

**Zur Psychophysiologie des Tinnitus**

**Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Philosophischen Fakultät  
der Christian-Albrecht-Universität  
zu Kiel**

**vorgelegt von  
Martina Hartmann**

**Kiel,  
2003**

Referent: Prof. Dr. Roman Ferstl

Co- Referent: Priv. Doz. Dr. Peter Kropp

Tag der mündlichen Prüfung: 23.01.2004

Durch den Dekan Prof. Dr. Albert Meier  
zum Druck genehmigt am: 11.02.2004

## **Danksagung**

Die vorliegende Untersuchung zur Psychophysiologie des Tinnitus wurde durch eine Reihe von Personen unterstützt, denen ich an dieser Stelle sehr herzlich danken möchte.

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Ferstl für die unkomplizierte Betreuung der Arbeit bedanken.

Ohne die Anregung von Herrn PD Dr. Peter Kropp, der mein Interesse an diesem Thema geweckt hat und die Untersuchung begleitet hat, wäre die Arbeit wahrscheinlich nicht zustande gekommen. Besonders für seine Unterstützung bei der Verarbeitung der CNV-Daten danke ich ihm sehr.

Die Untersuchung erfolgte in den Räumen des Instituts für Medizinische Psychologie. Dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. Dr. W. D. Gerber, gilt mein besonderer Dank für die räumliche Beherbergung und die soziale Unterstützung, die er mir über die Jahre gewährt hat.

Für das freundschaftliche Interesse an der Arbeit sowie die hilfreichen Erklärungen, die mir die Handhabung des Grafikprogramms erleichtert haben, möchte ich mich bei Herrn Dr. Norbert Lipski bedanken.

Bei der Erstellung des Manuskripts wurde ich von Frau Marianne Tramm unterstützt, vielen Dank dafür.

Nicht zuletzt, aber ganz besonders möchte ich meinem Ehemann Herrn Dr. Volker Hartmann Danke sagen für seine liebevolle und fürsorgliche Begleitung, seine gute Motivationsarbeit und seine tatkräftige Unterstützung bei der Erledigung so mancher „Fleißarbeit“.

Kiel, im August 2003

Martina Hartmann

<u>Inhalt</u>	Seite
<b>Tinnitus - Eine Einführung</b>	<b>1</b>
1. Einleitung	1
2. Begriffsbestimmung	3
2.1 Definition	3
2.2 Klinik und Verlauf	3
2.3 Epidemiologie	4
2.4 Klassifikation und Ätiopathogenese	5
<i>Exkurs: Physiologie des Hörens 1 –     Periphere Schallweiterleitung-</i>	6
<i>Exkurs: Physiologie des Hörens 2 –     Auditorische Signalverarbeitung-</i>	9
3. Neurophysiologische Aspekte des Tinnitus	11
3.1 Störungen im peripher afferenten Abschnitt: Modell der korrelierten Spontanaktivität	12
3.2 Einflüsse des efferenten Systems	12
3.3 Störungen im zentralen auditorischen System	13
3.4 Gate- Control- Theorie	14
3.5 Mehrdimensionales neurophysiologisches Tinnitusmodell nach Jastreboff	15
4. Psychologische Aspekte des Tinnitus	17
4.1 Psychische Beschwerden bei chronischem Tinnitus	17
4.1.1 Subjektive Belastung durch den Tinnitus	18
4.2 Aufmerksamkeitsprozesse	20
4.2.1 Aufmerksamkeit	20
4.2.2 Selbstaufmerksamkeit	22
4.2.3 Aufmerksamkeitsprozesse und Tinnitus	23
4.3 Orientierungsreaktion und Habituation	25
5. Zentralnervöse psychophysiologische Aspekte des Tinnitus	27
5.1 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale	27
5.2 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale mit kurzer Latenz (SEP)	28

<i>Exkurs: Plastizität</i>	30
5.3 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale mit langer Latenz (LP)	31
5.3.1 Definition der CNV	32
5.3.2 Psychologische Korrelate der CNV	34
5.3.3 CNV- Befunde bei psychischen und psychophysiologischen Erkrankungen	36
5.3.4 CNV- Befunde bei Migräne	37
5.3.4.1 Habituation der CNV bei Migräne	43
5.3.5 CNV- Befunde bei Tinnitus	47
6. Zusammenfassung der neurophysiologischen, psychologischen und psychophysiologischen Aspekte der Aufmerksamkeit und Formulierung eines hypothetischen psychophysiologischen Modells des Tinnitus	51
7. Ableitung der Fragestellung und Untersuchungshypothesen	56
7.1 Unterschiede zwischen Tinnitus- Patienten und Gesunden bezüglich der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter	56
7.2 Zusammenhang der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus	58
7.3 Zusammenhang der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der Erkrankungsdauer	59
<b>Empirische Untersuchung zur Psychophysiologie des Tinnitus</b>	<b>61</b>
8. Stichprobenbeschreibung	61
9. Untersuchungsmethoden	70
9.1 Somatische Variablen (Anamnese: Erkrankungsdauer, Intensität)	70
9.2 Physiologische Maße	71
9.2.1 Amplituden der CNV- Komponenten	71
9.2.1.1 Habituation	72
9.2.2 Messverfahren/Geräte und Signalaufbereitung	73
9.3 Verhaltensmaß (Reaktionszeit)	74

9.4	Psychologische Variablen	75
9.4.1	Subjektive Beeinträchtigung durch den Tinnitus (TF, BDI)	75
9.4.2	Aufmerksamkeit (d2)	77
9.4.3	Selbstaufmerksamkeit (SAM)	78
9.4.4	Subjektive Befindlichkeit (Eigenschaftswörterliste, EWL)	79
10.	Untersuchungsablauf	80
11.	Statistische Analyse	85
12.	Ergebnisse	86
12.1	Unterschiede zwischen Tinnitus- Patienten und Gesunden bezüglich der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter	86
12.1.1	Gruppenunterschiede in der Amplitude der CNV	86
12.1.2	Gruppenunterschiede in der Habituation der CNV	90
12.1.3	Gruppenunterschiede im d2 (nach außen gerichtete Aufmerksamkeit)	98
12.1.4	Gruppenunterschiede im SAM (Selbstaufmerksamkeit)	100
12.2	Zusammenhang zwischen physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern und der emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus	107
12.2.1	Zusammenhang zwischen kortikaler Aktivierung und emotionaler 107 und kognitiver Belastung durch den Tinnitus	
12.2.2	Zusammenhang zwischen kortikaler Aktivierung (Amplitude und Habituation der CNV) und Selbstaufmerksamkeit	108
12.2.3	Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus und nach innen gerichteter Aufmerksamkeit (Selbstaufmerksamkeit)	110
12.2.4	Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus und nach außen gerichteter Aufmerksamkeit	110
12.2.5	Zusammenhang zwischen nach außen gerichteter Aufmerksamkeit 111 und Selbstaufmerksamkeit	
12.3	Zusammenhang zwischen physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern und der Erkrankungsdauer	117
12.3.1	Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und kortikaler Aktivierung	117

12.3.2	Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und psychologischen 119 Aufmerksamkeitsparametern	
12.3.3	Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und subjektiver Beeinträchtigung	120
12.3.4	Erkrankungsdauer und Intensität des Tinnitus	121
12.4	Zusammenhang zwischen Intensität des Tinnitus und physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern sowie der Beeinträchtigung durch den Tinnitus	124
12.5	Darstellung der Ergebnisse im Modell	126
13.	Diskussion	129
13.1	Unterschiede zwischen Patienten mit chronischem Tinnitus aurium 129 und gesunden Kontrollpersonen bezüglich psychologischer und physiologischer Aufmerksamkeitsparameter	
13.2	Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeitsparametern und der Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich	134
13.3	Zusammenhang zwischen der Ausprägung der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter und der Dauer der Erkrankung	136
14.	Zusammenfassung	141
	Literatur	143
	Anhang - Untersuchungsmaterialien	

## ***Tinnitus – Eine Einführung***

### **1. Einleitung**

Neueren Schätzungen zu Folge leiden ca. 40 % der Bevölkerung unter vorübergehenden Ohrgeräuschen, einem Tinnitus aurium. 8-10 % leiden ständig unter diesem Symptom (Goebel, 1998). Zu einem chronischen Tinnitus mit dem Stellenwert einer eigenständigen Erkrankung kommt es in etwa 1-2 % der Fälle. Ohrgeräusche sind somit ein verbreitetes Phänomen, das vermutlich aufgrund der zunehmenden Stress- und Lärmbelastung in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der Prävalenz erfahren hat (Fleischer, 1996; Struwe et al., 1996). Zeitgleich ist das Thema „Tinnitus“ in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit gelangt, wobei Erklärungsmodelle und daraus abgeleitete Behandlungsansätze von besonderem Interesse sind.

Schon seit den 80er und frühen 90er Jahren beschäftigten sich die Arbeitsgruppen um Jastreboff und Hazell mit der Entwicklung neurophysiologischer Erklärungsmodelle des Tinnitus. Da diese Modelle neben neurophysiologischen auch psychologische Prozesse, die für die Entstehung und Aufrechterhaltung des Tinnitus von Bedeutung sind, mit einbeziehen, bildeten diese die Grundlage für neuere, psychophysiologische Behandlungsansätze wie die „Retraining- Therapie“ (Jastreboff & Hazell, 1993). Als wesentlicher Faktor für die Entwicklung eines chronischen Tinnitus wird hierbei eine – aufgrund von dysfunktionalen Bewertungs- und Aufmerksamkeitsprozessen – gestörte Habituation der Orientierungsreaktion auf einen neuen, unerwarteten internen akustischen Reiz angesehen (Hallam et al., 1984). Da dieses neurophysiologische Tinnitusmodell theoretisch sehr plausibel ist, wird es zur Edukation von Tinnitus- Patienten im Rahmen der Retraining- Therapie herangezogen. Allerdings liegen bisher keine empirischen Daten vor, die den modulierenden Einfluss psychologischer Faktoren auf die neurophysiologischen Prozesse belegen.

Des Weiteren werden seit den 90er Jahren Versuche unternommen, neurophysiologische Korrelate zu finden, die Aufschluss über die Chronifizierungsmechanismen bei chronischen Ohrgeräuschen geben. In diesem Zusammenhang wurde die zentralnervöse Aktivierung insbesondere im auditorischen Cortex untersucht, die mittels Magnetencephalogramm (Hoke et al., 1989) sowie mittels der Ableitung der „contingent negative variation“ (CNV) (Shiraishi et al., 1991; Sugimoto, 1993; Hoke et al., 1998) erhoben wurde. Dabei zeigten Tinnitus-

Patienten im Vergleich zu gesunden Personen tendenziell und in Abhängigkeit von der jeweils erhobenen zeitlichen CNV- Komponente eine erhöhte negative Amplitude.

Da die CNV als ereigniskorreliertes, langsames kortikales Potential eng mit Motivation und Aufmerksamkeit in Verbindung gebracht wird, wird die Evokation und Ableitung der CNV häufig zur Untersuchung von Aufmerksamkeitsprozessen, speziell von Aufmerksamkeitsdefiziten im Rahmen von Reizverarbeitungsstörungen wie z. B. der Migräne, eingesetzt. Entsprechende Untersuchungen vor allem der Arbeitsgruppe um Gerber und Kropp in den letzten Jahren zeigten, dass Patienten mit Migräne eine deutlich höhere (negative) CNV- Amplitude aufweisen als gesunde Probanden, wofür eine verlangsamte Habituation aufgrund einer langandauernden und intensiven Zuwendung hin zu auch einfachen Reizen verantwortlich gemacht wird (Gerber & Kropp, 1993).

Da sich nun auch bei Patienten mit chronischem Tinnitus erhöhte CNV- Amplituden aufzeigen lassen, wird die Annahme einer gesteigerten Aufmerksamkeit bei Vorliegen eines chronischen Tinnitus erhärtet. Ob damit auch ein Habituationsdefizit wie im Fall der Migräneerkrankung verbunden ist, ist allerdings noch nicht geklärt bzw. auch noch nicht untersucht worden.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Erfassung von CNV- Parametern bei Tinnitus-Patienten im Vergleich zu Migränikern und gesunden Probanden erstmals auch unter dem Aspekt der Habituation sowie die Erhebung verschiedener weiterer Korrelate der Aufmerksamkeit auf emotionaler und kognitiver Ebene, wobei die betrachteten Parameter zu einem psychophysiologischen Modell des chronischen Tinnitus zusammengefügt werden.

Die erhobenen Daten sollen dazu beitragen, die theoretische Annahme der gestörten Habituation und in diesem Zusammenhang die Rolle von Aufmerksamkeits- und Bewertungsprozessen bei der Aufrechterhaltung bzw. Chronifizierung von Ohrgeräuschen klären zu helfen.

## **2. Begriffsbestimmung**

### **2.1 Definition**

Mit dem Begriff Tinnitus ( lat. *tinnire* = klingen ) werden alle Arten von Ohr- und Kopfgeräuschen bezeichnet, die nicht durch von außen auftreffende Schallwellen erklärt werden können (Kellerhals & Zogg, 1996). Es handelt sich dabei um einfache, unstrukturierte akustische Phänomene ohne Signal- und Informationscharakter, die meist in Form einzelner Töne oder Geräusche (Brummen, Rauschen, Pfeifen) auftreten. Ein Tinnitus kann von akustischen Halluzinationen aufgrund der geringeren Komplexität und des fehlenden Bedeutungsinhaltes des wahrgenommenen Geräusches abgegrenzt werden. (Lenarz, 1992; Goebel, 1998).

Ohrgeräusche sind Symptom einer Funktionsstörung im Hörsystem und können jede Erkrankung des gesamten Hörorgans - vom Gehörgang bis zum akustischen Cortex - begleiten.

Dabei wird zwischen objektiven und subjektiven Ohrgeräuschen unterschieden.

Objektiven Ohrgeräuschen liegt ein im Körper des Patienten generiertes akustisches Signal zugrunde, wie es z.B. bei Gefäßanomalien (Stenosen, Shunts) oder muskulären Störungen (Spasmen, Myoklonien) im Kopf- und Halsbereich entstehen kann (Arnold, 1995). Dieses Signal ist vom Untersucher wahrnehmbar.

Als Tinnitus aurium werden dagegen die sehr viel häufiger auftretenden subjektiven Ohrgeräusche bezeichnet, denen weder ein äußeres noch ein intern generiertes akustisches Signal zugrunde liegt. Sie sind durch objektive physikalische Messmethoden derzeit nicht nachweisbar und somit nur vom Betroffenen selbst wahrzunehmen (Lenarz, 1992).

Die nachfolgenden Ausführungen sowie die vorliegende Untersuchung beziehen sich auf den Tinnitus aurium.

### **2.2 Klinik und Verlauf**

Der Beginn des Tinnitus aurium ist meist plötzlich und oftmals mit einem akuten äußeren oder inneren Ereignis wie einem grippalen Infekt, Hörsturz (plötzlicher Hörverlust aufgrund einer lokalen Perfusionsstörung im Innenohr) oder Knalltrauma vergesellschaftet. Nach einer anfänglich allmählichen Zunahme der subjektiven Tinnituslautheit können unterschiedliche Verläufe auftreten. Es zeigt sich entweder ein undulierender Verlauf mit phasenweiser

Zunahme der Lautheit in Abhängigkeit von belastenden Ereignissen oder eine allmähliche Gewöhnung mit Abnahme der subjektiven Lautheit. Eine Modulation der Lautheit kann z.B. durch Einflüsse des vegetativen Nervensystems (VNS) oder durch muskuloskelettäre Einflüsse (HWS- und Kiefergelenkbeschwerden) erfolgen (Feldmann, 1998).

Hinsichtlich der subjektiven Tinnitusqualität überwiegen pfeifende, rauschende und summende Töne und Geräusche, wobei der Tinnituscharakter oftmals mit dem im Tonaudiogramm festgestellten Bereich des maximalen Hörverlustes übereinstimmt (z.B. hochfrequentes Pfeifen bei Knalltrauma) (Feldmann, 1998).

Die Ohrgeräusche treten dabei am häufigsten als akutes Symptom in Verbindung mit akutem Hörverlust, Hyperakusis oder Schwindel auf (Goebel, 1998). Insbesondere beim Morbus Menière, der Otitis media acuta, dem Hörsturz oder dem Knalltrauma ist Tinnitus ein konstantes Hauptsymptom der Erkrankung. Chronische Hörminderungen wie die Presbyakusis oder die Lärmschwerhörigkeit werden dauerhaft von Ohrgeräuschen begleitet.

## **2.3 Epidemiologie**

Neuere Untersuchungen zur Inzidenz und Prävalenz des Tinnitus im deutschsprachigen Raum liegen nicht vor. Allerdings erweckt die Publizität des Tinnitus in den 90er Jahren den Eindruck, dieses Symptom habe zugenommen (Arnold, 1995). Zumindest für die jüngere Bevölkerung lässt sich vermutlich aufgrund der zunehmenden Stress- und Lärmbelastung eine Zunahme der Tinnitusprävalenz verzeichnen (Fleischer, 1996; Struwe et al., 1996).

Goebel (1998) spricht von einem weit verbreiteten Symptom, das bei ca. 40 % der erwachsenen Bevölkerung als vorübergehendes Symptom feststellbar ist und auf Dauer bei etwa 8-10 % den Grad der Belästigung ausmachen kann. Bei bis zu ca. 1 % der Bundesbürger nimmt der Tinnitus den Stellenwert einer eigenständigen Erkrankung ein (dekompensierter Tinnitus).

*Lenarz (1992, in Goebel, 1998) sieht eine maximale Inzidenz von Ohrgeräuschen zwischen dem 40.- 60. Lebensjahr. Da in dieser Altersspanne meist die zweite Phase der beruflich aktiven Zeit stattfindet, wird von ihm ein Zusammenwirken von anhaltenden beruflichen Belastungen und Alterungsprozessen des Hörsystems vermutet.*

## **2.4 Klassifikation**

Neben dem in Kapitel 2.1 erwähnten klinisch-diagnostischen Kriterium der Objektivierbarkeit des Geräusches kann eine weitere Unterteilung des Tinnitus aurium hinsichtlich Krankheitsdauer, Grad der Dekompensation sowie der vermuteten Ursache und dem Ort der Entstehung vorgenommen werden.

Eine systematische Einteilung des Tinnitus aurium hinsichtlich der Krankheitsdauer und der Kompensation bzw. Dekompensation entsprechend den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für HNO (1997) findet sich bei Biesinger (1998) sowie bei Zenner (1998).

Demnach besteht ein akuter Tinnitus, wenn die Ohrgeräusche wenige Wochen bis 3 Monate andauern. Von einem subakuten Tinnitus wird bei einer Symptombdauer von 4 Monaten bis zu 1 Jahr gesprochen. Bestehen die Ohrgeräusche kontinuierlich länger als 1 Jahr, wird ein chronischer Tinnitus diagnostiziert, ein akuter Tinnitus wird dabei als Hörsturzäquivalent angesehen. Ein chronischer Tinnitus ist eher Ausdruck einer permanenten Funktionsstörung des Hörsystems.

Die Unterscheidung in kompensierten und dekompenzierten Tinnitus geschieht im wesentlichen nach dem Grad der Belastung des Patienten durch den Tinnitus und spielt vor allem bei der Therapie von Ohrgeräuschen eine Rolle. Während Patienten mit kompensiertem Tinnitus das Ohrgeräusch registrieren und ohne wesentliche Einschränkung der Lebensqualität ertragen, entwickelt sich bei Patienten mit dekompenziertem Tinnitus eine behandlungsbedürftige Sekundärsymptomatik in Form von Angst, Depression, Schlaf- und Konzentrationsstörungen. In diesen Fällen hat der Tinnitus massive Auswirkungen auf sämtliche Lebensbereiche, bis hin zum Verlust sozialer Funktionen und Berufsunfähigkeit.

Die Einteilung des Tinnitus hinsichtlich der zugrundeliegenden Ursache erweist sich nach Lenarz (1992, in Goebel) nicht als hilfreich, da die Zahl der möglichen Ursachen (siehe Tab. 2.4- 1) groß und oftmals eine multifaktorielle Verursachung anzunehmen sei. Zudem münde die damit einhergehende Symptomatologie, Diagnostik und Therapie nur in einer „kleinen Anzahl von Tinnitus spezifischen Mustern“, so dass sich aus einer ursachenorientierten Klassifizierung nur geringe Implikationen für die klinische Behandlung des Tinnitus ergeben.

Tab.2.4- 1: Mögliche Ursachen subjektiver Ohrgeräusche (nach Lenarz, 1992)

- |   |   |
|---|---|
| 1. Hörsturz                                       | 10. Immunogene Innenohrschwerhörigkeit                                  |
| 2. Morbus Menière                                 | 11. Sensorineurale Schwerhörigkeit unklarer<br>Genese                   |
| 3. Akutes Lärmtrauma                              | 12. Otosklerose, chron. Mittelohrentzündung                             |
| 4. Lärmschwerhörigkeit                            | 13. Herz- Kreislauferkrankungen   |
| 5. Presbyakusis                                   | 14. Stoffwechselkrankheiten   |
| 6. Hereditäre sensorineurale Schwerhörigkeit      | 15. Nierenkrankheiten   |
| 7. Schädelhirntrauma mit / ohne Felsenbeinfraktur | 16. ZNS- Krankheiten  |
| 8. Akustikusneurinom                              | 17. degenerative Veränderungen und<br>Blockierungen der Halswirbelsäule |
| 9. Intoxikationen                                 | 18. Myoarthropatien   |

Eine Einteilung nach dem vermutetem Entstehungsort hingegen impliziert unterschiedliche Annahmen zur Ätiopathogenese des Tinnitus mit entsprechender Relevanz für die Therapie. So nimmt Zenner (1998) eine systematische Einteilung des subjektiven Tinnitus analog der funktionell-anatomischen Stationen der Schallverarbeitung im Mittelohr, Innenohr und Gehirn vor und ordnet diese unterschiedlichen ätiopathogenetischen Vorgängen zu (siehe Abbildung 2.4- 2).

Bevor diese Systematik erläutert wird, soll zunächst der normale Hörvorgang dargestellt werden.

### **Exkurs: Physiologie des Hörens 1 - Periphere Schallweiterleitung -**

Das Hörorgan lässt sich in drei Abschnitte unterteilen, das äußere, mittlere und innere Ohr (Klinke, R. in Schmidt, 1985). Das äußere Ohr wird aus dem äußeren Gehörgang gebildet, der zum Mittelohr hin vom Trommelfell verschlossen wird. Hinter diesem befindet sich die Paukenhöhle mit den drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel. Bei Einwirkung eines akustischen Reizes nimmt das Trommelfell die Schallschwingungen aus der Luft auf und gibt sie an die gelenkig miteinander verbundenen Gehörknöchelchen weiter. Über die Verbindung von Steigbügel und ovalem Fenster wird die so entstandene Vibration auf das eigentliche -sich im Innenohr befindliche- Hörorgan (Cochlea) übertragen. Die Cochlea besteht aus drei spiralförmig aufgewickelten Kanälen, der Scala vestibuli, Scala

media und Scala tympani, die durch die Reissnersche Membran (Grenze zwischen Scala vestibuli und Scala media) bzw. die Basilarmembran (Grenze zwischen Scala media und Scala tympani) voneinander getrennt werden. Auf der Basilarmembran liegt das Corti- Organ mit den darauf befindlichen inneren und äußeren Haarzellen. Die vom Trommelfell kommenden Schalldruckschwankungen werden nun über das ovale Fenster an die mit Perilymphe gefüllte Scala vestibuli übertragen, laufen diese entlang und bringen dabei die Scala media zum schwingen. Entsprechend der Schallfrequenz bildet sich entlang der Scala media eine tonotopisch angeordnete Wanderwelle, bei der sich hohe Frequenzen steigbügelnah und tiefe Frequenzen entsprechend weiter entfernt abbilden. Die Wanderwelle erregt dabei frequenzspezifisch die äußeren Haarzellen, die das ankommende Schallsignal zunächst verstärken. Die dabei auftretenden Kontraktionen der äußeren Haarzellen verstärken die Wanderwellen lokal und führen zur Erregung der korrespondierenden inneren Haarzellen, die das ankommende mechanische in ein elektrisches Signal umsetzen. Nach der so erfolgten mechano-elektrischen Transduktion wird das Signal synaptisch auf die afferente Hörbahn übertragen und über den Nervus acusticus zum auditorischen Cortex weitergeleitet, wo Signalerkennung und Evaluation stattfinden.

