (A2)

Die Art der Aufforderung wird vom Untersucher ausgewählt auf der Basis des spontan beobachteten Verhaltens (Teil A, B oder C). Wurde während der Baselinebedingung keine Motorik beobachtet, so wird entweder ein Verhalten herangezogen, das bei diesem Patienten im Klinikalltag schon mal beobachtet worden war, oder eines, von dem angenommen wird, dass es motorisch umsetzbar sein könnte. So sollten zum Beispiel bei tetraplegischen Patienten Bewegungsaufforderungen bezogen auf Augenbewegungen/Lidschluss

herangezogen werden (Teil B). Der Patient wird aufgefordert, die folgenden Aufforderungen so gut wie möglich zu befolgen. Danach werden die Aufforderungen in der im Protokoll festgelegten Abfolge dargeboten mit intermittierenden Pausen von 15 Sekunden (Kontrollbedingung) zwischen den Stimulusintervallen.

## 2. Kommunikation (K)

Der Untersucher informiert den Patienten, dass er ihm gleich ein paar Fragen stellen wird, die er ihm möglichst gut beantworten soll. Dann wird er zunächst gefragt, wie er mit „ja“ antworten kann. Zeigt der Patient keinen offensichtlichen Kommunikationscode, so wird ihm ein möglicher Code erläutert. Das heißt, ihm wird gesagt, er soll entweder die Augen schließen, wenn er „ja“ sagen will, oder die Augen weit öffnen, wenn er „nein“ sagen will (alternativ anderer Code). Dieser Code wird dem Patienten bei jeder Frage noch mal dargeboten (zum Beispiel „Wenn Sie aufhören möchten, schließen Sie bitte die Augen. Wenn Sie nicht aufhören möchten, lassen Sie die Augen auf“).

Danach wird bei jeder Frage dokumentiert, ob und wie der Patient reagiert. Jede Reaktion, die nicht dem vorgegebenen Code entspricht, wird als ungezielte Reaktion gewertet, außer sie stellt eindeutig einen kommunikativen Akt dar (zum Beispiel Verbalsprache, Kopfschütteln beziehungsweise -nicken).

## 3. Visuelle Wahrnehmung

### 3.1. Basale visuelle Wahrnehmung (V1)

Diese Untersuchung wird durchgeführt, wenn der Patient die Augen geöffnet hat. Zeigt der Patient kein Augenöffnen, so sollen die Augen zur Untersuchung der Orientierungsreaktion (3.1.1.) und der Blickfolgebewegung (3.1.2.) manuell geöffnet werden.

Sind hier keine Reaktionen auf visuelle Reize zu sehen, so wird die Untersuchung von Teil 3 abgebrochen.

### 3.1.1. Orientierungsreaktion auf gezielte visuelle Reize

Der Untersucher sitzt vor dem Patienten. Er hebt abwechselnd den linken und den rechten Arm und bietet unterschiedliche Photos mit hohem Aufforderungscharakter im linken oder rechten Gesichtsfeld, 10 cm von der Blickrichtung des Patienten abweichend, dar. Nach jeder Darbietung wartet er 10 Sekunden und dokumentiert die erste Reaktion innerhalb dieses Zeitraums in der entsprechenden Zeile des Reaktivitätsprotokolls.

Die erste Reizdarbietung erfolgt von der Seite, die der spontanen Blickrichtung entgegengesetzt ist (unter Umständen abweichend von Protokoll; in diesem Fall bitte Änderung der Seite dokumentieren). Die Reaktion ist immer im Vergleich zur unmittelbar vorangegangenen Reaktion zu beurteilen. Wenn keine Reizdarbietung erfolgt (Kontrollbedingung), sollte auch keine Orientierungsreaktion erfolgen. Bleibt der Blick trotz Reizentzugs in die gleiche Richtung gerichtet wie unmittelbar davor bei Reizdarbietung, wird dies als keine Reaktion gewertet. Danach wird der visuelle Reiz von der anderen Richtung dargeboten. Eine gezielte Reaktion unter der Kontrollbedingung stellt ausschließlich die gleiche Reaktion wie unter der Reizbedingung dar (zum Beispiel erneute gezielte Blickwendung nach links). Entsteht eine Störung während der Untersuchung durch eine Person, die in dieser Zeit ins Zimmer kommt, so wird diese Zeit nicht als Kontrollzeit gewertet, sondern es wird nach Beendigung der Störung ein neuer Kontrollzeitraum begonnen.

### 3.1.2. Blickfolgebewegung auf gezielte visuelle Reize

Der Untersucher sitzt vor dem Patienten. In der Hand hält er ein Photo mit emotionalem Charakter. Er hält das Photo genau ins Blickfeld des Patienten. Dann fordert er den Patienten auf, dem Photo nachzuschauen und bewegt es langsam aus dem Blickfeld heraus nach links, nach rechts, nach oben und nach unten. Nach jeder Bewegung dokumentiert er unmittelbar die Reaktion des Patienten. Die Reaktion wird dann als Folgebewegung gewertet, wenn der Patient dem Reiz folgt, ohne mit dem Blick abzuweichen.

