

Aus dem Institut für  
Medizinische Psychologie  
der Universität Tübingen  
Direktor: Professor Dr. N. Birbaumer

**„Depressive Verstimmung und Schmerz:**  
**Schmerzschwelle, implizites und explizites Gedächtnis für**  
**schmerzassoziiertes Wortmaterial, ereigniskorrelierte**  
**Potentiale bei Präsentation von schmerzassoziiertem**  
**Wortmaterial.“**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT  
der Eberhard-Karls-Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von  
**Christoph Nikendei**  
aus Ravensburg

**2001**

Dekan: Professor Dr. C. D. Claussen

1. Berichterstatter: Professor Dr. P. Pauli
2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. A. Batra

**MEINEN ELTERN  
BEATE UND JÜRGEN  
NIKENDEI**

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1 THEORETISCHER TEIL.....</b>	<b>1</b>
<b><u>1.1 EINFÜHRUNG IN DAS THEMA</u>.....</b>	<b>1</b>
<b><u>1.2 AFFEKTIVE STÖRUNGEN</u>.....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Nosologische Klassifikation affektiver Störungen.....	2
1.2.1.1 Affektive Psychosen.....	2
1.2.1.2 Dysthymie.....	4
1.2.2 Diagnosemanuale und Depressionsfragebögen.....	4
<b><u>1.3 SCHMERZERKRANKUNGEN</u>.....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Zur Definition von Schmerz.....	5
1.3.2 Zur Definition von chronischem Schmerz.....	5
1.3.3 Epidemiologie.....	6
<b><u>1.4 KOMORBIDITÄT VON DEPRESSION UND SCHMERZ</u>.....</b>	<b>6</b>
1.4.1 Schmerzsymptome als Ausdruck einer Depression / depressive Symptome bei Schmerzerkrankungen.....	6
1.4.2 Untersuchungen bei Depression.....	7
1.4.3 Untersuchungen bei Schmerzpatienten.....	8
1.4.4 Prospektive Studien.....	8
<b><u>1.5 UNTERSUCHUNGEN ZUR SCHMERZSCHWELLE</u>.....</b>	<b>9</b>
1.5.1 Grundlagen.....	9
1.5.2 Allgemeine Beobachtungen.....	10
1.5.3 Schmerzschwellenuntersuchungen bei Depression.....	11
1.5.3.1 Erste Untersuchungen und Theorien.....	11
1.5.3.2 Schmerzschwelle und klinische Aspekte der Depression.....	13
1.5.3.3 Schmerzschwelle bei neurotischer Depression.....	14
1.5.3.4 Neurobiochemische Aspekte.....	15
1.5.4 Schmerzschwellenuntersuchungen bei Schmerzpatienten.....	18
1.5.4.1 Ergebnisse extrasegmentaler Messungen.....	18

1.5.4.2	<i>Faktoren, die die Schmerzschwelle beeinflussen</i>	19
1.5.4.3	<i>Theorien</i>	19
<b>1.6</b>	<b><u>GEDÄCHTNIS</u></b>	20
1.6.1	<i>Die Gedächtnisleistung</i>	20
1.6.2	<i>Das Gedächtnismodell von Atkinson und Shiffrin</i>	20
<b>1.7</b>	<b><u>UNTERSUCHUNGEN ZUM EXPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR</u></b>	
	<b><u>WORTMATERIAL</u></b>	22
1.7.1	<i>Grundlagen</i>	22
1.7.2	<i>Worterinnerungstests bei Depression</i>	25
1.7.2.1	<i>Untersuchungen und Theorien</i>	25
1.7.2.2	<i>Einfluss des Grades der Strukturiertheit des Wortmaterials</i>	26
1.7.3	<i>Worterinnerungstests bei neurotischer Depression</i>	28
1.7.4	<i>Qualitative Gedächtnisveränderungen</i>	28
1.7.4.1	<i>Untersuchungen bei Depression</i>	29
1.7.4.2	<i>Untersuchungen bei neurotischer Depression</i>	29
1.7.4.3	<i>Untersuchungen bei induzierter depressiver Stimmung</i>	30
1.7.4.4	<i>Theorien</i>	31
1.7.5	<i>Worterinnerungstests bei Schmerzpatienten und bei experimentell induziertem Schmerz</i>	33
1.7.5.1	<i>Untersuchungen bei Schmerzpatienten</i>	33
1.7.5.2	<i>Untersuchungen bei experimentell induziertem Schmerz</i>	35
1.7.6	<i>Das Phänomen der kognitiven Vermeidung</i>	35
<b>1.8</b>	<b><u>UNTERSUCHUNGEN ZUM IMPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR</u></b>	
	<b><u>WORTMATERIAL</u></b>	36
1.8.1	<i>Grundlagen</i>	36
1.8.2	<i>Untersuchungen bei gesunden Probanden</i>	38
1.8.3	<i>Untersuchungen bei Depression</i>	39
1.8.4	<i>Untersuchungen bei depressiver Verstimmung</i>	39
1.8.5	<i>Untersuchungen bei Schmerzpatienten</i>	40
<b>1.9</b>	<b><u>UNTERSUCHUNGEN ZU EVOZIERTEN POTENTIALEN BEI</u></b>	
	<b><u>WORTPRÄSENTATION</u></b>	41
1.9.1	<i>Grundlagen</i>	41

1.9.2	<i>Bedeutung von Latenz und Amplitudengröße</i>	43
1.9.3	<i>Mögliche Bedeutung einzelner EKP-Komponenten</i>	43
1.9.3.1	<i>NI00</i>	44
1.9.3.2	<i>P300</i>	44
1.9.3.3	<i>Slow Wave</i>	45
1.9.4	<i>EKP bei positiven, negativen und gefühlsbetonten Stimuli</i>	46
1.9.5	<i>Untersuchungen bei Schmerzpatienten</i>	46
1.9.6	<i>Untersuchungen bei depressiver Stimmung</i>	47
<b>1.10</b>	<b><u>HYPOTHESEN</u></b>	48
1.10.1	<i>Fragebögen</i>	48
1.10.2	<i>Untersuchung zur Schmerzschwelle</i>	48
1.10.3	<i>Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial</i>	49
1.10.3.1	<i>Lexical-Decision-Test</i>	49
1.10.3.2	<i>Wiedererkennungstest</i>	50
1.10.3.3	<i>EEG-Daten</i>	51
1.10.3.4	<i>Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz</i>	52
1.10.3.5	<i>Free-Recall-Test</i>	52
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>53</b>
<b>2.1</b>	<b><u>VERSUCHSPERSONEN</u></b>	<b>53</b>
<b>2.2</b>	<b><u>BENACHRICHTIGUNG UND EINLADUNG DER VERSUCHSPERSONEN</u></b>	<b>54</b>
<b>2.3</b>	<b><u>MATERIAL</u></b>	<b>54</b>
2.3.1	<i>Versuchsplan</i>	55
2.3.2	<i>Einverständniserklärung</i>	55
2.3.3	<i>Fragebögen</i>	55
2.3.3.1	<i>Die Allgemeine Depressions Skala (ADS)</i>	56
2.3.3.2	<i>Das Beck-Depressions-Inventar (BDI)</i>	56
2.3.3.3	<i>Die Befindlichkeits-Skala (Bf-S)</i>	57
2.3.3.4	<i>Das State-Trait-Anxiety Inventory (STAI)</i>	58

2.3.3.5 Schmerzfragebogen I.....	58
2.3.3.6 Schmerzfragebogen II.....	58
2.3.4 Apparatur zur Schmerzschwellenuntersuchung.....	59
<b><u>2.4 ORT UND ZEITPUNKT DER UNTERSUCHUNG</u></b> .....	60
<b><u>2.5 DAUER DER UNTERSUCHUNG</u></b> .....	60
<b><u>2.6 VERSUCHSLEITER</u></b> .....	60
<b><u>2.7 ABLAUF DER UNTERSUCHUNG</u></b> .....	61
2.7.1 Begrüßung.....	61
2.7.2 Einverständniserklärung.....	61
2.7.3 Fragebögen.....	61
2.7.4 Untersuchung zur Schmerzschwelle - Teil I.....	62
2.7.5 Anbringen der EEG-Elektroden.....	63
2.7.6 Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für <i>schmerzassoziiertes Wortmaterial</i> .....	63
2.7.6.1 Wortstimuli.....	64
2.7.6.2 Präsentation der Wortstimuli.....	64
2.7.6.3 Entspannungsphase.....	65
2.7.6.4 Lernphase.....	65
2.7.6.5 Lexical-Decision-Test.....	70
2.7.6.6 Wiedererkennungstest.....	72
2.7.6.7 Gesamtübersicht.....	73
2.7.6.8 Registrierung der Probandenentscheidungen und der <i>Reaktionszeiten</i> .....	74
2.7.6.9 EEG-Ableitung.....	74
2.7.6.10 Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz.....	75
2.7.7 Schmerzfragebögen I und II.....	76
2.7.8 Untersuchung zur Schmerzschwelle - Teil II.....	76
2.7.9 Aufwandsentschädigung.....	76
2.7.10 Verabschiedung.....	76
2.7.11 Free-Recall-Test.....	77
<b><u>2.8 STATISTISCHE ANALYSE</u></b> .....	77
2.8.1 Allgemeine Bemerkungen zur statistischen Analyse.....	77

2.8.2	<i>Fragebögen</i> .....	79
2.8.3	<i>Untersuchung zur Schmerzschwelle</i> .....	79
2.8.4	<i>Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial</i> .....	80
2.8.4.1	<i>Lexical-Decision-Test</i> .....	80
2.8.4.2	<i>Wiedererkennungstest</i> .....	81
2.8.4.3	<i>EEG-Daten</i> .....	82
2.8.4.4	<i>Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz</i> .....	83
2.8.4.5	<i>Free-Recall-Test</i> .....	83
2.8.5	<i>Shapiro-Wilk-Test und Bonferoni-Korrektur</i> .....	84
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>85</b>
<b>3.1</b>	<b><u>VERSUCHSPERSONEN</u></b> .....	<b>85</b>
<b>3.2</b>	<b><u>FRAGEBÖGEN</u></b> .....	<b>86</b>
<b>3.3</b>	<b><u>UNTERSUCHUNG ZUR SCHMERZSCHWELLE</u></b> .....	<b>88</b>
<b>3.4</b>	<b><u>UNTERSUCHUNG ZUM IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR SCHMERZASSOZIIERTES WORTMATERIAL</u></b> .....	<b>92</b>
3.4.1	<i>Lexical-Decision-Test</i> .....	92
3.4.2	<i>Wiedererkennungstest</i> .....	96
3.4.3	<i>EEG-Daten</i> .....	99
3.4.4	<i>Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz</i> .....	104
3.4.5	<i>Free-Recall-Test</i> .....	107
<b>3.5</b>	<b><u>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</u></b> .....	<b>109</b>
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>112</b>
<b>4.1</b>	<b><u>EINFÜHRUNG IN DIE DISKUSSION</u></b> .....	<b>112</b>
<b>4.2</b>	<b><u>VERSUCHSPERSONEN UND FRAGEBÖGEN</u></b> .....	<b>112</b>
<b>4.3</b>	<b><u>UNTERSUCHUNG ZUR SCHMERZSCHWELLE</u></b> .....	<b>113</b>

---

<b><u>4.4 UNTERSUCHUNG ZUM IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN GEDÄCHTNIS</u></b>	
<b><u>FÜR SCHMERZASSOZIIERTES WORTMATERIAL</u></b> .....	115
4.4.1 <i>Wortstimuli und Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz</i> .....	116
4.4.2 <i>Lernphase</i> .....	116
4.4.3 <i>Lexical-Decision-Test</i> .....	117
4.4.4 <i>Wiedererkennungstest</i> .....	118
4.4.5 <i>Free-Recall-Test</i> .....	120
4.4.6 <i>EEG-Daten</i> .....	121
<b><u>4.5 SCHLUSSFOLGERUNG</u></b> .....	123
<b>5 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	125
<b>6 LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	132
<b>7 ANHANG</b> .....	155



## **1 THEORETISCHER TEIL**

### **1.1 EINFÜHRUNG IN DAS THEMA**

Bower (1981) geht in seiner assoziativen Netzwerktheorie („associative network theory“) davon aus, daß jede Emotion als ein neuronales Netz innerhalb eines assoziativen Netzwerkes repräsentiert ist. So könnte zum Beispiel ein neuronales Netz, das eine traurige Stimmung repräsentiert, bei seiner Aktivierung weitere neuronale Netze aktivieren, die Wortmaterial mit subjektiv traurigem Gehalt oder Erinnerungen an traurige Lebensereignisse repräsentieren. Dies würde den Zugang zu diesem stimmungskongruenten Material erleichtern und damit die Wahrscheinlichkeit eines stimmungskongruenten Verarbeitungsprozesses im Zentralen Nervensystem erhöhen.

Bower (1981) nahm bei depressiven Personen die Existenz eines entsprechenden neuronalen Netzes an, das eine erleichterte Verarbeitung von stimmungskongruentem, depressiv gefärbtem Material bedingt.

Edwards et al. (1992) konnten bei chronischen Schmerzpatienten ein selektives Verarbeiten von schmerzassoziiertem Material nachweisen. Sie postulierten bei chronischen Schmerzpatienten in Anlehnung an die assoziative Netzwerktheorie Bowers (1981) die Existenz eines neuronalen Netzes, welches ein selektives Verarbeiten von schmerzassoziierten Stimuli begünstigt.

Nun klagten auch die meisten Menschen, die unter einer Depression leiden, nicht nur über eine depressive Symptomatik, sondern zusätzlich über Schmerzsymptome. Ein solches Auftreten von Schmerzsymptomen scheint bei leichteren depressiven Störungen besonders häufig zu sein - bis zu 70% der Personen mit einer neurotischen Depression berichten über ein Schmerzleiden (von Knorring et al., 1983).

Das wirft die Frage auf, ob bei depressiver Verstimmung - neben einem erleichterten Verarbeiten von stimmungskongruentem Material - auch ein erleichtertes Verarbeiten von schmerzassoziierten Stimuli nachgewiesen werden kann und die Existenz eines entsprechenden neuronalen Netzes angenommen werden kann.

Um dieser Frage nachzugehen, wurden bei einer Gruppe von Personen, die hohe Werte in einem Depressionsfragebogen (Allgemeine Depressions Skala; Hautzinger und

Bailer, 1992) erzielte und bei einer Kontrollgruppe eine Untersuchung zur Schmerzschwelle und eine Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial durchgeführt. Während der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial wurde ein EEG abgeleitet, um auftretende Veränderungen der visuell evozierten Potentiale bei der Präsentation der Wortstimuli zu erfassen.

Unter denselben Gesichtspunkten wurde eine Gruppe von Probanden beobachtet, die zum Zeitpunkt der Untersuchung unter Schmerzen litt.

Diese Arbeit soll somit einen Beitrag leisten, einem selektiven Verarbeiten schmerzassoziiierter Stimuli bei depressiver Verstimmung auf die Spur zu kommen und weitere Erkenntnisse über ein selektives Verarbeiten schmerzassoziiierter Stimuli bei Schmerzpatienten zu gewinnen.

## **1.2 AFFEKTIVE STÖRUNGEN**

### **1.2.1 Nosologische Klassifikation affektiver Störungen**

Affektive Störungen sind durch eine krankhafte Veränderung der Stimmung charakterisiert (Laux, 1996).

Die zum Verständnis dieser Arbeit wichtigen affektiven Störungen sind die **endogene Depression**, die den affektiven Psychosen zugeordnet wird, und die **Dysthymie**. Charakteristika dieser beiden Störungen werden im folgenden dargestellt.

#### ***1.2.1.1 Affektive Psychosen***

Affektive Psychosen sind seelische Erkrankungen, die hauptsächlich mit Störungen von Gefühl, Stimmung und Antrieb einhergehen (Tölle, 1994).

Man unterscheidet folgende Formen:

##### **a) endogene Depression**

Synonyme: unipolare Depression, monopolare Depression, phasische Depression, periodische Depression, Melancholie, Schwermut, Major Depression.

**b) endogene Manie**

Synonyme: manische Psychose, Manie.

**c) bipolare Psychose**

Synonym: manisch-depressive Erkrankung.

Das Morbiditätsrisiko für affektive Psychosen liegt bei 0,6 bis 0,9% (Tölle, 1994). 65% der Fälle verlaufen als monopolare Depression, bei ca. 30% liegen bipolare Psychosen vor. Bei etwa 5% kommt es zu rein manischen Episoden (Laux, 1996).

Nur etwa 25% der endogenen Depressionen verlaufen einphasig; 75% der Erkrankungen rezidivieren.

Für die **endogene Depression** wurden im DSM-IV (siehe Kapitel 1.2.2) nachstehende diagnostische Kriterien festgelegt:

- Depressive Verstimmung, Freudlosigkeit
- Interessenverlust, Müdigkeit, Energieverlust
- Psychomotorische Hemmung / Unruhe
- Denkhemmung, Konzentrationsschwierigkeiten, Entscheidungsunfähigkeit
- Schuldgefühle, Gefühl der Wertlosigkeit
- Gedanken an den Tod, Suizidideen, Suizidversuch
- Durchschlafstörungen, Früherwachen
- Appetit- und Gewichtsverlust

Darüber hinaus lassen sich verschiedene **Subtypen der endogenen Depression** differenzieren (Laux, 1996):

**a) Gehemmte Depression / retardierte Depression**

Die Reduktion von Psychomotorik und Aktivität steht im Vordergrund. Im Extremfall tritt ein Stupor auf.

**b) Agitierte Depression**

Hier prägen ängstliche Getriebenheit, Bewegungsunruhe, unproduktiv-hektisches Verhalten und Jammern das Bild.

**c) Lavierte Depression / somatisierte Depression**

Die Depression wird „vitalisiert“ im oder am Leib erlebt. Vegetative Störungen und vielfältige funktionelle Organbeschwerden stehen im Vordergrund.

#### d) **Psychotische Depression**

Hier treten Wahnideen (z.B. Verarmungs-, Versündigungs- oder Schuldwahn) oder Halluzinationen in Form von anklagenden Stimmen auf.

#### *1.2.1.2 Dysthymie*

Die Dysthymie - auch **neurotische Depression** oder **psychogene Depression** genannt - ist die häufigste Neuroseform. Die Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung beträgt 5 bis 7%. Dysthymie tritt bei Frauen häufiger auf als bei Männern (Dilling, 1995).

Symptomatik der neurotischen Depression (Dilling, 1995; Laux, 1996):

- depressive Verstimmung
- Selbstwertproblematik
- Gefühl von Hilf- und Hoffnungslosigkeit
- Angst (z.B. vor Ablehnung, Trennung, Verlassenwerden, Verlust)
- Arbeitsstörungen
- vegetative Symptome (chronische Abgeschlagenheit, Müdigkeit)
- latente Suizidalität
- Tendenz zur Abhängigkeit und Anlehnung an als stark erlebte Objekte
- Einschlafstörungen
- Abendtief

Der Verlauf von Dysthymien variiert stark; etwa die Hälfte der Störungen beginnt vor dem 25. Lebensjahr. Ein Teil der Erkrankungen geht später in eine Major Depression über. Die Chronifizierungstendenz ist beträchtlich (Laux, 1996).

Die Lebenserwartung ist aufgrund eines erhöhten Suizidrisikos verkürzt (Dilling, 1995).

#### 1.2.2 Diagnosemanuale und Depressionsfragebögen

Zur Systematisierung und Operationalisierung von psychiatrischen Störungen wurden die ICD („International Classification of Disease“) und das DSM („Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders“) entworfen.

Die heutige **ICD-10** (WHO, 1993) und ihre Vorläufer wurden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erarbeitet.

Das DSM-System wurde 1980 von der amerikanischen Psychiater-Vereinigung eingeführt. Die heute gebräuchliche Versionen ist das **DSM-IV** (American Psychiatric Association, 1994).

Zur Erfassung von Depressivität dienen neben den Diagnosemanualen **Depressionsfragebögen**. Diese quantifizieren den Grad der Depressivität meist in Form von ermittelten Punktwerten und können somit auch als geeigneter Verlaufsparemeter depressiver Verstimmungen oder Erkrankungen dienen.

Beispiele für Depressionsfragebögen sind die Allgemeine Depressions Skala (Hautzinger und Bailer, 1992) und das Beck-Depressions-Inventar (Beck et al., 1961).

### **1.3 SCHMERZERKRANKUNGEN**

#### **1.3.1 Zur Definition von Schmerz**

Die **International Association for the Study of Pain** (1986) definiert Schmerz wie folgt:

„Schmerz ist eine unangenehme sensorische und emotionale Empfindung, die mit akutem oder drohendem Gewebsschaden verknüpft ist oder in Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird.“

Auch aktuelle Autoren wie Handwerker (1999) machen immer noch von dieser Definition der International Association for the Study of Pain (1986) Gebrauch.

#### **1.3.2 Zur Definition von chronischem Schmerz**

Die **International Association for the Study of Pain** versteht unter chronischen Schmerzen Schmerzzustände mit und ohne medizinisch faßbares Substrat, die länger als 6 Monate bestehen (Merskey und Bogduk, 1994).

Andere Definitionen setzen lediglich eine Dauer von mehr als 3 Monaten voraus, damit das Kriterium der Chronizität erfüllt ist (Andersson et al., 1993; Andersson, 1994).

Bei chronischen Schmerzen ergibt sich mit der Zeit eine Ablösung des Schmerzerlebnisses von der ursprünglich die Schmerzen verursachenden Störung. Der

chronische Schmerz verselbständigt sich und wird zum eigenständigen Krankheitsbild (Rau und Pauli, 1995).

### 1.3.3 Epidemiologie

Millar (1996) konnte in einer Studie mit einer Stichprobengröße von beinahe 17.000 Personen zeigen, daß etwa 17% der untersuchten Probanden unter chronischen Schmerzen litten. Von diesen hatten 15% starke, 55% mäßige und 30% leichte Schmerzen.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß **Schmerzerfahrungen und Schmerzleiden** in der Allgemeinbevölkerung **sehr weit verbreitet** sind.

Ergebnisse weiterer epidemiologischer Studien sind im Anhang (auf Seite 162 bis 163) zu finden.

Ebenfalls im Anhang zu finden sind ein Kapitel zur Einteilung von Schmerzformen und ein Kapitel zur Theorie der Schmerzentstehung (siehe Seite 157 bis 161).

## 1.4 KOMORBIDITÄT VON DEPRESSION UND SCHMERZ

### 1.4.1 Schmerzsymptome als Ausdruck einer Depression / depressive

#### Symptome bei Schmerzerkrankungen

Sehr kontrovers diskutiert wird die Frage, inwieweit Depression und chronischer Schmerz assoziiert sind und welche Mechanismen hinter solch einem gemeinsamen Auftreten stecken. Zwei extreme Sichtweisen werden in diesem Punkt von Blumer und Heilbronn (1981) bzw. Pilowsky et al. (1977) vertreten.

**Blumer und Heilbronn (1981)** gehen davon aus, daß jede Form von chronischem Schmerz, bei dem keine organische Läsion festgestellt werden kann, als Ausdrucksform einer depressiven Erkrankung anzusehen ist.

Laut **Pilowsky et al. (1977)** hingegen sind depressive Störungen nur bei einem kleinen Bruchteil der Patienten mit chronischen Schmerzerkrankungen nachzuweisen.

Die folgenden Abschnitte zeigen, daß beide Ansichten nicht ohne weiteres aufrechtzuerhalten sind.

#### 1.4.2 Untersuchungen bei Depression

In einer Studie von von Knorring et al. (1983) wurden 161 Personen mit unterschiedlichen depressiven Störungen untersucht.

57% der Probanden klagten über Schmerzen als eines ihrer Symptome. Frauen berichteten signifikant häufiger über Schmerzsymptome als Männern.

Patienten mit unipolarer Depression klagten zu 57% über Schmerzen; Patienten mit bipolarer Psychose zu 44%. Bei den Patienten mit unspezifischer depressiver Störung traten bei 48% der Probanden Schmerzsymptome auf. Probanden mit neurotischer Depression waren signifikant häufiger von Schmerzsymptomen betroffen als Probanden mit anderen Formen depressiver Störungen. Hier traten bei 69% Schmerzsymptome auf, die bei 30% sehr stark ausgeprägt waren.

Lindsay und Wyckoff (1981) untersuchten 191 Patienten mit Major Depression. Bei 59% traten während der 3 Monate vor Diagnosestellung Schmerzsymptome auf. Wurden diese Patienten mit trizyklischen Antidepressiva behandelt, so trat bei 60% der Patienten eine komplette Remission der Schmerzsymptomatik auf, bei 40% eine teilweise Besserung.

In einer Studie von Ward et al. (1979) wurden 16 Patienten mit Major Depression einer antidepressiven medikamentösen Behandlung unterzogen. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen der Verbesserung der depressiven Symptomatik und der Verminderung der Schmerzprobleme.

Um eine Besserung somatoformer Störungen bei Depression zu erreichen, gibt De Wester (1996) einen minimalen Behandlungszeitraum von 6 Wochen bei voller antidepressiver Medikation an. Um eine vollständige Remission zu erzielen, müsse über mindestens 6 Monate behandelt werden.

### 1.4.3 Untersuchungen bei Schmerzpatienten

Pilowsky (1988) führte eine Metaanalyse von insgesamt 10 Studien aus den Jahren 1976 bis 1987 durch. Insgesamt wurden 766 Schmerzpatienten erfaßt. Nach den Kriterien des DSM-III ließ sich bei 26% der chronischen Schmerzpatienten eine Major Depression diagnostizieren.

Bei der Analyse von 8 Studien aus den Jahren 1976 bis 1987 mit einer Gesamtzahl von 1.040 Schmerzpatienten, kam Pilowsky (1988) auf eine mittlere Häufigkeit von 21,6% für die psychogene Depression.

In einem Review von Smith (1992) wurden 10 Studien mit einer Gesamtzahl von 1935 Schmerzpatienten berücksichtigt. Depressive Störungen traten bei 30 bis 87% der chronischen Schmerzpatienten auf. Eine Major Depression fand sich bei 8 bis 50% der untersuchten Patienten.

Kramlinger et al. (1983) und Maruta et al. (1989) unterzogen 25 bzw. 54 Schmerzpatienten, bei denen eine Major Depression diagnostiziert worden war, einem intensiven dreiwöchigen Schmerzprogramm. Antidepressive Medikamente kamen nicht zum Einsatz. Am Ende des Programms trat bei 88% bzw. 98% der Schmerzpatienten eine Remission der depressiven Störung ein. Die Autoren schlossen daraus, daß ein angemessenes Schmerzmanagement als Antidepressivum diene.

### 1.4.4 Prospektive Studien

Die prospektive Studie von Magni et al. (1994) prüfte die Hypothese, daß Depression das Auftreten einer Schmerzsymptomatik zur Folge habe und chronischer Schmerz depressive Symptome nach sich ziehe.

Initial wurden 3.059 Probanden untersucht. Eine Folgeuntersuchung fand 8 Jahre später bei 2.324 Probanden statt.

Es zeigte sich, daß das Vorhandensein einer depressiven Störung ein signifikanter Vorhersagewert für das Auftreten von muskuloskeletalem Schmerz ist.

Das Auftreten depressiver Symptome bei chronischen Schmerzpatienten wurde am besten durch die Existenz des Schmerzes selbst vorhergesagt. Andere signifikante, prädisponierende soziodemographische Faktoren waren ein niedriger Bildungsstatus,

Leben in Gebieten mit über 250.000 Einwohnern, Arbeitslosigkeit und weibliches Geschlecht.

Von Korff et al. (1993) interviewten 1.016 Probanden. Sie wollten prüfen, ob eine depressive Symptomatik ein zuverlässiger Vorhersagewert für das Auftreten von Schmerzsymptomen ist. Dafür wurden 803 der Probanden nach 3 Jahren wieder interviewt.

Personen mit depressiven Symptomen entwickelten eher Kopf- und Thoraxschmerzen als Personen ohne depressive Symptomatik. Insgesamt war jedoch das Vorhandensein von Schmerzen zum Zeitpunkt 1 eine besserer Vorhersagewert für die Diagnostizierung neuer Schmerzsymptome nach 3 Jahren, als dies beim Vorhandensein depressiver Symptome der Fall war.

## **1.5 UNTERSUCHUNGEN ZUR SCHMERZSCHWELLE**

### **1.5.1 Grundlagen**

Die Nozizeptoren - die Schmerzrezeptoren unseres Körpers - können durch chemische, physikalische, thermische und mechanische Reize erregt werden. Diese Nozizeptoren sind freie, nichtkorpuskuläre Nervenendigungen, die die Reize in Form von elektrophysiologischen Signalen über die Schmerzfasern und die nozizeptiven Bahnen des Rückenmarks bis ins Gehirn weiterleiten, wo sie verarbeitet werden und die damit einhergehende Schmerzwahrnehmung stattfindet (Steinhausen, 1993; Birbaumer und Schmidt, 1996).

Die experimentelle Algesimetrie erforscht die Zusammenhänge zwischen den Charakteristika eines noxischen Reizes - z.B. Intensität - und der Schmerzwahrnehmung (Rau und Pauli, 1995).

Zur Schmerzauslösung verwendet die Algesimetrie entsprechend der Polymodalität der Nozizeptoren verschiedene Reizarten, wie zum Beispiel chemische, elektrische, thermische oder mechanische Stimuli.

Die **probandenabhängige subjektive Algesimetrie** bestimmt

- a) die **Schmerzschwelle**, d.h. diejenige Reizstärke, bei der eben eine Schmerzempfindung auftritt,
- b) die Schmerzintensität, die von dem Probanden verbal oder über einen anderen Anzeigemodus ausgedrückt werden kann, und
- c) die Schmerztoleranzschwelle, also diejenige Reizintensität, bei der die Person, welche an der Untersuchung teilnimmt, den Abbruch eines Reizes verlangt (Birbaumer und Schmidt, 1996).

Die **probandenunabhängige objektive Algesimetrie** konzentriert sich auf vegetative oder behaviorale Reaktionen des Probanden, die von einem Beobachter registriert und gemessen werden können - zum Beispiel die evozierten Potentiale des EEGs oder den Pupillendurchmesser der untersuchten Person (Rau und Pauli, 1995).

Im folgenden sollen hauptsächlich Arbeiten zur Bestimmung der Schmerzschwelle mit Methoden der probandenabhängigen subjektiven Algesimetrie vorgestellt werden.

### 1.5.2 Allgemeine Beobachtungen

Wird bei Rechtshändern die Schmerzschwelle bestimmt, so findet sich, im Vergleich zur linken Hand, eine für die **rechte Hand erhöhte Schmerzschwelle** (Murray und Safferstone, 1970; Otto et al., 1989; Pauli et al., 1999a). Bei **Linkshändern** hingegen findet sich zwischen rechter und linker Hand **kein Unterschied** bezüglich der Schmerzschwelle (Pauli et al., 1999b).

Diese Beobachtung paßt zu der Hypothese, wonach der rechten Gehirnhemisphäre eine besondere Rolle bei der Verarbeitung negativer Stimuli zukomme (Gainotti, 1972; Tucker et al., 1981; Hatta, 1985) und folglich für die kontralaterale Körperhälfte eine größere Schmerzempfindlichkeit zu erwarten sei (Otto et al., 1989).

Nach mehreren, kurz nacheinander und an derselben Körperstelle erfolgten Messungen ist mit einer Abnahme der Schmerzschwelle im Sinne einer **Sensibilisierung** zu rechnen - eine Adaptation der Nozizeptoren tritt in diesem Falle nicht auf (Birbaumer und Schmidt, 1996).

Anders ist dies allerdings bei wiederholten, alltäglichen nozizeptiven Reizen, auf die mit einer Erhöhung der Schmerzschwelle als Folge einer **Habituation** reagiert wird.

Dabei ist Habituation der Begriff für das Nachlassen der Intensität einer Orientierungsreaktion bei wiederholter identischer Darbietung eines Reizes (Birbaumer und Schmidt, 1996). Die Orientierungsreaktion umfaßt die verschiedenartigen Reaktionen eines Organismus auf neue, unerwartete Reize (Rau und Pauli, 1995).

### 1.5.3 Schmerzschwellenuntersuchungen bei Depression

Wie in Kapitel 1.4 aufgezeigt wurde, stehen das Auftreten einer Depression und das Auftreten von chronischem Schmerzerleben in einem engen Zusammenhang.

Auf der einen Seite scheint eine Depression eine erhöhte Anfälligkeit für Schmerzleiden mit sich zu bringen (z.B. von Knorrning et al., 1983); auf der anderen Seite werden chronische Schmerzen häufig von depressiven Symptomen begleitet - bis hin zu schweren klinischen Depressionen (z.B. Brown, 1990).

Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, daß eine Depression mit einer erhöhten Schmerzempfindlichkeit assoziiert ist (Lautenbacher und Krieg, 1994). In mehreren Studien konnte jedoch gezeigt werden, daß genau das Gegenteil der Fall ist.

#### *1.5.3.1 Erste Untersuchungen und Theorien*

Eine erhöhte Schmerzschwelle - d.h. eine verringerte Schmerzempfindlichkeit - bei Depression wurde erstmals beschrieben von Hemphill et al. (1952) und Hall und Stride (1954). Eine Reihe von weiteren Autoren wie z.B. Merskey (1965), Davis et al. (1979) und Marazziti et al. (1991) hat sich seither mit diesem Phänomen beschäftigt.

**Hall und Stride (1954)** verwendeten elektrische Stimuli zur Bestimmung der Schmerzschwelle. Sie beobachteten, daß die Schmerzschwelle bei depressiven Patienten und insbesondere bei solchen mit endogener Depression erhöht war und stellten zwei Hypothesen auf:

- a) Depression geht mit einem generellen sensorischen Defizit einher, wobei die beeinträchtigte Nozizeption lediglich ein sensorisches System unter mehreren repräsentiert, das in seiner Funktion gestört ist.
- b) Die verminderte Schmerzempfindlichkeit beruht nicht wirklich auf einem sensorischen Defizit, sondern entsteht auf dem Boden einer affektiven Indifferenz, dies

bedeutet einer emotionalen Gleichgültigkeit, die depressive Patienten gegenüber den aversiven Reizen zeigen.

Der **These eines generellen sensorischen Defizits**, also der Vermutung, daß auch bei adäquater Stimulation anderer Rezeptortypen (Mechanorezeptoren, Thermorezeptoren, Chemorezeptoren) der somatoviszeralen Sensibilität eine Erhöhung der entsprechenden Empfindungsschwelle - also derjenigen Reizstärke, bei der gerade eben eine Wahrnehmung auftritt - festgestellt werden könnte, wurde seither von mehreren Autoren widersprochen.

So konnten von Knorring und Espvall (1974) durch einen Vergleich von 21 depressiven Patienten mit 12 gesunden Kontrollen bei der Patientengruppe zwar ebenfalls eine für elektrische Stimuli höherliegende Schmerzschwelle feststellen, fanden jedoch bezüglich der elektrischen Detektionsschwelle keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Auch die Arbeit von Lautenbacher et al. (1994) zeigte, daß sich die Wahrnehmungsschwelle für nicht schmerzhafte Hautreize (Wärme, Kälte, Vibration) zwischen Depressiven nach Kriterien des DSM-III-R und Kontrollen nicht unterscheidet - somit liegt bei Depressiven nicht ein generelles sensorisches Defizit vor, sondern allein die Schmerzwahrnehmung scheint gestört zu sein.

Die Arbeit von von Knorring (1978) zeigte, daß auch zwischen einzelnen diagnostischen Untergruppen der Depression die Empfindungsschwellen bei elektrischer Stimulation nicht differieren.

Adler und Gattaz (1993) unterstützten hingegen die Hypothese eines allgemeinen sensorischen Defizits. Sie konnten bei 16 Patienten mit Major Depression eine bezogen auf die Kontrollgruppe signifikant erhöhte somatosensorische Empfindungsschwelle bei nicht-invasiver Elektrostimulation nachweisen.

Der zweiten Hypothese, der **Hypothese der affektiven Indifferenz**, schlossen sich Ben-Tovim und Schwartz (1981) an, da bei ihrer Untersuchung lediglich diejenigen zwei von insgesamt 10 depressiven Patienten eine erhöhte Schmerzschwelle aufwiesen, bei denen Symptome einer emotionalen Indifferenz vorlagen. Dies war ein Hinweis darauf, daß das Symptom der emotionalen Indifferenz eventuell ein diagnostisches Kriterium für die mögliche Feststellung einer Schmerzschwellenerhöhung sein könnte (siehe auch Kapitel 1.5.3.2).

### *1.5.3.2 Schmerzschwelle und klinische Aspekte der Depression*

Schon Hall und Stride (1954) beobachteten, daß eine Erhöhung der Schmerzschwelle in besonderem Maße bei Patienten mit endogener Depression aufzutreten scheint.

In weiteren Veröffentlichungen anderer Autoren wurde ebenfalls immer wieder versucht, eine erhöhte Schmerzschwelle mit dem Vorliegen ganz bestimmter Symptome oder diagnostischer Merkmale in Verbindung zu bringen.

Ben-Tovim und Schwartz (1981) schlossen sich der von Hall und Stride (1954) aufgestellten **Hypothese der affektiven Indifferenz** (siehe auch Kapitel 1.5.3.1) an. Bei zwei depressiven Patienten stellten sie eine erhöhte Schmerzschwelle im Vergleich zu weiteren 8 Patienten fest, die ebenfalls wegen Depression in stationärer Behandlung waren. Der Zustand dieser beiden Patienten war durch einen extremen Grad emotionaler Indifferenz gekennzeichnet, der - laut den beiden Autoren - besonders gut durch das Item VII der Cronholm-Ottosson Depression Rating Scale (Cronholm und Ottosson, 1960) beschrieben werden konnte: Die Patienten waren dominiert durch „eine in hohem Maße schmerzvolle Unfähigkeit, Gefühle zu erleben: Freude, Trauer oder Zuneigung für nahe Verwandte - anaesthesia dolorosa“.

Die Feststellung einer erhöhten Schmerzschwelle und gleichzeitig normalen Schmerztoleranz bei Depression, wie sie von Knorring und Espvall (1974) in einer Studie präsentierten, schien allerdings mit der Theorie der affektiven Indifferenz nicht vereinbar zu sein. Von Knorring und Espvall (1974) sahen vielmehr den **Grad der Retardierung** als ausschlaggebend dafür an, ob mit einer Erhöhung der Schmerzschwelle zu rechnen sei oder nicht. Sie konnten zeigen, daß die Höhe der Schmerzschwelle mit der intellektuellen, emotionalen und kognitiven Leistungsminderung positiv korreliert und daß diese Arten von Beeinträchtigung also mit einer verminderten Schmerzempfindlichkeit einhergehen.

Dieser Ansicht stimmten Bezzi et al. (1981) zu. Sie hatten bei 26 Patienten - 18 mit agitierter und 8 mit retardierter Depression - sowie bei 6 Kontrollpersonen die Schmerzschwelle bestimmt. Während zwischen den agitierten Patienten, den Kontrollen und der Gesamtgruppe der Depressiven keine signifikanten Schmerzschwellenunterschiede bestanden, war die Schmerzschwelle der Depressiven mit Symptomen der Retardierung im Vergleich zu den anderen Gruppen erhöht.

Adler und Gattaz (1993) stellten darüber hinaus fest, daß auch der Quotient, den man aus Schmerzschwelle und Empfindungsschwelle bilden kann, positiv mit dem Grad der Retardierung korreliert, wenngleich sie bei Elektrostimulation an Patienten mit Depression eher eine Tendenz zur Verminderung der Schmerzschwelle vorfanden. Die Bildung eines solchen Quotienten aus Schmerzschwelle und Empfindungsschwelle stieß jedoch bei Lautenbacher und Krieg (1994) auf Kritik, da hiermit zwei völlig unterschiedliche Rezeptorgruppen miteinander in Verbindung gebracht würden, nämlich Mechanorezeptoren bei der Messung der Empfindungsschwelle und Nozizeptoren bei der Messung der Schmerzschwelle.

Von Knorring (1978) teilte in einer weiteren Studie 100 depressive Patienten in verschiedene diagnostische Gruppen ein. Die Kategorisierung umfaßte folgende Diagnosen: neurotische Depression, unipolare affektive Psychose, bipolare affektive Psychose, schizoaffektive Psychose und unspezifische Depression.

Im Vergleich der einzelnen Gruppen untereinander zeigte sich, daß bei Patienten mit unipolaren und bipolaren Psychosen die Schmerzschwelle am höchsten lag, die Schmerzschwelle also dem Autor zufolge von der **Tiefe der Depression** abhängt und vor allem bei denjenigen Personen eine Erhöhung zeigt, bei denen die Depression eine psychotische Dimension annimmt (vgl. auch Kapitel 1.5.3.3.).

Lautenbacher et al. (1994) sprachen in diesem Zusammenhang sogar davon, daß das Schmerzempfindungssystem von einem bestimmten Grad der Schwere einer Depression an im Sinne eines **Alles-oder-Nichts-Gesetzes** in Mitleidenschaft gezogen wird.

### *1.5.3.3 Schmerzschwelle bei neurotischer Depression*

In Analogie zu der Annahme, daß eine erhöhte Schmerzschwelle eine bestimmte Tiefe und Schwere der Depression voraussetze, wurde bei Personen mit **neurotischer Depression** und bei Personen mit **leichterer depressiver Verstimmung**, die anhand von Fragebögen eruiert wurde, keine Schmerzschwellenerhöhung nachgewiesen (Lautenbacher und Krieg, 1994).

Otto et al. (1989) legten als Auswahlkriterium für ihre Probanden einen bestimmten zu erreichenden bzw. zu unterschreitenden Punktwert beim Test durch das Beck Depression Inventory (Beck et al., 1961) zugrunde. Dabei ist davon auszugehen, daß ein

im Beck Depression Inventory (BDI) erreichter Summenwert von unter 10 Punkten mit einer minimalen oder keiner Depression assoziiert ist; 10 bis 15 Punkte bedeuten eine leichte, 16 bis 23 Punkte eine mittelmäßige und mehr als 23 Punkte eine schwere Depression (Bumberry et al., 1978).

Die 16 Personen der Gruppe „depressiv“ hatten im BDI einen Punktwert von mindestens 16; die 16 Personen, welche der Gruppe „nicht depressiv“ zugehörig waren, lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung bei einem Punktwert von unter 10.

Abgesehen von der Tendenz einer erhöhten Schmerz- und Schmerztoleranzschwelle bei der Gruppe „depressiv“ unter Kälteexposition waren die beiden Gruppen nicht signifikant voneinander zu unterscheiden.

Diese Beobachtung wurde von weiteren Autoren bestätigt, wie zum Beispiel von von Knorring (1978) und von Bezzi et al. (1981).

#### *1.5.3.4 Neurobiochemische Aspekte*

Nicht nur durch Einteilung der Depression nach Schweregrad und diagnostischer Klassifizierung der Erkrankung hat man sich Aufschlüsse über die Ursache einer erhöhten Schmerzschwelle bei Depression erhofft; man suchte die Ursache für die Schmerzschwellenveränderungen bei Depression auch bei bestimmten biochemische Substanzen und Botenstoffen des Körpers.

Bezzi et al. (1981) vermuteten hinter der Steigerung der Schmerzschwelle bei zwei depressiven Patienten um 200 bzw. 300 % nach einer Nacht Schlafdeprivation eine Aktivierung des **serotonergen Systems** entsprechend vorigen Forschungsarbeiten von Pinelli et al. (1979). Der Zuwachs der Schmerzschwelle um lediglich 24 und 84 % bei den Kontrollpersonen legte nahe, daß im Zuge der Erkrankung bei den Patienten eine erhöhte Ansprechbarkeit des zugrunde liegenden neuronalen Systems auftritt.

Serotonin ist ein biogenes Amin, das im Zentralnervensystem (ZNS) als Transmitter von Serotonin-Neuronen vorkommt. Der zentrale Serotoninstoffwechsel ist einer der Angriffspunkte für trizyklische Antidepressiva, die die Wiederaufnahme von Serotonin aus dem synaptischen Spalt hemmen (Häusler, 1995) und somit zu einer erhöhten Aktivität des serotonergen Systems führen. Während des Traumschlafs (REM-Schlaf) nimmt die Aktivität serotonerger Neurone ab (Birbaumer und Schmidt, 1996) - durch

teilweise Schlafdeprivation wird versucht, die Gesamtzeit des REM-Schlafes in einer Nacht zu verkürzen.

Haier (1983) hingegen nimmt eine Störung des Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Regelkreises an, die durch den **Dexamethason-Suppressionstest** identifiziert werden kann. Das Glukokortikoid Dexamethason bedingt bei gesunden Probanden eine Abnahme der hypophysären ACTH-Sekretion (Adrenocorticotropes Hormon) aufgrund eines zentralen negativen Feedbacks in der Hypophyse und im Hypothalamus (Williams und Dluhy, 1995) und eine Abnahme der Schmerzunempfindlichkeit (Kempainen et al,1990). Da ACTH und  $\beta$ -Endorphin (ein endogenes Opiat) dieselben molekularen Synthesestufen besitzen und zusammen freigesetzt werden (Guillemin et al. 1977), könnte eine Erhöhung des körpereigenen ACTH zugleich eine Zunahme des  $\beta$ -Endorphins (oder anderer endogener Opiate) konsekutiv zur Folge haben (Haier, 1983).

Eine solche ACTH-Erhöhung wird für Personen angenommen, deren Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Regelkreis gestört ist und bei denen folglich die Suppression von ACTH im Dexamethason-Suppressionstest nicht gelingt (Kalin et al., 1982; Reus et al., 1982).

Haier (1983) hatte insgesamt 19 depressive Patienten untersucht. Bei 7 von ihnen ergab der Dexamethason-Suppressionstest keine ACTH-Vermindeung, und tatsächlich war bei ihnen die Schmerzschwelle im Vergleich zu den 12 Patienten mit intaktem Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Regelkreis erhöht. Es ergaben sich jedoch keine signifikanten Resultate.

Näher auf die Rolle der **endogenen Opiate** gingen Davis et al. (1979) ein. Endogene Opiate (Endorphine) sind körpereigene Peptide, die zentrale enkephalinerge Rezeptoren aktivieren und so die Erregbarkeit von bestimmten zentralen Neuronen vermindern, die am Schmerzgeschehen beteiligt sind (Brune, 1995). Gestützt durch Studien von Terenius et al. (1976), die eine erhöhte Opiataktivität im Liquor cerebrospinalis von Patienten mit bipolarer Psychose messen konnten, und von Almay et al. (1978), die eine Korrelation zwischen Opiataktivität im Liquor und der Stärke der depressiven Symptomatik bei Patienten mit psychogenem Schmerzsyndrom feststellten, nahmen Davis et al. (1979) auch in bezug auf die relative Schmerzunempfindlichkeit bei Depression eine zentrale Rolle für die endogenen Opiate an. In einer späteren Arbeit

konnten sie schließlich zeigen, daß die Opiataktivität im Liquor von Patienten mit Depression auch mit deren Reaktionstendenz auf Schmerzreize korreliert (Davis et al., 1982).

Postuliert man eine Zuständigkeit endogener Opiate für das veränderte Schmerzempfinden bei Depression, so ist anzunehmen, daß sich das zugrundeliegende physiologische Geschehen durch Naloxon antagonisieren läßt, den Vorgängen also ein **Naloxon-sensitiver-Mechanismus** zugrunde liegt (Lautenbacher und Krieg, 1994). Naloxon ist ein Morphin-Antagonist, der Morphin und andere Opiate kompetitiv von ihrem Rezeptor verdrängt (Hackenthal und Kobal, 1997) und diese somit daran hindert, ihre physiologische Wirkung zu entfalten.

Tatsächlich wurde festgestellt, daß bei relativ schmerzunempfindlichen Personen nach Naloxon-Behandlung eine größere Sensibilität für Elektrostreize eintrat (Buchsbaum et al., 1977).

Bei Patienten mit der Diagnose Major Depression nach den Kriterien des DSM-III-R hingegen führte die Verabreichung von 5 mg Naloxon i.v. zu keinen wesentlichen Änderungen der Schmerzschwelle, die bezüglich der Kontrollgruppe signifikant erhöht war (Lautenbacher et al., 1994). Demzufolge scheint eine Beteiligung eines Naloxon-sensitiven-Mechanismus und - in logischer Konsequenz - eine durch endogene Opiate bedingte Schmerzschwellenerhöhung bei depressiven Patienten unwahrscheinlich zu sein (Lautenbacher und Krieg, 1994).

Zwei Autoren beschäftigten sich näher mit der anscheinenden Diskrepanz zwischen einer bei Depression bestehenden größeren Anfälligkeit für Schmerzleiden einerseits und einer erhöhten Schmerzschwelle andererseits. Ward et al. (1982) sowie Lautenbacher und Krieg (1994) haben versucht, diesen Widerspruch aufzulösen.

Ward et al. (1982) vermuteten daß unterschiedliche Teile des **Tractus spinothalamicus** - einer aufsteigenden Leitungsbahn im Seitenstrang des Rückenmarks - an der Verarbeitung klinischen bzw. experimentell provozierten Schmerzes beteiligt sind. Dabei wird derjenige Teil, der klinischen Schmerz vermittelt, durch ein Ungleichgewicht zwischen adrenergem und serotonerem System beeinträchtigt; der Teil, der experimentellen Schmerz vermittelt, wird durch eine Zunahme der Aktivität endogener Opiate beeinflusst.

Lautenbacher und Krieg (1994) gingen von einer **verminderten Verarbeitung von schmerzhaften Stimuli auf spinaler und subkortikaler Ebene** aus, die nicht nur zu einer Hypoalgesie, sondern auch zu einer verminderten Aktivität von schmerzhemmenden Systemen führen könnte. Diese Theorie stützt sich auf Beobachtungen von Le Bars et al. (1992), nach denen zentral wirksame Analgetika sowohl die Schmerzwahrnehmung reduzieren als auch natürliche Formen der Schmerzhemmung dämpfen.

#### 1.5.4 Schmerzschwellenuntersuchungen bei Schmerzpatienten

Bei der Bestimmung der Schmerzschwelle bei Schmerzpatienten ist zwischen Messungen im Bereich des Auftretens des Schmerzes selbst (sogenannten **intra-segmentalen Messungen**) und Messungen außerhalb des betroffenen Körperareals (sogenannten **extra-segmentalen Messungen**) zu unterscheiden.

In den folgenden Abschnitten soll nicht weiter auf die intra-segmentalen Messungen, wie sie zum Beispiel von Callaghan et al. (1978), Francini et al. (1981) oder Hansson et al. (1988) durchgeführt wurden, eingegangen werden, sondern es sollen die Resultate extra-segmentaler Messungen im Mittelpunkt stehen.

##### *1.5.4.1 Ergebnisse extra-segmentaler Messungen*

Bestimmungen der Schmerzschwelle bei Schmerzpatienten außerhalb des vom Schmerz betroffenen Körperareals führten zu sehr **heterogenen Studienergebnissen**. So konnten zahlreiche Autoren eine erhöhte Schmerzschwelle feststellen (z.B. Naliboff et al., 1981; Cohen et al., 1983; Yang et al., 1985; Lipman et al., 1987), während andere im Gegensatz dazu von einer verringerten Schmerzschwelle berichteten (z.B. Malow et al., 1980; Schmidt und Brands, 1986; Brands und Schmidt., 1987; Langermark et al., 1989). Wieder andere kamen zu keinen signifikanten Ergebnissen (z.B. Ekblom und Hansson, 1987; Hansson et al., 1988).

Die Gründe für diese stark voneinander abweichenden Angaben könnten nach Boureau et al. (1991) bei folgenden Faktoren zu suchen sein: beim Stimulustyp (elektrisch,

thermisch oder mechanisch), bei der Art der Messung (subjektive, objektive Algesimetrie) und bei der Ätiologie und Art des Schmerzleidens.

#### *1.5.4.2 Faktoren, die die Schmerzschwelle beeinflussen*

Während Naliboff und Cohen (1989) eine zumindest teilweise **Abhängigkeit der Schmerzschwelle** von der Art des Schmerzsyndroms und der Art des verwandten Stimulus angaben, konnten Peters und Schmidt (1992) bei einem Vergleich von 20 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen mit 23 Kontrollen keine Schmerzschwellenunterschiede in Abhängigkeit von den verwendeten Stimuli - in diesem Fall thermische und elektrische Reize - zeigen. Hinsichtlich beider Reizarten war die Schmerzschwelle der Patienten signifikant erhöht.

Boureau et al. (1991) konnten keinen Zusammenhang zwischen der Ätiologie, der Stärke der Schmerzzustände und der zu messenden Schmerzschwelle festmachen. Auch von Angst und Depression schien die Schmerzschwelle von 52 chronischen Schmerzpatienten unabhängig zu sein.

#### *1.5.4.3 Theorien*

Es gibt zur Schmerzschwellenerhöhung bzw. -erniedrigung bei chronischen Schmerzzuständen mehrere unterschiedliche Modellvorstellungen. Erklärungsansätze für eine Erhöhung der Schmerzschwelle bietet die Anpassungstheorie („adaption level theory“) und die Theorie vom Schmerz inhibierenden Schmerz („pain inhibits pain“). Die Hypervigilanztheorie („hypervigilance model“) und die Generalisierungstheorie („stimulus generalisation theory“) erklären die aus einem Schmerzleiden resultierende erniedrigte Schmerzschwelle.

Die oben erwähnte **Anpassungstheorie** (vgl. Rollman, 1979) besagt, daß experimentell zugefügter Schmerz im Kontext von vorhergegangenen Schmerzerfahrungen bewertet wird. Diese Bewertung basiert dabei auf Vergleichen mit anderen Schmerzstufen. So wird der von außen gesetzte Schmerzstimulus von Personen, die unter chronischen Schmerzen leiden, mit deren eigenem Schmerzerleben in Relation gesetzt und entsprechend gewichtet. Infolge der andauernden, umfassenden Schmerzerfahrung wird

der experimentelle Stimulus als weniger heftig eingeschätzt, also eine erhöhte Schmerzschwelle vorgefunden.

Grundlage der **Theorie des Schmerz inhibierenden Schmerzes** (vgl. Le Bars et al., 1979; Le Bars und Willer, 1988) bilden sogenannte DNICs („diffuse noxious inhibitory controls“). DNICs beeinflussen die Aktivität von Neuronen, die durch ein Schmerzereignis stimuliert worden sind, und ziehen letztlich eine Schmerzschwellerhöhung nach sich.

Die **Hypervigilanztheorie** (vgl. Chapman, 1986) geht dagegen von einer Senkung der Schmerzschwelle aus. In der Annahme, daß Patienten mit dauerhaften Schmerzen ihren körperlichen Beschwerden erhöhte Aufmerksamkeit widmen, wird Reizen, die eigentlich nicht schmerzhaft sind, eine Schmerzhaftigkeit zugeschrieben.

Die **Generalisierungstheorie** (vgl. Fordyce, 1983) geht davon aus, daß eine bestimmte Reaktion auf einen spezifischen Stimulus nach einiger Zeit auf weitere Stimuli übertragen wird, also auf weitere Situationen konditioniert wird. Das kontinuierliche Schmerzerleben wirkt sich bei der Schmerzschwellenbestimmung als Absenkung der Schmerzschwelle aus.

## **1.6. GEDÄCHTNIS**

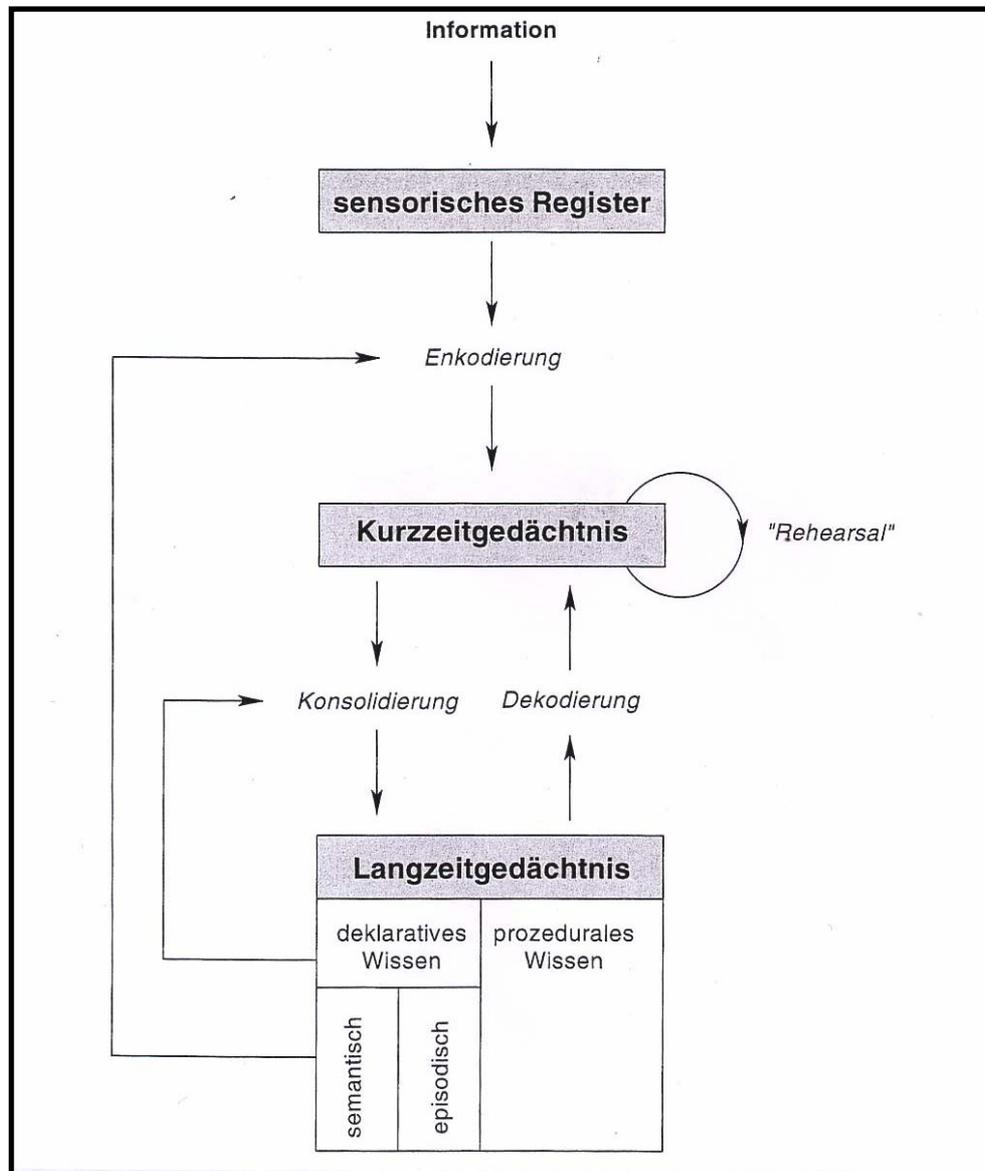
### **1.6.1 Die Gedächtnisleistung**

Die Gedächtnisleistung kann nicht direkt beobachtet werden. Zu ihrer Schätzung und quantitativen Messung sind deshalb spezifische experimentelle Verfahren notwendig. Hierzu werden unter kontrollierten Bedingungen Reize vorgegeben, die nach einer bestimmten Zeit erinnert werden sollen. Die Menge des erinnerten Materials gibt Aufschluß über die Gedächtnisleistung (Rau und Pauli, 1995).