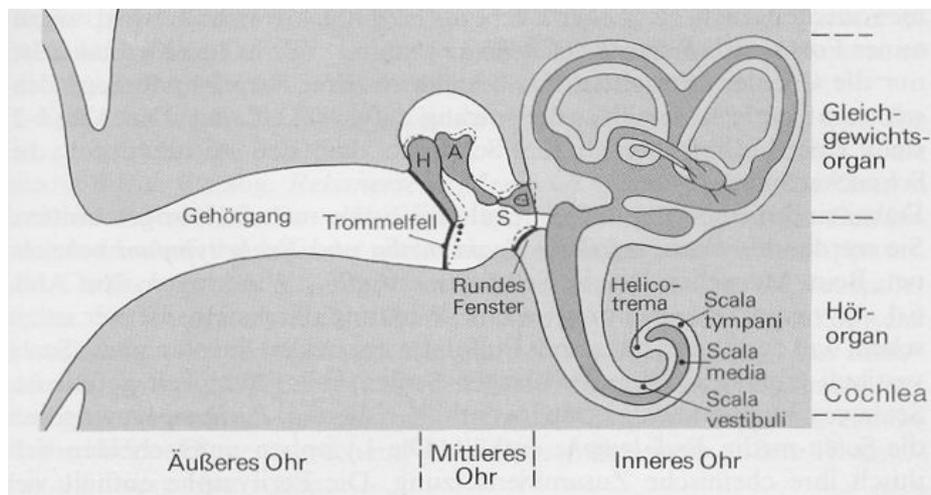


Abb. 2.4- 1: Schallaufnahme im Ohr (Klinke, R. in Schmidt, 1985)

Entsprechend diesem funktionell-anatomischen Ablaufschema des Hörvorganges klassifiziert Zenner (1998) den subjektiven Tinnitus in Schallleitungstinnitus, sensorineuralen Tinnitus und zentralen Tinnitus.

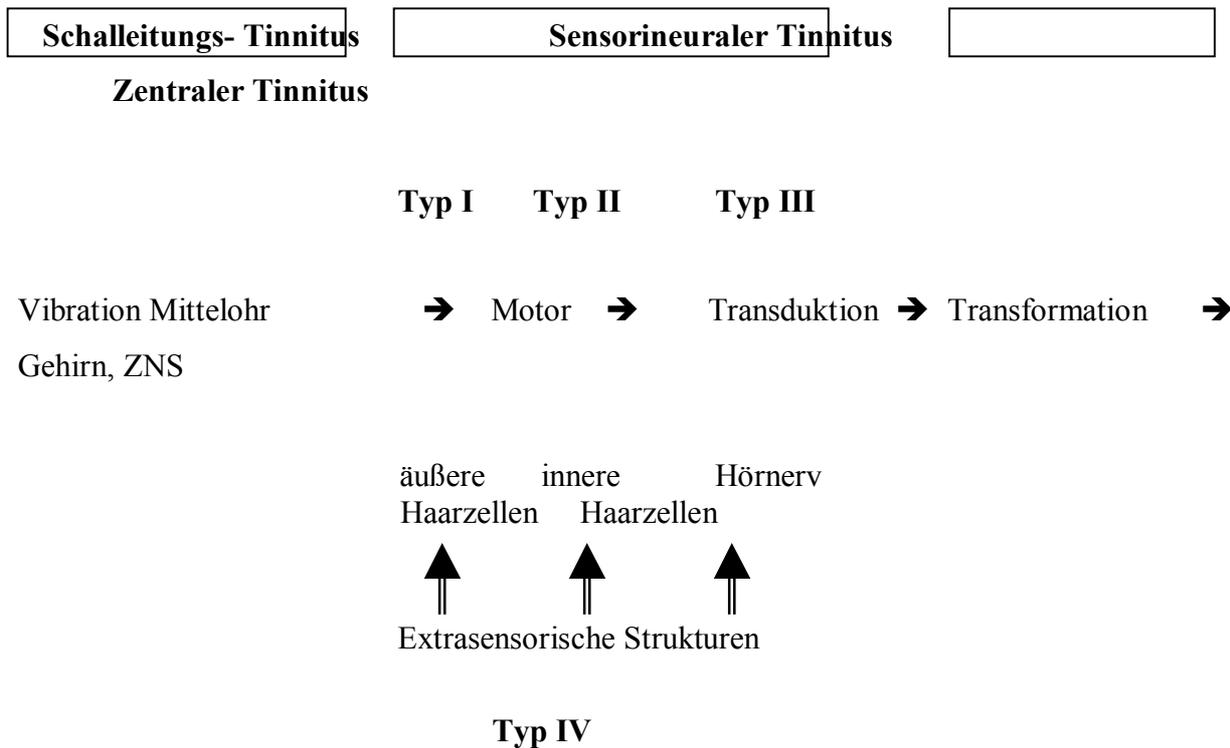


Abb. 2.4- 2: Systematik der Entstehungsmechanismen eines subjektiven Tinnitus nach Zenner (1998), Schalleitungs- Tinnitus und sensorineuraler Tinnitus bilden den peripheren Tinnitus

Ein Schalleitungstinnitus wird demnach bei vorliegenden Störungen im äußeren Gehörgang und dem Mittelohr diagnostiziert, wie sie bei Tubenventilationsstörungen oder Mittelohrmyoklonien auftreten können.

Störungen cochleärer und neuronaler Strukturen werden hingegen unter dem Begriff sensorineuraler Tinnitus subsummiert. Dabei wird im Einzelnen von einem Motor- Tinnitus oder sensorineuralen Tinnitus Typ I gesprochen, wenn aufgrund einer Schädigung der äußeren Haarzellen (im wesentlichen durch Lärm) die Verstärkung des Schallsignals gestört ist. Ein Tinnitus infolge Störung der mechano-elektrischen Transduktion an den inneren Haarzellen wird hingegen als sensorineuraler Tinnitus Typ II oder Transduktions- Tinnitus bezeichnet, wobei die dabei zugrunde liegenden pathogenetischen Abläufe wie z.B. eine Dauerdepolarisation an den inneren Haarzellen kaum nachweisbar sind. Ist die synaptische Transformation von den inneren Haarzellen auf die afferenten Hörfasern oder der Signaltransfer entlang der afferenten Nervenfasern gestört, kann auf einen sensorineuralen

Tinnitus Typ III bzw. einen Transformations-Tinnitus geschlossen werden. Ätiopathogenetisch sind hier eine veränderte Transmitterfreisetzung, eine schwerwiegende Hypoxygenierung oder eine Schwellung der afferenten Nervenfasern (Akustikusneurinom) anzunehmen.

Da sowohl die motorische Verstärkung als auch die Transduktion und Transformation des Signals durch extrasensorische Elemente wie die Durchblutung der Stria vascularis im Innenohr unterstützt wird, wird bei diesbezüglichen Störungen ein extrasensorischer Tinnitus oder sensorineuraler Tinnitus Typ IV diagnostiziert. Der sensorineurale Tinnitus Typ I, II und IV werden auch als cochleärer Tinnitus bezeichnet.

Ein zentraler Tinnitus wird angenommen, wenn das Ohrgeräusch mit Veränderungen auf zentralnervöser Ebene vergesellschaftet ist. Er wird nochmals subklassifiziert in einen primär-zentralen Tinnitus, dessen pathogenetischer Ursprung unabhängig von Prozessen im Mittel- oder Innenohr ausschließlich im Gehirn liegt sowie in einen sekundär-zentralen Tinnitus, der aufgrund zentraler Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse eines peripheren Schalleitungs- oder sensorineuralen Tinnitus entsteht. In letzteren Fall ist zudem eine ausgeprägt emotionale Beteiligung zu beobachten (Zenner, 1998).

### ***Exkurs: Physiologie des Hörens 2 - Auditorische Signalverarbeitung -***

Die auditorische Signalverarbeitung im Sinne einer Frequenzkodierung beginnt bereits im Corti- Organ (Birbaumer & Schmidt, 1999; Schmidt & Thews, 1995), da sich gemäß der Ortstheorie für jede Schallfrequenz ein charakteristisches Schwingungsmaximum der Wanderwelle entlang dem Endolymphschlauch ausbildet und somit jede Schallfrequenz einem bestimmten Ort des Corti- Organs zugeordnet werden kann. Diese tonotope Anordnung auf dem Corti- Organ setzt sich in den afferenten Hörnervenfasern des Nervus acusticus fort. In diesem ist das Schallereignis darüber hinaus durch die Entladungsrate und die Zeitdauer der Aktivierung verschlüsselt. Somit erfolgt bereits im Nervus acusticus eine Kodierung des ankommenden Signals hinsichtlich Frequenz, Dauer und Intensität.

Der Verlauf der Hörbahn des linken Ohres wird schematisch in Abb. 2.4 -3 gezeigt.

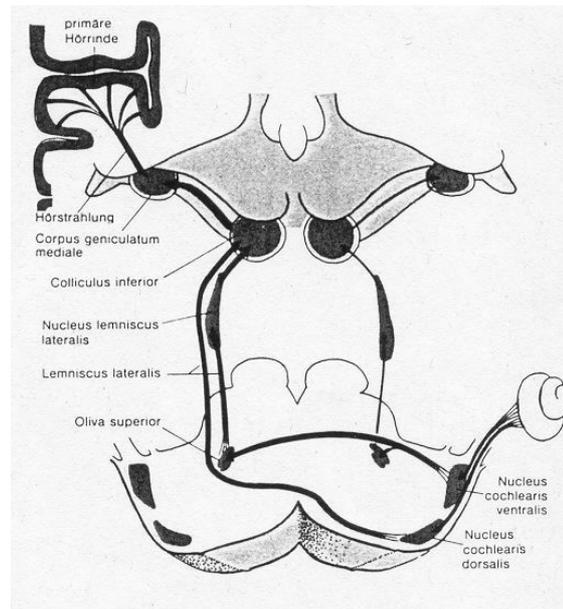


Abb. 2.4.- 3: Vereinfachtes Schema der Hörbahn, afferente Bahnen von der rechten Cochlea  
(aus Schmidt & Thews, 1995)

Daraus ist ersichtlich, dass bereits bei der ersten neuronalen Umschaltstelle im Hirnstamm, dem Nucleus cochlearis ventralis, das akustische Signal eines jeden Ohres sowohl ipsilateral als auch kontralateral zum Olivenkomplex weitergeleitet wird. Somit wird bereits auf dieser Stufe der Signalverarbeitung ein Vergleich der auf beiden Ohren ankommenden akustischen Information und damit ein räumliches Hören ermöglicht. Im dorsalen Kern des Nucleus cochlearis werden ebenfalls erste Schritte zur Mustererkennung wie die Kodierung von Reizdauer und Frequenzänderung durchgeführt. Die Fasern des dorsalen Kerns kreuzen wiederum und ziehen zum gegenüberliegenden lateralen Schleifenkern und anschließend zum Colliculus inferior, in dem z.B. die Zeitstrukturen des akustischen Signals analysiert werden. Auch die Zellen des Olivenkomplex projizieren sowohl ipsi- als auch kontralateral zum Nucleus lemnisci lateralis und von dort weiter zum Colliculus inferior.

Von dort ausgehend erreicht das elektrische Signal das Corpus geniculatum mediale, den auditorischen Thalamuskern. Dieser gehört ebenfalls zu den zentralen auditorischen Strukturen, die die Mustererkennung des ankommenden Signals durchführen. Darüber hinaus findet im Thalamus die Steuerung der Aktivierung und Aufmerksamkeit statt. Da die einzelnen Thalamuskern sowohl untereinander als auch (hauptsächlich über die dorsomedialen Kerne) über den Hypothalamus mit dem limbischen System eng verbunden

sind, wird die hier eintreffende Information durch Aktivierungs- und Aufmerksamkeitsprozesse (Verbindung zum Nucleus retikularis) sowie durch emotional-motivationale Prozesse moduliert.

In der Formatio reticularis des Hirnstamms entspringen zudem Fasern des efferenten Systems, die in Form des sogenannten olivo- cochleären Bündels zur Cochlea laufen und dort bis zu 90 % der äußeren Haarzellen innervieren. Sie beeinflussen dort sowohl die Erregbarkeit der Haarzellen als auch die synaptische Übertragung von den Haarzellen auf die Nervenfasern. Es wird angenommen, dass durch den Einfluss efferenter Mechanismen die Wahrnehmung von akustischen Signalen in verrauschter Umgebung verbessert wird (Kawase et al., 1993). Das efferente System unterliegt dabei gemäß seinem anatomischen Ursprung den Einflüssen des vegetativen Nervensystems und von Aufmerksamkeitsprozessen.

Die Neurone des Corpus geniculatum mediale projizieren anschließend in den primären und sekundären auditorischen Cortex. Im primären auditorischen Cortex, der wie die Cochlea tonotop organisiert ist, findet ca. 70 bis 100 ms nach Reizdarbietung die Analyse der Tonfrequenz statt. Im sekundären auditorischen Cortex erfolgt die Wahrnehmung von Sprachlauten. Die kortikalen Neurone des primären und sekundären auditorischen Cortex werden dabei hauptsächlich durch Veränderungen der Schallcharakteristiken (Frequenz und Amplitude) aktiviert, wobei eine Reizänderung grundsätzlich eine wichtige Eigenschaft biologisch bedeutsamer Signale darstellt (Schmidt & Thews, 1995). Dadurch erfolgen an dieser Stelle sowohl Wahrnehmungs- als auch Bewertungsprozesse.

### **3. Neurophysiologische Aspekte des Tinnitus**

Die auditorische Signalverarbeitung kann somit in drei wesentliche Abschnitte - einen peripher-afferenten, einen efferenten und einen zentralen Abschnitt - eingeteilt werden. Entsprechend diesen wurden neurophysiologische Modelle zur Tinnitusentstehung formuliert (Preyer & Bootz, 1995).

#### **3.1 Störungen im peripher- afferenten Abschnitt:**

##### **- Modell der korrelierten Spontanaktivität -**

In dem im wesentlichen von Møller (1984) entwickelten Modell wird im Falle eines bestehenden Tinnitus ein verändertes Aktivitätsmuster in den Neuronen der Hörbahn

postuliert. Es wird davon ausgegangen, dass im gesunden Ohr bei fehlender auditorischer Stimulation (d.h. in Ruhe) eine unkorrelierte Spontanaktivität des Hörnervens vorherrscht und es ansonsten nur bei Vorliegen wahrnehmbarer akustischer Reize zu einer Synchronisation der neuronalen Aktivität kommt. Daraus wird die Annahme abgeleitet, dass jede Störung im auditorischen System zu einer Veränderung der unkorrelierten neuronalen Aktivität und somit zu einem erkennbaren Reizmuster führt, das als Tinnitus wahrgenommen wird. Solche veränderten Aktivitätsmuster können dabei sowohl durch Störungen an den Haarzellen i.S. von elektrischen Kurzschlüssen und nachfolgender vermehrter Transmitterausschüttung z.B. als Folge eines Knalltraumas ausgelöst werden, als auch bei Veränderungen an den Hörnervenfasern (z. B. bei vorliegendem Akustikusneurinom) auftreten. Somit stellt die pathologische Spontanaktivität von Nervenfasern des Hörnerven unabhängig vom Schädigungsmechanismus und Schädigungsort ein Tinnituskorrelat dar (Eggermont, 1990). Unterstützung findet dieses Modell in der wirksamen Behandlung des Tinnitus durch die (vor allem lokale) Gabe von Lidocain sowie von Calcium-Antagonisten (Zenner, 1998).

### **3.2 Einflüsse des efferenten Systems**

Der Einfluss des efferenten Systems auf die Tinnituserstehung wird unter anderem von Hazell (1987, 1995) sowie von Hazell & Jastreboff (1990) und Graham & Hazell (1994) diskutiert.

Bezug nehmend auf die Untersuchungsergebnisse von Weiderhold & Kiang (1970) sowie von Rajan & Johnstone (1988) konstatieren Hazell & Jastreboff, dass eine erhöhte neuronale Aktivität im olivo-cochleären Bündel (OCB) zu einer Zunahme der cochleären Verstärkermechanismen und somit zu einer Reizintensivierung führt. Dabei unterliegt das efferente System entsprechend seinem anatomischen Ursprung in der *Formatio reticularis* sowohl Aktivierungs- und Aufmerksamkeitsprozessen als auch dem Einfluss des limbischen Systems. Da klinische Beobachtungen zeigen, dass Beginn und Veränderungen des Tinnitus häufig in Phasen affektiver Labilität (z. B. in Situationen in den eine Anpassungsleistung verlangt wird) vorkommen, leiten Hazell & Jastreboff (1990) daraus die Hypothese ab, dass das efferente System als Verbindung zwischen autonomen Zentren und Cochlea in Abhängigkeit von emotionalen sowie von Aufmerksamkeitsprozessen das Tinnitusgeschehen moduliert.

Ob dieses Geschehen eine ausreichende Bedingung für das Entstehen eines Tinnitus darstellt oder seine vornehmliche Funktion in der Aufrechterhaltung hat, bleibt fraglich.

Andere Modelle gehen im Gegenzug von der Annahme aus, dass eine fehlende efferente Rückkopplung den Wegfall hemmender Mechanismen bedeutet und somit eine übermäßige Schwingung des Corti- Organs verursacht (Preyer & Bootz, 1995). Allerdings ergaben sich unter entsprechenden experimentellen Bedingungen, wie sie in einer Untersuchung von Teich et al. (1994) hergestellt wurden, keinerlei registrierbare spontane otoakustische Emissionen.

### **3.3 Störungen im zentralen auditorischen System**

Da das Durchtrennen des Hörnervs bei bestehendem Tinnitus in den meisten Fällen nicht zu seiner Remission führt, wird die Möglichkeit einer Tinnituserzeugung entlang der zentralen Hörbahn postuliert (Preyer & Bootz, 1995; Zenner, 1998). Hierbei wird von einem Auftreten pathologischer Spontanaktivität nicht nur in peripher cochleären Strukturen, sondern auch in allen auditorischen Kerngebieten entlang der zentralen Hörbahn ausgegangen. Unterstützt wird diese Annahme durch die Ergebnisse einer Untersuchung von Hoke et al. (1989), die bei Tinnitus- Patienten mit normalen akustisch evozierten Potenzialen Veränderungen im akustisch evozierten Magnetencephalogramm des auditorischen Cortex fanden.

Ein Einfluss zentraler Mechanismen auf die Tinnituserstehung wird darüber hinaus durch das unterschiedliche Maskierungsverhalten von Tinnituswahrnehmung und Wahrnehmung eines externen akustischen Signals nahegelegt (Feldmann, 1992). Während die Maskierung eines externen akustischen Signals vorhersagbar ist und von Frequenz, Charakter und Amplitude abhängt, ist dieses bei Vorliegen eines subjektiven Ohrgeräusches nicht der Fall.

Ein möglicher zentraler Tinnitusmechanismus wird mit dem Phänomen des „Zwickertons“ beschrieben. Hierbei kommt es nach Beschallung eines gesunden Ohres mit Breitbandrauschen, bei dem ein bestimmtes Frequenzspektrum ausgespart wurde, nach Abschalten des Rauschen zu einer kurzfristigen Wahrnehmung eines Tons der Mitte eben dieses ausgesparten Frequenzbandes (Zwicker, 1987; Hoke et al., 1996). Daraus leiten Preyer & Bootz (1995) die Annahme ab, dass ein erhöhtes Grundrauschen in der zentralen Hörbahn bei Aussparung intakter Areale zu Tinnitus führen könnte.

### **3.4 Gate - Control - Theorie**

Die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen neurophysiologischen Veränderungen bei chronischem Tinnitus sieht Tonndorf (1987) analog zu den Veränderungen im somatosensorischen System beim chronischen Schmerz. Eine Ähnlichkeit zwischen diesen beiden Phänomenen sieht er dabei hauptsächlich in folgenden Punkten:

Beides seien subjektive Phänomene, die sich über die Zeit hinweg in ihrer Qualität verändern können, durch Stimulation anderer sensorischer Modalitäten maskiert und durch Lokalanästhetika zumindest zeitweise ausgeschaltet werden können und jeweils in ihrem spezifischen sensorischen System generiert werden, wobei sie dem Einfluss efferenter Fasern unterliegen, die den Input in das afferente System kontrollieren und beide Fasertypen Verbindung zum thalamischen Zentrum haben.

Daraus schließt Tonndorf, dass das von Melzack & Wall (1965) in ihrer „Gate- Control- Theory“ dargelegte Modell der spinalen Verarbeitung nozizeptiver Information auf die Entstehungsmechanismen eines chronischen Tinnitus übertragbar ist und somit Möglichkeiten zur Einflussnahme aufzeigt. Eine der zentralen Aussagen dieser Theorie ist die Annahme, dass die nach zentripetal projizierenden Hinterhornneurone des nozizeptiven Systems durch Erregung dicker nichtnozizeptiver Afferenzen gehemmt und durch Erregung dünner nozizeptiver Afferenzen aktiviert werden, wobei diese Hypothese experimentell nicht bestätigt werden konnte. Das in einer zweiten Kernaussage postulierte absteigende Hemmsystem, welches die nozizeptive Information bereits auf spinaler Ebene einer zentrifugalen Kontrolle unterzieht, konnte dagegen nicht nur für das nozizeptive sondern auch für andere somatosensorische Systeme nachgewiesen werden (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Da das in der Gate- Control- Theorie skizzierte Schmerzkontrollsystem nicht vollständig verifiziert werden konnte, ist auch die Übertragbarkeit der Theorie auf das Phänomen Tinnitus fraglich (Lenarz et al., 1993). Trotzdem wird dieses Modell als ein Beispiel für einen gestörten Regelmechanismus angesehen, der schon in den ersten spinalen signalverarbeitenden Neuronen auftreten kann.

### **3.5 Mehrdimensionales neurophysiologisches Modell des Tinnitus nach Jastreboff**

Das umfassendste Modell zur Entstehung und Aufrechterhaltung des Tinnitus wurde bisher von Jastreboff (1990, 1993, 1996, 1998) formuliert. Er ergänzt die bereits beschriebenen hypothetischen Bedingungsfaktoren insbesondere des afferenten und efferenten Systems durch die Berücksichtigung zentraler Verarbeitungsmechanismen wie Signalentdeckung,

Evaluationsprozesse und emotionale und physiologische Reaktionen, die die Tinnituswahrnehmung modifizieren.