### 3.2. Visuelles Erkennen (V2)

Der Untersucher sitzt vor dem Patienten und bietet zwei Karten mit Abbildungen von alltäglichen Gegenständen in der im Protokoll definierten Weise dar (zum Beispiel Kamm, Stifte); der Abstand der Karten zu den Augen sowie der Abstand der beiden Karten voneinander beträgt ca. 50 cm. Nachdem dem Patienten mitgeteilt wurde, dass ihm jetzt zwei Bilder gezeigt werden, die er sich anschauen soll, wird ihm 5 Sekunden Zeit gelassen, um die Bilder zu explorieren. Danach wird er aufgefordert, den Gegenstand anzuschauen, der im Protokoll fett gedruckt ist; die daraufhin erfolgende erste Reaktion wird als Zielreaktion bewertet. Nach dem Kontrollintervall (15 sec.) werden die nächsten beiden Karten dargeboten und so weiter.

## 4. Taktile Wahrnehmung

### 4.1. Taktile Orientierungsreaktion (T1)

Der Untersucher sitzt vor dem Patienten, berührt abwechselnd die linke beziehungsweise rechte Hand des Patienten am Handrücken und streicht mit der Hand über seinen Daumen und Zeigefinger. Dokumentiert wird, ob der Patient eine ungezielte

Körperreaktion (zum Beispiel Tonusanstieg) oder eine gezielte Greif- oder Explorationsbewegung innerhalb von 10 Sekunden zeigt.

#### 4.2. Taktile Objekterkennung (T2)

Dieser Teil der Untersuchung wird nicht durchgeführt, wenn der Patient bis zu diesem Zeitpunkt keinerlei Motorik gezeigt hat, das heißt weder Spontanbewegung während der Untersuchung noch eine Explorationsbewegung bei taktilen Reizen (4.1.) noch ein Befolgen von Aufforderungen (1.2.) oder wenn keine Haltefunktion in den oberen Extremitäten gegeben ist. Der Untersucher fordert den Patienten auf, ihm zu zeigen, was man mit dem Gegenstand, den er ihm in die Hand gibt, macht. Dann gibt er ihm einen Stift in die Hand. Dokumentiert wird, ob der Patient eine ungezielte Bewegung macht oder den Stift gezielt einsetzt (zum Beispiel richtiges Greifen und Stiftführung auf Papier) innerhalb von 15 Sekunden. Lesbare Schrift ist nicht erforderlich.

Bei der Zusammenfassung der Reaktionen unter den jeweiligen Untersuchungsbereichen gilt, dass in der Zeile „Reiz“ die richtigen Reaktionen aufsummiert werden, in der Zeile „Kontroll“ die entsprechenden Reaktionen, die unter Kontrollbedingungen beobachtet wurden.





## II. Arousalprotokoll

Vor Untersuchung:  Augen geöffnet  Augen geschlossen

*Falls die Augen vor der Untersuchung geschlossen sind, wird das folgende Arousalprotokoll durchgeführt. Es wird außerdem während der Untersuchung wiederholt durchgeführt, wenn der Patient Anzeichen reduzierten Arousals zeigt durch reduzierte motorische Aktivität oder Augenschließen (>30 sec). Ist der Patient durch einen Stimulationszyklus nicht erweckbar, so wird die Untersuchung trotzdem fortgesetzt.*

*Die Stimuli werden in der festgelegten Abfolge dargeboten. Es wird dokumentiert, ob der Patient Augenöffnen zeigt und wie viel Stimulation dazu benötigt wird.*

### 1. Arousalzyklus

Stimuli	Anzahl benötigter Stimulationen bis Augenöffnen				Sonstige Beobachtungen
1. Ansprache mit Namen	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
2. Festes Massieren von Arm/Schulter/ Hand	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
3. Passive Bewegung von Extremitäten ( )	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
4. Lautes Geräusch	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	

Dauer Augenöffnen bis Augenschließen: \_\_\_\_\_

### 2. Arousalzyklus

Stimuli	Anzahl benötigter Stimulationen bis Augenöffnen				Sonstige Beobachtungen
1. Ansprache mit Namen	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
2. Festes Massieren von Arm/Schulter/ Hand	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
3. Passive Bewegung von Extremitäten ( )	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
4. Lautes Geräusch	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	

Dauer Augenöffnen bis Augenschließen: \_\_\_\_\_

**3. Arousalzyklus**

Stimuli	Anzahl benötigter Stimulationen				Sonstige Beobachtungen
	bis Augenöffnen				
1. Ansprache mit Namen	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
2. Festes Massieren von Arm/Schulter/ Hand	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
3. Passive Bewegung von Extremitäten ( )	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
4. Lautes Geräusch	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	

Dauer Augenöffnen bis Augenschließen: \_\_\_\_\_

**4. Arousalzyklus**

Stimuli	Anzahl benötigter Stimulationen				Sonstige Beobachtungen
	bis Augenöffnen				
1. Ansprache mit Namen	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
2. Festes Massieren von Arm/Schulter/ Hand	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
3. Passive Bewegung von Extremitäten ( )	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	
4. Lautes Geräusch	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	

Dauer Augenöffnen bis Augenschließen: \_\_\_\_\_

**5. Arousalzyklus**

Stimuli	Anzahl benötigter Stimulationen				Sonstige Beobachtungen
	bis Augenöffnen				
1. Ansprache mit Namen	<input type="checkbox"/> 1x	<input type="checkbox"/> 2x	<input type="checkbox"/> 3x	<input type="checkbox"/> kein Öffnen	