### **1.6.2 Das Gedächtnismodell von Atkinson und Shiffrin**

Abbildung 1 stellt - in weiterentwickelter Form - die hypothetischen Elemente des Mehr-Speicher-Gedächtnissystems von Atkinson und Shiffrin (1968) dar.

**Abbildung 1:**  
 Mehr-Speicher-Gedächtnismodell. Modifiziert nach Atkinson und Shiffrin (1968).  
 Aus: *Medizinische Psychologie / Medizinische Soziologie*. Rau und Pauli (1995).



Das **sensorische Register** - oder sensorische Gedächtnis - hat eine große Speicherkapazität. Die sensorischen Reize, denen der Mensch ausgesetzt ist, werden vom sensorischen Register für Sekunden oder Sekundenbruchteile stabil gehalten, um eine Kodierung und eine Anregung von Aufmerksamkeitssystemen zu ermöglichen (Birbaumer und Schmidt, 1996).

Das **Kurzzeitgedächtnis** - auch Arbeitsgedächtnis genannt - besitzt hingegen eine eher geringe Speicherkapazität. Durch Organisation von Elementen in sogenannten Chunks (Verhaftungen, Gruppierungen oder Superzeichen) können die Aufnahmekapazitäten des Kurzzeitgedächtnisses erhöht werden. Es passen 5 bis 7 Chunks in das Kurzzeitgedächtnis.

Die wesentlichen Funktionen des Kurzzeitgedächtnisses sind interne und externe Wiederholung („rehearsal“) von Informationen und deren Übertragung in das Langzeitgedächtnis (Birbaumer und Schmidt, 1996).

Für die Übertragung von Informationen aus dem Kurzzeitgedächtnis und deren Konsolidierung im **Langzeitgedächtnis** ist die Verarbeitungstiefe („level of processing“; siehe Kapitel 1.8.1) von entscheidender Bedeutung. Je elaborierter ein Reiz verarbeitet wird, desto besser kann er erinnert werden. Im Langzeitgedächtnis können Informationen praktisch ohne Kapazitätsgrenzen lebenslang gespeichert werden (Rau und Pauli, 1995).

Das Langzeitgedächtnis wird in ein **implizit-prozedurales Gedächtnis** (Fertigkeiten-Gedächtnis, Verhaltensgedächtnis) und ein **explizit-deklaratives Gedächtnis** (Wissensgedächtnis) unterteilt (Birbaumer und Schmidt, 1996).

Das explizit-deklarative Gedächtnis läßt sich nochmals in ein semantisches und ein episodisches Gedächtnis aufteilen. Im **semantischen Langzeitgedächtnis** sind Informationen kontextunabhängig gespeichert. Im **episodischen Langzeitgedächtnis** hingegen sind kontextabhängige Informationen gespeichert; das bedeutet, daß sich diese Informationen auf spezifische Ereignisse oder spezifische Episoden des eigenen Lebens beziehen (Rau und Pauli, 1995).

## **1.7 UNTERSUCHUNGEN ZUM EXPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR WORTMATERIAL**

### **1.7.1 Grundlagen**

Bei expliziten Gedächtnisabfragen werden die an der Untersuchung teilnehmenden Personen ausdrücklich zur Erinnerung bestimmter Gedächtnisinhalte aufgefordert.

Die Gedächtnisabfrage kann inzidentuell stattfinden. Das bedeutet, daß die Probanden vor oder bei der Präsentation von zu lernendem Material nicht darüber informiert werden, daß eine anschließende Gedächtnisabfrage erfolgt.

Für explizite Gedächtnistests für Wortmaterial können die Wörter den Probanden vorgelesen, in Listen dargeboten oder einzeln präsentiert werden.

Brand und Jolles (1985) betonen in einem Vergleich von **visueller und akustischer Präsentation** von Wörtern die theoretischen und praktischen Vorteile der visuellen Präsentation, wenngleich die Untersuchungsergebnisse scheinbar nicht von der Art der Präsentation abhängig sind.

Die eigentliche Gedächtnisabfrage betreffend unterscheidet man zwischen einem sogenannten Wiedererkennungstest („recognition“) und einem Free-Recall-Test („free recall“).

Beim Wiedererkennungstest werden die Probanden aufgefordert, in einer Mehrzahl von Wörtern zuvor schon präsentierte Wörter zu identifizieren.

Beim Free-Recall-Test sollen die Probanden zuvor dargebotene Wörter frei erinnern.

Mögliche Arten des Lernens und der Gedächtnisabfrage zeigt Tabelle 1.

**Tabelle 1:**

Mögliche Arten des Lernens und der Gedächtnisabfrage.

Für Erläuterungen bezüglich der impliziten Gedächtnisabfrage siehe Kapitel 1.8.

LERNPLAN	BEISPIELE FÜR AUFGABENSTELLUNG	GEDÄCHTNIS-ABFRAGE	BEISPIELE FÜR GEDÄCHTNIS-ABFRAGE
Lernen mit anschließender vorangekündigter Gedächtnisabfrage	akustische oder visuelle Präsentation von zu lernendem Material	explizite Gedächtnisabfrage	Wiedererkennungstest, Free-Recall-Test
Lernen mit anschließender inzidentueller Gedächtnisabfrage		implizite Gedächtnisabfrage	Wortstamm- und Wortfragmentvervollständigung, Lexical-Decision-Test

Brand et al. (1992) sehen im Abschneiden beim **Wiedererkennungstest** ein Maß für die Effektivität der zuvor stattgefundenen Enkodierung in das Gedächtnis. Dabei ist nicht nur die Korrektheit des Wiedererkennens von Bedeutung, sondern auch die Geschwindigkeit, mit der der Wiedererkennungsprozeß vonstatten geht. Diese Reaktionszeit wird als Maß der Effizienz dieses Prozesses angesehen (Brand und Jolles, 1985, 1987).

Ein **Free-Recall-Test**, der sogleich nach der Wortpräsentation stattfindet, ist laut Brand et al. (1992) ein Maß für die Effektivität des Wiederauffindens von Gedächtnisinhalten aus dem Kurzzeitgedächtnis, wohingegen bei einem späteren Free-Recall-Test das Langzeitgedächtnisses abgefragt wird.

Von Calev und Erwin (1985) und Butters et al. (1986) wird das Ergebnis beim Free-Recall-Test als Maß für die Effektivität der Enkodierung ins Gedächtnis betrachtet. Dem wird von Brand et al. (1992) widersprochen. Auch ein schlechtes Abschneiden beim Free-Recall-Test läßt die Frage offen, ob nicht dennoch eine Enkodierung stattgefunden hat. Die tatsächliche Enkodierung kann nur mit einem nachfolgenden Wiedererkennungstest geprüft werden.

Weglaß- und Wiederholungsfehler beim Free-Recall-Test geben Auskunft über die Effizienz des Gedächtnisses, der Selbstkontrolle und Selbstbeobachtung (Brand et al., 1992).

Auch beim Free-Recall-Test spielt die Geschwindigkeit, mit der sich das freie Erinnern vollzieht, eine Rolle im Sinne der Effizienz des Prozesses (Brand und Jolles, 1985, 1987).

Es wird angenommen, daß der Wiedererkennungstest und der Free-Recall-Test unterschiedliche Ansprüche an die Ressourcen und die notwendigen Anstrengungen einer Person stellen. Während der Free-Recall-Test dem Probanden größere Anstrengung und ein kontrolliertes Hervorbringen von Gedächtnisinhalten abverlangt, basiert der Wiedererkennungstest eher auf der passiven, automatischen Detektion des Probanden (Brand et al., 1992).

### 1.7.2 Worterinnerungstests bei Depression

Viele Studien haben gezeigt, daß depressive Patienten in unterschiedlichen Lern- und Gedächtnistests schlechter abschneiden als Gesunde (Henry et al., 1973; Miller, 1975; Sternberg und Jarvik, 1976; Glass et al., 1981; Cohen et al., 1982; Koh und Wolpert, 1983). Henry et al. (1971) machten hierfür in ihrem **Störungsmodell** („interference model“) Probleme bei der Überführung von Gedächtnisinhalten vom Kurz- ins Langzeitgedächtnis verantwortlich.

Für einige Autoren spielen bei diesen Defiziten jedoch affektive und motivationale Faktoren und methodische Artefakte die entscheidende Rolle (Friedman, 1964; Miller, 1975; Kopelman, 1986).

In einer Reihe anderer Studien konnten bei depressiven Patienten keine Gedächtnisdefizite gegenüber Kontrollpersonen festgestellt werden (Miller und Lewis, 1977; Donnelly et al., 1982; Coughlan und Hollows, 1984; Dunbar und Lishman, 1984). Im folgenden soll speziell auf Worterinnerungstests eingegangen werden.

#### *1.7.2.1 Untersuchungen und Theorien*

In der Untersuchung von Brand et al. (1992) wurden depressiven Patienten, deren Diagnose den Kriterien des DSM-III-R entsprach, Wörter auf einem Computerbildschirm präsentiert.

Unmittelbar nach der Wortpräsentation wurde ein Free-Recall-Test durchgeführt, der nach 20 Minuten wiederholt wurde. Anschließend fand ein Wiedererkennungstest statt.

Die depressiven Patienten zeigten Defizite bei dem unmittelbar nach der Wortpräsentation erfolgten Free-Recall-Test, waren beim zweiten Free-Recall-Test und beim Wiedererkennungstest jedoch gleich gut wie die Kontrollgruppe. Beim Wiedererkennungstest waren die Reaktionszeiten jedoch länger.

Brand et al. (1992) gingen folglich davon aus, daß **lediglich die aktive Worterinnerung bei Depression beeinträchtigt** ist.

Die Verlängerung der Reaktionszeiten im Wiedererkennungstest könnte nach Brand et al. (1992) unter anderem auf die von mehreren Autoren (Bryne, 1976; Cornell et al., 1984; Brand und Jolles, 1987; Brand et al., 1990) beschriebenen allgemeinen

motorischen Defizite zurückzuführen sein, die bei einer Depression vorhanden sind. Auch die eine Depression begleitenden Entscheidungsdefizite (Miller und Lewis, 1977; Cutting, 1979) könnten als Ursache für verlängerte Reaktionszeiten in Frage kommen.

In einem zweiten Untersuchungsteil fanden während der Wortpräsentation intermittierend Wiedererkennungstests statt. Brand et al. (1992) konnten dabei zeigen, daß die Enkodierung - repräsentiert durch die Ergebnisse im Wiedererkennungstest - zumindest am Anfang der Aufgaben ebenfalls beeinträchtigt ist. Dies bedeutet, daß die Patienten dann Defizite im Wiedererkennungstest aufwiesen, wenn die Anforderungen hoch und die notwendigen Anstrengungen groß waren, wie dies zu Beginn einer neuen Aufgabenstellung der Fall ist.

Auch Calev und Erwin (1985) sowie Blau und Ober (1988) stellten in ihren Untersuchungen fest, daß das freie Erinnern bei Depression stärker beeinträchtigt ist als das Wiedererkennen. Somit scheint kein Enkodierungsproblem, sondern ein Problem des Wiederauffindens vorzuliegen.

Brand und Jolles (1987) konnten mittels der Sternberg's Memory Scanning Task (Sternberg, 1975) bei depressiven Patienten ein beeinträchtigtes Auffinden von Gedächtnisinhalten und ineffiziente Suchstrategien nachweisen.

Eine Erklärungsmöglichkeit hierfür liefert die **Ressourcen-Theorie** („resource allocation model“) von Ellis und Ashbrook (1988, 1989). Sie besagt, daß während einer Depression Aufmerksamkeits- und Verarbeitungsressourcen den Gedanken über den eigenen, traurigen Zustand gewidmet werden. Diese Ressourcen stehen dann nicht für andere Aufgaben zur Verfügung und werden im Fall von Gedächtnistests zum einen für die eigenen, depressiven Gedanken, zum anderen für aufgabenirrelevante Strukturen verwendet.

Dieser Mechanismus ist besonders stark ausgeprägt, wenn die Depressionen sehr schwer und die gestellte Aufgabe sehr anspruchsvoll ist (Ellis et al., 1985; Ellis und Ashbrook, 1988).

### *1.7.2.2 Einfluss des Grades der Strukturiertheit des Wortmaterials*

Die **Ressourcen-Theorie** („resource allocation model“; Ellis und Ashbrook, 1988, 1989; siehe auch Kapitel 1.7.2.1) besagt, daß unorganisiertes, wenig strukturiertes

Material die meisten Aufmerksamkeits- und Verarbeitungsressourcen beansprucht. Deshalb ist eine Depression vor allem dann mit einem Gedächtnisdefizit assoziiert, wenn bei Gedächtnistests gering strukturiertes Material verwandt wird.

Diese Aussage findet Bestätigung in den Untersuchungen von Weingartner et al. (1981). Je unstrukturierter die Wortlisten aufgebaut waren, die einer Gruppe von depressiven Patienten und einer Kontrollgruppe präsentiert wurden, desto stärker kamen die Gedächtnisdefizite bei den Patienten zum Tragen.

Beim **Modell der reduzierten Initiative** („reduced initiative model“; Hertel und Hardin, 1990; Hertel und Rude, 1991) wird davon ausgegangen, daß Gedächtnisdefizite bei Depression nicht notwendigerweise dadurch bedingt sind, daß eine verminderte Fähigkeit zur Ausführung kognitiver Prozesse vorliegt. Hertel und Hardin (1990) und Hertel und Rude (1991) machen vielmehr eine fehlende Initiative, spontane Lösungsstrategien für eine Aufgabe zu entwerfen, für die Defizite verantwortlich. Das würde bedeuten, daß diejenigen Aufgaben am schlechtesten bewältigt werden, bei denen solch ein Entwurf von Lösungsstrategien am erfolgversprechendsten ist. Dies sind Aufgaben, bei denen Material mittlerer Struktur verwandt wird. Bei Aufgaben mit Material von niedriger oder sehr hoher Struktur, bei denen der Entwurf von Lösungsstrategien weniger erfolgversprechend ist, sollte es den Depressiven gelingen, genauso gut abzuschneiden wie die Kontrollen.

In der Studie von Watts et al. (1990) konnten Anhaltspunkte für die Hypothesen des Modells der reduzierten Initiative gefunden werden, wenngleich keine signifikanten Ergebnisse erzielt wurden.

Channon et al. (1993) hingegen konnten bei ihrer Untersuchung signifikante Ergebnisse präsentieren. Sie präsentierten depressiven Patienten und Kontrollen Wörter in unkategorisierten Wortlisten (niedere Struktur), randomisierten, kategorisierten Wortlisten (mittlere Struktur) und gruppierten, kategorisierten Wortlisten (hohe Struktur). Die depressiven Patienten zeigten im Vergleich zu den Kontrollen lediglich Gedächtnisdefizite beim Free-Recall-Test zu den Wortlisten mittlerer Struktur.

### 1.7.3 Worterinnerungstests bei neurotischer Depression

Miller (1975) berichtet in einem Review über Gedächtnisdefizite, die bei neurotisch depressiven Patienten im Vergleich zu nichtdepressiven psychiatrischen Patienten und Kontrollen vorhanden sind. Gleichzeitig weist der Autor jedoch darauf hin, daß in den angeführten Untersuchungen das Intelligenzniveau und der Wortschatzlevel bei der Auswahl der Versuchspersonen nicht berücksichtigt wurden.

In den Untersuchungen von Miller und Lewis (1977) und Costello (1978) wurde **kein Anhaltspunkt für Lern- und Gedächtnisdefizite** hinsichtlich des Wortmaterials bei neurotischer Depression gefunden. Costello (1978) sieht im **Modell der erlernten Hilflosigkeit** Anhaltspunkte für die Vermutung, daß bei neurotischer Depression keine kognitiven Defizite, sondern lediglich motivationale Probleme und Probleme beim allgemeinen Auftreten vorliegen.

Auch Davis und Unruh (1980) konnten bei Wiedererkennungstests und Free-Recall-Tests nach Wortpräsentation keine Lern- und Gedächtnisdefizite für neurotisch depressive Probanden feststellen.

### 1.7.4 Qualitative Gedächtnisveränderungen

Bei Depression können, wie in Kapitel 1.7.2 und 1.7.3 gezeigt, **quantitative Gedächtnisveränderungen** in Form eines Gedächtnisdefizites auftreten. Dieses Gedächtnisdefizit macht sich im Falle von Worterinnerungstests durch eine verminderte Anzahl an erinnerten Wörtern bemerkbar.

Neben der Anzahl der erinnerten Wörter ist auch von Bedeutung, welche Arten von Wörtern (z.B. positive, negative, neutrale Wörter) besser gelernt oder erinnert werden. Treten diesbezüglich Gedächtnisveränderungen auf, spricht man von **qualitativen Gedächtnisveränderungen**.

#### *1.7.4.1 Untersuchungen bei Depression*

In der Studie von Derry und Kuiper (1981) erhielten depressive Patienten und Kontrollen eine Liste mit Adjektiven, die zum einen depressiven Zuständen, zum anderen nichtdepressiven Zuständen zuzuordnen waren.

Die Probanden hatten die Adjektive danach zu beurteilen, wie gut ihr eigener Zustand von den Adjektiven beschrieben wurde.

Danach erfolgte ein inzidentieller Free-Recall-Test.

Die **Patienten erinnerten sehr viel mehr depressiv gefärbte Adjektive**, durch die sie sich selbst beschrieben fühlten. Die gesunden Kontrollen hingegen erinnerten mehr Adjektive mit nichtdepressivem Selbstbezug.

#### *1.7.4.2 Untersuchungen bei neurotischer Depression*

Kuiper und Derry (1982) verwendeten gegenüber ihrer Untersuchung depressiver Patienten (Derry und Kuiper, 1981) einen nur leicht veränderten Versuchsaufbau.

Den Probanden wurde wiederum eine Liste von Adjektiven präsentiert, die zur einen Hälfte depressiven Bezug (z.B. freudlos, trostlos), zur anderen Hälfte nichtdepressiven Bezug aufwiesen (z.B. loyal, organisiert). Eine Hälfte der Adjektive mit depressivem Bezug mußte nach einem Selbstbezug („Wird Ihr Zustand durch das Wort beschrieben?“), die andere nach einem semantischen Bezug („Hat das Wort eine spezielle Bedeutung für Sie?“) beurteilt werden. Dasselbe galt für die Adjektive nichtdepressiven Charakters.

In dem folgenden inzidentiellen Free-Recall-Test zeigten die Kontrollen eine bessere Erinnerungsleistung für sie selbst beschreibende, nicht depressiv gefärbte Adjektive verglichen mit den sie selbst beschreibenden Adjektiven depressiven Charakters und den Adjektiven mit persönlichem semantischen Bezug.

Die **Probanden mit neurotischer Depression** hingegen zeigten eine **bessere Erinnerungsleistung für Adjektive mit Selbstbezug** - egal ob mit depressiver oder nichtdepressiver Färbung - als für Adjektive mit persönlichem semantischen Bezug.

### *1.7.4.3 Untersuchungen bei induzierter depressiver Stimmung*

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, daß ein experimentell variiertes Gemütszustand die Zugänglichkeit von Gedächtnisinhalten unterschiedlichen emotionalen Gehalts beeinflusst (Teasdale und Fogarty, 1979; Teasdale et al., 1980; Bower, 1981; Teasdale und Taylor, 1981).

Während die Ergebnisse von Untersuchungen, die sich mit dem Einfluß unterschiedlicher induzierter Stimmungen auf das autobiographische Gedächtnis beschäftigen, eine große Konsistenz aufweisen (Teasdale und Fogarty, 1979; Teasdale et al., 1980; Teasdale und Taylor, 1981; Riskind et al., 1982), ist dies bei Untersuchungen zum Einfluß induzierter Stimmungen auf die Wiedergabe positiven und negativen Wortmaterials nicht der Fall.

In 3 Experimenten fanden Bower et al. (1978) keine Anhaltspunkte für eine veränderte Wiedergabe von zuvor gelernten positiven bzw. negativen Substantiven (z.B. Humor, Sieg, Tragödie, Elend) in Abhängigkeit von einer fröhlichen bzw. traurigen Grundstimmung der untersuchten Probanden.

Isen et al. (1978) benutzten demgegenüber keine Substantive, sondern positive und negative Adjektive (z.B. freundlich, hilfsbereit, gemein, grob). Den Probanden wurde unmittelbar vor der Teilnahme an einem Computerspiel eine Wortliste mit den entsprechenden Adjektiven präsentiert. Es wurde untersucht, wie sich das Gewinnen bzw. Verlieren des Spiels auf die Wiedergabe der Wörter auswirkte.

Es zeigte sich, daß nach einem Erfolg beim Computerspiel mehr positive Adjektive erinnert wurden als nach einem Mißerfolg. Auf die Wiedergabe von negativen und neutralen Wörtern hatte das Abschneiden bei dem Spiel keinen Einfluß.

Einen ähnlichen Versuchsaufbau wählten Teasdale und Russell (1983). Zur Stimmungsinduktion wählten sie jedoch anstelle eines Computerspiels die Laboratory Task For The Induction Of Mood States nach Velten (1968). Die Abfrage der Adjektive fand entweder in induzierter gehobener oder induzierter depressiver Stimmung statt.

In gehobener Stimmung wurden mehr positive Wörter erinnert als in depressiver Stimmung. **In depressiver Stimmung wurden mehr negative Wörter erinnert als in positiver Stimmung.** Die Stimmung hatte keinen Einfluß auf die Wiedergabe neutraler Wörter. Teasdale und Russell (1983) gingen davon aus, daß die Stimmungsinduktion

nach Velten (1968) stärkere Stimmungsveränderungen hervorruft als die Methode von Isen et al. (1978). Dies sei auch der Grund dafür, daß sich bei Teasdale und Russell (1983) die Stimmungsveränderungen auch auf die Wiedergabe der negativen Eigenschaftswörter auswirkten.

#### *1.7.4.4 Theorien*

In der **Theorie des inhaltspezifischen Selbstschemas** („content-specific self-schema model“) wird postuliert, daß Adjektive mit einem Gehalt, der Anteile des Selbstschemas eines Probanden repräsentiert, die ausgedehntesten Verarbeitungs- und Enkodierungsprozesse bei dem Probanden auslösen (Rogers et al., 1977; Craik, 1979). Demnach müßten diese Adjektive in einem höheren Maße erinnerbar sein als jene, die dem Selbstverständnis des Probanden nicht entsprechen.

Dies konnte sowohl für Patienten mit einer Depression (Derry und Kuiper, 1981; siehe Kapitel 1.7.4.1), für Personen mit neurotischer Depression (Kuiper und Derry, 1982; siehe Kapitel 1.7.4.2) als auch für Personen gezeigt werden, deren depressive Stimmung experimentell induziert wurde (Isen et al., 1978; Teasdale und Russell, 1983; siehe Kapitel 1.7.4.3).

Beck (1976) und Beck et al. (1979, 1986) gehen in ihrem **lerntheoretischen Depressionsmodell** („cognitive model of depression“) von einem organisierten Gerüst aus, das aus negativen und depressiven Einstellungen und Grundhaltungen besteht. Vor dem Hintergrund dieses Gerüsts werden die auf eine depressive Person einfließenden Informationen aufgenommen und bewertet.

In bezug auf Worterinnerungstests bedeutet dies, daß es wegen der negativen Einstellungen und Grundhaltungen wahrscheinlicher ist, daß depressive Patienten Wortmaterial negativer Färbung erinnern.

Bei Untersuchungen zum autobiographischen Gedächtnis bei Depression (Clark und Teasdale, 1982; Fogarty und Hemsley, 1983; Lloyd und Lishman, 1975) wurden das **Phänomen der Stimmungskongruenz** („mood congruity“) und die **Theorie der Zustandsabhängigkeit** („state dependence“; Tulving und Thomson, 1973) als Erklärung dafür herangezogen, daß in depressiven Zuständen eher negative Lebensereignisse erinnert werden.

Bei dem Phänomen der Stimmungskongruenz („mood congruity“) geht man davon aus, daß Informationen wahrscheinlicher gelernt oder wiedererinnert werden, wenn der emotionale Informationsgehalt mit der vorherrschenden Stimmung des Probanden identisch ist (Pearce et al., 1990).

Die Theorie der Zustandsabhängigkeit („state dependence“; Tulving und Thomson, 1973) besagt, daß die Gedächtnisabfrage von einem Wiederauftreten der Stimmung, die während der Enkodierung vorherrschte, abhängig ist.

Auch bei Worterinnerungstests können Stimmungskongruenz und Zustandsabhängigkeit eine Rolle spielen. Teasdale und Russell (1983) geben zu bedenken, daß die Vorerfahrungen der Probanden mit dem in einer Untersuchung verwendeten Wortmaterial erheblich sind. Diese Vorerfahrungen sind in einen bestimmten emotionalen Kontext eingebettet. Situationen, in denen die Probanden von anderen Menschen als gemein oder grob bezeichnet werden, die Probanden sich selbst so sehen oder diese Begriffe anderen zuordnen, sind sehr wahrscheinlich mit einer unangenehmen Stimmung verknüpft. Bezieht man den emotionalen Kontext des Wortmaterials, der durch die individuellen Lebenserfahrungen geprägt ist, in die Überlegungen mit ein, so sind die qualitativen Gedächtnisveränderungen bei depressiver Stimmung mit Stimmungskongruenz und Zustandsabhängigkeit erklärbar.

Gleichzeitig würde dies laut Teasdale und Russell (1983) verständlich machen, warum in der Untersuchung von Bower et al. (1978; siehe Kapitel 1.7.4.3), in der positive und negative Substantive verwendet wurden, kein Zusammenhang zwischen vorherrschender Grundstimmung und Art der erinnerten Substantive erkennbar war. Teasdale und Russell (1983) vermuteten, daß abstrakte Substantive - im Gegensatz zu Adjektiven - nicht in Zusammenhang mit definierten Lebensereignissen eines Probanden und den damit assoziierten Stimmungszuständen abgespeichert sind.

Eich (1995) berichtet hingegen in einem Übersichtsartikel davon, daß eine **stimmungsabhängige Gedächtnisleistung** immer dann verläßlich und konsistent auftritt, wenn folgende **Umstände und Bedingungen** vorherrschen:

- Die Probanden befinden sich in einem möglichst extremen, stabilen Stimmungszustand.
- Sie spielen eine möglichst aktive Rolle beim Generieren der zu lernenden Inhalte (z.B. durch das Lernen von Wörtern, die jedoch lediglich als Fragmente vorliegen).

- Sie sind bei der Gedächtnisabfrage selbst daran beteiligt entsprechende assoziative Verbindungen zu den Gedächtnisinhalten, die von Interesse sind, herzustellen.

Entsprechend Bowers (1981) **assoziativer Netzwerktheorie** („associative network theory“) ist jede Emotion als ein Knoten innerhalb eines assoziativen Netzwerkes repräsentiert. Dieses Netzwerk verbindet die Emotion mit anderen Netzwerkbestandteilen, z.B. mit Erinnerungen an erfreuliche und traurige Ereignisse. Die Aktivierung eines solchen „Emotionsknotens“ kann durch eine Reihe von Stimuli, sowohl physischen als auch verbalen, vermittelt werden. Wird dabei eine bestimmte Aktivierungsschwelle überschritten, so überträgt der Knoten Erregung auf andere Strukturen, mit denen er über das Netzwerk verknüpft ist. So könnte ein Knoten, der eine traurige Stimmung repräsentiert, weitere Knoten aktivieren, die beispielsweise Wortmaterial mit subjektiv traurigem Gehalt oder Erinnerungen an traurige Lebensereignisse beinhalten. Dies würde die Zugänglichkeit zu diesem stimmungskongruenten Material fördern und damit die Wahrscheinlichkeit eines stimmungskongruenten Verarbeitungsprozesses erhöhen.

#### 1.7.5 Worterinnerungstests bei Schmerzpatienten und bei experimentell induziertem Schmerz

Pearce et al. (1990) sahen es als wahrscheinlich an, daß bei Schmerzpatienten ähnliche Beobachtungen wie bei depressiven Patienten zu machen sind, zumal Schmerz eine große affektive Komponente aufweist.

Auch Edwards et al. (1992) vermuteten - von der assoziativen Netzwerktheorie Bowers (1981; siehe Kapitel 1.7.4.4) ausgehend - einen zusätzlich zum „Depressionsknoten“ existierenden „**Schmerzknoten**“. Dieser Schmerzknoten akkumuliere über die Zeit hinweg Erinnerungen an Schmerzereignisse wie auch die damit zusammenhängenden sensorischen Empfindungen, Emotionen und behavioralen Reaktionen.

##### *1.7.5.1 Untersuchungen bei Schmerzpatienten*

Pincus et al. (1995) berichteten darüber, daß depressive Schmerzpatienten eine Tendenz zeigen beim Free-Recall-Test mehr selbstbeschreibende negative Stimuli zu

reproduzieren als nicht depressive Schmerzpatienten. Pincus et al. (1998) gingen später davon aus, daß die **Gedächtnisleistung** bezüglich selbstbeschreibender Stimuli stärker **vom Gemütszustand und der Ängstlichkeit** der Patienten **abhängig** ist, als vom Schmerzzustand als solchem.

Pearce et al. (1990) untersuchten 25 Patienten, die unter chronischen Schmerzen litten, und 25 Kontrollen, die alle frei von Schmerzen waren. Ihnen wurde eine Liste präsentiert mit Wörtern, die 3 verschiedenen Kategorien zuzuordnen waren: schmerzassoziierte Wörter, negative Wörter und neutrale Wörter. Es folgte ein Free-Recall-Test, der nach 5 Minuten wiederholt wurde.

Bei beiden Free-Recall-Tests erinnerten die Schmerzpatienten signifikant mehr schmerzassoziierte Wörter als die Kontrollen.

In einer anderen Studie von Edwards et al. (1992) wurde in einem Free-Recall-Test die Erinnerungsleistung von depressiven und nichtdepressiven Schmerzpatienten und Kontrollen bezüglich sensorischer, affektiver und neutraler Adjektive bestimmt.

**Schmerzpatienten** ohne begleitende Depression oder mit lediglich minimaler begleitender Depression **erinnerten vermehrt sensorische Adjektive**. Sie zeigten also eine Wiedergabetendenz, die exakt ihrem Schmerz- und Depressionsstatus entsprach.

Die **Schmerzpatienten mit einer Begleitdepression** zeigten demgegenüber ein **besseres Erinnerungsvermögen für sensorische und affektive Adjektive**. Obwohl keine statistische Signifikanz erzielt wurde, zeichnete sich das Muster ab, daß auch diese Patienten das Wortmaterial entsprechend ihrem Schmerz- und Depressionsstatus verarbeiteten.

Die Kontrollen zeigten keine Erinnerungspräferenz für eine bestimmte Wortkategorie.

Sowohl Pearce et al. (1990) als auch Edwards et al. (1992) konnten bei chronischen Schmerzpatienten ein selektives Verarbeiten von schmerzassoziiertem Material nachweisen.

Entsprechend der assoziativen Netzwerktheorie Bowers (1981; siehe Kapitel 1.7.4.4) nahmen die Autoren die Existenz eines „Schmerzknotens“ an.

### *1.7.5.2 Untersuchungen bei experimentell induziertem Schmerz*

Pearce et al. (1990) prüften 20 freiwillige Probanden auf ihre Erinnerungsleistung in bezug auf eine Wortliste, nachdem auf die Präsentation der Wortliste hin ein schmerzhafter Stimulus (Kälteexposition der Hand) bzw. nichtschmerzhafter Stimulus (warmes Wasserbad) gefolgt war. Die Wortliste bestand aus Adjektiven mit schmerzassoziiertem, negativen und neutralen Gehalt.

Es zeigten sich **keine Gruppen- oder Wortkategorieeffekte**. Dies bedeutet, daß die Art des Stimulus, die der Wortpräsentation folgte, keinen Einfluß darauf hatte, ob nachfolgend bevorzugt Worte einer der Kategorien „schmerzassoziiert“, „negativ“ oder „neutral“ erinnert wurden.

Pearce et al. (1990) gingen folglich davon aus, daß das Auftreten eines Effekts im Sinne der Stimmungskongruenz mehr vom Status eines Schmerz empfindenden Probanden (klinischer Schmerz vs. experimentell induzierter Schmerz) abhängt als vom Vorhandensein des Schmerzzustandes selbst.

### *1.7.6 Das Phänomen der kognitiven Vermeidung*

Wenn emotionale Stimuli weniger gut verarbeitet und konsequent schlechter erinnert werden als neutrale Stimuli, geht man davon aus, daß **kognitive Vermeidung** („cognitive avoidance“; Watts et al., 1996) die Ursache für dieses Phänomen ist.

Kognitive Vermeidung wird vor allem bei Panikpatienten beobachtet. Dennoch fanden Edwards et al. (1992) Anzeichen dafür, daß dieses Phänomen auch bei Depression auftritt - es schien so, als würden die am meisten beunruhigenden Wörter von den depressiven Patienten aktiv vermieden.

Dennoch ist noch gar nicht klar, unter welchen definierten Umständen das Phänomen der kognitiven Vermeidung zu beobachten ist (Williams et al., 1988).

## **1.8 UNTERSUCHUNGEN ZUM IMPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR WORTMATERIAL**

### **1.8.1 Grundlagen**

In Kapitel 1.7 wurde über Untersuchungen zum expliziten Gedächtnis berichtet. Dabei werden Probanden bei Wiedererkennungs- oder Free-Recall-Tests ausdrücklich zur Erinnerung von zuvor präsentierten Material aufgefordert.

Bei einer impliziten Gedächtnisabfrage hingegen wird zuvor enkodiertes Material reproduziert, ohne daß eine bewußte Erinnerung stattfindet (Danion et al., 1995).

Erleichtert ein vorhergehendes Ereignis das Hervorbringen von Gedächtnisinhalten bei Aufgabenstellungen, die eine bewußte Erinnerung nicht ausdrücklich verlangen, wird dies als **Primingeffekt** („priming“) bezeichnet (Graf und Schacter, 1985).

Das Ausmaß eines Primingeffekts kann beispielsweise mittels eines **Lexical-Decision-Tests** („lexical decision task“) ermittelt werden (z.B. Stip und Lecours, 1992).

Bei einem Lexical-Decision-Test sollen Probanden entscheiden, ob eine präsentierte Buchstabenreihe ein gebräuchliches, sinnvolles Wort darstellt oder ein sogenanntes Non-Word.

Als Maß des Primingeffekts dient dabei diejenige Zeit, um die die lexikalische Entscheidung bei zuvor präsentierten Wörtern schneller abläuft als bei zuvor nicht präsentierten Wörtern.

Diese lexikalische Entscheidung findet per Knopfdruck statt. Da die Probanden die jeweiligen Wörter weder nennen noch notieren müssen, werden Effekte im Sinne einer bestimmten Antworttendenz der Probanden vermieden. Hierin sehen Bradley et al. (1994) einen großen Vorteil des Lexical-Decision-Tests gegenüber anderen Untersuchungsmethoden.

Graf und Mandler (1984), Mathews et al. (1989) und Watkins et al. (1992) wählten zur Bestimmung des Primingeffekts die **Wortstammvervollständigung** („word stem completion“). Wortstämme zuvor präsentierter Wörter und Wortstämme zuvor nicht präsentierter Wörter werden den Probanden in randomisierter Reihenfolge aufgelistet. Die Probanden werden dazu aufgefordert, die Wortstämme mit demjenigen Wort zu vervollständigen, das ihnen zuerst in den Sinn kommt. Ein Primingeffekt liegt vor,

wenn die Probanden mehr Wortstämme von zuvor bereits präsentierten Wörtern sinnvoll vervollständigen als von zuvor nicht präsentierten Wörtern.

Nach einem vergleichbaren Prinzip funktioniert die **Wortfragmentvervollständigung** („word fragment completion“). Hier werden an Stelle von Wortstämmen Wortfragmente zur Vervollständigung aufgelistet (z.B. Denny und Hunt 1992).

**Zwei Arten von Priming** lassen sich unterscheiden: überschwelliges („supraliminal“) und unterschwelliges („subliminal“) Priming (Bradley et al., 1994). Tulving und Schacter (1990) bezeichnen diese beiden Arten von Priming auch als semantisches („conceptual“) Priming und orthographisches („perceptual“) Priming.

**Unterschwelliges Priming** tritt auf, wenn die Aufmerksamkeit des Probanden gegenüber dem Stimulus bei dessen Präsentation eingeschränkt ist. Die Verarbeitung des Stimulus findet dann automatisch statt und wird nicht von bewußten oder strategischen Prozessen beeinflusst (Jacoby et al., 1992).

Ein unterschwelliges Priming kann erreicht werden, indem ein präsentiertes Wort mit Fragen verknüpft wird, die der Proband beantworten muß. Beim unterschwelligen Priming sind dies Fragen, die eine strukturell-orthographische Verarbeitung hervorrufen (Tulving und Schacter, 1990):

- Ist das präenterte Wort groß oder klein geschrieben?
- Besteht das Wort, das Sie sehen, aus mehr als 5 Buchstaben?
- Welches der beiden präsentierten Wörter ist länger?

**Überschelliges Priming** tritt auf, wenn der Stimulus bei Präsentation vom Probanden bewußt wahrgenommen wird. Dann können sowohl automatische als auch strategische Prozesse an der Stimulusverarbeitung beteiligt sein (Jacoby et al., 1992).

Mit dem Stimulus verknüpfte Fragen, die eine semantische Verarbeitung zur Folge haben, lösen ein überschwelliges Priming aus (Tulving und Schacter, 1990):

- Hat das präsenterte Wort eine spezielle Bedeutung für Sie?
- Erinnert Sie das Wort an eine spezielle Situation?
- Wie oft benutzen Sie dieses Wort?
- Ist das präsenterte Wort ein Adjektiv oder ein Substantiv?
- Paßt das gezeigte Wort in den folgenden Satz: „Er traf einen \_\_\_\_ auf der Straße.“?

Der **Ansatz zur Verarbeitungstiefe** („level of processing“) von Craik und Lockhart (1972) besagt, daß Wortmaterial um so besser behalten wird, je elaborierter es

verarbeitet wird. Eine elaboriertere Verarbeitung manifestiert sich in einer besseren Erinnerungsleistung bezüglich der präsentierten Wörter.

Mehrere Untersuchungen konnten zeigen, daß eine semantische Verarbeitung von Wörtern eine elaboriertere Verarbeitung hervorruft als eine strukturell-orthographische Verarbeitung (Craik und Tulving, 1975; Rogers et al., 1977; Craik, 1979).

Werden Wörter mit einer Selbstbeurteilung verknüpft, so wird eine nochmals größere Verarbeitungstiefe erreicht, als bei Wörtern, die einer semantischen oder strukturell-orthographischen Verarbeitung zugeführt werden (Kuiper und Rogers, 1979; Rogers et al., 1977).

Fragen, die eine **Verarbeitung mit Selbstbezug** auslösen:

- Beschreibt dieses Wort Sie selbst?
- Wird durch das gezeigte Wort Ihre derzeitige Stimmung charakterisiert?

Der Verarbeitungsprozeß, der bei der Präsentation eines Stimulus abläuft und beim folgenden impliziten Gedächtnistest den Primingeffekt bedingt, wird von Graf und Mandler (1984) als **Integration** bezeichnet. Integration ist ein automatischer Prozeß. Alle Komponenten, die bei der Darstellung des Stimulus beteiligt sind, werden dabei bei der Verarbeitung aktiviert. Die interne Präsentation des Stimulus wird damit verfestigt so daß eine bessere Wiedergabe des Stimulus ermöglicht wird.

Demgegenüber ist die **Elaboration** ein strategischer Prozeß (Graf und Mandler, 1984). Bei der Elaboration wird versucht, einen Stimulus mit möglichst vielen anderen Gedächtnisinhalten zu verknüpfen. Die Wiedergabe des Stimulus ist nun erleichtert, da eine Reihe von Beziehungen und Verknüpfungen existieren, die die Abrufbarkeit des Stimulus erhöhen. Die Elaboration wird mittels expliziter Gedächtnistests untersucht (siehe Kapitel 1.7).

### 1.8.2 Untersuchungen bei gesunden Probanden

Für gesunde Probanden ließ sich kein Primingeffekt hinsichtlich depressionsassoziierter Wörter nachweisen. Es zeigte sich jedoch ein **signifikanter Primingeffekt für neutrale Wörter** (Bradley et al., 1994, 1995, 1996).

### 1.8.3 Untersuchungen bei Depression

Williams et al. (1988) vermuteten, daß Depression vor allem mit einer Veränderung hinsichtlich der Elaboration verknüpft sei. Dies bedeutet, daß die Autoren davon ausgingen, daß Auffälligkeiten vor allem bei expliziten, jedoch nicht bei impliziten Gedächtnistests festzustellen sind.

Tatsächlich konnte bei depressiven Patienten weder in Aufgaben zur Wortstammvervollständigung (Watkins et al., 1992; Danion et al., 1995) noch in Aufgaben zur Wortfragmentvervollständigung (Denny und Hunt, 1992) ein Primingeffekt bezüglich depressionsassoziierten Materials nachgewiesen werden.

Roediger und McDermott (1992) weisen jedoch auf die vorhandenen, wenngleich nicht signifikanten Primingeffekte in den Untersuchungen von Denny und Hunt (1992) und Watkins et al. (1992) hin.

In einem **Lexical-Decision-Test** gelang es Bradley et al. (1995), bei depressiven Patienten einen **Primingeffekt für depressionsassoziiertes Material** festzustellen. Dieser Effekt war sowohl für überschwelliges wie auch für unterschwelliges Priming nachzuweisen. Die Primingeffekte in bezug auf neutrale Wörter waren dagegen schwächer ausgeprägt als bei den Kontrollen. Bradley et al. (1995) gingen folglich davon aus, daß eine Depression mit stimmungskongruenten Verarbeitungsprozessen assoziiert ist, die sich sowohl auf die Ergebnisse expliziter als auch impliziter Worterinnerungstests auswirken.

Eine spätere Studie von Bradley et al. (1996) konnte dies nochmals bekräftigen.

Stip et al. (1994) führten einen Lexical-Decision-Test ohne vorangehendes Priming durch. Die Probanden teilten sich in 11 depressive Patienten und 24 Kontrollen auf. Es zeigte sich, daß die depressiven Patienten auf affektive Wörter, die bei dem Lexical-Decision-Test präsentiert wurden, langsamer reagierten als die Kontrollen. Stip et al. (1994) machten hierfür kognitive Vermeidung (siehe auch Kapitel 1.7.6) verantwortlich.

### 1.8.4 Untersuchungen bei depressiver Verstimmung

Bradley et al. (1994) wählten für ihre Untersuchung 53 Studenten aus, die zuvor in einem Fragebogen extrem hohe oder extrem niedrige Testwerte bezüglich negativen

Affekts erzielt hatten. Es wurde ein Lexical-Decision-Test durchgeführt. Die Gruppe „stark negativer Affekt“ zeigte ein **verstärktes unterschwelliges Priming für depressionsassoziierte Wörter**, verglichen mit der Gruppe „schwach negativer Affekt“. Für überschwelliges Priming konnte kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

Eine spätere Studie, in der depressive Patienten mit Probanden mit depressiver Verstimmung verglichen wurden (Bradley et al., 1996), konnte die Ergebnisse untermauern.

Die scheinbare Diskrepanz - daß zwar ein verstärktes unterschwelliges, jedoch kein verstärktes überschwelliges Priming auftrat - ist durch die Überlegungen von Weldon (1991), Challis und Brodbeck (1992) und Jacoby et al. (1992) zu erklären. Diese Autoren gingen davon aus, daß ein unterschwelliges Priming ausschließlich automatische Prozesse im Sinne der Integration widerspiegelt. Ein überschwelliger Primingeffekt könnte jedoch zugleich durch elaborative Prozesse bedingt sein. Dies bedeutet, daß auch strategische und bewußte Verarbeitungsprozesse beim überschwelligen Priming eine Rolle spielen würden.

Für Bradley et al. (1994) liegt der Schluß nahe, daß die strategischen Prozesse den automatischen Prozessen entgegenwirken und sie kompensieren.

Ein Versagen solcher kognitiven Kompensationsstrategien könnte entscheidend zur Entwicklung und Aufrechterhaltung einer klinischen Depression beitragen (Bradley, 1996).

Alloy und Abramson (1988) und Parrott und Sabini (1990) sprechen in diesem Zusammenhang von **Strategien zur Stimmungsreperatur** („mood repair strategies“). Solche Strategien bewahren depressiv verstimmte Personen vor einer weiteren Verschlechterung ihrer Stimmung. Depressiven Patienten mißlingt die Anwendung solcher Strategien.

### 1.8.5 Untersuchungen bei Schmerzpatienten

In einer **Wortvervollständigungsaufgabe** wurden Schmerzpatienten und Kontrollen 12 Wortstämme präsentiert (Edwards und Pearce, 1994). 4 Wortstämme konnten mit sensorischen schmerzassoziierten Wörtern, 4 mit affektiven Wörtern und 4 mit

schmerz- oder krankheitsbezogenen Wörtern vervollständigt werden. Alle Wortstämme konnten alternativ zu mindestens 3 neutralen Wörtern mit gleich häufigem oder häufigerem Auftreten komplettiert werden. Die **Schmerzpatienten bildeten signifikant mehr schmerzassoziierte Wörter** als die Kontrollen.

Edwards und Pearce (1994) gingen davon aus, daß eine lange persönliche Schmerzerfahrung in einer verstärkten Aktivierung interner Schmerzrepräsentation resultiert. Dieser erhöhte Aktivationslevel könnte eine wichtige Rolle bei Entstehung und Aufrechterhaltung von Schmerzzuständen spielen.

## **1.9 UNTERSUCHUNGEN ZU EVOZierten POTENTIALEN BEI WORTPRÄSENTATION**

### **1.9.1 Grundlagen**

Eine kurze Einführung über die Elektroenzephalographie und die Technik der EEG-Ableitung ist im Anhang (auf Seite 164 bis 166) zu finden.

Unter evozierten Potentialen (EP) oder ereigniskorrelierten Potentialen (EKP) versteht man elektrokortikale Hirnpotentiale, die vor, während und nach einem sensorischen, motorischen oder psychischen Ereignis im EEG meßbar sind (Birbaumer und Schmidt, 1996).

Ereigniskorrelierte Potentiale (siehe Abbildung 2) verlaufen in einer Wellenform mit mehreren Extremen. Die Dauer einzelner ereigniskorrelierter Potentiale beträgt meist unter 500 ms (Schandry, 1996).

Die **Nomenklatur** der Amplitudenmaxima bezieht sich auf ihre Spannungspolarität (N: negativ; P: positiv) und die Latenzzeit ihres Auftretens nach dem Reiz (Rau und Pauli, 1995).

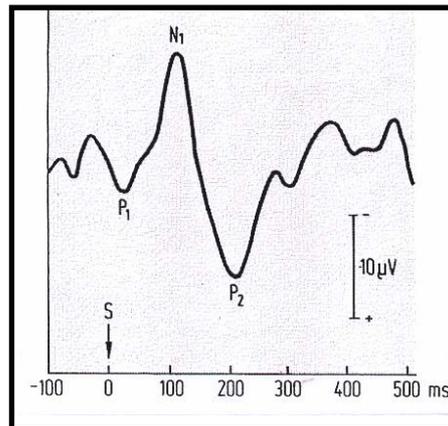
Während das Spontan-EEG eine Amplitudengröße von ca. 50  $\mu\text{V}$  aufweist, sind evozierte Potentiale vergleichsweise klein. Ihre Amplitudengröße reicht von etwa 0,5  $\mu\text{V}$  bis ca. 15  $\mu\text{V}$ . Dies hat zur Folge, daß sich evozierte Potentiale nur dann identifizieren lassen, wenn man sie in einem speziellen Rechenverfahren aus dem Spontan-EEG herausfiltert. Bei diesem als **Averaging** bezeichneten Vorgang werden

mit Hilfe arithmetischer Mittelwertbildung von mehreren reizsynchron aufgezeichneten EEGs die einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale errechnet (Rau und Pauli, 1995).

**Abbildung 2:**

Schematische Darstellung eines evozierten Potentials. (S) = Stimuluseinsatz.

Aus: *Lehrbuch Psychophysiologie*. Schandry (1996).



Evozierte Potentiale lassen sich in exogene und in endogene Komponenten unterteilen. Exogene Komponenten treten innerhalb von 100 ms nach der Präsentation eines Reizes auf; Komponenten nach 100 ms werden als endogene Komponenten bezeichnet (Birbaumer und Schmidt, 1996).

**Exogene Komponenten** variieren vor allem in Abhängigkeit von den physikalischen Charakteristika des Reizes (Modalität, Richtung, Intensität, Frequenzvariation).

**Endogene Komponenten** werden dagegen beeinflusst von der psychologischen Verarbeitung des Reizes. Dabei sind Faktoren wie Aufmerksamkeit des Probanden, psychologische Bedeutung des Reizes, Informationsgehalt des Reizes und Motivationszustand des Organismus entscheidend (Rau und Pauli, 1995).

Wichtige endogene Potentiale sind:

- a) **N100 oder N1:** Montoya et al. (1996) definierten die N100 als negativen Peak um 100 ms nach Stimulus-Onset. Knost et al. (1997) gaben für die N100 eine Latenzzeit von 80 bis 180 ms an.
- b) **P200 oder P2:** Der positive Peak der P200 tritt nach Knost et al. (1997) in einem Zeitfenster zwischen 180 und 280 ms nach dem Stimulus auf.

- c) **P300 oder P3:** Cacioppo et al. (1993) gaben den Zeitraum des Auftretens der P300 mit 300 bis 900 ms an; Fabiani et al. (1986) mit 400 bis 900 ms. Neville et al. (1986) nannten den positiven Komplex entsprechend der mittleren Peak-Latenz P650. Das Kürzel Dm („ERP due to memory performance“) für die P300 wurde von Paller et al. (1987) geprägt.
- d) **N400 oder N4:** Die N400 tritt 300 bis 500 ms nach dem Stimulus auf (Besson et al., 1992).
- e) **Slow Wave oder Late Positive Slow Wave:** Naumann et al. (1992) definierten neben der P300 noch eine sogenannte Slow Wave mit einer mittleren maximalen Amplitude bei 700 bis 1200 ms.

Bei visuell präsentierten Stimuli - z.B. bei Wörtern in Worterinnerungstests - lassen sich sogenannte **visuell evozierte Potentiale** (VEP) ableiten.

Die folgenden Abschnitte konzentrieren sich auf solche visuell evozierten Potentiale.

### 1.9.2 Bedeutung von Latenz und Amplitudengröße

Kok (1990) wertet die **Amplitudengröße eines Peaks** als Ausdruck der Intensität, mit der neuronale Strukturen aktiv sind. Die Amplitudengröße könnte damit die für einen Verarbeitungsprozeß nötige Energiemenge anzeigen.

Die **Latenzzeiten der Peaks** sind Anhaltspunkte dafür, zu welchem Zeitpunkt die beteiligten neuronalen Strukturen maximal aktiv sind; sie sind somit Indikatoren für den zeitlichen Ablauf verschiedener Schritte der Informationsverarbeitung (Renault et al., 1988).

### 1.9.3 Mögliche Bedeutung einzelner EKP-Komponenten

Endogene Komponenten eines evozierten Potentials variieren bei Wortpräsentation in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren.

Die dabei für die einzelnen Komponenten relevanten Faktoren sollen hier dargestellt werden.

### *1.9.3.1 N100*

Die Komponente N100 eines evozierten Potentials wird mit der **selektiven Aufmerksamkeit** eines Probanden in Verbindung gebracht. Die Komponente könnte somit erlernte Veränderungen bei automatischen Verarbeitungsprozessen repräsentieren. (Hillyard et al., 1973; Heinze et al., 1994).

### *1.9.3.2 P300*

Die Amplitude der P300 wird im allgemeinen als Parameter für die **subjektive Stimulusrelevanz** angesehen; die Latenzzeit ihres Auftretens wird jedoch als möglicher Anhaltspunkt für die benötigte Verarbeitungszeit des Reizes interpretiert (Duncan-Johnson und Donchin, 1977; Donchin und Coles, 1988).

Fabiani et al. (1986) und Neville et al. (1986) stellten eine positive Korrelation zwischen der **P300 bei Stimuluspräsentation** und dem Abschneiden bei anschließendem Free Recall-Test fest. Auch Paller et al. (1987) zeigten, daß eine Amplitudenveränderung der P300 bei der Enkodierung eines Wortes eine Vorhersage über die mögliche Nennung des Wortes bei einem anschließenden Wiedererkennungs- und Free Recall-Test erlaubt. Eine größere Amplitude wies dabei auf eine Nennung bei der Gedächtnisabfrage hin. Paller et al. (1987) nannten dieses Phänomen **Gedächtnisdifferenz** („difference based on later memory“).

Der Effekt der Gedächtnisdifferenz wurde sowohl unter inzidentiellen als auch unter intentionalen Lernbedingungen gefunden (Münste et al., 1988).

Laut Karis et al. (1984) und Fabiani et al. (1986) führt eine veränderte Enkodierungsstrategie bei intentionalen Lernbedingungen ebenfalls zu Veränderungen der Gedächtnisdifferenz.

In bezug auf **Wiedererkennungstests** berichtet eine Reihe von Autoren, daß die P300 bei wiedererkannten Wörtern positiver sei als bei Wörtern, die noch nicht zuvor gezeigt wurden (Sanquist et al., 1980; Johnson et al., 1985; Neville et al., 1986; Paller et al., 1987; Rugg und Nagy, 1989; Smith und Halgren, 1989; Bentin und Moscovitch, 1990; Friedmann, 1990).

Ob die beobachteten Amplitudenveränderungen tatsächlich dem Wiedererkennungsprozeß zuzuschreiben sind, wird von Paller und Kutas (1992) und von Paller (1993) kritisch hinterfragt.

Sie wenden ein, daß auf Grund der Struktur von Wiedererkennungstests nur schwer zu beurteilen sei, ob die Potentialmodulationen neuronale Korrelate des Wiedererkennungsprozesses darstellen. Verschiedene weitere Faktoren könnten nämlich für die Modulation eine Rolle spielen. Zieldetektionsprozesse der Probanden könnten für alte und neue Wörter differieren, und die subjektive Sicherheit, mit der die Wiedererkennungsentscheidung fällt, könnte sich für alte und neue Wörter ebenfalls unterscheiden. Ebenso könnten die ereigniskorrelierten Potentiale durch die subjektive Wahrscheinlichkeit, mit der alte bzw. neue Wörter auftreten, beeinflußt werden.

Die **Verarbeitungstiefe** (siehe Kapitel 1.8.1) des dargebotenen Wortmaterials verändert ebenfalls die Amplitude der P300. Eine auf der Wiedererkennungsleistung basierende Gedächtnisdifferenz wurde für Wörter gefunden, die während der Enkodierungsphase semantisch verarbeitet wurden (Sanquist et al., 1980; Paller et al., 1987).

**Untersuchungen zum impliziten Gedächtnis** konnten zeigen, daß weder bei Wortkomplettierungsaufgaben (Paller, 1990) noch bei Lexical-Decision-Tests (Paller und Kutas, 1992) die evozierten Potentiale in Abhängigkeit von einer stattgefundenen integrativen Verarbeitung des Wortmaterials variieren. Diese Ergebnisse haben zu der Hypothese geführt, daß die Gedächtnisdifferenz Prozesse reflektiert, die eine wichtige Rolle bei der Vermittlung einer späteren, bewußten Erinnerung spielen. Für Prozesse der integrativen Verarbeitung trifft dies nicht zu (Paller, 1993).

### *1.9.3.3 Slow Wave*

Nicht nur die P300, sondern auch die Slow Wave kann ein Indikator für die **subjektive Stimulusrelevanz** sein. Naumann et al. (1991, 1992) gingen davon aus, daß eine stärkere Positivität der Slow Wave - speziell im frontozentralen Bereich - eine größere emotionale Bedeutung des Wortstimulus anzeigt.