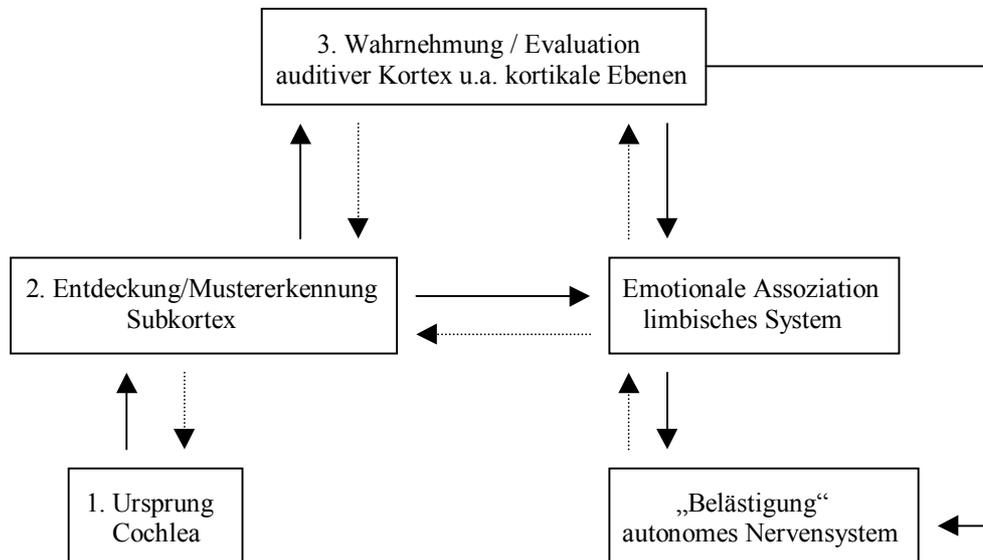


Abb. 3.5- 1: „Mehrdimensionales neurophysiologisches Tinnitusmodell“ nach Jastreboff, 1996

In diesem, an das 1988 von Jastreboff et al. entwickelte „Tiermodell des Tinnitus“ angelehnten Modell, wird Tinnitus aufgefasst als Wahrnehmungsstörung aufgrund einer negativen Bewertung eines vorwiegend in den peripheren auditorischen Strukturen generierten akustischen Signals. Dabei wird ein Konzept der parallelen Informationsverarbeitung durch neuronale Netze, wie es von Goldman-Rakic (1988) beschrieben wurde, zugrunde gelegt. Dieses birgt im Gegensatz zu bisherigen Modellen der hierarchischen Informationsverarbeitung die Möglichkeit der Entstehung von Rückkoppelungsmechanismen, die z.B. im Falle einer bedeutsamen emotionalen Färbung der akustischen Wahrnehmung auftreten können und die Tinnituswahrnehmung aufrechterhalten und verstärken (Jastreboff, 1990).

Es werden drei Stadien der Tinnituserstehung und -aufrechterhaltung formuliert: die Generierung des Signals, die Signalerkennung sowie die Wahrnehmung und Evaluation des Signals.

Die Generierung des Tinnitus- Signals erfolgt demnach hauptsächlich aufgrund von Funktionsstörungen im cochleären System (Stadium 1), wie sie z.B. bei ungleichmäßiger Schädigung der inneren und äußeren Haarzellen, elektrischen Kurzschlüssen in den einzelnen

afferenten Neuronen des Nervus acusticus, einem Ionen- Ungleichgewicht in der Cochlea oder einer Dysfunktion des cochleären Neurotransmittersystems auftreten (Hazell, 1987; Jastreboff, 1990). Zusätzlich wird ein enthemmender Einfluss des efferenten Systems auf die cochleären Verstärker angenommen, wobei das efferente System als Bindeglied zwischen auditorischem und autonomen Nervensystem angesehen wird (s.o., Hazell, 1987; Graham & Hazell, 1994). Das peripher generierte Signal wird anschließend über den Hörnerv weitergeleitet und auf subkortikaler Ebene vor dem Hintergrund neuronaler Spontanaktivität als Muster erkannt und mit dem System bereits bekannter Muster verglichen (Stadium 2) (Carpenter & Grossberg, 1987 aus Jastreboff & Hazell, 1993). Durch die anatomische Verbindung des auditorischen Thalamuskerns (Corpus geniculatum mediale) zum limbischen System wird dieses Muster mit einem emotionalen Status verbunden (Stadium 3). Aufgrund einer Bewertung des akustischen Signals als bedrohlich kommt es zu einer permanenten Aufmerksamkeitslenkung auf den relevanten Reiz bei gleichzeitigem Ignorieren anderer Reize. Damit erfolgt bei Tinnitus- Patienten bei repetitiver akustischer Reizung keine Abschwächung der anfänglichen Orientierungsreaktion. Eine Habituation findet also nicht statt und der Tinnitus wird aufrechterhalten (siehe Kapitel 4.3).

Somit handelt es sich beim Tinnitus um eine Phantomwahrnehmung, bei deren Entstehung mehrere Mechanismen eine Rolle spielen. Dabei stehen peripher-afferente, efferente und zentrale Prozesse miteinander in wechselseitiger Beziehung und werden durch psychologische Faktoren wie Bewertungs- und Aufmerksamkeitsprozesse moduliert.

## 4. Psychologische Aspekte des Tinnitus

### 4.1 Psychische Beschwerden bei chronischem Tinnitus

Als die häufigsten im Zusammenhang mit chronischem Tinnitus berichteten psychischen Beeinträchtigungen werden von Goebel (1993, 1995) Angst, Frustration und Depression, Konzentrationsstörungen, Schlafstörungen, Hörstörungen und die Beeinträchtigung der Kommunikation genannt. Biesinger (1998) nennt darüber hinaus noch den Verlust der Entspannungsfähigkeit, vermehrtes Auftreten von Kopfschmerzen, Benommenheit und sozialen Rückzug. Eine der ersten Studien zu diesem Thema wurde von Tyler und Baker (1983) durchgeführt. Dabei berichteten 57 % der von ihnen befragten Mitglieder einer Tinnitus- Selbsthilfeorganisation tinnitusbedingte Einschlafstörungen, 47 % beklagten tinnitusbedingtes Früherwachen am Morgen, 38 % berichteten über Kommunikationsprobleme, 36 % über depressive Verstimmungen, 33 % gaben Konzentrationsschwierigkeiten an und 35 % vermehrtes Stressempfinden und Unfähigkeit zu entspannen, wobei ein Rückgang der subjektiven Beeinträchtigung bei zunehmender Tinnitusdauer zu verzeichnen war. Laut Goebel (1995) gaben bei einer entsprechenden Befragung durch die Tinnitus- Liga 70 % der ambulant behandelten Tinnitus Betroffenen sowie auch 70 % der Patienten einer psychosomatischen Reha- Klinik Schlafprobleme, vor allem frühes Erwachen an. Patienten mit geringerer subjektiver Beeinträchtigung durch den Tinnitus, bei der das Geräusch nicht als entnervend empfunden wird und nicht ständig wahrnehmbar ist, geben dagegen nur in 62 % der Fälle Schlafprobleme an.

Eine von Stephens et al. (1992) durchgeführte Befragung an 436 Patienten einer Tinnitus-Klinik ergab das Vorliegen von depressiven und Frustrationsgefühlen bei 14 %, erhöhte Stressbelastung und verminderte Entspannung bei 19 % und Konzentrationsschwierigkeiten bei 22 % der Befragten. Sie fanden hiermit eine etwas geringere Ausprägung der psychischen Symptome als in der Studie von Tyler und Baker berichtet und erklären dieses Ergebnis mit einer höheren Belastetheit von Mitgliedern einer Selbsthilfegruppe im Vergleich zu Patienten in einer für die Beschwerden spezialisierten Klinik. Eine differenzierte Betrachtung der Ausprägung dieser Beschwerden in Abhängigkeit von der Dauer des Tinnitus (weniger als ein Jahr, ein bis fünf Jahre, mehr als fünf Jahre) ergab, dass psychische Symptome wie empfundene Hilflosigkeit und Frustration sowie soziale Isolation im Laufe der Jahre ansteigen, die Angabe von depressiven Symptomen hingegen nur im Laufe der ersten fünf Jahre ansteigt und dann wieder abnimmt. Angstsymptome wie Irritierbarkeit, Unfähigkeit zu

entspannen und Empfinden von Stress und Anspannung hingegen ändern sich nicht signifikant mit zunehmender Tinnitusdauer.

Die beschriebenen psychischen Beschwerden können dabei bisweilen auch die Ausprägung einer psychiatrisch relevanten Störung annehmen. Eine Zusammenfassung von diesbezüglichen Untersuchungsergebnissen findet sich bei Goebel (1998). Danach zeigen sich bei 33 bis 67 % der Tinnitus-Patienten depressive Episoden im Sinne einer Major depression, bei 15 bis 21 % eine dysthyme Störung und bei 29 bis 31 % Angststörungen (Phobien, generalisierte Angststörung). Bei bis zu 32 % der Tinnitus-Patienten finden sich anderweitige somatoforme Störungen; sexuelle Funktionsstörungen liegen in etwa doppelt so häufig wie in der durchschnittlichen Bevölkerung vor. Dabei kann eine Hörminderung im Zusammenhang mit dem Tinnitusgeschehen die Entwicklung einer psychischen Erkrankung begünstigen. Vor allem im Zusammenhang mit höherem Alter und sozialer Isolation scheint das Suizidrisiko vor allen Dingen bei männlichen Tinnitus-Patienten erhöht zu sein.

Bei 33 bis 62 % der Fälle allerdings bestehen bereits psychische Störungen zum Zeitpunkt des Einsetzens des Tinnitus (Goebel, 1992). Nach Hiller und Goebel (1992) können somit psychische Störungen gleichermaßen als vorangehende evtl. prädisponierende Bedingungen sowie auch als Folgeerscheinungen angesehen werden. Schwere Syndrome wie eine Major depression treten dabei häufiger im Anschluss an das Einsetzen des Tinnitus auf (59 %, versus 41 % als prädisponierende Bedingung), dysthyme Störungen treten in Folge eines Tinnitus bei 29 % der Patienten auf. Bei Panikstörungen tritt das Ohrgeräusch neben anderen somatoformen Beschwerden in 56 % der Fälle auf, bei Patienten mit generalisierter Angststörung in 11 % und bei sozialen Phobien in 70 % der Fälle.

#### **4.1.1 Subjektive Belastung durch den Tinnitus**

Die Ausprägung dieser genannten psychischen Beschwerden ist Ausdruck des Grades der Kompensation bzw. Dekompensation des chronischen Tinnitus. Zur Dekompensation kommt es, wenn nach anfänglicher Alarmreaktion, die verbunden ist mit starker Angst und nachfolgender Phase des Kampfes, die dem Individuum zur Verfügung stehenden Bewältigungsstrategien nicht zur Linderung des Ohrgeräusches führen und die dritte Phase der Resignation einsetzt (Biesinger, 1998). Gefken und Kurth (1992) untersuchten N = 165 Tinnitusbetroffene hinsichtlich ihrer wahrgenommen psychischen Auswirkungen des chronischen Tinnitus sowie hinsichtlich ihres Bewältigungsverhaltens. Dabei machten die

Aussagen der Befragten deutlich, dass mit Hilfe von Ablenkungsstrategien zwar kurzfristige Erleichterung und Erholung zu erreichen war, für eine dauerhafte und langfristige Belastungssenkung allerdings kognitive Umstrukturierungsprozesse und weitgreifende Verhaltensänderungen wie Lebensstiländerungen und Änderung der Lebenseinstellung sowie der Selbstwahrnehmung notwendig sind.

Kirsch et al. (1989) untersuchten sowohl Tinnitus- Patienten und Patienten mit chronischem Kopfschmerz im Vergleich zu gesunden Personen hinsichtlich ihrer Belastetheit durch das Symptom sowie ihrer selbst eingeschätzten Bewältigungsfähigkeit. Dabei zeigte sich, dass sich sowohl Tinnitus- Patienten als auch Patienten mit chronischem Kopfschmerz, die ihre Bewältigungsfähigkeiten zur Reduktion ihres Körpersymptoms niedrig einschätzten, sich hinsichtlich psychischer Beschwerden deutlich belasteter fühlten als diejenigen, die ihre Bewältigungsfähigkeiten auf einer visuellen Analogskala eher hoch einschätzten. Diese „subjektiv guten Bewältiger“ waren hinsichtlich ihres psychologischen Profils vergleichbar mit gesunden Kontrollpersonen.

Die wichtigsten Prädiktoren für Belästigung durch den Tinnitus bzw. für Adaptation an den Tinnitus werden von Scott et al. (1990) Kontrollierbarkeit und das Ausmaß der Maskierbarkeit des Tinnitus durch externe Geräusche angesehen, wobei eine erhöhte Wahrnehmung eigener Kontrollmöglichkeiten sowie die Wirksamkeit des Maskierungseffektes durch Umgebungsgeräusche die Belästigung durch das subjektive Tinnitusgeräusch erheblich vermindern und damit eine Adaptation erleichtern. Delb et al. (2002) untersuchten die möglichen Ursachen der Entstehung einer hohen Tinnitusbelastung mittels Hauptkomponentenanalyse. Demnach erhöhen eine externe Kontrollüberzeugung sowohl das Ausmaß depressiver Symptome als auch das Ausmaß der subjektiven Tinnituswahrnehmung. Zudem zeigte sich, dass Personen mit externaler Kontrollüberzeugung keine oder aber maladaptive Bewältigungsstrategien wie Resignation, Fluchttendenz und sozialen Rückzug anwenden. Als protektiver Faktor, der in der Lage ist, die subjektive Tinnitusbelastung zu reduzieren, wird eine adaptive Stress- und Krankheitsverarbeitung mit Reaktionskontrolle, positiver Selbstinstruktion, Ablenkung und Selbstaufwertung sowie eine interne Kontrollüberzeugung mit hoher Selbstwirksamkeitserwartung genannt (Budd und Pugh, 1996).

Nach Delb et al. (2002) sind allgemeine Kontrollüberzeugungen dabei nicht von Krankheitserfahrungen abhängig, sondern als prämorbid bestehende Variablen anzusehen. Somit gehen die Autoren davon aus, dass Personen mit kompensiertem Tinnitus aufgrund adaptiver Stress- und Krankheitsverarbeitungsmechanismen sowie aufgrund hoher internaler

Kontrollüberzeugung wahrgenommene Ohrgeräusch nicht als Bedrohung erleben und somit eher adaptieren. Personen mit maladaptiver Stressverarbeitung und externaler Kontrollüberzeugung hingegen fühlen sich dem Geräusch eher ausgeliefert und durch dieses bedroht, was nachfolgend eine Habituation oder Toleranzentwicklung verhindert.

## **4.2 Aufmerksamkeitsprozesse**

### **4.2.1 Aufmerksamkeit**

Mit Aufmerksamkeit werden Zustände gesteigerter Wachheit, Anspannung und selektiver Orientierung bezeichnet (siehe auch Kapitel 4.3). Dabei werden ankommende Reize hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Organismus mittels eines limitierten Aufmerksamkeits-Kontrollsystems (Birbaumer & Schmidt, 1999) gefiltert. Informationen, die in der Vergangenheit mit biologisch bedeutsamen Reizen assoziiert waren, lösen demnach einen Erregungsanstieg aus, der als „effort- Mechanismus“ bezeichnet wird und in neuen und komplexen Situationen die Ein- und Ausgabeprozesse, d. h. die sensorische und motorische Aktivierung koordiniert. Dies geht nach Birbaumer und Schmidt (1999) mit Bewusstsein und verstärktem Energieverbrauch einher und erfordert eine kontrollierte Suche durch ständigen Vergleich von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnisinhalten. Somit führt die Aktivierung und Mobilisierung sensorischer Systeme sowohl zu einer verbesserten Mustererkennung als auch zu einem multisensorischen Vergleich gespeicherter mit angekommener Information. Je nach Resultat dieser Vergleiche wird bei neuer oder komplexer Information der Ressourcen mobilisierende Prozess willentlicher Anstrengung (effort) aktiviert. Dieser kann seinerseits sowohl sensorische wie motorische Aktivierung beeinflussen (siehe Abbildung 4.2.1 -1).

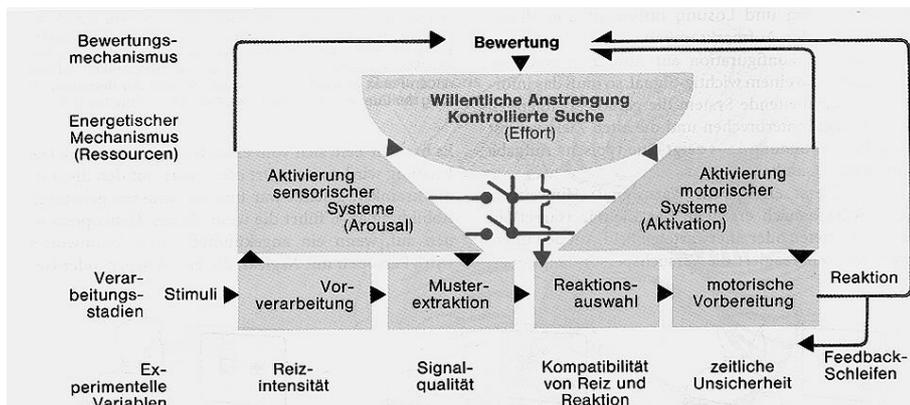


Abb. 4.2.1 –1: Kognitive Prozesse der Informationsverarbeitung (Birbaumer und Schmidt, 1999). In der unteren roten Zeile sind die einzelnen Stadien der Verarbeitung vom Reizeingang bis zur Reaktion skizziert. Darunter Umweltvariationen, mit denen die Stadien beeinflussbar sind. In der oberen roten Zeile die eigentlichen Aufmerksamkeitsprozesse: die Aktivierung und Mobilisierung führt sowohl zu verbesserter Mustererkennung als auch zu dem multisensorischen Vergleich gespeicherter mit angekommener Information. Je nach Resultat dieser Vergleiche wird bei neuer oder komplexer Information der Ressourcen mobilisierende Prozess willentlicher Anstrengung (effort) aktiviert. Dieser kann sowohl sensorische wie motorische Aktivierung beeinflussen und wird zur Entscheidung über Reaktionsalternativen benötigt. Abschließend erfolgen Planung und Ausführung der entsprechenden Reaktion, nicht ohne eine vorherige Bewertung der antizipierten Konsequenzen

Diesem Modell der kontrolliert- exekutiven Aufmerksamkeit steht das Modell der automatischen Verarbeitung von Informationen gegenüber, wobei Reizmuster dann aus den bestehenden Alternativen ausgewählt werden, wenn sie eine bestimmte Erregungsschwelle übersteigen. Dieses Auswählen eines bestimmten Erregungsmusters eines Reizes und das damit einhergehende Abheben des Erregungsmusters von der Hintergrundinformation ist nicht notwendigerweise bewusst (Birbaumer & Schmidt, 1999) und findet sowohl im sensorischen Gedächtnis als auch im Langzeitgedächtnis statt (Schmidt & Thews, 1995).

Eine anerkannte Minimaldefinition von Aufmerksamkeit, wonach Aufmerksamkeit Selektion ist, gibt Rützel (1977, nach Brickenkamp, 1994). Ist Reizselektion dabei leistungsbezogen, kontinuierlich und fokussierend, wird diese auch als Konzentration bezeichnet (Brickenkamp & Karl, 1986). Dabei scheint die Aufmerksamkeit weniger dem Einfluss der Tageszeit zu unterliegen (Westhoff & Krull- Wittkopf, 1978) als dem Alter, wobei sich mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung einstellt (Ziegler, Rambach, Klagge & Goldammer, 1979).

Die Frage, ob Aufmerksamkeitsprozesse mit Parametern der evozierten Potentiale korrelieren, erbrachte nach Brickenkamp (1994) keine konsistenten Ergebnisse. Während Steinmeyer

(1983) eine signifikante Korrelation zwischen dem Aufmerksamkeitsbelastungstest d2 und Parametern der evozierten Potentiale fand und diese Ergebnisse dahingehend interpretierte, dass die Potentialkomponenten der evozierten Potentiale als Ausdruck einer unspezifischen Aktivierung anzusehen sind, fanden Vogel et al. (1987) keine konsistenten positiven Korrelationen zwischen diesen Merkmalen.

Nach Birbaumer & Schmidt (1999) liegt kontrolliert- exekutiven Aufmerksamkeitsprozessen eine synchrone Depolarisation der apikalen Dendriten des Neokortex zu Grunde, die mit einer Negativierung der langsamen Hirnpotentiale (contingent negative Variation, CNV) einher geht. Dabei hängt die Höhe der negativen Amplitude der CNV mit dem Ausmaß von Ressourcen für sensorische und motorische Aufmerksamkeit zusammen (siehe Kapitel 5.3).

#### **4.2.2 Selbstaufmerksamkeit**

Duval & Wicklund (1972) gehen in ihrer „Theorie der objektiven Selbstaufmerksamkeit“ davon aus, dass die Aufmerksamkeit einer Person zu jedem gegebenen Zeitpunkt entweder auf Aspekte der Umwelt oder auf Aspekte der eigenen Person gerichtet ist. Wobei der Zustand der selbstzentrierten Aufmerksamkeit bedeutsame Auswirkungen auf das Verhalten und Erleben der Person hat. So zeigen empirische Untersuchungen, dass eine erhöhte Selbstaufmerksamkeit zu einer Intensivierung sowohl angenehmer als auch unangenehmer Gefühlszustände führt, wobei sich eine erhöhte affektive Reagibilität von Personen mit hoher Selbstaufmerksamkeit auch auf physiologischer Ebene zeigt (Filipp und Freudenberg, 1989). In diesem Zusammenhang untersuchten Schilling und Spies (1999) den Einfluss symptombezogener versus ablenkender Aufmerksamkeitsfokussierung auf das Ausmaß dysphorischer Stimmung. Sie variierten bei 30 depressiven und 40 nichtdepressiven Probanden die Aufmerksamkeitsfokussierung und fanden, dass dysphorische Stimmung durch ablenkende Aufmerksamkeitsfokussierung (ablenkende Gedanken und Verhaltensweisen) vermindert wird, während sie durch symptombezogene Aufmerksamkeitsfokussierung (symptombezogenes Grübeln) aufrecht erhalten, aber in ihrer Intensität nicht verstärkt wird. Die Rolle der Selbstwahrnehmung wird auch von Barsky und Barsky et al. (1988, 1992, 1998) in einem Modell der Amplifizierung somatischer Symptome betont. Amplifizierung ist dabei definiert als die Tendenz, auf die belastenden und potentiell bedrohlichen Aspekte einer sensorischen oder visceralen Wahrnehmung zu fokussieren. In der Studie von Barsky et al. (1988) erwies sich Amplifikation als ein statistisch signifikanter Prädiktor für das Ausmaß der

von Patienten angegebenen, mit ihrer Grunderkrankung allerdings nicht in Einklang stehenden somatischen Symptome sowie ihr berichtetes allgemeines Unwohlsein und wahrgenommene Funktionseinschränkung.

#### **4.2.3 Aufmerksamkeitsprozesse und Tinnitus**

Die klinische Beobachtung, dass nur ein geringer Teil der Tinnitus- Patienten dekompenziert und dass der überwiegende Teil nach einiger Zeit die Symptome toleriert und die Geräusche nur wenig oder gar nicht mehr wahrnimmt, veranlasste Hallam et al. (1984) ein Konzept der Habituation der Aufmerksamkeit bei Tinnitus- Patienten zu entwickeln. Demnach erfolgt die Dekompensation bzw. eine starke psychische Belastung durch den Tinnitus als Folge einer Aufmerksamkeitsfokussierung auf das internale akustische Geräusch. Hallam et al. (1984) sehen in dieser Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Tinnitus den kritischen Mechanismus, der die Chronifizierung bzw. Aufrechterhaltung des Tinnitus bewirkt. Dabei nehmen die Autoren an, dass auf der perzeptuellen Ebene eine Interaktion zwischen kortikalem Erregungsniveau, konkurrierenden Aufmerksamkeitsprozessen sowie der Bedeutung der Ohrgeräusche stattfindet. Insbesondere gehen sie davon aus, dass ein erhöhtes kortikales Arousal sich hemmend auf die Habituation (siehe auch Kapitel 4.3. und Kapitel 5.3) auswirkt und damit zur Aufmerksamkeitsfokussierung beiträgt. Dabei resultiert eine vermehrte Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Tinnitus aus seiner Bewertung als bedrohlich, wobei das Gefühl der Bedrohung zunächst zu einem erhöhten kortikalen Arousal führt und sich dadurch auf die Habitationsfähigkeit des Individuums negativ auswirkt. Auch Attias (1994) geht davon aus, dass durch eine wiederholte Darbietung eines internen akustischen Reizes ein Erregungsmuster/eine physiologische Reaktion beibehalten wird und nicht – wie im Falle einer eintretenden Habituation – es zu einer Abnahme der physiologischen Reaktion kommt, da der sich wiederholende Reiz als bedeutungslos eingestuft wird. Daraus leitet sich die Vermutung ab, dass dem andauernden akustischen Reiz eine Bedeutung beigemessen wird, die die physiologische Reaktion aufrecht erhält.