2. Festes Massieren von Arm/Schulter/  
Hand  1x  2x  3x  kein Öffnen
3. Passive Bewegung von  
Extremitäten ( )  1x  2x  3x  kein Öffnen
4. Lautes Geräusch  1x  2x  3x  kein Öffnen

Dauer Augenöffnen bis Augenschließen: \_\_\_\_\_

### III. Baseline Beobachtungsprotokoll

(Dokumentation des Spontanverhaltens des Patienten innerhalb von 5 min; jegliche sensorische Reize sollten vermieden werden)

#### Augenöffnen

kein

\_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ min

durchgehend

#### Bewegungen

**Augen:**       keine               Nystagmus               Blickdeviation links (bd.)

Blickdeviation rechts (bd.)               Blickdeviation li. Auge

Blickdeviation re. Auge

ungezielt       gezielt

**Kopf:**       keine               ungezielt               Kopfdrehen Ri. Reiz

**LOE:\***       keine               Beugen               Strecken               ungezielt               gezielt/Greifen

**ROE:**       keine               Beugen               Strecken               ungezielt               gezielt/Greifen

**LUE:**       keine               Beugen               Strecken               ungezielt               gezielt

**RUE:**       keine               Beugen               Strecken               ungezielt               gezielt

#### Sonstiges

Grimassieren               Lächeln               Lippenbewegungen               Kauen, Schmatzen, Gähnen

Augenbrauenbewegungen               Transpiration               Zähneknirschen

**Monitordaten**

Herzfrequenz: \_\_\_\_\_      Atemfrequenz: \_\_\_\_\_      Beatmungsart: \_\_\_\_\_

Blutdruck: \_\_\_\_\_

**Anmerkungen:**

\*L: links; R: rechts; O: oben; U: unten; E: Extremität

## IV. Reaktivitätsprotokoll

### 1. Auditive Reize

#### 1.1. Auditive Orientierungsreaktion (A1)

*Durchführung: In angegebener Reihenfolge Vorname des Patienten von der linken beziehungsweise rechten Seite des Patienten rufen. Dokumentieren, ob Patient unmittelbar danach Blickbewegung oder Kopfwendung (OR) in Richtung des Untersuchers zeigt.*

Zeit Reizbedingung und Kontrollbedingung: 10 sec.

Reiz	Reaktion		
	Keine	Ungezielte Bewegung	Orientierungsreaktion
Patientenname (L)			
Kein Reiz			
Patientenname (L)			
Kein Reiz			
Patientenname (R)			
Kein Reiz			
Patientenname (R)			
Kein Reiz			
Patientenname (L)			
Kein Reiz			
Patientenname (R)			
Kein Reiz			

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen**

Reiz	/6
Kontroll	/6

**1.2. Auditives Verstehen (A2)**

*Durchführung: Patienten bitten, Aufforderung zu befolgen. Reaktion sollte im Verhaltensrepertoire des Patienten liegen (zum Beispiel horizontale Blickbewegungen, Lidschluss, Handbewegung...). Falls Patient tetraplegisch, Teil B durchführen. Falls Patient Spontanbewegungen der oberen Extremitäten zeigt, Teil A durchführen. Falls andere Bewegungen in Baseline-Beobachtungsphase beobachtbar waren, Teil C mit entsprechenden Aufforderungen durchführen.*

Zeit Reizbedingung/Kontrollbedingung: 15 sec.

**Teil A:**

<b>Aufforderung</b>				
	<b>Keine Reaktion</b>	<b>Ungezielte Bewegung</b>	<b>Befolgen der Aufforderung</b>	
			<b>Links</b>	<b>Rechts</b>
Bewegen Sie Ihre Hand				
Keine Aufforderung				
Halten Sie Ihre Hand ruhig				
Keine Aufforderung				
Bewegen Sie Ihre Hand				
Keine Aufforderung				
Halten Sie Ihre Hand ruhig				
Keine Aufforderung				
Drücken Sie meine Hand				
Keine Aufforderung				
Lassen Sie meine Hand los				
Keine Aufforderung				



**Teil B:**

Aufforderung			
	<b>Keine Reaktion</b>	<b>Ungezielte Bewegung</b>	<b>Befolgen der Aufforderung</b>
Schließen Sie Ihre Augen fest			
Keine Aufforderung			
Öffnen Sie Ihre Augen weit			
Keine Aufforderung			
Schließen Sie Ihre Augen fest			
Keine Aufforderung			
Öffnen Sie Ihre Augen weit			
Keine Aufforderung			
Schauen Sie nach links			
Keine Aufforderung			
Schauen Sie nach rechts			
Keine Aufforderung			

**Teil C:**

Aufforderung			
	<b>Keine Reaktion</b>	<b>Ungezielte Bewegung</b>	<b>Befolgen der Aufforderung</b>
1a			
Keine Aufforderung			
1b			
Keine Aufforderung			
1a			
Keine Aufforderung			
1b			
Keine Aufforderung			
2a			
Keine Aufforderung			
2b			
Keine Aufforderung			

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen:**

Reiz	/6
Kontroll	/6

**2. Kommunikation (K)**

*Durchführung: Mit erster Frage Kommunikationscode etablieren. Falls Patient keinen*

*Kommunikationscode signalisiert, Vorgabe machen: „Sie können mir mit „ja“ antworten, indem Sie einmal die Augen fest schließen“. Patienten dann bitten, folgende Fragen über den definierten Kommunikationscode zu beantworten.*

Zeit Reizbedingung/Kontrollbedingung: 15 sec.