#### 1.9.4 EKP bei positiven, negativen und gefühlsbetonten Stimuli

Cacioppo et al. (1993) führten 2 Untersuchungen durch, bei denen gesunde Probanden zum einen Substantive, zum anderen Adjektive dargeboten bekamen. Die Probanden hatten darüber zu entscheiden, ob sie das Wort subjektiv als positiv oder als negativ einschätzten. Anschließend wurden ihnen die Wörter nochmals in randomisierter Reihenfolge präsentiert. Die bei der erneuten Wortpräsentation gemessenen evozierten Potentiale veränderten sich mit der subjektiven Einschätzung der Wörter.

Williamson et al. (1991) berichteten hingegen über Veränderungen der evozierten Potentiale bei der Präsentation gefühlsbetonter Wörter. In einem Lexical-Decision-Test erzeugten **gefühlsbetonte Wörter** bei gesunden Probanden eine **positivere Slow Wave** als neutrale Wörter.

#### 1.9.5 Untersuchungen bei Schmerzpatienten

Im **Diathese-Stress-Modell für chronische Schmerzerkrankungen** („diathesis-stress model of chronic pain“; Flor et al., 1990; Flor und Birbaumer, 1994) wird postuliert, daß eine veränderte Verarbeitung von schmerzassoziierten Informationen ein wichtige Rolle in der Unterhaltung eines chronischen Schmerzerlebens spielt. Man geht davon aus, daß die betroffenen Personen schmerzassoziierten Stimuli eine besondere Aufmerksamkeit schenken und sie selektiv abspeichern. Dieses implizite Gedächtnis prägt die Wahrnehmung einer Person und führt zu einer erhöhten Sensibilität gegenüber Schmerzreizen und zu einer Fehlinterpretation von Körpersymptomen aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit schmerzbedingten Empfindungen.

Knost et al. (1997) untersuchten Personen, die seit höchstens 6 Monaten unter Rückenschmerzen litten. Diese Art von Schmerzerleben bezeichneten die Autoren als prächronisch. Den Probanden wurden 120 Wörter präsentiert: 40 schmerzbezogene, 40 körperbezogene und 40 neutrale. Bei den Probanden mit Rückenschmerzen zeigte sich eine für die schmerzbezogenen Wörter **erhöhte Amplitude der N100**. Die Slow Wave war bei den schmerzbezogenen Wörtern im Vergleich zu den anderen Wortkategorien nicht verändert. Die Autoren sahen in den Ergebnissen eine Bestätigung für das Diathese-Stress-Modell. Die selektive Aufmerksamkeit - repräsentiert durch die N100 -

war bei der Gruppe mit prächronischem Schmerz erhöht. Diese Probanden hatten demnach bereits ein implizites Gedächtnis für schmerzassoziiertes Material entwickelt, das sich als kortikale Zellansammlungen manifestierte. Solch ein implizites Gedächtnis muß aber nicht ausschließlich Konsequenz eines Schmerzerlebens sein, sondern könnte ebenso dem Beginn des Schmerzerlebens vorausgehen und entscheidend zur Entwicklung eines chronischen Zustandes beitragen.

Die Patienten, die von Flor et al. (1997) untersucht wurden, litten seit mindesten 6 Monaten täglich unter Rückenschmerzen. Den Probanden wurden schmerzbezogene, körperbezogene und neutrale Wörter an der Wahrnehmungsschwelle präsentiert. Zwischen den Schmerzpatienten und den Kontrollen ergab sich kein Unterschied in der Erkennungsleistung der dargebotenen Wörter. Allerdings zeigte sich bei den Schmerzpatienten eine **Amplitudenerhöhung der N100 und der N200**. Die P300 blieb unbeeinflusst. Die N200 wurde von Ritter et al. (1982) mit der Stimulusdiskriminationsfähigkeit in Verbindung gebracht. Für die Latenzzeit ihres Peaks legten Flor et al. (1997) ein Zeitfenster von 140-200 ms fest. Die Autoren gingen bei Patienten mit chronischem Schmerz von einem veränderten impliziten Gedächtnis aus und von einer selektiven Aufmerksamkeit gegenüber schmerzbezogenem Material. Das explizite Gedächtnis scheint von Veränderungen in geringerem Maße betroffen zu sein als das implizite Gedächtnis.

Larbig et al. (1996) präsentierten Patienten mit Phantomschmerzen und Kontrollen ebenfalls schmerzbezogene, körperbezogene und neutrale Wörter. Bei der Gruppe der Schmerzpatienten konnte eine **Erhöhung des Late Positive Complex** (400-900 ms) festgestellt werden. Diese Veränderung ergab sich jedoch in gleichem Maße bei allen 3 Wortkategorien.

### 1.9.6 Untersuchungen bei depressiver Stimmung

Untersuchungen, die der Frage nachgehen, welchen Veränderungen evozierte Potentiale bei Patienten mit Major Depression oder Personen mit neurotischer Depression im Zuge einer Wortpräsentation unterliegen, sind dem Autor nicht bekannt.

## **1.10 HYPOTHESEN**

Im folgenden sollen die medizinischen Arbeitshypothesen für die einzelnen Abschnitte der durchgeführten Untersuchung dargestellt werden. Die medizinischen Hypothesen entsprechen meist nicht den statistischen Hypothesen, die typischerweise das Gegenteil der medizinischen Hypothesen wiedergeben und durch deren Wiederlegen man versucht die vorformulierten medizinischen Hypothesen zu untermauern.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird auf eine zusätzliche Formulierung und Darstellung der statistischen Hypothesen verzichtet.

Die Abkürzungen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N bezeichnen die untersuchten Probandengruppen (siehe Kapitel 2.1).

### **1.10.1 Fragebögen**

- ADS-H weist gegenüber ADS-N erhöhte Summenpunktwerte im BDI, auf der Bf-S und im STAI auf.
- SCH-J weist gegenüber SCH-N erhöhte Summenpunktwerte im BDI, auf der Bf-S und im STAI auf.

### **1.10.2 Untersuchung zur Schmerzschwelle**

- ADS-H unterscheidet sich gegenüber ADS-N nicht in bezug auf die Schmerzschwelle.
- SCH-J weist gegenüber SCH-N eine erhöhte Schmerzschwelle auf.
- Die Schmerzschwelle korreliert bei der Gruppe SCH-J mit der subjektiven Stärke des aktuellen Schmerzleidens.
- Die Schmerzschwelle in Untersuchungsabschnitt II ist im Vergleich zu Untersuchungsabschnitt I niedriger.
- Die Schmerzschwelle für die rechte Hand ist im Vergleich zur linken Hand erhöht.

### 1.10.3 Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial

Nachfolgend werden die medizinischen Arbeitshypothesen der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial vorgestellt.

#### *1.10.3.1 Lexical-Decision-Test*

##### **Anzahl der korrekten Reaktionen**

- ADS-H trifft im Verhältnis zu ADS-N nach der Präsentation von Schmerzwörtern mehr richtige Entscheidungen als nach der Präsentation von neutralen Wörtern.
- Auf in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter hin trifft ADS-H mehr richtige Entscheidungen als ADS-N, während bei flach, orthographisch verarbeiteten Schmerzwörtern von ADS-H und ADS-N gleich viele richtige Entscheidungen getroffen werden.
- SCH-J trifft im Verhältnis zu SCH-N nach der Präsentation von Schmerzwörtern mehr richtige Entscheidungen als nach der Präsentation von neutralen Wörtern.
- Auf in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter hin trifft SCH-J mehr richtige Entscheidungen als SCH-N, während bei flach, orthographisch verarbeiteten Schmerzwörtern von SCH-J und SCH-N gleich viele richtige Entscheidungen getroffen werden.
- Generell werden auf Schmerzwörter hin mehr richtige Entscheidungen getroffen als auf neutrale Wörter hin.
- Nach in der Lernphase tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern werden mehr richtige Entscheidungen getroffen als nach der Präsentation von neuen Wörtern.
- Die Anzahl von richtigen Entscheidungen hängt nicht von der Anzahl der Tasten ab, die den Probanden zur Verfügung stehen.

##### **Reaktionszeiten**

- ADS-H reagiert im Verhältnis zu ADS-N schneller auf Schmerzwörter als auf neutrale Wörter.

- Auf tief, semantisch verarbeitete Schmerz Wörter wird von ADS-H schneller reagiert als von ADS-N, während auf flach, orthographisch verarbeitete Schmerz Wörter von ADS-H und ADS-N gleich schnell reagiert wird.
- SCH-J reagiert im Verhältnis zu SCH-N schneller auf Schmerz Wörter als auf neutrale Wörter.
- Auf tief, semantisch verarbeitete Schmerz Wörter wird von SCH-J schneller reagiert als von SCH-N, während auf flach, orthographisch verarbeitete Schmerz Wörter von SCH-J und SCH-N gleich schnell reagiert wird.
- Generell wird auf Schmerz Wörter schneller reagiert als auf neutrale Wörter.
- Die Reaktionszeit für in der Lernphase tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeitete Wörter ist kürzer als für neu präsentierte Wörter.
- Probanden mit einer Taste reagieren schneller als Probanden, denen 2 Tasten zur Verfügung stehen.

#### **Logarithmus der Reaktionszeiten**

- Dieselben Hypothesen werden für den errechneten Logarithmus der Reaktionszeiten aufgestellt.

#### *1.10.3.2 Wiedererkennungstest*

#### **Anzahl der wiedererkannten Wörter**

- ADS-H erkennt im Verhältnis zu ADS-N mehr Schmerz Wörter wieder als neutrale Wörter.
- In der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerz Wörter werden von ADS-H besser wiedererkannt als von ADS-N, während ADS-H und ADS-N flach, orthographisch verarbeitete Schmerz Wörter gleich gut wiedererkennen.
- SCH-J erkennt im Verhältnis zu SCH-N mehr Schmerz Wörter wieder als neutrale Wörter.
- In der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerz Wörter werden von SCH-J besser wiedererkannt als von SCH-N, während SCH-J und SCH-N flach, orthographisch verarbeitete Schmerz Wörter gleich gut wiedererkennen.
- Die Anzahl der wiedererkannten Schmerz Wörter ist größer als die Anzahl der wiedererkannten neutralen Wörter.

- Die Anzahl der wiedererkannten tief, semantisch verarbeiteten Wörter ist größer als die Anzahl der wiedererkannten flach, orthographisch verarbeiteten Wörter.

#### **Anzahl der wiedererkannten Wörter unter Berücksichtigung der Antworttendenz**

- Von diesen Hypothesen wird auch ausgegangen, wenn die Antworttendenz der Probanden rechnerische Berücksichtigung findet.

#### **Reaktionszeiten**

- ADS-H reagiert im Verhältnis zu ADS-N schneller auf Schmerzwörter als auf neutrale Wörter.
- Auf in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter wird von ADS-H schneller reagiert als von ADS-N, während ADS-H und ADS-N auf flach, orthographisch verarbeitete Schmerzwörter gleich schnell reagieren.
- SCH-J reagiert im Verhältnis zu SCH-N schneller auf Schmerzwörter als auf neutrale Wörter.
- Auf in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter wird von SCH-J schneller reagiert als von SCH-N, während SCH-J und SCH-N auf flach, orthographisch verarbeitete Schmerzwörter gleich schnell reagieren.
- Die Reaktionszeit bei Schmerzwörtern ist kürzer als die Reaktionszeit bei neutralen Wörtern.
- Die Reaktionszeit bei tief, semantisch verarbeiteten Wörtern ist kürzer als die Reaktionszeit bei flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern.

#### **Logarithmus der Reaktionszeiten**

- Dieselben Hypothesen werden für den errechneten Logarithmus der Reaktionszeiten aufgestellt.

#### ***1.10.3.3 EEG-Daten***

- Bei ADS-H sind im Vergleich zu ADS-N die Amplituden der N100, der P300 und des Late Positive Complex in allen Untersuchungsabschnitten bei Schmerzwörtern im Vergleich zu neutralen Wörtern erhöht.
- Beim Lexical-Decision-Test und beim Wiedererkennungstest finden sich bei ADS-H im Vergleich zu ADS-N erhöhte Amplituden der P300 und des Late Positive Complex bei tief, semantisch verarbeiteten Schmerzwörtern. Dagegen zeigen sich bei

der Präsentation von flach, orthographisch verarbeiteten Schmerzwörtern keine Unterschiede zwischen ADS-H und ADS-N bezüglich der Amplituden.

- In den 3 Untersuchungsabschnitten Lernphase, Lexical-Decision-Test und Wiedererkennungstest sind die Amplituden der N100, der P300 und des Late Positive Complex bei ADS-H im Vergleich zu ADS-N erhöht.
- Die Amplituden der N100, der P300 und des Late Positive Complex sind bei Schmerzwörtern erhöht.
- In der Lernphase und im Wiedererkennungstest rufen tief, semantisch verarbeitete Wörter größere Amplituden der P300 und des Late Positive Complex hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter.
- Beim Lexical-Decision-Test rufen tief, semantisch verarbeitete und flach, orthographisch verarbeitete Wörter größere Amplituden der P300 und des Late Positive Complex hervor als neu präsentierte Wörter.
- Dieselben Hypothesen werden für SCH-J und SCH-N aufgestellt.

#### *1.10.3.4 Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz*

- Schmerzwörter besitzen im Vergleich zu neutralen Wörtern für ADS-H eine höhere Relevanz als für ADS-N.
- Schmerzwörter besitzen im Vergleich zu neutralen Wörtern für SCH-J eine höhere Relevanz als für SCH-N.
- Schmerzwörter haben generell eine höhere Relevanz als neutrale Wörter.

#### *1.10.3.5 Free-Recall-Test*

- Von ADS-H werden im Verhältnis zu ADS-N mehr Schmerzwörter als neutrale Wörter erinnert.
- Von SCH-J werden im Verhältnis zu SCH-N mehr Schmerzwörter als neutrale Wörter erinnert.

## 2 MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 VERSUCHSPERSONEN

Als Instrument zur Auswahl der Versuchspersonen diente die Allgemeine Depressions Skala (ADS; Hautzinger und Bailer, 1992; nähere Beschreibung siehe Kapitel 2.3.3.1).

Der Fragebogen wurde zusammen mit einem Informationsschreiben (siehe im Anhang auf Seite 167) bei verschiedenen Vorlesungsveranstaltungen der Universität Tübingen ausgeteilt bzw. in mehreren Instituten und den Mensen der Universität Tübingen ausgelegt.

Der ausgefüllte Fragebogen sollte zusammen mit den Angaben über Geschlecht, Alter und Händigkeit sowie mit der Angabe einer Telefonnummer und eines Codewortes an die Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie Tübingen geschickt oder an der dortigen Pforte abgegeben werden. Die Angabe des eigenen Namens war nicht nötig.

Als Auswahlkriterium für die Teilnahme an der Untersuchung diente ein von den Probanden zu über- bzw. zu unterschreitender Summenpunktwert auf der Allgemeinen Depressions Skala.

Dementsprechend fand eine Einteilung in eine Gruppe ADS-HOCH (ADS-H) und in eine Gruppe ADS-NIEDRIG (ADS-N) statt.

Für die Einteilung in die Gruppe ADS-H wurde ein unterer Grenzwert von minimal 32 Punkten für Frauen (Prozentrang bei 31 Punkten: 89%) und von minimal 23 Punkten für Männer (Prozentrang bei 22 Punkten: 86%) bestimmt. Der obere Grenzwert für die Gruppe ADS-N wurde bei maximal 5 Punkten (Prozentrang: 14%) festgelegt.

Aus den beiden Gruppen ADS-H und ADS-N wurden jeweils Versuchspersonenpaare gebildet, die sich bezüglich Alter und Geschlecht entsprachen.

Letztlich konnten 16 Personen der Gruppe ADS-H und 16 entsprechende Matchpartner aus der Gruppe ADS-N zu der Untersuchung eingeladen werden. Somit nahmen insgesamt 32 Personen an der Untersuchung teil.

Es war notwendig, daß ca. 500 Personen die Items der Allgemeinen Depressions Skala beantworteten, bevor 16 Versuchspersonenpaare gefunden werden konnten.

Weitere Bedingungen für die Einladung waren ein gutes Sehvermögen bzw. eine durch eine Brille korrigierte Sehschärfe, Deutschsprachigkeit und Rechtshändigkeit.

Bei der Untersuchung selbst zeigte sich durch die Erhebung eines Schmerzfragebogens (siehe Kapitel 2.3.3.5), daß zum Zeitpunkt der Untersuchung 9 Probanden der Gruppe ADS-H und 7 Probanden der Gruppe ADS-N unter akuten Schmerzen litten. Dies ermöglichte eine sekundäre Aufteilung der 32 Versuchspersonen in eine Gruppe SCHMERZEN-JA (SCH-J; n = 16) bzw. SCHMERZEN-NEIN (SCH-N; n = 16). Die Gruppen SCH-J und SCH-N dienten als weitere unabhängige Variablen.

Eine ausführliche Beschreibung der Versuchspersonen findet sich unter Kapitel 3.1.

## **2.2 BENACHRICHTIGUNG UND EINLADUNG DER VERSUCHSPERSONEN**

Die Benachrichtigung und Einladung der Versuchspersonen fand telefonisch statt. Die Probanden wurden dabei darüber aufgeklärt, daß eine EEG-Ableitung und eine Untersuchung zur Schmerzwahrnehmung durchgeführt werden sollte. Sie wurden außerdem darüber informiert, wo die Untersuchung stattfinden und wie lange sie voraussichtlich dauern würde. Sie wurden gebeten, bei eventuellem Besitz einer Brille diese mitzubringen. Als Aufwandsentschädigung sei ein Betrag von DM 40,- vorgesehen; Studenten der Psychologie könnten stattdessen - entsprechend der Dauer der Untersuchung - für ihr Studium nachzuweisende Versuchspersonenstunden bescheinigt bekommen. Es wurde zudem darauf hingewiesen, daß es notwendig sei, am folgenden Tag nochmals telefonischen Kontakt mit dem Versuchsleiter aufzunehmen.

Nach der Mitteilung dieser Informationen wurde mit der jeweiligen Versuchsperson ein Termin für die Untersuchung vereinbart (siehe auch Kapitel 2.4).

Personen, die wegen nicht erfüllter Auswahlkriterien oder auf Grund des Fehlens eines Matchpartners nicht zur Untersuchung eingeladen werden konnten, wurden hierüber ebenfalls telefonisch verständigt.

## **2.3 MATERIAL**

Im folgenden wird ein Überblick über die bei der Untersuchung verwendeten Materialien gegeben.

### 2.3.1 Versuchsplan

Vor Beginn der Untersuchung wurde ein Versuchsplan angefertigt (siehe im Anhang auf Seite 168).

In den Versuchsplan wurden die Versuchspersonennummer, das Datum und die Uhrzeit der Untersuchung und der Name des Versuchsleiters eingetragen. Darüber hinaus wurden das Alter, das Geschlecht und die Händigkeit der Versuchsperson, sowie die bei der EEG-Ableitung verwendete Kappengröße (siehe Kapitel 2.7.5) verzeichnet.

Durch den Versuchsplan wurden die Starthand bei der Schmerzschwellenbestimmung (siehe Kapitel 2.7.4 und 2.7.8), die Abfolge der Wortsets beim Gedächtnisexperiment (siehe Kapitel 2.7.6.7), die Hand, mit der die rote Taste beim Gedächtnisexperiment bedient wurde (siehe Kapitel 2.7.6.4) und die Art der Wortliste (Variante A oder B) bei der Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz (siehe Kapitel 2.7.6.10) festgelegt.

Außerdem wurde durch den Versuchsplan bestimmt, welche Versuchspersonen bei dem Untersuchungsabschnitt Lexical-Decision-Test des Gedächtnisexperimentes eine zweite Taste erhielten (siehe Kapitel 2.7.6.5)

Außerdem fand sich Platz für Bemerkungen über den Ablauf der Untersuchung.

### 2.3.2 Einverständniserklärung

Für die Untersuchung wurde eine Einverständniserklärung (siehe im Anhang auf Seite 169) erstellt, um dem Probanden in schriftlicher Form kurz den Hintergrund und Ablauf der Untersuchung schildern zu können und um nochmals auf die Freiwilligkeit der Teilnahme hinzuweisen.

Auf der Einverständniserklärung war eine Zeile für die Unterschrift der Versuchsperson und für die des Versuchsleiters vorgesehen.

### 2.3.3 Fragebögen

In diesem Abschnitt sollen die zur Versuchspersonenauswahl und die bei der Untersuchung verwendeten Fragebögen charakterisiert werden.

Ein Exemplar eines jeden Fragebogens ist im Anhang (ab Seite 170) zu finden.

### 2.3.3.1 Die Allgemeine Depressions Skala (ADS)

Die Allgemeine Depressions Skala (Hautzinger und Bailer, 1992) diene für diese Untersuchung als Auswahlinstrument. Sie ist die deutschsprachige Form der Center for Epidemiological Studies Depression Scale (CES-D; Radloff, 1977).

Die ADS ist ein Selbstbeurteilungsfragebogen, der als Screeninginstrument oder - wie bei der vorliegenden Untersuchung - als Auswahlinstrument fungieren kann. Sie besteht aus 20 zu beantwortenden Items, mit denen aktuelle depressive Merkmale durch einfache, verständliche Sätze erfragt werden.

Der Bezugszeitraum ist „die letzte Woche“.

Hieraus ergibt sich eine vierstufige Beantwortungsmöglichkeit jeder Frage:

- selten oder überhaupt nicht = weniger als 1 Tag
- manchmal = ein bis zwei Tage lang
- öfters = drei bis vier Tage lang
- meistens, die ganze Zeit = fünf oder mehr Tage lang

Auf der ADS kann ein Summenwert von minimal null und maximal 60 Punkten erzielt werden. Männer und Frauen, die auf dieser Skala einen kritischen Wert von größer 23 Punkten erreichen, sollten „at risk“ für eine Depression und möglicherweise als behandlungsbedürftig gelten (Hautzinger und Bailer, 1992).

In der Allgemeinbevölkerung liegen 11,2% der Männer und 24,4% der Frauen über diesem Wert. Für akut depressive Patienten weist der kritische Wert eine Spezifität von 94% auf (Hautzinger und Bailer, 1992).

### 2.3.3.2 Das Beck-Depressions-Inventar (BDI)

Das Beck-Depressions-Inventar (Hautzinger et al., 1992) geht auf den englischsprachigen Depressionsfragebogen von Beck et al. (1961) bzw. auf dessen zweite revidierte Version (Beck und Steer, 1987) zurück.

Das BDI ist ein Selbstbeurteilungsfragebogen, mit dem typische depressive Symptome erfragt werden. Es enthält 21 Gruppen von Aussagen zu den Themen traurige Stimmung, Pessimismus, Versagen, Unzufriedenheit, Schuldgefühle, Strafbedürfnis, Selbsthaß, Selbstanklagen, Selbstmordimpulse, Weinen, Reizbarkeit, sozialer Rückzug

und Isolierung, Entschlußunfähigkeit, negatives Körperbild, Arbeitsunfähigkeit, Schlafstörungen, Ermüdbarkeit, Appetitverlust, Gewichtsverlust, Hypochondrie und Libidoverlust. Jede Gruppe enthält 4 Aussagen. In einfachen Sätzen werden die depressiven Symptome in zunehmender Schwere und Beeinträchtigung beschrieben.

Der Proband soll aus jeder Gruppe diejenige Aussage auswählen, die seine gegenwärtige Lage (letzte Woche bis einschließlich heute) am besten beschreibt.

Beim BDI können Summenwerte zwischen null und 63 Punkten erreicht werden.

Werte von unter 11 Punkten können als normal und unauffällig angesehen werden. Werte zwischen 11 und 17 Punkten weisen auf eine milde bis mäßige Ausprägung depressiver Symptome hin. Als klinisch relevant gilt ein kritischer Punktwert von größer oder gleich 18.

70% der depressiven Patienten, die in Behandlung kommen, weisen einen BDI-Wert von größer 19 auf (Hautzinger et al., 1992).

Es gibt Untersuchungen, die die Nützlichkeit, Akzeptanz und Reliabilität des BDI nicht nur für Patientengruppen, sondern auch für Bevölkerungsstichproben (Oliver und Simmons, 1984), studentische Stichproben (Lukesch, 1974; Gotlib, 1984) und Stichproben unter Jugendlichen (Roberts et al., 1990) belegen.

### *2.3.3.3 Die Befindlichkeits-Skala (Bf-S)*

Die Befindlichkeits-Skala (von Zerssen, 1976) erfaßt das Ausmaß der momentanen Beeinträchtigung des subjektiven Befindens. Die Bf-S objektiviert und quantifiziert als Selbstbeurteilungsinstrument das aktuelle Wohlbefinden des Probanden.

Die Bf-S besteht aus 28 Gegensatzpaaren von Eigenschaftswörtern. Der Proband soll dasjenige Eigenschaftswort des Gegensatzpaares angeben, das seinen augenblicklichen Zustand besser beschreibt. Ist dem Probanden eine Entscheidung nicht möglich, so kann eine Rubrik „weder-noch“ angekreuzt werden.

Für ein Kreuz hinter dem Eigenschaftswort, das den positiven Pol des Begriffspaares bildet, werden null Punkte vergeben. Ein Kreuz in der Rubrik „weder-noch“ wird mit einem Punkt verrechnet. 2 Punkte werden vergeben für ein Kreuz hinter dem Eigenschaftswort, das den negativen Pol des Gegensatzpaares bildet.

Somit kann ein minimaler Summenpunktwert von Null und ein maximaler Summenpunktwert von 56 erreicht werden. Dabei zeigt ein Mehr an Punkten eine schlechtere Befindlichkeit an.

#### *2.3.3.4 Das State-Trait-Anxiety Inventory (STAI)*

Das State-Trait-Anxiety Inventory (Laux et al., 1981) besteht aus 2 Teilen: die Form X-1 erfaßt die Zustandsangst als Angstintensität, die in einer bestimmten Situation auftritt; die Form X-2 erfaßt die allgemeine Ängstlichkeit als Persönlichkeitsmerkmal.

In dieser Untersuchung fand lediglich die Form X-1 Verwendung.

Der Selbstbeurteilungsfragebogen enthält 20 Items, die sich auf die gegenwärtige Situation des Probanden beziehen. Die Items werden auf einer vierstufigen Skala mit den Aussagen „überhaupt nicht“, „ein wenig“, „ziemlich“ oder „sehr“ beantwortet. Entsprechend der Antwort werden 1 bis 4 Punkte pro Item verteilt.

Durch Addition der Punkte, die für die einzelnen Items erlangt wurden, wird die Ausprägung der Zustandsangst berechnet.

Der minimale Summenpunktwert beträgt dabei 20, der maximale Summenpunktwert 80 Punkte. Ein größerer Summenpunktwert spricht für eine stärkere Zustandsangst.

#### *2.3.3.5 Schmerzfragebogen I*

Erfragt wird, ob der Proband zur Zeit unter Schmerzen leidet. Ist dies der Fall, sollen vom Probanden weitere Angaben über die subjektive Stärke der Schmerzen (auf einer visuellen Analogskala von 0 bis 100), ihr erstmaliges Auftreten, ihre Frequenz und über schmerzfreie Intervalle gemacht werden.

#### *2.3.3.6 Schmerzfragebogen II*

Mit dem Fragebogen werden soziodemographische Angaben des Probanden erfaßt.

Darüber hinaus sollen bei einem vorhandenen Schmerzleiden die Lokalisation der Schmerzen angegeben werden und die entsprechenden Körperregionen auf einer Graphik markiert werden.

Die Stelle, an der die stärksten Schmerzen auftreten, soll nochmals gesondert genannt werden.

#### 2.3.4 Apparatur zur Schmerzschwellenuntersuchung

Die Schmerzschwelle wurde durch probandenabhängige subjektive Algesimetrie bestimmt.

Die Messungen fanden auf der dorsalen Seite der mittleren Fingerglieder der Mittelfinger statt.

Die Hand und der gesamte Unterarm ruhten während der Messungen auf einer 80 x 40cm großen Tischplatte. Das mittlere Fingerglied wurde in eine rundliche Vertiefung eingelegt, die sich an der Längsseite eines 11 x 3 x 3cm großen Quaders befand. Diese Vorrichtung diente der stabilen Lagerung des Fingers und der Verhinderung von Bewegungsartefakten.

An einem Stativ war ein horizontal ausgerichteter Arm mit einem daran befestigten Meßkolben montiert. Der Arm war mitsamt dem Meßkolben frei nach oben und unten beweglich.

Der Kolben verjüngte sich nach unten zu einem kreisrunden Stempel mit einem Durchmesser von 0,8cm. Dieser Stempel wurde für die Messungen auf das mittlere Fingerglied aufgesetzt. Der Meßkolben ruhte dabei mit seinem Eigengewicht auf dem Finger. Die Anordnung sah vor, daß der Meßkolben im rechten Winkel zur dorsalen Seite des Fingerglieds stand.

Der Beginn der einzelnen Messdurchgänge wurde dem Probanden mit einem Signalton angezeigt. Daraufhin konnte der Arm mit dem daran befestigten Meßkolben vom Probanden selbst per Knopfdruck kontinuierlich und gleichmäßig abgesenkt werden. Dies erfolgte mit Hilfe eines DC Power Supply 1108-16 der Firma Heiden Electronics vollautomatisch und bei jedem Probanden stets mit derselben Geschwindigkeit solange, wie der Knopf weiterhin gedrückt gehalten wurde. Der dabei an dem Stempel entstehende Druck wurde von einem Digital-Dolorimeter LC 100 N der Firma Markasub AG gemessen. Der Maximaldruck wurde automatisch registriert und von einem 2-86er Computer unter der Versuchspersonennummer und der Nummer des Meßdurchgangs als Schmerzschwelle gespeichert.

Wurde der Knopf zur Absenkung des Armes losgelassen, so ließ der aufgebaute Druck sofort nach, und der Meßkolben ruhte wieder mit seinem Eigengewicht auf dem Fingerglied.

#### **2.4 ORT UND ZEITPUNKT DER UNTERSUCHUNG**

Die Untersuchung fand im EEG-Labor der Forschungsgruppe „Klinische Psychophysiologie des Schmerzes“ in der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie Tübingen statt. Das 6 x 1,3 x 2,8m große Labor war lärmgeschützt und besaß ein Fenster, das bei Bedarf abgedunkelt werden konnte.

Direkt neben dem Labor lag ein Kontrollraum, von dem aus der Proband während der Untersuchungsabschnitte, in denen er allein im Raum war, durch eine Videokamera überwacht werden konnte. Die Kommunikation zwischen Versuchsleiter und Proband wurde dann durch ein Zwei-Wege-Kommunikationssystem ermöglicht.

Bei der Vergabe von Terminen für die Untersuchung wurde darauf geachtet, daß die entsprechenden Matchpartner der Gruppen ADS-H und ADS-N zur selben Tageszeit untersucht wurden.

#### **2.5 DAUER DER UNTERSUCHUNG**

Die Untersuchung dauerte zwischen 2 Stunden und 30 Minuten und 3 Stunden.

Wieviel Zeit für die einzelnen Untersuchungsabschnitte benötigt wurde, ist in der Beschreibung des Versuchsablaufs vermerkt (siehe Kapitel 2.7).

#### **2.6 VERSUCHSLEITER**

Alle an der Untersuchung teilnehmenden Probanden wurden von ein und demselben Versuchsleiter untersucht.

Der Versuchsleiter wurde nicht darüber in Kenntnis gesetzt, ob ein Proband der Gruppe ADS-H oder der Gruppe ADS-N angehört.

Die Probanden wußten nicht, nach welchen Kriterien sie zur Untersuchung eingeladen worden waren und waren demnach über ihre Zugehörigkeit zur Gruppe ADS-H bzw. ADS-N nicht informiert.

## **2.7 ABLAUF DER UNTERSUCHUNG**

Im folgenden soll ein Überblick über den Ablauf der Untersuchung gegeben werden.

### **2.7.1 Begrüßung**

Beim Eintritt in das Labor wurde der Proband vom Versuchsleiter begrüßt. Der Versuchsleiter dankte dem Probanden für sein Erscheinen und seine Bereitschaft, an der Untersuchung teilzunehmen.

Der Proband wurde aufgefordert, sich in den bereitgestellten Sessel zu setzen.

### **2.7.2 Einverständniserklärung**

Der Proband wurde gebeten, die Einverständniserklärung (siehe Kapitel 2.3.2) in Ruhe und gründlich durchzulesen und sich bei etwaigen Fragen oder Unklarheiten an den Versuchsleiter zu wenden.

Der Versuchsleiter berichtete mit eigenen Worten nochmals über den Ablauf der bevorstehenden Untersuchung.

Anschließend wurde der Proband gebeten, die Einverständniserklärung zu unterschreiben.

Der Versuchsleiter unterschrieb daraufhin die Einverständniserklärung ebenfalls.

### **2.7.3 Fragebögen**

Dem Proband wurden folgende Fragebögen zum Ausfüllen überreicht:

- Beck-Depressions-Inventar (BDI; Hautzinger et al., 1992; siehe Kapitel 2.3.3.2)
- Befindlichkeits-Skala (Bf-S; von Zerssen, 1976; siehe Kapitel 2.3.3.3)
- State-Trait-Anxiety Inventory (STAI; Laux et al., 1981; siehe Kapitel 2.3.3.4)

Die Probanden wurden gebeten, sich die auf den Fragebögen abgedruckten Instruktionen genau durchzulesen und sich bei Fragen an den Versuchsleiter zu wenden. Für das Ausfüllen der 3 Fragebögen war insgesamt eine Zeit von 20 Minuten vorgesehen.

#### 2.7.4 Untersuchung zur Schmerzschwelle - Teil I

Der Proband wurde gebeten, sich vor den Versuchsaufbau zur Schmerzschwellenbestimmung auf einen bereitgestellten Stuhl zu setzen.

Der Proband erhielt folgende Erklärung und Instruktion:

*„Dieser Versuchsaufbau dient der Untersuchung der Schmerzwahrnehmung.*

*Der Meßkolben wird auf einen Ihrer Finger aufgesetzt. Er ruht mit seinem Eigengewicht auf Ihrem Finger.*

*In der anderen Hand halten Sie einen Stab mit einem Druckknopf. Sobald Sie den Knopf drücken und gedrückt halten, bewegt sich der Meßkolben langsam und gleichmäßig nach unten.*

*Wenn Sie den vom Meßkolben ausgeübten Druck bzw. Reiz als schmerzhaft empfinden, sollen Sie den Knopf sogleich loslassen. Der Druck läßt dann sofort nach, und der Meßkolben ruht wieder mit seinem Eigengewicht auf Ihrem Finger.*

*Es ist NICHT Sinn und Zweck dieser Untersuchung, Schmerz möglichst lange zu ertragen oder auszuhalten.*

*Der Beginn der einzelnen Meßdurchgänge wird durch einen Signalton angezeigt.“*

Zuerst fanden 2 Übungsdurchgänge mit einer Messung an den Ringfingern statt.

Der Proband sollte dazu seine Hand mit der Handfläche nach unten und seinen Unterarm auf den Tisch legen.

Die Messung begann an der durch den Versuchsplan (siehe Kapitel 2.3.1) festgelegten Starthand. Das Mittelglied des Ringfingers wurde in die Vertiefung des kleinen Quaders eingelegt, und der Meßkolben wurde auf den Ringfinger aufgesetzt. Für die andere Hand erhielt der Proband den Stab mit dem Druckknopf.

An beiden Ringfingern wurden je 3 Messungen ausgeführt.

Anschließend folgten jeweils 10 Messungen an den Mittelgliedern der Mittelfinger.

Die Messung begann bei 16 Probanden an der rechten, bei den anderen 16 Probanden an der linken Hand.

Die Schmerzschwellenbestimmung dauerte etwa 15 Minuten.

### 2.7.5 Anbringen der EEG-Elektroden

Die Elektrodenkappe zur EEG-Aufzeichnung lag in zwei verschiedenen Größen (symbolisiert durch die Farben rot und blau) vor. Die für den Probanden passende Kappe wurde ausgewählt und ihre Farbe im Versuchsplan (siehe Kapitel 2.3.1) notiert.

Der elektrische Kontakt zwischen Kopfhaut und Elektroden wurde durch ein Elektrodengel hergestellt. Vereinzelt mußte zur Gewährleistung der Leitfähigkeit die Kopfhaut mit einer stumpfen Nadel aufgeraut werden.

Die Hautstellen, auf denen die Elektroden zur Messung der Augenbewegung angebracht werden sollten, und die Ohrläppchen wurden mit einer Elektrodenpaste aufgeraut. Anschließend wurden an den entsprechenden Stellen Elektroden angebracht.

Die elektrische Impedanz der Elektroden sollte nicht mehr als 5 kOhm betragen.

Das Anbringen der Elektroden dauerte etwa 30 Minuten.

### 2.7.6 Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial

Die Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial bestand aus den Abschnitten Entspannungsphase, Lernphase, Lexical-Decision-Test und Wiedererkennungstest.

Für diese Untersuchung saß der Proband in etwa 1 Meter Abstand zum Computerbildschirm in seinem Sessel.

Während aller Untersuchungsabschnitte fand eine EEG-Aufzeichnung statt.

Nach der Untersuchung waren vom Probanden Wortlisten zur Bestimmung der subjektiven Stimulusrelevanz auszufüllen.

Auf den Free-Recall-Test, der am folgenden Tag stattfand, wird unter Kapitel 2.7.11 näher eingegangen.

### *2.7.6.1 Wortstimuli*

Als Wortstimuli für diese Untersuchung dienten 4 Wortsets mit je 12 Schmerzwörtern und 12 neutralen Wörtern, 48 Distraktoren (neutrale Substantive, Adjektive und Verben) und 72 Non-Words.

Die Schmerzwörter und neutralen Wörter der oben genannten 4 Wortsets waren allesamt kleingeschriebene Adjektive. Sie bestanden aus 4 bis 15 Buchstaben und waren ein- bis maximal viersilbig.

Jedes der 12 Schmerzwörter eines Wortsets bildete mit einem der 12 neutralen Wörter desselben Wortsets ein Paar, das sich in Buchstaben- und Silbenanzahl entsprach.

Alle Wortsets enthielten durchschnittlich 6 Schmerzwörter mit sensorischem Charakter und 6 Schmerzwörter mit affektivem Charakter.

Die 4 Wortsets sind im Anhang (auf Seite 179) aufgeführt.

In dem Untersuchungsabschnitt Lernphase wurden bei der Aufgabenstellung zur flachen, orthographischen Verarbeitung (siehe Kapitel 2.7.6.4) zudem 12 großgeschriebene Substantive und 12 großgeschriebene Adjektive bzw. Verben als Distraktoren verwendet. Bei der Aufgabenstellung zur tiefen, semantischen Verarbeitung (siehe Kapitel 2.7.6.4) kamen 12 kleingeschriebene und 12 großgeschriebene Substantive als Distraktoren zum Einsatz.

Die Distraktoren bestanden aus 4 bis 13 Buchstaben.

Die insgesamt 48 Distraktoren sind ebenfalls im Anhang (auf Seite 180) aufgelistet.

Im Lexical-Decision-Test wurden zusätzlich 72 Non-Words verwendet.

### *2.7.6.2 Präsentation der Wortstimuli*

Die Wortstimuli wurden auf einem 21-Zoll-Bildschirm der Firma Eizo präsentiert.

Die Wörter waren in weißer Farbe geschrieben und erschienen auf schwarzem Grund.

Die Buchstabengröße betrug 10 Millimeter.

Der Proband saß während der Wortpräsentation in einem bequemen Sessel.

Der Abstand zwischen Augen und Bildschirm betrug etwa einen Meter.

### 2.7.6.3 Entspannungsphase

Die Entspannungsphase dauerte 8 Minuten. Während dieser Zeit sollte der Proband ruhig und entspannt in seinem Sessel sitzen. Dabei wurde ein Spontan-EEG aufgezeichnet.

Der Proband erhielt folgende Instruktion:

*„Diese Untersuchung beginnt mit einer Entspannungsphase, während der Ihr Spontan-EEG aufgezeichnet wird. Sitzen Sie hierfür bitte ruhig und entspannt in ihrem Sessel. In bestimmten Zeitabständen werden Sie von einer Stimme über Tonband und über eine Anzeige auf dem Bildschirm aufgefordert, die Augen zu schließen oder zu öffnen. Kommen Sie der Aufforderung bitte nach und halten Sie die Augen anschließend geschlossen bzw. geöffnet, bis Sie eine andere Anweisung erhalten.“*

Der Versuchsleiter verließ für die Dauer der Entspannungsphase den Raum.

### 2.7.6.4 Lernphase

In der Lernphase wurden 2 Wortsets mit Zielwörtern (Targets) - also 24 Schmerzwörter und 24 neutrale Wörter - und 48 Distraktoren in randomisierter Reihenfolge präsentiert. Um die Verarbeitungstiefe zu variieren, wurde eine Gruppe von Zielwörtern (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) einer flachen, orthographischen Verarbeitung zugeführt, wohingegen die Wörter der anderen Gruppe (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) einer tiefen, semantischen Verarbeitung zugeführt wurden.

**Tabelle 2:**

Wortstimuli zur orthographischen Verarbeitung im Abschnitt Lernphase.

	KLEINBUCHSTABEN	GROSSBUCHSTABEN
ADJEKTIVE / VERBEN	12 Schmerzwörter 12 neutrale Wörter <b>Targets</b>	12 Adjektive bzw. Verben <b>Distraktoren</b>
SUBSTANTIVE	—	12 Substantive <b>Distraktoren</b>

Bei der orthographischen Verarbeitung (siehe Tabelle 2) hatte der Proband zu entscheiden, ob das präsentierte Wort in Großbuchstaben geschrieben war. War dies der Fall, sollte der Proband dies per Tastendruck anzeigen.

Als Distraktoren dienten bei dieser Aufgabe 12 großgeschriebene Substantive und 12 großgeschriebene Adjektive bzw. Verben.

**Tabelle 3:**

Wortstimuli zur semantischen Verarbeitung im Abschnitt Lernphase.

	KLEINBUCHSTABEN	GROSSBUCHSTABEN
ADJEKTIVE	12 Schmerzwörter 12 neutrale Wörter <b>Targets</b>	—
SUBSTANTIVE	12 Substantive <b>Distraktoren</b>	12 Substantive <b>Distraktoren</b>

Bei der semantischen Verarbeitung (siehe Tabelle 3) hatte der Proband zu entscheiden, ob das gezeigte Wort ein Substantiv war. War dies der Fall, sollte der Proband dies ebenfalls durch Tastendruck anzeigen.

Als Distraktoren dienten hierbei 12 kleingeschriebene Substantive und 12 großgeschriebene Substantive.

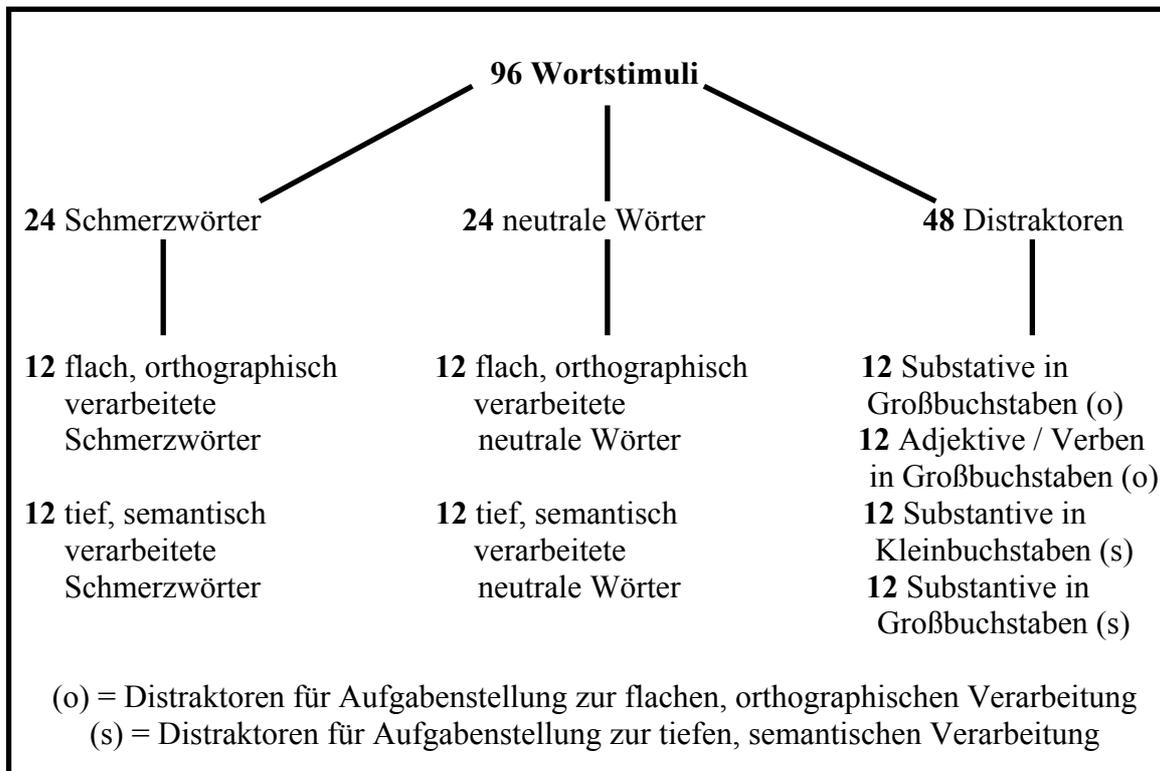
Da die insgesamt 48 Targets allesamt kleingeschriebene Adjektive waren, wurde sowohl bei den Aufgaben zur orthographischen wie auch bei den Aufgaben zur semantischen Verarbeitung lediglich auf die Distraktoren per Knopfdruck reagiert. Auf die Targets hin fand keine Reaktion statt.

Dieses Vorgehen wurde gewählt, um eine artefaktfreie EEG-Aufzeichnung bei der Präsentation der Targets zu ermöglichen.

Eine Gesamtübersicht über die im Untersuchungsabschnitt Lernphase verwendeten Wortstimuli bietet Abbildung 3.

**Abbildung 3:**

Gesamtübersicht über die im Untersuchungsabschnitt Lernphase verwendeten Wortstimuli.



Die Art der Aufgabenstellung wurde dem Probanden durch einen farbigen Rahmen und ein darin eingefügtes Hinweiswort angezeigt.

Sollte der Proband entscheiden, ob das folgende Wort aus Großbuchstaben bestand, so wurde dies durch einen roten Rahmen signalisiert, in dem das Wort GROSSBUCHSTABE zu lesen war.

Sollte der Proband entscheiden, ob das folgende Wort ein Substantiv war, so erschien ein grüner Rahmen mit dem Hinweis HAUPTWORT.

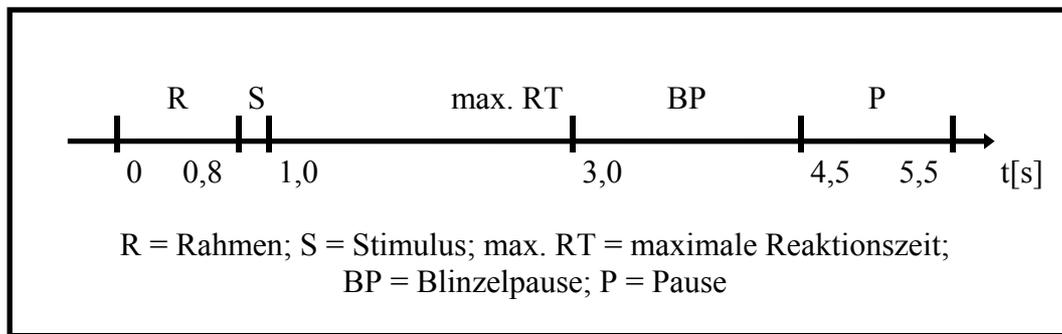
Der rote bzw. der grüne Rahmen mit dem jeweiligen Hinweiswort wurde für 800ms auf dem Bildschirm gezeigt. Daraufhin wurde der Rahmen mit Hinweiswort durch einen Wortstimulus ersetzt. Der Wortstimulus war entweder ein Target oder ein Distraktor und wurde für 200ms präsentiert. Eine Reaktion des Probanden per Tastendruck war während dieser Zeit und für die folgenden 2 Sekunden möglich. Ein einzelner Trial umfaßte somit einen Zeitraum von 3 Sekunden.

Die Zeit zwischen den einzelnen Trials bestand aus einer Blinzelpause von 1,5 Sekunden und einer weiteren Pause von 1 Sekunde. Dies entspricht einer Gesamtpausenzeit von 2,5 Sekunden. Die Blinzelpause wurde optisch durch einen weißen Balken auf dem Bildschirm angezeigt und von einem Signalton von 1,5 Sekunden Dauer begleitet.

Der Ablauf eines Trials und der nachfolgenden Pausenzeit wird in Abbildung 4 nochmals veranschaulicht.

**Abbildung 4:**

Zeitlicher Ablauf eines Trials in der Lernphase.



Vor dem Untersuchungsabschnitt Lernphase wurden die Aufgabenstellungen zur flachen, orthographischen bzw. tiefen, semantischen Verarbeitung getrennt voneinander in kurzen Übungseinheiten von dem Probanden geprobt. Dies fand jeweils zuerst in einem langsamen Tempo, anschließend in dem späteren Originaltempo statt. Daran schloß sich eine weitere kurze Übungseinheit an, in der die beiden Aufgabenstellungen miteinander vermischt geübt wurden.

Der Proband erhielt vom Versuchsleiter eine rote Taste, die mit der durch den Versuchsplan (siehe Kapitel 2.3.1) festgelegten Hand bedient werden sollte.

16 Probanden drückten die rote Taste mit der rechten, die anderen 16 Probanden mit der linken Hand.

Der Proband erhielt folgende Instruktion:

*„Auf dem Bildschirm erscheint ein roter Rahmen, in dem das Wort GROSSBUCHSTABE geschrieben steht. Dieser Rahmen mit dem Wort GROSSBUCHSTABE wird kurz darauf durch ein anderes Wort ersetzt. Ihre Aufgabe ist*

*es zu entscheiden, ob das gezeigte Wort in Großbuchstaben geschrieben ist. Ist dies der Fall, drücken Sie bitte die rote Taste. Dies sollte möglichst genau und möglichst schnell geschehen. Ist das Wort nicht in Großbuchstaben geschrieben, so drücken Sie die Taste bitte nicht.*

*Nach jedem Wort erscheint auf dem Bildschirm ein weißer Balken, begleitet von einem Ton. Sie sollten nach Möglichkeit ausschließlich dann blinzeln, wenn Sie diesen Balken sehen oder den Ton hören. Ansonsten sollten Sie ihre Augen möglichst geöffnet halten.“* Anschließend folgten 2 kurze Übungsblöcke, einer in langsamem Tempo, einer im späteren Originaltempo.

Vor der nächsten Aufgabe erhielt der Proband folgende weitere Instruktion:

*„In der zweiten Aufgabe erscheint auf dem Bildschirm ein grüner Rahmen, in dem das Wort HAUPTWORT geschrieben steht. Dieser Rahmen mit dem Wort HAUPTWORT wird kurz darauf durch ein anderes Wort ersetzt. Ihre Aufgabe ist es zu entscheiden, ob das gezeigte Wort ein Hauptwort ist - unabhängig davon, ob das Wort in Groß- oder Kleinbuchstaben geschrieben ist. Ist dies der Fall, drücken Sie bitte die rote Taste. Dies sollte möglichst genau und möglichst schnell geschehen. Ist das Wort kein Hauptwort, so drücken Sie die Taste bitte nicht.*

*Denken Sie bitte daran, nur dann zu blinzeln, wenn der weiße Balken auf dem Bildschirm zu sehen oder der Ton zu hören ist.“*

Anschließend folgten wiederum 2 kurze Übungsblöcke, einer in langsamem Tempo, einer im späteren Originaltempo.

Der Proband erhielt daraufhin diese weitere Instruktion:

*„In der eigentlichen Aufgabe finden die beiden vorherigen Übungen durcheinander statt. Sehen Sie auf dem Bildschirm den roten Rahmen mit dem Wort GROSSBUCHSTABE, so sollen Sie auf das folgende Wort nur reagieren, wenn es in Großbuchstaben geschrieben ist. Wird der grüne Rahmen mit dem Wort HAUPTWORT gezeigt, so sollen Sie reagieren, wenn das gezeigte Wort ein Hauptwort ist.*

*Denken Sie bitte daran, nur dann zu blinzeln, wenn der weiße Balken auf dem Bildschirm zu sehen oder der Ton zu hören ist.“*

Es folgte ein kurzer Übungsblock, in dem die neue Aufgabenstellung vom Probanden geprobt werden konnte.

Anschließend verließ der Versuchsleiter für die Dauer der Lernphase den Raum.

Die Lernphase begann mit 4 Pufferwörtern, die bei der Auswertung der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden. Diese Pufferwörter sollten verhindern, daß etwaige Unsicherheiten zu Beginn der Aufgabe zu einer Verfälschung der Untersuchungsergebnisse führten.

Die Lernphase dauerte 10 Minuten.

#### 2.7.6.5 Lexical-Decision-Test

Beim Lexical-Decision-Test wurden 72 Wörter und 72 Non-Words - also insgesamt 144 Reize - in zufälliger Reihenfolge präsentiert.

Die 72 Wörter umfaßten die beiden zuvor in der Lernphase gezeigten Wortsets und ein neues, drittes Wortset.

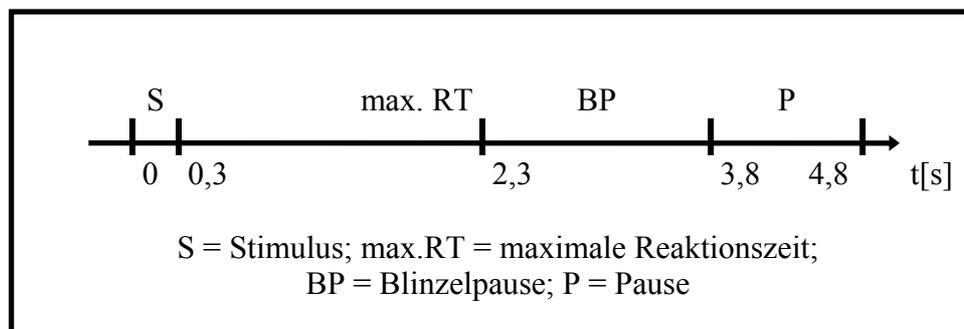
Es wurden somit 24 in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter), 24 in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) und 24 zuvor noch nicht gezeigte, neue Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) dargeboten.

Die Aufgabe des Probanden bestand darin, per Tastendruck zu entscheiden, ob das gezeigte Wort ein sinnvolles deutsches Wort war oder nicht. Hierfür stand der Hälfte der Probanden eine einzelne, rote Taste, der anderen Hälfte 2 Tasten, eine rote und eine schwarze Taste, zur Verfügung.

Welche Probanden eine weitere, schwarze Taste erhielten, wurde durch den Versuchsplan (siehe Kapitel 2.3.1) festgelegt.

#### Abbildung 5:

Zeitlicher Ablauf eines Trials beim Lexical-Decision-Test.



Ein Trial des Lexical-Decision-Tests dauerte 2,3 Sekunden. Zuerst wurde für 300ms ein Wort bzw. Non-Word präsentiert. Eine Reaktion des Probanden per Tastendruck war während dieser Zeit und in den nächsten 2 Sekunden möglich. Anschließend folgten - analog zur Lernphase - eine Blinzelpause von 1,5 Sekunden und eine weitere Pause von 1 Sekunde.

Abbildung 5 verdeutlicht nochmals den zeitlichen Ablauf der Stimuluspräsentation während des Lexical-Decision-Tests.

Der Proband erhielt folgende Instruktion:

*„Auf dem Bildschirm erscheint nun wieder ein Wort. Ihre Aufgabe besteht darin, zu entscheiden, ob dieses Wort ein sinnvolles deutsches Wort oder ein unsinniges Wort ist. Drücken Sie bitte so schnell wie möglich die rote Taste, wenn es sich bei dem präsentierten Wort um ein sinnvolles Wort handelt.*

*Drücken Sie bitte so schnell wie möglich die schwarze Taste, wenn es sich um ein unsinniges Wort handelt.*

*Denken Sie bitte daran, nur dann zu blinzeln, wenn der weiße Balken auf dem Bildschirm zu sehen oder der Ton zu hören ist.“*

Hatte der Proband nur eine Taste zur Verfügung, dann sollte er die rote Taste dann drücken, wenn es sich bei dem präsentierten Wort um ein sinnvolles Wort handelte; anderenfalls sollte er keine Taste drücken.

Vor dem Lexical-Decision-Test fand eine kurze Übungseinheit statt, in der sich der Proband an Ablauf und Aufgabenstellung dieses Untersuchungsabschnittes gewöhnen konnte. Es fand ein langsamer Übungsdurchgang und ein Übungsdurchgang im späteren Originaltempo statt.

Daraufhin verließ der Versuchsleiter für die Dauer des Untersuchungsabschnittes den Raum.

Der Lexical-Decision-Test begann ebenfalls mit 4 Pufferwörtern, die bei der Auswertung der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden.

Der Lexical-Decision-Test dauerte 12 Minuten.