In seinem neurophysiologischen Modell des Tinnitus sieht Jastreboff (zuletzt 2000) die durch eine bestimmte Bewertung des Tinnitus induzierte Aktivierung des limbischen und autonomen Nervensystems als das entscheidende Kriterium für das Auftreten einer Belastung oder Beeinträchtigung durch die Ohrgeräusche. Aus diesem Modell ergeben sich therapeutische Implikationen zur Behandlung von Tinnitus- Patienten, die in der so genannten

Retraining- Therapie umgesetzt werden (Jastreboff & Hazell, 1993; von Wedel & von Wedel, 2000). Zugrunde liegende Annahme ist dabei, dass Patienten, denen es gelingt, die (objektiv) nicht vorhandene Bedrohung durch den Tinnitus zu erkennen, durch Nachlassen der Orientierungsreaktion (siehe Punkt 4.3.) eine bessere Habituation an die Geräusche erlangen und damit in der Lage sind, ihnen keine Aufmerksamkeit mehr zu widmen. Dadurch werden diese Geräusche nicht stärker wahrgenommen als jeder andere interne oder externe irrelevante Reiz, so dass auch die subjektive Belastung durch das Ohrgeräusch sich reduziert.

Empirische Befunde zu dieser Annahme liegen u. a. durch die Untersuchung von Newman et al. (1997) vor. Sie untersuchten 51 Patienten mit Tinnitus, die sie hinsichtlich ihres Grades der Selbstaufmerksamkeit sowie ihrer Aufmerksamkeit auf somatische Symptome in zwei Untergruppen (niedrige Werte Selbstaufmerksamkeit versus hohe Werte Selbstaufmerksamkeit im self- focus sentence completion test, self- consciousness scale und somatic perception questionnaire) unterteilten. Dabei zeigte sich, dass die Gruppe der Patienten mit hoher Selbstaufmerksamkeit im Durchschnitt stärker depressiv und vermehrt emotional belastet waren und sich insgesamt stärker durch ihr Ohrgeräusch beeinträchtigt fühlten als die Gruppe mit niedrigen Werten in der Selbstaufmerksamkeit. Dabei unterschieden sich die beiden Gruppen nicht hinsichtlich der subjektiv wahrgenommenen Lautheit des Tinnitus. Perrig- Chiello & Gusset (1996) untersuchten ebenfalls, welche Variablen eine diskriminierende Rolle für eine hohe bzw. geringe subjektive Belastung durch Tinnitus aurium spielen könnten. Als wesentliche Variablen wurden hier Merkmale wie Selbstaufmerksamkeit, Kontrollüberzeugungen und verschiedene Indikatoren seelischer Gesundheit erhoben, hinsichtlich derer zwei Gruppen von Probanden mit unterschiedlich hoher subjektiver Tinnitusbelastung (starke Belastung n = 30 versus schwache Belastung n = 20) verglichen wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass Personen mit hoher subjektiver Tinnitusbelastung den Tinnitus häufiger wahrnehmen, ein höheres Maß an Selbstzentrierung zeigen (Ängstlichkeit, Grübeln über die Vergangenheit, Zukunftssorgen) und signifikant mehr körperliche Beschwerden berichten als die Personen, die eine geringe Tinnitusbelastung angeben.

### 4.3 Orientierungsreaktion und Habituation

Als Orientierungsreaktion wird die unspezifische Reaktion eines Organismus auf neue, unerwartete Reize bezeichnet (Sokolov, 1963). Sie ist das Resultat eines Vergleichsprozesses zwischen ankommenden Reizmustern und im Langzeitgedächtnis gespeicherten Modellen desselben (z. B. akustischen) Verarbeitungssystems, wobei jede Abweichung vom gespeicherten Modell (Mismatch) eine Orientierungsreaktion auslöst (Birbaumer & Schmidt, 1999). Die Intensität der Orientierungsreaktion ist dabei proportional dem Ausmaß der Abweichung, was subjektiv als Grad der Neuheit erlebt wird. Dieser Vergleichsprozess findet bei einfachen Reizen ca. 200 bis 250 ms nach Darbietung der Information statt.

Die Orientierungsreaktion wird von anderen Reflexen wie der Defensivreaktion und dem startle- Reflex unterschieden und beinhaltet folgende charakteristische Eigenschaften: Die Reaktion muss auf neue Reize sensitiv sein, die Reaktion muss habituiert sein, das Auftreten eines neuen Reizes muss eine vergleichbare Orientierungsreaktion auslösen wie das plötzliche Ausbleiben eines erwarteten Reizes. Während Reize mit hoher Intensität eine Defensivreaktion auslösen (Birbaumer & Schmidt; 1999; Schandry, 1981), wird eine Orientierungsreaktion eher von Reizen nahe der Wahrnehmungsschwelle ausgelöst.

Die Orientierungsreaktion kann sowohl an peripheren als auch zentralen psychophysiologischen Parametern gemessen werden. So hat sie die Desynchronisation des gesamten Kortex, als auch eine erhöhte Hautleitfähigkeit und Herzfrequenz zur Folge. Darüber hinaus ist die Sensibilität der Sinnesorgane erhöht und es erfolgt eine Aufmerksamkeitshinwendung des Organismus zur Reizquelle. Damit besteht die Funktion der Orientierungsreaktion in einer erhöhten Aufmerksamkeitslenkung auf den neuen Reiz, wodurch letztendlich Adaptationsvorgänge, d. h. die Anpassung an den situativen Stimulus erfolgen. Nach wiederholter identischer Darbietung eines Reizes erfolgt die so genannte Habituation, die eine Abnahme der Intensität einer Orientierungsreaktion beschreibt. Die Habituationsrate ist vermindert, wenn ein bereits bekannter Reiz erneut Neuheitsqualität erlangt oder wenn der Reiz eine Diskrimination, eine negative oder positive Konsequenz oder eine Entscheidung verlangt. Außerdem wird die Habituation verlangsamt durch Zustände extrem hoher Aktivierung (Angst) sowie gesenkter tonischer zentralnervöser Aktivierung (Schlaf). Die Höhe der Orientierungsreaktion ist somit nicht von der objektiven Reizintensität, sondern von der persönlichen Bedeutung, die das Individuum dem Reiz beimisst, abhängig (Birbaumer & Schmidt, 1999). Bei Untersuchungen von Weinberger & Diamond (1987), in denen die Aktivität des Corpus geniculatum mediale bei

Konditionierungsprozessen mit akustischen Reizen abgeleitet wurden, zeigte sich im Laufe der Lernvorgänge eine Zunahme der Reizantwort, die von der Bedeutsamkeit des Reizes abhängig war. Die Autoren schlossen daraus, dass ein Wiederauftreten der Orientierungsreaktion im Sinne einer erneuten Zunahme der Reaktionsstärke bei subjektiv bedeutsamen Stimuli zu einer verstärkten neuronalen Repräsentanz des akustischen Stimulus führt. Die Zunahme der Reizantwort wird von den Autoren als eine Zunahme der Plastizität des Kortex interpretiert (siehe auch Kapitel 5.2, Exkurs „Kortikale Plastizität“).

Horvath (1980) kommt in seiner Übersicht über neurophysiologische Modelle der Habituation zu dem Schluss, dass ein hohes Level tonischer Erregung das Bestehenbleiben einer Orientierungsreaktion bewirkt und ihre Habituation verhindert. Damit können Stimuli mit hoher Intensität, Aversivität und Unvorhersagbarkeit bzw. Stimuli mit emotionaler Bedeutung, die ein hohes tonisches Arousal zur Folge haben, die Habituation verzögern. Hallam et al. (1984) entwickelten u. a. aufgrund dieser Ausführungen ihr Habituationsmodell zur Toleranzentwicklung bei Tinnitus (habituationmodel of tolerance for tinnitus, siehe auch Kapitel 4.2.3). Darin wird angenommen, dass bei Patienten mit dekompensiertem Tinnitus die Orientierungsreaktion bestehen bleibt, da dem wahrgenommenen akustischen Signal (Tinnitusgeräusch) eine emotionale Bedeutung beigemessen wird, die eine Habituation verhindert. Als maßgebliche neuronale Struktur, die bei der Bewertung eines Stimulus als angstbesetzt eine Rolle spielt, nennt Le Doux (1998) den lateralen Nukleus der Amygdala. Demnach werden akustische Signale zunächst an die thalamischen Nuclei sowie zum auditorischen Kortex und anschließend an den lateralen Nukleus der Amygdala weitergeleitet, der wiederum zum zentralen Nukleus projiziert. Der zentrale Nukleus der Amygdala wird als die maßgebliche Struktur für die Kontrolle der Ausprägung einer Defensereaktion einschließlich ihrer verhaltens-, vegetativen und hormonellen Antworten angesehen. Pribram & McGuinness (1975) wiesen ebenfalls auf die Bedeutung der Amygdala für Orientierung und Habituation hin.

Physiologische Prozesse, die im Rahmen einer Orientierungsreaktion beschrieben werden, sind neben der Dezeleration der Herzfrequenz auf zentralnervöser Ebene die P 300-Komponente des evozierten Potentials sowie die frühe Negativierung bzw. die N 100-Komponente und auch die erste Negativierungswelle der CNV (Schandry, 1981) (siehe auch Kapitel 5.1).

Während das Habituationsmodell von Sokolov, das an das Konzept der Orientierungsreaktion gekoppelt ist, als wesentlich bestimmenden Faktor den Bedeutungsgehalt eines dargebotenen Stimulus beinhaltet, geht das Zweiprozessmodell der Habituation von Groves & Thompson (1970, aus Schandry, 1981) von der Existenz zweier unabhängiger Systeme aus, die

gemeinsam das plastische Verhalten der Reaktion bei wiederholter Reizdarbietung bestimmen. Während die Wiederholung des Stimulus im Habituationssystem zu einem dämpfenden Prozess (Habituation) führt, bewirkt die Darbietung der gleichen Reize im Rahmen eines biphasischen Prozesses gleichzeitig im Aktivierungssystem eine Sensibilisierung, wobei die Stärke und die Dauer der Sensibilisierung allein von der Reizintensität abhängt. Dieses Zweiprozessmodell erklärt u. a. die fehlende Habituation der Defensereaktion, da bei sehr intensiven oder schmerzhaften Reizen (z. B. akuter Schmerz) das Aktivierungssystem extrem hoch angeregt wird.

Obwohl das Habituationsmodell zur Toleranzentwicklung bei Tinnitus sehr differenziert beschrieben wurde und Habituationsprozesse mit psychophysiologischen Methoden gut zu erfassen sind, existieren derzeit keine experimentellen psychophysiologischen Untersuchungen zur Habituation bei Patienten mit chronischem Tinnitus.

## **5. Zentralnervöse psychophysiologische Aspekte des Tinnitus**

### **5.1 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale**

Als ereigniskorrelierte Hirnpotentiale (EKP) werden nach Birbaumer & Schmidt (1999) alle elektrokortikalen Potentiale bezeichnet, die vor, während und nach einem sensorischen, motorischen oder psychischen Ereignis im EEG messbar sind. Da sie aufgrund ihrer eher örtlichen Lokalisation in den verschiedenen Kortexarealen und aufgrund ihres seltenen Auftretens von niedriger Amplitude sind (1 bis 30  $\mu\text{V}$ ), werden diese vom Spontan-EEG sehr stark überlagert. Um diese Potentiale herauszufiltern, wird derselbe Reiz mehrmals dargeboten und die daraus resultierenden Spannungsschwankungen als physiologisches Korrelat der elektrokortikalen Prozesses aufsummiert und gemittelt. Nach Mittelung dieses ereigniskorrelierten EEG zeigt sich eine komplexe Aufeinanderfolge von Wellen, die unterschiedliche neurophysiologische und damit auch unterschiedliche psychologische Vorgänge repräsentieren (Birbaumer & Schmidt, 1999). Die Abfolge dieser Wellen bzw. Amplituden verändert sich in Abhängigkeit von den herrschenden experimentellen Bedingungen. Zeigt eine bestimmte Amplitude in einem gegebenen Zeitraum eine immer wiederkehrende gleichartige Variation bei verschiedenen Individuen, so spricht man von einer Komponente. Die Verteilung und Form der Wellen gibt zudem Aufschluss über den Ursprung der zugrunde liegenden elektrophysiologischen Potentiale in einem bestimmten kortikalen Zentrum. Die Amplitude einer Potentialkomponente korreliert dabei mit der Anzahl funktionstüchtiger Neurone in dem entsprechenden Hirnabschnitt unter der ableitenden

Elektrode, so dass das abgeleitete elektrophysiologische Potential Aussage über den Funktionszustand des entsprechenden Nervengewebes ermöglicht.

Dabei zeigen sich charakteristische Verschiebungen des EEG in elektrisch negative oder positive Richtungen. Die elektrische Negativierung kommt dadurch zustande, dass durch den Natriumeinstrom ( $\text{Na}^+$ -Einstrom) positiver Ionen ein negatives Feldpotential an den apikalen Dendriten entsteht.

Charakteristische auftretende Wellenformen (Komponenten) bis 50 ms nach einem sensorischen Reiz werden exogene Komponenten genannt. Die Amplituden dieser Komponenten variieren dabei in Abhängigkeit von dem physikalischen Charakter des Reizes, insbesondere seiner Intensität. Komponenten, die bis zu einer Latenz von 10 ms auftreten, werden als Hirnstammpotentiale bezeichnet, da sie in verschiedenen Umschaltstationen des akustischen Systems generiert werden (Nucleus cochlearis, Olivenkerne, Colliculus inferior, Genuculatum mediale des Thalamus). Komponenten mit einer Latenz mehr als 50 ms hängen nicht mehr ausschließlich von den herrschenden physikalischen Reiz- und Reaktionsbedingungen ab, sondern variieren in Abhängigkeit von psychischen Veränderungen und werden als endogene Komponenten bezeichnet (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Da bewusstes Erleben von Informationen an die synchrone Negativierung eines größeren Zellareals gebunden ist und die Negativierung vor 100 ms im Wesentlichen auf das primäre Projektionsareal beschränkt bleibt, sind die Verarbeitungsschritte exogener Reize in diesem Zeitfenster unbewusst. Klar feststellbare Bewusstseinsänderungen treten nach Birbaumer & Schmidt (1999) erst mit dem Auftreten von langsamen Hirnpotentialen (slow brain potentials, LP) wie der contingent negativen Reaktion (CNV) ab 300 ms auf. Diese langsamen Potentiale spiegeln die Aktivität eines ausgedehnten neuronalen Systems wider, das nach Rockstroh et al. (1989) für die Planung und Mobilisierung zielgerichteten Verhaltens notwendig ist.

## **5.2 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale mit kurzer Latenz (SEP)**

Zu den ereigniskorrelierten Hirnpotentialen mit kurzer Latenz gehören die so genannten sensorisch evozierten Potentiale (SEP). Die Gipfel und Täler des durch einen exogenen Reiz ausgelösten elektrophysiologischen Potentials treten in einer Latenz von 1 bis ca. 150 ms nach diesem Reiz auf und sind zu unterteilen in die bis 100 ms auftretenden Hirnstammpotentiale sowie in Potentiale, die die Aktivität der Thalamuskern, des entsprechenden sensorischen Kortexareals sowie der Assoziationsareale repräsentieren. Im Fall eines akustischen Reizes

entsprechen die Gipfel der Hirnstammpotentiale (1 bis 10 ms) der Aktivität in den verschiedenen Umschaltstationen des akustischen Systems, von wo aus sie sich bis an die Schädeldecke fortpflanzen (siehe Abbildung 5.2 -1) Die Gipfel I bis VI werden zwischen dem akustischen Nerv und dem lateralen Corpus geniculatum generiert. Da diese sich relativ weit entfernt vom Ableitungsort an der Schädeloberfläche befinden, werden sie auch „Far field potentials“ genannt. Gipfel VI ist bei der Vertexableitung nicht zu erkennen. Die zwischen 10 und 100 ms Latenz auftretenden positiven und negativen Gipfel repräsentieren - wie oben genannt - die Aktivität aus den Thalamuskernen, akustischem Kortex und den Assoziationsarealen.

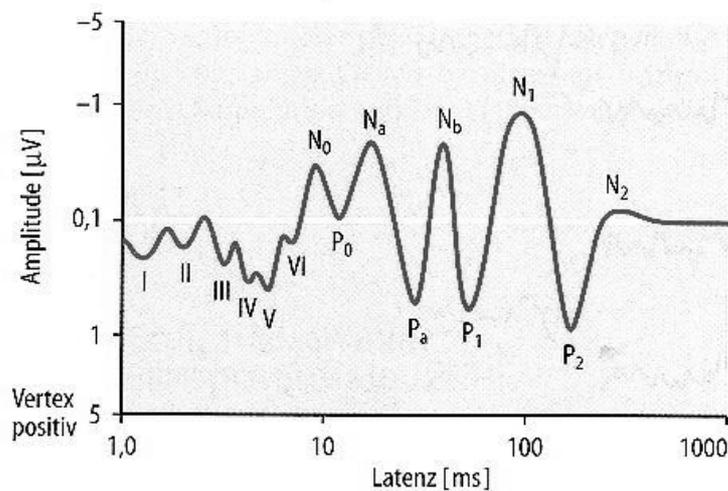


Abb. 5.2.- 1: Schematische Darstellung eines akustisch evozierten Potentials (AEP, logarithmischer Maßstab). Die Gipfel I – VI werden zwischen akustischen Nerv und Corpus geniculatum laterale generiert. Die mit N (negativ) P (positiv) bezeichneten Gipfel repräsentieren wahrscheinlich Aktivität aus Thalamuskernen, dem akustischen Kortex und Assoziationsarealen.

(nach Picton et al., J. Elektroenc. Clin. Neurophysiol. 36,179-190, 1974, aus Birbaumer & Schmidt, 1999)

Die Messung der Hirnstammpotentiale (BERA) wird bei der Diagnostik von Störungen des Hörvermögens, in deren Zusammenhang häufig Ohrgeräusche auftreten, eingesetzt. Ist das spezifische Muster des akustisch evozierten Potentials dabei deutlich verändert, wird von einer Schädigung der zentralen Hörbahn, z. B. aufgrund eines Tumors, eines Akustikusneurinoms oder im Rahmen einer Multiplen Sklerose, ausgegangen. Da die charakteristischen Gipfel spezifischen Informationsverarbeitungsstellen im sensorischen System zugeordnet werden können, kann auf den Ort der Schädigung geschlossen werden.

In der Annahme, akustisch evozierte Potentiale oder ereigniskorrelierte Potentiale könnten ein objektives Korrelat des Tinnitusgeschehens sein, wurden in den 90-er Jahren mehrere Studien durchgeführt, in denen Tinnitus- Patienten mit hinsichtlich ihres Alters gematchten Nicht-Tinnitus- Probanden bezüglich dieses Parameters verglichen wurden. Allerdings waren die Ergebnisse dieser Untersuchungen uneinheitlich. Während Møller et al. (1992) etwas kürzere Latenzzeiten für den V. Gipfel der Hirnstammpotentiale fanden, die direkt intrakranial vom 8. Hirnnerv, aber auch von der Schädeloberfläche („Far field potentials“) abgeleitet wurden, berichten Hoke, Mülnickel, Ross & Hoke (1998) von einer erhöhten Latenz der Hirnstammpotentialwellen I und V auf der vom Tinnitus betroffenen Seite und erniedrigte Amplituden der Wellen I und V, ebenfalls auf der vom Tinnitus betroffenen Seite. Attias et al. (1996b) fanden eine deutlich veränderte Amplitude der auf der ipsilateralen Seite abgeleiteten Welle III bei Tinnituspatienten, während keines der anderen Hirnstammpotentiale sich von dem der nicht vom Tinnitus betroffenen Gruppe unterschied. Jastreboff et al. (1992) fanden statistisch signifikante Unterschiede zwischen Tinnitus- und Nicht- Tinnitus- Gruppen hinsichtlich der Latenz der Welle VI und einen zusätzlichen kleineren Gipfel zwischen Welle VI und VII in der nicht vom Tinnitus betroffenen Untersuchungsgruppe.

Attias et al. (1992) wiesen in ihrer Untersuchung eine verringerte Amplitude der akustisch evozierten Potentiale bei Tinnitus- Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen nach. Von diesem Ergebnis leiteten sie die Hypothese ab, dass der Kortex ein neuronales Netz darstelle, das seine Eingangsempfindlichkeit über die Veränderung adaptiver Filter verändern könne. Attias (1993) ist daher der Meinung, dass bei einer gestörten Schallaufnahme oder Schallweiterleitung der auditorische Kortex versucht, seine Eingangsempfindlichkeit zu senken. In dieser Phase der abgesenkten Eingangsempfindlichkeit können dann externe oder interne akustische Reize (Rauschen der Neurone) Rückkopplungseffekte hervorrufen, die als Tinnitus wahrgenommen werden können. Attias (1993) geht also davon aus, dass Tinnitus als Erregungsmuster durch wiederholte Darbietung eines Reizes „gelernt“ wird und auch bei wieder normalisierter Eingangsempfindlichkeit beibehalten wird.

### **Exkurs: Plastizität**

Mülnickel (1996) leitete die akustisch evozierte Aktivität bei Tinnitus- Patienten mittels Magnetenzephalographie ab um die Quellen der Aktivität zu lokalisieren. Dabei deutete sich eine veränderte kortikale Organisation des auditorischen Kortex im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen an, die vom Autor als Ausdruck einer veränderten neuronalen Plastizität interpretiert wird. Das Ausmaß der veränderten kortikalen Organisation wurde mit der subjektiv

angegebenen Tinnitusstärke in Beziehung gesetzt. Es fand sich dabei eine deutliche Korrelation zwischen dem Betrag der Veränderung und der von den Probanden berichteten subjektiven Tinnituslautstärke.

Auch Hoke et al. (1998) gehen im Einklang mit Møller (1987) davon aus, dass Veränderungen in der neuronalen Plastizität sowie in der damit einhergehenden Reorganisation des auditorischen Kortex zu der einem chronischen Tinnitus zugrunde liegenden neuronalen Aktivität führen.

Weitere Hinweise auf das Bestehen einer kortikalen Plastizität bei chronischem Tinnitus gibt die Arbeit von Lockwood et al. (1998), der bei vier Tinnitus- Patienten und sechs gesunden Kontrollpersonen die zerebrale Durchblutung während einer akustischen Stimulation gemessen hat. Dabei zeigten die Tinnitus- Patienten eine verstärkte zerebrale Durchblutung im Sinne einer größeren zentralen Aktivierung während der akustischen Stimulation zwischen den Arealen des limbischen und des auditorischen Systems

### **5.3 Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale mit langer Latenz (LP)**

Während ereigniskorrelierte Potentiale bis 300 ms eine automatische Verarbeitung widerspiegeln, repräsentieren die langsamen Hirnpotentiale (LP) nach 300 ms einen so genannten „skopeutischen“ Verarbeitungsmechanismus. Nach Birbaumer & Schmidt (1999) treten LP's mit negativer Amplitude stets dann auf, wenn zusätzliche Energiereserven in neuen komplexen Situationen oder psychischen Bedingungen benötigt werden. Die Negativierung der abgeleiteten Gleichspannungsverschiebung wird dabei durch hemmende postsynaptische Potentiale der tiefen oder durch aktivierende postsynaptische Potentiale der oberflächlichen Kortexschichten hervorgerufen. Sie können gemessen werden, wenn es zu einer relativen Erhöhung der Synchronisation einlaufender tonischer elektrischer Potentiale an den apikalen Dendriten kommt. Aus elektrophysiologischer Sicht stellen negative langsame Potentiale einen Mobilisierungszustand des betreffenden Kortexareals dar. Eine Positivierung dagegen deutet entweder auf das Nachlassen der synchronen thalamischen Entladungsrates oder aber auf eine Erregung der somanahen Kortexschichten hin und spiegelt eine Hemmung oder einen Verbrauch der Mobilisierung wieder (Birbaumer & Schmidt, 1999). Negative langsame Potentiale sind also Ausdruck der Aktivität eines skopeutischen oder auch in Bereitschaft stehenden Mobilisierungssystems. Sie sind stets das Resultat eines momentanen labilen Gleichgewichts zwischen Erregungsbereitschaft (Negativierung) und Hemmung dieser Bereitschaft (Positivierung) (Birbaumer & Schmidt, 1999). Dieses System der kortikalen Erregungsregulation

ist gleichzeitig für die Steuerung motorischer und sensorischer Aufmerksamkeit verantwortlich (siehe Kapitel 4.2.1 und 5.3.2).