**Definierter Code: ja=                      nein=**

Frage				
	<b>Keine Reaktion</b>	<b>Ungezielte Reaktion</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
Wie antworten Sie mir mit „ja“?				
Keine Frage				
Verstehen Sie mich?				
Keine Frage				
Verstehen Sie mich?				
Keine Frage				
Heißen Sie....? (falscher Name)				
Keine Frage				
Heißen Sie....? (richtiger Name)				
Keine Frage				
Möchten Sie aufhören?				
Keine Frage				
Möchten Sie weitermachen?				

**Zusammenfassung: Anzahl richtiger Antworten:**

Reiz	/6
Kontroll	/6

**3. Visuelle Reize** Augen geöffnet Augenöffnen manuell**3.1. Basale visuelle Wahrnehmung (V1)****a. Orientierungsreaktionen auf gezielte visuelle Reize**

*Durchführung: Der Untersucher bietet Photo abwechselnd im linken und rechten Gesichtsfeld, 10 cm vom*

*Blick abweichend, dar. Dokumentiert wird, ob und falls ja in welche Richtung Patient gerichtete*

*Blickbewegungen innerhalb von 10 sec. zeigt. Ist der Blick des Patienten zu Beginn nach links gerichtet,*

*erfolgt die erste Reizdarbietung von der rechten Seite (im Protokoll dokumentieren).*

Zeit Reizbedingung/Kontrollbedingung: 10 sec.

Reiz	Reaktion		
	Keine	Ungezielte Blick- Bewegung	Orientierungsreaktion
Links			
Kein Reiz			
Rechts			
Kein Reiz			
Links			
Kein Reiz			
Rechts			
Kein Reiz			

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen:**

Reiz	/4
Kontroll	/4

**b. Blickfolgebewegungen auf gezielte visuelle Reize**

*Durchführung: Der Untersucher hält Photo in Blickfeld des Patienten. Dann fordert er Patient auf, dem Photo mit den Augen zu folgen, und bewegt es langsam aus dem Blickfeld heraus nach links/rechts/oben/unten. Dokumentiert wird, ob Patient unmittelbar nach der Reizpräsentation Blickfolgebewegung zeigt.*

Reiz			
	Keine	Ungezielte Blickbewegung	Blickfolgebewegung
Nach links			
Kein Reiz			
Nach rechts			
Kein Reiz			
Nach oben			
Kein Reiz			
Nach unten			
Kein Reiz			

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen:**

Reiz	/4
Kontroll	/4

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter visueller Reaktionen (a und b):**

Reiz	/8
Kontroll	/8

### 3.2. Visuelles Erkennen (V2)

- nicht durchführbar
- da kein Augenöffnen
- sonstige Gründe: \_\_\_\_\_

*Durchführung: Der Untersucher bietet zwei Bilder von Alltagsobjekten in unten angegebener Position (li: links; re: rechts) in einem Abstand von 50 cm zu den Augen und zwischen den Bildern im Blickfeld des Patienten dar. Er wird aufgefordert, das im Protokoll fett gedruckte Objekt anzuschauen. Alternativ kann der Patient—falls gezielte Motorik vorhanden ist—aufgefordert werden, auf das Bild zu zeigen. Dokumentiert wird, welches Objekt der Patient fixiert/auf welches er zeigt.*

Zeit Reizbedingung/Kontrollbedingung: 15 sec.

Aufforderung			
	Kein Fixieren	Fixieren falsches Objekt	Fixieren richtiges Objekt
li: <b>Kamm</b> re: Rasierer			
Kein Reiz			
li: Taschenmesser re: <b>Brille</b>			
Kein Reiz			
li: <b>Stift</b> re: Schirm			
Kein Reiz			
li: Bett re: <b>Tuch</b>			
Kein Reiz			
li: <b>Geldbeutel</b> re: Tasche			
Kein Reiz			
li: Schlüssel re: <b>Gitarre</b>			
Kein Reiz			

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen:**

Reiz	/6
Kontroll	/6

## 4. Taktile Reize

### 4.1. Taktile Orientierungsreaktion (T1)

*Durchführung: Der Untersucher berührt abwechselnd die linke und rechte Hand des Patienten am Handrücken und streicht mit der Hand über seinen Daumen. Beobachtet wird, ob und wenn ja welche Bewegung der Patient daraufhin innerhalb der nächsten 10 Sekunden durchführt.*

Zeit Reizbedingung/Kontrollbedingung: 10 sec.