### 2.7.6.6 Wiedererkennungstest

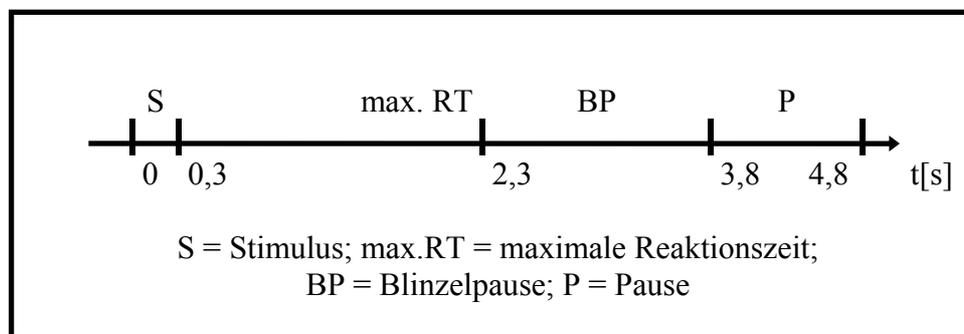
Beim Wiedererkennungstest wurden insgesamt 72 Wörter in randomisierter Reihenfolge präsentiert - die zwei in der Lernphase dargebotenen Wortsets und ein neues, viertes Wortset.

Somit wurden 24 in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter), 24 in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) und 24 zuvor noch nicht präsentierte, neue Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) gezeigt.

Der Proband hatte bei der Präsentation der Wörter darüber zu entscheiden, ob das gezeigte Wort bereits in einer der vorigen Aufgaben auf dem Bildschirm erschienen war oder nicht. Hierfür standen 2 Tasten, eine rote und eine schwarze Taste, zur Verfügung. Der Ablauf der Stimuluspräsentation entsprach dem des Lexical-Decision-Tests. Er ist nochmals in Abbildung 6 dargestellt.

#### Abbildung 6:

Zeitlicher Ablauf eines Trials beim Wiedererkennungstest.



Der Proband erhielt folgende Instruktion:

*„In diesem Untersuchungsabschnitt sollen Sie entscheiden, ob das auf dem Bildschirm präsentierte Wort bereits in den vorigen beiden Untersuchungsabschnitten gezeigt wurde.*

*Ist dies der Fall, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die rote Taste.*

*Sind Sie der Meinung, daß das präsentierte Wort zuvor noch nicht gezeigt wurde, so drücken Sie bitte so schnell wie möglich die schwarze Taste.*

*Denken Sie bitte daran, nur dann zu blinzeln, wenn der weiße Balken auf dem Bildschirm zu sehen oder der Ton zu hören ist.“*

Vor dem Wiedererkennungstest fand eine kurze Übungseinheit statt, in der sich der Proband an den Ablauf und die Aufgabenstellung dieses Untersuchungsabschnittes gewöhnen konnte. Es fand ein langsamer Übungsdurchgang und ein Übungsdurchgang im späteren Originaltempo statt.

Daraufhin verließ der Versuchsleiter für die Dauer des Untersuchungsabschnittes den Raum.

Der Wiedererkennungstest begann wiederum mit 4 Pufferwörtern, die bei der Auswertung der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden.

Der Wiedererkennungstest dauerte 8 Minuten.

#### 2.7.6.7 Gesamtübersicht

##### **Tabelle 4:**

Gesamtübersicht über die in einzelnen Untersuchungsabschnitten verwendeten Wortstimuli.

<b>Entspannungsphase</b>	keine Wortpräsentation			
<b>Lernphase</b>	Wortset 1 12 Schmerzwörter 12 neutrale Wörter orthographische Verarbeitung	Wortset 2 12 Schmerzwörter 12 neutrale Wörter semantische Verarbeitung	48 Distraktoren	
<b>Lexical-Decision-Test</b>	Wortset 1 aus Lernphase	Wortset 2 aus Lernphase	Wortset 3 12 Schmerzwörter 12 neutrale Wörter	72 Non-Words
<b>Wiedererkennungstest</b>	Wortset 1 aus Lernphase	Wortset 2 aus Lernphase	Wortset 4 12 Schmerzwörter 12 neutrale Wörter	

Tabelle 4 soll einen zusammenfassenden Überblick über die in den einzelnen Untersuchungsabschnitten präsentierten Wortstimuli geben.

Die Wortsets 1 bis 4, bestehend aus je 12 Schmerzwörtern und 12 neutralen Wörtern, wurden entsprechend den Vorgaben des Versuchsplans (siehe Kapitel 2.3.1) systematisch variiert.

#### *2.7.6.8 Registrierung der Probandenentscheidungen und der Reaktionszeiten*

Die Entscheidungen, die ein Proband entsprechend den Aufgabenstellungen der Lernphase, des Lexical-Decision-Tests oder des Wiedererkennungstests per Tastendruck traf, wurden von einem 4-86er Computer der Firma Uni Corner mit dem Programm ERTS registriert und gespeichert. Dasselbe galt für die Reaktionszeiten, d.h. für die Zeiten, innerhalb derer die Entscheidungen getroffen wurden.

#### *2.7.6.9 EEG-Ableitung*

Die hirnelektrische Aktivität wurde mit einer Elektrodenkappe der Firma ElectroCaps registriert. In die Kappe waren 32 Zinnelektroden eingearbeitet, die entsprechend dem 10-20-System nach Jasper (1958) angeordnet waren.

Silber-Silberchlorid-Elektroden wurden an den Ohrläppchen angebracht (A1 und A2). Zur Aufzeichnung der horizontalen Augenbewegung (bipolares HEOG) wurden Silber-Silberchlorid-Elektroden in etwa 1cm Abstand zu den lateralen Augenwinkeln auf der Haut fixiert. Silber-Silberchlorid-Elektroden über und unter dem rechten Auge dienten der Registrierung der vertikalen Augenbewegung (bipolares VEOG).

Um die elektrische Leitfähigkeit zwischen Haut und Elektroden zu gewährleisten, wurde Elektodengel bzw. -paste verwendet.

Alle Elektroden wurden gegen die Referenzelektrode CZ abgeleitet. CZ wurde gegen die Elektroden A1 und A2 abgeleitet. Die elektrische Impedanz betrug für alle Elektroden weniger als 5 kOhm.

EEG, VEOG und HEOG wurden mit einem Verstärker der Marke SynAmps (Neuroscan, bandwidth = 0 bis 40Hz, sampling rate = 200Hz) verstärkt und mit einem 4-86er Computer der Firma Uni Corner aufgezeichnet.

Die gewonnenen Daten wurden mit einem 40Hz Low-Pass-Filter bearbeitet; anschließend wurden mit dem Programm Neuroscan eine Baselinekorrektur sowie eine Korrektur der Augenbewegungsartefakte durchgeführt.

Zusätzlich wurden alle Trials visuell auf weitere Artefakte inspiziert.

Mit Hilfe des Programms Neuroscan wurden für jede Versuchsperson Mittelwerte von den evozierten Potentialen für die unterschiedlichen Bedingungen gebildet.

Mit dem Programm Physio, das eigens von der Arbeitsgruppe entwickelt worden war, wurde eine Peakbestimmung durchgeführt. Hierfür wurde für die N100 ein Zeitfenster von 80 bis 180ms, für die P300 ein Zeitfenster von 350 bis 600ms und für den Late Positive Complex ein Zeitfenster von 400 bis 899ms festgelegt. Folgende Elektroden wurden untersucht: F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4.

Um in die Statistik einzugehen, mußten mindestens 8 der 12 Trials pro Bedingung artefaktfrei sein.

#### **2.7.6.10** *Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz*

Nachdem der Proband von der Elektrodenkappe und den Gesichtselektroden befreit worden war, erhielt er - festgelegt durch den Versuchsplan (siehe Kapitel 2.3.1) - Variante A oder Variante B der Wortliste zur Untersuchung der subjektiven Stimulusrelevanz. Dabei wurden die in der Untersuchung verwendeten 4 Wortsets mit je 12 Schmerzwörtern und 12 neutralen Wörtern den Probanden in Form einer Liste vorgelegt.

Die 96 Wörter waren nicht nach den einzelnen Wortsets oder nach den Kategorien „Schmerzwörter“ und „neutrale Wörter“ geordnet. Die Varianten beider unterschieden sich nur hinsichtlich der Reihenfolge, in der die Wörter aufgelistet wurden.

Hinter jedem aufgeführten Wort konnte der Proband durch ein Kreuz markieren, ob er dieses Wort als „gar nicht“, „kaum“, „etwas“, „ziemlich“ oder „sehr“ bedrohlich empfand.

Distraktoren und Non-Words kamen in dieser Liste nicht vor.

Der Proband sollte sich bei etwaigen Fragen an den Versuchsleiter wenden.

Dieser Untersuchungsabschnitt dauerte etwa 5 Minuten.

Die Variante A der Wortliste ist im Anhang (auf Seite 181 und 182) zu finden.

### 2.7.7 Schmerzfragebögen I und II

Der Proband erhielt die Schmerzfragebögen I (siehe Kapitel 2.3.3.5) und II (siehe Kapitel 2.3.3.6) zum Ausfüllen.

Er wurde aufgefordert, sich mit eventuellen Fragen an den Versuchsleiter zu wenden.

Das Ausfüllen der beiden Fragebögen nahm etwa 5 Minuten in Anspruch.

### 2.7.8 Untersuchung zur Schmerzschwelle - Teil II

Der zweite Teil der Untersuchung zur Schmerzschwelle fand analog zum ersten Teil statt.

Lediglich die Übungsdurchgänge entfielen.

Die Untersuchung wurde wieder mit der durch den Versuchsplan festgelegten Starthand (siehe Kapitel 2.3.1) begonnen.

Für diesen Teil der Schmerzschwellenbestimmung waren etwa 10 Minuten vorgesehen.

### 2.7.9 Aufwandsentschädigung

Der Proband erhielt vom Versuchsleiter nach Beendigung des letzten Untersuchungsabschnittes eine Aufwandsentschädigung von DM 40,- oder eine Unterschrift zur Bescheinigung von Versuchspersonenstunden.

### 2.7.10 Verabschiedung

Der Proband wurde vom Versuchsleiter nochmals auf das am nächsten Tag zu führende Telefonat hingewiesen. Die Telefonnummer des Probanden wurde notiert, oder dieser erhielt die Telefonnummer des Versuchsleiters.

Der Versuchsleiter dankte dem Probanden für dessen Teilnahme an der Untersuchung und verabschiedete ihn.

### 2.7.11 Free-Recall-Test

Der Free-Recall-Test fand am Tage nach der Untersuchung telefonisch zwischen 9 und 10 Uhr statt.

Der Proband erhielt folgende Instruktion:

*„Nennen Sie bitte so viele Wörter wie möglich, die Ihnen gestern bei der Untersuchung auf dem Computerbildschirm präsentiert worden sind.“*

Der Versuchsleiter notierte die vom Probanden genannten Wörter.

## 2.8 STATISTISCHE ANALYSE

Alle statistischen Berechnungen wurden auf einem 4-86 er Computer der Firma Uni Corner mit dem Programm Statistica (Version 5.0) durchgeführt. Lediglich die Berechnungen der Korrelationen bei der Schmerzschwellenuntersuchung erfolgten auf einem P60 Computer der Firma Escom mit dem Programm Jump (Version 3.1.2).

### 2.8.1 Allgemeine Bemerkungen zur statistischen Analyse

Wiederholte Messungen können nötig werden, wenn ein Subjekt zu verschiedenen Zeitpunkten oder unter unterschiedlichen experimentellen Bedingungen beobachtet wird. Diese unterschiedlichen Bedingungen könnten als „within-Subjekte“ bezeichnet werden. Faktoren hingegen, die voneinander unabhängige Gruppen oder Subjekte beinhalten, werden „between-Subjekte“ genannt.

Designs mit wiederholten Messungen oder Messungen unter unterschiedlichen experimentellen Bedingungen beinhalten oft ein Mischung aus „within-Subjekten“ und „between-Subjekten“. Da Messwiederholungen oder Messungen unter anderen experimentellen Bedingungen beinahe niemals unabhängig voneinander sind, wird eine spezielle Technik für die korrekte Analyse notwendig. Die multivariate Varianzanalyse kann herangezogen werden, um solch ein Design zu analysieren (O'Brien und Kaiser, 1985).

Von multipler oder multivariater Varianzanalyse spricht man erst, wenn mindestens zwei abhängige Variablen gleichzeitig getestet werden (Engfer, 1993).

Bortz (1993) betont, daß auf einzelne abhängige Variablen bezogene Tests nicht so aussagekräftig sind wie ein multivariater Test. Dennoch überwiegt immer noch die Tendenz zur univariaten Analyse (t-Test oder univariate Varianzanalyse) zur Überprüfung von Hypothesen, obwohl diese meistens eigentlich eine multivariate Überprüfung (z.B. multivariate Varianzanalyse) erfordern würden (Huberty und Morris, 1989). Die multivariate Varianzanalyse unterscheidet sich von univariaten Mittelwertsvergleichen dadurch, daß statt einer abhängigen Variablen mehrere abhängige Variablen simultan untersucht werden (Bortz, 1993).

Der univariate Ansatz ist laut Huberty und Morris (1989) nur unter folgenden Randbedingungen zu rechtfertigen:

- Die abhängigen Variablen sind zumindest theoretisch als wechselseitig unabhängig vorstellbar.
- Die Untersuchung dient nicht der Überprüfung von Hypothesen, sondern der Erkundung der wechselseitigen Beziehungen der abhängigen Variablen untereinander und ihrer Bedeutung für Gruppenunterschiede.
- Man beabsichtigt, die Ergebnisse der Untersuchung mit bereits durchgeführten univariaten Analysen zu vergleichen.
- Man ist an Parallelstichproben interessiert und möchte die Äquivalenz der untersuchten Stichproben bezüglich möglichst vieler Variablen nachweisen.

Wann immer die Frage Vorrang hat, ob sich die Stichproben insgesamt, also in bezug auf alle berücksichtigten abhängigen Variablen unterscheiden, ist ein multivariater Mittelwertvergleich durchzuführen. Eine multivariate Analyse ist dementsprechend immer erforderlich wenn

- eine Teilmenge von Variablen identifiziert werden soll, die am meisten zur Unterscheidung der Stichproben beitragen.
- die relative Bedeutung der Variablen für die Unterscheidung der Stichproben ermittelt werden soll und
- ein den am besten trennenden Variablen gemeinsam zugrundeliegendes Konstrukt zu bestimmen ist.

Keine dieser Informationen ist aus einer univariaten Analyse ableitbar (Huberty und Morris, 1989).

Bei Verwendung des Statistikprogramms STATISTICA wird die Funktion ANOVA / MANOVA immer dann automatisch eine multivariate Varianzanalyse ausführen, wenn mehrere abhängige Variablen spezifiziert werden.

In allen anderen Belangen wird bei der Analyse von Designs mit mehreren abhängigen Variablen in genau der gleichen Weise vorgegangen wie im univariaten Fall.

Der Grund für eine Varianzanalyse ist eine Überprüfung von signifikanten Unterschieden zwischen Mittelwerten. Vergleicht man lediglich zwei Mittelwerte, so wird eine Varianzanalyse zum selben Ergebnis kommen wie ein t-Test für unabhängige bzw. ein t-Test für abhängige Stichproben. Jedoch ist die Varianzanalyse eine mehr flexiblere und aussagekräftigere Technik, die eine Anwendung auch bei wesentlich komplexeren Designs zuläßt:

- Die Varianzanalyse ist effizienter, da sie mit weniger Beobachtungen mehr Informationen zu Tage fördert.
- Die Varianzanalyse ist zudem aussagekräftiger, da man jeden Faktor testen kann, während man alle anderen kontrolliert und somit weniger Beobachtungen benötigt, um einen signifikanten Effekt zu finden als bei einem einfachen t-Test.

Die Varianzanalyse hat den weiteren Vorteil, daß Interaktionseffekte entdeckt werden können und hiermit mehr der Realität entsprechende komplexere Hypothesen überprüft werden können (Statistica Online Textbook, 1999).

### 2.8.2 Fragebögen

Bezüglich der erreichten Summenpunktwerte in den Fragebögen BDI, Bf-S und STAI wurde jeweils die folgende ANOVA (1-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Abhängige Variable: Summenpunktwerte im BDI [0-63 Pkt.], in der Bf-S [0-56 Pkt.] bzw. im STAI [20-80 Pkt.].

### 2.8.3 Untersuchung zur Schmerzschwelle

Bei Teil I und II der Schmerzschwellenuntersuchung wurden die jeweils ersten 3 der 10 Messungen pro Hand für die Erstellung der Statistik nicht berücksichtigt (siehe auch

Kapitel 3.3). Die verbleibenden 7 Messungen pro Hand und Untersuchungsteil wurden zu einem Durchschnittswert zusammengefaßt.

Es wurde folgende MANOVA (3-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Within-Faktoren: Untersuchungsabschnitt (Teil I, Teil II), untersuchte Hand (rechts, links).

Abhängige Variable: Schmerzschwelle [lbs.].

Für die Gruppe SCH-J wurde zudem die Korrelation zwischen der im Schmerzfragebogen I (siehe Kapitel 2.3.3.5) angegebenen subjektiven Stärke des aktuellen Schmerzleidens und der Schmerzschwelle bestimmt. Dies geschah für die rechte und linke Hand für jeweils beide Untersuchungsabschnitte.

#### 2.8.4 Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial

Im folgenden soll die Vorgehensweise bei der Aufarbeitung und Analyse der Daten zu dieser Untersuchung dargestellt werden.

##### *2.8.4.1 Lexical-Decision-Test*

Für die Auswertung des Lexical-Decision-Tests wurden die in der Lernphase flach verarbeiteten Schmerzwörter (12), die tief verarbeiteten Schmerzwörter (12), die flach verarbeiteten neutralen Wörter (12) und die tief verarbeiteten neutralen Wörter (12) als jeweils eine Wortgruppe behandelt.

Die beim Lexical-Decision-Test neu präsentierten Schmerzwörter (12) und die neu präsentierten neutralen Wörter (12) stellten zwei weitere Wortgruppen dar.

Für jede der 6 Wortgruppen wurde die Anzahl der richtigen Antworten ermittelt. Das bedeutet: für jede Wortgruppe wurde die Anzahl der Wörter bestimmt, die von dem Probanden korrekt als sinnvolles Wort erkannt wurden.

Es wurde folgende MANOVA (4-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N, 1 und 2 Tasten.

Within-Faktoren: Verarbeitungstiefe (tief, flach, neu), Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Die durchschnittliche Reaktionszeit auf die Wörter der einzelnen Wortgruppen wurde bestimmt. Nur diejenigen Reaktionszeiten gingen in die Berechnung mit ein, die für korrekt erkannte Wörter benötigt wurden.

Für die bestimmten Reaktionszeiten sowie den Logarithmus der bestimmten Reaktionszeiten wurde jeweils folgende MANOVA (4-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N, 1 und 2 Tasten.

Within-Faktoren: Verarbeitungstiefe (tief, flach, neu), Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

#### *2.8.4.2 Wiedererkennungstest*

Für die Auswertung des Wiedererkennungstests wurde die Anzahl der richtig wiedererkannten Wörter der bereits in der Lernphase präsentierten und dort flach verarbeiteten Schmerzwörter (12), der tief verarbeiteten Schmerzwörter (12), der flach verarbeiteten neutralen Wörter (12) und der tief verarbeiteten neutralen Wörter (12) bestimmt. Zudem wurde die durchschnittliche Reaktionszeit für das Wiedererkennen von Wörtern aus diesen unterschiedlichen Wortkategorien berechnet. Nur diejenigen Reaktionszeiten gingen in die Berechnung mit ein, die für korrekt wiedererkannte Wörter benötigt wurden.

Für die Anzahl der wiedererkannten Wörter, für die durchschnittliche Reaktionszeit und für den errechneten Logarithmus der Reaktionszeiten wurde folgende MANOVA (3-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Within-Faktoren: Verarbeitungstiefe (tief, flach), Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Die MANOVA für die Anzahl der wiedererkannten Wörter wurde nochmals ausgeführt, nachdem die Antworttendenzen der einzelnen Probanden mit berücksichtigt wurden. Hierzu wurde von der Anzahl der richtig wiedererkannten Wörter aus der Wortgruppe der in der Lernphase flach verarbeiteten Schmerzwörter (12) und aus der Wortgruppe der in der Lernphase tief verarbeiteten Schmerzwörter (12) die Anzahl derjenigen

Schmerzwörter abgezogen, die von dem Probanden zwar als wiedererkannt angegeben wurden, in Wirklichkeit jedoch neu waren (False Alarms). Dasselbe geschah mit den Wortgruppen der in der Lernphase flach verarbeiteten neutralen Wörter (12) und der in der Lernphase tief verarbeiteten neutralen Wörter (12). Von der Anzahl der richtig wiedererkannten Wörter aus diesen beiden Wortgruppen wurde die Anzahl der neutralen Wörter abgezogen, die von dem Probanden zwar als wiedererkannt angegeben wurden, tatsächlich jedoch in diesem Untersuchungsabschnitt neu auftauchten (False Alarms).

#### 2.8.4.3 EEG-Daten

Um bei den statistischen Berechnungen berücksichtigt zu werden, mußten mindestens 8 der 12 Trials pro Bedingung artefaktfrei sein. Für die entsprechenden Bedingungen und Untersuchungsabschnitte wurden Mittelwerte gebildet. Es gingen nur Peaks in die Berechnung ein, die bei Wörtern aufgetreten waren, auf die im Sinne der jeweiligen Aufgabenstellung richtig geantwortet worden war.

Für den Untersuchungsabschnitt Lernphase wurde folgende MANOVA (4-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Within-Faktoren: Elektrode (F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4), Verarbeitungstiefe (tief, flach), Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Für den Lexical-Decision-Test wurde folgende MANOVA (5-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N, 1 und 2 Tasten.

Within-Faktoren: Elektrode (F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4), Verarbeitungstiefe (tief, flach, neu), Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Für den Wiedererkennungstest wurde folgende MANOVA (4-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Within-Faktoren: Elektrode (F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4), Verarbeitungstiefe (tief, flach), Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Beim Wiedererkennungstest gingen auch diejenigen Trials in die Berechnungen mit ein, bei denen der Proband den Stimulus nicht richtig wiedererkannt hatte.

Wurde ein Effekt zusammen mit dem Faktor Elektrode signifikant, so wurden die Berechnungen nochmals für jede einzelne Elektrode durchgeführt, um zu lokalisieren, an welcher oder an welchen Elektroden der Effekt genau auftrat.

#### *2.8.4.4 Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz*

Für die auf der Wortliste abgedruckten Schmerzwörter und neutralen Wörter wurde jeweils ein Bedrohlichkeitswert gebildet. Für die Angabe, daß ein Wort als „sehr bedrohlich“ empfunden wird, wurden 5 Punkte vergeben. Entsprechend wurden bei der Angabe „ziemlich bedrohlich“ 4 Punkte, „etwas bedrohlich“ 3 Punkte, „kaum bedrohlich“ 2 Punkte und „gar nicht bedrohlich“ 1 Punkt vergeben. Diese Punkte wurden für jedes einzelne Schmerzwort zu einem Bedrohlichkeitswert addiert. Dasselbe gilt für die neutralen Wörter.

Es wurde folgende MANOVA (2-way-ANOVA) durchgeführt:

Between-Faktoren: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Within-Faktoren: Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Abhängige Variable: Bedrohlichkeitswert [48-240].

#### *2.8.4.5 Free-Recall-Test*

Es wurde die Anzahl der vom Probanden genannten Schmerzwörter, die tatsächlich in der Untersuchung vorkamen, und die Anzahl der vom Probanden genannten neutralen Wörter, die in der Untersuchung präsentiert wurden, bestimmt.

Es wurde folgende MANOVA (2-way-ANOVA) durchgeführt:

Between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N.

Within: Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter).

Abhängige Variable: Anzahl erinnerter Wörter [0-48].

### 2.8.5 Shapiro-Wilk-Test und Bonferoni-Korrektur

Im allgemeinen ist die MANOVA sehr robust gegen Verletzungen der Normalverteilung. Sie kann zu einem bestimmten Grad verletzt werden, ohne daß die Aussagekraft der p-Werte und des Tests eingeschränkt wären. Dies trifft vor allem für Untersuchungen von Gruppen gleicher Größe zu (O'Brien und Kaiser, 1985).

Bradley (1978) definiert den Begriff „Robustheit“ näher und bezeichnet einen Test als robust, wenn die Anzahl der Fehlentscheidungen nicht genau bei 5%, sondern im Bereich 2,5% bis 7,5% liegt.

Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests, die die in dieser Untersuchung verwendeten Datensätze auf eine Normalverteilung hin überprüfen, sind im Anhang (auf Seite 197 bis 201) zu finden.

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine explorative Studie handelt, wurde darauf verzichtet, die Signifikanzniveaus zu korrigieren. Dennoch werden die Ergebnisse der Bonferoni-Korrektur für die statistischen Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsabschnitte aus Gründen der Vollständigkeit im Anhang (auf Seite 202 bis 204) dargestellt.

Die Bonferoni-Korrektur ist eine generelle Methode, die auf jegliche Art von im Vorfeld geplanten Tests angewandt werden kann. Sie ist insbesondere dann von Nutzen, wenn man den Fehler 1. Art bei nur wenigen im Vorfeld geplanten Tests (Anzahl der Tests kleiner gleich 5) kontrollieren will (O'Brien und Kaiser, 1985). Die alpha-Fehler-Korrektur nach Bonferoni fällt dabei eher konservativ aus (Bortz, 1993).

Bei der Darstellung der Ergebnisse und der Diskussion der Ergebnisse dieser Arbeit wurden die Ergebnisse der Bonferoni-Korrektur nicht weiter berücksichtigt.

### 3 ERGEBNISSE

#### 3.1 VERSUCHSPERSONEN

Die Angaben in Tabelle 5 wurden mit den Schmerzfragebögen I und II (siehe Kapitel 2.3.3.5 bzw. 2.3.3.6) ermittelt.

**Tabelle 5:**  
Versuchspersonenbeschreibung.

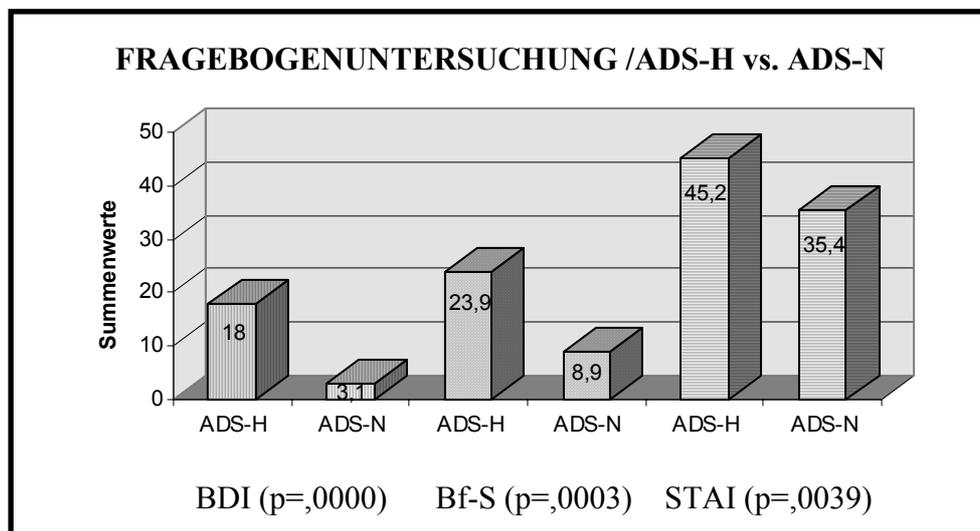
	ADS-H		ADS-N
<b>GESCHLECHT</b>	9	Frauen	9
	7	Männer	7
<b>ALTER</b>	26,75	Jahre im Durchschnitt	26,88
<b>FAMILIENSTAND</b>	12	ledig	13
	2	verheiratet	3
	2	getrennt lebend	0
<b>ANZAHL DER KINDER</b>	4	1 Kind	0
	1	2 Kinder	1
<b>SCHULBILDUNG</b>	14	Abitur	14
	2	Hochschulstudium / Fachhochschulreife	2
<b>BERUFLICHE TÄTIGKEIT</b>	14	Student	16
	2	arbeitslos	0
<b>UNTER SCHMERZ LEIDEND</b>	9	Versuchspersonen	7
<b>SUBJEKTIVE SCHMERZSTÄRKE</b>	18,44	x/100 im Durchschnitt	17,19
<b>1. AUFTRETEN DES SCHMERZES</b>	1	vor < oder = 1 Monat	1
	2	vor < oder = 1 Jahr	1
	2	vor < oder = 5 Jahr	2
	2	vor < oder = 10 Jahr	1
	2	vor > 10 Jahren	2
<b>FREQUENZ DES AUFTRETENS DES SCHMERZES</b>	1	täglich	2
	3	mehrmals pro Woche	1
	5	mehrmals pro Monat	3
	0	mehrmals pro Jahr	1
<b>AM SCHLIMMSTEN VOM SCHMERZ BETROFFEN</b>	3	Kopf	3
	1	Untere Extremität	1
	3	Schulter / Nacken	1
	2	Bauch / Unterleib	1
	0	Wirbelsäule	1

Die 9 Probanden der Gruppe ADS-H und die 7 Probanden der Gruppe ADS-N, die unter Schmerzen litten, wurden zu einer weiteren Gruppe SCHMERZEN-JA (SCH-J; n = 16) zusammengefaßt, bei der die durchschnittliche subjektive Schmerzstärke des aktuellen Schmerzleidens bei 35,63 lag. Die übrigen 16 Versuchspersonen bildeten die Gruppe SCHMERZEN-NEIN (SCH-N; n = 16). Die Gruppen SCH-J und SCH-N dienten als weitere unabhängige Variablen.

### 3.2 FRAGEBÖGEN

#### **Abbildung 7:**

Fragebogen-Scores; ADS-H vs. ADS-N.



#### **Tabelle 6:**

ANOVA (1-way-ANOVA)-Ergebnisse zu den Fragebogen-Untersuchungen:

between: ADS-H und ADS-N

abhängige Variable: Summenpunktwerte im BDI [0-63 Pkt.], in der Bf-S [0-56 Pkt.] bzw. im STAI [20-80 Pkt.]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

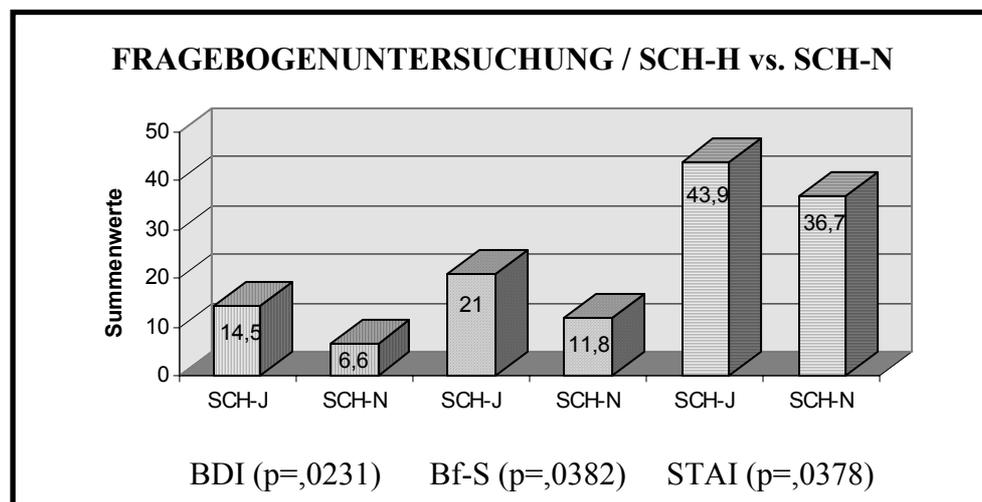
	Mittelwerte ADS-H	Mittelwerte ADS-N	df	F-Wert	p-Wert
<b>BDI-Score</b>	18,00	3,06	1,30	39,52	<b>=,0000</b>
<b>Bf-S-Score</b>	23,88	8,98	1,30	16,60	<b>=,0003</b>
<b>STAI-Score</b>	45,19	35,44	1,30	9,79	<b>=,0039</b>

Die Gruppe ADS-H zeigte im Vergleich zur Gruppe ADS-N signifikant erhöhte Testwerte im Beck-Depressions-Inventar (BDI;  $F(1,30)=39,52$ ;  $p=,0000$ ), auf der Befindlichkeits-Skala (Bf-S;  $F(1,30)=16,60$ ;  $p=,0003$ ) und im State-Trait-Anxiety Inventory (STAI;  $F(1,30)=9,79$ ;  $p=,0039$ ). Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 bzw. Tabelle 6 veranschaulicht.

Auch die Gruppe SCH-J zeigte gegenüber der Gruppe SCH-N signifikant erhöhte Summenpunktwerte im BDI ( $F(1,30)=6,56$ ;  $p=,0231$ ), auf der Bf-S ( $F(1,30)=4,70$ ;  $p=,0382$ ) und im STAI ( $F(1,30)=4,72$ ;  $p=,0378$ ; siehe Abbildung 8 bzw. Tabelle 7).

### Abbildung 8:

Fragebogen-Scores; SCH-J vs. SCH-N.



### Tabelle 7:

ANOVA (1-way-ANOVA)-Ergebnisse zu den Fragebogen-Untersuchungen:

between: SCH-J und SCH-N

abhängige Variable: Summenpunktwerte im BDI [0-63 Pkt.], in der Bf-S [0-56 Pkt.] bzw. im STAI [20-80 Pkt.]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

	Mittelwerte SCH-J	Mittelwerte SCH-N	df	F-Wert	p-Wert
<b>BDI-Score</b>	14,50	6,56	1,30	5,74	<b><math>=,0231</math></b>
<b>Bf-S-Score</b>	21,00	11,75	1,30	4,70	<b><math>=,0382</math></b>
<b>STAI-Score</b>	43,94	36,69	1,30	4,72	<b><math>=,0378</math></b>

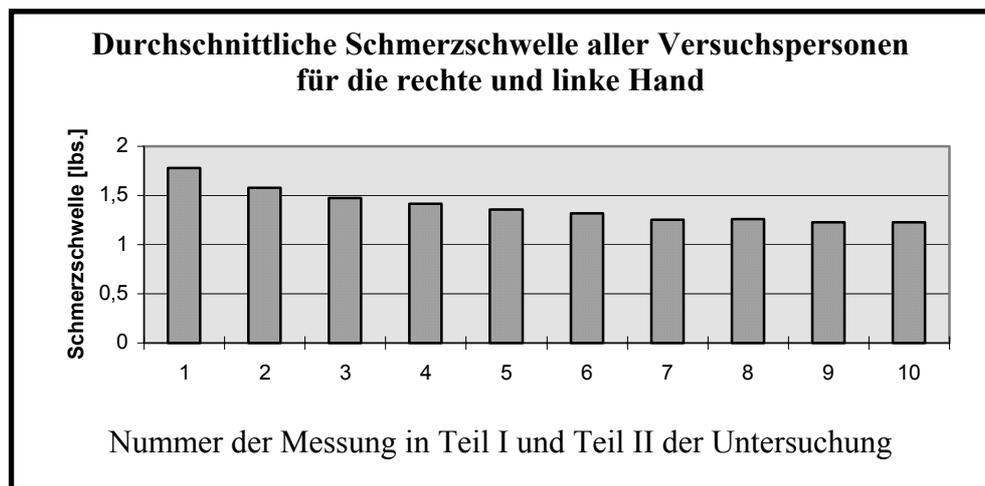
### **3.3 UNTERSUCHUNG ZUR SCHMERZSCHWELLE**

Das in Abbildung 9 gezeigte Bild ergibt sich bei Berechnung einer durchschnittlichen Schmerzschwelle für jede der 10 durchgeführten Einzelmessungen bei Berücksichtigung aller in Teil I und Teil II durchgeführten Messungen an der rechten und linken Hand und Berücksichtigung aller Versuchspersonen.

Die jeweils 3 ersten Messungen wurden für die Erstellung der Statistik nicht berücksichtigt.

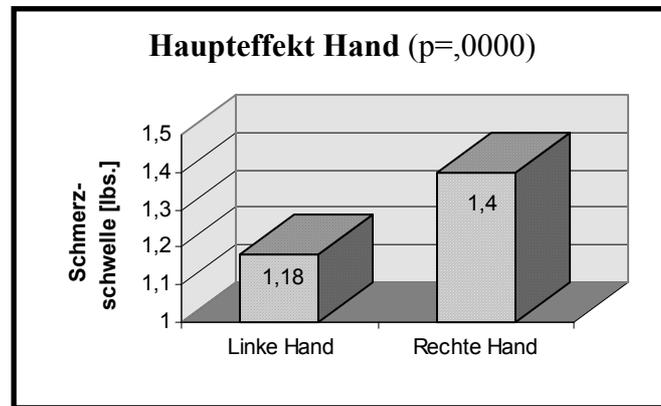
#### **Abbildung 9:**

Durchschnittliche Schmerzschwelle der rechten und linken Hand in Teil I und Teil II der Untersuchung über alle Versuchspersonen hinweg.



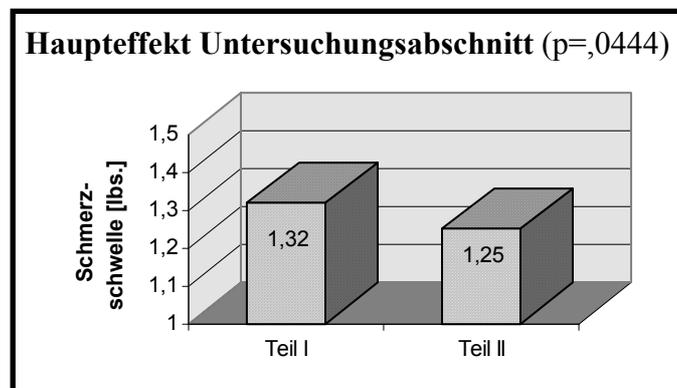
Beim Vergleich der Schmerzschwelle der rechten und der linken Hand ergab sich eine signifikant erhöhte Schmerzschwelle für die rechte Hand ( $F(1,30)=24,01$ ;  $p=,0000$ ; siehe Abbildung 10).

**Abbildung 10:**  
Schmerzschnwellenvergleich rechte und linke Hand.



In Teil I der Untersuchung zeigte sich generell eine höhere Schmerzschwelle als in Teil II der Untersuchung ( $F(1,30)=4,41$ ;  $p=,0444$ ; siehe Abbildung 11).

**Abbildung 11:**  
Schmerzschwelle bei Teil I und Teil II der Untersuchung.



Zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N konnte kein Schmerzschnwellenunterschied festgestellt werden ( $F(1,30)=0,16$ ;  $p=,6898$ ).

Auch zwischen den Gruppen SCH-J und SCH-N fand sich kein Unterschied bezüglich der Schmerzschwelle ( $F(1,30)=0,02$ ;  $p=,8976$ ).

Die gesamten MANOVA-Ergebnisse sind in Tabelle 8 bzw. Tabelle 9 dargestellt.

**Tabelle 8:**

MANOVA (3-way-ANOVA)-Ergebnisse zur Untersuchung zur Schmerzschwelle:

between: ADS-H und ADS-N

within: Untersuchungsabschnitt (Teil I, Teil II), untersuchte Hand (rechts, links)

abhängige Variable: Schmerzschwelle [lbs.]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

Effekt	Mittelwerte	Mittelwerte	df	F-Wert	p-Wert
<b>Gruppe</b>	ADS-H: 1,31	ADS-N: 1,26	1,30	0,16	<b>=,6898</b>
<b>Teil der U.</b>	1. Teil: 1,32	2. Teil: 1,25	1,30	4,41	<b>=,0444</b>
<b>Hand</b>	Links: 1,18	Rechts: 1,38	1,30	24,01	<b>=,0000</b>
<b>Effekt: Gruppe x Teil der U.</b>			1,30	0,51	=,4814
<b>Effekt: Gruppe x Hand</b>			1,30	1,83	=,1847
<b>Effekt: Teil der U. x Hand</b>			1,30	1,10	=,3037
<b>Effekt: Gruppe x Teil der U. x Hand</b>			1,30	0,06	=,8095

**Tabelle 9:**

MANOVA (3-way-ANOVA)-Ergebnisse zur Untersuchung zur Schmerzschwelle:

between: SCH-J und SCH-N

within: Untersuchungsabschnitt (Teil I, Teil II), untersuchte Hand (rechts, links)

abhängige Variable: Schmerzschwelle [lbs.]

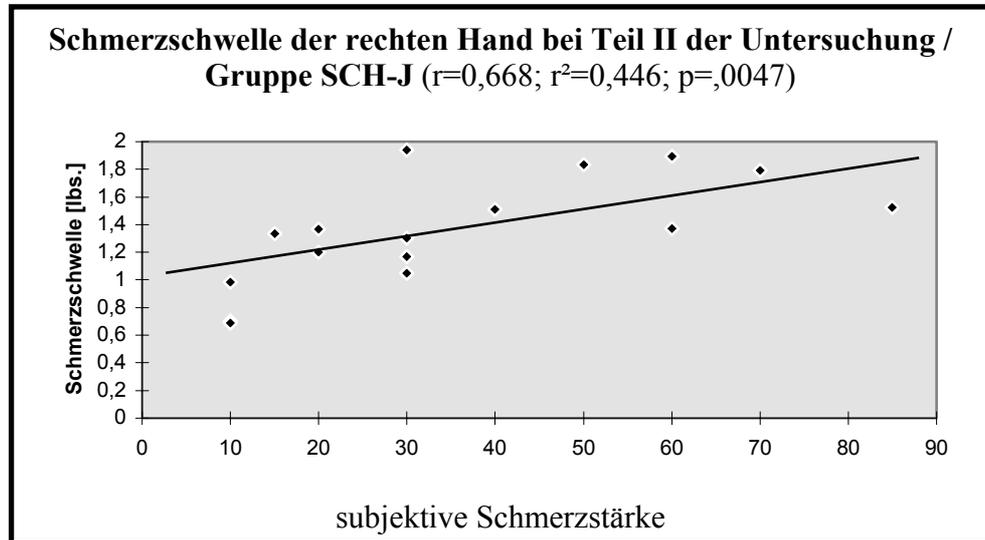
Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

Effekt	Mittelwerte	Mittelwerte	df	F-Wert	p-Wert
<b>Gruppe</b>	SCH-J: 1,28	SCH-N: 1,30	1,30	0,02	<b>=,8976</b>
<b>Effekt: Gruppe x Teil der U.</b>			1,30	0,38	=,5424
<b>Effekt: Gruppe x Hand</b>			1,30	0,11	=,7462
<b>Effekt: Gruppe x Teil der U. x Hand</b>			1,30	0,08	=,7807

Wurde die Schmerzschwelle der Gruppe SCH-J mit der von den Probanden angegebenen subjektiven Stärke des aktuellen Schmerzenleidens korreliert, so ergab sich in Teil II der Untersuchung eine signifikante Korrelation der Schmerzschwelle der rechten Hand mit der subjektiven Schmerzstärke. Das bedeutet: je stärker die Schmerzen vom Probanden empfunden wurden, desto höher war die an der rechten Hand gemessene Schmerzschwelle (siehe Abbildung 12 bzw. Tabelle 10).

**Abbildung 12:**

Korrelation der Schmerzschwelle der rechten Hand mit der subjektiven Schmerzstärke (nur Gruppe SCH-J).

**Tabelle 10:**

Ergebnisse der Korrelation der Schmerzschwelle der rechten bzw. der linken Hand mit der subjektiven Stärke des Schmerzleidens der Gruppe SCH-J.

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>Korrelation von Schmerzschwelle und subjektiver Schmerzintensität</b>	<b>r</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Linke Hand / 1. Untersuchungsteil</b>	0,436	0,190	1,14	3,29	<b>=,0912</b>
<b>Rechte Hand / 1. Untersuchungsteil</b>	0,477	0,228	1,14	4,13	<b>=,0615</b>
<b>Linke Hand / 2. Untersuchungsteil</b>	0,358	0,128	1,14	2,06	<b>=,1733</b>
<b>Rechte Hand / 2. Untersuchungsteil</b>	0,668	0,446	1,14	11,25	<b>=,0047</b>

### **3.4 UNTERSUCHUNG ZUM IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR SCHMERZASSOZIIERTES WORTMATERIAL**

Im folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial dargestellt.

Die MANOVA Ergebnis-Tabellen zum Lexical-Decision-Test, dem Wiedererkennungstest und den gewonnenen EEG-Daten sind aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang zu finden (auf Seite 183 bis 196).

#### **3.4.1 Lexical-Decision-Test**

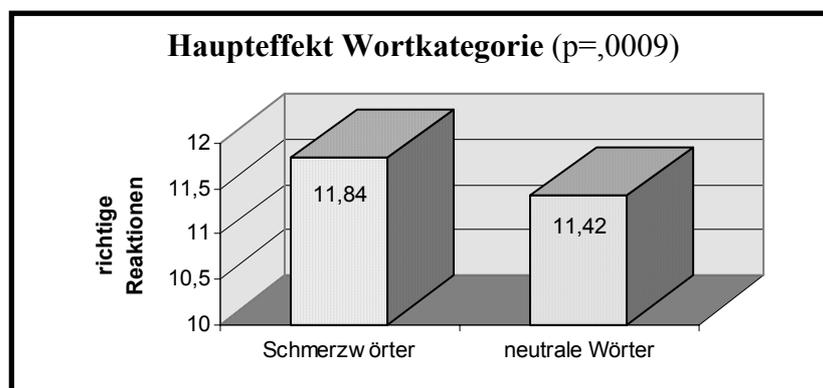
Die Unterscheidung zwischen Probanden, die beim Lexical-Decision-Test zwei Tasten zu bedienen hatten, und Probanden, die lediglich eine Taste erhalten hatten, erbrachte keine signifikanten Effekte (siehe Tabelle 25 bis 28 im Anhang auf Seite 183 bis 185).

#### **Anzahl der richtigen Entscheidungen**

Auf Schmerzwörter hin wurden signifikant mehr richtige Entscheidungen getroffen als auf neutrale Wörter hin. Das bedeutet, daß Schmerzwörter häufiger als sinnvolle Wörter erkannt wurden als neutrale Wörter ( $F(1,28)=13,76$ ;  $p=,0009$ ; siehe Abbildung 13).

#### **Abbildung 13:**

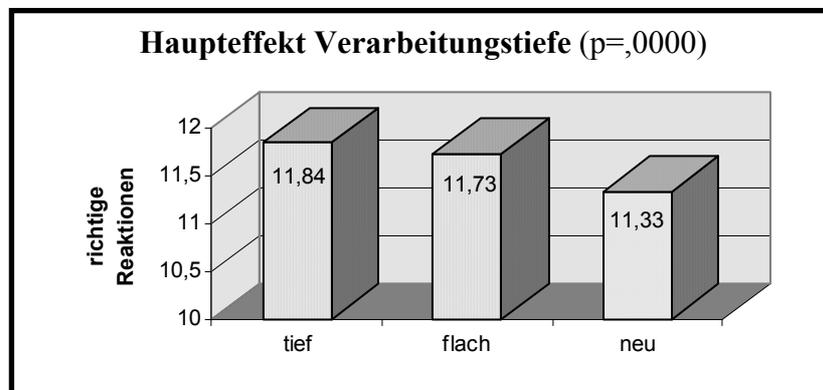
Anzahl der richtigen Entscheidungen bei Präsentation von Schmerzwörtern und neutralen Wörtern.



Auf in der Lernphase tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeitete Wörter hin wurden beim Lexical-Decision-Test signifikant mehr richtige Entscheidungen getroffen als auf neu präsentierte Wörter hin ( $F(2,56)=18,09$ ;  $p=,0000$ ; tief, semantisch vs. flach, orthographisch:  $F(1,28)=2,13$ ;  $p=,1555$ ; flach, orthographisch vs. neu:  $F(1,28)=17,02$ ;  $p=,0003$ ; siehe Abbildung 17).

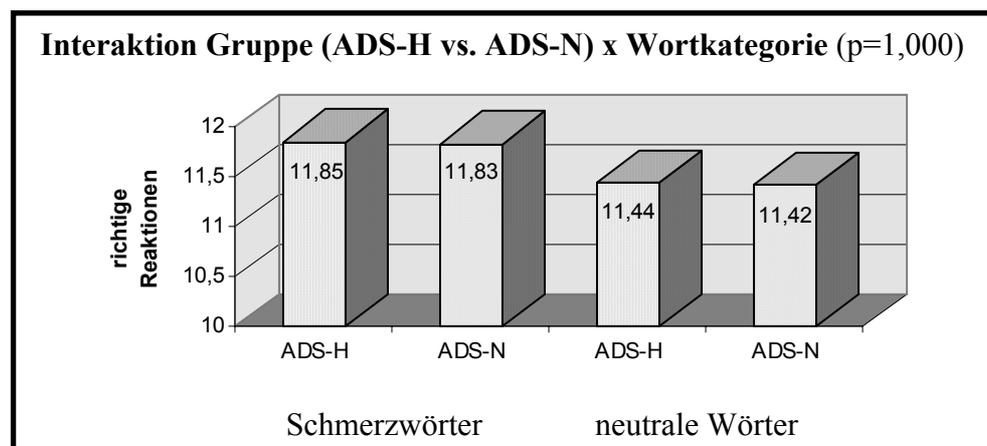
**Abbildung 14:**

Richtige Entscheidungen auf tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeitete Wörter und auf neu präsentierte Wörter hin.



**Abbildung 15:**

Von den Gruppen ADS-H und ADS-N korrekt erkannte Schmerzwörter und neutral Wörter.



Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien fand sich für die Anzahl der richtigen Entscheidungen nicht ( $F(1,28)=0,00$ ;  $p=1,000$  bzw.  $F(1,28)=0,84$ ;  $p=,3685$ ; siehe auch Abbildung 15).

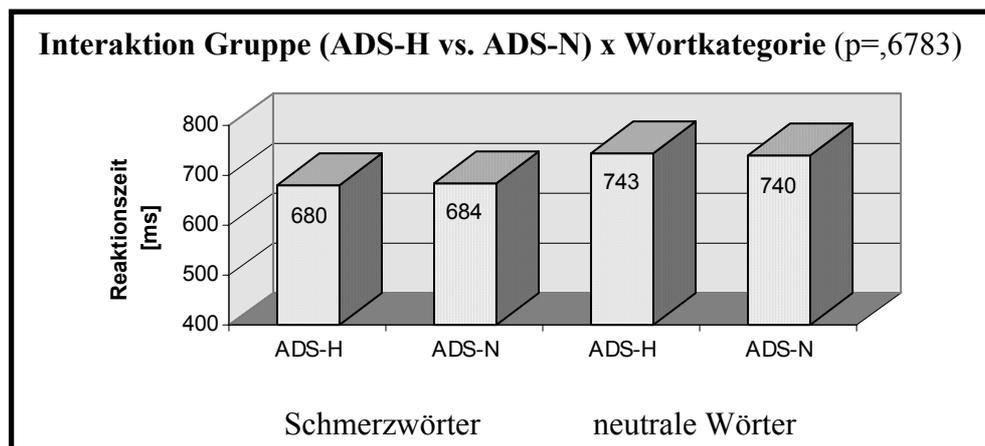
### Reaktionszeiten

Ein entsprechendes Bild zeichnete sich bei der Betrachtung der Reaktionszeiten ab. Die Probanden reagierten auf Schmerzwörter schneller als auf neutrale Wörter ( $F(1,28)=71,00$ ;  $p=,0000$ ). Auf in der Lernphase tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeitete Wörter reagierten die Probanden signifikant schneller als auf im Lexical-Decision-Test neu präsentierte Wörter ( $F(2,56)=46,15$ ;  $p=,0000$ ; tief, semantisch vs. flach, orthographisch:  $F(1,28)=0,11$ ;  $p=,7413$ ; flach, orthographisch vs. neu:  $F(1,28)=52,81$ ;  $p=,0000$ ).

Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien fand sich bezüglich den Reaktionszeiten nicht ( $F(1,28)=0,18$ ;  $p=,6783$  bzw.  $F(1,28)=1,35$ ;  $p=,2551$ ; siehe auch Abbildung 16).

### **Abbildung 16:**

Reaktionszeit bei den Gruppen ADS-H und ADS-N auf Schmerzwörter und neutral Wörter hin.



### Logarithmus der Reaktionszeit

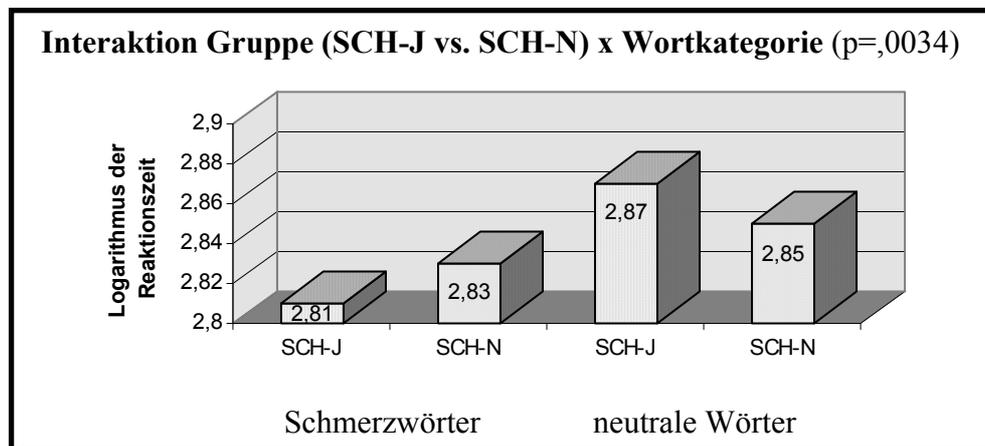
Wurde der Logarithmus der Reaktionszeiten berechnet, so war dieser bei Schmerzwörtern kleiner als bei neutralen Wörtern ( $F(1,28)=47,91$ ;  $p=,0000$ ). Bei in der

Lernphase tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern war der Logarithmus der Reaktionszeiten signifikant kleiner als bei im Lexical-Decision-Test neu präsentierten Wörtern ( $F(2,56)=47,91$ ;  $p<,0000$ ).

Bei der Gruppe ADS-H war der Logarithmus von Reaktionszeiten auf flach, orthographisch verarbeitete Schmerzwörter kleiner als dies bei der Gruppe ADS-N der Fall war ( $F(2,56)=3,43$ ;  $p=,0393$ ). Bei der Gruppe SCH-J war dieser in Bezug auf Schmerzwörter signifikant kleiner ( $F(1,28)=10,27$ ;  $p=,0034$ ; siehe Abbildung 17).

**Abbildung 17:**

Logarithmus der Reaktionszeit bei den Gruppen SCH-J und SCH-N auf Schmerzwörter und neutrale Wörter hin.



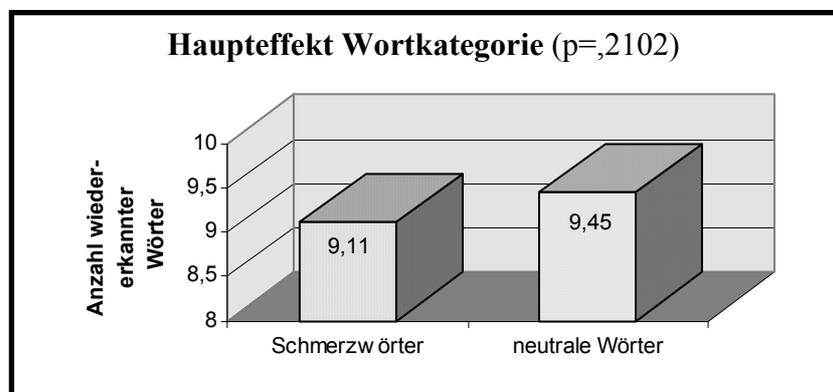
### 3.4.2 Wiedererkennungstest

#### **Anzahl der wiedererkannten Wörter**

Beim Wiedererkennungstest trat kein Unterschied hinsichtlich der Anzahl der von den Probanden wiedererkannten Schmerzwörter und neutralen Wörter auf ( $F(1,30)=1,64$ ;  $p=,2102$ ; siehe Abbildung 18).

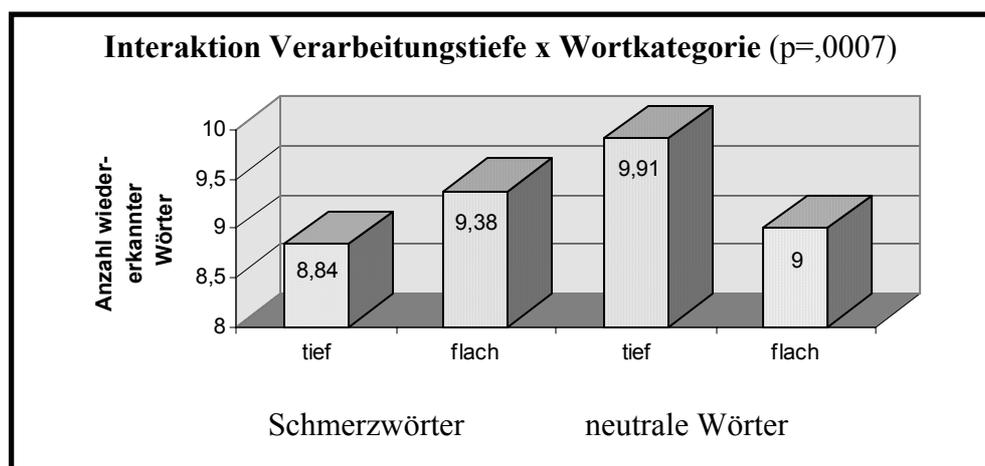
#### **Abbildung 18:**

Anzahl der wiedererkannten Schmerzwörter und neutralen Wörter.



#### **Abbildung 19:**

Interaktion von Verarbeitungstiefe und Wortkategorie.