### **5.3.1 Contingente negative Variation (CNV)**

Die contingente negative Variation (CNV) ist eine ereigniskorrelierte langsame negative Potentialverschiebung, welche während eines festgelegten Zeitraumes einer angekündigten Reaktionszeitaufgabe auftritt. Der Zeitraum, in dem diese Potentialverschiebung auftritt, beginnt mit einem Warnstimulus (WS, S1) und endet mit einem imperativen Stimulus (IS, S2). Der Zeitraum dauert üblicherweise drei Sekunden, wobei der Warnstimulus (S1) als Hinweisreiz auf den nachfolgenden imperativen Reiz (S2) fungiert, auf welchen die Versuchsperson mit einem Tastendruck zu reagieren hat. Die mittlere Amplitude der in diesem Zeitraum auftretenden Potentialverschiebung wird als Gesamt- CNV (Total- CNV, tCNV) bezeichnet. Dieses Phänomen wurde zuerst von Walter (1964a) beschrieben.

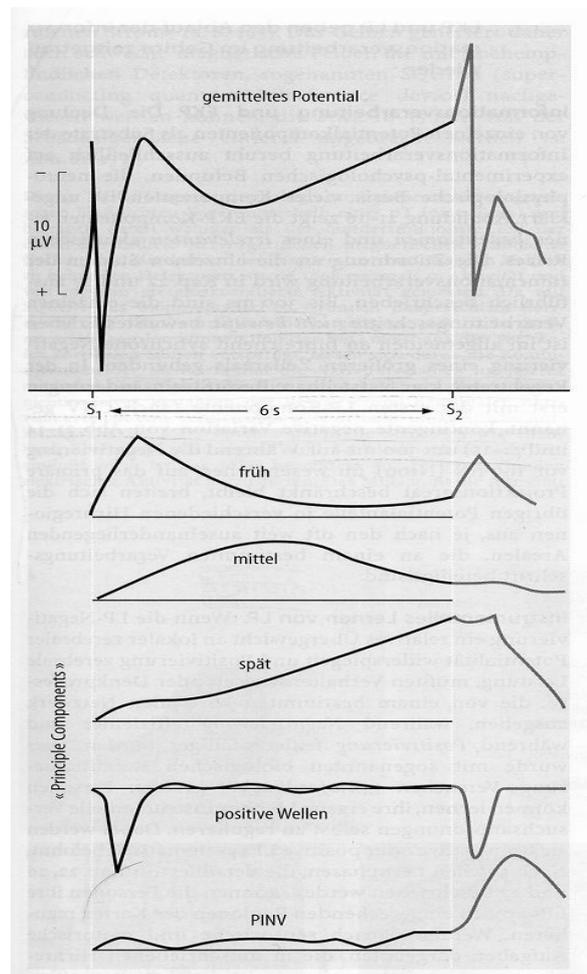


Abb. 5.3.1.-1: Abbildungen der CNV und ihrer Komponenten. Die obere Abbildung zeigt ein gemittelt langsames Hirnpotential (LP) vom Vertex (Cz). S1 entspricht dem akustischen Warnreiz, S2 dem imperativen akustischen Reiz, auf den der Tastendruck zu erfolgen hat. Die untere Abbildung zeigt die fünf unabhängigen Komponenten des LP's. Die frühe Komponente repräsentiert die ausgelöste Erwartung, die späte Komponente die Vorbereitung auf S2, die positiven Wellen (P300) hängen mit Orientierung und Kurzzeitgedächtnis zusammen, die PINV (post imperative negative Variation) stellt eine Neumobilisierung bei unerwarteten Ereignissen dar (aus Birbaumer und Schmidt 1999).

Da diese Potentialverschiebung zwischen zwei assoziativ miteinander verknüpften Reizen auftritt und in einem engen zeitlichen Zusammenhang zu diesen Reizen steht (Kontingenz), wird sie als contingente negative Variation bezeichnet. Der Ursprung dieser an der Schädeloberfläche ableitbaren negativen Potentialveränderung wird in einer Depolarisation der dendritischen Bäume kortikaler pyramidaler Neurone angesehen (Rockstroh et al, 1993). Bei einem Interstimulusintervall von länger als zwei Sekunden zeigt die CNV, die 400 ms nach dem Warnreiz (S1) beginnt und ihr Maximum 200 ms vor dem imperativen Stimulus

(S2) über dem kontralateralen motorischen Kortex erreicht, einen biphasischen Verlauf (Übersicht bei Loveless, 1979), wobei die tCNV in eine frühe Komponente (Orientierungswelle, Initial- CNV, iCNV) mit einem Maximum zwischen 550 und 750 ms nach S1 und eine späte Komponente (Erwartungswelle Late- CNV, lCNV) mit einem Maximum 200 ms vor S2 erreicht (Böcker et al., 1990). Böcker et al. vermuten darüber hinaus, dass das Ausmaß der frühen Komponente in Abhängigkeit von der Aktivität noradrenerger Strukturen und die späte Komponente in Abhängigkeit von der Aktivität dopaminergischer Strukturen zu sehen ist. Nach Rockstroh et al. (1993) ist die negative Amplitude während der frühen Komponente ein Produkt des Einflusses hemmender GABAerger Interneurone im Kortex sowie cholinergischer Neurone, die durch Katecholamine stimuliert werden. Der Einfluss des dopaminergen Systems auf das Ausmaß der Negativierung der späten Komponente der CNV wird aus den Effekten erfolgter L- Dopa-Behandlung auf die Vergrößerung der CNV- Amplitude geschlossen (Timsit- Berthier et al., 1986, nach Kropp et al., 1996). Kropp et al. (1999) gehen zudem davon aus, dass mit zunehmender (altersabhängiger) Hirnreifung niedrigere Amplituden in der frühen Komponente der CNV auftreten und höhere Amplituden eher mit einer verzögerten Hirnreifung einhergehen.

Des Weiteren wird die CNV von Kropp und Gerber (1998) als kortikales Maß für die Chronifizierung einer Erkrankung angesehen. Sie fanden bei Patienten mit Migräne ohne Aura, Patienten mit chronischem Tinnitus und Patienten mit einer chronischen Panikerkrankung einen tendenziellen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Negativierung der frühen Komponente der CNV und der Dauer der jeweiligen Erkrankung. Die Autoren schließen daraus, dass sich die Chronifizierung einer Erkrankung in einer Erhöhung der noradrenergisch vermittelten frühen Komponente der CNV- Amplitude ausdrückt. In einer späteren Studie von Kropp et al. (2000) bestätigte sich die signifikante negative Korrelation zwischen der frühen Komponente der CNV und der Dauer der Erkrankung für Migränepatienten.

### 5.3.2 Psychologische Korrelate der CNV

Als typische psychologische Korrelate der CNV werden neben der Erwartung (Rockstroh et al., 1989) auch Aufmerksamkeit (Tecce, 1972; Kropp et al. 1996), Motivation (Brunia et al., 1985) sowie Emotionen (Birbaumer et al., 1990) diskutiert.

Vor allem Tecce (1972) und Tecce et al. (1978) postulierten ein Zweiprozessmodell der CNV, mit dem er einen positiven linearen Zusammenhang zwischen der Höhe der CNV- Amplitude und Aufmerksamkeit annahm sowie einen umgekehrt u- förmigen Zusammenhang zwischen der Höhe der CNV- Amplitude und innerer Anspannung (Arousal- level) annimmt. Schoenen (1986) geht aufgrund seiner Untersuchungen zum Einfluss von Betablockern auf das ZNS davon aus, dass vor allem die frühe Komponente der CNV kortikales Arousal und Erwartung widerspiegelt. Aufgrund des dopaminergen Einflusses auf die späte Komponente der CNV wird diese mit motorischer Bereitschaft und genereller Mobilisierung in Verbindung gebracht. Insgesamt geht Timsit- Berthier (1993) davon aus, dass hohe CNV- Amplituden als Ausdruck einer Anstrengung übermäßige Hirnaktivität kontrollieren zu wollen zu werten sind. Während grundsätzlich hohe negative CNV- Amplituden als Ausdruck eines hohen allgemeinen Aktivierungsniveaus angesehen werden, kann jedoch eine Abnahme der CNV- Amplitude beobachtet werden, wenn das Aktivierungsniveau zu schnell ansteigt. Diese Abnahme der CNV- Amplitude bei hoher Aktivierung wird von Kropp et al. (1996) als Verlust neuronaler Selbstkontrolle interpretiert. Insgesamt wird eine verstärkte Negativierung der CNV als neurophysiologisches Korrelat für die Bewältigung von Anforderungen aus der Umgebung angesehen (Timsit- Berthier, 1993). Niedrige CNV- Amplituden werden dagegen interpretiert als Ausdruck nicht erfolgreicher Selbstregulationsprozesse und einer ungenügenden Fähigkeit, Alltagsanforderungen effektiv zu bewältigen.

Die frühe Komponente wird vorwiegend als Korrelat einer Orientierungsreaktion angesehen (Brunia et al., 1985), die neben den oben genannten Faktoren auch von der physikalischen Qualität des S1 (Intensität, Dauer, Modalität) beeinflusst wird (Loveless & Sanford, 1974). Lutzenberger et al. (1985) gehen zudem davon aus, dass die frühe Komponente der CNV abhängig von dem Bekanntheitsgrad der Reizkonfiguration sowie deren Verarbeitung als auch abhängig von Antizipationsprozessen ist. Die späte Komponente der CNV sehen Lutzenberger et al. (1985) eher von der emotionalen Qualität des imperativen Stimulus beeinflusst, in dem Sinne, dass bei aversivem imperativen Stimulus (S2) die CNV- Amplitude ausgeprägter ist als bei einem neutralen S2. Dies gelte auch für interessante und relevante Reize, die durch den S1 angekündigt worden sind. Auch Birbaumer et al. (1990) gehen von einer Erhöhung der späten Komponente der CNV- Amplitude bei steigender emotionaler Beteiligung bezüglich des imperativen Stimulus aus. Die späte Komponente der CNV (ICNV) wird zudem als Ausdruck der Vorbereitung auf mentale oder motorische Tätigkeiten und Ressourcen-Mobilisation gewertet (Rohrbaugh & Gaillard, 1983).

Eine sich im Anschluss an die auf S2 gezeigte Reaktion des Probanden aufbauende PINV (postimperative Negativierung) wird unter anderem von Rockstroh et al. (1979) als Indikator für den Verlust von Kontrolle über Umgebungsbedingungen angesehen.

### 5.3.3 CNV-Befunde bei psychischen und psychophysiologischen Erkrankungen

Um die Informationsprozesse psychisch erkrankter Patienten bei kognitiven und emotionalen Aufgaben zu untersuchen, wurden in unterschiedlichen Studien ereigniskorrelierte Potentiale abgeleitet. So fand Albus (1990) ein schnelleres und länger anhaltendes Sistieren der Gesamt-CNV- Amplitude nach Auslassen des S2 bei Angstpatienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen. Dieser S2- Wegfall wie auch die Einführung von Distraktoren bei Angstpatienten wird interpretiert als Ablenkung vom angstbesetzten Stimulus (McCallum und Walter, 1968; Tecce, 1972; Rizzow et al., 1983). Nach Rizzow et al. (1983) reagieren phobische Patienten zudem auf die Präsentation von angstbesetzten Bildern mit einer ausgeprägten Reduktion der CNV sowie der Ausbildung einer postimperativen Negativierung (PINV) nach S2. Diese Reaktion war nach verhaltenstherapeutischer Intervention nicht mehr nachweisbar.

Die Untersuchung von schizophrenen Patienten ergab für diese im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen niedrigere Amplituden der EKP sowie teilweise reduzierte Amplituden der P300 sowie der CNV (Cohen, 1990; Rockstroh et al., 1989). Die verringerte Ausprägung einer Gesamt-CNV- Amplitude bei Schizophrenen wird dabei als Zeichen einer gestörten bzw. verminderten Aufmerksamkeit auf externe Reize interpretiert (Tecce et al., 1978). Die Ausbildung einer PINV nach S2 bzw. das Ansteigen der CNV- Amplitude von der späten Komponente (ICNV) zu PINV nach uneindeutigem imperativem Stimulus (S2) wurde häufiger bei Schizophrenen beobachtet als bei gesunden Kontrollpersonen (Klein et al., 1997; Mantanus et al., 1981). Diese Beobachtung wird von Mantanus et al. (1981) interpretiert als „verspätete CNV- Auflösung“, von Rockstroh et al. (1989) als erhöhtes Vorbereitet sein für weitere bzw. nachfolgende Stimuli sowie als Ausdruck einer stattfindenden Reaktionsbewertung. Delaunoy et al. 1978 sehen darin die Unfähigkeit von schizophrenen Patienten, Stimulusambiguität zu lösen.

Die CNV als psychophysiologischer Indikator für Aufmerksamkeit und Aktivierung scheint allerdings nicht nur bei schizophrenen Patienten gestört zu sein (Heimberg et al., 1999). Vor allem in response- relevanten Bedingungen scheint die Gesamt- CNV- Amplitude von depressiven und schizophrenen Patienten deutlich geringer ausgeprägt zu sein als bei gesunden Kontrollpersonen. Insbesondere die Unterscheidung von response- relevanten und response-

irrelevanten Bedingungen, die bei gesunden Kontrollpersonen unterschiedlich hohe Amplituden in der Gesamt- CNV hervorrufen, konnte weder bei depressiven noch bei schizophrenen Patienten beobachtet werden. Bezüglich depressiver Patienten scheint die Höhe der CNV- Amplitude abhängig zu sein von der Ausprägung depressiver Symptome. So fanden Ashton et al. (1988) signifikant niedrigere CNV- Amplituden bei medikamentös nicht behandelten depressiven Patienten mit höheren Hamilton- Depression- Rating- Scale scores (HDRS) im Vergleich zu ebensolchen Patienten mit niedrigeren HDRS unabhängig von der Art der depressiven Störung. Niedrigere CNV- Amplituden finden sich zudem auch bei Patienten mit erhöhtem „self- harm“ und Suizidalität, Hoffnungslosigkeit und depressiven Gefühlen (Ashton et al., 1994; Hansenne et al., 1996).

Costa und Mitarbeiter (1998) fanden zudem bei Patienten mit Hypotonie (systolischer Blutdruck kleiner 100 mm Hg und diastolischer Blutdruck kleiner 60 mm Hg) im Vergleich zu normotensiven Kontrollpersonen neben schlechteren Ergebnissen im Zahlenverbindungstest, im Aufmerksamkeitsbelastungstest d2 sowie in der freien Erinnerung einer Wörterliste ebenfalls eine geringere Negativierung in der abgeleiteten CNV, was von den Autoren dahingehend interpretiert wird, dass Patienten mit chronisch niedrigem Blutdruck Defizite in den Aufmerksamkeitsprozessen aufweisen. Als alternative Erklärung wurde die Möglichkeit herangezogen, dass die schlechten Effekte der kognitiven Leistung bei Hypotonikern ursächlich beigeführt durch intraindividuelle Störungsquellen. Entsprechender Auffassung sind Tecce & Cattana (1993).

#### 5.3.4 CNV- Untersuchungen bei Migränepatienten

Die Ableitung der CNV bei Patienten mit chronischen Kopfschmerzen, insbesondere bei Migräne, erfolgt seit Anfang der 80-er Jahre zunächst durch die Arbeitsgruppe von Timsit-Berthier (1976, 1981) mit dem Ziel, die pathogenetischen Prozesse dieser Erkrankung - insbesondere Störungen der Informationsverarbeitung bzw. Aufmerksamkeit - zu untersuchen. Eine Übersicht der wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiet findet sich in Tabelle 5.3.4 -1. Dabei zeigte sich in mehreren Studien, dass die CNV- Gesamt- Amplitude bei Migräne- Patienten ohne Aura vor allem im schmerzfreien Intervall deutlich erhöht ist gegenüber der Gesamt- Amplitude von gesunden Kontrollpersonen (Maertens de Noordhout et al., 1986; Böcker et al., 1990; Gerber & Kropp, 1993; Kropp & Gerber, 1995; Siniatschkin et al., 1998). Diese Unterschiede konnten für Migränepatienten mit Aura im Vergleich zu

gesunden Kontrollpersonen sowie für Migräne- Patienten während eines Anfalls in diesen Studien nicht gefunden werden. Außer in der CNV- Gesamt- Amplitude zeigen sich diese Unterschiede vor allem und auch verstärkt in der frühen Komponente der CNV (Böcker et al., 1990; Kropp & Gerber, 1995; Gerber & Kropp, 1993). Da Böcker et al. das Ausmaß der frühen Komponente in Abhängigkeit von der Aktivität noradrenerger Strukturen sehen, wird von ihnen aus diesen Befunden geschlossen, dass bei Migräne- Patienten eine Überaktivierung noradrenerger Strukturen im Hirnstamm vorliegt bzw. verstärkte Orientierungsreaktionen dieser Patienten auf externe Reize anzunehmen sind (Brunia et al. 1985; Böcker et al, 1990). Gestützt wird diese Theorie durch die Untersuchung von Schoenen (1986) und Timsit- Berthier (1993), in der die Gabe von Beta-Rezeptoren-Blockern, die eine selektive Hemmung noradrenerger Strukturen im Hirnstamm zur Folge hat, zu einer Normalisierung der CNV- Amplitude führte.

Kropp et al. (2000) untersuchten den Zusammenhang zwischen den einzelnen Komponenten der CNV und der Dauer der Migräneerkrankung und fanden eine signifikante negative Korrelation zwischen der frühen Komponente der CNV und der Erkrankungsdauer. Sie interpretierten das Ergebnis dahingehend, dass sich die Chronifizierung einer Erkrankung in einer Erhöhung der noradrenerg vermittelten frühen Komponente der CNV- Amplitude ausdrückt.

Uneinheitlich sind dagegen die Ergebnisse hinsichtlich der späten Komponente der CNV. Während Böcker et al. (1990) die Amplitude der späten Komponente bei Patienten mit Migräne ohne Aura im Vergleich zu Gesunden erhöht sah (wie auch Gerber & Kropp, 1993), zeigte sich in der Arbeit von Kropp & Gerber (1995) eine reduzierte Amplitude der späten Komponente bei Patienten mit Migräne ohne Aura im Vergleich zu Gesunden. Siniatschkin et al. (1998) fanden dagegen keine signifikanten Unterschiede zwischen Migräne- Patienten und gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich der Amplitudenhöhe der späten Komponente. Allerdings zeigte sich in ihrer Untersuchung eine geringer ausgeprägte PINV bei Patienten mit Migräne im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen. Dieser Unterschied war auf dem 5 %-Niveau signifikant. Eine Literaturübersicht findet sich in Tabelle 5.3.4- 1.

Tabelle 5.3.4-1: CNV und Migräne

<u>Autor/Jahr</u>	<u>Stichprobe</u>	<u>WS (S1)</u>	<u>IS (S2)</u>	<u>ISI Dauer</u>	<u>Anzahl Go-Durchgänge</u>	<u>Erhobene Parameter</u>	<u>Ergebnis</u>
Maertens de Noordhout, A. Timsit-Berthier, M., Timsit, M & Schoenen J.(1986)	Migräne: n = 29 Gesund: n = 33	Ton: Dauer: 50 ms	Serie von Lichtblitze n  Frequenz 15 Hz	1 sec	48	tCNV	$tCNV_{Migr} > tCNV_{Ges.}$ ( $p < 0,05$ )
Böcker, K. B. E., Timsit-Berthier, M, Schoenen, J. & Brunia, C. H. M. (1990)	Gesunde: n = 8 Migr. o. Aura n = 12 Migr. m. Aura n = 5	Ton : Frequenz : 1.000 Hz Dauer = 50 ms	Licht- blitze Dauer: max. 1 sec	CNV 1 = 1 sec CNV 2 = 3 sec	32	CNV 1: tCNV CNV 2: tCNV iCNV ICNV  Ableitposition: Fz, C <sub>2</sub> , C <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>CNV 1:</u> ↑ tCNV für 7/12 Pat. mit Migräne o. Aura im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen <math>tCNV_{Migr.m.Aura} = tCNV_{Gesunde}</math></li> <li>• <u>CNV 2:</u> <math>tCNV_{Migr.o.Aura} &gt; tCNV_{Gesunde}</math> bei C<sub>3</sub> und C<sub>4</sub></li> </ul>

								$iCNV_{Migr.o.Aura} > tCNV_{Gesunde}$ " $> tCNV_{Migr.m.Aura}$ $iCNV_{Migr.o.Aura} > iCNV_{Gesunde}$ " $> iCNV_{Migr.m.Aura}$
Gerber, W. D. & Kropp, P. (1993)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migräne o. Aura n = 23</li> <li>• Gesunde n = 22</li> </ul>	Ton: Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms Intensität : 75 dB	Ton : Frequenz: 2.500 Hz Dauer : max. 1.500 sec Intensität: 75 dB	3 sec	32	tCNV iCNV iCNV Habituation Ableitposition Cz	$tCNV_{M.o.A} > tCNV_{Ges.} (P < 0.001)$ $iCNV_{M.o.A} > iCNV_{Ges.} (P > 0.001)$ $iCNV_{M.o.A} > iCNV_{Ges.} (P > 0.05)$ deutliche Habituation bei Gesunden ausbleibende Habituation bei Migränapatienten	
Kropp, P. & Gerber, W. D. (1995)	Migr. o. Aura n = 16 Gesunde :	Ton: Frequenz: 1.500 Hz	Ton: Frequenz: 1.000 Hz	3 sec	32	tCNV iCNV iCNV	$tCNV_{M.o.A} > tCNV_{Ges.}$ (schmerzfreies Intervall: $p = 0.4$ n. s.	

	n = 22	Dauer: 100 ms Intensität : 75 dB	Dauer: max. 1.500 sec Intensität: 75 dB		Habituation Ableitposition Cz	während Attacke: $p < 0,05$ $iCNV_{MoA} > iCNV_{Ges.}$ (schmerzfreies Intervall $p < 0,001$ während Attacke $p = 0,3$ n. s.) $ICNV_{MoA} < ICNV_{Ges.}$ (schmerzfreies Intervall $p = 0,3$ n. s. s. während Attacke $p < 0,05$ ) deutliche Habituation für Gesunde und Mig.-Pat. in der Attacke ausbleibende Habituation für Pat. im schmerzfreien Intervall
Siniatchkin, M., Gerber, W. D., Kropp, P., & Vein, A. (1998)	Migr. o. Aura (MoA) n = 15 Chron. SKS (CDH) n = 15 Gesunde (Ges): n = 15	Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms Intensität : 80 dB (A)	Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 1.500 sec max. Intens. 80 dB (A)	40	tCNV, iCNV, ICNV PiNV jeweils Amplitude und Habituation Ableitposition C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	$tCNV_{MoA} > tCNV_{Ges.}$ ( $p < 0,01$ ) " > $tCNV_{CDH}$ ( $p < 0,05$ ) $iCNV_{MoA} > iCNV_{Ges.}$ ( $p < 0,001$ ) " > $iCNV_{CDH}$ ( $p < 0,001$ ) $ICNV_{CDH} < ICNV_{Ges.}$ " < $ICNV_{MoA}$ . $PiNV_{CDH} < ICNV_{Ges.}$ " < $ICNV_{MoA}$ . $PiNV_{CDH} < PiNV_{Ges.}$ ( $P < 0,05$ )





### 5.3.4.1 Habituation und Migräne

Gerber & Kropp (1993) führen die erhöhte CNV bei Migränepatienten zudem auf eine angeborene Habituationsstörung im Sinne einer gestörten Reizverarbeitung zurück. Den Effekt, dass Migränepatienten auf die während der CNV- Messung applizierten Reize nur gering habituieren, konnten sowohl Schoenen (1986) als auch Kropp & Gerber (1993) beobachten. Dabei zeigte sich, dass die Amplituden der frühen Komponente in den letzten Durchgängen der CNV- Untersuchung bei Migräne- Patienten ungefähr denen zu Beginn der Untersuchung gemessenen Werten entsprechen, wobei sich bei Gesunden eine deutliche Abnahme der anfangs ebenfalls höheren Amplituden der CNV zeigt. Bei Migräne-Patienten hingegen zeigten sich bei Beginn der Aufzeichnung im Vergleich zu Gesunden keine größeren Amplituden. Es zeigte sich allerdings, dass diese Amplituden im Verlauf der CNV- Untersuchung nicht oder nur sehr wenig abnahmen. Dadurch kommt es bei Migräne- Patienten im Mittel - verglichen mit Gesunden - zu einer insgesamt deutlich höheren CNV- Amplitude. Diese bei gesunden Kontrollpersonen stattfindende Habituation auf eine wiederholte Darbietung sich gleichender Reize spiegelt den Prozess der Orientierungsreaktion (Sokolov, 1963) wider, in dem der Organismus nach und nach lernt, überflüssige bzw. bedeutungslose Reize zu ignorieren. Es wird davon ausgegangen, dass mit zunehmender Bekanntheit eines Reizes die auf den Reiz zunächst gezeigte Orientierungsreaktion durch Einflüsse des Hippokampus gehemmt wird, eine Habituation stattfindet (siehe Kapitel 4.3).