Reiz	Reaktion		
	Keine	Ungezielte Reaktion	Greif- oder Explorationsbewegung
Berührung li. H.			
Kein Reiz			
Berührung re. H.			
Kein Reiz			
Berührung li. H.			
Kein Reiz			
Berührung re. H.			
Kein Reiz			
Berührung li. H.			
Kein Reiz			
Berührung re. H.			
Kein Reiz			



**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen:**

Reiz	/6
Kontroll	/6

**4.2. Taktile Objekterkennung (T2)**

- nicht durchführbar, da
- keine Motorik spontan und keine Explorationsbewegung unter 4.1. und kein Befolgen von Aufforderungen unter 1.2.
- keine Haltefunktion der Hand
- sonstige Gründe: \_\_\_\_\_

*Durchführung: Der Untersucher gibt Patient einen Stift, abwechselnd in die linke und rechte Hand, und führt die Hand zu einem Blatt Papier. Falls eine Hemiplegie vorliegt, wird der Stift sechsmal in die nicht-plegische Hand gelegt. Der Patient wird aufgefordert, dem Untersucher zu zeigen, was er mit dem Gegenstand machen kann. Beobachtet wird, ob der Patient daraufhin innerhalb der nächsten 15 Sekunden eine Bewegung macht und wenn ja welche Bewegung.*

Zeit Reizbedingung/Kontrollbedingung: 15 sec.

Reiz	Reaktion		
	Keine	Ungezielte Bewegung	Schreibbewegung
Stift re. H.			
Kein Reiz			
Stift li. H.			
Kein Reiz			
Stift re. H.			
Kein Reiz			
Stift li. H.			
Kein Reiz			
Stift re. H.			
Kein Reiz			
Stift li. H.			
Kein Reiz			

**Zusammenfassung: Anzahl gezielter Reaktionen:**

Reiz	/6
Kontroll	/6

## **Arousal**

### **1. Erweckbarkeit**

- 0 nicht erweckbar
- 1 erweckbar durch Stimulation
- 2 wach ohne Stimulation/prompt erweckbar

### **2. Wachheitsdauer (Gesamtdauer während Untersuchung):**

- 1  $\leq 1$  min.
- 2 2-5 min.
- 3 6-10 min.
- 4  $> 10$  min.

**V. Zusammenfassung der Ergebnisse:**

	<b>Rohwert (0-6 für A1, A2, K, V2, T1, T2 bzw. 0-8 für V1)</b>	<b>Reaktivitätswert/ Profilwert (1-4)</b>
Arousal	(Max. 6)	(Max. 4)
Auditiv		
Basal (A1)		
Komplex (A2)		
Visuell		
Basal (V1)		
Komplex (V2)		
Taktil		
Basal (T1)		
Komplex (T2)		
Kommunikation (K)		
<b>BASALER REAKTIVITÄTSWERT</b>		
<b>KOMPLEXER REAKTIVITÄTSWERT</b>		
<b>REAKTIVITÄTSWERT</b>	(Max. 44)	(Max. 28)
<b>SUMMENWERT</b>	(Max. 50)	(Max. 32)

**Anzahl gezielter Reaktionen (Rohwerte) unter Stimulations- und Kontrollbedingungen****(Differenzwert):**

	<b>Anzahl gezielter Reaktionen unter Stimulationsbedingung (0-6)</b>	<b>Anzahl gezielter Reaktionen unter Kontrollbedingung (0-6)</b>	<b>Differenz- wert di</b>
Auditiv			
A1			
A2			
Visuell			
V1			
V2			
Taktil			
T1			
T2			
Kommuni- kation (K)			
Summe			

### **A3: Auswertungsrichtlinien**

1. Für jeden Untersuchungsbereich wird die Anzahl gezielter Reaktionen aufsummiert zu einem Rohwert.
2. Die dokumentierten ungezielten Bewegungen werden nicht ausgewertet. Sie können bei einem Patienten jedoch Hinweise auf implizite Wahrnehmungsfunktionen aufzeigen und somit klinisch sinnvoll sein.
3. Die Rohwerte werden für alle Untersuchungsbereiche zusammengefasst (s. Datenzusammenfassung: 2.5).
4. Alle Rohwerte werden entsprechend der Richtlinien in 1.3, 2.1, 2.2 zu Profilwerten konvertiert.
5. Die Profilwerte der basalen auditiven, visuellen und taktilen Reaktivitätswerte werden zu einem basalen Reaktivitätswert zusammengefasst. Die Profilwerte der komplexen auditiven, visuellen und taktilen Reaktivitätswerte werden zu einem komplexen Reaktivitätswert zusammengefasst.
6. Der Reaktivitätswert ergibt sich aus der Summe von basalem und komplexem Reaktivitätsscore.
7. Der Summenscore ergibt sich aus der Summe von Arousalwert, basalem Reaktivitätswert und komplexem Reaktivitätswert.
8. Der Differenzwert wird berechnet aus der Differenz zwischen dem Rohwert unter Stimulationsbedingungen und dem Rohwert unter Kontrollbedingungen.

## Konvertierung von Rohwerten zu Profilwerten

### 1. Arousal score (Summe Erweckbarkeit und Wachheitsdauer)

Rohwert	Profilwert	Beurteilung
1	1	Kein Arousal
2-3	2	Schwere Störung mit Stimulationsbedarf und nur sehr kurzer Wachheit (wenige Sekunden-wenige Minuten)
4-5	3	Mittelschwere Störung mit Stimulationsbedarf und eingeschränkter Wachheit (>6 Minuten)
6	4	Wach während gesamter Untersuchung

### 2. Reaktivität

#### 2.1. Rohwerte und Profilwerte für Untersuchungsbereiche A1, A2, K, V2, T1, T2:

Rohwert	Profilwert	Beurteilung
0	1	keine gezielte Reaktion
1	2	gezielte Reaktion auf Zufallsniveau; nicht reproduzierbar
2-5	3	gezielte Reaktion reproduzierbar, inkonstant
6	4	gezielte Reaktion konstant

**2.2. Rohwerte und Profilwerte für Untersuchungsbereich V1:**

Rohwert	Profilwert	Beurteilung
0	1	keine gezielte Reaktion
1	2	gezielte Reaktion auf Zufallsniveau; nicht reproduzierbar
2-7	3	gezielte Reaktion reproduzierbar, inkonstant
8	4	gezielte Reaktion konstant

Für den Untersuchungsbereich V1 gilt: Die Rohwerte aus den beiden Untersuchungen Orientierungsreaktion und Folgebewegungen werden zu einem Rohwert aufsummiert.