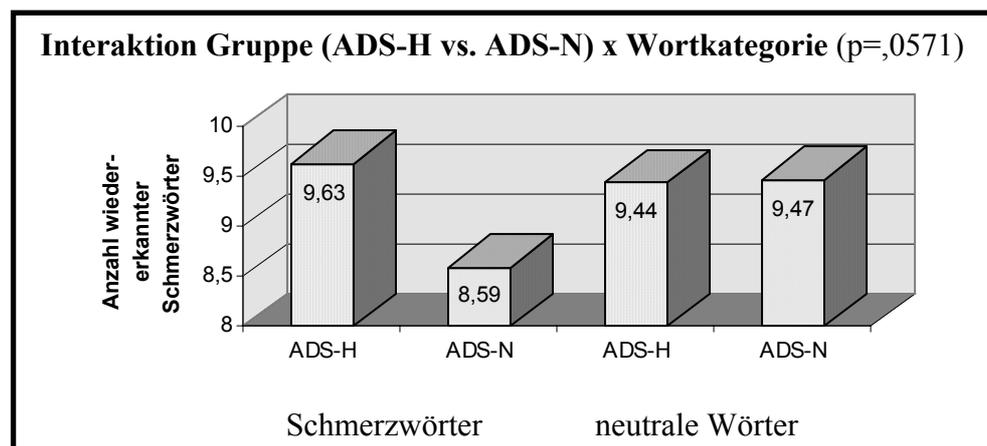


Es war eine Wechselwirkung zwischen der Verarbeitungstiefe und der Wortkategorie zu beobachten: die in der Lernphase tief, semantisch verarbeiteten neutralen Wörter wurden besser wiedererkannt als die in der Lernphase tief, semantisch verarbeiteten Schmerzwörter. Dagegen wurden die in der Lernphase flach, orthographisch verarbeiteten Schmerzwörter und neutralen Wörter gleich gut wiedererkannt ( $F(1,30)=14,06$ ;  $p=,0007$ ; siehe Abbildung 19).

Die Gruppe ADS-H zeigte hypothesenkonform die Tendenz, Schmerzwörter besser zu erinnern als die Gruppe ADS-N. Das Erinnerungsvermögen für neutrale Wörter war in beiden Gruppen gleich ( $F(1,30)=3,92$ ;  $p=,0571$ ; siehe Abbildung 20).

### Abbildung 20:

Von den Gruppen ADS-H und ADS-N erinnerte Schmerzwörter und neutrale Wörter.



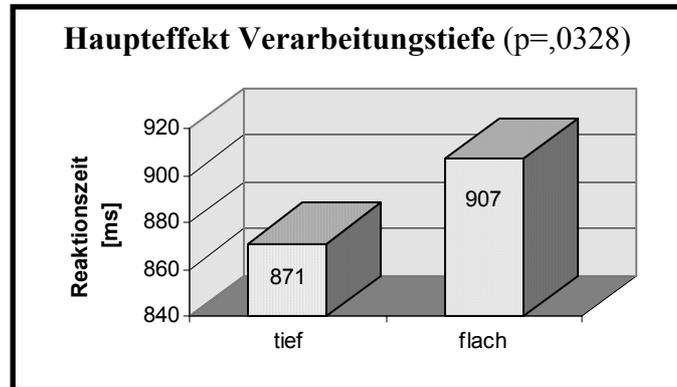
Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien war nicht zu beobachten ( $F(1,30)=0,19$ ;  $p=,6636$ ).

### Reaktionszeiten

Für die Reaktionszeiten ergaben sich folgende Resultate: Auf Schmerzwörter und neutrale Wörter wurde beim Wiedererkennungstest gleich schnell reagiert ( $F(1,30)=1,07$ ;  $p=,3084$ ). Auf in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter wurde schneller reagiert als auf in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter ( $F(1,30)=5,01$ ;  $p=,0328$ ; siehe Abbildung 21).

**Abbildung 21:**

Reaktionszeit auf in der Lernphase tief, semantisch bzw. flach, orthographisch verarbeitete Wörter.



Es zeigte sich keine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien hinsichtlich der Reaktionszeiten ( $F(1,30)=0,45$ ;  $p=,5074$  bzw.  $F(1,30)=1,75$ ;  $p=,1953$ ).

**Logarithmus der Reaktionszeiten**

Wurde der Logarithmus der Reaktionszeiten berechnet, so war dieser bei in der Lernphase tief, semantisch verarbeiteten Wörtern kleiner als bei flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern ( $F(1,30)=6,44$ ;  $p<,0166$ ).

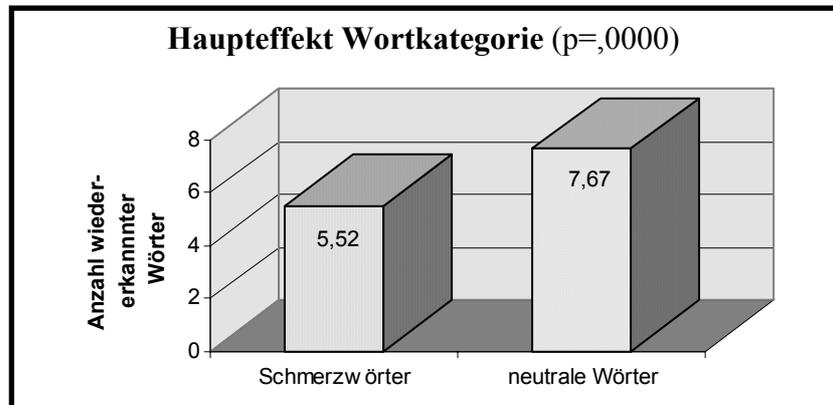
Es zeigte sich keine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien hinsichtlich des Logarithmus der Reaktionszeiten ( $F(1,30)=0,98$ ;  $p=,3302$  bzw.  $F(1,30)=1,48$ ;  $p=,2337$ ).

**Anzahl der wiedererkannten Wörter unter Berücksichtigung der Antworttendenz**

Wurde die Antworttendenz der Probanden berücksichtigt, so zeigte sich, daß die Probanden die neutralen Wörter besser wiedererkannten als die Schmerzwörter ( $F(1,30)=25,62$ ;  $p=,0000$ ; siehe Abbildung 22).

**Abbildung 22:**

Anzahl der wiedererkannten Schmerzwörter und neutralen Wörter unter Berücksichtigung der Antworttendenz.



Darüber hinaus trat eine Wechselwirkung zwischen der Verarbeitungstiefe und der Wortkategorie auf: In der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter wurden unter Berücksichtigung der Antworttendenz besser erinnert als tief, semantisch verarbeitete neutrale Wörter ( $F(1,30)=14,09$ ;  $p=,0007$ ).

Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien fand sich für die Anzahl der richtigen Entscheidungen unter Berücksichtigung der Antworttendenz nicht ( $F(1,30)=0,24$ ;  $p=,6276$  bzw.  $F(1,30)=0,43$ ;  $p=,5175$ ).

### 3.4.3 EEG-Daten

**Bemerkung:** Effekte an Einzelelektroden wurden nur berechnet, wenn eine entsprechende Bedingung x Faktor Elektrode in der MANOVA signifikant wurde.

### N100

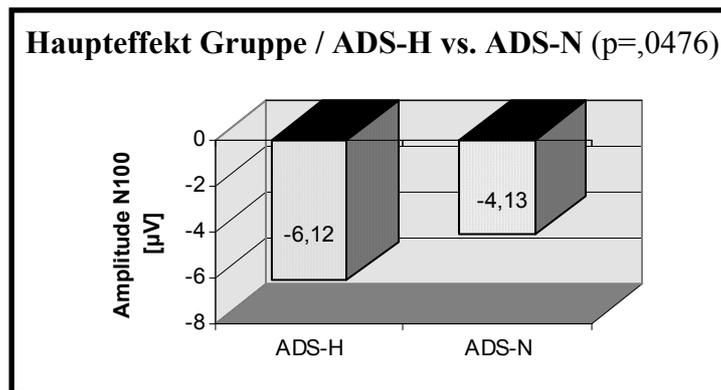
In der **Lernphase** und im **Lexical-Decision-Test** ergaben sich für die Amplitude der N100 keine relevanten signifikanten Effekte (siehe Tabelle 11).

Beim **Wiedererkennungstest** hingegen war die Amplitude der N100 bei allen untersuchten Elektroden bei der Gruppe ADS-H im Vergleich zur Gruppe ADS-N und

bei der Gruppe SCH-J im Vergleich zur Gruppe SCH-N signifikant stärker negativ ( $F(1,25)=4,34$ ;  $p=,0476$  bzw.  $F(1,25)=4,95$ ;  $p=,0353$ ; siehe auch Abbildung 23 bzw. Tabelle 11).

**Abbildung 23:**

Amplitude der N100 bei ADS-H und bei ADS-N im Untersuchungsabschnitt Wiedererkennungstest.



**Tabelle 11:**

Anzahl der Elektroden, an denen der jeweils oben in der Tabelle angegebene Effekt für die Amplitude der **N100** signifikant wurde (Anzahl untersuchter Elektroden: 9).

ADS-H vs. ADS-N (**A**); SCH-J vs. SCH-N (**S**); Wortkategorie (**W**); Verarbeitungstiefe (**L**); Lernphase (**LE**); Lexical-Decision-Test (**LD**); Wiedererkennungstest (**WI**).

(-) = eine statistische Testung wurde nicht notwendig, da der angegebene Effekt x Faktor Elektrode nicht signifikant wurde.

	A	W	L	AxW	AxL	WxL	AxW xL	S	SxW	SxL	SxW xL
<b>LE</b>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LD</b>	-	1	-	-	-	0	-	0	-	-	-
<b>WI</b>	9	1	-	-	-	-	-	9	0	-	-

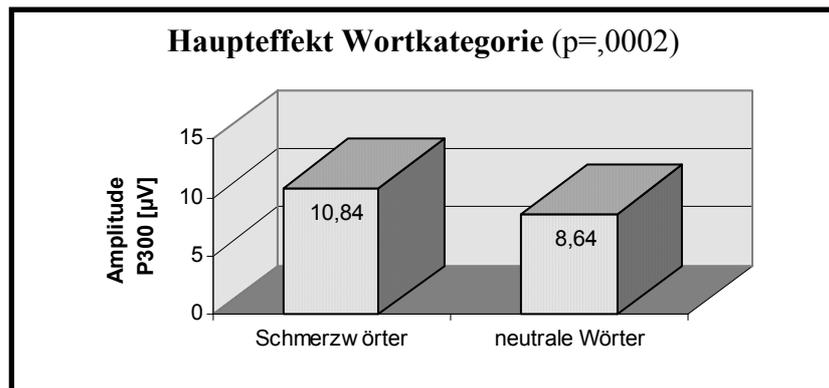
**P300**

Für die P300 fanden sich für die **Lernphase** ( $F(1,25)=19,33$ ;  $p=,0002$ ), den **Lexical-Decision-Test** ( $F(1,24)=17,61$ ;  $p=,0003$ ) und den **Wiedererkennungstest** ( $F(1,25)=10,63$ ;  $p=,0032$ ) erhöhte Amplituden bei Präsentation von Schmerzwörtern im

Vergleich zu neutralen Wörtern (siehe Abbildung 24 bzw. Tabelle 12). Dieser Effekt trat an jeweils allen 9 untersuchten Elektroden auf.

**Abbildung 24:**

Amplitude der P300 bei Schmerzwörtern und neutralen Wörtern im Untersuchungsabschnitt Lernphase.



In der **Lernphase** war die Amplitude der P300 an allen Elektroden für tief, semantisch verarbeitete Wörter im Vergleich zu flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern signifikant erhöht ( $F(1,25)=46,29$ ;  $p=,0000$ ). Beim **Lexical-Decision-Test** waren die Amplituden der in der Lernphase tief, semantisch verarbeiteten Wörter im Vergleich zu den in der Lernphase flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern ebenfalls an allen Elektroden signifikant erhöht ( $F(1,27)=11,41$ ;  $p=,0022$ ). Die Amplituden der flach, orthographisch verarbeiteten Wörter waren im Vergleich zu den im Lexical-Decision-Test neu präsentierten Wörtern erhöht ( $F(1,25)=7,6$ ;  $p=,0107$ ).

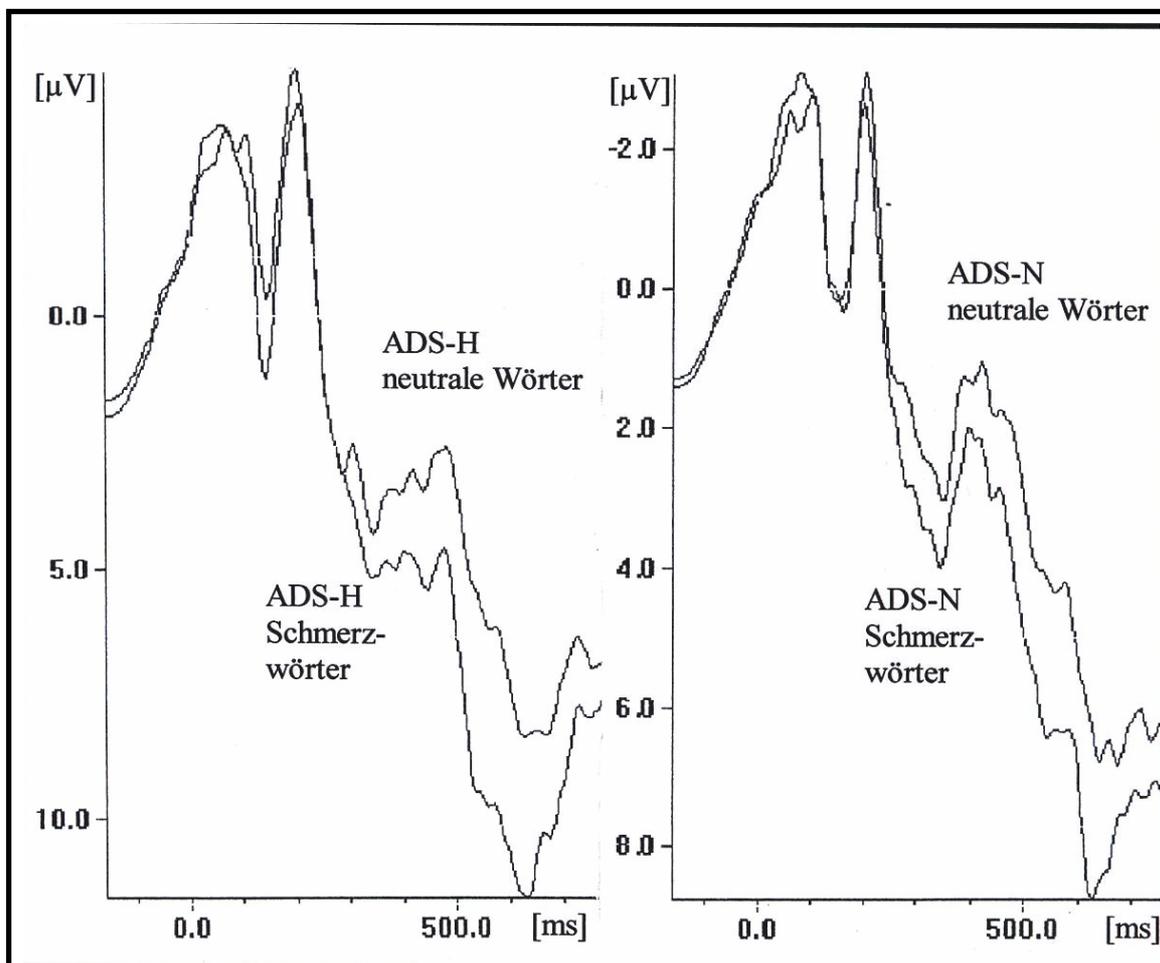
Darüber hinaus trat in der **Lernphase** an den Elektroden F3 ( $F(1,25)=6,21$ ;  $p=,0197$ ), FZ ( $F(1,25)=8,70$ ;  $p=,0068$ ) und F4 ( $F(1,25)=4,65$ ;  $p=,0409$ ) hinsichtlich der P300 eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen SCH-J und SCH-N, der Wortkategorie und der Verarbeitungstiefe auf: tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter bedingten bei der Gruppe SCH-N größere Amplituden als bei der Gruppe SCH-J.

Beim **Wiedererkennungstest** war die Amplitude der P300 bei allen untersuchten Elektroden bei der Gruppe ADS-H im Vergleich zur Gruppe ADS-N signifikant stärker positiv ( $F(1,25)=4,39$ ;  $p=,0463$ ; siehe Tabelle12).

Im **Lexical-Decision-Test** ergab sich zudem an den Elektroden P3 ( $F(1,26)=5,45$ ;  $p=,0275$ ) und P4 ( $F(1,26)=5,76$ ;  $p=,0238$ ) eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N und der Wortkategorie. Schmerzwörter riefen bei der Gruppe ADS-H signifikant höhere Amplituden der P300 hervor als bei der Gruppe ADS-N (siehe Abbildung 25 bzw. Tabelle 12).

**Abbildung 25:**

P300 bei Schmerzwörtern und neutralen Wörtern getrennt nach ADS-H und ADS-N. Betrachtete Elektrode: P4. Untersuchungsabschnitt: Lexical-Decision-Test.



**Tabelle 12:**

Anzahl der Elektroden, an denen der jeweils oben in der Tabelle angegebene Effekt für die Amplitude der **P300** signifikant wurde (Anzahl untersuchter Elektroden: 9).

ADS-H vs. ADS-N (**A**); SCH-J vs. SCH-N (**S**); Wortkategorie (**W**); Verarbeitungstiefe (**L**); Lernphase (**LE**); Lexical-Decision-Test (**LD**); Wiedererkennungstest (**WI**).

(-) = eine statistische Testung wurde nicht notwendig, da der angegebene Effekt x Faktor Elektrode nicht signifikant wurde.

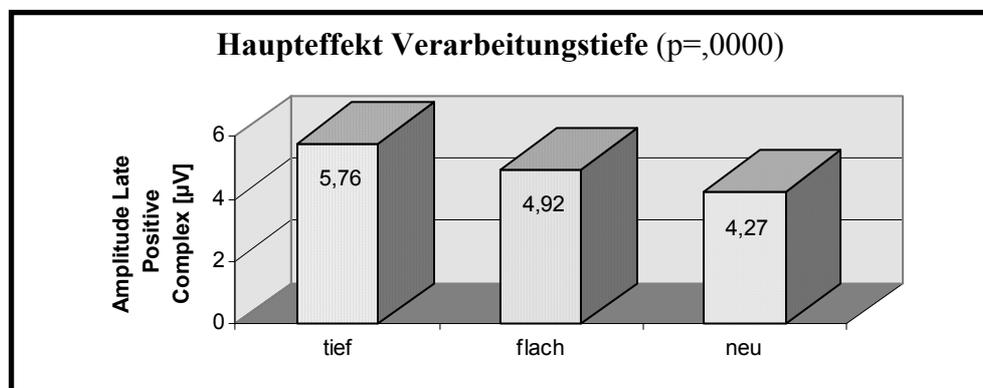
	A	W	L	AxW	AxL	WxL	AxW xL	S	SxW	SxL	SxW xL
<b>LE</b>	0	9	9	-	0	-	-	-	-	-	3
<b>LD</b>	-	9	9	2	-	-	-	-	-	-	-
<b>WI</b>	9	9	-	-	0	9	-	-	-	-	-

### Late Positive Complex

In der **Lernphase** riefen tief, semantisch verarbeitete Wörter größere Amplituden des Late Positive Complex hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter ( $F(1,25)=18,91$ ;  $p=,0002$ ; siehe Tabelle 13). Im **Lexical-Decision-Test** riefen tief, semantisch verarbeitete Wörter größere Amplituden hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter ( $F(1,27)=14,35$ ;  $p=,0008$ ; siehe Abbildung 26). Flach, orthographisch verarbeitete Wörter riefen größere Amplituden hervor als neu präsentierte Wörter ( $F(1,25)=7,48$ ;  $p=,0113$ ; siehe Abbildung 26).

**Abbildung 26:**

Amplitude des Late Positive Complex für im Lexical-Decision-Test präsentierte tief, semantisch verarbeitete Wörter, flach, orthographisch verarbeitete Wörter und neue Wörter.



Die Amplitude des Late Positive Complex war in der **Lernphase** ( $F(1,25)=21,23$ ;  $p=,0001$ ) und im **Lexical-Decision-Test** ( $F(1,24)=12,13$ ;  $p=,0019$ ) an allen Elektroden für Schmerzwörter erhöht (siehe Tabelle 13).

Darüber hinaus trat in bezug auf den Late Positive Complex im Lexical-Decision-Test eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N, der Wortkategorie und der Verarbeitungstiefe auf ( $F(2,48)=3,44$ ;  $p=,0403$ ). Die Ursachen dieses Effekts waren jedoch trotz weiterer statistischer Analysen nicht eindeutig zuzuordnen.

**Tabelle 13:**

Anzahl der Elektroden, an denen der jeweils oben in der Tabelle angegebene Effekt für die Amplitude der **Late Positive Complex** signifikant wurde (Anzahl untersuchter Elektroden: 9).

ADS-H vs. ADS-N (**A**); SCH-J vs. SCH-N (**S**); Wortkategorie (**W**); Verarbeitungstiefe (**L**); Lernphase (**LE**); Lexical-Decision-Test (**LD**); Wiedererkennungstest (**WI**).

(-) = eine statistische Testung wurde nicht notwendig, da der angegebene Effekt x Faktor Elektrode nicht signifikant wurde.

	A	W	L	AxW	AxL	WxL	AxW xL	S	SxW	SxL	SxW xL
<b>LE</b>	0	9	9	-	9	-	-	-	-	-	-
<b>LD</b>	-	9	9	0	-	9	9	9	-	-	-
<b>WI</b>	9	-	-	-	0	9	-	-	-	-	-

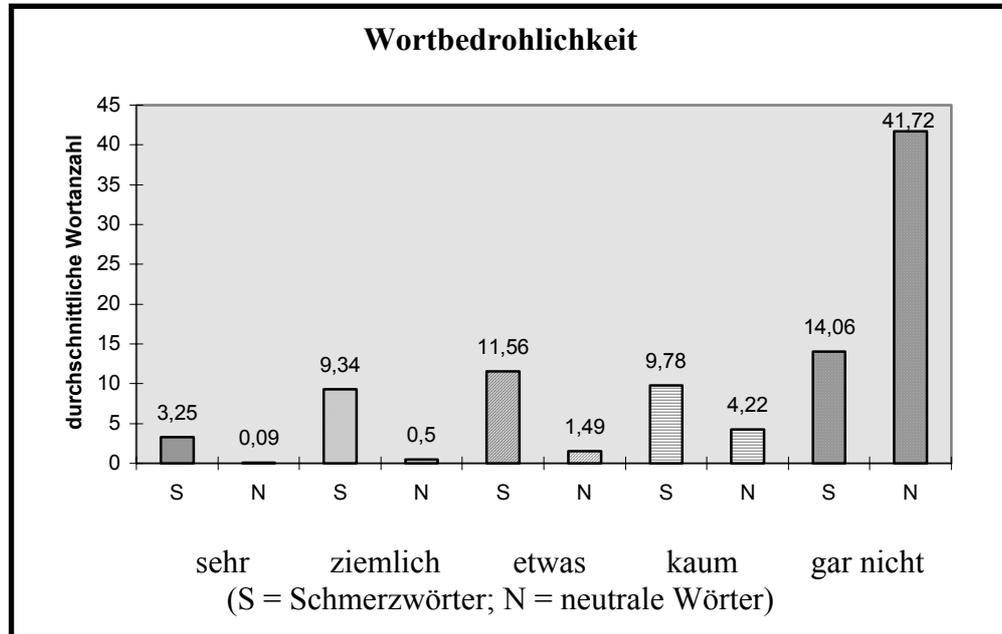
#### 3.4.4 Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz

Zur Prüfung der subjektiven Stimulusrelevanz wurden den Probanden die in der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für Wortmaterial gezeigten Schmerzwörter und neutralen Wörter in Form von Listen präsentiert (siehe Kapitel 2.7.6.10). Daran schloß sich eine Einschätzung der subjektiven Bedrohlichkeit der Wörter an.

Abbildung 27 zeigt die durchschnittliche Anzahl an Schmerzwörtern und neutralen Wörtern, die von den Probanden als sehr, ziemlich, etwas, kaum oder gar nicht bedrohlich eingeschätzt wurden.

**Abbildung 27:**

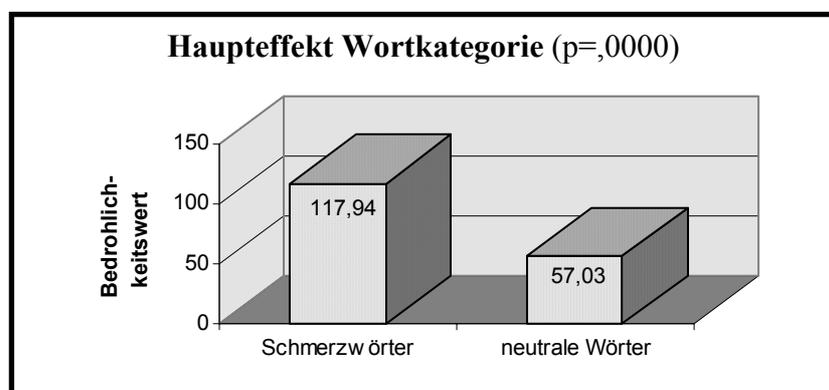
Durchschnittliche Anzahl der als sehr, ziemlich, etwas, kaum oder gar nicht bedrohlich eingeschätzten Schmerzwörter und neutralen Wörter.



Entsprechend den Angaben der Probanden wurde für jedes Wort ein Bedrohlichkeitswert errechnet. Demnach wurden Schmerzwörter von den Probanden generell als bedrohlicher eingeschätzt als neutrale Wörter ( $F(1,30)=125,03$ ;  $p=,0000$ ; siehe Abbildung 28).

**Abbildung 28:**

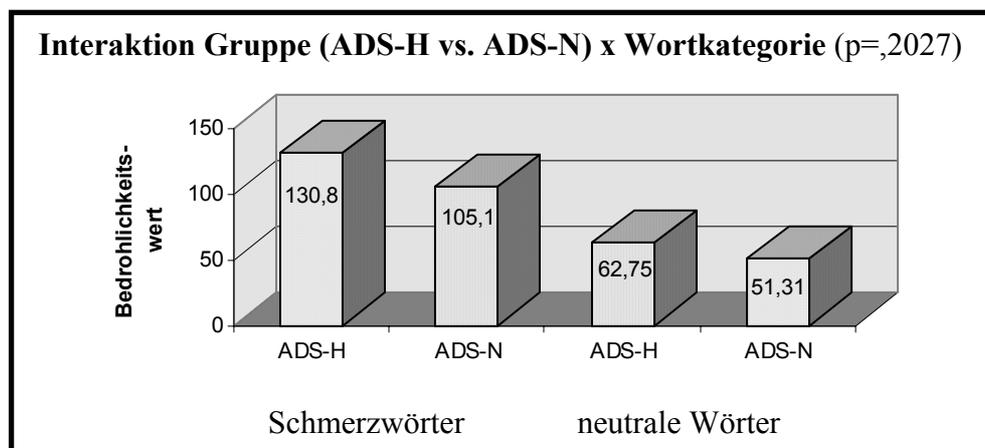
Bedrohlichkeit der Schmerzwörter und neutralen Wörter.



Die Gruppe ADS-H beurteilte zwar alle Wortstimuli als bedrohlicher als die Gruppe ADS-N ( $F(1,30)=5,16$ ;  $p=,0352$ ); eine Wechselwirkung zwischen den beiden Gruppen und der Wortkategorie ergab sich jedoch nicht ( $F(1,30)=1,70$ ;  $p=,2027$ ; siehe Abbildung 29).

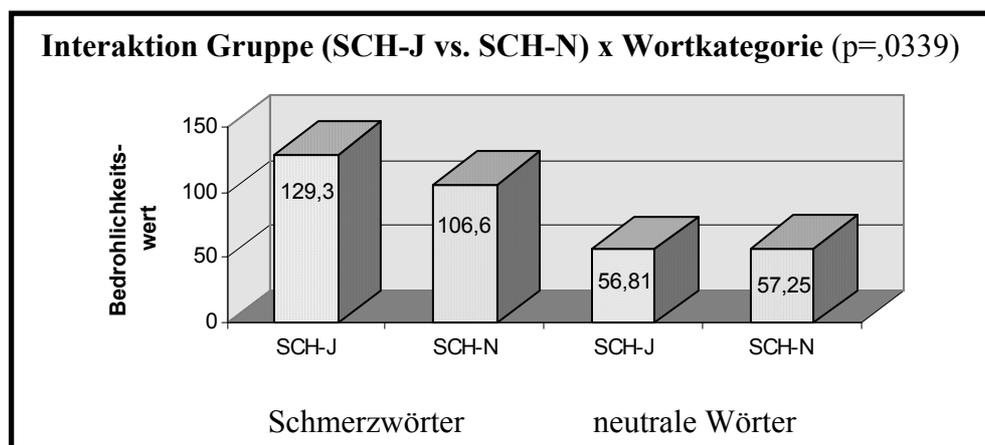
**Abbildung 29:**

Bedrohlichkeit der Schmerzwörter und neutralen Wörter für die Gruppen ADS-H und ADS-N.



**Abbildung 30:**

Bedrohlichkeit der Schmerzwörter und neutralen Wörter für die Gruppen SCH-J und SCH-N.



Die Probanden der Gruppe SCH-J empfanden die Schmerzwörter als signifikant bedrohlicher als die Probanden der Gruppe SCH-N, während die neutralen Wörter von beiden Gruppen als gleich bedrohlich eingeschätzt wurden ( $F(1,30)=4,94$ ;  $p=,0339$ ; siehe Abbildung 30).

Die vollständigen MANOVA-Ergebnisse sind in Tabelle 14 bzw. Tabelle 15 zu finden.

**Tabelle 14:**

MANOVA (2-way-ANOVA)-Ergebnisse zur subjektiven Stimulusrelevanz:

between: ADS-H und ADS-N

within: Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter)

abhängige Variable: Bedrohlichkeitswert [48-240]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

Effekt	Mittelwerte	Mittelwerte	df	F-Wert	p-Wert
<b>Gruppe</b>	ADS-H: 96,8	ADS-N: 78,2	1,30	5,16	<b>=,0352</b>
<b>Wortkat.</b>	Neutral: 57,0	Schmerz: 117,9	1,30	125,03	<b>=,0000</b>
<b>Effekt: Gruppe x Wortkategorie</b>			1,30	1,70	<b>=,2027</b>

**Tabelle 15:**

MANOVA (2-way-ANOVA)-Ergebnisse zur subjektiven Stimulusrelevanz:

between: SCH-J und SCH-N

within: Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter)

abhängige Variable: Bedrohlichkeitswert [48-240]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

Effekt	Mittelwerte	Mittelwerte	df	F-Wert	p-Wert
<b>Gruppe</b>	SCH-J: 93,0	SCH-N: 81,9	1,30	1,66	=,2069
<b>Effekt: Gruppe x Wortkategorie</b>			1,30	4,94	<b>=,0339</b>

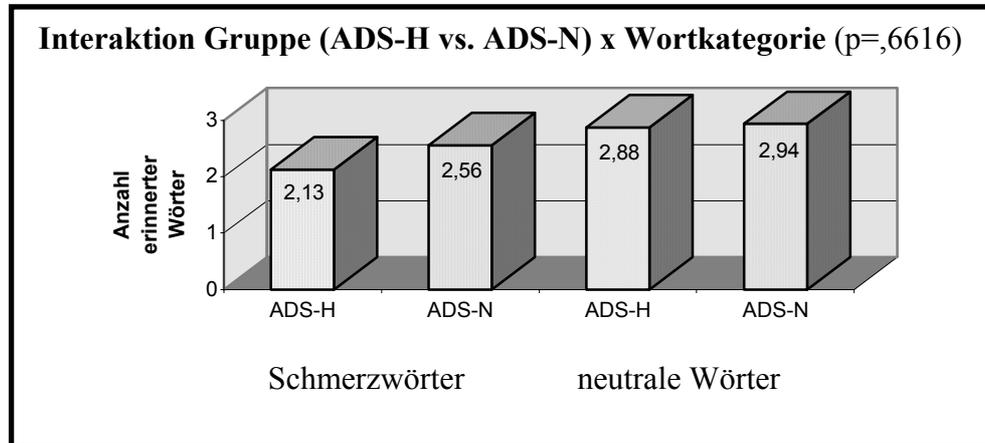
**3.4.5 Free-Recall-Test**

Beim Free-Recall-Test ergab sich kein Unterschied in der Anzahl der von den Probanden erinnerten Schmerzwörter und neutralen Wörter ( $F(1,30)=1,76$ ;  $p=,1948$ ).

Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N und der Anzahl der erinnerten Schmerzwörter und neutralen Wörter zeigte sich nicht ( $F(1,30)=0,19$ ;  $p=,6616$ ; siehe Abbildung 31).

**Abbildung 31:**

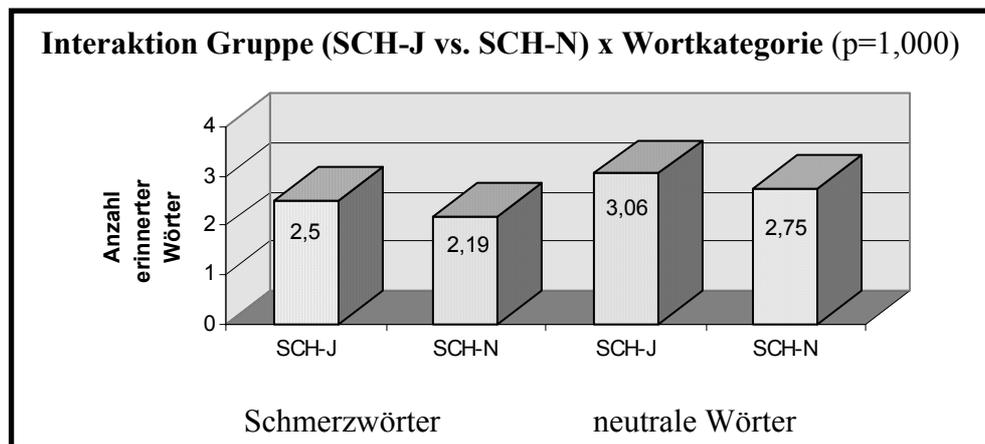
Anzahl der von den Gruppen ADS-H und ADS-N erinnerten Schmerzwörter und neutralen Wörter.



Auch für die Gruppen SCH-J und SCH-N zeigte sich eine solche Wechselwirkung nicht ( $F(1,30)=0,00$ ;  $p=1,000$ ; siehe Abbildung 32).

**Abbildung 32:**

Anzahl der von den Gruppen SCH-J und SCH-N erinnerten Schmerzwörter und neutralen Wörter.



Einen Überblick über die gesamten MANOVA-Ergebnisse bieten Tabelle 16 und Tabelle 17.

**Tabelle 16:**

MANOVA (2-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Free-Recall-Test:

between: ADS-H und ADS-Nwithin: Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter)abhängige Variable: Anzahl erinnerter Wörter [0-48]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

Effekt	Mittelwerte	Mittelwerte	df	F-Wert	p-Wert
<b>Gruppe</b>	ADS-H: 2,50	ADS-N: 2,75	1,30	0,17	=,6860
<b>Wortkat.</b>	Neutral: 2,91	Schmerz: 2,34	1,30	1,76	=,1948
<b>Effekt: Gruppe x Wortkategorie</b>			1,30	0,19	<b>=,6616</b>

**Tabelle 17:**

MANOVA (2-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Free-Recall-Test:

between: SCH-J und SCH-Nwithin: Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter)abhängige Variable: Anzahl erinnerter Wörter [0-48]

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

Effekt	Mittelwerte	Mittelwerte	df	F-Wert	p-Wert
<b>Gruppe</b>	SCH-J: 2,78	SCH-N: 2,47	1,30	0,26	=,6130
<b>Effekt: Gruppe x Wortkategorie</b>			1,30	0,00	<b>=1,000</b>

### **3.6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE**

In der **Fragebogenuntersuchung** ergaben sich sowohl für die Gruppe ADS-H im Vergleich zu ADS-N, als auch für die Gruppe SCH-J im Vergleich zur Gruppe SCH-N erhöhte Testwerte im BDI, auf der Bf-S und im STAI.

Bei der **Untersuchung zur Schmerzschwelle** fand sich bei allen Probanden eine für die rechte Hand erhöhte Schmerzschwelle und eine höherliegende Schmerzschwelle in Teil II der Untersuchung. Die Schmerzschwelle der rechten Hand korrelierte in Teil II mit der subjektiven Schmerzstärke des aktuellen Schmerzleidens der Gruppe SCH-J.

Bei der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial erzeugten im **Untersuchungsabschnitt Lernphase** Schmerzwörter größere Amplituden der P300 als neutrale Wörter. Tief, semantisch verarbeitete Wörter riefen größere Amplituden der P300 als flach, orthographisch verarbeitete Wörter

hervor. Bei der Gruppe SCH-N evozierten tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter an den Elektroden F3, FZ und F4 größere Amplituden der P300 als dies bei der Gruppe SCH-J der Fall war.

Die Amplituden des Late Positive Complex waren in der Lernphase für Schmerzwörter erhöht. Tief, semantisch verarbeitete Wörter erzeugten größere Amplituden des Late Positive Complex als flach, orthographisch verarbeitete Wörter.

Im **Lexical-Decision-Test** reagierten die Probanden signifikant häufiger im Sinne der Fragestellung korrekt auf Schmerzwörter als auf neutrale Wörter.

Auf in der Lernphase tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeitete Wörter wurde häufiger korrekt reagiert als auf neue Wörter. Bei der Betrachtung des Logarithmus der Reaktionszeiten war dieser bei der Gruppe SCH-J in bezug auf Schmerzwörter signifikant verkleinert. Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N und den Wortkategorien trat nicht auf.

Schmerzwörter erzeugten im Lexical-Decision-Test größere Amplituden der P300 als neutrale Wörter. Tief, semantisch verarbeitete Wörter riefen größere Amplituden der P300 hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter. Diese wiederum riefen größere Amplituden hervor als neu präsentierte Wörter. Im Lexical-Decision-Test ergab sich zudem an den Elektroden P3 und P4 eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N und der Wortkategorie: Schmerzwörter riefen bei der Gruppe ADS-H signifikant höhere Amplituden der P300 hervor als bei der Gruppe ADS-N.

Die Amplituden des Late Positive Complex waren im Lexical-Decision-Test für Schmerzwörter erhöht. Tief, semantisch verarbeitete Wörter riefen größere Amplituden des Late Positive Complex hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter. Diese wiederum riefen größere Amplituden hervor als neu präsentierte Wörter.

Im **Wiedererkennungstest** erkannten die Probanden tief, semantisch verarbeitete Schmerzwörter besser wieder als tief, semantisch verarbeitete neutrale Wörter. Die Gruppe ADS-H zeigte die Tendenz, mehr Schmerzwörter richtig wiederzuerkennen als die Gruppe ADS-N.

Im Wiedererkennungstest waren für die Gruppen ADS-H und SCH-J die Amplituden der N100 erhöht. Die Amplituden der P300 waren bei der Gruppe ADS-H im Wiedererkennungstest ebenfalls erhöht. Schmerzwörter erzeugten größere Amplituden der P300 als neutrale Wörter.

Der **Free-Recall-Test** ergab keine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und der Wortkategorie.

Bei der **Prüfung der subjektiven Stimulusrelevanz** wurden Schmerzwörter generell als bedrohlicher eingeschätzt als neutrale Wörter. Die Probanden der Gruppe SCH-J empfanden die Schmerzwörter als signifikant bedrohlicher als die Probanden der Gruppe SCH-N, während die neutralen Wörter von beiden Gruppen als gleich bedrohlich empfunden wurden.

## **4 DISKUSSION**

### **4.1 EINFÜHRUNG IN DIE DISKUSSION**

Im folgenden sollen die Ergebnisse der für diese Arbeit durchgeführten Untersuchungen mit den Erkenntnissen der im theoretischen Teil vorgestellten Forschungsergebnisse verglichen und in Zusammenhang gestellt werden.

Es werden nachfolgend die Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung, der Untersuchung zur Schmerzschwelle und der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial diskutiert.

### **4.2 VERSUCHSPERSONEN UND FRAGEBÖGEN**

Untersucht wurden 32 Studenten (n = 32) mit einem durchschnittlichen Alter von 26,8 Jahren. Die Probanden waren allesamt Rechtshänder.

Als Auswahlkriterium für die Teilnahme an der Untersuchung wurde ein bestimmter zu unter- bzw. zu überschreitender Summenwert auf der Allgemeinen Depressions Skala (ADS; Hautzinger und Bailer, 1992) bestimmt.

Der untere Grenzwert für die Gruppe ADS - HOCH (ADS-H; n = 16) wurde für Frauen bei 32 Punkten (Prozentrang bei 31 Punkten: 89%), für Männer bei 23 Punkten (Prozentrang bei 22 Punkten: 86%) festgelegt. Als oberer Grenzwert für die Gruppe ADS - NIEDRIG (ADS-N; n = 16) galt ein Summenwert von 5 (Prozentrang: 14%).

Erwartungsgemäß zeigten sich für die Gruppe ADS-H im Vergleich zur Gruppe ADS-N signifikant erhöhte Testwerte im Beck-Depressions-Inventar (BDI; Hautzinger et al., 1992), auf der Befindlichkeits-Skala (Bf-S; von Zerssen, 1976) und im State-Trait-Anxiety Inventory (STAI; Laux et al., 1981).

Die mittels der Allgemeinen Depressions Skala (ADS; Hautzinger und Bailer, 1992) für die Gruppe ADS-H ausgesuchten Probanden zeigten also auch im BDI erhöhte Testwerte - ein Befund, der die Depressivität dieser Gruppe bestätigt. Die erhöhten Testwerte auf der Bf-S und im STAI zeigen eine schlechtere Befindlichkeit bzw. eine erhöhte momentane, situative Ängstlichkeit der Gruppe ADS-H an.

Zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N waren die Häufigkeit und die subjektive Schmerzstärke von Schmerzleiden gleichmäßig verteilt (siehe Kapitel 3.1), so daß die berichteten Ergebnisse nicht durch die Schmerzsymptomatik zu erklären sind.

Auch die Gruppe SCH-J zeigte im Vergleich zur Gruppe SCH-N signifikant erhöhte Werte im BDI, auf der Bf-S und im STAI und weist somit eine verstärkte Depressivität, eine schlechtere Befindlichkeit und eine erhöhte Ängstlichkeit auf.

Dieses Ergebnis bestätigt Studien von Pilowsky (1988; vgl. Kapitel 1.4.3) und Smith (1992; vgl. Kapitel 1.4.3), in denen bei Schmerzpatienten ein gehäuftes Auftreten von depressiven Störungen gezeigt werden konnte.

### **4.3 UNTERSUCHUNG ZUR SCHMERZSCHWELLE**

Bei allen 32 Probanden wurde die Schmerzschwelle durch probandenabhängige subjektive **Algesimetrie** bestimmt.

Hierzu diente ein Kolben, der jeweils auf den Mittelfinger der Probanden aufgesetzt wurde und von den Probanden selbst per Knopfdruck langsam und gleichmäßig abgesenkt werden konnte.

Die Teilnehmer wurden instruiert, den Knopf solange gedrückt zu halten und den Kolben somit weiter abzusenken, bis sie den durch den Kolben ausgeübten Druck bzw. Reiz subjektiv als schmerzhaft empfanden. Der zu diesem Zeitpunkt durch einen Dolorimeter registrierte Druck wurde als Schmerzschwelle festgehalten.

Es wurden 10 Messungen in Folge am rechten sowie 10 Messungen am linken Mittelfinger durchgeführt (Teil I). Dem Versuchsplan entsprechend begann die Messung bei 16 Probanden an der linken, bei den anderen 16 Probanden an der rechten Hand.

Eineinhalb Stunden später wurden die Messungen wiederholt (Teil II).

Jeweils die ersten 3 von 10 Messungen pro Finger wurden zur Erstellung der Statistik nicht berücksichtigt.

Bei allen Probanden wurde eine für die rechte Hand erhöhte Schmerzschwelle festgestellt. Dieses Ergebnis stimmt mit Beobachtungen von Murray und Safferstone (1970; vgl. Kapitel 1.5.2), Otto et al. (1989; vgl. Kapitel 1.5.2) und Pauli et al. (1999a; vgl. Kapitel 1.5.2) überein. Der Grund hierfür könnte darin zu suchen sein, daß der

rechten Gehirnhemisphäre eine besondere Rolle bei der Verarbeitung von Schmerzstimuli zukommt (Gainotti, 1972; Tucker et al. 1981; Hatta, 1985; vgl. Kapitel 1.5.2). Dies könnte eine erniedrigte Schmerzschwelle für die kontralaterale Körperhälfte bewirken.

Außerdem wurde beobachtet, dass die Schmerzschwelle von Teil I zu Teil II der Untersuchung abnahm. Birbaumer und Schmidt (1996; vgl. Kapitel 1.5.2) gehen davon aus, daß bei kurz nacheinander an derselben Körperstelle stattfindenden Messungen eine Erniedrigung der Schmerzschwelle im Sinne einer Sensibilisierung auftreten kann. Eine solche Sensibilisierung könnte das vorliegende Ergebnis erklären. Für eine aufgetretene Sensibilisierung spricht ebenfalls die auch innerhalb der jeweils 10 nacheinander erfolgten Messungen zu beobachtende Abnahme der Schmerzschwelle (siehe Kapitel 3.3).

Hinsichtlich der Schmerzschwellenunterschiede zwischen depressiven und gesunden Probanden wird von Lautenbacher und Krieg (1994; vgl. Kapitel 1.5.3.3) darauf hingewiesen, daß bei Personen mit neurotischer Depression oder leichter depressiver Verstimmung nicht mit einer Erhöhung der Schmerzschwelle zu rechnen sei. Dies konnte durch eine Reihe von Studien belegt werden (von Knorring, 1978; Bezzi et al., 1981; Otto et al., 1989; vgl. Kapitel 1.5.3.3). Im Einklang mit diesen Studien konnte auch in der vorliegenden Untersuchung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N kein Unterschied hinsichtlich der Schmerzschwelle gefunden werden.

Dagegen wurde bei klinisch depressiven Patienten häufig eine erhöhte Schmerzschwelle beobachtet (Hemphill et al., 1952; Hall und Stride, 1954; von Knorring und Espvall, 1974; von Knorring, 1978; Ben-Tovim und Schwartz, 1981; Bezzi et al., 1981; vgl. Kapitel 1.5.3.1 und 1.5.3.2). Gründe für diese Schmerzschwellenerhöhung könnten im Ausmaß der affektiven Indifferenz (Hall und Stride, 1954; Ben-Tovim und Schwartz, 1981; vgl. Kapitel 1.5.3.2), im Grad der intellektuellen, emotionalen und kognitiven Leistungsminderung (von Knorring und Espvall, 1974; Bezzi et al., 1981; vgl. Kapitel 1.5.3.2), in der Tiefe der Depression (von Knorring, 1978; vgl. Kapitel 1.5.3.2) und in verschiedenen neurobiochemischen Veränderungen (vgl. Kapitel 1.5.3.4) liegen. Diese symptomatischen und neurobiochemischen Veränderungen scheinen bei depressiver Verstimmung - also auch bei der untersuchten Gruppe ADS-H - noch nicht nachhaltig genug ausgeprägt zu sein, um eine Schmerzschwellenveränderung herbeizuführen.

Bei Schmerzpatienten konnte bei extrasegmentalen Messungen von zahlreichen Autoren eine erhöhte Schmerzschwelle festgestellt werden (Naliboff et al., 1981; Cohen et al., 1983; Yang et al., 1985; Lipman et al., 1987; vgl. Kapitel 1.5.4.1). Dies konnte für die Gruppe SCH-J nicht repliziert werden. Der Grund hierfür könnte darin zu suchen sein, daß die durchschnittliche Schmerzstärke des aktuellen Schmerzleidens ungenügend groß, die Dauer des Schmerzleidens zu kurz oder die Häufigkeit des Auftretens zu gering waren, um Schmerzschwellenveränderungen nach sich zu ziehen (siehe hierfür Versuchspersonenbeschreibung Kapitel 3.1).

In Teil II der Untersuchung zeigte sich jedoch, daß die Schmerzschwelle der rechten Hand positiv mit der auf einer visuellen Analogskala (0-100) angegebenen subjektiven Schmerzstärke des aktuellen Schmerzleidens korreliert. Diese Beobachtung paßt zur Anpassungstheorie (Rollman, 1979; vgl. Kapitel 1.5.4.3) und zur Theorie des Schmerz inhibierenden Schmerzes (Le Bars et al., 1979; Le Bars und Willer, 1988; vgl. Kapitel 1.5.4.3). Beide Theorien besagen, daß bei Schmerzpatienten durch die umfassende Schmerzerfahrung bzw. eine durch die Schmerzerfahrung beeinflusste Neuronenaktivität eine Erhöhung der Schmerzschwelle auftritt.

#### **4.4 UNTERSUCHUNG ZUM IMPLIZITEN UND EXPLIZITEN GEDÄCHTNIS FÜR SCHMERZASSOZIIERTES WORTMATERIAL**

Bower (1981) ging in seiner assoziativen Netzwerktheorie davon aus, daß jede Emotion als ein Knoten innerhalb eines assoziativen Netzwerkes repräsentiert ist. Dieses Netzwerk verbindet die Emotion mit anderen Netzwerkbestandteilen, z.B. mit Erinnerungen an erfreuliche und traurige Ereignisse. Die Aktivierung eines solchen „Emotionsknotens“ kann durch eine Reihe von Stimuli, sowohl physischen als auch verbalen, bewirkt werden. Wird dabei eine bestimmte Aktivierungsschwelle überschritten, so überträgt der Knoten Erregung auf andere Strukturen, mit denen er über das Netzwerk verknüpft ist. So könnte ein Knoten, der eine traurige Stimmung repräsentiert, weitere Knoten aktivieren, die beispielsweise Wortmaterial mit subjektiv traurigem Gehalt oder Erinnerungen an traurige Lebensereignisse repräsentieren. Das würde die Zugänglichkeit zu diesem stimmungskongruenten Material fördern und damit die Wahrscheinlichkeit eines stimmungskongruenten Verarbeitungsprozesses erhöhen.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob bei depressiver Verstimmung auch die Verarbeitung von schmerzassoziertem Material erleichtert ist. Hierzu wurde ein Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziertes Wortmaterial durchgeführt, die sich in folgende Abschnitte gliederte:

Entspannungsphase, Lernphase, Lexical-Decision-Test und Wiedererkennungstest. Am Tag nach der Untersuchung fand ein Free-Recall-Test statt. Außerdem wurde eine Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz durchgeführt.

#### 4.4.1 Wortstimuli und Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz

Die Wortstimuli für die Untersuchung setzten sich zusammen aus 4 Wortsets mit jeweils 12 Schmerzwörtern und 12 neutralen Wörtern. Dabei bildete jeweils ein Schmerzwort mit einem neutralen Wort ein Paar, das sich in Silbenanzahl und Buchstabenanzahl entsprach.

Generell stuften alle Probanden die in der Untersuchung verwendeten schmerzassozierten Wortstimuli als signifikant bedrohlicher ein als die neutralen Stimuli. Dies zeigt, daß die Einteilung der Wortstimuli in die entsprechenden Kategorien gerechtfertigt und sinnvoll war.

Die Gruppe ADS-H stuft generell alle Wortstimuli als bedrohlicher ein als die Gruppe ADS-N. Die über die Fragebogenuntersuchungen ermittelte erhöhte Depressivität, schlechtere Befindlichkeit und erhöhte Ängstlichkeit (siehe Kapitel 3.2) könnten dieses Ergebnis erklären.

Die Gruppe SCH-J stuft die Schmerzwörter möglicherweise aufgrund der eigenen aktuellen Schmerzerfahrung als signifikant bedrohlicher ein als die Gruppe SCH-N, während sich bei der Einschätzung der neutralen Wörter kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen zeigte.

#### 4.4.2 Lernphase

In der Lernphase wurden zwei Wortsets mit Zielwörtern (Targets) - 24 Schmerzwörter und 24 neutrale Wörter - präsentiert. Zusätzlich dienten 48 neutrale Wörter (36 Substantive und 12 Adjektive bzw. Verben) als Distraktoren.

Die Tiefe der Verarbeitung wurde durch zwei unterschiedliche Aufgabenstellungen variiert.

Eine Gruppe wurde einer flachen, orthographischen Verarbeitung zugeführt (Aufgabe: „Ist das Wort in Großbuchstaben geschrieben?“), die andere Gruppe einer tiefen, semantischen Verarbeitung (Aufgabe: „Ist das Wort ein Hauptwort?“).

Die Probanden hatten auf die Aufgabenstellungen per Tastendruck zu reagieren. Da alle Zielwörter weder Hauptwörter noch in Großbuchstaben geschrieben waren, fand eine Reaktion lediglich auf die Distraktoren hin statt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um während der Lernphase eine artefaktfreie EEG-Aufzeichnung zu gewährleisten. Eine Auswertung von behavioralen Daten war für den Untersuchungsabschnitt Lernphase somit nicht möglich.

Die Reihenfolge der Wörter war randomisiert.

#### 4.4.3 Lexical-Decision-Test

In dem folgenden Lexical-Decision-Test wurden 72 Wörter und 72 Non-Words in zufälliger Reihenfolge präsentiert. Die Wörter setzten sich aus den beiden in der Lernphase präsentierten Wortsets und einem neuen, dritten Wortset zusammen. Es wurden also 24 in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter), 24 in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) und 24 neue Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) gezeigt.

Die Aufgabe für die Probanden bestand darin, per Tastendruck zu entscheiden, ob das erscheinende Wort ein sinnvolles deutsches Wort ist oder nicht.

Hierzu standen 16 Versuchspersonen zwei Tasten (sinnvoll vs. nicht sinnvoll), 16 Versuchspersonen nur eine Taste (Tastendruck bei sinnvollem Wort) zur Verfügung.

Erfasst wurde die Anzahl richtiger Antworten (Hits) auf sinnvolle Worte hin und die jeweiligen Reaktionszeiten.

Schmerzwörter wurden beim Lexical-Decision-Test häufiger als sinnvolle Wörter erkannt als die präsentierten neutralen Wörter. Die in der Lernphase semantisch und orthographisch verarbeiteten Wörter wurden außerdem öfters als sinnvolle Wörter erkannt als die neu in der Aufgabe erscheinenden Wörter.

Diese Befunde zeigten sich auch in bezug auf die ermittelten Reaktionszeiten.

Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, daß das schmerzassoziierte Material bei den Probanden eine höhere Aufmerksamkeit hervorrief und der Verarbeitung des schmerzassoziierten Wortmaterials mehr Aufmerksamkeitsressourcen zukamen als dies bei dem neutralen Wortmaterial der Fall war.

Zudem ermöglichte die vorherige Präsentation der Wörter in der Lernphase bei denselben Wörtern im Lexical-Decision-Test ein Mehr an richtigen Entscheidungen und eine schnellere Reaktion als bei im Lexical-Decision-Test neu aufgetretenen Wörtern.

Bradley et al. (1994, 1996; vgl. Kapitel 1.8.4) konnten für Probanden mit depressiver Verstimmung ein verstärktes unterschwelliges Priming für depressionsassoziiertes Wortmaterial nachweisen. Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Untersuchung für die Gruppe ADS-H in bezug auf schmerzassoziiertes Material nicht repliziert werden.

Edwards und Pearce (1994; vgl. Kapitel 1.8.5) konnten über eine Wortstammvervollständigungsaufgabe bei Schmerzpatienten eine implizites Gedächtnis für schmerzassoziiertes Material nachweisen. Bei der vorliegenden Untersuchung zeigte sich bei der Gruppe SCH-J und der Gruppe SCH-N bezüglich des Logarithmus der Reaktionszeiten, daß dieser bei der Gruppe SCH-J für die präsentierten Schmerzwörter erniedrigt war. Dies stützt die These eines selektiven Verarbeitens von schmerzassoziierten Materials bei Schmerzpatienten und die These der Existenz eines hierfür zuständigen neuronalen Netzes.

#### 4.4.4 Wiedererkennungstest

Beim sich anschließenden **Wiedererkennungstest** wurden insgesamt 72 Wörter präsentiert - die beiden Wortsets aus der Lernphase und ein neues, viertes Wortset.

Folglich wurden 24 in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter), 24 in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) und 24 neue Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) gezeigt.

Die Reihenfolge der Wortpräsentation war zufällig.

Die Probanden hatten zu entscheiden, ob die gezeigten Wörter in einer der beiden zuvor stattgefundenen Phasen bereits präsentiert worden waren oder nicht.

Erfaßt wurde die Anzahl der richtigen und falschen Antworten, sowie die jeweiligen Reaktionszeiten.

In den Untersuchungen von Miller und Lewis (1977; vgl. Kapitel 1.7.3) und Costello (1978; vgl. Kapitel 1.7.3) fanden sich keine Anhaltspunkte für Lern- und Gedächtnisdefizite bei neurotischer Depression. Auch Davis und Unruh (1980; vgl. Kapitel 1.7.3) konnten bei Wiedererkennungstests mit neurotisch depressiven Probanden keine Gedächtnisdefizite feststellen. In der vorliegenden Untersuchung ließen sich ebenfalls zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N keine Unterschiede bezüglich der Anzahl der erinnerten Wörter feststellen.