Gerber & Kropp (1993) vermuten, dass eine verminderte Habituation bei Migräne- Patienten auf eine gestörte frühe Reizverarbeitung und Reizselektion hinweist, bei der der ständig einströmende Reizinput aufgrund einer erhöhten Sensibilität nicht adäquat gefiltert wird.

Insbesondere zeigt sich diese mangelnde Habituation in der frühen Komponente der CNV, die auch die Intensität der Orientierungsreaktion widerspiegelt, die ihrerseits von dem Ausmaß der Neuheit des Reizes abhängig ist. Somit wird die reduzierte Habituation bei Migräne- Patienten gern darauf zurückgeführt, dass diese vorhandenen Reizen aufgrund einer vermehrten Bedeutungsbeimessung auch vermehrt Aufmerksamkeit binden und es dadurch zu einer Überstimulation kommt. Alternativ dazu wird angenommen, dass die mangelnde Habituation auf Umgebungsreize bei Migräne- Patienten die Folge einer Störung im metabolischen Homöostaseprozess des Gehirns sein könnte (Gerber et al. 1996).

Eine Übersicht über Untersuchungen zur Habituation von Migräne- Patienten findet sich in Tabelle 5.3.4.1- 1.

Tabelle 5.3.4.1-1: Habituation der CNV bei Migräne- Patienten

Autor/Jahr	Stichprobe	WS (S1)	IS (S2)	Dauer (Si)	Anzahl Go-Durchgänge	Erhobene Parameter	Ergebnis
Maetens de Noordhout, A., Timsit-Berthier, M. & Schoenen, M. D. (1987)	Pat. Migräne: n = 12, 3 Monate mit Metoprolol 2 x 50 mg behandelt Migräne <sup>2</sup> : n= 29, ohne Metoprolol-behandlung	Ton: Dauer: 50 ms	Serien von Lichtblitzen Frequenz: 15 Hz	1 sec	48	tCNV-Amplitude Habituation erhoben vor und nach Gabe von Metoprolol 2 x 50 mg/d	<ul style="list-style-type: none"> <li>Signifikante Reduktion der tCNV- Amplitude zwischen dem 1. und 2. Messzeitpunkt (p &lt; 0.001)</li> <li>Keine bis kaum Habituation vor der Gabe von Metoprolol, Eintreten von Habituation nach der Behandlung mit Metoprolol</li> </ul>
Gerber, W. D. & Kropp, P. (1993)	Migräne o. Aura n = 23 Gesunde n = 22	Ton: Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms Intensität: 75 dB	Ton : Frequenz: 2.500 Hz Dauer : max. 1.500 sec Intensität: 75 dB	3 sec	32	tCNV iCNV ICNV Habituation (Ableitposition Cz)	Bei Migräne- Patienten und Gesunden zu Beginn der Ableitung vergleichbar hohe Amplituden, dann Habituation der CNV nur bei Gesunden, nicht bei Migränapatienten. Die Unterschiede waren in der iCNV am deutlichsten.

Kropp, P. & Gerber, W. D. (1993)	Migräne ohne Aura: n = 12 Gesunde: n = 12	Ton: Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms	Ton: Frequenz: 2.500 Hz Dauer: 1.500 ms	3 sec	32	tCNV iCNV ICNV jeweils Amplitude und Habituation	Migräne- Patienten haben eine sig. Höhere negative Amplitude als Gesunde, bei Migräne- Pat. fehlende Habituation in der iCNV
Kropp, P. & Gerber, W. D. (1995)	Migr. o. A. n= 16 (schmerzfreies Intervall nach Migr.-Anfälle) Gesunde n = 22	Ton: Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms Intensität: 75 dB	Ton: Frequenz: 2.500 Hz Dauer: max. 1.500 sec Intensität: 75 dB	3 sec	32	tCNV } Ableit- iCNV } posi- ICNV } tion Cz Habituation	deutliche Habituation für Gesunde und Migr.-Pat. während des Anfalls,  ausbleibende Habituation für Migr.-Pat. im schmerzfreien Intervall
Siniatchkin, M., Gerber, W. D. & Kropp, P. & Vein, A. (1998).	Migr. o. Aura n = 15 Chron. SKS n = 15 Gesunde : n = 15	Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms Intensität: 80 dB (A)	Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 1.500 sec max. Intensität: 80 dB (A)	3 sec	40	tCNV iCNV ICNV PINV Jeweils Amplitude und Habituation Ableitposition C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	Keine Habituation der frühen Komponente der CNV für Pat. mit Migr. o. Aura und SKS-Pat., wobei die Amplituden der frühen Komponente für SKS-Pat. auf einem deutlich geringeren Niveau liegen als die Amplitude der frühen Komponente von Gesunden und Migränikern

<p>Kropp, P., Siniatchkin, M., Stephani, U. &amp; Gerber, W. D. (1999)</p>	<p>Migr.-Pat. n = 162 Gesunde n = 320 Alter 8 – 59 Jahre</p>	<p>Ton: Frequenz: 1.000 Hz Dauer: 100 ms Intensität 75 dB (A)</p>	<p>Ton: Frequenz: 2.500 Hz Dauer: max. 2.000 ms Intensität: 75 dB (A)</p>	<p>3 sec</p>	<p>32</p>	<p>iCNV Amplitude und Habituation</p> <p>signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. Amplitude und Habituation</p> <p>20 bis 59 Jahre: iCNV<sub>Ges.</sub> &lt; iCNV<sub>Migr.</sub> (Amplitude) keine Habituation der iCNV bei Migr.-Pat., ausgeprägte Habituation iCNV bei Gesunden</p>	<p>Alter bis 19 Jahre: Keine</p>
<p>Siniatchkin, M., Gerber, W. D. &amp; Kropp, P., Voznesenskaya, T. &amp; Vein A. (2000)</p>	<p>Migr. o. Aura n = 20 Gesunde : n = 12</p>	<p>Ton Frequenz: 1.000 Hz Intensität: 80 dB (A)</p>	<p>Ton Frequenz: 1.000 Hz Intensität: 80 dB (A)</p>	<p>3 sec</p>	<p>40</p>	<p>Amplitude und Habituation</p> <p>iCNV } ICNV } C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> tCNV }</p> <p>Orientierungsreaktion auf <math>\alpha</math>-Blockade SCR-Habituation</p> <p>• Keine Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. der Habituation von iCNV, ICNV, und tCNV sowie SCR nach einem Anfall</p> <p>• Deutlich reduzierte Habituation der <math>\alpha</math>-Blockade bei Migränapatienten</p> <p>• Vor einem Anfall deutlich reduzierte Habituation der iCNV und tCNV und der <math>\alpha</math>-Blockade bei Migränapatienten im</p>	<p>Keine Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. der Habituation von iCNV, ICNV, und tCNV sowie SCR nach einem Anfall</p> <p>• Deutlich reduzierte Habituation der <math>\alpha</math>-Blockade bei Migränapatienten</p> <p>• Vor einem Anfall deutlich reduzierte Habituation der iCNV und tCNV und der <math>\alpha</math>-Blockade bei Migränapatienten im</p>



Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass sich Migräne- Patienten ohne Aura im anfallsfreien Intervall sowohl in der Gesamtlamplitude und in der Amplitude der frühen Komponente im Sinne einer Amplitudenerhöhung von gesunden Kontrollpersonen signifikant unterscheiden. Zudem zeigen Migräne- Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen nach anfänglich höheren Amplituden in der frühen Komponente ein Ausbleiben der Habituation auf die wiederholt dargebotenen Stimuli.

### **5.3.5 CNV bei Tinnitus**

Shiraishi et al. (1991) untersuchten die ereigniskorrelierten Hirnpotentiale mit kurzer als auch mit langer Latenz bei Personen mit unterschiedlichen Formen des Tinnitus. Hier zeigte sich, dass nicht nur die direkt stimulusbezogenen Komponenten (N 100/P 200), sondern auch die ereignisbezogenen langsamen Potentiale (iCNV, ICNV sowie die PINV) in Abhängigkeit von verschiedenen Tinnitusformen verändert sind. Daraus schließen sie, dass nicht ausschließlich periphere Prozesse für einen andauernden Tinnitus verantwortlich sind bzw. diesen aufrecht erhalten. Da die Ausprägung und Latenz der CNV bestimmt sind durch kognitive Prozesse in Abhängigkeit von der Bedeutung des Stimulus, des psychischen Zustandes der Person und der kognitiven Anstrengung, die durch die dargebotene Aufgabe induziert wird (Rockstroh et al., 1993), ist es interessant, die weitergehenden zentralen Informationsverarbeitungsprozesse (insbesondere der Einfluss von Erwartung und Aufmerksamkeit) mit Hilfe langsamer Potentiale wie der CNV bei Tinnitus- Patienten zu untersuchen.

Untersuchungen zur CNV bei Tinnitus- Patienten wurden neben Shiraishi et al. (1991) auch von Sugimoto (1993) und der Arbeitsgruppe von Hoke et al. (1998) durchgeführt. Eine entsprechende Literaturübersicht findet sich in Tabelle 5.3.5- 1. Alle drei Arbeitsgruppen fanden im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen bei Tinnitus- Patienten eine erhöhte Amplitude der N 100, P 300, der iCNV (Latenz 600 bis 1.000 ms) sowie der mittleren CNV (Latenz 1.000 bis 1.500 ms) (Shiraishi et al., 1991; Sugimoto, 1993) sowie eine vergrößerte Amplitude der ICNV sowie der PINV bei linksseitiger Stimulation von Patienten mit toniförmigen und tonalem linksseitigem Tinnitus (Hoke et al., 1998). Um eine größtmögliche CNV- Amplitude zu erhalten, stimulierten Proefock & Hoke (1995) Tinnitus- Patienten mit einem S2, der in seiner Intensität wahlweise 1, 3 oder 5 dB über der individuellen Hörschwelle der Probanden lag. Da die Unterscheidung von Tönen nahe der Tinnitusfrequenz sowie nahe der individuellen Hörschwelle für Tinnitus- Patienten schwierig ist und dadurch

eine vermehrte Aufmerksamkeit notwendig ist, um den Reiz wahrzunehmen, konnte mit diesem Paradigma eine größtmögliche CNV- Amplitude erzielt werden.

Weitere Studien, die den direkten Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeitsprozessen und CNV- Amplitude bei Tinnitus- Patienten untersuchen und insbesondere Untersuchungen zur Habituation der CNV bei Tinnitus- Patienten liegen derzeit nicht vor.



Tabelle 5.3.5- 1: CNV und Tinnitus

<b>Autor/Jahr</b>	<b>Stichprobe</b>	<b>WS (S1)</b>	<b>IS (S2)</b>	<b>Dauer ISI</b>	<b>Anzahl gemittelter Durchgänge</b>	<b>Erhobene Parameter</b>	<b>Ergebnis</b>
Shiraishi, M. D.; Sugimoto, K.; Kubo, T.; Matsunaga, T.; Nageishi, T. & Simokochi, M. (1991)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tinn.-Pat. (durchschnittli che Hörschwelle 40 dB) n=20</li> <li>•Gesunde (agematched) n = 20</li> </ul>	<p>Ton: Frequenz: 1 kHz Dauer: 300 ms Intensität: 85 dB HL</p>	<p>Lichtblitze Dauer: 300 ms</p>	2 sec	18 – 23	<p>N 100 P300 CNV: iCNV<sub>1</sub>: 400–600 ms iCNV<sub>2</sub>: 600–1.000 ms ms mCNV:1.000 – 1.500 ms ms ICNV: 1.500 – 2.000 ms</p>	<p>N100<sub>Tinn</sub> &gt; N 100<sub>Ges.</sub> n. s. (F &gt; 1.0) P300<sub>Tinn</sub> &gt; P 300<sub>Ges.</sub> n. s. (F &lt; 1.0) iCNV<sub>2Tinn</sub> &gt; iCNV<sub>2Ges.</sub> (F<sub>Z</sub>, C<sub>Z</sub>) (P &lt; 0.05) mCNV<sub>Tinn</sub> &gt; mCNV<sub>Ges.</sub> (p &lt; 0.05) iCNV<sub>1Tinn</sub> # iCNV<sub>1Ges.</sub> n.s. ICNV<sub>Tinn</sub> # ICNV<sub>Ges.</sub> n. s.</p>
Sugimoto, K. (1993)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tinn. Pat.: n = 20</li> <li>•Pat. mit Parästhesien in Pharynx und Larynx: (ASPL) n=26</li> <li>•Pat. mit</li> </ul>	<p>Ton: Frequenz: 1 kHz Dauer: 300 ms Intensität:</p>	<p>Lichtblitze</p>	2 sec		<p>iCNV, mCNV, ICNV Amplituden</p>	<p>• <u>Tinn/Gesunde:</u> iCNV<sub>Tinn</sub> &gt; iCNV<sub>Ges.</sub> (p &lt; 0,05) mCNV<sub>Tinn</sub> &gt; iCNV<sub>Ges.</sub> (p &lt; 0,05) • <u>ASPL/Gesunde:</u> mCNV<sub>ASPL</sub> &gt; CNV<sub>Ges.</sub> (p &lt; 0,05)</p>

	Morb. Menière n=19 ● <b>Gesunde</b> n=20	85 dB HL							<u>Morb.Meniére/Gesunde:</u> mCNV <sub>Men.</sub> > mCNV <sub>Ges.</sub> (p < 0,05) ICNV <sub>Men.</sub> > mCNV <sub>Ges.</sub> (p < 0.05)
--	---	----------	--	--	--	--	--	--	--

<p>Hoke, E.-S.; Mühnickel, W.; Ross, B. &amp; Hoke, M. (1998)</p>	<p>●Tinnitus-Pat: n=29 ●Gesunde: n=17</p>	<p>Ton deutlich oberhalb der Hörschwell e Dauer: 500 ms Intensität: 20 dB SL Frequenz: 1.000 Hz + 4.000Hz entspreche nd Tinnitusfre- quenz</p>	<p>Ton nahe der Hörschwel le mit Knopfdruc k zu beenden Intensität: 1, 3 u. 5 dB Frequenz: 1.000 Hz + 4.000 Hz</p>	<p>4,5 sec</p>	<p>N 100 PiNV ICNV LCNV Reaktionszeit MEG Neuromagnetische Aufzeichnung, Kurz- Zeit- Spektralanalyse EEG- Bänder, Zeitdimension + Frequenzdimension</p>	<p>Zeitdimension: CNV<sub>Tinn</sub> # CNV<sub>Ges.</sub> n. s. Frequenz I CNV<sub>Tinn</sub> &gt; ICNV<sub>Ges.</sub> PiNV<sub>Tinn</sub> &gt; PiNV<sub>Ges.</sub></p>
---	---	--	--	--------------------	---	---



## **6. Zusammenfassung der neurophysiologischen, psychologischen und psychophysiologischen Aspekte der Aufmerksamkeit und Habituation**

### **-Formulierung eines hypothetischen psychophysiologischen Modells des Tinnitus-**

Ohrgeräusche sind ein weit verbreitetes Phänomen, das vermutlich aufgrund einer zunehmenden Stress- und Lärmbelastung in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der Prävalenz erfahren und in diesem Zusammenhang vermehrt öffentliches und auch wissenschaftliches Interesse geweckt hat. Schwerpunkt des wissenschaftlichen Interesses war zum einen die Entwicklung neurophysiologischer Erklärungsmodelle des Tinnitus, aus denen sich Behandlungsansätze ableiten ließen. Außerdem wurden in den letzten Jahren Untersuchungen zu möglichen neurophysiologischen Korrelaten durchgeführt, die Aufschluss über die Chronifizierungsmechanismen bei bestehendem Tinnitus geben.

Ein umfassendes neurophysiologisches Erklärungsmodell des Tinnitus, welches sowohl Mustererkennungsprozesse, Evaluationsprozesse und emotionale und physiologische Reaktionen berücksichtigt, wurde bisher von Jastreboff und Jastreboff et al. (1990, 1993, 1996) formuliert (siehe Kapitel 3.5). In diesem Modell wird Tinnitus aufgefasst als Wahrnehmungsstörung aufgrund einer negativen Bewertung eines vorwiegend in den peripheren auditorischen Strukturen generierten akustischen Signals. Es wird postuliert, dass diese negative Bewertung des Signals eine vermehrte Aufmerksamkeitslenkung auf das akustische Signal und eine verzögerte oder fehlende Habituation der anfänglichen Orientierungsreaktion zur Folge hat. In diesem Modell bezieht sich Jastreboff auf ein bereits 1984 von Hallam et al. formuliertes Konzept der Habituation der Aufmerksamkeit, in dem eine Interaktion zwischen kortikalem Erregungsniveau, konkurrierenden Aufmerksamkeitsprozessen und negativer Bewertung des Tinnitus angenommen wird und die vermehrte Aufmerksamkeitsfokussierung auf das Ohrgeräusch als entscheidender Chronifizierungsmechanismus für den Tinnitus angesehen wird (siehe Kapitel 4.2.1).

Wesentliche Bestimmungsstücke dieses Modells sind demnach ***negative Bewertung des Ohrgeräusches, Aufmerksamkeitsprozesse und (fehlende) Habituation kortikaler Erregung.***

Zu einer ***negativen Bewertung*** einer Situation kommt es, wenn diese von dem Individuum als nicht kontrollierbar bewertet wird (Lazarus & Launier, 1978). Dies scheint auch bei chronischen Ohrgeräuschen der Fall zu sein, da es zur Dekompensation kommt, wenn nach anfänglicher Alarmreaktion die dem Individuum zur Verfügung stehenden Bewältigungsstrategien nicht zur

Linderung des Ohrgeräusches führen und Resignation einsetzt (Biesinger, 1998). Diese Annahme wird von Untersuchungen von Scott et al. (1990) und Kirsch et al. (1989) gestützt, in denen sich Tinnitus- Patienten, die ihre Bewältigungsfähigkeiten zur Reduktion des Ohrgeräusches niedrig einschätzten, durch dieses deutlich stärker beeinträchtigt fühlten als Tinnitus- Patienten mit subjektiv gut eingeschätzter Bewältigungsfertigkeit (siehe Kapitel 4.1.1). Die subjektive Beeinträchtigung durch empfundene Hilflosigkeit und Frustration sowie soziale Isolation scheinen dabei im Gegensatz zu depressiven und Angst- sowie unspezifischen Anspannungssymptomen mit fortschreitender Erkrankungsdauer zuzunehmen (Stephens et al., 1992).

Darüber hinaus zeigen empirische Untersuchungen, dass eine erhöhte **Aufmerksamkeitslenkung** auf Aspekte der eigenen Person zu einer Intensivierung angenehmer als auch unangenehmer Gefühlszustände führt. Die erhöhte affektive Reagibilität von Personen mit hoher Selbstaufmerksamkeit bildet sich ebenfalls auf der physiologischen Ebene ab (vgl. auch Filipp & Freudenberg, 1989; Schilling & Spies, 1999). Die Rolle der Selbstwahrnehmung wird außerdem von Barsky et al. (1988, 1992, 1998) in einem Modell der Amplifizierung somatischer Symptome, im Sinne einer Tendenz, auf die belastenden und potentiell bedrohlichen Aspekte einer sensorischen oder visceralen Wahrnehmung zu fokussieren, betont. Die Ergebnisse entsprechender Studien (Perring- Chiello & Gusset, 1996; Newman et al., 1997) zeigen ebenfalls den Einfluss einer hohen Selbstaufmerksamkeit auf den Grad der subjektiv empfundenen emotionalen Belastung durch den Tinnitus.

Auch aus rein neurophysiologischer Sicht wird ein enger Zusammenhang zwischen der Bewertung eines Reizes und der Lenkung der Aufmerksamkeit auf diesen angenommen (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Kontrollierte, bewusste **Aufmerksamkeitsprozesse** finden bei neuen, nicht eindeutigen oder biologisch bedeutsamen Reizen statt. Dabei kommt es zu einer synchronen Depolarisation der apikalen Dendriten des Neokortex, die mit Hilfe der contingent negativen Variation (CNV) abgeleitet werden kann (Birbaumer & Schmidt, 1999). Die CNV wird daher als typisches psychophysiologisches Korrelat der Aufmerksamkeit betrachtet (Tecce, 1972; Kropp et al., 1996) (siehe Kapitel 5.3.2). Dabei wird eine hohe (negative) Amplitude der Gesamt- CNV (tCNV) als Ausdruck eines hohen allgemeinen Aktivierungsniveaus angesehen. Die frühe Komponente (iCNV, 550-750 ms nach dem Warnreiz S1) wird als Korrelat der Orientierungsreaktion (Brunia et al., 1985) interpretiert und das Ausmaß der späten Komponente (ICNV, Maximum 200ms vor dem Imperativen Reiz S2) in Abhängigkeit von der emotionalen Qualität (Relevanz oder Aversivität) des S2 gesehen (Lutzenberger et al., 1985).

Die Untersuchung verschiedener klinischer Stichproben mittels CNV ergab bei PatientInnen mit Migräne ohne Aura im anfallsfreien Intervall im Wesentlichen eine erhöhte Gesamt- CNV sowie eine erhöhte frühe Komponente (iCNV, 550-750 ms nach S1) (Maertens de Noordhout et al., 1986; Böcker et al., 1990; Gerber & Kropp, 1993; Kropp & Gerber, 1995; Siniatschkin et al., 1998) (siehe Kapitel 5.3.4). Dies wird als Lenkung der Aufmerksamkeit auf gleichzeitig mehrere Umgebungsreize bzw. als verstärkte Orientierungsreaktion auf externe Reize interpretiert. Zudem zeigte sich ein tendenzieller Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Negativierung und der Dauer der Migräne- Erkrankung (Kropp et al., 2000). Bei schizophrenen Patienten, Depressiven und Hypertonikern fand sich hingegen eine erniedrigte CNV- Amplitude, was als Ausdruck einer gestörten, bzw. einer, aufgrund von als relevant bewerteten inneren Stimuli, nach innen gerichteten Aufmerksamkeit gewertet wird (Costa et al., 1998; Heimberg et al., 1999). Die CNV bei Tinnitus-Patienten wurde bisher nur in wenigen Studien (Shiraishi et al., 1991; Sugimoto, 1993; Hoke et al., 1998) untersucht, wobei weniger die Untersuchung der die Habituation störenden Aufmerksamkeitsprozesse als die Suche nach einem somatischen Korrelat des Tinnitus im Vordergrund stand. Die Ergebnisse waren dabei eher uneinheitlich. Während die Arbeitsgruppen von Shiraishi und Sugimoto bei Tinnitus- Patienten im Vergleich zu Gesunden eine signifikant höhere negative Amplitude der frühen (iCNV, 600- 1000 ms nach S1) und mittleren (mCNV, 1000- 1.5000 ms nach S1) Komponente aber keine signifikanten Unterschiede in der späten Komponente (ICNV, 200ms vor S2) fanden, zeigten sich in der Untersuchung von Hoke et al. bei zwei Untergruppen von Tinnitus- Patienten (nosiform und tonal- unilateral (linksseitig)) im Vergleich zu gesunden Probanden signifikant vergrößerte Amplituden der CNV nur in der späten Komponente und der PINV.