**3. Basaler Reaktivitätsscore (Summe Profilwerte basaler Wahrnehmungsitens (BW):**

*auditiv 1, taktil 1, visuell 1):*

Profilwert	Beurteilung
3	keine gezielte Reaktionen
4-5	mindestens gezielte, aber nicht reproduzierbare Reaktion in 1 Bereich; bestenfalls reproduzierbare, aber inkonstante Reaktion in 1 Bereich
6-11	mindestens gezielte, aber nicht reproduzierbare Reaktionen in allen Bereichen; bestenfalls Reaktionen reproduzierbar in 1 Bereich und konstant in 2 Bereichen
12	gezielte Reaktionen konstant in allen Bereichen



**4. Komplexer Reaktivitätsscore (Summe Profilwerte komplexer Wahrnehmungssitems****(KW): auditiv 2, Kommunikation, visuell 2, taktil 2):**

Profilwert	Beurteilung
4	keine gezielte Reaktionen
5-6	mindestens gezielte Reaktionen reproduzierbar, aber inkonstant in 1 komplexen Bereich; bestenfalls reproduzierbar, aber inkonstant in 1 Bereich
7-14	mindestens gezielte Reaktionen reproduzierbar, aber inkonstant in 3 Bereichen; bestenfalls Reaktionen reproduzierbar, aber inkonstant in 2 Bereichen und konstant in 2 Bereichen
15-16	gezielte Reaktionen konstant in 3-4 Bereichen

### Richtlinien zur Beurteilung der Bewusstseinslage

Die Beurteilung der Bewusstseinslage basiert nicht nur auf der Interpretation des Summenscores, sondern auch auf der Bewertung der Profilwerte in den einzelnen Bereichen. Dabei erfolgt die Gesamteinstufung anhand der folgenden Richtlinien, die sich an den Aspekten für die Diagnostik bewusstseinsgestörter Patienten orientieren. Somit ist der Gesamtsummenwert indikativ, aber nicht ausreichend in Bezug auf die Differentialdiagnostik der Bewusstseinslage. Für jede Diagnose gibt es einen definierten Mindestsummenwert sowie festgelegte Mindestwerte in den einzelnen Verarbeitungsbereichen.

Summen- score	Arousal- score (PW)	Basale Wahr- nehmungs- items (PW) (V1, T1, A1)	Komplexe Wahr- nehmungs Items (PW) (V2, T2, A2, K)	Beurteilung	Diagnose
8	1	1   Alle Bereiche	1   alle Bereiche	Kein Arousal; keine gezielten Reaktionen	Koma

9	2	1	Alle Bereiche	1	alle Bereiche	Schwere Arousal- störung; keine gezielten Reaktionen	VS mit schwerer Arousalstörung
10-11	3-4	1	Alle Bereiche	1	alle Bereiche	Mittel- schwere oder keine Arousal- störung; keine gezielten Reaktionen in BW und KW	VS

10-13	3-4	2	1-2	1	alle Bereiche	Mittelschwe re oder keine Arousal- störung; gezielte Reaktionen nicht reproduzierb ar in BW, keine gezielten Reaktionen in KW	VS mit Hinweisen auf Wahrnehmung
-------	-----	---	-----	---	------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------

11-20	3-4	3 o d . 4	mind. 1 Bereich	1 2 / 3	alle Bereiche  oder  in V2 (V.a. Negect)	Mittelschwe re oder keine Arousal- störung; gezielte Reaktionen reproduzier- bar, aber inkonstant in BW; keine reproduzier- baren richtigen Reaktionen in KW	MCS – (OR ohne Hinweise auf Verständnis)
-------	-----	-----------------------	--------------------	------------------	------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

12-24	3-4	3 o d e r 4	mind. 1 Bereich	2	mind. 1 Bereich (A2, K, T2)	Mittelschwe re oder keine Arousal- störung; gezielte Reaktionen überzufällig oder konstant in BW und auf Zufalls- niveau in KW	MCS (Hinweise auf Verständnis)
-------	-----	----------------------------	--------------------	---	-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

12-28	3-4	3	mind. 1 Bereich (nicht notwendig, falls 3 oder 4 in KW )	3	mind. 1 Bereich (K, A2, T2) oder	Mittel- schwere oder keine Arousal- störung; gezielte Reaktionen überzufällig oder konstant in BW und reproduzier- bar, aber inkonstant in KW	MCS + (Verständnis, aber nicht sicher in allen Modalitäten; inkonstant; evtl. Perseverations- tendenz)
20-32	4	4	mind. 2 Bereiche	4	mind. 1 Bereich u. DW = 6	Keine Arousal- störung; gezielte Reaktionen konstant in mind. 2 BW und mind. 1 KW	Bewusst (Verständnis in mind. 1 Modalität konstant und fehlerfrei nachweisbar)