Bei Free-Recall-Tests mit neurotisch depressiven Probanden und mit Probanden mit induzierter depressiver Stimmung konnte eine bessere Erinnerungsleistung für Adjektive mit Selbstbezug nachgewiesen werden (Kuiper und Derry, 1982; vgl. Kapitel 1.7.4.2; Teasdale und Russell, 1983; vgl. Kapitel 1.7.4.3). Auch beim Wiedererkennungstest der vorliegenden Untersuchung zeigte sich bei der Gruppe ADS-H eine tendenziell bessere Erinnerungsleistung für schmerzassoziiertes Wortmaterial. Dies deutet auf eine stärkere Relevanz dieser Stimuli für die Gruppe ADS-H hin und stellt gleichzeitig eine Beobachtung im Sinne der Theorie des inhaltspezifischen Selbstschemas (Rogers et al., 1977; Craik, 1979; vgl. Kapitel 1.7.4.4), des lerntheoretischen Depressionsmodells (Beck, 1976; Beck et al., 1979, 1986; vgl. Kapitel 1.7.4.4) und der assoziativen Netzwerktheorie (Bower, 1981; vgl. Kapitel 1.7.4.4) dar. Folglich könnte ein erleichtertes selektives Verarbeiten von schmerzassoziiertem Wortmaterial für Probanden mit depressiver Verstimmung angenommen werden.

In bezug auf die Reaktionszeiten der Probanden unterschieden sich die Gruppen ADS-H und ADS-N generell nicht. Eine Wechselwirkung zwischen den beiden Gruppen und der Wortkategorie trat ebenfalls nicht auf.

In mehreren Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß eine semantische Verarbeitung eine bessere Erinnerungsleistung nach sich zieht als eine orthographische Verarbeitung (Craik und Tulving, 1975; Rogers et al., 1977; Craik, 1979; vgl. Kapitel 1.8.1). In der vorliegenden Untersuchung konnte beobachtet werden, daß die Probanden

auf in der Lernphase semantisch verarbeitete Wörter schneller reagieren als auf in der Lernphase orthographisch verarbeitete Wörter. Eine elaboriertere Verarbeitung ermöglicht demnach auch eine schnellere Reaktion auf die entsprechenden Wörter.

Berücksichtigte man die Antworttendenz der Probanden, so zeigte sich, daß neutrale Wörter besser wiedererkannt wurden als Schmerzwörter. Beim Lexical-Decision-Test hingegen erfolgten mehr richtige Reaktionen auf Schmerzwörter hin (siehe Kapitel 3.4.1). Eine Erklärung könnte eine beim Wiedererkennungstest aufgetretene kognitive Vermeidung sein. Watts et al. (1996; vgl. Kapitel 1.7.6) nahmen an, daß immer wenn emotionale Stimuli konsequent schlechter erinnert werden als neutrale Stimuli, hierfür eine kognitive Vermeidung verantwortlich gemacht werden kann.

Während durch Free-Recall-Tests mit Schmerzpatienten gezeigt werden konnte, daß Schmerzpatienten vermehrt Schmerzwörter bzw. sensorische Adjektive erinnern (Pearce et al., 1990; Edwards et al., 1992; Pincus et al., 1995; vgl. Kapitel 1.7.5.1), wurde beim Wiedererkennungstest der vorliegenden Untersuchung bei der Gruppe SCH-J kein verbessertes Erinnerungsvermögen für Schmerzwörter festgestellt. Für die Existenz eines sogenannten „Schmerzknötens“ (Edwards et al., 1992; vgl. 1.7.5) konnten keine Anhaltspunkte gefunden werden.

#### 4.4.5 Free-Recall-Test

Am Tag nach der Untersuchung wurden die Probanden telefonisch in einem Free-Recall-Test dazu aufgefordert, so viele Wörter wie möglich zu nennen, die ihnen am Vortag präsentiert worden waren. Alle bei diesem Free-Recall-Test genannten Wörter wurden notiert.

Während bei depressiven Patienten die aktive Worterinnerung beeinträchtigt zu sein scheint (Calev und Erwin, 1985; Blau und Ober, 1988; Brand et al., 1992; vgl. Kapitel 1.7.2.1), konnten bei Free-Recall-Tests mit neurotisch depressiven Probanden keine Gedächtnisdefizite festgestellt werden (Davis und Unruh, 1980; vgl. Kapitel 1.7.3). Auch bei der vorliegenden Untersuchung fanden sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N hinsichtlich der Anzahl der erinnerten Wörter.

Kuiper und Derry (1982; vgl. Kapitel 1.7.4.2) und Teasdale und Russell (1983; vgl. Kapitel 1.7.4.3) beobachteten bei Free-Recall-Tests mit Probanden mit neurotischer

Depression bzw. Probanden mit induzierter depressiver Stimmung eine bessere Erinnerungsleistung für Adjektive mit Selbstbezug. Dieses Ergebnis konnte hier nicht repliziert werden. Somit konnten beim Free-Recall-Test keine Beobachtungen im Sinne der Theorie des inhaltspezifischen Selbstschemas (Rogers et al., 1977; Craik, 1979; vgl. Kapitel 1.7.4.4), des lerntheoretischen Depressionsmodells (Beck, 1976; Beck et al., 1979, 1986; vgl. Kapitel 1.7.4.4) oder der assoziativen Netzwerktheorie (Bower, 1981; vgl. Kapitel 1.8.4.4) gemacht werden.

Während Kuiper und Derry (1982; vgl. Kapitel 1.7.4.2) und Teasdale und Russell (1983; vgl. Kapitel 1.7.4.3) mit Adjektiven mit depressivem Bezug bzw. mit negativen Adjektiven als Wortstimuli arbeiteten, wurden in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich Schmerzwörter als Wortstimuli verwendet. Obwohl sich im Wiedererkennungstest die Tendenz abzeichnete, daß Schmerzwörter von der Gruppe ADS-H besser wiedererkannt wurden, war dies im Free-Recall-Test nicht der Fall.

Bei Free-Recall-Tests mit Schmerzpatienten konnte gezeigt werden, daß Schmerzpatienten vermehrt Schmerzwörter bzw. sensorische Adjektive erinnern (Pearce et al., 1990; Edwards et al., 1992; Pincus et al., 1995; vgl. Kapitel 1.7.5.1). Obwohl in der Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz für die Gruppe SCH-J eine erhöhte Relevanz der als Wortstimuli verwendeten Schmerzwörter nachgewiesen wurde, unterschieden sich die Gruppen SCH-J und SCH-N beim Free-Recall-Test dieser Untersuchung nicht hinsichtlich der Anzahl der erinnerten Schmerzwörter und neutralen Wörter.

Für die Existenz eines sogenannten „Schmerzknotens“ (Edwards et al., 1992; vgl. Kapitel 1.7.5) konnten der Free-Recall-Test keine Anhaltspunkte liefern.

#### 4.4.6 EEG-Daten

Während der Untersuchungsabschnitte Lernphase, Lexical-Decision-Test und Wiedererkennungstest wurde eine EEG-Ableitung vorgenommen. Veränderungen der Amplitudengrößen der N100, P300 und des Late Postive Complex wurden für die Elektroden F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ und P4 untersucht.

Eine Erhöhung der Amplitude der **N100**, wie sie im Wiedererkennungstest bei der Gruppe ADS-H und der Gruppe SCH-J auftrat, spricht nach Hillyard et al. (1973; vgl.

Kapitel 1.9.3.1) und Heinze et al. (1994; vgl. Kapitel 1.9.3.1) für eine erhöhte selektive Aufmerksamkeit. Dies könnte zum Beispiel bedeuten, daß der Wiedererkennungstest für die beiden oben erwähnten Gruppen von größerer Bedeutung war, diese Probanden sich unter größerem Druck fühlten oder eine gesteigerte Anspruchshaltung sich selbst gegenüber besaßen. Da die N100 eine sehr frühe Komponente darstellt, nimmt man eine Veränderung von automatischen Verarbeitungsprozessen an.

Die **P300** war generell in allen Untersuchungsabschnitten bei den Schmerzwörtern signifikant erhöht. Eine solche Amplitudenerhöhung wird mit einer gesteigerten subjektiven Stimulusrelevanz in Verbindung gebracht (Duncan-Johnson und Donchin, 1977; Donchin und Coles, 1988; vgl. Kapitel 1.9.3.2). Die Schmerzwörter hatten folglich bei allen Probanden eine höhere subjektive Relevanz.

Bei der Gruppe ADS-H war zudem die P300 an den Elektroden P3 und P4 bei der Präsentation von Schmerzwörtern im Lexical-Decision-Test im Vergleich zur Gruppe ADS-N signifikant erhöht, während die Amplitude für neutrale Wörter bei beiden Gruppen gleich war. Diese Amplitudenerhöhungen könnten elektrophysiologische Korrelate eines neuronalen Netzes im Sinne der assoziativen Netzwerktheorie Bowers (1981; vgl. Kapitel 1.7.4.4) sein. Die Existenz eines solchen neuronalen Netzes bei der Gruppe ADS-H konnte bereits aufgrund der Ergebnisse im Wiedererkennungstest (siehe Kapitel 3.4.2) angenommen werden. Durch die gewonnenen EEG-Daten konnte dieser Verdacht erhärtet werden.

Entgegen der Erwartung bedingten semantisch verarbeitete Schmerzwörter in der Lernphase an den Elektroden F3, FZ, F4 bei der Gruppe SCH-N größere Amplituden der P300 als bei der Gruppe SCH-J. Dies könnte bedeuten, daß ein vermindertes Verarbeitungsniveau in Form einer Erniedrigung der Amplituden der P300 bei SCH-J ein elektrophysiologisches Korrelat einer kognitiven Vermeidung (vgl. Kapitel 1.7.6) darstellt.

Bereits Sanquist et al. (1980; vgl. Kapitel 1.9.3.2) und Paller et al. (1987; vgl. Kapitel 1.9.3.2) beobachteten Veränderungen der P300 im Zusammenhang mit der Verarbeitungstiefe. Auch bei der vorliegenden Untersuchung war die Amplitude der P300 in der Lernphase für semantisch verarbeitete Wörter im Vergleich zu orthographisch verarbeiteten Wörtern erhöht. Im Lexical-Decision-Test war die Amplitude der P300 für semantisch verarbeitete Wörter im Vergleich zu orthographisch

verarbeiteten Wörtern ebenfalls erhöht. Orthographisch verarbeitete Wörter wiederum erzeugten im Vergleich zu im Lexical-Decision-Test neu präsentierten Wörtern höhere Amplituden.

Auch bei Betrachtung des **Late Positive Complex** ergaben sich in der Lernphase und im Lexical-Decision-Test ähnliche Ergebnisse in bezug auf die Verarbeitungstiefe. Frühere Untersuchungen zur Verarbeitungstiefe (Craik und Tulving, 1975; Rogers et al., 1977; Craik, 1979; vgl. Kapitel 1.8.1) werden somit auch auf elektrophysiologischer Ebene bestätigt.

Der Late Positive Complex war in der Lernphase und im Lexical-Decision-Test an allen untersuchten Elektroden für Schmerz Wörter erhöht. Naumann et al. (1991, 1992; vgl. Kapitel 1.9.3.3) nahmen an, daß eine Amplitudenerhöhung des Late Positive Complex eine erhöhte subjektive Stimulusrelevanz anzeige. Williamson et al. (1991; vgl. Kapitel 1.9.4) beobachtete eine Amplitudenerhöhung des Late Positive Complex bei gefühlsbetonten Stimuli. Auch dies läßt darauf schließen, daß die in der vorliegenden Untersuchung präsentierten Schmerz Wörter für die Probanden von größerer subjektiver Bedeutung waren.

#### **4.5 SCHLUSSFOLGERUNG**

Die Ergebnisse der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial legen nahe, dass ein assoziatives Netzwerk im Sinne von Bower (1981) bei depressiver Verstimmung nicht nur im Zusammenhang mit traurigen Ereignissen existiert, sondern auch im Zusammenhang mit den vermehrten Schmerzerfahrungen bei depressiver Verstimmung. Obwohl Häufigkeit und Intensität von Schmerzereignissen bei den Gruppen ADS-H und ADS-N in gleichem Maße vorhanden und ausgeprägt waren, zeigte die Gruppe ADS-H dennoch die Tendenz Schmerz Wörter bei der Gedächtnisabfrage besser wiederzuerkennen und darüber hinaus eine Amplitudenerhöhung der P300 im Lexical-Decision-Test bei der Präsentation von Schmerz Wörtern. Diese Beobachtungen legen bei depressiven Probanden neben der Existenz eines „Emotionsknotens“ die Existenz eines „Schmerzknotens“ im Sinne von Bower (1981) nahe. Interessant wäre die Frage, ob solch ein „Schmerzknoten“ auch bei Patienten nachzuweisen ist, die an einer Major Depression leiden.

Wurde der Logarithmus der Reaktionszeiten betrachtet, so zeigte sich im Lexical-Decision-Test eine Erniedrigung desselben bei der Gruppe SCH-J bezüglich der präsentierten Schmerzwörter. Dies deutet auf ein erleichtertes selektives Verarbeiten von schmerzassoziiertem Wortmaterial bei Probanden mit einem Schmerzleiden hin und könnte ein Hinweis auf die Existenz eines sogenannten „Schmerzknötens“ (Edwards et al., 1992; vgl. Kapitel 1.7.5) sein.

In der Untersuchung zur Schmerzschwelle konnten Ergebnisse anderer Autoren (von Knorring, 1978; Bezzi et al., 1981; Otto et al., 1989) repliziert werden, wonach sich die Schmerzschwelle bei depressiver Verstimmung nicht verändert. Es wäre wünschenswert, die im Sinne der Anpassungstheorie (Rollman, 1979) und der Theorie des Schmerz inhibierenden Schmerzes (Le Bars et al., 1979; Le Bars und Willer, 1988) gemachte Beobachtung - nämlich die Korrelation der Schmerzschwelle mit der subjektiven Schmerzstärke bei der Gruppe SCH-J - mit einer größeren Gruppe von Schmerzpatienten zu verifizieren. Außerdem sollte der Frage nachgegangen werden, ob den Sensibilisierungsvorgängen, wie sie zwischen Teil I und Teil II der Untersuchung zur Schmerzschwelle stattgefunden haben, lokale anatomische bzw. elektrophysiologische oder veränderte zentrale Verarbeitungsprozesse zugrunde liegen. Die hier diskutierten Ergebnisse bedürfen alle einer Replikation mit einer größeren Anzahl von Probanden, um die im Vorfeld formulierten und die nun teilweise bestätigten Hypothesen stringent zu überprüfen.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Untersucht wurden 32 Studenten ( $n = 32$ ) mit einem durchschnittlichen Alter von 26,8 Jahren. Die Probanden waren allesamt Rechtshänder.

Als Auswahlkriterium für die Teilnahme an der Untersuchung wurde ein bestimmter zu unter- bzw. zu überschreitender Summenwert auf der Allgemeinen Depressions Skala (ADS; Hautzinger und Bailer, 1992) bestimmt.

Der untere Grenzwert für die Gruppe ADS - HOCH (ADS-H;  $n = 16$ ) wurde für Frauen bei 32 Punkten (Prozentrang bei 31 Punkten: 89%), für Männer bei 23 Punkten (Prozentrang bei 22 Punkten: 86%) festgelegt. Als oberer Grenzwert für die Gruppe ADS - NIEDRIG (ADS-N;  $n = 16$ ) galt ein Summenwert von 5 (Prozentrang: 14%).

Die Gruppe ADS-H zeigte im Vergleich zur Gruppe ADS-N signifikant erhöhte Testwerte im Beck-Depressions-Inventar (BDI; Hautzinger et al., 1992;  $p=,0000$ ), in der Befindlichkeits-Skala (Bf-S; Von Zerssen, 1976;  $p=,0003$ ) und im State-Trait-Anxiety Inventory (STAI; Laux et al., 1981;  $p=,0039$ ).

Durch die Befragung mittels eines Schmerzfragebogens zeigte sich, daß 9 Personen der Gruppe ADS-H und 7 Personen der Gruppe ADS-N derzeit unter Schmerzen litten.

Dadurch ergab sich sekundär eine weitere Aufteilungsmöglichkeit der 32 Probanden in eine Gruppe SCHMERZEN-JA (SCH-J;  $n = 16$ ) und eine Gruppe SCHMERZEN-NEIN (SCH-N;  $n = 16$ ).

Die Gruppe SCH-J zeigte gegenüber der Gruppe SCH-N ebenfalls signifikant erhöhte Werte im BDI ( $p=,0231$ ), in der Bf-S ( $p=,0382$ ) und im STAI ( $p=,0378$ ).

Bei allen 32 Probanden wurde die Schmerzschwelle durch probandenabhängige subjektive **Algesimetrie** bestimmt.

Hierzu diente ein Kolben, der jeweils auf den Mittelfinger der Probanden aufgesetzt wurde und von den Probanden selbst per Knopfdruck langsam und gleichmäßig abgesenkt werden konnte.

Die Teilnehmer wurden instruiert, den Knopf solange gedrückt zu halten und den Kolben somit weiter abzusenken, bis sie den durch den Kolben ausgeübten Druck bzw. Reiz subjektiv als schmerzhaft empfanden. Der zu diesem Zeitpunkt durch einen Dolorimeter registrierte Druck wurde als Schmerzschwelle festgehalten.

Es wurden 10 Messungen in Folge am rechten sowie 10 Messungen am linken Mittelfinger durchgeführt (Teil I). Dem Versuchsplan entsprechend begann die Messung bei 16 Probanden an der linken, bei den anderen 16 Probanden an der rechten Hand.

Eineinhalb Stunden später wurden die Messungen wiederholt (Teil II).

Jeweils die ersten 3 von 10 Messungen pro Finger wurden zur Erstellung der Statistik nicht berücksichtigt.

Bei allen Versuchspersonen zeigte sich eine für die rechte Hand signifikant erhöhte Schmerzschwelle ( $p=,0000$ ; vgl. Murray und Safferstone, 1970; Otto et al. 1989; Pauli et al., 1999a).

Außerdem war die Schmerzschwelle bei Teil II im Vergleich zu Teil I signifikant erniedrigt ( $p=,0444$ ). Dieses Ergebnis könnte im Sinne einer Sensibilisierung diskutiert werden (vgl. Birbaumer und Schmidt, 1996).

Weder zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N ( $p=,6897$ ; vgl. Otto et al., 1989; von Knorring, 1978; Bezzi et al., 1981) noch zwischen den Gruppen SCH-J und SCH-N ( $p=,8975$ ; vgl. Ekblom und Hansson, 1987; Hansson et al., 1988) konnte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Schmerzschwelle festgestellt werden.

Für die Gruppe SCH-J zeigte sich jedoch bei Teil II eine Korrelation zwischen der an der rechten Hand gemessenen Schmerzschwelle und der subjektiven Intensität des derzeitigen Schmerzleidens, die zuvor über eine visuelle Analogskala (0-100) ermittelt wurde ( $r=0,668$ ;  $r^2=0,46$ ;  $p=,0047$ ).

Diese Beobachtung läßt sich vor dem Hintergrund der Anpassungstheorie („adaption level theory“; vgl. Rollman, 1979) sowie der Theorie des Schmerz inhibierenden Schmerzes („pain inhibits pain“; vgl. Le Bars et al., 1979; Le Bars und Willer, 1988) diskutieren.

Zwischen den Teilen I und II der Untersuchung zur Schmerzschwelle fand eine **Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für Schmerzwörter** statt.

Der Gedächtnistest bestand aus vier Phasen: einer Entspannungsphase, einer Lernphase, einem Lexical-Decision-Test und einem Wiedererkennungstest.

Die **Wortstimuli** für die Untersuchung setzten sich zusammen aus 4 Wortsets mit jeweils 12 Schmerzwörtern und 12 neutralen Wörtern. Dabei bildete jeweils ein

Schmerzwort mit einem neutralen Wort ein Paar, das sich in Silbenanzahl und Buchstabenanzahl entsprach.

Die insgesamt 48 Schmerzwörter wurden von den Probanden in einer **Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz** als signifikant bedrohlicher empfunden als die 48 neutralen Wörter ( $p=,0000$ ). Die Gruppe SCH-J schätzte die verwendeten Schmerzwörter als signifikant bedrohlicher ein als die Gruppe SCH-N, während die neutralen Wörter von beiden Gruppen als gleich bedrohlich eingestuft wurden ( $p=,0339$ ). Dies zeigte die Auswertung einer Rangskala, auf der die Probanden nach dem Gedächtnisexperiment für jedes der 96 Wörter dessen subjektive Bedrohlichkeit angeben sollten.

In der Lernphase wurden zusätzlich 48 Distraktoren (36 Substantive und 12 Adjektive bzw. Verben) präsentiert.

Für den durchgeführten Lexical-Decision-Test wurden außerdem 72 Non-Words verwendet.

In der **Lernphase** wurden zwei Wortsets von Zielwörtern (Targets) - 24 Schmerzwörter und 24 neutrale Wörter - präsentiert.

Die Tiefe der Verarbeitung wurde durch zwei unterschiedliche Aufgabenstellungen variiert.

Ein Wortset wurde einer flachen, orthographischen Verarbeitung zugeführt (Aufgabe: „Ist das Wort in Großbuchstaben geschrieben?“), das andere Wortset einer tiefen, semantischen Verarbeitung (Aufgabe: „Ist das Wort ein Hauptwort?“).

Die Probanden hatten auf die Aufgabenstellungen per Tastendruck zu reagieren. Da alle Zielwörter weder Hauptwörter noch in Großbuchstaben geschrieben waren, fand eine Reaktion lediglich auf die Distraktoren hin statt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um während der Lernphase eine artefaktfreie EEG-Aufzeichnung zu gewährleisten.

Als Distraktoren dienten 48 neutrale Wörter (36 Substantive und 12 Adjektive bzw. Verben).

Die Reihenfolge der Wörter war randomisiert.

In dem folgenden **Lexical-Decision-Test** wurden 72 Wörter und 72 Non-Words in zufälliger Reihenfolge präsentiert. Die Wörter setzten sich aus den beiden in der Lernphase präsentierten Wortsets und einem neuen, dritten Wortset zusammen. Es wurden also 24 in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter (12

Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter), 24 in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) und 24 neue Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) gezeigt.

Die Aufgabe für die Probanden bestand darin, per Tastendruck zu entscheiden, ob das erscheinende Wort ein sinnvolles deutsches Wort ist oder nicht.

Hierzu standen 16 Versuchspersonen zwei Tasten (sinnvoll vs. nicht sinnvoll), 16 Versuchspersonen nur eine Taste (Tastendruck bei sinnvollem Wort) zur Verfügung.

Erfasst wurde die Anzahl richtiger Antworten (Hits) auf sinnvolle Worte hin und die jeweiligen Reaktionszeiten.

Beim sich anschließenden **Wiedererkennungstest** wurden insgesamt 72 Wörter präsentiert - die beiden Wortsets aus der Lernphase und eine neues, viertes Wortset.

Folglich wurden 24 in der Lernphase flach, orthographisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter), 24 in der Lernphase tief, semantisch verarbeitete Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) und 24 neue Wörter (12 Schmerzwörter und 12 neutrale Wörter) gezeigt.

Die Reihenfolge der Wortpräsentation war zufällig.

Die Probanden hatten zu entscheiden, ob die gezeigten Wörter in einer der beiden zuvor stattgefundenen Phasen bereits präsentiert worden waren oder nicht.

Erfasst wurde die Anzahl der richtigen und falschen Antworten, sowie die jeweiligen Reaktionszeiten.

Am Tag nach der Untersuchung wurden die Probanden telefonisch in einem **Free-Recall-Test** dazu aufgefordert, so viele Wörter wie möglich zu nennen, die ihnen am Vortag präsentiert worden waren. Alle bei diesem Free-Recall-Test genannten Wörter wurden notiert.

Beim **Lexical-Decision-Test** wurden auf Schmerzwörter hin mehr richtige Entscheidungen getroffen ( $p=,0009$ ); ebenso auf tief, semantisch und flach, orthographisch verarbeitete Wörter im Vergleich zu neu präsentierten Wörtern ( $p=,0000$ ). Eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bzw. den Gruppen SCH-J und SCH-N und den Wortkategorien gab es jedoch nicht ( $p=1,000$  bzw.  $p=,3685$ ).

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei Betrachtung der Reaktionszeiten.

Betrachtete man den Logarithmus der Reaktionszeiten, so zeigte sich, daß dieser bei der Gruppe SCH-J für Schmerzwörter kleiner ist ( $p=,0393$ ). Dies könnte ein Hinweis auf das selektive Verarbeiten von schmerzassoziertem Material bei Schmerzpatienten und ein Hinweis auf die Existenz eines sogenannten „Schmerzknotens“ (vgl. Edwards et al., 1992) sein.

In der Statistik wurden beim **Wiedererkennungstest** die Wörter des vierten Wortsets (12 neue Schmerzwörter und 12 neue neutrale Wörter) nicht berücksichtigt.

Wurde die Anzahl der wiedererkannten Wörter betrachtet, so ergab sich kein Unterschied zwischen Schmerzwörtern und neutralen Wörtern ( $p=,2102$ ). Dieser trat erst auf, nachdem die Antworttendenz der Probanden rechnerisch berücksichtigt worden war. Hierzu wurde von der Anzahl der richtig wiedererkannten Wörter die Anzahl der nicht richtig erkannten neuen Wörter abgezogen. Neutrale Wörter wurden demnach besser wiedererkannt als Schmerzwörter ( $p=,0000$ ).

Die Gruppe ADS-H zeigte die Tendenz, Schmerzwörter besser wiederzuerkennen als die Gruppe ADS-N, während neutrale Wörter von beiden Gruppen gleich gut wiedererkannt wurden ( $p=,0571$ ; unter Berücksichtigung der Antworttendenz:  $p=,9420$ ). Dies deutet auf eine stärkere Relevanz dieser Stimuli für die Gruppe ADS-H hin und stellt gleichzeitig eine Beobachtung im Sinne der Theorien des inhaltspezifischen Selbstschemas (vgl. Rogers et al., 1977; Craik, 1979), des lerntheoretischen Depressionsmodells (vgl. Beck, 1976; Beck et al., 1979, 1986) und der assoziativen Netzwerktheorie (vgl. Bower, 1981) dar. Folglich kann bei Probanden mit depressiver Verstimmung die Existenz eines „Schmerzknotens“ angenommen werden.

Bei den Gruppen SCH-J und SCH-N zeigte sich keine Wechselwirkung mit der Wortkategorie ( $p=,6636$ ; unter Berücksichtigung der Antworttendenz:  $p=,2389$ ).

Bezüglich der Reaktionszeiten ließ sich keine Wechselwirkung zwischen den Probandengruppen ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N und der Wortkategorie feststellen ( $p=,5074$  bzw.  $p=,1953$ ).

Beim **Free-Recall-Test** fanden sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N bezüglich der Anzahl erinnerter Schmerzwörter und neutraler Wörter ( $p=,6616$ ). Dasselbe gilt für die Gruppen SCH-J und SCH-N ( $p=1,000$ ). Beim Free-Recall-Test konnten somit keine Beobachtungen im Sinne der Theorien des inhaltspezifischen Selbstschemas (vgl. Rogers et al., 1977; Craik, 1979), des

lerntheoretischen Depressionsmodells (vgl. Beck, 1976; Beck et al., 1979, 1986) oder der assoziativen Netzwerktheorie (vgl. Bower, 1981) gemacht werden.

Während der Untersuchungsabschnitte Lernphase, Lexical-Decision-Test und Wiedererkennungstest wurde eine **EEG-Ableitung** vorgenommen. Veränderungen der Amplitudengrößen der N100, P300 und des Late Positive Complex wurden für die Elektroden F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ und P4 untersucht.

Die **N100** war im Wiedererkennungstest bei der Gruppe ADS-H im Vergleich zur Gruppe ADS-N ( $p=,0476$ ) und bei der Gruppe SCH-J im Vergleich zur Gruppe SCH-N ( $p=,0353$ ) stärker negativ. Diese Amplitudenveränderung spricht für eine höhere selektive Aufmerksamkeit der Gruppen ADS-H bzw. SCH-J (vgl. Hillyard et al., 1973; Heinze et al., 1994).

Die **P300** war in der Lernphase ( $p=,0002$ ), im Lexical-Decision-Test ( $p=,0003$ ) und im Wiedererkennungstest ( $p=,0032$ ) bei der Präsentation von Schmerzwörtern erhöht. Dies deutet auf eine größere Relevanz dieser Stimuli hin (vg. Duncan-Johnson und Donchin, 1977; Donchin und Coles, 1988).

An den Elektroden P3 ( $p=,0275$ ) und P4 ( $p=,0499$ ) ergab sich beim Lexical-Decision-Test eine Wechselwirkung zwischen den Gruppen ADS-H und ADS-N und der Wortkategorie: Schmerzwörter riefen bei der Gruppe ADS-H signifikant höhere Amplituden der P300 hervor als bei der Gruppe ADS-N. Diese Amplitudenerhöhungen könnten elektrophysiologische Korrelate eines „Schmerzknotens“ im Sinne der assoziativen Netzwerktheorie Bowers (1981) sein. Die Existenz eines solchen „Schmerzknotens“ bei der Gruppe ADS-H konnte bereits aufgrund der Ergebnisse im Wiedererkennungstest angenommen werden.

In der Lernphase war die Amplitude der P300 für tief, semantisch verarbeitete Wörter im Vergleich zu flach, orthographisch verarbeiteten Wörtern erhöht ( $p=,0000$ ; vgl. Craik und Tulving, 1975; Rogers et al., 1977; Craik, 1979). Im Lexical-Decision-Test riefen tief, semantisch verarbeitete Wörter ebenfalls größere Amplituden hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter ( $p=,0022$ ). Flach, orthographisch verarbeitete Wörter wiederum riefen größere Amplituden hervor als im Lexical-Decision-Test neu präsentierte Wörter ( $p=,0107$ ).

Der **Late Positive Complex** war in der Lernphase ( $p=,0001$ ) und im Lexical-Decision-Test ( $p=,0019$ ) für Schmerzwörter erhöht. Dies deutet auf eine größere Relevanz dieser

---

Stimuli hin (vgl. Naumann et al., 1991, 1992). In der Lernphase riefen tief, semantisch verarbeitete Wörter größere Amplituden des Late Positive Complex hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter ( $p=,0002$ ; vgl. Craik und Tulving, 1975; Rogers et al., 1977; Craik, 1979). Im Lexical-Decision-Test riefen tief, semantisch verarbeitete Wörter ebenfalls größere Amplituden hervor als flach, orthographisch verarbeitete Wörter ( $p=,0008$ ). Flach, orthographisch verarbeitete Wörter wiederum riefen größere Amplituden hervor als im Lexical-Decision-Test neu präsentierte Wörter ( $p=,0113$ ).

**LITERATURVERZEICHNIS**

Adler, G. & Gattaz, W.F. (1993).

Pain perception threshold in major depression.

*Biological Psychiatry*, 34 (10), 687-689.

Alloy, L.B. & Abramson, L.Y. (1988).

Depression realism: four theoretical perspectives.

In: Alloy, L.B.: *Cognitive processes in depression*;

Guilford Press, New York.

Almay, B.G.L., Johansson, F., von Knorring, L., Terenius, L. & Wahlstrom, A. (1978).

Endorphins in chronic pain: I. Differences in CSF endorphin levels between organic and psychogenic pain syndromes.

*Pain*, 5, 153-162.

American Psychiatric Association (1994).

*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)*.

A.P.A., Washington DC.

Andersson, H.I. (1994).

The epidemiology of chronic pain in a Swedish rural area.

*Quality of Life Research*, 3, 19-26.

Andersson, H.I., Ejlertsson, G., Leden, I. & Rosenberg, C. (1993).

Chronic pain in a geographically defined general population: studies of differences in age, gender, social class, and pain localization.

*Clinical Journal of Pain*, 9 (3), 174-182.

Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968).

Human memory: A proposed system and its control process.

In: Spence, K.W., Spence, S.T.: *The psychology of learning and motivation*;

Academic Press, New York.

Bandura, A. & Walters, R. (1963).

*Social learning and personality development*.

Holt, Rinehart & Winston, New York.

Beck, A.T. (1976).

*Cognitive therapy and the emotional disorders*.

International Universities Press, New York.

Beck, A.T., Emery, G. & Greenberg, R.C. (1986).

*Anxiety disorders and phobias: A cognitive perspective*.

Basic Books, New York.

- Beck, A.T., Rush, A.J., Shaw, B.F. & Emery, G. (1979).  
*Cognitive Therapy of Depression*.  
Guilford Press, New York.
- Beck, A.T. & Steer, R.A. (1987).  
*Beck Depression Inventory - Manual*.  
The Psychological Corporation, San Antonio.
- Beck, A.T., Ward, C.H., Mendelson, M., Mock, J. & Erbaugh, J. (1961).  
An inventory for measuring depression.  
*Archives of General Psychiatry*, 4, 53-63.
- Bentin, S. & Moscovitch, M. (1990).  
Psychophysiological indices of implicit memory performance.  
*Bulletin of the Psychonomic Society*, 28, 346-352.
- Ben-Tovim, D.I. & Schwartz, M.S. (1981).  
Hypoalgesia in depressive illness.  
*British Journal of Psychiatry*, 138, 37-39.
- Besson, M., Kutal, M. & Van Petten, C. (1992).  
An event-related potential (ERP) analysis of semantic congruity and repetition effects in sentences.  
*Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 132-149.
- Bezzi, G., Pinelli, P. & Tosca, P. (1981).  
Motor reactivity, pain threshold and effects of sleep deprivation in unipolar depressives.  
*Psichiatria Clinica*, 14, 150-160.
- Birbaumer, N. & Schmidt F. (1996).  
*Biologische Psychologie*.  
3. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Blau, E. & Ober, B. (1988).  
The effect of depression on verbal memory in older adults.  
*Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 81.
- Blumer, D. & Heilbronn, M. (1981).  
The pain-prone disorder: a clinical and psychological profile.  
*Psychosomatics*, 22, 395-402.
- Bortz, J. (1993).  
*Statistik*.  
4. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

- Boureau, F., Luu, M. & Doubrere, J.F. (1991).  
Study of experimental pain measures and nociceptive reflex in chronic pain patients.  
*Pain*, 44 (2), 131-138.
- Bower, G.H. (1981).  
Mood and memory.  
*American Psychologist*, 36, 129-148.
- Bower, G.H., Monteiro, K.P. & Gilligan, S.G. (1978).  
Emotional mood as a context for learning and recall.  
*Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 573-585.
- Bradley, B.P., Mogg, K. & Millar, N. (1996).  
Implicit memory bias in clinical and non-clinical depression.  
*Behavior Research and Therapy*, 34 (11-12), 865-879.
- Bradley, B.P., Mogg, K. & Williams, R. (1994).  
Implicit and explicit memory for emotional information in non-clinical subjects.  
*Behavior and Research Therapy*, 32 (1), 65-78.
- Bradley, B.P., Mogg, K. & Williams, R. (1995).  
Implicit and explicit memory for emotion-congruent information in depression and anxiety.  
*Behavior and Research Therapy*, 33, 755-770.
- Bradley, J.V. (1978).  
Robustness?  
*British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 31, 144-152.
- Brand, N. & Jolles, J. (1985).  
Learning and retrieval rate of words presented auditorily and visually.  
*Journal of General Psychology*, 112, 201-210.
- Brand, N. & Jolles, J. (1987).  
Information processing in depression and anxiety.  
*Psychological Medicine*, 17, 145-153.
- Brand, N., Jolles, J. & Gispen de Wied, C. (1992).  
Recall and recognition memory deficits in depression.  
*Journal of Affective Disorders*, 25 (1), 77-86.
- Brand, N., van der Wijk, A. & Hijman, R. (1990).  
Motor planning in neurological and psychiatric patients, 321-334.  
In: Drenth, P.J.D., Sergeant, J.A. & Takens, R.J.: *European perspectives in psychology*;  
John Wiley, New York.

- Brands, A.M.E.F. & Schmidt, A.J.M. (1987).  
Learning processes in the persistence behavior of chronic low back pain patients with repeated acute pain stimulation.  
*Pain*, 30, 329-337.
- Brattberg, G., Thorslund, M. & Wikman, A. (1989).  
The prevalence of pain in a general population. The results of a postal survey in a county of Sweden.  
*Pain*, 37 (2): 215-222.
- Brown, G.K. (1990).  
A causal analysis of chronic pain and depression.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 99 (2), 127-137.
- Brune, K. (1995).  
Analgetika - Antiphlogistika - Antirheumatika, 238-271.  
In: Estler, C.J.: *Pharmakologie und Toxikologie*;  
4.Aufl., Schattauer, Stuttgart, New York.
- Buchsbaum, M.S., Davis, G.C. & Bunney, W.E. (1977).  
Naloxone alters pain perception and somatosensory evoked potentials in normal subjects.  
*Nature*, 270, 620-622.
- Bumberry, W., Oliver, J.M. & McClure, J.N. (1978).  
Validation of the Beck Depression Inventory in a university population using psychiatric estimate as the criterion.  
*Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 150-155.
- Butters, N., Wolfe, J., Granholm, E. & Martone, M. (1986).  
An assessment of verbal recall, recognition and fluency abilities in patients with Huntington's disease.  
*Cortex*, 22, 11-22.
- Byrne, D.G. (1976).  
Choice reaction times in depressive states.  
*British Journal of Social and Clinical Psychology*, 15, 149-156.
- Cacioppo, J.T., Crites, S.L., Berntson, G.G. & Coles, M.G.H. (1993).  
If attitudes affect how stimuli are processed, should they not affect the event-related potential?  
*Psychological Science*, 4 (2), 108-112.
- Calev, A. & Erwin, P.G. (1985).  
Recall and recognition in depressives: use of matched tasks.  
*British Journal of Clinical Psychology*, 24, 127-128.

- Callaghan, M., Sternbach, R.A., Nyquist, J.K. & Timmermans, G. (1978).  
Changes in somatic sensitivity during transcutaneous electrical analgesia.  
*Pain*, 5, 115-127.
- Challis, B.H. & Brodbeck, D.R. (1992).  
Level of processing affects priming in word completion.  
*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 595-607.
- Channon, S, Baker, J.E. & Robertson, M.M. (1993).  
Effects of structure and clustering on recall and recognition memory in clinical depression.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 102 (2), 323-326.
- Chapman, C.R. (1986).  
Pain, perception and illusion.  
In: Sternbach, R.A.: *The Psychology of Pain*;  
Raven Press, New York.
- Clark, D.M. & Teasdale, J.D. (1982).  
Diurnal variation in clinical depression and accessibility of positive and negative experiences.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 91, 87-95.
- Cohen, M.J., Naliboff, B.D., Schandler, S.L. & Heinrich, R.L. (1983).  
Signal detection and threshold measures to loud tones and radiant heat in chronic low back pain patients and cohort controls.  
*Pain*, 16, 245-252.
- Cohen, R.M., Weingartner, H., Smallberg, S.A., Pickar, D. & Murphy, D.L. (1982).  
Effort and cognition in depression.  
*Archives of General Psychiatry*, 39, 593-598.
- Cornell, D.G., Suarez, R. & Berent, S. (1984).  
Psychomotor retardation in melancholic and nonmelancholic depression: cognitive and motor components.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 93, 150-157.
- Costello, C.G. (1978).  
A critical review of Seligman's laboratory experiments on learned helplessness and depression in humans.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 87, 21-31.
- Coughlan, A.K. & Hollows, S.E. (1984).  
Use of memory tests in differentiating organic disorder from depression.  
*British Journal of Psychiatry*, 145, 164-167.

- Craik, F.J.M. (1979).  
Human memory.  
In: Rosenzweig, M.R. & Porter, L.W.: *Annual review of psychology*;  
Palo Alto, California.
- Craik, F.J.M. & Tulving, E. (1975).  
Depth of processing and the retention of words in episodic memory.  
*Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.
- Craik, K.D. & Lockhart, R.S. (1972).  
Levels of processing: A framework for memory research.  
*Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671, 684.
- Cronholm, B. & Ottosson, J.-O. (1960).  
Experimental studies of the therapeutic action of electroconvulsive therapy in  
endogenous depression.  
*Acta Psychiatrica Scandinavica*, 35, 145.
- Crook, J., Rideout, E. & Browne, G. (1984).  
The prevalence of pain complaints in a general population.  
*Pain*, 18 (3), 299-314.
- Cutting, J. (1979).  
Memory in functional psychosis.  
*Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 42, 1031-1037.
- Daalsgard-Nielsen, T. (1965).  
Migraine and heredity.  
*Acta Neurologica Scandinavica*, 41, 287-300.
- Danion, J.M., Kauffmann-Muller, F., Grange, D., Zimmermann, M.A. & Greth, P.  
(1995).  
Affective valence of words, explicit and implicit memory in clinical depression.  
*Journal of Affective Disorders*, 34 (3), 227-234.
- Davis, G.C., Buchsbaum, M.S. & Bunney jr., W.E. (1979).  
Analgesia to painful stimuli in affective illness.  
*American Journal of Psychiatry*, 136 (9), 1148-1151.
- Davis, G.C., Buchsbaum, M.S., Naber, D., Pickar, D., Post, R., van Kammen, D.P. &  
Bunney, W.E. (1982).  
Altered pain perception and cerebrospinal endorphins in psychiatric illness.  
*Annals of the New York Academy of Science*, 398, 366-373.
- Davis, H. & Unruh, W.R. (1980).  
Word memory in non-psychotic depression.  
*Perceptual and Motor Skills*, 51, 699-705.

- Demjen, S. & Bakal, D. (1986).  
Subjective distress accompanying headache attacks: evidence for a cognitive shift.  
*Pain*, 25, 187-194.
- Denny, E.B. & Hunt, R.R. (1992).  
Affective valence and memory in depression: dissociation of recall and fragment completion.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 101, 581-586.
- Derry, P.A. & Kuiper, N.A. (1981).  
Schematic processing and self-reference in clinical depression.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 49 (4), 286-297.
- De Wester, J.N. (1996).  
Recognizing and treating the patient with somatic manifestation of depression.  
*Journal of Family Practice*, 43 (6), 3-15.
- Dilling, Horst (1995).  
*Psychiatrie und Psychotherapie*.  
2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Donchin, E. & Coles, M.G.H. (1988).  
Is the P300 component a manifestation of context updating?  
*Behavioral and Brain Sciences*, 11, 357-374.
- Donnelly, E.F., Murphy, K.L., Goodwin, F.K. & Waldman, I.N. (1982).  
Intellectual function in primary affective disorder.  
*British Journal of Psychiatry*, 140, 633-636.
- Dunbar, G.C. & Lishman, W.A. (1984).  
Depression, recognition memory and hedonic tone. A signal detection analysis.  
*British Journal of Psychiatry*, 144, 376-382.
- Duncan-Johnson, C.C. & Donchin, E. (1977).  
On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability.  
*Psychophysiology*, 14, 456-467.
- Edwards, L. & Pearce, S. (1994).  
Word completion in chronic pain: evidence for schematic representation of pain?  
*Journal of Abnormal Psychology*, 103, 379-382.
- Edwards, L., Pearce, S., Collett, B.J. & Pugh, R. (1992).  
Selective memory for sensory and affective information in chronic pain and depression.  
*The British Journal of Clinical Psychology*, 31, 239-248.

- Egle, U.T. (1993).  
Historische Entwicklung des Schmerzverständnisses, 19-28.  
In: Egle, U.T. & Hoffmann, S.O.: *Der Schmerzkranken*;  
1. Aufl., Schattauer, Stuttgart, New York.
- Eich, E. (1995).  
Searching for mood dependent memory.  
*Psychological Science*, 6, 67-75.
- Ekblom, A. & Hansson, P. (1987).  
Thermal sensitivity is not changed by acute pain or afferent stimulation.  
*Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 50, 1216-1220.
- Ellis, H.C. & Ashbrook, P.W. (1988).  
Resource allocation model of depressed mood states on memory, 25-43.  
In: Fiedler, K. & Forgas, J.: *Affect, Cognition and Social Behaviour*;  
Hogrefe, Toronto.
- Ellis, H.C. & Ashbrook, P.W. (1989).  
The state of mood and memory research: a selective review.  
*Journal of Social Behaviour and Personality*, 4, 1-21.
- Ellis, H.C., Thomas, R.L., McFarland, A.D. & Lane, J.W. (1985).  
Emotional states and retrieval in episodic memory.  
*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 363-370.
- Engfer, U. (1993).  
*Datenanalyse mit CSS: STATISTICA*.  
Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Fabiani, M., Karis, D. & Donchin, E. (1986).  
P300 and recall in an incidental recall paradigm.  
*Psychophysiology*, 23, 298-308.
- Flor, H. & Birbaumer, N. (1994).  
Acquisition of chronic pain: Psychophysiological mechanisms.  
*American Pain Society Journal*, 32, 119-127.
- Flor, H., Birbaumer, N. & Turk, D.C. (1990).  
The psychobiology of chronic pain.  
*Advances in Behavior Research and Therapy*, 12, 47-84.
- Flor, H., Kerns, R.D. & Turk, D.C. (1987).  
The role of spouse enforcement, perceived pain, and activity levels of chronic pain patients.  
*Journal of Psychosomatic Research*, 31, 251-259.

- Flor, H., Knost, B. & Birbaumer, N. (1997).  
Processing of pain- and body-related verbal material in chronic pain patients: central and peripheral correlates.  
*Pain*, 73, 413-421.
- Fogarty, S.J. & Hemsley, D.R. (1983).  
Depression and the accessibility of memories. A longitudinal study.  
*The British Journal of Psychiatry*, 142, 232-237.
- Fordyce, W.E. (1983).  
Behavioral conditioning concepts in chronic pain, Vol. 5.  
In: Bonica, J.J.: *Advances in Pain Research and Therapy*;  
Raven Press, New York.
- Francini, F., Maresca, M., Procacci, P. & Zoppi, M. (1981).  
The effects of non-painful transcutaneous electrical nerve stimulation on cutaneous pain threshold and muscular reflexes in normal men and in subjects with chronic pain.  
*Pain*, 11, 49-63.
- Frey, M. von (1895).  
Beiträge zur Sinnesphysiologie der Haut.  
*Berichte der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.*, 47, 166-184.
- Friedman, A.S. (1964).  
Minimal effects of severe depression on cognitive functioning.  
*Journal of Abnormal and Social Behaviour*, 69, 237-243.
- Friedmann, D. (1990).  
ERPS during continuous recognition memory for words.  
*Biological Psychology*, 30, 61-87.
- Gainotti, G. (1972).  
Emotional behavior and hemispheric side of the lesion.  
*Cortex*, 8, 41-55.
- Glass, R.M., Uhlenhuth, E.H., Hartel, F.W., Matuzas, W. & Fishman, M.W. (1981).  
Cognitive dysfunctions and imipramine in outpatient depressives.  
*Archives of General Psychiatry*, 38, 1048-1051.
- Goldscheider, A. (1894).  
*Über den Schmerz in physiologischer und klinischer Hinsicht*.  
Hirschwald, Berlin.
- Gotlib, I.H. (1984).  
Depression and general psychopathology in university students.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 93, 19-30.

- Graf, P. & Mandler, G. (1984).  
Activation makes words more accessible, but not necessarily more retrievable.  
*Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 553-568.
- Graf, P. & Schacter, D.L. (1985).  
Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects.  
*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 501-515.
- Guillemin, R., Vargo, T., Rossier, J., Minick, S., Ling, N., Rivier, C., Vale, W. & Bloom, F. (1977).  
 $\beta$ -endorphin and adrenocorticotropin are secreted concomitantly by the pituitary gland.  
*Science*, 197, 1367.
- Hackenthal, E. & Kopal, G. (1997).  
Therapie mit Analgetika und Lokalanästhetika, 75-93.  
In: Fülgraff, G. & Palm, D.: *Pharmakotherapie, Klinische Pharmakologie*;  
10. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.
- Häusler, G. (1995).  
Pharmaka mit Wirkung auf das vegetative Nervensystem, 36-100.  
In: Estler, C.J.: *Pharmakologie und Toxikologie*;  
4. Aufl., Schattauer, Stuttgart, New York.
- Haier, R.J. (1983).  
Pain sensitivity, evoked potentials, and the Dexamethasone suppression test in depressed patients.  
*Psychiatry Research*, 10, 201-206.
- Hall, K.R.L. & Stride, E. (1954).  
The varying response to pain in psychiatric disorders. A study in abnormal psychology.  
*British Journal of Medical Psychology*, 27, 48-60.
- Handwerker, H.O. (1999).  
*Einführung in die Pathophysiologie des Schmerzes*.  
Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hansson, P., Ekblom, A., Lindblom, U. & Marchettini, P. (1988).  
Does acute intraoral pain alter cutaneous sensibility?  
*Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 51, 1032-1036.
- Hatta, T. (1985).  
Lateral eye movement and hemispheric asymmetry: Effects of question type, task type, emotional type, and individual differences.  
*Cortex*, 20, 543-556.

- Hautzinger, M. & Bailer, M. (1992).  
*Allgemeine Depressions Skala (ADS). Manual.*  
Beltz Test GmbH, Weinheim.
- Hautzinger, M., Bailer, M., Keller, F. & Worall, H. (1992).  
*Das Beck Depressions Inventar (BDI). Manual.*  
Huber Verlag, Bern.
- Heinze, H.J., Mangun, G.R., Burchert, W., Hinrichs, H., Scholz, M., Münte, T.F., Gos, A., Scherg, M., Johannes, S. & Hundeshagen, H. (1994).  
Combined spatial and temporal imaging of brain activity during visual selective attention in humans.  
*Nature*, 372, 543-546.
- Hemphill, R.E., Hall, K.R.L. & Crookes, G.G. (1952).  
A preliminary report on fatigue and pain tolerance in depressive and psychoneurotic patients.  
*Journal of Mental Science*, 98, 433-440.
- Henry, G.M., Weingartner, H. & Murphy, D.L. (1971).  
Idiosyncratic patterns of verbal learning and word association during mania.  
*American Journal of Psychiatry*, 128, 546-574.
- Henry, G.M., Weingartner, H. & Murphy, D.L. (1973).  
Influence of affective states and psychoactive drugs on verbal learning and memory.  
*American Journal of Psychiatry*, 130, 966-971.
- Hertel, P.T. & Hardin, T.S. (1990).  
Remembering with and without awareness in depressed mood: Evidence of in initiative.  
*Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 45-59.
- Hertel, P.T. & Rude, S.S. (1991).  
Depressive deficits in memory: Focusing attention improves subsequent recall.  
*Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 301-309.
- Hillyard, S.A., Hink, R.R., Schwent, V.L. & Bivton, T.W. (1973).  
Electrical sign of selective attention in the human brain.  
*Science*, 182, 177-180.
- Huberty, C.J. & Morris, J.D. (1989).  
Multivariate analysis versus multiple univariate analysis.  
*Psychological Bulletin*, 105, 302-308.

IASP (International Association for the Study of Pain. Subcommittee on Taxonomy) (1986).

Classification of chronic pain. Descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms.

*Pain*, Suppl.3.

Isen, A.M., Shalke, T.E., Clark, M. & Karp, L. (1978).

Affect, accessibility of material, and behaviour: A cognitive loop?

*Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 1-12.

Jacoby, L.L., Lindsay, D.S. & Toth, J.P. (1992).

Unconscious influences revealed.

*American Psychologist*, 47, 802-809.

James, F.R., Large, R.G., Bushnell, J.A. & Wells J.E. (1991).

Epidemiology of pain in New Zealand.

*Pain*, 44 (3), 279-283.

Jasper, H.H. (1958).

The ten-twenty electrode system of the International Federation.

*Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.

Johnson, R., Pfefferbaum, A. & Kopell, B.S. (1985).

P300 and long-term memory: Latency predicts recognition performance.

*Psychophysiology*, 22, 497-507.

Kalin, N.H., Weiler, S.J. & Shelton, S.E. (1982).

Plasma ACTH and cortisol concentrations before and after Dexamethasone.

*Psychiatry Research*, 7, 87.

Karis, D., Fabiani, M. & Donchin, E. (1984).

„P300“ and memory: Individual differences in the von Restorff effect.

*Cognitive Psychology*, 16, 124-126.

Kemppainen, P., Paalasmaa, P., Pertovaara, A., Alila, A. & Johansson, G. (1990).

Dexamethasone attenuates exercise-induced dental analgesia in man.

*Brain Research*, 519, 329-332.

Knorrning, L. von (1978).

An experimental study of visual averaged evoked responses (V.AER) and pain measures (PM) in patients with depressive disorders.

*Biological Psychology*, 6 (1), 27-38.

Knorrning, L. von & Espvall, M. (1974).

Experimentally induced pain in patients with depressive disorders.

*Acta Psychiatrica Scandinavica*, 255, 121-133.

- Knorrning, L. von, Perris, C., Eisemann, M., Eriksson, U. & Perris, H. (1983).  
Pain as a symptom in depressive disorders. I. Relationship to diagnostic subgroup and depressive symptomatology.  
*Pain*, 15, 19-26.
- Knost, B., Flor, H., Braun, C. & Birbaumer, N. (1997).  
Cerebral processing of words and the development of chronic pain.  
*Psychophysiology*, 34 (4), 474-481.
- Koh, S.D. & Wolpert, E.A. (1983).  
Memory scanning and retrieval in affective disorders.  
*Psychiatry Research*, 8, 289-297.
- Kok, A. (1990).  
Internal and external control: A two-factor model of amplitude change of event-related potentials.  
*Acta Psychologica*, 74, 203-236.
- Kopelman, M.D. (1986).  
Clinical tests of memory.  
*British Journal of Psychiatry*, 148, 517-525.
- Korff, M. von, Dworkin, S.F. & Le Resche, L. (1990).  
Graded chronic pain status: an epidemiological evaluation.  
*Pain*, 40 (3), 279-291.
- Korff, M. von, Dworkin, S.F., Le Resche, L. & Kruger, A. (1988).  
An epidemiological comparison of pain complaints.  
*Pain*, 32 (2), 173-183.
- Korff, M. von, Le Resche, L. & Dworkin, S.F. (1993).  
First onset of common pain symptoms: a prospective study of depression as a risk factor.  
*Pain*, 55, 251-258.
- Kramlinger, K.G., Swanson, D.W. & Maruto, T. (1983).  
Are patients with chronic pain depressed?  
*American Journal of Psychiatry*, 140, 747-749.
- Kuiper, N.A. & Derry, P.A. (1982).  
Depressed and nondepressed content self-reference in mild depressives.  
*Journal of Personality*, 50 (1), 67-80.
- Kuiper, N.A. & Rogers, T.B. (1979).  
The encoding of personal information: Self-other differences.  
*Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 499-514.

- Langermark, M., Jensen, K., Jensen, T.S. & Olesen, J. (1989).  
Pressure pain thresholds and thermal nociceptive thresholds in chronic tension-type headache.  
*Pain*, 38, 203-210.
- Larbig, W. (1993).  
Physiologische Grundlagen von Schmerz und die Gate-Control-Theorie, 42-59.  
In: Egle, U.T. & Hoffmann, S.O.: *Der Schmerzkranken*;  
1. Aufl., Schattauer, Stuttgart, New York.
- Larbig, W., Montoya, P., Flor, H., Bilow, H., Weller, S. & Birbaumer, N. (1996).  
Evidence for a change in neural processing in phantom limb pain patients.  
*Pain*, 67 (2-3), 275-283.
- Lautenbacher, S. & Krieg, J.C. (1994).  
Pain perception in psychiatric disorders: a review of the literature.  
*Journal of Psychiatric Research*, 28 (2), 109-122.
- Lautenbacher, S., Roscher, S., Strian, D., Fassbender, K., Krumrey, K. & Krieg, J.C. (1994).  
Pain perception in depression: relationships to symptomatology and naloxone-sensitive mechanisms.  
*Psychosomatic Medicine*, 56 (4), 345-352.
- Laux, G. (1996).  
Affektive Störungen, 58-96.  
In: Möller, H.M., Laux, G. & Deister, A.: *Psychiatrie*;  
1. Aufl., Hippokrates, Stuttgart.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C.D. (1981).  
*Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung. Manual.*  
Beltz Test GmbH, Weinheim.
- Le Bars, D., Dickenson, A.H. & Besson, J.M. (1979).  
Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurones in the rat.  
*Pain*, 6, 283-304.
- Le Bars, D. & Willer, J.C. (1988).  
Letter to the editor.  
*Pain*, 32, 259-260.
- Le Bars, D., Willer, J.C. & De Broucker, T. (1992).  
Morphine blocks descending pain inhibitory controls in humans.  
*Pain*, 48, 13-20.

- Lindsay, P.G. & Wyckoff, M. (1981).  
The depression-pain syndrome and its response to antidepressants.  
*Psychosomatics*, 22, 571-577.
- Lindsley, D.B. & Wicke, J.D. (1974).  
The electroencephalogram: Autonomous electrical activity in man and animals.  
In: Thompson, R.F. & Patterson, M.M.: *Bioelectric recording techniques*;  
Academic Press, New York.
- Lipman, J.J., Blumenkopf, B. & Parris, W.C.V. (1987).  
Chronic pain assessment using heat beam dolorimetry.  
*Pain*, 30, 59-67.
- Livingstone, W.K. (1943).  
*Pain mechanisms*.  
Macmillan, New York.
- Lloyd, G.G. & Lishman, W.A. (1975).  
Effect of depression on the speed of recall of pleasant and unpleasant experiences.  
*Psychological Medicine*, 5, 173-180.
- Lukesch, H. (1974).  
Testkriterien des Depressionsinventars von Beck.  
*Psychologie und Praxis*, 18, 60-78.
- Magni, G., Moreschi, C., Rigatti-Luchini, S. & Merskey, H. (1994).  
Prospective study on the relationship between depressive symptoms and chronic musculoskeletal pain.  
*Pain*, 56 (3), 289-297.
- Malow, R.M., Grimm, L. & Olson, R.E. (1980).  
Differences in pain perception between myofascial pain dysfunction patients and normal subjects: a signal detection analysis.  
*Journal of Psychosomatic Research*, 24, 303-310.
- Marazziti, D., Rosa, C., Ghione, S., DiMuro, A. & Castrogiovanni, P. (1991).  
Pain threshold in depression.  
*Biological Psychiatry*, 29, 352.
- Maruta, T., Vatterott, M.K. & McHardy, M.J. (1989).  
Pain management as an antidepressant: long-term resolution of pain-associated depression.  
*Pain*, 36, 19-26.
- Mathews, A., Mogg, K., May, J. & Eysenck, M. (1989).  
Implicit and explicit memory bias in anxiety.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 98, 236-240.