Die **Habituation kortikaler Erregung** wurde insbesondere von der Arbeitsgruppe um Gerber & Kropp (1993) und Kropp & Gerber (1995) unter Anwendung der CNV- Induktion und Ableitung bei Migräne- Patienten im Vergleich zu gesunden Probanden untersucht. Die bei Migräne-Patienten gefundene in diesem Untersuchungsparadigma verminderte Habituation - insbesondere der iCNV - wird dabei auf eine erhöhte Sensibilität für ankommende Reize, die nicht adäquat gefiltert werden, zurückgeführt.

Während zu den in dem neurophysiologischen Tinnitusmodell von Jastreboff beschriebenen peripher -afferenten, efferenten und zentralen Prozessen experimentelle Untersuchungen existieren (siehe Kapitel 3.5), ist deren Modulation durch psychologische Faktoren wie Bewertungs- und Aufmerksamkeitsprozesse bislang nicht systematisch untersucht worden.

Insbesondere zur Habituation der CNV bei Tinnitus- Patienten im Zusammenhang mit Bewertungs- und Aufmerksamkeitsprozessen liegen derzeit keine klinischen Untersuchungen vor, die die in dem

neurophysiologischen Tinnitusmodell von Jastreboff bzw. die in Hallam's Konzept der Habituation der Aufmerksamkeit gemachten theoretischen Annahmen unterstützen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Erfassung von CNV- Parametern bei Tinnitus- Patienten im Vergleich zu gesunden Probanden und Migränikern erstmals auch unter dem Aspekt der Habituation sowie die Erhebung verschiedener weiterer Korrelate der Aufmerksamkeit auf emotionaler und kognitiver Ebene, wobei die betrachteten Parameter zu einem psychophysiologischen Modell des chronischen Tinnitus zusammengefügt werden.

In diesem Modell wird davon ausgegangen, dass bei Patienten mit chronischem Tinnitus im Vergleich zu Gesunden eine abgeschwächte Habituation der kortikalen Erregung auf akustische Reize besteht, die in engem Zusammenhang mit einer vermehrten Selbstaufmerksamkeit und einer Bewertung des Tinnitus als bedrohlich steht. Des weitern wird angenommen, dass Tinnitus-Patienten sich in den Variablen kortikale Aktivierung (Amplitude und Habituation), Selbstaufmerksamkeit sowie der nach außen gerichteten Aufmerksamkeit von gesunden Personen deutlich unterscheiden und dass die Ausprägung dieser untersuchten Variablen in Zusammenhang mit der Erkrankungsdauer steht. Um die Ergebnisse insbesondere der CNV in den bisherigen Kenntnisstand einordnen und interpretieren zu können, werden die Aufmerksamkeitsvariablen ebenfalls bei Patienten mit Migräne erhoben.

Die entsprechend diesem Modell formulierten Untersuchungshypothesen werden in Kapitel 7 ausgeführt. In dem in Abbildung 6.- 1 grafisch dargestellten Modell werden die Untersuchungshypothesen durch durchgezogene Linien repräsentiert, der Einfluss weiterer, potenzieller Einflussfaktoren, die in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt werden, wird durch gestrichelte Linien angedeutet.

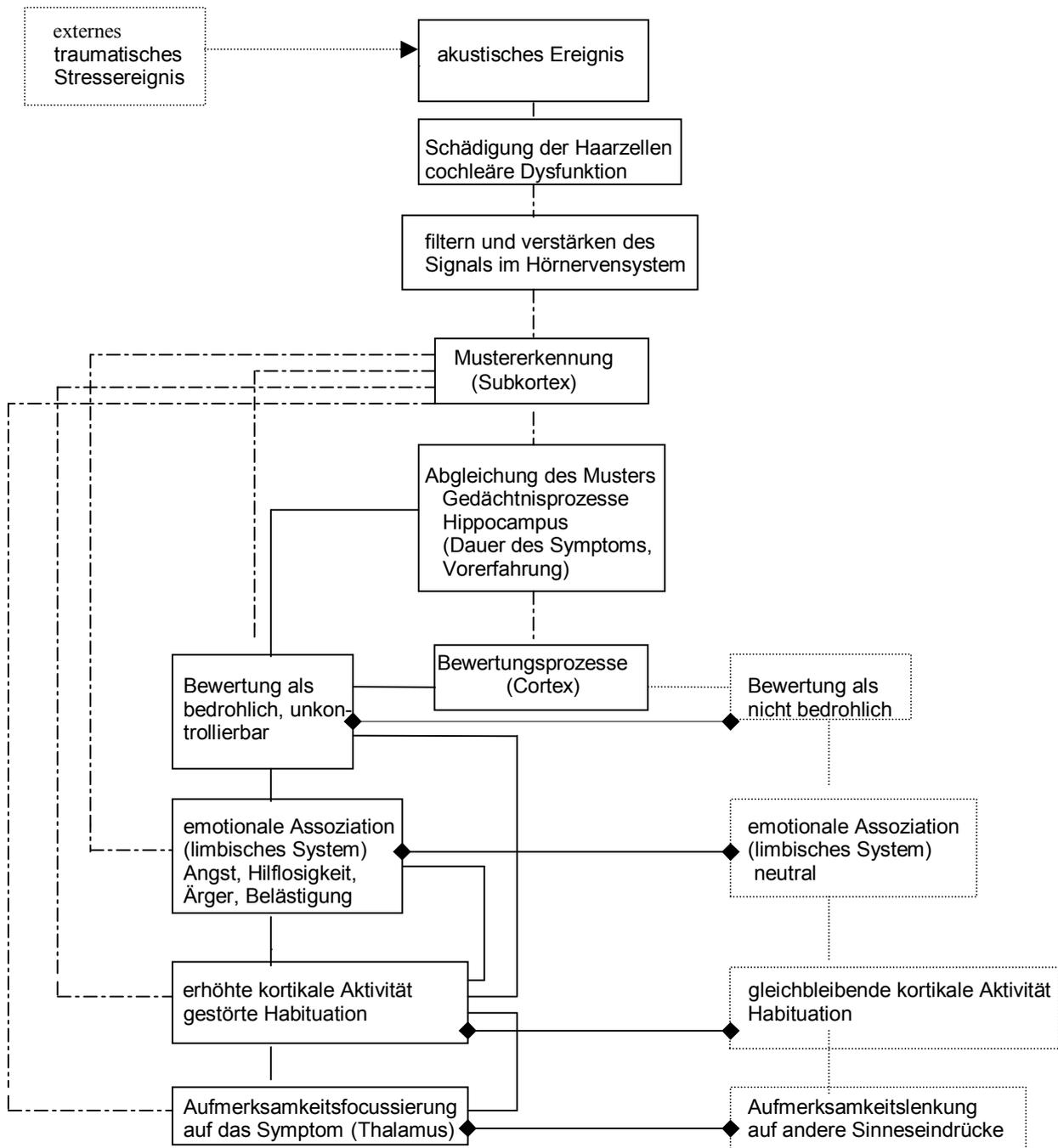


Abb. 6.- 1: Hypothetisches psychophysiologisches Tinnitus- Modell.

In Folge eines akustischen Ereignisses kommt es zur Aktivierung auditorischer Systeme mit Mustererkennung im auditorischen Thalamuskern (Corpus geniculatum mediale). Evaluationsprozesse finden im primären und sekundären Cortex statt. Durch Verknüpfung mit dem Nucleus reticularis wird die Information durch Aktivierungs- u. Aufmerksamkeitsprozesse moduliert, emotional - motivationale Einflüsse resultieren aus Verbindungen zwischen Thalamus und limbischem System (siehe ----- ).

Es werden Zusammenhänge zwischen der Bewertung des Geräusches und physiologischen (kortikale Aktivierung) und psychologischen Aufmerksamkeitsprozessen postuliert, die ebenfalls mit der Dauer des Symptoms variieren (siehe ----- ). In diesen Parametern sollen sich Personen mit und ohne chronischen Tinnitus unterscheiden (siehe ◆-----◆ ).



## 7. Ableitung der Fragestellung und Untersuchungshypothesen

1. In der vorliegenden Untersuchung soll die Frage beantwortet werden, ob sich Patienten mit einem chronischen Tinnitus aurium von gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich verschiedener Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden. Diese Parameter werden auf der physiologischen Reaktionsebene über die gezeigte kortikale Aktivierung (Amplitude und Habituation der Gesamt CNV und einzelnen CNV- Komponenten) und auf der kognitiven Reaktionsebene über den Gesamtrohwert (RW), den Fehlerrohwert (FRW) und die Streubreite (SB) des Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (d2-Test, Brickenkamp, 1994) sowie den im Selbstaufmerksamkeitsfragebogen (SAM, Filipp & Freudenberg, 1989) angegebenen Gesamtrohwert sowie die Skalenrohwerter für die öffentliche und private Selbstaufmerksamkeit (SAMGes, SAMoes, SAMps) erhoben. Um die Ergebnisse insbesondere der CNV in den bisherigen Kenntnisstand einordnen und interpretieren zu können, werden die Aufmerksamkeitsvariablen ebenfalls bei Patienten mit Migräne erhoben. Diesbezüglich werden aber keine statistischen Hypothesen formuliert.

2. Des weiteren soll die Frage beantwortet werden, ob die psychologischen und physiologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der Bewertung des Tinnitus als bedrohlich zusammenhängen (Skalen „emotionale und kognitive Belastung durch den Tinnitus“ im Tinnitusfragebogen). Es wird ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus und der kortikalen Aktivierung (als physiologisches Korrelat der Aufmerksamkeit) sowie der Selbstaufmerksamkeit und der nach außen gerichteten Aufmerksamkeit angenommen.

3. Als weitere Frage soll beantwortet werden, ob die Ausprägung der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter im Zusammenhang mit der Erkrankungsdauer steht.

### 7.1 Unterschiede zwischen Tinnitus- Patienten und Gesunden bezüglich der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter

#### **Hypothese U1:**

*Gesunde Probanden und Tinnitus-Patienten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer zentralen Aktivierung (Amplitude tCNV, iCNV, lCNV) (Ableitposition CZ, Go-Bedingung)*

1.1  $H_0: m \text{ tCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ tCNV}_{\text{Ges}}$   
 $H_1: m \text{ tCNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ tCNV}_{\text{Ges}}$

1.2  $H_0: m \text{ iCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ iCNV}_{\text{Ges}}$

$$H_1: m \text{ iCNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ iCNV}_{\text{Ges}}$$

$$1.3 \quad H_0: m \text{ ICNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ ICNV}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ ICNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ ICNV}_{\text{Ges}}$$

### Hypothese U2:

*Gesunde Probanden und Tinnitus-Patienten unterscheiden sich hinsichtlich der Habituation ihrer zentralen Aktivierung (hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV) (Ableitposition CZ, Go-Bedingung)*

$$2.1 \quad H_0: m \text{ hab tCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ hab tCNV}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ hab tCNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ hab tCNV}_{\text{Ges}}$$

$$2.2 \quad H_0: m \text{ hab iCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ hab iCNV}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ hab iCNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ hab iCNV}_{\text{Ges}}$$

$$2.3 \quad H_0: m \text{ hab ICNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ hab ICNV}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ hab ICNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ hab ICNV}_{\text{Ges}}$$

### Hypothese U3:

*Gesunde Probanden und Tinnitus-Patienten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Aufmerksamkeitsleistungen, nach außen gerichtete Aufmerksamkeit (d2RW, d2FRW, d2SB)*

$$3.1 \quad H_0: m \text{ d2RW}_{\text{Tinn}} = m \text{ d2RW}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ d2RW}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ d2RW}_{\text{Ges}}$$

$$3.2 \quad H_0: m \text{ d2FRW}_{\text{Tinn}} = m \text{ d2FRW}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ d2FRW}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ d2FRW}_{\text{Ges}}$$

$$3.3 \quad H_0: m \text{ d2SB}_{\text{Tinn}} = m \text{ d2SB}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ d2SB}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ d2SB}_{\text{Ges}}$$

### Hypothese U4:

*Gesunde Probanden und Tinnitus-Patienten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Aufmerksamkeitsleistungen, nach innen gerichtete Aufmerksamkeit (Selbstaufmerksamkeit SAMGes, SAMoes, SAMps)*

$$4.1 \quad H_0: m \text{ SAM}_{\text{GesTinn}} = m \text{ SAM}_{\text{GesGes}}$$

$$H_1: m \text{ SAM}_{\text{GesTinn}} \neq m \text{ SAM}_{\text{GesGes}}$$

$$4.2 \quad H_0: m \text{ SAMoes}_{\text{Tinn}} = m \text{ SAMoes}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ SAMoes}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ SAMoes}_{\text{Ges}}$$

$$4.3 \quad H_0: m \text{ SAMps}_{\text{Tinn}} = m \text{ SAMps}_{\text{Ges}}$$

$$H_1: m \text{ SAMps}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ SAMps}_{\text{Ges}}$$

## **7.2 Zusammenhang der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der Bewertung des Tinnitus als bedrohlich**

Hypothese Z1:

***Die Höhe der zentralen Aktivierung (CNV, insbesondere der späten Komponente der CNV) kovariiert negativ mit der Bewertung des Symptoms als bedrohlich***

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen TINFE, TINFC, TINEC und ICNV

H<sub>1</sub>: bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen TINFE, TINFC, TINEC und ICNV

Hypothese Z2:

***Die Höhe der zentralen Aktivierung (CNV, insbesondere der späten Komponente der CNV) kovariiert negativ mit dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMps)***

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und ICNV

H<sub>1</sub>: bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und ICNV

Hypothese Z3:

***Der Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich geht mit einer verzögerten Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV) einher***

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen TINFE, TINFC, TINEC und hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV

H<sub>1</sub>: bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen TINFE, TINFC, TINEC und hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV

Hypothese Z4:

***Ein hohes Maß an Selbstaufmerksamkeit geht mit einer verzögerten Habituation der kortikalen Aktivierung einher***

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen

SAMges, SAMoes, SAMps und hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV

H<sub>1</sub>: bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV

**Hypothese Z5:**

*Je bedrohlicher das Symptom bewertet wird (TINEC, TINFE, TINFC) desto höher die Aufmerksamkeitsfocussierung auf körpereigene Vorgänge (SAMges, SAMoes, SAMps).*

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps/ TINEC, TINFE, TINFC

H<sub>1</sub>: bedeutsamer positiver Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps/ TINEC, TINFE, TINFC

**7.3 Zusammenhang der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der Erkrankungsdauer**

**Hypothese Z6:**

*Die Höhe der zentralen Aktivierung (Amplitude der CNV) kovariert negativ mit der Erkrankungsdauer*

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen tCNV, iCNV, ICNV und Erkrankungsdauer (EDAU)

H<sub>1</sub>: bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen tCNV, iCNV, ICNV und Erkrankungsdauer (EDAU)

**Hypothese Z7:**

*Je länger die Erkrankung andauert, desto niedriger fällt die Habituation der zentralen Aktivierung (hab CNV) aus*

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV und Erkrankungsdauer (EDAU)

H<sub>1</sub>: bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV und Erkrankungsdauer (EDAU)

**Hypothese Z8:**

*Das Ausmaß der Aufmerksamkeitsfocussierung auf körpereigene Vorgänge (SAMges, SAMoes, SAMps). ) kovariert positiv mit der Erkrankungsdauer (EDAU)*

H<sub>0</sub>: kein bedeutsamer Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und EDAU

H<sub>1</sub>: bedeutsamer positiver Zusammenhang (Pearson Produkt- Moment- Korrelation) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und EDAU

## 8. Stichprobenbeschreibung

Insgesamt nahmen N=63 Personen an der Untersuchung teil. Darunter befanden sich n=24 Patienten mit diagnostiziertem Tinnitus aurium (ICD 10: H93.1), n=16 Patienten mit Migräne ohne Aura (ICD 10: G43.0) und n=23 gesunde Personen.

Die Tinnitus- Patienten wurden während ihrer Behandlung in unterschiedlichen ambulanten Einrichtungen (Zentrum für HBO-Therapie in Neumünster, n=6; Ambulanz der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Kiel, n=4; Praxis für Hals- Nasen-Ohrenheilkunde Dr. med. Benz, Friedrichsort, n=7; Institut für Medizinische Psychologie des Universitätsklinikums Kiel, n=1) angesprochen und um die Teilnahme an der Untersuchung gebeten, bzw. über ein Zeitungsinserat angeworben (n=6). Sie wurden in die Untersuchung aufgenommen, wenn folgende Kriterien erfüllt waren:

1. Vorhanden sein eines ständigen Ohrgeräusches länger als 4 Monate
2. Vorliegen keiner anderen chronischen körperlichen Erkrankung (z. B. einer Schmerzerkrankung)
3. kein Anhalt für eine psychische Erkrankung (z. B. Angsterkrankung, bekannte depressive oder psychotische Episoden)
4. keine maßgebliche Hörminderung, bzw. keine Notwendigkeit für das Tragen eines Hörgerätes
5. keine Einnahme zentralnervös wirksamer Medikamente, insbesondere keine Beta-Blocker
6. Alter zwischen 18 und 65 Jahren
7. ausreichende Kenntnisse der deutschen Sprache in Wort und Schrift

Die Kriterien wurden in einem Vorgespräch mit dem behandelnden Arzt bzw. während der telefonischen Terminabsprache mit dem Patienten abgeklärt.

Von den N=24 untersuchten Tinnitus- Patienten wurden n=4 im Nachhinein aus der Untersuchung ausgeschlossen, entweder aufgrund von technischen Defekten (n=1) oder nicht zu unterdrückender Artefakte (Augenbewegungen) (n=1) während der CNV-Untersuchung, bzw. starker Müdigkeit (Alpha- und Theta- Rhythmus im EEG) (n=1) sowie Medikamenteneinnahme am Untersuchungstag (n=1). Die Daten der verbleibenden 20 Personen gingen in die statistische Auswertung ein.

Die Migräne-Patienten wurden während ihrer Behandlung in der Kopfschmerzambulanz der Klinik für Neurologie des Universitätsklinikums Kiel angesprochen, wenn eine länger als 6 Monate bestehende Migräne ohne Aura diagnostiziert worden war (entsprechend IHS-Kriterien, IHS,1988) und die Patienten keine Dauermedikation im Sinne einer Migräneprophylaxe eingenommen hatten. Ansonsten galten die Punkte 2-7 der o.g. Teilnahme Kriterien. Von den angesprochenen Patienten konnten n=16 für die Teilnahme an der Untersuchung gewonnen werden, wobei die Daten von n=1

Versuchsperson aufgrund von Aufzeichnungsproblemen während der CNV- Untersuchung nicht in die statistische Analyse einbezogen wurde.

Die Gruppe der gesunden Versuchspersonen wurde gebildet aus n=23 Männern und Frauen, die über Aushänge in öffentlichen Einrichtungen (Volkshochschule, Sportstudio, Kirchengemeinde) bzw. über direkte Ansprache im entfernteren Bekanntenkreis der Untersucherin angeworben wurden. Sie erfüllten ebenfalls die o.g. Teilnahme Kriterien 2-7 und hatten niemals zuvor unter einem Ohrgeräusch oder unter einem migräneartigen Kopfschmerz gelitten. Die Daten von n=3 Personen wurden von der statistischen Analyse ausgeschlossen. Bei ihnen wurde aufgrund eines starken Kaffeekonsums am Tag der Untersuchung (n=1), nicht zu beseitigender Artefakte während der CNV- Untersuchung (n=1) bzw. einer stark erhöhten Leistungsmotivation bzw. Leistungsangst, die in der Untersuchungssituation verbal geäußert wurde (n=1) eine erhöhte kortikale Aktivierung vermutet.

Die Anwerbung und Untersuchung der Probanden erstreckte sich kontinuierlich über einen Zeitraum von 3 Jahren (August 1997 – August 2000), wobei es sich als problematisch erwies, Personen zu rekrutieren, die alle genannten Teilnahme Kriterien (insbesondere Punkt 2) erfüllten. V. a. bei den Migränepatienten musste die Mehrzahl der in der neurologischen Ambulanz der Uniklinik Kiel behandelten Patienten wegen vorliegender Komorbidität mit anderen körperlichen aber auch psychischen Erkrankungen sowie der Einnahme einer zentralwirksamen Dauermedikation im Sinne einer Migräneprophylaxe (mit zentral dämpfendem Effekt) von vornherein von der Teilnahme an der Untersuchung ausgeschlossen werden.

Im folgenden findet sich eine Beschreibung der Stichproben hinsichtlich ihres sozioökonomischen Status, ihres Alters und Geschlechtes sowie die Darstellung der Erkrankungsdauer und Symptomlokalisierung beider Patientengruppen (Tabelle 8- 1).

Der sozioökonomische Status der untersuchten Personen, definiert über den erreichten Schulabschluss sowie die aktuelle berufliche Situation, ist in Tabelle 8- 2 wieder gegeben.



**Tab. 8- 1: Stichprobenkennwerte der Gesamtstichprobe für Alter und Geschlecht, sowie Erkrankungsdauer und Symptomlokalisierung für die beiden Patientengruppen (Tinnitus und Migräne)**

<del>Gruppe</del>	Gesunde	Migräne	Tinnitus	Gruppeneffekte
<b>N</b>	20	15	20	
<b>Geschlecht</b>	w = 10 m = 10	w = 13 m = 2	w = 11 m = 9	Crosstabs: CHI <sup>2</sup> =5,5, df=2, Asympt. Sig.=0,06
<b>Alter</b> Range: Median:	21 – 64 Jahre 41 Jahre	20 – 58 Jahre 37 Jahre	20 – 62 Jahre 44,5 Jahre	Kruskal-Wallis-Test: CHI <sup>2</sup> =0,3, df=2, Asympt. Sign.=0,9
<b>Erkrankungs- dauer</b> Range: Median:	/ /	96 – 540 Monate 288 Monate	5 – 120 Monate 24 Monate	Kruskal-wallis-Test: CHI <sup>2</sup> =22,61, df=1, Asymp. Sig. = 0,000
<b>Symptomseite</b>	/	re. n = 1 li. n = 1 re. = li. n = 8 re. > li. n = 3 re. < li. n = 2	re. n = 5 li. n = 1 re. = li. n = 5 re. > li. n = 4 re. < li. n = 5	



**Tab. 8- 2: Sozioökonomischer Status der Untersuchungsteilnehmer definiert über den erreichten Schulabschluss sowie die aktuelle berufliche Situation, Häufigkeiten der Kategorien**

	<b>Gesunde (n=20)</b>	<b>Migräne (n=15)</b>	<b>Tinnitus (n=20)</b>
<u>Schulabschluss</u>			
Keinen Schulabschluss	0	0	0
Hauptschule	0	8	2
Realschule	2	4	8
Fachhochschulreife	0	2	2
Abitur	5	0	7
Fachhochschulstudium	2	1	1
Hochschulstudium	9	0	2
<u>Aktuelle berufliche Situation</u>			
berufstätig	8	11	9
krankgeschrieben	0	1	0
Hausfrau / -mann	3	0	1
in Ausbildung/Umschulung	7	0	5
arbeitslos	1	1	1
berentet (Alter)	0	0	1
berentet (Vorruhestand)	1	1	3
Rente beantragt / geplant	0	1	0

Die Stichprobenkennwerte der drei Untersuchungsgruppen für Alter und Geschlecht sowie die Kennwerte der beiden Patientengruppen für die Erkrankungsdauer und der Lokalisation des Symptoms sind in Tabelle 8.1 wieder gegeben.