**A4: Beschreibungen der IDB-Subskalen**

<b>Untersuchungsbereich</b>	<b>Erfasstes Konstrukt</b>	<b>Bezeichnung in IDB</b>
Neue visuelle Reize	Basale visuelle Wahrnehmung	Visuell_basal (V1)
Bedeutungshaltige Bilder	Visuelles Erkennen	Visuell_komplex (V2)
Neue taktile Reize	Basale taktile Wahrnehmung	Taktil_basal (T1)
Bekannte taktile Reize	Taktile Objekterkennung	Taktil_komplex (T2)
Auditiv dargebotene Reize	Basale auditive Wahrnehmung	Auditiv_basal (A1)
Auditiv dargebotene Aufforderung	Auditives Verstehen	Auditiv_komplex (A2)
Auditiv dargebotene Fragen	Sprachverständnis; Kommunikationsfähigkeit	Kommunikation (K)



## ANHANG B: VERGLEICH DER ITEMZUORDNUNGEN VON IDB, CRS-R UND ASPEN-KRITERIEN

Aspen-Kriterien		CRS-R	IDB	
VS		AUD 2 Orientierungsreaktion auf Geräusche 2/4x AUD 1	VS mit schwerer Arousalstörung: Arousal 1-2: schwere Störung u. alle Bereiche PW 1 (keine gezielte Reaktion)	
		Schreckreaktion VIS 1 Schreckreaktion MOT 0-2 pathologische Schmerzreaktion MOT 2 Vokalisation 1x KOMM 0 keine	VS: Arousal 3-4: wach >6 min u. alle Bereiche PW 1 (keine gezielte Reaktion)	
MCS (1 oder mehr Verhalten reproduzierbar/ inkonstant)	Befolgen einf. Aufforderung	AUD 4 konstant 8/8x	MCS – (Orientierungsreaktion ohne Verständnis)	Mind. 1 basaler Bereich PW 3-4

		AUD 3 inkonstant 4/8x	<i>MCS</i> (Hinweise auf Verständnis)	Mind. 1 komplexer Bereich PW 2-3 (1-5/6x) und D- Wert > oder =1
	Objektmanipulation	MOT 5 automatisierte Motorik 2x MOT 4 Objektmanipulation 3/4x MOT 3 Schmerzlokalisierung 2/4x	<i>MCS</i> + (Verständnis, aber nicht sicher in allen Modalitäten)	2-3 komplexe Bereiche PW 3 (4- 5/6x) und D-Wert > oder = 4
	Ja/Nein- Kommunikation	KOMM 1 intentional 2/6x		
	Verständliche Sprache	VERB 3 verständlich 2x		

	Bewegung/Reaktion sinnvoll auf Reize	VIS 5 Objekterkennung 3/4x VIS 4 Lokalisation 3/4x VIS 3 Blickfolge 2/8x VIS 2 Fixieren 2/4x	
<i>Bewusst</i> (zuverlässige/ konstante Reaktion), Kommunikation/ Objektgebrauch)	Kommunikation	KOMM 2 funktionell/korrekt 6/6	Mind. 1 komplexer Bereich PW 4 (6/6x): K adäquat A2 Auditives Verstehen V2 Visuelles Erkennen
	Funktioneller Objektgebrauch	MOT 6 funktioneller Objektgebrauch 4/4	T2 Taktile Objekterkennung

**ANHANG C: DISABILITY RATING SCALE (DRS)**

(Rappaport et al., 1982)

Name: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Woche: \_\_\_\_\_

Bereich		Reaktion	
<b>Augenöffnen</b>		Spontan	0
		auf Reize	1
		auf Schmerz	2
		Kein	3
<b>Kommunikation</b>		Orientiert	0
		Desorientiert	1
		Unangemessen	2
		Unverständlich	3
		Keine	4
<b>Motorische Antwort</b>		befolgt Aufforderung	0
		gezielte Abwehr auf Schmerz	1
		Bewegung weg von Schmerz	2
		Beugen	3
		Strecken	4
		Keine	5
<b>Kognitive Funktionen</b>	<b>Essen</b>	Vollständig	0
		Teilweise	1
		Minimal	2
		Keine	3
	<b>Kontinenz</b>	Vollständig	0
		Teilweise	1

		Minimal	2
		Keine	3
	<b>Waschen/ Baden/ Anziehen</b>	Vollständig	0
		Teilweise	1
		Minimal	2
		Keine	3
<b>Funktionelle Selbstständigkeit</b>		Selbstständig	0
		selbstständig in angepasster Umgebung	1
		leicht unselbstständig	2
		mäßig unselbstständig	3
		In starkem Maße unselbstständig	4
		vollkommen unselbstständig	5
<b>Arbeitsfähigkeit</b>		Unbeeinträchtigt	0
		In ausgewählten Bereichen	1
		In betreutem Umfeld	2
		nicht arbeitsfähig	3
<b>GESAMT</b>			

**Beurteilung der Beeinträchtigung**

<b>DRS-Summenwert</b>	<b>Ausmaß der Beeinträchtigung</b>
0	Keine
1	Gering
2-3	Teilweise
4-6	Moderat
7-11	Mäßig schwer
12-16	Schwer
17-21	Extrem schwer
22-24	VS
25-29	Extrem VS