- Melzack, R. (1978).  
*Das Rätsel des Schmerzes.*  
Hippokrates, Stuttgart.
- Melzack, R. & Wall, P.D. (1965).  
Pain mechanisms: a new theory.  
*Science*, 150, 971-980.
- Merskey, H. (1965).  
The characteristics of persistent pain in psychological illness.  
*Journal of Psychosomatic Research*, 9 (3), 291-298.
- Merskey, M.R.H. & Bogduk, N. (1994).  
*Classification of chronic pain.*  
International Association for the Study of Pain, Seattle.
- Millar, W.J. (1996).  
Chronic pain.  
*Health Report*, 7 (4), 47-53.
- Miller, E. & Lewis, P. (1977).  
Recognition memory in elderly patients with depression and dementia: a signal detection analysis.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 86, 84-86.
- Miller, W.R. (1975).  
Psychological deficit in depression.  
*Psychological Bulletin*, 82, 238-260.
- Montoya, P., Larbig, W., Pulvermuller, F., Flor, H. & Birbaumer, N. (1996).  
Cortical correlates of semantic classical conditioning.  
*Psychophysiology*, 33 (6), 644-649.
- Münte, T.F., Heinze, H.J., Scholtz, M. & Künkel, H. (1988).  
Effects of cholinergic and nootropic (WEB 1881 FU) on event-related potentials recorded in incidental and intentional memory tasks.  
*Neuropsychobiology*, 10, 158-168.
- Murray, F.S. & Safferstone, J.F. (1970).  
Pain threshold and tolerance of right and left hands.  
*Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 71, 83-86.
- Naliboff, B.D. & Cohen, M.J. (1989).  
Psychophysical laboratory methods applied to clinical pain patients, Vol. 12.  
In: Chapman, C.R. & Loeser, J.D.: *Advances in Pain Research and Therapy*;  
Raven Press, New York.

- Naliboff, B.D., Cohen, M.J., Schandler, S.O. & Heinrich, R.L. (1981).  
Signal detection and threshold measures for chronic back pain patients, chronic illness patients and cohort controls to radiant heat stimuli.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 90, 271-274.
- Naumann, E., Bartussek, D., Diedrich, O. & Laufer, M.E. (1992).  
Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex.  
*Journal of Psychophysiology*, 6, 285-298.
- Naumann, E., Bartussek, D., Kaiser, W. & Fehm-Wolfsdorf, G. (1991).  
Vasopressin and cognitive processes: Two event-related potential studies.  
*Peptides*, 12, 1379-1384.
- Neville, H.J., Kutas, M., Chesney, G. & Schmidt, A.L. (1986).  
Event-related brain potentials during initial encoding and recognition memory of congruous and incongruous words.  
*Journal of Memory and Language*, 25, 75-92.
- Nilges, P. (1993).  
Lerntheoretisches Verständnis von Schmerz, 107-119.  
In: Egle, U.T. & Hoffmann, S.O.: *Der Schmerzkranken*;  
1. Aufl., Schattauer, Stuttgart, New York.
- Noordenbos, W. (1959).  
*Pain*.  
Elsevier, Amsterdam.
- O'Brien, R.G. & Kaiser, M.K. (1985).  
MANOVA Method for analyzing repeated measures designs: an extensive primer.  
*Psychological Bulletin*, 2, 316-333.
- Oliver, J.M. & Simmons, M.E. (1984).  
Depression as measured by the DSM-III and the Beck Depression Inventory in an unselected adult population.  
*Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52, 892-898.
- Otto, M.W., Dougher, M.J. & Yeo, R.A. (1989).  
Depression, pain, and hemispheric activation.  
*The Journal of Nervous and Mental Disease*, 177 (4), 210-218.
- Paller, K.A. (1990).  
Recall and stem completion priming have different electrophysiological correlates and are modified differentially by directed forgetting.  
*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 1021-1032.

- Paller, K.A. (1993).  
Elektrophysiologische Studien zum menschlichen Gedächtnis.  
*EEG - EMG*, 24, 24-33.
- Paller, K.A. & Kutas, M. (1992).  
Brain potentials during memory retrieval provide neurophysiological support for the distinction between conscious recollection and priming.  
*Journal of Cognitive Neuroscience*, 4 (4), 375-391.
- Paller, K.A., Kutas, M. & Mayes, A.R. (1987).  
Neural correlates of encoding in an incidental learning paradigm.  
*Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 67, 360-371.
- Parrott, W. & Sabini, J. (1990).  
Mood and memory under natural conditions: evidence for mood-incongruent recall.  
*Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 321-336.
- Pauli, P., Wiedemann, G. & Nickola, M. (1999a).  
Pain sensitivity, cerebral laterality, and negative affect.  
*Pain*, 80, 359-364.
- Pauli, P., Wiedemann, G. & Nickola, M. (1999b).  
Pressure pain thresholds asymmetry in left- and right-handers: associations with behavioural measures of cerebral laterality.  
*European Journal of Pain*, 3, 151-156.
- Pawlow, I.P. (1927).  
*Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*.  
Oxford University Press, London.
- Pearce, S.A., Isherwood, S., Hrouda, D., Richardson, P.H., Erskine, A. & Skinner, J. (1990).  
Memory and pain: Test of mood congruity and state dependent learning in experimentally induced and clinical pain.  
*Pain*, 43, 187-193.
- Peters, M.L. & Schmidt, A.J.M. (1992).  
Differences in pain perception and sensory discrimination between chronic low back pain patients and healthy controls.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 36 (1), 47-53.
- Pilowsky, I. (1988).  
Affective disorders and pain, 263-275.  
In: Dubner, R., Gebhart, G.F., Bond, M.R.: *Proceedings of the Vth World Congress on Pain*;  
Elsevier, Amsterdam.

- Pilowsky, I., Chapman, C.R. & Bonica, J.J. (1977).  
Pain, depression, and illness behavior in a pain clinic population.  
*Pain*, 4, 183-192.
- Pincus, T., Fraser, L. & Pearce, S. (1998).  
Do chronic pain patients „Stroop“ on pain stimuli?  
*British Journal of Clinical Psychology*, 37, 49-58.
- Pincus, T., Pearce, S. & McClelland, A. (1995).  
Endorsement and memory bias of self-referential pain stimuli in depressed pain patients.  
*British Journal of Clinical Psychology*, 34, 267-277.
- Pinelli, P., Zerbi, F., Fenoglio, L. & Corona, G.L. (1979).  
Blood 5-hydroxytryptamine (5-HT), sleep, pain experience, depressions: time-course effects of amitriptyline treatment.  
*Italian Journal of Neurological Sciences*, 1, 7-13.
- Radloff, L.S. (1977).  
The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population.  
*Applied Psychological Measurement*, 3, 385-401.
- Rau, H. & Pauli, P. (1995).  
*Medizinische Psychologie / Medizinische Soziologie systematisch*.  
1. Aufl., UNI-MED, Lorch / Württemberg.
- Renault, B., Kutas, M., Coles, M.G.H. & Gaillard, A.W.K. (1988).  
Event-related potentials: investigations of cognition.  
*Biological Psychology*, 26, 217-230.
- Reus, V.I., Joseph, M.S. & Dallman, M.F. (1982).  
ACTH after the Dexamethasone suppression test in depression.  
*New England Journal of Medicine*, 306, 238.
- Riskind, J.H., Rholes, W.S. & Eggers, J. (1982).  
The Velten mood induction procedure: Effects on mood and memory.  
*Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 50, 146-147.
- Ritter, W., Simson, R., Vaughan, H.G. & Macht, M. (1982).  
Manipulation of event-related potential manifestations of information processing stages.  
*Science*, 218, 909-911.
- Roberts, R.E., Lewinsohn, P.M. & Seeley, J.R. (1990).  
*Screening for adolescent depression: A comparison of the CES-D and BDI*.  
Oregon Research Institute, Eugene.

- Roediger, H.L. & McDermott, K.B. (1992).  
Depression and implicit memory: a review.  
*Journal of Abnormal Psychology*, 101, 587-591.
- Rogers, T.B., Kuiper, N.A. & Kirker, W.S. (1977).  
Self-reference and the encoding of personal information.  
*Journal of Personality and Social Psychology*, 35, 677-688.
- Rollman, G.B. (1979).  
Signal detection theory pain measures: empirical validation studies on adaption-level effects.  
*Pain*, 6, 9-21.
- Rugg, M.D. & Nagy, M.E. (1989).  
Event-related potentials and recognition memory for words.  
*Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 72, 395-406.
- Sanquist, T.F., Rohrbaugh, J.W., Syndulko, K. & Lindsley, D.B. (1980).  
Electrocortical signs of level of processing: Perceptual analysis and recognition memory.  
*Psychophysiology*, 17, 568-580.
- Schandry, R. (1996).  
*Lehrbuch Psychophysiologie*.  
3. Aufl., Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Schmidt, A.J.M. & Brands, A.M.E.F. (1986).  
Persistence behavior of chronic low back pain patients in an acute pain situation.  
*Journal of Psychosomatic Research*, 3, 339-346.
- Selby, G. & Lance, J.W. (1960).  
Observation on 500 cases of migraine and allied vascular headache.  
*Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 23, 23-32.
- Shenkin, H.A. (1964).  
The effect of pain on the diurnal pattern of plasma corticoid levels.  
*Neurology*, 14, 1112-1117.
- Silbernagel, S. (1991).  
*Taschenatlas der Physiologie*.  
4. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York.
- Smith, G.R. (1992).  
The epidemiology and treatment of depression when it coexists with somatoform disorders, somatization, or pain.  
*General Hospital Psychiatry*, 14 (4), 265-272.

- Smith, M.E. & Halgren, E. (1989).  
Dissociation of recognition memory components following temporal lobe lesions.  
*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 50-60.
- StatSoft Inc. (1999).  
*Electronics Statistic Textbook*.  
Tulsa, OK: StatSoft Inc. WEB:  
[http:// www.statsoft.com/textbook/stathome.html](http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html).
- Steinhausen, M. (1993).  
*Medizinische Physiologie*.  
3. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, New York.
- Sternberg, D.E. & Jarvik, M.E. (1976).  
Memory functions in depression.  
*Archives of General Psychiatry*, 33, 219-224.
- Sternberg, S. (1975).  
Memory scanning: New findings and current controversies.  
*The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27, 1-32.
- Stip, E. & Lecours, A.R. (1992).  
Fonctionnement neuropsychologique du déprimé. Epreuve de décision lexicale dans la  
dépression majeure.  
*Encephale*, 18 (5), 575-583.
- Stip, E., Lecours, A.R., Chertkow, H., Elie, R. & O'Connor, K. (1994).  
Influence of affective words on lexical decision task in major depression.  
*Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 19 (3), 202-207.
- Teasdale, J.D. & Fogarty, S.J. (1979).  
Differential effects of induced mood on retrieval of pleasant and unpleasant memories  
from episodic memory.  
*American Psychologist*, 88, 248-257.
- Teasdale, J.D. & Russell, M.L. (1983).  
Differential effects of induced mood on the recall of positive, negative and neutral  
words.  
*The British Journal of Clinical Psychology*, 22 (Pt3), 163-171.
- Teasdale, J.D. & Taylor, R. (1981).  
Induced mood and accessibility of memories: An effect of mood state or of induction  
procedure?  
*British Journal of Clinical Psychology*, 20, 39-48.

- Teasdale, J.D., Taylor, R. & Fogarty, S.J. (1980).  
Effects of induced elation and depression on the accessibility of memories of happy and unhappy experiences.  
*Behaviour Research and Therapy*, 18, 339-346.
- Terenius, L., Wahlstrom, A. & Lindstrom, L. (1976).  
Increased CSF levels of endorphines in chronic psychosis.  
*Neuroscience Letters*, 3, 157-162.
- Tölle, R. (1994).  
*Psychiatrie*.  
10. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Tucker, D.M., Stenslie, C.E., Roth, R.S. & Shearer, S.L. (1981).  
Right frontal lobe activation and right hemispheric performance: Decrement during a depressed mood.  
*Archives of General Psychiatry*, 38, 169-174.
- Tulving, E. & Schacter, D.L. (1990).  
Priming and human memory systems.  
*Science*, 247, 301-306.
- Tulving, E. & Thomson, D.M. (1973).  
Encoding specificity and retrieval process in episodic memory.  
*Psychological Review*, 80, 352-373.
- Velten, E. (1968).  
A laboratory task for the induction of mood states.  
*Behaviour Research and Therapy*, 6, 473-482.
- Ward, N.G., Bloom, V.L., Dworkin, S., Fawcett, J., Narasimhachari, N. & Friedel, R.O. (1982).  
Psychobiological markers in coexisting pain and depression: toward a unified theory.  
*The Journal of Clinical Psychiatry*, 43, 32-41.
- Ward, N.G., Bloom, V.L. & Friedel, R.O. (1979).  
The effectiveness of tricyclic antidepressants in the treatment of coexisting pain and depression.  
*Pain*, 7, 331-341.
- Watkins, P.C., Mathews, A., Williamson, D.A. & Fuller, R.D. (1992).  
Mood congruent memory in depression: emotional priming or elaboration?  
*Journal of Abnormal Psychology*, 101, 581-586.

- Watts, F.N., Dalgleish, T., Bourke, P. & Healy, D. (1990).  
Memory deficit in clinical depression: processing resources and the structure of materials.  
*Psychological Medicine*, 20, 345-349.
- Watts, F.N., Trezise, L. & Sharrock, R. (1996).  
Processing of phobic stimuli.  
*British Journal of Clinical Psychology*, 25, 253-261.
- Weingartner, H., Cohen, R.M., Murphy, D.L., Martello, J. & Gerdt, C. (1981).  
Cognitive processes in depression.  
*Archives of General Psychiatry*, 38, 42-47.
- Weldon, M.S. (1991).  
Mechanisms underlying priming in perceptual tests.  
*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 526-541.
- Weltgesundheitsorganisation (1993).  
*Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD-10 Kapitel V (F). Klinisch-diagnostische Leitlinien*.  
2. Aufl., Huber Verlag, Bern, Göttingen, Toronto.
- Williams, G.H. & Dluhy, R.G. (1995).  
Erkrankungen der Nebennierenrinde, 2285-2310.  
In: *Harrisons Innere Medizin*;  
13. Aufl., Blackwell Wissenschaft, Berlin, Wien, Oxford.
- Williams, J.M.G., Watts, F.N., MacLeod, C. & Mathews, A. (1988).  
*Cognitive psychology and emotional disorders*.  
Wiley, Chichester.
- Williamson, S., Harpur, T.J. & Hare, R.D. (1991).  
Abnormal processing of affective words by psychopaths.  
*Psychophysiology*, 28, 260-273.
- Yang, J.C., Richlin, D., Brand, L., Wagner, J. & Clark, W.C. (1985).  
Thermal sensory decision theory indices and pain thresholds in chronic pain patients and healthy volunteers.  
*Psychosomatic Medicine*, 47, 461-468.
- Zerssen, D. von (1976).  
*Die Befindlichkeits-Skala - Parallelformen Bf-S und Bf-S'*. Manual.  
Beltz Test GmbH, Weinheim.
- Zschocke, S. (1995).  
*Klinische Elektroenzephalographie*.  
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

## 7 ANHANG

### ABKÜRZUNGEN

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ADS	Allgemeine Depressions Skala
ADS-H	Versuchspersonengruppe, die auf der Allgemeinen Depressions Skala einen hohen Summenpunktwert erzielte
ADS-N	Versuchspersonengruppe, die auf der Allgemeinen Depressions Skala einen niedrigen Summenpunktwert erzielte
ANOVA	Analysis of Variance
BDI	Beck-Depressions-Inventar
Bf-S	Befindlichkeits-Skala
CES-D	Center for Epidemiological Studies Depression Scale
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
Dm	ERP <u>due to</u> <u>memory</u> performance
DNIC	Diffuse Noxious Inhibitory Controls
DSM-III	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders; 3. Version
DSM-III-R	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders; 3., revidierte Version
DSM-IV	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders; 4. Version
EEG	Elektroenzephalogramm
EKP	Ereigniskorreliertes Potential (deutsch für ERP)
EP	Evoziertes Potential
ERP	Event Related Potential
ICD-10	International Classification of Disease; 10. Version
MANOVA	Multivariant Analysis Of Variance
REM	Rapid Eye Movement
SCH-J	Versuchspersonengruppe, die zum Zeitpunkt der Untersuchung unter Schmerzen litt

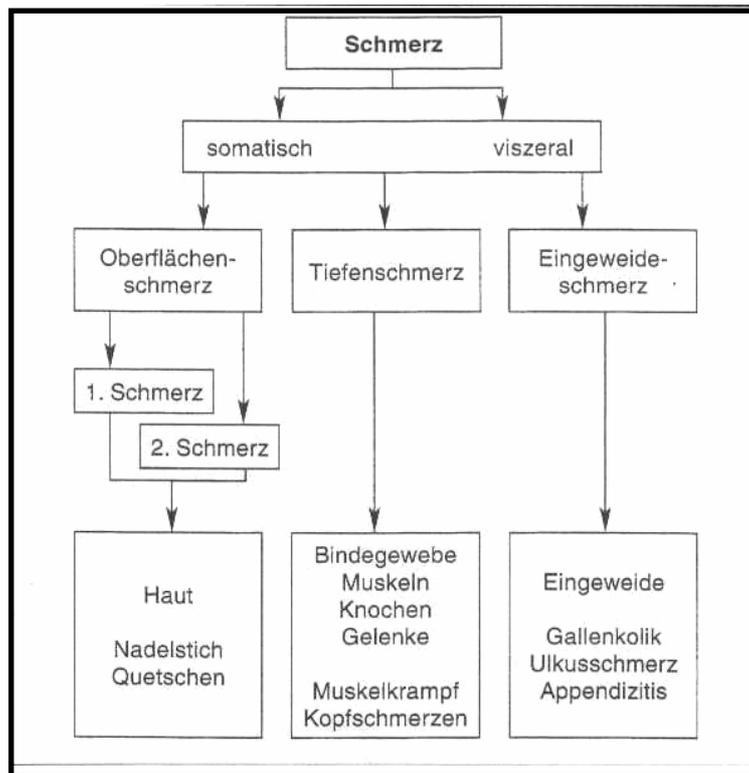
SCH-N	Versuchspersonengruppe, die zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht unter Schmerzen litt
STAI	State-Trait-Anxiety Inventory
VEP	Visuell evoziertes Potential
vgl.	vergleiche
vs.	versus
ZNS	Zentralnervensystem

## SCHMERZFORMEN (zu Kapitel 1.3)

### Abbildung 33:

Einteilung von Schmerzformen nach verschiedenartigen Schmerzqualitäten. Nach Birbaumer und Schmidt (1996).

Aus: *Medizinische Psychologie / Medizinische Soziologie*. Rau und Pauli (1995).



An Schmerzformen unterscheidet man den **somatischen** vom **viszeralen Schmerz**.

Der somatische Schmerz umfasst den von der Haut kommenden **Oberflächenschmerz** und den von Gelenken, Knochen, Muskeln oder dem Bindegewebe ausgehenden **Tiefenschmerz**. Der viszerale Schmerz oder **Eingeweideschmerz** geht von den inneren Organen aus (Rau und Pauli, 1995).

Beim Oberflächenschmerz unterscheidet man zwischen dem schnell gemeldeten, als stechend und hell empfundenen **ersten Schmerz (Primärschmerz)** und dem 0,5 bis 1s später nachfolgenden dumpfen **zweiten Schmerz**. Der erste Schmerz führt vorwiegend zu Fluchtreflexen, der zweite eher zu Schonhaltungen (Silbernagel, 1991). Der Primärschmerz wird von schnellen A-Fasern weitergeleitet, der zweite Schmerz von langsamen, unmyelinisierten C-Fasern (Rau und Pauli, 1995).

## **THEORIEN ZUR SCHMERZENTSTEHUNG** (zu Kapitel 1.3)

Es gibt verschiedene Ansätze, die die Entstehung und Aufrechterhaltung von Schmerzzuständen zu erklären versuchen. Die wichtigsten sollen hier kurz skizziert werden.

### **a) Theorien des späten 19. und des frühen 20. Jahrhunderts**

Lange Zeit waren Schmerztheorien ausschließlich von organischen Vorstellungen einer linearen Beziehung zwischen dem nozizeptiven Input und der Schmerzerfahrung dominiert (Egle, 1993).

So ging Goldscheider (1894) davon aus, daß Schmerz dann zentral wahrgenommen wird, wenn die Summe der im Hinterhorn des Rückenmarks eintreffenden peripheren Reize eine bestimmte Schwelle überschreitet. Er nahm an, daß alle Nervenendigungen als unspezifische Rezeptoren wirken und durch entsprechend intensive Reize stimuliert werden können. Aus der Theorie Goldscheiders entwickelten sich verschiedene theoretische Ansätze, die heute unter dem Begriff **Pattern-Theorien** subsumiert werden (Egle, 1993).

Von Frey (1895) dagegen ging in seiner **Spezifitätstheorie** vom Vorhandensein spezifischer Rezeptortypen für jede der verschiedenen Hautsensationen aus. Nach dieser Theorie waren eigenständige Nervenrezeptoren dafür zuständig, daß die Schmerzimpulse über spezifische Nervenbahnen zu einem speziellen Schmerzzentrum im Gehirn gelangen. Schmerz wurde also als eigenständige Erfahrung angesehen, die durch die angenommenen neurophysiologischen Strukturen vollständig geklärt werden konnte. Schmerz wurde somit auf eine physische Empfindung reduziert (Egle, 1993).

Livingstone (1943) entwickelte - ausgehend von den Annahmen von Goldscheider (1894) - die **zentrale Summationstheorie**. Er nahm spezifische neuronale Mechanismen zur Erklärung der sensorischen Summationsphänomene bei pathologischen Schmerzphänomenen an (Egle, 1993).

Auch die **sensorische Interaktionstheorie** von Noordenbos (1959) wurde von Goldscheiders Pattern-Theorie abgeleitet und ist der zentralen Summationstheorie verwandt. Noordenbos nahm an, daß ein spezielles Reizkontrollsystem normalerweise

die Summation sensorischer Reize verhindert, und daß sich pathologische Schmerzsyndrome infolge einer Zerstörung dieses Systems - also durch Verletzung oder Erkrankung dieser peripheren sensorischen Fasern - entwickeln. Dieses Input-Kontrollsystem besteht aus dicken und dünnen sensorischen Nervenfasern. Die dünnen Fasern sind nach dieser Theorie ein multisynaptisches afferentes System, das somatische und viszerale Impulse zum Hinterhorn leitet, wo sie zum Aufbau neuronaler Aktionsmuster (patterns) summiert werden, die schließlich vom Gehirn als Schmerz interpretiert werden. Die dicken Fasern dienen dazu, die Summation der Impulse aus den dünnen Fasern im Hinterhorn abzuschwächen und dadurch die Entstehung neuronaler Patterns verhindern. Beim pathologischen Schmerzsyndrom besteht im Verhältnis der dicken zu den dünnen Fasern ein Ungleichgewicht zugunsten der dünnen Fasern. Dieses Mißverhältnis im Reizkontrollsystem bewirkt dann einen relativen Anstieg der Aktivität der dünnen Fasern, die über eine verstärkte Reizsummation schließlich zu einem abnormen Schmerzempfinden führt (Egle, 1993).

#### **b) Die Gate-Control-Theorie**

Im Jahre 1965 schlugen Melzack und Wall mit der **Gate-Control-Theorie** ein **integratives Schmerzmodulationskonzept** vor. Sie betonten, daß die Intensität und die Art des wahrgenommenen Schmerzes nicht nur von den somatosensorischen Charakteristika der Eingangsreize, sondern darüber hinaus von zahlreichen, insbesondere psychologischen und sozialen Variablen determiniert sind. So beschreibt Melzack (1978) auf der Basis der Gate-Control-Theorie Schmerz als höchstpersönliche und wandlungsfähige Erfahrung, die von kulturellen Werten, der jeweiligen Situation, der Aufmerksamkeit und von weiteren kognitiven Aktivitäten beeinflusst wird. Die grundlegende Annahme der Gate-Control-Theorie besteht darin, daß in der Substantia gelatinosa des Rückenmarks eine Art „Tor“- Mechanismus existiert, der eine Übertragung eingehender Schmerzimpulse von den peripheren Schmerzfasern auf Bahnen des Rückenmarks reguliert: bei „geöffnetem“ Tor können die neuronalen Schmerzinformationen ungehindert bzw. verstärkt hirnwärts passieren; bei mehr oder weniger „geschlossenem“ Tor wird die Weiterleitung schmerzhafter Impulse zum Gehirn abgeschwächt oder gehemmt (Larbig, 1993).

Zur Schließung des Tores und damit zur Blockade der Schmerzübertragung kommt es durch die Aktivität schnelleitender, myelinisierter Fasern aus der Haut. Übersteigt die Erregung dieser dicken, nicht nozizeptiven Fasern eine bestimmte Schwelle, so werden in der Substantia gelatinosa inhibitorische Interneurone erregt, die ihrerseits wiederum nozizeptive Informationen dünner afferenter Fasersysteme blockieren. Umgekehrt führt eine Erregung nichtmyelinisierter, dünner nozizeptiver Afferenzen bei nur schwacher gleichzeitiger Erregung der dicken Fasern zu einer Öffnung des Tores. Die Gate-Control-Theorie macht somit deutlich, daß das Ausmaß der erlebten Schmerzintensität abhängig ist von einer wechselnden Balance bzw. Stärke der Aktivitäten dicker und dünner Afferenzen (Larbig, 1993).

### c) Lerntheoretische Schmerzmodelle

Schmerzen können im Sinne der **klassischen Konditionierung** (Pawlow, 1927) erlernt werden. Zu Beginn eines Schmerzproblems folgt die Entwicklung von Schmerzverhalten den Prinzipien dieses Reiz-Reaktions-Lernens. Eine ursprünglich neutrale Ereignis wird mit dem Schmerzereignis gekoppelt. Der Erkrankte erlernt die Verbindung zwischen diesem Ereignis und der unangenehmen psychophysiologischen Reaktion. Die Entwicklung eines „Schmerz-Angst-Spannungszyklus“ ist ein Beispiel für dieses Reiz-Reaktions-Lernen (Nilges, 1993).

Je länger Schmerzen andauern, desto größer ist die Möglichkeit, daß der Schmerzzustand durch **operante Konditionierung** aufrechterhalten wird. Dabei tragen Reaktionen der Umwelt wirksam zur Chronifizierung von Schmerzverhalten bei: angenehme Reaktionen als Konsequenz des Schmerzverhaltens erhöhen die Wahrscheinlichkeit seines künftigen Auftretens (Verstärkung).

Schmerzverhalten kann auf unterschiedliche Art verstärkt werden (Nilges, 1993):

Durch **positive Verstärkung**:

- Zuwendung und Aufmerksamkeit durch Angehörige, Arzt und Pflegepersonal
- medikamenteninduzierte Euphorie
- finanzielle Vorteile

Durch **negative Verstärkung** (Wegfall negativer Konsequenzen):

- Rückzugsmöglichkeit aus belastenden Lebensumständen

- Entlastung von Verantwortung
- Vermeidung der Konfrontation mit Defiziten

**Weitere Faktoren:**

- Nichtbeachtung von gesundem Verhalten
- mangelnde Alternativen zum Schmerzverhalten

So konnten Flor et al. (1987) einen direkten Einfluß der Zuwendung und Aufmerksamkeit, die ein Patient von seinem Lebenspartner erfährt, auf die subjektive Schmerzintensität und das Aktivitätsniveau des Patienten nachweisen. Unterstützung und Mitgefühl von seiten der Partner waren bei chronischen Schmerzpatienten mit höherer Schmerzintensität und verminderter Aktivität verbunden.

Auch **Lernen am Modell** kann zu neuen Verhaltensweisen führen; Hemmungen, ein bestimmtes Verhalten zu zeigen, können abgebaut werden, und die Ausführung latent vorhandener Verhaltensweisen kann gefördert werden (Bandura und Walters, 1963). Als wichtigste Modelle wirken die Personen der Herkunftsfamilie. In Studien mit Kopfschmerzpatienten wurden Übereinstimmungen von bis zu 90% zwischen dem Schmerzverhalten der Patienten- und deren Elterngeneration festgestellt (Selby und Lance, 1960; Daalsgard-Nielsen, 1965).

**d) Kognitive Faktoren**

**Kognitive Faktoren** spielen eine direkte Rolle für die aktuelle Bewertung eines Schmerzproblems. Eine subjektiv stärker erlebte Schmerzintensität ist eng verbunden mit einer Verlagerung der Aufmerksamkeit und Konzentration der Patienten auf das Schmerzproblem hin (Demjen und Bakal, 1986). Die subjektive Bewertung und die persönliche Auseinandersetzung mit den Symptomen beeinflussen direkt die Schmerzintensität, das Ausmaß der Beeinträchtigung und andere Aspekte des Schmerzerlebens (Nilges, 1993).

---

**EPIDEMIOLOGISCHE STUDIEN ZUR VERBREITUNG VON  
SCHMERZERKRANKUNGEN** (zu Kapitel 1.3)

Die folgende Zusammenschau soll einen Überblick über Studien zur Verbreitung von Schmerzerkrankungen bieten:

**Autor:** Andersson (1994)

**Stichprobengröße:** n = 1.609

**Alter der Probanden:** 25-74 Jahre

**Land der Durchführung:** Schweden

**Ergebnisse:**

- 55% der Probanden leiden seit mehr als 3 Monaten unter persistierendem Schmerz.
- 49% der Probanden leiden seit mehr als 6 Monaten unter persistierendem Schmerz.

**Autoren:** Brattberg et al. (1989)

**Stichprobengröße:** n = 1.009

**Alter der Probanden:** 18-84 Jahre

**Land der Durchführung:** Schweden

**Ergebnisse:**

- 66% der Probanden haben oder hatten Schmerzen oder Mißempfindungen in einem Teil ihres Körpers.
- 40% der Probanden leiden seit über 6 Monaten unter stark beeinträchtigendem Schmerz.

**Autoren:** Crook et al. (1984)

**Stichprobengröße:** n = 827

**Alter der Probanden:** 18-81 Jahre

**Land der Durchführung:** Kanada

**Ergebnisse:**

- Bei 82% der Probanden trat kein Schmerzereignis in den letzten 2 Wochen auf.
- 3% der Probanden leiden unter persistierendem Schmerz, der in den letzten 2 Wochen jedoch nicht auftrat.

- 11% der Probanden litten in den letzten 2 Wochen unter andauerndem Schmerz.
- 5% der Probanden litten in den vergangenen 2 Wochen zeitweise unter Schmerzen.

**Autoren:** James et al. (1991)

**Stichprobengröße:** n = 1.498

**Alter der Probanden:** 18-64 Jahre

**Land der Durchführung:** Neuseeland

**Ergebnisse:**

- 14 bis 24% der Probanden leiden unter chronischen Schmerzen.

**Autoren:** von Korff et al. (1988, 1990)

**Stichprobengröße:** n = 1.016

**Alter der Probanden:** 18-75 Jahre

**Land der Durchführung:** U.S.A.

**Ergebnisse:**

- 45% der Probanden litten in den vergangenen 6 Monaten unter wiederkehrendem oder beständigem Schmerz.
- 8% litten in diesem Zeitraum unter starkem, persistierendem Schmerz.

## **DAS EEG** (zu Kapitel 1.9)

### **a) Die Elektroenzephalographie**

Das Verfahren zur Registrierung hirnelektrischer Aktivität an der Schädeloberfläche wird **Elektroenzephalographie** genannt. Die Aufzeichnung der Aktivität heißt entsprechend **Elektroenzephalogramm** (EEG). Das EEG ist ein Funktionsmaß, das Auskünfte über Erregungsvorgänge größerer Zellverbände der Hirnrinde gibt. Es ist eine Darstellung des Spannungsverlaufs in der Zeit. Man nimmt an, daß die kortikalen Spannungsschwankungen eine Folge exzitatorischer und inhibitorischer postsynaptischer Potentiale sind, die mit einer gewissen Synchronizität innerhalb größerer Zellgruppen auftreten (Schandry, 1996).

Folgende **Parameter** des Elektroenzephalogramms sind von Interesse (Zschocke, 1995):

- a) Frequenz
- b) Amplitude
- c) Form charakteristischer Potentialanteile
- d) Häufigkeit besonderer Potentialformen und Potentialmuster
- e) zeitliche Abfolge der Potentialschwankungen
- f) zeitliche Beziehung zwischen Potentialschwankungen
- g) topographische Verteilung und Abgrenzung besonderer Potentialmuster

Bei der hirnelektrischen Aktivität wird zwischen dem **Spontan-EEG** und **evozierten Potentialen** (siehe Kapitel 1.9.1) unterschieden.

### **b) Das Spontan-EEG**

Unter **Spontan-EEG** versteht man die ununterbrochen an der Schädeldecke registrierbaren Spannungsschwankungen. Diese Spannungsschwankungen sind als mehr oder weniger rhythmische Potentialveränderungen registrierbar. Solange der Mensch lebt herrscht an der Schädeldecke niemals elektrische Ruhe; diese ist gleichbedeutend mit dem Hirntod (Schandry, 1996).

Das EEG besteht aus sogenannten **Frequenzbändern oder EEG-Rhythmen** (siehe Tabelle 18). Man nimmt an, daß diese Rhythmen nicht im Kortex selbst generiert werden, sondern daß der Thalamus als „Schrittmacher“ der hirnelektrischen Aktivität fungiert (Schandry, 1996).

**Tabelle 18:**

Die wichtigsten Frequenzbänder des EEG in Anlehnung an Lindsley und Wicke (1974). Modifiziert nach: *Lehrbuch Psychophysiologie*. Schandry (1996).

<b>Frequenztyp bzw. Wellentyp</b>	<b>Frequenzbereich in Hz</b>	<b>Amplitudenbereich in <math>\mu</math>V</b>	<b>Region des stärksten Auftretens</b>
<b>Alpha</b>	8-13	5-100	okzipital, parietal
<b>Beta</b>	14-30	2-20	präzentral, frontal
<b>Theta</b>	5-7	5-100	frontal, temporal
<b>Delta</b>	0,5-4	20-200	variabel

Der entspannte Wachzustand einer Person ist durch einen hohen Anteil von **Alpha-Wellen** gekennzeichnet. Besonders wenn der Proband die Augen geschlossen hält, sind fast immer Alpha-Wellen als Bestandteile des Spontan-EEGs beobachtbar. Werden die Augen geöffnet, so tritt zunächst eine **Blockierung des Alpha-Rhythmus** ein. Ein EEG, das vorwiegend aus Alpha-Wellen besteht, wird als synchronisiert bezeichnet (Schandry, 1996).

**Beta-Wellen** herrschen immer dann vor, wenn eine Person mental oder körperlich aktiv ist oder unter psychischem Druck steht. EEG-Phasen, die hauptsächlich Beta-Aktivität aufweisen, nennt man desynchronisiert (Schandry, 1996).

**Theta-Wellen** treten in dösendem Wachzustand oder beim Übergang zum Einschlafen vor. Auch während Phasen der Traurigkeit und Niedergeschlagenheit sollen Theta-Wellen vermehrt vorhanden sein (Schandry, 1996).

**Delta-Wellen** sind kennzeichnend für Phasen des tiefen Schlafs (Schandry, 1996).

### c) Die EEG-Ableitung

Die Ableitung des EEGs erfolgt mit **Silber-Silberchlorid-Elektroden** oder **chlorierten Silber Elektroden**. Die Elektroden werden mit Elektrodenpaste auf die Haut geklebt, um den Übergangswiderstand zu vermindern (Schandry, 1996).

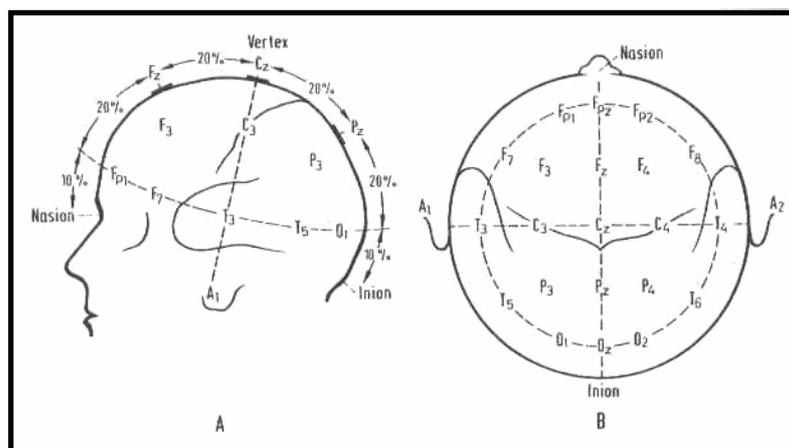
Die Elektrodenplatzierung wurde standardisiert, um zu reproduzierbaren und zwischen verschiedenen Labors vergleichbaren Ergebnissen zu kommen. Das Standardsystem ist das sogenannte **10-20-System** nach Jasper (1958; siehe Abbildung 34).

Als inaktive Punkte für Referenzelektroden können die Ohrklappen, das Mastoid oder die Nasenspitze dienen (Schandry, 1996).

#### Abbildung 34:

Elektrodenpositionen nach dem internationalen 10-20-System.

Aus: *Lehrbuch Psychophysiologie*. Schandry (1996).



Die hirnelektrische Aktivität an der Schädeloberfläche ist ein sehr schwaches Signal. Es bewegt sich im Bereich zwischen 1 und 100  $\mu\text{V}$  und muß deshalb durch entsprechend **empfindliche Verstärker** angehoben werden (Schandry, 1996).

**INFORMATIONSSCHREIBEN ZUR UNTERSUCHUNG**

Dipl.-Psych. M. Nickola, Univ Klinik f. Psychiatrie u. Psychotherapie  
Osianderstr. 22, D-72076 Tübingen

**Universitätsklinik für Psychiatrie  
und Psychotherapie mit Poliklinik**

Abt.: Allgemeine Psychiatrie und  
Psychotherapie mit Poliklinik  
Ärztl. Direktor: Prof Dr. G. Buchkremer

Tel. 07071 29-86543  
FAX 07071 29 4141

Tübingen, den 09.07.1997

**Infoblatt zur EEG-Studie**

Für eine klinische Studie über den Zusammenhang zwischen Affekt, Schmerz bzw. Panik und Aktivitätsmustern im Gehirn suchen wir Versuchspersonen, die an einer EEG-Untersuchung teilnehmen.

**Dauer:** 2 bis 3 Stunden

**Vergütung:** 35.- bis 50.- DM, je nach Dauer, bzw. Bescheinigung über abgeleistete Versuchspersonenstunden

Wenn Ihr Interesse habt, schickt uns bitte die beiliegenden Fragebögen vollständig ausgefüllt im Umschlag zu oder gebt sie an der Pforte der Uniklinik für Psychiatrie ab.

Wichtig dabei ist, daß Ihr Alter, Geschlecht, Händigkeit, ein Codewort und Eure Telefonnummer angebt. Die Angabe des Namens ist nicht nötig.

Ob wir Euch zur Untersuchung einladen können oder nicht, erfahrt Ihr innerhalb von 14 Tagen durch unseren telefonischen Rückruf.

Vielen Dank für's Mitmachen!

Eure Versuchsleiter

Michael Traudt      und      Christoph Nikendei



**EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG**

Universität Tübingen  
 Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie,  
 Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie

Dr. med. W. Dengler  
 Dr. med. G. Wiedemann  
 Dr. rer. soc. P. Pauli  
 Tel: 07071/ 29 82315

**Einverständniserklärung**

Sie haben Gelegenheit, an einer Untersuchung im Rahmen eines Forschungsprojekts zum Zusammenhang von Affekt und Schmerz teilzunehmen.

Untersucht werden soll, wie sich verschiedene Wörter auf die hirn elektrische Aktivität, den Herzschlag und die Schweißdrüsen auswirken. Hierzu werden Ihnen Wörter über den Bildschirm gezeigt, auf die Sie in unterschiedlicher Weise reagieren sollen.

Während der Untersuchung sind Sie zur Aufzeichnung Ihrer Hirnströme an ein EEG-Gerät angeschlossen. Um einen guten Kontakt Ihrer Hirnströme zu den Elektroden zu erhalten, werden wir mit einer Kanüle an Ihrer Kopfhaut reiben und die Kontaktstellen mit einem leitfähigen Gel bedecken. Zur Messung Ihres Herzschlags und der Schweißaktivität werden Oberflächen Elektroden an Ihrem Brustkorb und Ihrer Hand befestigt.

Zusätzlich werden wir vor und nach der EEG-Ableitung jeweils einmal Ihre Schmerzschwelle am Mittelfinger der linken und der rechten Hand bestimmen. Durch einen Knopfdruck, den Sie selbst betätigen, wird dabei Druck auf Ihren Mittelfinger ausgeübt. Durch Loslassen des Knopfs können Sie den Druck jederzeit beenden. Sie sollten den Druck beenden, sobald Sie einen Schmerz verspüren.

Die Untersuchung wird insgesamt etwa 2 ½ Stunden dauern.

Die Teilnahme an der Untersuchung ist völlig freiwillig. Sie können jederzeit - ohne Angaben von Gründen - die Teilnahme abbrechen. Alle Daten, die erhoben werden, dienen ausschließlich Forschungszwecken, werden vertraulich behandelt und ohne Namensangabe unter einer Codenummer abgespeichert.

---

Ich bin darüber informiert worden, daß ich jederzeit aus der Untersuchung ausscheiden kann, ohne daß mir persönliche Nachteile entstehen.

Tübingen, den..... Unterschrift.....

Name und Anschrift(Druckschrift).....

.....

Unterschrift des Versuchsleiters.....

**ALLGEMEINE DEPRESSIONS SKALA (ADS)****ADS-L****Code:****Datum:****Geschlecht:****Alter:**

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Aussagen die Antwort an, die Ihrem Befinden während der letzten Woche am besten entspricht/entsprochen hat.

Antworten: 0 selten oder überhaupt nicht (weniger als 1 Tag)  
 1 manchmal (1 bis 2 Tage lang)  
 2 öfters (3 bis 4 Tage lang)  
 3 meistens, die ganze Zeit (5 bis 7 Tage lang)

	Während der letzten Woche...	selten 0	manchmal 1	öfters 2	meistens 3
1.	haben mich Dinge beunruhigt, die mir sonst nichts ausmachen				
2.	hatte ich kaum Appetit				
3.	konnte ich meine trübsinnige Laune nicht loswerden, obwohl mich meine Freude/Familie versuchten, aufzumuntern				
4.	kam ich mir genauso gut vor wie andere				
5.	hatte ich Mühe, mich zu konzentrieren				
6.	war ich deprimiert/niedergeschlagen				
7.	war alles anstrengend für mich				
8.	dachte ich voller Hoffnung an die Zukunft				
9.	dachte ich, mein Leben ist ein einziger Fehlschlag				
10.	hatte ich Angst				
11.	habe ich schlecht geschlafen				
12.	war ich fröhlich gestimmt				
13.	habe ich weniger als sonst geredet				
14.	fühlte ich mich einsam				
15.	waren die Leute unfreundlich zu mir				
16.	habe ich das Leben genossen				
17.	mußte ich weinen				
18.	war ich traurig				
19.	hatte ich das Gefühl, daß mich die Leute nicht leiden können				
20.	konnte ich mich zu nichts aufraffen				

**BECK-DEPRESSIONS-INVENTAR (BDI)**

EBERHARD-KARLS-UNIVERSITÄT TÜBINGEN  
 INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE PSYCHOLOGIE UND VERHALTENSNEUROBIOLOGIE  
 Gartenstraße 29, D-72074 Tübingen  
 Leitung: Prof. Dr. Niels Birbaumer

Code-Nr.:	
Datum:	

**Becksches Depressions-Inventar (BDI)**

Dieser Fragebogen enthält Gruppen von Aussagen. Bitte lesen Sie jede Gruppe sorgfältig durch. Suchen Sie dann die eine Aussage in jeder Gruppe heraus, die am besten beschreibt, wie Sie sich *in dieser Woche einschließlich heute* gefühlt haben! Machen Sie in das Kästchen neben der von Ihnen gewählten Aussage ein Kreuz. Falls mehrere Aussagen in einer Gruppe gleichermaßen zutreffen scheinen, können Sie auch mehrere Kästchen markieren. *Lesen Sie auf jeden Fall alle Aussagen in jeder Gruppe, bevor Sie Ihre Wahl treffen.*

- A  0 Ich fühle mich nicht traurig.  
 1 Ich fühle mich traurig.  
 2 Ich bin die ganze Zeit traurig und komme nicht davon los.  
 3 Ich bin so traurig oder unglücklich, daß ich es kaum noch ertrage.
- 
- B  0 Ich sehe nicht besonders mutlos in die Zukunft.  
 1 Ich sehe mutlos in die Zukunft.  
 2 Ich habe nichts, worauf ich mich freuen kann.  
 3 Ich habe das Gefühl, daß die Zukunft hoffnungslos ist, und daß die Situation nicht besser werden kann.
- 
- C  0 Ich fühle mich nicht als Versager.  
 1 Ich habe das Gefühl, öfter versagt zu haben als der Durchschnitt.  
 2 Wenn ich auf mein Leben zurückblicke, sehe ich bloß eine Menge Fehlschläge.  
 3 Ich habe das Gefühl, als Mensch ein völliger Versager zu sein.
- 
- D  0 Ich kann die Dinge genauso genießen wie früher.  
 1 Ich kann die Dinge nicht mehr so genießen wie früher.  
 2 Ich kann aus nichts mehr eine echte Befriedigung ziehen.  
 3 Ich bin mit allem unzufrieden oder gelangweilt.
- 
- E  0 Ich habe keine Schuldgefühle.  
 1 Ich habe häufig Schuldgefühle.  
 2 Ich habe fast immer Schuldgefühle.  
 3 Ich habe immer Schuldgefühle.
- 
- F  0 Ich habe nicht das Gefühl gestraft zu sein.  
 1 Ich habe das Gefühl, vielleicht bestraft zu werden.  
 2 Ich erwarte, bestraft zu werden.  
 3 Ich habe das Gefühl, bestraft zu gehören.

- G
- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 0 | Ich bin nicht von mir enttäuscht. |
| 1 | Ich bin von mir enttäuscht.       |
| 2 | Ich finde mich fürchterlich.      |
| 3 | Ich hasse mich.                   |
- 

- H
- |   |   |
|---|---|
| 0 | Ich habe nicht das Gefühl, schlechter zu sein als alle anderen. |
| 1 | Ich kritisiere mich wegen meiner Fehler oder Schwächen.         |
| 2 | Ich mache mir die ganze Zeit Vorwürfe wegen meiner Mängel.      |
| 3 | Ich gebe mir für alles die Schuld, was schiefgeht.              |
- 

- I
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich denke nicht daran, mir etwas anzutun.                      |
| 1 | Ich denke manchmal an Selbstmord, aber ich würde es nicht tun. |
| 2 | Ich möchte mich am liebsten umbringen.                         |
| 3 | Ich würde mich umbringen, wenn ich es könnte.                  |
- 

- J
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich weine nicht öfter als früher.  |
| 1 | Ich weine jetzt mehr als früher.   |
| 2 | Ich weine jetzt die ganze Zeit.  |
| 3 | Früher konnte ich weinen, aber jetzt kann ich es nicht mehr, obwohl ich es möchte. |
- 

- K
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich bin nicht reizbarer als sonst.                                   |
| 1 | Ich bin jetzt leichter verärgert oder gereizt als früher.            |
| 2 | Ich fühle mich dauernd gereizt.                                      |
| 3 | Die Dinge, die mich früher geärgert haben, berühren mich nicht mehr. |
- 

- L
- |   |   |
|---|---|
| 0 | Ich habe nicht das Interesse an anderen Menschen verloren.          |
| 1 | Ich interessiere mich jetzt weniger für andere Menschen als früher. |
| 2 | Ich habe mein Interesse an Menschen zum größten Teil verloren.      |
| 3 | Ich habe mein ganzes Interesse an anderen Menschen verloren.        |
- 

- M
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich bin so entschlußfreudig wie immer.                       |
| 1 | Ich schiebe jetzt Entscheidungen öfter als früher auf.       |
| 2 | Es fällt mir schwerer als früher, Entscheidungen zu treffen. |
| 3 | Ich kann überhaupt keine Entscheidungen mehr treffen.        |
- 

- N
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich habe nicht das Gefühl, schlechter auszusehen als früher.   |
| 1 | Ich mache mir Sorgen, daß ich alt und unattraktiv aussehe.   |
| 2 | Ich habe das Gefühl, daß in meinem Aussehen Veränderungen eingetreten sind, die mich unattraktiv machen. |
| 3 | Ich finde mich häßlich.  |
-

- O
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich kann so gut arbeiten wie früher.                                     |
| 1 | Ich muß mir einen Ruck geben, bevor ich eine Tätigkeit in Angriff nehme. |
| 2 | Ich muß mich zu jeder Tätigkeit zwingen.                                 |
| 3 | Ich bin unfähig, zu arbeiten.  |
- 

- P
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich schlafe so gut wie sonst.  |
| 1 | Ich schlafe nicht mehr so gut wie früher.  |
| 2 | Ich wache 1 bis 2 Stunden früher auf als sonst, und es fällt mir schwer, wieder einzuschlafen. |
| 3 | Ich wache mehrere Stunden früher auf als sonst und kann dann nicht mehr einschlafen.           |
- 

- Q
- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 0 | Ich ermüde nicht stärker als sonst. |
| 1 | Ich ermüde schneller als früher.    |
| 2 | Fast alles ermüdet mich.            |
| 3 | Ich bin zu müde, um etwas zu tun.   |
- 

- R
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Mein Appetit ist nicht schlechter als sonst.   |
| 1 | Mein Appetit ist nicht mehr so gut wie früher. |
| 2 | Mein Appetit hat sehr stark nachgelassen.      |
| 3 | Ich habe überhaupt keinen Appetit mehr.        |
- 

- S
- |   |   |
|---|---|
| 0 | Ich habe in letzter Zeit kaum abgenommen. |
| 1 | Ich habe mehr als zwei Kilo abgenommen.   |
| 2 | Ich habe mehr als fünf Kilo abgenommen.   |
| 3 | Ich habe mehr als acht Kilo abgenommen.   |
- Ich esse absichtlich weniger, um abzunehmen:  ja  nein
- 

- T
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich mache mir keine größeren Sorgen um meine Gesundheit als sonst.   |
| 1 | Ich mache mir Sorgen über körperliche Probleme wie Schmerzen, Magenbeschwerden oder Verstopfung.                 |
| 2 | Ich mache mir so große Sorgen über gesundheitliche Probleme, daß es mir schwerfällt, an etwas anderes zu denken. |
| 3 | Ich mache mir so große Sorgen über meine gesundheitlichen Probleme, daß ich an nichts mehr anderes denken kann.  |
- 

- U
- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ich habe in letzter Zeit keine Veränderung meines Interesses an Sex bemerkt. |
| 1 | Ich interessiere mich jetzt weniger für Sex als früher.                      |
| 2 | Ich interessiere mich jetzt viel weniger für Sex.                            |
| 3 | Ich habe das Interesse an Sex völlig verloren.                               |
-

**BEFINDLICHKEITS-SKALA (Bf-S)**

Bf-S

Code-Nr.:

Im folgenden finden Sie einer Reihe von Eigenschaftspaaren. Bitte, entscheiden Sie - ohne lange zu überlegen - welche der beiden Eigenschaften Ihrem augenblicklichen Zustand am ehesten entspricht. Machen Sie in das Kästchen vor der eher zutreffenden Eigenschaft ein Kreuz. Nur, wenn Sie sich gar nicht entscheiden können, machen Sie ein Kreuz in der Spalte „weder-noch“. Lassen sie keine Zeile aus!

Ich fühle mich jetzt:

	eher		eher		weder-noch
1.		frisch		matt	
2.		teilnahmslos		teilnahmsvoll	
3.		froh		schwermütig	
4.		erfolgreich		erfolglos	
5.		gereizt		friedlich	
6.		entschlußlos		entschlußfreudig	
7.		lustig		weinerlich	
8.		gutgelaunt		verstimmt	
9.		appetitlos		appetitfreudig	
10.		gesellig		zurückgezogen	
11.		minderwertig		vollwertig	
12.		entspannt		gespannt	
13.		glücklich		unglücklich	
14.		scheu		zugänglich	
15.		sündig		rein	
16.		sicher		bedroht	
17.		verlassen		umsorgt	
18.		ausgewogen		innerlich getrieben	
19.		selbtsicher		unsicher	
20.		elend		wohl	
21.		beweglich		starr	
22.		müde		ausgeruht	
23.		zögernd		bestimmt	
24.		ruhig		unruhig	
25.		schwunglos		schwungvoll	
26.		nutzlos		unentbehrlich	
27.		schwerfällig		lebhaft	
28.		überlegen		unterlegen	

**STATE-TRAIT-ANXIETY INVENTORY (STAI)**

Code-Nr.	
Datum:	

**STAI-State**

Im folgenden finden Sie eine Reihe von Feststellungen, mit denen man sich selbst beschreiben kann. Bitte lesen Sie jede Feststellung durch und kreuzen Sie diejenige Ziffer an, die angibt, wie Sie sich *jetzt*, d.h. *in diesem Augenblick* fühlen. Es gibt keine richtigen und keine falschen Antworten. Überlegen Sie bitte nicht lange und wählen Sie diejenige Antwort aus, die Ihren *augenblicklichen* Gefühlszustand am besten beschreibt.

	<i>überhaupt nicht</i>	<i>ein wenig</i>	<i>ziemlich</i>	<i>sehr</i>
1. Ich bin ruhig.	1	2	3	4
2. Ich fühle mich geborgen.	1	2	3	4
3. Ich fühle mich angespannt.	1	2	3	4
4. Ich bin bekümmert.	1	2	3	4
5. Ich bin gelöst.	1	2	3	4
6. Ich bin aufgeregt.	1	2	3	4
7. Ich bin besorgt, daß etwas schief gehen könnte.	1	2	3	4
8. Ich fühle mich ausgeruht.	1	2	3	4
9. Ich bin beunruhigt.	1	2	3	4
10. Ich fühle mich wohl.	1	2	3	4
11. Ich fühle mich selbstsicher.	1	2	3	4
12. Ich bin nervös.	1	2	3	4
13. Ich bin zappelig.	1	2	3	4
14. Ich bin verkrampft.	1	2	3	4
15. Ich bin entspannt.	1	2	3	4
16. Ich bin zufrieden.	1	2	3	4
17. Ich bin besorgt.	1	2	3	4
18. Ich bin überreizt.	1	2	3	4
19. Ich bin froh.	1	2	3	4
20. Ich bin vergnügt.	1	2	3	4



**SCHMERZFRAGEBOGEN II**

EBERHARD-KARLS-UNIVERSITÄT TÜBINGEN  
 INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE PSYCHOLOGIE UND VERHALTENSNEUROBIOLOGIE  
 Gartenstraße 29, D-72074 Tübingen  
 Leitung: Prof. Dr. Niels Birbaumer

Code-Nr.:	
Datum:	

**Schmerzfragebogen**

Geschlecht:  weiblich  männlich      Alter:  Jahre

Familienstand:  ledig  
 verheiratet      seit  Jahren  
 getrennt lebend      seit  Jahren  
 geschieden      seit  Jahren  
 verwitwet      seit  Jahren

Kinder:  nein  ja      Anzahl:

Schulbildung:  Sonderschule  
 Haupt-(Volks-)schule ohne Abschluß  
 Haupt-(Volks-)schule mit Abschluß  
 Mittlere Reife  
 Abitur  
 abgeschlossenes Fachhochschul- oder Hochschulstudium  
 andere:

berufl. Tätigkeit:  Arbeiter  selbständig  
 Angestellter  in Rehabilitationsmaßnahme  
 höherer Angestellter/Beamter  arbeitslos  
 im Haushalt tätig  erwerbsunfähig  
 in Ausbildung (auch Studium oder Umschulung)  pensioniert oder berentet

Falls Sie pensioniert oder berentet sind: Ist dies wegen der Schmerzen?  ja  nein  
 Befinden Sie sich in einem Berentungsverfahren?  ja  nein  
 Wenn ja, ist dies wegen der Schmerzen?  ja  nein

Arbeitszeit:  ganztags  halbtags  
 Teilzeit (weniger als halbtags)  nicht berufstätig

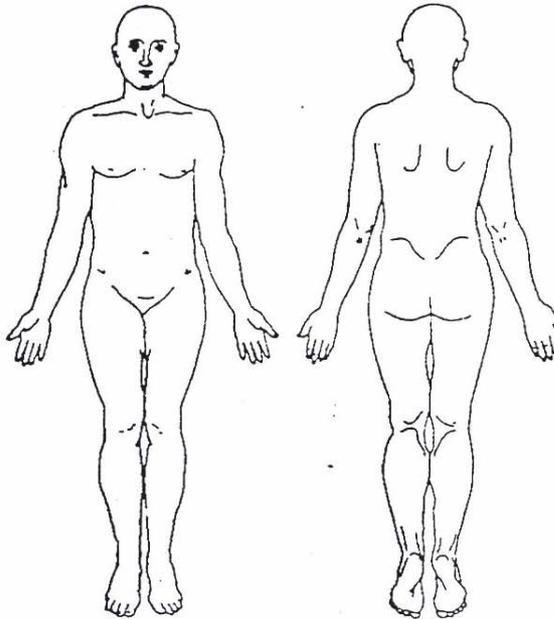
Ausgeübter Beruf:   
 berufstätig seit  Jahren

Bitte kreuzen Sie an, wer im selben Haushalt wohnt wie Sie:  
 Partner  
 Kinder  
 Eltern, Schwiegereltern  
 Geschwister  
 andere Verwandte  
 andere Personen (z. B. Wohngemeinschaft, Heim)

Bitte geben Sie an, wo Sie Schmerzen haben:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Kopf                | <input type="checkbox"/> Bauch                    |
| <input type="checkbox"/> Gesicht, Mund       | <input type="checkbox"/> Kreuz                    |
| <input type="checkbox"/> Nackenbereich       | <input type="checkbox"/> Beine                    |
| <input type="checkbox"/> Schultern, Oberarme | <input type="checkbox"/> Unterleib                |
| <input type="checkbox"/> Brust               | <input type="checkbox"/> Gesäß, Genitalien        |
|  | <input type="checkbox"/> an mehr als drei Stellen |

Bitte tragen Sie auf der untenstehenden Zeichnung die Stellen ein, wo Sie Ihre Schmerzen verspüren. Tragen Sie ein „A“ ein, wenn der Schmerz eher außen ist, und ein „I“, wenn er innen ist. „AI“ bedeutet, daß Sie ihn sowohl außen als auch innen verspüren.