<b>MOTORISCHE FUNKTIONEN</b>																
6 Funktioneller Objektgebrauch**																
5 Automatisierte motorische Reaktion*																
4 Objektmanipulation*																
3 Bewegung zum Schmerzreiz*																
2 Bewegung weg vom Schmerzreiz																
1 Pathologisches Muster																
0 Keine																
<b>OROMOTORISCHE / VERBALE FUNKTIONEN</b>																
3 Verständliche Verbalisation*																
2 Vokalisation/Orale Bewegung																
1 Orale Reflexe																
0 Keine																
<b>KOMMUNIKATIONSSKALA</b>																
2 Funktionell: adäquat**																
1 Nicht-funktionell: intentional*																
0 Keine																
<b>AROUSALSKALA</b>																
3 Aufmerksamkeit																
2 Augenöffnen ohne Stimulation																
1 Augenöffnen mit Stimulation																
0 nicht erweckbar																
<b>SUMMENSCORE</b>																

Note. \* MCS. \*\* Ende MCS



**ANHANG E: DEMOGRAPHISCHE DATEN UND SCHWEREGRAD****Patient:** \_\_\_\_\_ **ID:** \_\_\_\_\_**Geschlecht:**  männlich  weiblich**Geburtsdatum:** \_\_\_\_\_**Schulabschluss:**  kein Abschluss Hauptschule Realschule Gymnasium Studium Ausbildung**Berufstätigkeit:**  nicht berufstätig Teilzeit Vollzeit Rente**Familienstand:**  keine feste Partnerschaft Partnerschaft verheiratet geschieden verwitwet**Datum Krankheitsereignis:** \_\_\_\_\_**Diagnosen:**  Hypoxie SHT SAB ICB

- Locked-In-Syndrom
- Infarkt
- weitere Sekundärkomplikationen: \_\_\_\_\_
- Hemiparese ( li/  re)                       Hemiplegie ( li/  re)
- Tetraparese                                               Tetraplegie
- Critical Illness Polyneuropathie (CIP)
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

**Patient:** \_\_\_\_\_ **ID:** \_\_\_\_\_

**Datum:** \_\_\_\_\_

### Schädigungslokalisation

**1. Datenquelle:**       CT (Datum: \_\_\_\_\_ )

MRI (Datum: \_\_\_\_\_ )

### 2. Schädigungen fokal:

keine

#### rechts

frontal

temporal

parietal

occipital

#### links

frontal

temporal

parietal

occipital

Basalganglien

Corpus Callosum

Hirnstamm

Thalamus

### 1. Generalisierte Veränderung:

Hirnatrophie

Sonstige: \_\_\_\_\_

**Patient:** \_\_\_\_\_ **ID:** \_\_\_\_\_

**Datum:** \_\_\_\_\_

Schädigungslokalisation ( Auswertung Bildgebung)

1. Datenquelle:       CT (Datum:                    )

MRI (Datum:                    )

2. Befund:

## ANHANG F: EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass mein

Angehöriger, \_\_\_\_\_, an der Studie „Entwicklung und Validierung des Instruments zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen“ teilnimmt.

In dieser Studie wird die Eignung eines neu entwickelten Verfahrens zur Diagnostik von Bewusstseinsstörungen überprüft. Mit diesem Verfahren sollen möglicherweise vorhandene geistige Funktionen bei Patienten im Wachkoma oder im minimal bewussten Zustand nachgewiesen werden.

Im Rahmen dieser Datenerhebung wird der Patient/die Patientin zu Beginn des Aufenthaltes und kurz vor Entlassung aus dem Fachkrankenhaus Neresheim jeweils zweimal mit dem Instrument zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen (IDB) untersucht. Außerdem werden etablierte Komaskalen erhoben. Es werden ausschließlich visuelle, akustische und Berührungsreize gesetzt; daraufhin wird die Reaktion des Patienten beobachtet und dokumentiert. Dem Patienten werden weder Schmerzen zugefügt noch wird ihm/ihr in anderer Weise ein Schaden zugefügt. Die Auswertung und Veröffentlichung der Daten erfolgt anonym.

Die Ergebnisse der Untersuchung kann ich nach Abschluss einer Untersuchungsreihe von der zuständigen Neuropsychologin erfahren. Bei weiteren Fragen zur Studie kann ich mich jederzeit mit Fr. Maurer-Karattup, Neuropsychologin, in Verbindung setzen.

Neresheim, den \_\_\_\_\_

Name des Unterzeichners

Unterschrift

**ANHANG G: GENEHMIGUNG DER STUDIE „ENTWICKLUNG UND  
VALIDIERUNG DES INSTRUMENTS ZUR  
DIFFERENTIALDIAGNOSTIK VON BEWUSSTSEINSSTÖRUNGEN“**

Hiermit erteile ich Fr. Maurer, Neuropsychologin, die Genehmigung, ihre Promotionsstudie „Entwicklung und Validierung des Instruments zur Differentialdiagnostik von Bewusstseinsstörungen“ im Fachkrankenhaus Neresheim entsprechend der von ihr festgelegten Richtlinien durchzuführen und die in diesem Zusammenhang benötigten Daten an den Patienten des FKNe zu erheben.

Neresheim, den \_\_\_\_\_

Dr. Eifert, Sprecher des Ärzteteams