Geben Sie die Stelle an, an der Sie die meisten Schmerzen haben:

**WORTSTIMULI****Tabelle 19 bis 22:**

Bei der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial verwendete Wortstimuli. Wortsets 1 bis 4.

(s) = sensorisch; (a) = affektiv.

<b>WORTSET 1</b>	
<b>Schmerzwörter</b>	<b>neutrale Wörter</b>
schmerzhaft (s)	norddeutsch
quälend (a)	knackig
scheußlich (a)	schalldicht
schwellend (s)	wachweich
durchdringend (a)	kleingedruckt
schrecklich (a)	zweistimmig
krampfartig (s)	linkshändig
feurig (s)	windig
hämmernd (s)	farbecht
brennend (s)	schaumig
kräftig (a)	amtlich
reißend (s)	salzlos

<b>WORTSET 2</b>	
<b>Schmerzwörter</b>	<b>neutrale Wörter</b>
unangenehm (a)	akademisch
entzündet (s)	lückenlos
ermüdet (a)	bröselig
stechend (s)	staunend
heftig (a)	normal
grausam (a)	flüssig
ziehend (s)	fransig
fressend (s)	fruchtig
drückend (a)	aschblond
juckend (s)	pulvrig
mörderisch (a)	gargekocht
verletzt (s)	mehrfach

<b>WORTSET 3</b>	
<b>Schmerzwörter</b>	<b>neutrale Wörter</b>
lästig (a)	verbal
erschöpfend (a)	mehrstöckig
unerträglich (a)	technologisch
beunruhigend (a)	übergangslos
schweißtreibend (a)	selbstgestrickt
bohrend (s)	trocken
blitzartig (s)	besinnlich
gelähmt (s)	scheckig
zerfressend (a)	aufgeknöpft
kneifend (s)	stossfest
glühend (s)	gewachst
zerrend (s)	zweisam

<b>WORTSET 4</b>	
<b>Schmerzwörter</b>	<b>neutrale Wörter</b>
ausstrahlend (a)	spitzwinklig
hartnäckig (a)	fleckenlos
plagend (a)	zottlig
nagend (s)	locker
verspannt (s)	schlacksig
zermürend (a)	ausklappbar
durchbohrend (a)	durchgekämmt
peinigend (a)	geruchlos
heiß (s)	hell
zermalmend (a)	mehrsilbig
betäubend (s)	getüpfelt
pulsierend (s)	braunäugig

**DISTRAKTOREN****Tabelle 23 bis 24:**

Bei der Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial verwendete Distraktoren.

<b>Distraktoren für Lernphase orthographische Verarbeitung</b>	
<b>Substantive Großbuchstaben</b>	<b>Adjektive / Verben Großbuchstaben</b>
AUTO	LAUT
ZUCKER	BETRUNKEN
SCHULE	POLIERT
BUCH	DUFTEND
ROSE	LOHNEND
BETT	AUSGRABEN
SCHUHE	WEGRÄUMEN
WITZ	SAMMELN
SPRACHE	KÜSSEN
WASSER	ANBRATEN
BERG	SPIELEN
FLUGZEUG	EINSTUFEN

<b>Distraktoren für Lernphase semantische Verarbeitung</b>	
<b>Substantive Kleinbuchstaben</b>	<b>Substantive Großbuchstaben</b>
stift	VORHANG
haare	SCHREIBTISCH
schere	RING
lappen	TÜRE
pinsel	LAMPE
topf	ZAHNBÜRSTE
zitrone	BRIEFUMSCHLAG
wecker	BILDSCHIRM
regen	RADIERGUMMI
schnee	KLEID
butter	BRILLE
seife	VASE

**WORTLISTE ZUR UNTERSUCHUNG DER SUBJEKTIVEN  
STIMULUSRELEVANZ (VARIANTE A)**

Wie bedrohlich erleben/empfinden Sie das Wort?

	sehr	ziemlich	etwas	kaum	gar nicht
quälend	<input type="radio"/>				
schmerzhaft	<input type="radio"/>				
norddeutsch	<input type="radio"/>				
krampfartig	<input type="radio"/>				
lückenlos	<input type="radio"/>				
trocken	<input type="radio"/>				
juckend	<input type="radio"/>				
zermürbend	<input type="radio"/>				
fransig	<input type="radio"/>				
selbstgestrickt	<input type="radio"/>				
stechend	<input type="radio"/>				
hell	<input type="radio"/>				
bohrend	<input type="radio"/>				
windig	<input type="radio"/>				
hartnäckig	<input type="radio"/>				
norddeutsch	<input type="radio"/>				
spitzwinklig	<input type="radio"/>				
feurig	<input type="radio"/>				
grausam	<input type="radio"/>				
kneifend	<input type="radio"/>				
pulvrig	<input type="radio"/>				
mehrstöckig	<input type="radio"/>				
schwellend	<input type="radio"/>				
schalldicht	<input type="radio"/>				
heiß	<input type="radio"/>				
normal	<input type="radio"/>				
stofffest	<input type="radio"/>				
lästig	<input type="radio"/>				
locker	<input type="radio"/>				
zweisam	<input type="radio"/>				
zerrend	<input type="radio"/>				
verspannt	<input type="radio"/>				
knackig	<input type="radio"/>				

	sehr	ziemlich	etwas	kaum	gar nicht
flüssig	<input type="radio"/>				
salzlos	<input type="radio"/>				
scheußlich	<input type="radio"/>				
fleckenlos	<input type="radio"/>				
ziehend	<input type="radio"/>				
blitzartig	<input type="radio"/>				
kleingedrückt	<input type="radio"/>				
zottlig	<input type="radio"/>				
reißend	<input type="radio"/>				
übergangslos	<input type="radio"/>				
entzündet	<input type="radio"/>				
geruchlos	<input type="radio"/>				
plagend	<input type="radio"/>				
glühend	<input type="radio"/>				
heftig	<input type="radio"/>				
verbal	<input type="radio"/>				
hämmernd	<input type="radio"/>				
bröselig	<input type="radio"/>				
ausklappbar	<input type="radio"/>				
erschöpfend	<input type="radio"/>				
geüpfelt	<input type="radio"/>				
besinnlich	<input type="radio"/>				
drückend	<input type="radio"/>				
linkshändig	<input type="radio"/>				
durchdringend	<input type="radio"/>				
pulsierend	<input type="radio"/>				
akademisch	<input type="radio"/>				
farbecht	<input type="radio"/>				
aschblond	<input type="radio"/>				
schweißtreibend	<input type="radio"/>				
scheckig	<input type="radio"/>				
aufgeklopft	<input type="radio"/>				
gewachst	<input type="radio"/>				

Wie bedrohlich erleben/empfinden Sie das Wort?

	sehr	ziemlich	etwas	kaum	gar nicht
brennend	<input type="radio"/>				
fruchtig	<input type="radio"/>				
verletzt	<input type="radio"/>				
zweistimmig	<input type="radio"/>				
unerträglich	<input type="radio"/>				
schlaksig	<input type="radio"/>				
stauend	<input type="radio"/>				
schrecklich	<input type="radio"/>				
kräftig	<input type="radio"/>				
schaumig	<input type="radio"/>				
amtlich	<input type="radio"/>				
gelähmt	<input type="radio"/>				
durchgekämmt	<input type="radio"/>				
unangenehm	<input type="radio"/>				
zermalmend	<input type="radio"/>				
mehrsilbig	<input type="radio"/>				
mörderisch	<input type="radio"/>				
nagend	<input type="radio"/>				
braunäugig	<input type="radio"/>				
ermüdend	<input type="radio"/>				
wachsweich	<input type="radio"/>				
betäubend	<input type="radio"/>				
technologisch	<input type="radio"/>				
zerfressend	<input type="radio"/>				
gargekocht	<input type="radio"/>				
ausstrahlend	<input type="radio"/>				
mehrfach	<input type="radio"/>				
beunruhigend	<input type="radio"/>				
peinigend	<input type="radio"/>				
fressend	<input type="radio"/>				

A:RATING~1.DOC

**MANOVA-ERGEBNISSE ZUM LEXICAL-DECISION-TEST****Tabelle 25:**

MANOVA (4-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Lexical-Decision-Test:

between: ADS-H und ADS-N (**G**), 1 und 2 Tasten (**T**)within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach, neu), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: Anzahl der richtigen Entscheidungen ADS-H vs. ADS-N</b>				<b>LEXICAL-DECISION-TEST: Reaktionszeit [ms] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>	<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,28	0,03	=,8669	<b>G</b>	1,28	0,00	=,9964
<b>T</b>	1,28	0,11	=,7376	<b>T</b>	1,28	0,97	=,3340
<b>L</b>	2,56	18,09	=,0000	<b>L</b>	2,56	46,15	=,0000
<b>W</b>	1,28	13,76	=,0009	<b>W</b>	1,28	71,00	=,0000
<b>GxT</b>	1,28	0,46	=,5041	<b>GxT</b>	1,28	0,13	=,7168
<b>GxL</b>	2,56	0,74	=,4827	<b>GxL</b>	2,56	2,84	=,0669
<b>TxL</b>	2,56	1,58	=,2159	<b>TxL</b>	2,56	0,02	=,9829
<b>GxW</b>	1,28	0,00	=1,000	<b>GxW</b>	1,28	0,18	=,6783
<b>TxW</b>	1,28	0,03	=,8542	<b>TxW</b>	1,28	0,01	=,9399
<b>LxW</b>	2,56	7,16	=,0017	<b>LxW</b>	2,56	2,18	=,1223
<b>GxTxL</b>	2,56	0,74	=,4827	<b>GxTxL</b>	2,56	0,37	=,6908
<b>GxTxW</b>	1,28	1,69	=,2048	<b>GxTxW</b>	1,28	2,01	=,1672
<b>GxLxW</b>	2,56	0,97	=,3852	<b>GxLxW</b>	2,56	0,50	=,6100
<b>TxLxW</b>	2,56	0,63	=,5342	<b>TxLxW</b>	2,56	0,60	=,5538
<b>GxTxLxW</b>	2,56	0,09	=,9135	<b>GxTxLxW</b>	2,56	0,79	=,4577

**Tabelle 26:**

MANOVA (4-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Lexical-Decision-Test:

between: SCH-J und SCH-N (**G**), 1 und 2 Tasten (**T**)

within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach, neu), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

LEXICAL-DECISION-TEST: Anzahl der richtigen Entscheidungen SCH-J vs. SCH-N				LEXICAL-DECISION-TEST: Reaktionszeit [ms] SCH-J vs. SCH-N			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert	Effekt	df	F-Wert	p-Wert
<b>G</b>	1,28	1,05	=,3138	<b>G</b>	1,28	1,27	=,2695
<b>GxT</b>	1,28	0,03	=,8654	<b>GxT</b>	1,28	0,10	=,7567
<b>GxL</b>	2,56	1,90	=,1594	<b>GxL</b>	2,56	5,12	<b>=,0091</b>
<b>GxW</b>	1,28	0,84	<b>=,3685</b>	<b>GxW</b>	1,28	1,35	<b>=,2551</b>
<b>GxTxL</b>	2,56	0,27	=,7679	<b>GxTxL</b>	2,56	0,56	=,5756
<b>GxTxW</b>	1,28	0,00	=1,000	<b>GxTxW</b>	1,28	0,01	=,9410
<b>GxLxW</b>	2,56	0,39	<b>=,6773</b>	<b>GxLxW</b>	2,56	0,51	<b>=,6061</b>
<b>GxTxLxW</b>	2,56	0,04	=,9628	<b>GxTxLxW</b>	2,56	0,46	=,6352

**Tabelle 27 und 28:**

MANOVA (4-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Lexical-Decision-Test:

between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N (**G**), 1 und 2 Tasten (**T**)

within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach, neu), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: Logarithmus der Reaktionszeit ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,28	0,98	=,3296
<b>T</b>	1,28	1,19	=,2843
<b>L</b>	2,56	47,91	=,0000
<b>W</b>	1,28	72,26	=,0000
<b>GxT</b>	1,28	0,27	=,6050
<b>GxL</b>	2,56	0,41	=,6678
<b>TxL</b>	2,56	0,05	=,9472
<b>GxW</b>	1,28	2,52	=,1239
<b>TxW</b>	1,28	0,23	=,6352
<b>LxW</b>	2,56	1,75	=,1835
<b>GxTxL</b>	2,56	0,93	=,4019
<b>GxTxW</b>	1,28	0,03	=,8668
<b>GxLxW</b>	2,56	3,43	=,0393
<b>TxLxW</b>	2,56	0,65	=,5268
<b>GxTxLxW</b>	2,56	0,47	=,6299

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: Logarithmus der Reaktionszeit SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,28	0,00	=,9909
<b>GxT</b>	1,28	0,56	=,4604
<b>GxL</b>	2,56	1,56	=,2197
<b>GxW</b>	1,28	10,27	=,0034
<b>GxTxL</b>	2,56	0,18	=,8323
<b>GxTxW</b>	1,28	2,54	=,1219
<b>GxLxW</b>	2,56	2,02	=,1417
<b>GxTxLxW</b>	2,56	0,98	=,3821

### **MANOVA-ERGEBNISSE ZUM WIEDERERKENNUNGSTEST**

**Tabelle 29:**

MANOVA (3-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Wiedererkennungstest:

between: ADS-H und ADS-N (**G**)

within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Anzahl wiedererkannter Worte ADS-H vs. ADS-N</b>				<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Reaktionszeit [ms] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>	<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,30	0,83	=,3693	<b>G</b>	1,30	0,19	=,6646
<b>L</b>	1,30	1,15	=,2923	<b>L</b>	1,30	5,01	=,0328
<b>W</b>	1,30	1,64	=,2102	<b>W</b>	1,30	1,07	=,3084
<b>GxL</b>	1,30	0,51	=,4804	<b>GxL</b>	1,30	0,11	=,7403
<b>GxW</b>	1,30	3,92	=,0571	<b>GxW</b>	1,30	0,45	=,5074
<b>LxW</b>	1,30	14,09	=,0007	<b>LxW</b>	1,30	1,60	=,2162
<b>GxLxW</b>	1,30	0,24	=,6279	<b>GxLxW</b>	1,30	1,95	=,1729

**Tabelle 30:**

MANOVA (3-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Wiedererkennungstest:

between: SCH-J und SCH-N

within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Anzahl wiedererkannter Worte SCH-J vs. SCH-N</b>				<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Reaktionszeit [ms] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>	<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,30	5,05	=,0321	<b>G</b>	1,30	4,76	=,0371
<b>GxL</b>	1,30	0,03	=,8605	<b>GxL</b>	1,30	0,22	=,6394
<b>GxW</b>	1,30	0,19	=,6636	<b>GxW</b>	1,30	1,75	=,1953
<b>GxLxW</b>	1,30	0,43	=,5175	<b>GxLxW</b>	1,30	0,61	=,4401

**Tabelle 31 und 32:**

MANOVA (3-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Wiedererkennungstest:

between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N

within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Anzahl wieder erkannter Wörter unter Berücksichtigung der Antworttendenz ADS-H vs. ADS-N</b>			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert
G	1,30	0,41	=,5253
L	1,30	1,15	=,2923
W	1,30	25,62	<b>=,0000</b>
GxL	1,30	0,51	=,4804
GxW	1,30	0,01	=,9420
LxW	1,30	14,09	<b>=,0007</b>
GxLxW	1,30	0,24	<b>=,6279</b>

<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Anzahl wieder erkannter Wörter unter Berücksichtigung der Antworttendenz SCH-J vs. SCH-N</b>			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert
G	1,30	0,02	=,8921
GxL	1,30	0,03	=,8605
GxW	1,30	1,44	<b>=,2389</b>
GxLxW	1,30	0,43	<b>=,5175</b>

**Tabelle 33 und 34:**

MANOVA (3-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Wiedererkennungstest:

between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N (**G**)

within: Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach, neu), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Logarithmus der Reaktionszeit ADS-H vs. ADS-N</b>			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert
G	1,30	0,32	=,5757
L	1,30	6,44	<b>=,0166</b>
W	1,30	0,79	=,3818
GxL	1,30	0,25	=,6211
GxW	1,30	0,98	<b>=,3302</b>
LxW	1,30	1,60	=,2155
GxLxW	1,30	1,68	<b>=,2047</b>

<b>WIEDERERKENNUNGSTEST: Logarithmus der Reaktionszeit SCH-J vs. SCH-N</b>			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert
G	1,30	5,23	<b>=,0294</b>
GxL	1,30	0,26	=,6117
GxW	1,30	1,48	<b>=,2337</b>
GxLxW	1,30	0,45	<b>=,5069</b>

### **MANOVA-ERGEBNISSE ZU DEN GEWONNENEN EEG-DATEN**

#### **Tabelle 35 bis 40:**

MANOVA (4-way-ANOVA)-Ergebnisse zur Lernphase:

between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N (**G**)

within: Elektrode (**E**; F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4), Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>LERNPHASE: N100 [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,07	<b>=,8004</b>
<b>E</b>	8,200	16,65	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,25	0,40	<b>=,5352</b>
<b>L</b>	1,25	3,11	=,0898
<b>GxE</b>	8,200	2,53	<b>=,0121</b>
<b>GxW</b>	1,25	0,00	<b>=,9702</b>
<b>ExW</b>	8,200	1,67	=,1072
<b>GxL</b>	1,25	3,86	=,0608
<b>ExL</b>	8,200	1,25	=,2713
<b>WxL</b>	1,25	2,68	=,1140
<b>GxExW</b>	8,200	0,54	=,8224
<b>GxExL</b>	8,200	0,51	=,8495
<b>GxWxL</b>	1,25	0,73	=,3997
<b>ExWxL</b>	8,200	1,26	=,2667
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,52	=,8407

<b>LERNPHASE: N100 [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,17	<b>=,6879</b>
<b>E</b>	8,200	16,94	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,25	0,51	<b>=,4802</b>
<b>L</b>	1,25	3,73	=,0649
<b>GxE</b>	8,200	1,00	=,4346
<b>GxW</b>	1,25	0,58	<b>=,4521</b>
<b>ExW</b>	8,200	1,76	=,0870
<b>GxL</b>	1,25	0,40	=,5334
<b>ExL</b>	8,200	1,26	=,2641
<b>WxL</b>	1,25	3,16	=,0875
<b>GxExW</b>	8,200	0,79	=,6122
<b>GxExL</b>	8,200	0,47	=,8751
<b>GxWxL</b>	1,25	2,63	=,1172
<b>ExWxL</b>	8,200	1,13	=,3414
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,27	=,9763

<b>LERNPHASE: P300 [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,24	<b>=,6270</b>
<b>E</b>	8,200	8,01	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,25	19,33	<b>=,0002</b>
<b>L</b>	1,25	46,29	<b>=,0000</b>
<b>GxE</b>	8,200	2,53	<b>=,0120</b>
<b>GxW</b>	1,25	0,07	<b>=,7993</b>
<b>ExW</b>	8,200	2,19	<b>=,0299</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,00	=,9451
<b>ExL</b>	8,200	2,50	<b>=,0133</b>
<b>WxL</b>	1,25	0,02	=,8996
<b>GxExW</b>	8,200	1,16	=,3280
<b>GxExL</b>	8,200	3,17	<b>=,0021</b>
<b>GxWxL</b>	1,25	2,27	=,1445
<b>ExWxL</b>	8,200	0,50	=,8528
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,22	=,9866

<b>LERNPHASE: P300 [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,19	<b>=,6654</b>
<b>E</b>	8,200	7,35	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,25	19,38	<b>=,0002</b>
<b>L</b>	1,25	46,71	<b>=,0000</b>
<b>GxE</b>	8,200	0,20	=,9910
<b>GxW</b>	1,25	1,18	<b>=,2877</b>
<b>ExW</b>	8,200	2,45	<b>=,0150</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,07	=,7896
<b>ExL</b>	8,200	2,71	<b>=,0074</b>
<b>WxL</b>	1,25	0,05	=,8193
<b>GxExW</b>	8,200	1,68	=,1042
<b>GxExL</b>	8,200	0,49	=,8614
<b>GxWxL</b>	1,25	2,94	=,0989
<b>ExWxL</b>	8,200	0,66	=,7271
<b>GxExWxL</b>	8,200	2,09	<b>=,0384</b>

<b>LERNPHASE: Late Positive Complex [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,02	<b>=,8868</b>
<b>E</b>	8,200	6,15	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,25	21,23	<b>=,0001</b>
<b>L</b>	1,25	18,91	<b>=,0002</b>
<b>GxE</b>	8,200	3,41	<b>=,0011</b>
<b>GxW</b>	1,25	0,01	<b>=,9222</b>
<b>ExW</b>	8,200	6,60	<b>=,0000</b>
<b>GxL</b>	1,25	5,38	<b>=,0288</b>
<b>ExL</b>	8,200	9,37	<b>=,0000</b>
<b>WxL</b>	1,25	1,21	=,2809
<b>GxExW</b>	8,200	0,41	=,9150
<b>GxExL</b>	8,200	2,05	<b>=,0419</b>
<b>GxWxL</b>	1,25	0,73	=,4009
<b>ExWxL</b>	8,200	0,99	=,4433
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,48	=,8688

<b>LERNPHASE: Late Positive Complex [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,09	<b>=,7629</b>
<b>E</b>	8,200	5,77	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,25	21,70	<b>=,0001</b>
<b>L</b>	1,25	14,48	<b>=,0008</b>
<b>GxE</b>	8,200	0,45	=,8867
<b>GxW</b>	1,25	0,17	<b>=,6820</b>
<b>ExW</b>	8,200	6,98	<b>=,0000</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,37	=,5485
<b>ExL</b>	8,200	8,54	<b>=,0000</b>
<b>WxL</b>	1,25	0,85	=,3661
<b>GxExW</b>	8,200	0,80	=,6030
<b>GxExL</b>	8,200	0,52	=,8431
<b>GxWxL</b>	1,25	0,56	=,4599
<b>ExWxL</b>	8,200	0,94	=,4838
<b>GxExWxL</b>	8,200	1,39	=,2040

**Tabelle 41 bis 46:**

MANOVA (5-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Lexical-Decision-Test:

between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N (**G**), 1 und 2 Tasten (**T**)within: Elektrode (**E**; F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4), Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach, neu), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: N100 [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,24	2,58	<b>=,1212</b>
<b>T</b>	1,24	0,78	=,3852
<b>E</b>	8,192	2,65	<b>=,0090</b>
<b>W</b>	1,24	0,70	<b>=,4107</b>
<b>L</b>	2,48	0,27	=,7654
<b>GxT</b>	1,24	1,91	=,1793
<b>GxE</b>	8,192	1,73	=,0929
<b>TxE</b>	8,192	0,62	=,7597
<b>GxW</b>	1,24	1,02	<b>=,3232</b>
<b>TxW</b>	1,24	0,08	=,7794
<b>ExW</b>	8,192	2,00	<b>=,0488</b>
<b>GxL</b>	2,48	1,36	=,2654
<b>TxL</b>	2,48	0,15	=,8585
<b>ExL</b>	16,384	0,60	=,8817
<b>WxL</b>	2,48	1,27	=,2915
<b>GxTxE</b>	8,192	0,34	=,9493
<b>GxTxW</b>	1,24	7,61	<b>=,0109</b>
<b>GxExW</b>	8,192	0,53	=,8346
<b>TxExW</b>	8,192	0,08	=,9997
<b>GxTxL</b>	2,48	2,47	=,0953
<b>GxExL</b>	16,384	0,77	=,7192
<b>TxExL</b>	16,384	0,87	=,6104
<b>GxWxL</b>	2,48	1,63	=,2071
<b>TxWxL</b>	2,48	0,32	=,7283
<b>ExWxL</b>	16,384	1,94	<b>=,0163</b>
<b>GxTxExW</b>	8,192	1,93	=,0583
<b>GxTxExL</b>	16,384	1,80	=,0299
<b>GxTxWxL</b>	2,48	0,30	=,7416
<b>GxExWxL</b>	16,384	0,32	=,9947
<b>TxExWxL</b>	16,384	0,79	=,6928
<b>GxTxExWxL</b>	16,384	1,36	=,1572

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: N100 [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,24	1,62	<b>=,2159</b>
<b>T</b>	1,24	0,40	=,5339
<b>E</b>	8,192	3,00	<b>=,0034</b>
<b>W</b>	1,24	0,60	<b>=,4464</b>
<b>L</b>	2,48	0,57	=,5691
<b>GxT</b>	1,24	1,44	=,2421
<b>GxE</b>	8,192	1,06	=,3941
<b>TxE</b>	8,192	0,73	=,6692
<b>GxW</b>	1,24	0,02	<b>=,8872</b>
<b>TxW</b>	1,24	0,27	=,6112
<b>ExW</b>	8,192	1,79	=,0819
<b>GxL</b>	2,48	1,99	=,1481
<b>TxL</b>	2,48	0,28	=,7576
<b>ExL</b>	16,384	0,70	=,7943
<b>WxL</b>	2,48	1,45	=,2444
<b>GxTxE</b>	8,192	0,56	=,8128
<b>GxTxW</b>	1,24	0,03	=,8633
<b>GxExW</b>	8,192	0,23	=,9851
<b>TxExW</b>	8,192	0,15	=,9965
<b>GxTxL</b>	2,48	0,92	=,4055
<b>GxExL</b>	16,384	0,52	=,9374
<b>TxExL</b>	16,384	0,81	=,6728
<b>GxWxL</b>	2,48	0,40	=,6722
<b>TxWxL</b>	2,48	0,31	=,7363
<b>ExWxL</b>	16,384	1,94	<b>=,0164</b>
<b>GxTxExW</b>	8,192	0,63	=,7552
<b>GxTxExL</b>	16,384	1,09	=,3632
<b>GxTxWxL</b>	2,48	0,67	=,5181
<b>GxExWxL</b>	16,384	0,67	=,8251
<b>TxExWxL</b>	16,384	0,88	=,5890
<b>GxTxExWxL</b>	16,384	1,61	=,0637

LEXICAL-DECISION-TEST: P300 [ $\mu$ V] ADS-H vs. ADS-N			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert
G	1,24	3,21	=,0855
T	1,24	0,63	=,4336
E	8,192	10,20	=,0000
W	1,24	17,61	=,0003
L	2,48	18,09	=,0000
GxT	1,24	0,55	=,4653
GxE	8,192	0,50	=,8534
TxE	8,192	0,59	=,7884
GxW	1,24	1,78	=,1941
TxW	1,24	0,31	=,5854
ExW	8,192	17,64	=,0000
GxL	2,48	1,97	=,1501
TxL	2,48	0,13	=,8804
ExL	16,384	1,51	=,0929
WxL	2,48	0,46	=,6365
GxTxE	8,192	0,27	=,9762
GxTxW	1,24	0,58	=,4556
GxExW	8,192	2,07	=,0411
TxExW	8,192	0,54	=,8231
GxTxL	2,48	0,04	=,9610
GxExL	16,384	0,76	=,7289
TxExL	16,384	1,48	=,1051
GxWxL	2,48	0,74	=,4810
TxWxL	2,48	1,94	=,1550
ExWxL	16,384	0,79	=,7006
GxTxExW	8,192	0,58	=,7920
GxTxExL	16,384	0,92	=,5405
GxTxWxL	2,48	0,85	=,4343
GxExWxL	16,384	1,50	=,0965
TxExWxL	16,384	0,87	=,6081
GxTxExWxL	16,384	1,48	=,1040

LEXICAL-DECISION-TEST: P300 [ $\mu$ V] SCH-J vs. SCH-N			
Effekt	df	F-Wert	p-Wert
G	1,24	0,02	=,8978
T	1,24	1,07	=,3113
E	8,192	10,89	=,0000
W	1,24	15,67	=,0006
L	2,48	19,24	=,0000
GxT	1,24	1,90	=,1812
GxE	8,192	0,60	=,7773
TxE	8,192	0,55	=,8131
GxW	1,24	0,30	=,5910
TxW	1,24	0,26	=,6129
ExW	8,192	16,63	=,0000
GxL	2,48	2,23	=,1184
TxL	2,48	0,21	=,8128
ExL	16,384	1,48	=,1029
WxL	2,48	0,44	=,6467
GxTxE	8,192	1,50	=,1609
GxTxW	1,24	1,15	=,2942
GxExW	8,192	0,97	=,4599
TxExW	8,192	0,53	=,8297
GxTxL	2,48	2,24	=,1174
GxExL	16,384	1,24	=,2323
TxExL	16,384	1,46	=,1106
GxWxL	2,48	0,46	=,6314
TxWxL	2,48	2,29	=,1121
ExWxL	16,384	0,85	=,6305
GxTxExW	8,192	1,16	=,3284
GxTxExL	16,384	0,53	=,9312
GxTxWxL	2,48	1,14	=,3282
GxExWxL	16,384	0,67	=,8231
TxExWxL	16,384	0,92	=,5467
GxTxExWxL	16,384	0,56	=,9124

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: Late Positive Complex [µV] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,24	2,25	<b>=,1466</b>
<b>T</b>	1,24	0,37	=,5499
<b>E</b>	8,192	18,67	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,24	12,13	<b>=,0019</b>
<b>L</b>	2,48	19,33	<b>=,0000</b>
<b>GxT</b>	1,24	0,45	=,5085
<b>GxE</b>	8,192	0,53	=,8358
<b>TxE</b>	8,192	0,99	=,4448
<b>GxW</b>	1,24	0,17	<b>=,6849</b>
<b>TxW</b>	1,24	0,16	=,6929
<b>ExW</b>	8,192	12,68	<b>=,0000</b>
<b>GxL</b>	2,48	0,68	=,5112
<b>TxL</b>	2,48	0,85	=,4332
<b>ExL</b>	16,384	3,15	<b>=,0000</b>
<b>WxL</b>	2,48	3,53	<b>=,0373</b>
<b>GxTxE</b>	8,192	0,47	=,8795
<b>GxTxW</b>	1,24	0,42	=,5236
<b>GxExW</b>	8,192	2,37	<b>=,0189</b>
<b>TxExW</b>	8,192	0,87	=,5393
<b>GxTxL</b>	2,48	1,43	=,2491
<b>GxExL</b>	16,384	0,99	=,4649
<b>TxExL</b>	16,384	1,73	<b>=,0395</b>
<b>GxWxL</b>	2,48	3,44	<b>=,0403</b>
<b>TxWxL</b>	2,48	4,68	<b>=,0139</b>
<b>ExWxL</b>	16,384	0,83	=,6458
<b>GxTxExW</b>	8,192	0,28	=,9704
<b>GxTxExL</b>	16,384	1,36	=,1569
<b>GxTxWxL</b>	2,48	0,91	=,4080
<b>GxExWxL</b>	16,384	0,47	=,9591
<b>TxExWxL</b>	16,384	1,42	=,1306
<b>GxTxExWxL</b>	16,384	1,64	=,0558

<b>LEXICAL-DECISION-TEST: Late Positive Complex [µV] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,24	0,00	<b>=,9859</b>
<b>T</b>	1,24	0,73	=,4023
<b>E</b>	8,192	20,09	<b>=,0000</b>
<b>W</b>	1,24	11,98	<b>=,0020</b>
<b>L</b>	2,48	19,50	<b>=,0000</b>
<b>GxT</b>	1,24	2,67	=,1151
<b>GxE</b>	8,192	0,85	=,5591
<b>TxE</b>	8,192	1,06	=,3907
<b>GxW</b>	1,24	0,03	<b>=,8661</b>
<b>TxW</b>	1,24	0,23	=,6392
<b>ExW</b>	8,192	11,66	<b>=,0000</b>
<b>GxL</b>	2,48	0,36	=,6978
<b>TxL</b>	2,48	0,54	=,5836
<b>ExL</b>	16,384	3,01	<b>=,0001</b>
<b>WxL</b>	2,48	2,64	=,0815
<b>GxTxE</b>	8,192	0,65	=,7381
<b>GxTxW</b>	1,24	0,26	=,6136
<b>GxExW</b>	8,192	0,46	=,8831
<b>TxExW</b>	8,192	0,86	=,5491
<b>GxTxL</b>	2,48	0,25	=,7835
<b>GxExL</b>	16,384	1,07	=,3846
<b>TxExL</b>	16,384	1,60	=,0649
<b>GxWxL</b>	2,48	0,37	<b>=,6904</b>
<b>TxWxL</b>	2,48	3,42	<b>=,0409</b>
<b>ExWxL</b>	16,384	0,97	=,4839
<b>GxTxExW</b>	8,192	1,28	=,2542
<b>GxTxExL</b>	16,384	0,40	=,9834
<b>GxTxWxL</b>	2,48	0,00	=,9973
<b>GxExWxL</b>	16,384	0,41	=,9797
<b>TxExWxL</b>	16,384	1,16	=,2998
<b>GxTxExWxL</b>	16,384	0,64	=,8486

**Tabelle 47 bis 52:**

MANOVA (4-way-ANOVA)-Ergebnisse zum Wiedererkennungstest:

between: ADS-H und ADS-N bzw. SCH-J und SCH-N (**G**)

within: Elektrode (**E**; F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ, P4), Verarbeitungstiefe (**L**; tief, flach), Wortkategorie (**W**; Schmerzwörter, neutrale Wörter)

Ergebnisse von Berechnungen, zu denen Hypothesen bestehen, sind kräftig umrandet.

<b>WIEDERERKENNEN: N100 [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	4,34	<b>=,0476</b>
<b>E</b>	8,200	1,67	=,1069
<b>W</b>	1,25	1,18	<b>=,2871</b>
<b>L</b>	1,25	0,53	=,4718
<b>GxE</b>	8,200	1,91	=,0608
<b>GxW</b>	1,25	1,88	<b>=,1830</b>
<b>ExW</b>	8,200	2,05	<b>=,0423</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,16	=,6964
<b>ExL</b>	8,200	0,97	=,4627
<b>WxL</b>	1,25	0,12	=,7292
<b>GxExW</b>	8,200	0,97	=,4644
<b>GxExL</b>	8,200	0,73	=,6666
<b>GxWxL</b>	1,25	2,98	=,0969
<b>ExWxL</b>	8,200	0,51	=,8485
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,92	=,4994

<b>WIEDERERKENNEN: N100 [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	4,95	<b>=,0353</b>
<b>E</b>	8,200	1,42	=,1894
<b>W</b>	1,25	0,97	<b>=,3351</b>
<b>L</b>	1,25	0,68	=,4178
<b>GxE</b>	8,200	1,88	=,0643
<b>GxW</b>	1,25	0,01	<b>=,9148</b>
<b>ExW</b>	8,200	2,09	<b>=,0384</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,84	=,3669
<b>ExL</b>	8,200	0,82	=,5844
<b>WxL</b>	1,25	0,21	=,6509
<b>GxExW</b>	8,200	2,03	<b>=,0444</b>
<b>GxExL</b>	8,200	0,50	=,8581
<b>GxWxL</b>	1,25	0,35	=,5579
<b>ExWxL</b>	8,200	0,50	=,8518
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,44	=,8948

<b>WIEDERERKENNEN: P300 [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	4,39	<b>=,0463</b>
<b>E</b>	8,200	2,56	<b>=,0110</b>
<b>W</b>	1,25	10,63	<b>=,0032</b>
<b>L</b>	1,25	0,00	<b>=,9897</b>
<b>GxE</b>	8,200	1,21	=,2932
<b>GxW</b>	1,25	0,00	<b>=,9990</b>
<b>ExW</b>	8,200	3,33	<b>=,0014</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,13	=,7236
<b>ExL</b>	8,200	1,28	=,2570
<b>WxL</b>	1,25	7,46	<b>=,0114</b>
<b>GxExW</b>	8,200	0,32	=,9582
<b>GxExL</b>	8,200	2,21	<b>=,0282</b>
<b>GxWxL</b>	1,25	9,42	<b>=,0051</b>
<b>ExWxL</b>	8,200	1,40	<b>=,1964</b>
<b>GxExWxL</b>	8,200	1,45	=,1766

<b>WIEDERERKENNEN: P300 [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,00	=,9956
<b>E</b>	8,200	2,58	<b>=,0106</b>
<b>W</b>	1,25	10,43	<b>=,0035</b>
<b>L</b>	1,25	0,00	=,9563
<b>GxE</b>	8,200	0,32	=,9587
<b>GxW</b>	1,25	2,65	<b>=,1161</b>
<b>ExW</b>	8,200	3,22	<b>=,0018</b>
<b>GxL</b>	1,25	0,07	=,7951
<b>ExL</b>	8,200	1,03	=,4138
<b>WxL</b>	1,25	4,61	<b>=,0416</b>
<b>GxExW</b>	8,200	0,23	=,9849
<b>GxExL</b>	8,200	0,93	=,4898
<b>GxWxL</b>	1,25	1,70	=,2037
<b>ExWxL</b>	8,200	1,36	<b>=,2150</b>
<b>GxExWxL</b>	8,200	0,72	=,6737

<b>WIEDERERKENNEN: Late Positive Complex [<math>\mu</math>V] ADS-H vs. ADS-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	4,25	<b>=,0498</b>
<b>E</b>	8,200	4,08	<b>=,0002</b>
<b>W</b>	1,25	2,01	<b>=,1684</b>
<b>L</b>	1,25	0,77	<b>=,3878</b>
<b>GxE</b>	8,200	1,90	=,0622
<b>GxW</b>	1,25	0,81	<b>=,3753</b>
<b>ExW</b>	8,200	1,58	=,1322
<b>GxL</b>	1,25	1,18	=,2885
<b>ExL</b>	8,200	0,98	=,4491
<b>WxL</b>	1,25	6,36	<b>=,0184</b>
<b>GxExW</b>	8,200	1,10	=,3641
<b>GxExL</b>	8,200	2,46	<b>=,0146</b>
<b>GxWxL</b>	1,25	4,07	<b>=,0545</b>
<b>ExWxL</b>	8,200	3,57	<b>=,0007</b>
<b>GxExWxL</b>	8,200	1,12	=,3524

<b>WIEDERERKENNEN: Late Positive Complex [<math>\mu</math>V] SCH-J vs. SCH-N</b>			
<b>Effekt</b>	<b>df</b>	<b>F-Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>G</b>	1,25	0,15	<b>=,7025</b>
<b>E</b>	8,200	4,01	<b>=,0002</b>
<b>W</b>	1,25	1,89	<b>=,1809</b>
<b>L</b>	1,25	0,71	<b>=,4069</b>
<b>GxE</b>	8,200	0,70	=,6885
<b>GxW</b>	1,25	0,21	<b>=,6540</b>
<b>ExW</b>	8,200	1,45	=,1795
<b>GxL</b>	1,25	0,06	=,8077
<b>ExL</b>	8,200	0,96	=,4684
<b>WxL</b>	1,25	4,85	<b>=,0372</b>
<b>GxExW</b>	8,200	0,22	=,9869
<b>GxExL</b>	8,200	0,76	=,6401
<b>GxWxL</b>	1,25	0,51	<b>=,4833</b>
<b>ExWxL</b>	8,200	3,03	<b>=,0031</b>
<b>GxExWxL</b>	8,200	1,29	=,2495

### **ERGEBNISSE SHAPIRO-WILK-TEST**

Im allgemeinen ist die MANOVA sehr robust gegen Verletzungen der Normalverteilung. Sie kann zu einem bestimmten Grad verletzt werden, ohne daß die Aussagekraft der p-Werte und des Tests eingeschränkt wären (O'Brien und Kaiser, 1985; siehe auch Kapitel 2.8.5). Dennoch sollen im folgenden die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests bezüglich der bei den statistischen Berechnungen verwendeten Datensätze aufgeführt werden.

#### Fragebögen

Summenpunktwert BDI-Fragebogen:

ADS-H:  $p=,5611$  / ADS-N:  $p=,0110$  / SCH-J:  $p=,1506$  / SCH-N:  $p=,0088$

Summenpunktwert Bf-S-Fragebogen:

ADS-H:  $p=,3901$  / ADS-N:  $p=,1453$  / SCH-J:  $p=,0846$  / SCH-N:  $p=,4663$

Summenpunktwert STAI-Fragebogen:

ADS-H:  $p=,0933$  / ADS-N:  $p=,3153$  / SCH-J:  $p=,0568$  / SCH-N:  $p=,3975$

#### Untersuchung zur Schmerzschwelle

Schmerzschwelle 1. Untersuchungsabschnitt / linke Hand:

ADS-H:  $p=,4573$  / ADS-N:  $p=,1800$  / SCH-J:  $p=,5276$  / SCH-N:  $p=,5134$

Schmerzschwelle 1. Untersuchungsabschnitt / rechte Hand:

ADS-H:  $p=,6673$  / ADS-N:  $p=,1743$  / SCH-J:  $p=,1412$  / SCH-N:  $p=,6650$

Schmerzschwelle 2. Untersuchungsabschnitt / linke Hand:

ADS-H:  $p=,2070$  / ADS-N:  $p=,3966$  / SCH-J:  $p=,1677$  / SCH-N:  $p=,1405$

Schmerzschwelle 2. Untersuchungsabschnitt / rechte Hand:

ADS-H:  $p=,4368$  / ADS-N:  $p=,7737$  / SCH-J:  $p=,5328$  / SCH-N:  $p=,7780$

Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial

*Lexical-Decision-Test*

Reaktionszeit auf tief verarbeitete Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,4027$  / ADS-N:  $p=,5668$  / SCH-J:  $p=,7873$  / SCH-N:  $p=,2296$

Reaktionszeit auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,3435$  / ADS-N:  $p=,0591$  / SCH-J:  $p=,5874$  / SCH-N:  $p=,2374$

Reaktionszeit auf flach verarbeitete Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,4368$  / ADS-N:  $p=,1963$  / SCH-J:  $p=,4483$  / SCH-N:  $p=,2579$

Reaktionszeit auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,9897$  / ADS-N:  $p=,3975$  / SCH-J:  $p=,7761$  / SCH-N:  $p=,3788$

Reaktionszeit auf neue Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,5535$  / ADS-N:  $p=,2600$  / SCH-J:  $p=,5370$  / SCH-N:  $p=,2422$

Reaktionszeit auf neue neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,5733$  / ADS-N:  $p=,5256$  / SCH-J:  $p=,7578$  / SCH-N:  $p=,4421$

Logarithmus der Reaktionszeit auf tief verarbeitete Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,2946$  / ADS-N:  $p=,7077$  / SCH-J:  $p=,6913$  / SCH-N:  $p=,2447$

Logarithmus der Reaktionszeit auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,1691$  / ADS-N:  $p=,1870$  / SCH-J:  $p=,4429$  / SCH-N:  $p=,3932$

Logarithmus der Reaktionszeit auf flach verarbeitete Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,1762$  / ADS-N:  $p=,5256$  / SCH-J:  $p=,2911$  / SCH-N:  $p=,2004$

Logarithmus der Reaktionszeit auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,8890$  / ADS-N:  $p=,7039$  / SCH-J:  $p=,9973$  / SCH-N:  $p=,2692$

Logarithmus der Reaktionszeit auf neue Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,2581$  / ADS-N:  $p=,3958$  / SCH-J:  $p=,3634$  / SCH-N:  $p=,2644$

Logarithmus der Reaktionszeit auf neue neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,4875$  / ADS-N:  $p=,6947$  / SCH-J:  $p=,9353$  / SCH-N:  $p=,4319$

korrekte Reaktionen auf tief verarbeitete Schmerz Wörter:

ADS-H:  $p=,0000$  / ADS-N:  $p=,0000$  / SCH-J:  $p=,0000$  / SCH-N:  $p=,0000$

korrekte Reaktionen auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,0000$  / ADS-N:  $p=,0000$  / SCH-J:  $p=,0000$  / SCH-N:  $p=,0000$

korrekte Reaktionen auf flach verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,0000$  / ADS-N:  $p=,0000$  / SCH-J:  $p=,0000$  / SCH-N:  $p=,0000$

korrekte Reaktionen auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,0000$  / ADS-N:  $p=,0000$  / SCH-J:  $p=,0000$  / SCH-N:  $p=,0001$

korrekte Reaktionen auf neue Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,0000$  / ADS-N:  $p=,0000$  / SCH-J:  $p=,0000$  / SCH-N:  $p=,0000$

korrekte Reaktionen auf neue neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,0013$  / ADS-N:  $p=,0290$  / SCH-J:  $p=,0018$  / SCH-N:  $p=,0112$

**Bemerkung:** Die Daten bezüglich der korrekten Reaktionen sind deshalb nicht normalverteilt, da von allen Probanden lediglich Extremwerte bezüglich der Anzahl der erfolgten korrekten Reaktionen erzielt wurden.

#### *Wiedererkennungstest*

Reaktionszeit auf tief verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,1952$  / ADS-N:  $p=,0092$  / SCH-J:  $p=,3044$  / SCH-N:  $p=,0634$

Reaktionszeit auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,0344$  / ADS-N:  $p=,0010$  / SCH-J:  $p=,0001$  / SCH-N:  $p=,0519$

Reaktionszeit auf flach verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,5166$  / ADS-N:  $p=,4061$  / SCH-J:  $p=,6634$  / SCH-N:  $p=,1663$

Reaktionszeit auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,1303$  / ADS-N:  $p=,3255$  / SCH-J:  $p=,0245$  / SCH-N:  $p=,5384$

Logarithmus der Reaktionszeit auf tief verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,3414$  / ADS-N:  $p=,1179$  / SCH-J:  $p=,2523$  / SCH-N:  $p=,3355$

Logarithmus der Reaktionszeit auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,3235$  / ADS-N:  $p=,0105$  / SCH-J:  $p=,0012$  / SCH-N:  $p=,3285$

Logarithmus der Reaktionszeit auf flach verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,6513$  / ADS-N:  $p=,4197$  / SCH-J:  $p=,4720$  / SCH-N:  $p=,4511$

Logarithmus der Reaktionszeit auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,2391$  / ADS-N:  $p=,3603$  / SCH-J:  $p=,0617$  / SCH-N:  $p=,4496$

korrekte Reaktionen auf tief verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,1072$  / ADS-N:  $p=,1060$  / SCH-J:  $p=,1115$  / SCH-N:  $p=,3617$

korrekte Reaktionen auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,2376$  / ADS-N:  $p=,3967$  / SCH-J:  $p=,0496$  / SCH-N:  $p=,1328$

korrekte Reaktionen auf flach verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,2667$  / ADS-N:  $p=,0350$  / SCH-J:  $p=,0015$  / SCH-N:  $p=,0050$

korrekte Reaktionen auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,1314$  / ADS-N:  $p=,0095$  / SCH-J:  $p=,2049$  / SCH-N:  $p=,4951$

Antworttendenz: korrekte Reaktionen auf tief verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,6959$  / ADS-N:  $p=,2917$  / SCH-J:  $p=,0105$  / SCH-N:  $p=,5384$

Antworttendenz: korrekte Reaktionen auf tief verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,3968$  / ADS-N:  $p=,5595$  / SCH-J:  $p=,5880$  / SCH-N:  $p=,0408$

Antworttendenz: korrekte Reaktionen auf flach verarbeitete Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,2082$  / ADS-N:  $p=,0283$  / SCH-J:  $p=,0304$  / SCH-N:  $p=,2286$

Antworttendenz: korrekte Reaktionen auf flach verarbeitete neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,6236$  / ADS-N:  $p=,0148$  / SCH-J:  $p=,1637$  / SCH-N:  $p=,3220$

### *EEG-Daten*

Es wurden keine Verletzungen der Annahme der Normalverteilung festgestellt.

### *Free Recall*

Anzahl der erinnerten Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,0450$  / ADS-N:  $p=,1602$  / SCH-J:  $p=,0821$  / SCH-N:  $p=,0789$

Anzahl der erinnerten neutralen Wörter:

ADS-H:  $p=,0011$  / ADS-N:  $p=,0550$  / SCH-J:  $p=,0316$  / SCH-N:  $p=,0005$

---

*Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz*

Bedrohlichkeitswert Schmerzwörter:

ADS-H:  $p=,2735$  / ADS-N:  $p=,4317$  / SCH-J:  $p=,9206$  / SCH-N:  $p=,4857$

Bedrohlichkeitswert neutrale Wörter:

ADS-H:  $p=,0231$  / ADS-N:  $p=,0000$  / SCH-J:  $p=,0004$  / SCH-N:  $p=,0001$

**Bemerkung:** Die Daten bezüglich der Bedrohlichkeitswerte für neutrale Wörter sind deshalb nicht normalverteilt, da von allen Probanden bezüglich der neutralen Wörter extrem niedrige Bedrohlichkeitswerte angegeben wurden.

### **ERGEBNISSE BONFERONI-KORREKTUR**

Die Bonferoni-Korrektur ist eine generelle Methode die auf jegliche Art von im Vorfeld geplanten Tests angewandt werden kann. Sie ist insbesondere dann von Nutzen, wenn man den Fehler 1. Art bei nur wenigen im Vorfeld geplanten Tests (Anzahl der Tests kleiner gleich 5) kontrollieren will (O'Brien und Kaiser, 1985; siehe auch Kapitel 2.8.5).

Wird eine Mehrzahl an medizinischen Hypothesen überprüft, so hängt es von der Anzahl der Hypothesen ab, welche Signifikanzniveaus gelten.

Wird eine Hypothese überprüft, so gilt ein Signifikanzniveau von 5%.

Wird eine zweite Hypothese überprüft, so gilt für diese ein Signifikanzniveau von 2,5%.

Wird eine dritte Hypothese überprüft, so gilt für diese ein Signifikanzniveau von 1,66%.

Wird eine vierte Hypothese überprüft, so gilt für diese ein Signifikanzniveau von 1,25%.

Wird eine fünfte Hypothese überprüft, so gilt für diese ein Signifikanzniveau von 0,1%.

Im folgenden sollen die Ergebnisse der Bonferoni-Korrektur für die einzelnen Untersuchungsabschnitte dieser Arbeit dargestellt werden.

#### Fragebögen

Folgender signifikanter Effekt entfällt nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur:

Haupteffekt Gruppe (SCH-J vs. SCH-N) bezüglich der erreichten Fragebogen-Scores auf der Bf-S.

#### Untersuchung zur Schmerzschwelle

Es entfällt kein signifikanter Effekt nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur.

---

Untersuchung zum impliziten und expliziten Gedächtnis für schmerzassoziiertes Wortmaterial

*Lexical-Decision-Test*

Folgende signifikante Effekte entfallen nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur:

Effekt Gruppe (ADS-H vs. ADS-N) x Verarbeitungstiefe (tief, flach, neu) x Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter) bezüglich des Logarithmus der Reaktionszeiten auf die beim Lexical-Decision-Test präsentierten Wörter hin.

Effekt Gruppe (SCH-J vs. SCH-N) x Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter) bezüglich des Logarithmus der Reaktionszeiten auf die beim Lexical-Decision-Test präsentierten Wörter hin.

*Wiedererkennungstest*

Folgende signifikante Effekte entfallen nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur:

Haupteffekt Verarbeitungstiefe (tief, flach, neu) bezüglich der Reaktionszeiten auf die beim Wiedererkennungstest präsentierten Wörter hin.

Haupteffekt Verarbeitungstiefe (tief, flach, neu) bezüglich des Logarithmus der Reaktionszeiten auf die beim Wiedererkennungstest präsentierten Wörter hin.

*EEG-Daten*

Folgende signifikante Effekte entfallen nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur:

Effekt Gruppe (ADS-H vs. ADS-N) x Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter) bezüglich des Late Positive Complex im Lexical-Decision-Test.

Haupteffekt Gruppe (SCH-J vs. SCH-N) bezüglich der N100 im Wiedererkennungstest.

Haupteffekt Gruppe (ADS-H vs. ADS-N) bezüglich der N100 im Wiedererkennungstest. Haupteffekt Gruppe (ADS-H vs. ADS-N) bezüglich der P300 im Wiedererkennungstest. Haupteffekt Gruppe (ADS-H vs. ADS-N) bezüglich des Late Positive Complex im Wiedererkennungstest.

*Free Recall*

Es entfällt kein signifikanter Effekt nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur.

*Untersuchung zur subjektiven Stimulusrelevanz*

Folgender signifikanter Effekt entfällt nach Durchführung der Bonferoni-Korrektur:  
Effekt Gruppe (SCH-J vs. SCH-N) x Wortkategorie (Schmerzwörter, neutrale Wörter)  
bezüglich der Bedrohlichkeitswerte.

## **DANKSAGUNG**

Allen voran möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Paul Pauli bedanken, der seine Verantwortung als Betreuer und Begleiter meiner Dissertation sehr ernst genommen hat. Er war für mich ein zuverlässiger Ansprechpartner, der sich immer Zeit nahm, um wissenschaftliche Fragen und Fragen des methodischen Vorgehens mit mir zu diskutieren. Ich danke ihm sehr für seine Präsenz, sein Interesse an meiner Arbeit, seine ruhige und besonnene Art und seinen wissenschaftlichen Sachverstand.

Ebenso bedanken möchte ich mich für all die Unterstützung, die ich durch die Mitarbeiter der Forschungsgruppe „Klinische Psychophysiologie des Schmerzes“ während der praktischen Durchführung meiner Untersuchungen erfahren habe. Insbesondere danke ich Michael Traudt, Uwe Kirschenmann, Yvonne Hiller, sowie Mathias Nickola.

Ein herzliches Dankeschön auch an Herrn Privatdozent Dr. Rainer Schwabe vom Institut für Medizinische Biometrie der Universität Tübingen, der durch seine kompetente Beratung beim statistisch-analytischen Teil meiner Arbeit wesentlich zum Gelingen der Dissertation beigetragen hat.

In ganz besonderem Maße möchte ich jedoch meinen Eltern Beate und Jürgen Nikendei Dank sagen, die mich während der Jahre des Humanmedizinstudiums in unvergleichbarer Weise begleiteten. Immer konnte ich mir Ihrem Interesse für meinen Werdegang, Ihrer vollsten Unterstützung und Ihrer herzlichen Ermutigungen sicher sein. Ohne sie wäre das Entstehen dieser Arbeit sicherlich niemals möglich gewesen. Vielen Dank!

Christoph Nikendei

## LEBENS LAUF

- NAME: Nikendei
- VORNAME: Christoph
- GEBURTSDATUM: 21.12.1971
- GEBURTSORT: Ravensburg
- ELTERN: Nikendei, Jürgen, 53 Jahre  
Nikendei, Beate, geborene Steinhauser, 50 Jahre
- GESCHWISTER: Nikendei, Alexander, 32 Jahre
  
- 1975 - 1978  
Besuch der St. Joseph-Kindergartens in Ravensburg.
- SOMMER 1978  
Einschulung in die Grundschule Weststadt, Ravensburg.
- SOMMER 1982 - SOMMER 1991  
Besuch des Welfen-Gymnasiums Ravensburg.  
Beendigung der Schulzeit mit dem Erwerb der allgemeinen Hochschulreife.
- 1.7.1991 - 30.9.1992  
Ableistung des Zivildienstes bei der Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. Ravensburg im  
Mobilien-Sozialen-Hilfsdienst, Behindertenfahrdienst und Rettungsdienst.  
Ausbildung zum Rettungssanitäter.
- 1.10.1992 - 31.12.1992  
Tätigkeit als Rettungssanitäter im Rettungsdienst der Johanniter-Unfall-Hilfe  
e.V. Ravensburg.
- JANUAR 1993 - MÄRZ 1993  
Auslandsaufenthalt in Neuseeland, Australien und Sri Lanka.
- APRIL 1993 - MAI 2001  
Studium der Humanmedizin an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen.
- SEIT JULI 2001  
Tätigkeit als Arzt im Praktikum an der Medizinischen Klinik und Poliklinik der  
Universität Heidelberg in der Abteilung für Allgemeine Klinische und  
Psychosomatische Medizin