Die Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität geprüft und anschließend der dem Skalenniveau entsprechenden statistischen Analyse unterzogen.

Hinsichtlich ihres Alters unterschieden sich die Gruppen nicht bedeutsam. Der Kruskal-Wallis- Test ergab ein  $CHI^2$  von 0,3 (df=2,  $p > 0,1$ ). Somit besteht bezüglich dieses Parameters eine Homogenität der Gruppen und eventuell bestehende Unterschiede in der Höhe der kortikalen Aktivierung sind nicht auf Alterseffekte zurück zu führen.

Geschlechtsunterschiede bestehen hauptsächlich zwischen der Migräne- Gruppe und der Tinnitus- Gruppe ( $CHI^2 = 4$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,05$ ) bzw. der Gruppe der Gesunden ( $CHI^2 = 5,1$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,05$ ). Die Überrepräsentation der Frauen in der Migränegruppe entspricht der epidemiologischen Verteilung. Die Gruppe der Gesunden und der Tinnitus- Patienten unterscheidet sich hingegen nicht bedeutsam ( ( $CHI^2 = 0,1$ ,  $df = 1$ ,  $p > 0,1$ ).

Die Patientengruppen unterschieden sich zudem deutlich hinsichtlich ihrer Krankheitsdauer, wobei die Tinnitus- Patienten eine deutlich kürzere Krankheitsdauer aufwiesen als die Migränepatienten ( $\chi^2 = 22,61$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ).

Zudem wurde die Homogenität der Gruppen hinsichtlich ihres aktuellen Aktivierungsgrades vor Beginn der psychophysiologischen Untersuchung geprüft. Dieser wurde operationalisiert durch die Selbsteinschätzung des Probanden in der EWL, der auf einer 7-stufigen numerischen Ratingskala (0= völlig ruhig, 6= sehr aufgeregt, siehe Protokoll der CNV- Untersuchung) angegebenen „Allgemeinen Verfassung“ sowie der bei der CNV- Ableitung gezeigten Reaktionszeit. Aufgrund nicht gegebener Normalverteilung sowie Varianzhomogenität der Daten der EWL- Skalen Erregtheit, Ärger, Ängstlichkeit, Deprimiertheit, Verträumtheit, emotionale Gereiztheit und Angst sowie des Items „Allgemeine Verfassung“ wurden die Gruppenunterschiede dieser Variablen non-parametrisch mit dem Kruskal- Wallis- Test berechnet. Die Gruppenunterschiede der anderen EWL- Daten sowie die der Variablen Allgemeine Verfassung und Reaktionszeit (RT) wurden mittels ANOVA ausgewertet. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die Ergebnisse des Kruskal- Wallis- Test und der ANOVA sind in Tabelle 8- 3 dargestellt.

Tabelle 8- 3: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die Ergebnisse des Kruskal- Wallis- Test (bei nicht gegebener Normalverteilung) und der ANOVA der subjektiven Aktivierung (EWL, allgemeine Verfassung, Reaktionszeit) für alle Untersuchungsgruppen

Gruppe Gruppeneffekte	Gesunde	Migräne	Tinnitus	
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	
<b>EWL-Skalen</b>				
Aktiviertheit > 0.1 n.s.	7,6 (3,3)	6,1 (2,8)	7,7 (3,2)	F = 1,27 p
Desaktiviertheit 0,11 p > 0.1 n.s.	1,1 (2,7)	1,2 (2,3)	0,9 (2,0)	F =
Müdigkeit > 0.1 n.s.	0,9 (1,6)	1,1 (2,1)	0,9 (1,7)	F = 0,10 p
Benommenheit > 0.1 n.s.	0,3 (0,6)	0,3 (0,7)	0,2 (0,5)	F = 0,22 p
Extravertiertheit 1,71 p > 0.1 n.s.	4,8 (1,7)	4,7 (1,4)	5,5 (1,1)	F =
Introvertiertheit 0,08 p > 0.1 n.s.	0,4 (1,1)	0,3 (0,7)	0,4 (1,1)	F =
Selbstsicherheit < 0.05 *	5,8 (2,1)*	4,5 (1,9)	4,0 (2,2)*	F = 4,20 p
gehobene Stimmung > 0.1 n.s.	7,5 (2,9)	6,9 (3,0)	6,6 (3,2)	F = 0,40 p
Erregtheit > 0.1 n.s.	1,5 (2,0)	1,7 (1,8)	3,1 (3,9)	CHI <sup>2</sup> = 1,46 p
Empfindlichkeit 1,44 p > 0.1 n.s.	0,5 (1,3)	1,1 (1,3)	1,0 (1,4)	F =
Ärger > 0.1 n.s.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,1 (0,3)	CHI <sup>2</sup> = 3,57 p
Ängstlichkeit > 0.1 n.s.	0,2 (0,4)	0,5 (0,8)	0,3 (0,6)	CHI <sup>2</sup> = 2,3 p
Deprimiertheit < 0.01 **	0,0 (0,0)	0,4 (0,9)	1,1 (2,1)	CHI <sup>2</sup> = 9,51 p
Verträumtheit > 0.1 n.s.	1,8 (1,4)	1,1 (1,3)	1,8 (1,9)	CHI <sup>2</sup> = 1,61 p
leistungsbezogene Aktivität > 0.1 n.s.	7,6 (3,3)	6,1 (2,8)	7,3 (3,5)	F= 0,93 p
Extra-/Introversion <0,1 (*)	5,2 (1,3)	5,0 (1,5)	5,9 (1,2)	F = 2,43 p
Allgem. Wohlbefinden	16,4 (15,6)	11,4 (4,6)	10,6 (4,6)	F = 1,87 p > 0.1 n.s.
Allgem Desaktivität > 0.1 n.s.	2,6 (4,4)	2,7 (4,1)	2,0 (3,8)	F= 0,18 p
Emotionale Gereiztheit > 0.1 n.s.	2,4 (3,2)	2,7 (2,5)	4,2 (4,6)	CHI <sup>2</sup> = 2,84 p
Angst > 0.1 n.s.	1,9 (1,7)	2,1 (2,3)	3,1 (3,9)	CHI <sup>2</sup> = 0,45 p
<b>Allgem. Verfassung</b> > 0,1 n.s.	1,9 (1,2)	2,1 (1,6)	2,7 (1,3)	CHI <sup>2</sup> =3,5 p
<b>RT (sec)</b>	366,5 (141,9)	332,7 (116,9)	283,4 (114,1)	t-Test Tinn/Ges. p<0,05

Wie aus Tabelle 8 -3 ersichtlich, gibt es bedeutsame Gruppenunterschiede nur in den Variablen „Selbstsicherheit“ und „Deprimiertheit“. Die Tinnitus Patienten zeigten dabei mit einem Mittelwert von  $m = 4,0$  die niedrigste, die Gruppe der gesunden Probanden die höchste Selbstsicherheit ( $m = 5,80$ ). Dem entsprechend wies der post- hoc durchgeführte Range -Test (Scheffé -Test) ausschließlich für diese beiden Gruppen eine bedeutsame Differenz zwischen den diesbezüglichen Mittelwerten (Mean Difference =  $-1,85$ , Std. Error =  $0,65$ , 95% Confidence Interval:  $0,21 - 3,49$ ,  $p < 0,05$ ) aus. Dieses Ergebnis erklärt sich vermutlich aus der Tatsache, dass die durchgeführte Untersuchung für die Tinnitus- Patienten gleichzeitig die Eingangsdiagnostik für eine nachfolgende Behandlung im Sinne einer Retraining- Therapie (siehe Kapitel 4.2.3) darstellte und sie in dieser Situation die Patientenrolle einnahmen, wogegen für die Migränepatienten Untersuchungssituation und Behandlung vollkommen unabhängig waren, d.h. sie nahmen wie auch die gesunden Personen als „Privatpersonen“ an dieser Untersuchung teil. Bezüglich der Deprimiertheit zeigten die Tinnitus- Patienten mit  $m = 1,1$  die höchste und die gesunden Probanden mit  $m = 0,00$  die niedrigste Ausprägung. Für die Variable „Extra- Introversion“ ergaben sich tendenzielle Effekte ( $F = 2,43$ ,  $df = 2$ ,  $p > 0,05$ ), wobei die Tinnitus- Patienten mit  $m = 5,9$  wiederum die höchste Ausprägung hatten, den geringsten Mittelwert zeigte die Gruppe der Migränepatienten mit  $m = 5,0$ . Bezüglich der subjektiv angegebenen „Allgemeinen Verfassung“ der Probanden ( $CHI^2 = 3,5$ ,  $df = 2$ ,  $p > 0,1$ ) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Somit kann insgesamt von einer Homogenität der Gruppen bezüglich ihrer psychophysiologischen Aktivierungsgrade ausgegangen werden.

Auch hinsichtlich der während der CNV- Untersuchung gezeigten Reaktionszeit ergab sich kein signifikanter Hauptgruppeneffekt ( $F = 2,2$ ,  $df = 2$ ,  $p > 0,1$ ), allerdings unterschieden sich im Einzelvergleich die Gruppe der Tinnitus- Patienten und die Gruppe der gesunden Probanden bedeutsam ( $t = 2,04$ ,  $df = 38$ ,  $p < 0,05$ ), wobei die Tinnitus- Patienten mit  $M = 283,4$  s ( $SD = 114,1$ ) die schnellste und die Gruppe der Gesunden mit  $M = 366,5$  s ( $SD = 141,9$ ) die langsamste Reaktionszeit aufwiesen.

Der Vergleich der Untersuchungsgruppen hinsichtlich bestehender depressiver Symptome (erhoben über den BDI) wurde aufgrund fehlender Varianzhomogenität mittels non-parametrischer Varianzanalyse durchgeführt. Es ergaben sich signifikante Gruppeneffekte hinsichtlich des BDI-Gesamtrohwertes ( $CHI^2 = 13,88$ ,  $p < 0,01$ ) sowie der somatischen ( $CHI^2 = 13,7$ ,  $p < 0,01$ ) und der kognitiven Ebene ( $CHI^2 = 8,49$ ,  $p < 0,05$ ) der angegebenen depressiven Symptome. Dabei zeigten die beiden Patientengruppen jeweils deutlich höhere Mittelwerte im BDI-Gesamtrohwert und in den somatischen Symptomen als die Gruppe der

gesunden Probanden. Die Gesamtmittelwerte der Patientengruppen liegen mit  $m_{\text{Tinn}} = 6,7$  und  $m_{\text{Migr}} = 6,4$  nicht im Bereich einer klinischen Depression (Gesamt- RW  $\geq 16$ ), entsprechen aber in etwa der Größenordnung, die bei durch körperliche Symptome belasteten Patienten (zum Beispiel chronischen Schmerzpatienten) erwartet wird (Gesamt- RW ca. 10, Hasenbring 1992). Darüber hinaus fanden sich in der Gruppe der Tinnitus- Patienten die meisten kognitiven depressiven Symptome, in der Gruppe der Gesunden die wenigsten. Tabelle 8- 4 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der BDI- Skalen für die drei Untersuchungsgruppen sowie die Ergebnisse des Kruskal- Wallis- Test.

*Tabelle 8- 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der BDI- Skalen für die drei Untersuchungsgruppen, sowie die  $\text{CHI}^2$ - Werte des Kruskal- Wallis- Test*

Gruppe Gruppeneffekte	Gesunde	Migräne		Tinnitus	
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)		
BDIges $\text{CHI}^2=13,88$	2,6 (2,4) $p < 0,01$ **		6,4 (4,4)	6,7 (3,7)	
BDIemo $\text{CHI}^2=3,89$	0,2 (0,7) $p > 0,1$ n.s.		0,6 (0,9)	0,4 (0,9)	
BDIkog $=8,49$ $p < 0,05$ *	1,2 (1,4)		2,8 (2,5)	2,9 (2,2)	$\text{CHI}^2$
BDIsom $\text{CHI}^2=13,7$	1,2 (1,2) $p < 0,01$ **		3,0 (2,2)	3,4 (1,8)	

## **9. Untersuchungsmethoden**

In der vorliegenden Arbeit sollte im Wesentlichen die Frage beantwortet werden, inwieweit bei Patienten mit chronischem Tinnitus eine abgeschwächte Habituation der kortikalen Erregung auf akustische Reize besteht, die in engem Zusammenhang mit einer vermehrten Selbstaufmerksamkeit und einer Bewertung des Tinnitus als bedrohlich steht.

Außerdem stellte sich die Frage, inwieweit sich die Ausprägung der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter (kortikale Erregung, Selbstaufmerksamkeit und nach außen gerichtete Aufmerksamkeit) bei zunehmender Chronizität verändert.

Als Maße für die Chronizität der vorliegenden Erkrankung wurden dabei die Dauer der Erkrankung und die subjektiv empfundene Intensität des vorherrschenden Symptoms (Ohrgeräusche) ausgewählt. Als Maße für die Aufmerksamkeitszuwendung wurden auf physiologischer Ebene die kortikale Erregung (CNV), auf psychologischer Ebene die Selbstaufmerksamkeit und die nach außen gerichtete Aufmerksamkeit sowie als intervenierende Variable die emotionale und kognitive Reaktion auf den Tinnitus (im Sinne einer ängstlichen Bewertung des Symptoms) herangezogen.

### **9.1 Somatische Variablen (Anamnese, Dauer der Erkrankung, Intensität)**

Die Dauer der Erkrankung wird als äquivalent für die Reizdauer des Tinnitus angesehen, welche, wie auch die Frequenzänderung im dorsalen Kern des Nucleus cochlearis codiert wird und damit einen ersten Schritt zur Mustererkennung darstellt bzw. der Mustererkennung dient.

Die Dauer der Erkrankung sowie die Intensität des Tinnitus wurden im Rahmen einer standardisierten Tinnitusanamnese erhoben. Darüber hinaus wurden in diesem Verfahren Angaben zur subjektiven Kausalattribution, der Lokalisation und Qualität des Ohrgeräusches sowie Informationen über bestehende Hörminderung aufgrund des Ohrgeräusches erfasst. Des Weiteren wurden in diesem Anamnesebogen die situative Abhängigkeit des Auftretens des Ohrgeräusches sowie die sozialen Konsequenzen (Reaktion des sozialen Umfeldes) auf das Ohrgeräusch erfragt und die familiäre Disposition zur Entwicklung eines Ohrgeräusches, vorausgehende belastende Lebensereignisse sowie die Komorbidität bezüglich anderer körperlicher oder psychischer Beschwerden sowie die Medikamenteneinnahme sowie Angaben zur Person (Geburtsdatum, Geschlecht, Familienstand, Schulabschluss, berufliche Situation) erfasst. Bezüglich der Erkrankungsdauer wurde neben dem erinnerbaren zeitlichen

Beginn des Ohrgeräusches auch dessen Kontinuität erfasst, wobei ausschließlich Personen in die Untersuchung aufgenommen wurden, deren Ohrgeräusch für den Zeitraum von mindestens drei Monaten ständig vorhanden gewesen war (siehe Kapitel 2.4, Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für HNO, 1997) und auch am Tag der Untersuchung persistierte. Die Konstanz des Ohrgeräusches wurde erfragt über das Item „Gab es in den letzten sechs Monaten Zeiten, in denen sie kein Ohrgeräusch hatten?“. Als Antwortalternativen wurden vorgegeben „Nein, das Ohrgeräusch ist ständig vorhanden!“ oder „Ja“ mit der Möglichkeit zur weiteren Differenzierung hinsichtlich des Zeitraumes ohne Vorhandensein eines Ohrgeräusches (Minuten, Stunden, Tage, Wochen oder Monate). Die Intensität des Ohrgeräusches wurde auf einer zehnstufigen numerischen Skala mit dem Polen 0 (gar kein Ohrgeräusch) und 9 (stärkstes vorstellbares Ohrgeräusch) sowohl für den aktuellen Zeitpunkt der Untersuchung als auch retrospektiv für das Mittel der Tinnitusstärke in den letzten sieben Tagen von den Tinnituspatienten angegeben. Auf einer ebensolchen zehnstufigen numerischen Ratingskala wurde zudem das Ausmaß der subjektiven Belästigung durch das Ohrgeräusch von den Patienten angegeben, wobei der Pol 0 gar keine Belästigung durch den Tinnitus und der Pol 9 eine nicht mehr auszuhaltende Belästigung durch den Tinnitus repräsentierte.

## **9.2 Physiologische Variablen**

### **9.2.1 Amplituden der CNV- Komponenten**

Wie in Kapitel 5.3.1 beschrieben, kann die kontingente negative Variation (CNV) als Parameter angesehen werden, der eng mit Erwartung, Aufmerksamkeit und Motivationsprozessen in Verbindung gebracht werden kann (Rockstroh et al., 1989). Sie wurde in dieser Untersuchung nach einem Zweistimulusparadigma (Rockstroh et al., 1982) erhoben, wobei der erste Reiz (S 1) in Form einer Frequenz von 1.000 Hz in Sinusform für die Dauer von 100 ms repräsentiert wurde. Er fungierte als Warnstimulus für einen zweiten Reiz (S 2), der nach einem Interstimulusintervall von drei Sekunden in Form eines Sinustones mit einer Frequenz von 2.500 Hz mit einer maximalen Dauer von 2.500 ms dargeboten wurde. Die auf diesen imperativen Reiz geforderte Reaktion sollte in Form eines schnellstmöglichen Abschaltens dieses Tones durch Knopfdruck erfolgen. Um einen reliablen Kurvenverlauf zu

ermitteln, wurden 32 Durchgänge dieser so genannten „Go-trials“ durchgeführt, die zunächst summiert und anschließend gemittelt wurden (averaging) (Kropp und Gerber, 1993, 1995). Zur Reduktion von Erwartungseffekten wurden diese 32 Go-trials nach dem Zufallsprinzip von acht Durchgängen so genannter „NoGo-trials“ unterbrochen. In diesen Durchgängen wurde nur ein einziger tiefer Ton von 250 Hz mit einer Dauer von 100 ms in Sinusform dargeboten. Auf diesen Reiz folgte dieses Mal kein zweiter und es war ebenso keine motorische Antwort gefordert. Das Zeitintervall zwischen jeweils zwei Trials variierte zufällig zwischen sechs und zehn Sekunden.

Da das Interstimulusintervall zwischen S 1 und S 2 während der Go-trials länger als zwei Sekunden dauerte, konnten neben der CNV- Gesamtkurve (tCNV) auch zwei Teilkomponenten dieser CNV- Kurve gemessen werden. In einem Zeitraum zwischen 550 und 750 ms nach Darbietung von S 1 kann die maximale Amplitude der so genannten frühen Komponente der CNV (iCNV) gemessen werden. Individuell für jede Versuchsperson wurde die jeweils maximale Amplitude in diesem Zeitintervall ermittelt. Die Latenz der jeweils individuellen maximalen Amplitude stellte dabei den Mittelpunkt eines individuellen Fensters von 200 ms dar, welches die jeweils individuelle frühe Komponente einer Versuchsperson definierte. Die mittlere Amplitude dieses individuellen Fensters wiederum stellte den individuellen Wert der frühen CNV- Komponente der entsprechenden Versuchsperson dar. Die späte Komponente der CNV (ICNV) wurde repräsentiert durch die mittlere Amplitude der letzten 200 ms vor dem Einsetzen des imperativen Reizes (S 2) (Kropp und Gerber, 1995). Der Wert für die Gesamt- CNV ergab sich jeweils durch den Mittelwert der Amplitude der CNV im Interstimulusintervall zwischen S 1 und S 2.

### **9.2.1.1 Habituation**

Sowohl die Amplitude der Gesamt- CNV als auch die Amplituden der frühen und der späten Komponente können dabei als Ausdruck der kortikalen Aktivierung, die im Rahmen einer Orientierungsreaktion abläuft, angesehen werden. Die Habituation der kortikalen Aktivierung wurde berechnet, indem die jeweils 32 Go- trials sowie die acht Durchgänge vom NoGo- Typus (insgesamt 40 Durchgänge) jeweils bezüglich ihrer Gesamt- CNV sowie der einzelnen CNV- Komponenten in acht Blöcke zu jeweils vier hintereinander folgenden Go- trials aufgeteilt wurden und über diese acht Blöcke hinweg eine Regression mit der Gleichung  $y =$

$ax + b$  gerechnet wurde. Die Habituation wurde also in Form eines linearen Trends über die acht aufeinander folgenden Blöcke berechnet (Kropp & Gerber, 1995).

### **9.2.2 Messverfahren/Geräte und Signalaufbereitung**

Die Erfassung der contingent negativen Variation erfolgte über eine dreikanalige EEG-Ableitung von den Kopfpositionen CZ, C 3 und C 4 nach dem internationalen Zehn-Zwanzig-System. Zur Bestimmung der Lokalisation der Elektrodenposition CZ (Vertex) wurde einerseits die Strecke zwischen Nasion und Inion sowie die Strecke zwischen den beiden präaurikulären Punkten halbiert. Die Kreuzung dieser beiden Linien ergab die Elektrodenposition CZ. Die Elektrodenposition für C 3 und C 4 befindet sich dann jeweils links (C 3) bzw. rechts (C 4) im Abstand von 20 % der Länge der Gesamtstrecke zwischen den beiden präaurikulären Punkten. Die so ermittelten Ableitpunkte wurden zunächst auf der Kopfhaut markiert und zur Verringerung des Übergangswiderstandes mit 96 %-igem Alkohol gereinigt und entfettet. Wegen der relativ niedrigen Ausgangsspannung der kortikalen Potentiale wurden nicht polarisierende Ag/AgCl -Elektroden verwendet. Es handelte sich hierbei um Einmalklebe-Elektroden mit Schaumstoffpflaster und Solidgel (Red Dot™, 3 M) mit einer elektrisch wirksamen Elektrodenfläche von  $A=0,8\text{cm}^2$ , die konstante Ableitbedingungen gewährleisten sollten. Um eine gute Haftung dieser insgesamt 5 cm im Durchmesser betragenden Klebeelektroden sicherzustellen, wurde einerseits das Haupthaar an der entsprechenden Ableitstelle gescheitelt als auch die angeklebte Elektrode mittels einer Elektrodenhaube (Fabrikat „Nihon- Kohden“) auf die Kopfhaut gedrückt.

Da die Problemstellung eine unipolare Ableitung erforderte, wurden neben diesen aktiven Ableitungspunkten zusätzlich inaktive Referenzpunkte an den Mastoiden mit Elektroden versehen und somit die Potentialdifferenz zwischen den aktiven Ableitpunkten CZ, C 3 und C4 sowie den Mastoiden abgeleitet. Die Erdung erfolgte durch eine entsprechende Elektrode, die auf der Stirnmitte platziert wurde. Lid- und Augenbewegungen, deren elektrische Signale aufgrund der notwendigen hohen Verstärkung der relativ niedrigen Ausgangsspannung der kortikalen Potentiale ebenfalls verstärkt werden und somit biologische Artefakte darstellten, wurden mittels eines bipolaren vertikalen EOG jeweils 2 cm ober- und unterhalb des rechten Auges im Bereich des Musculus orbicularis oculi abgeleitet.

Die an den beschriebenen Ableitorten platzierten Elektroden wurden über elektrische Kabel mit einer so genannten Brause des EEG-Gerätes, Fabrikat „Nihon- Kohden“ (JE-412-A) verbunden, an der der Elektrodenübergangswiderstand geprüft werden konnte. Dieser hatte idealerweise zwischen 3 und 6 k $\Omega$  zu liegen. Im Falle einer Abweichung wurde die entsprechende Elektrodenposition korrigiert, so dass der Richtwert eingehalten werden konnte.

Die abgeleitete hirnelektrische Aktivität wurde zunächst in ein EEG-Gerät (Nihon- Kohden-Polygraph 4314) geleitet und dort elektrisch verstärkt. Es wurde eine Zeitkonstante von  $t = 5$  s und ein Tiefpassfilter von  $f = 35$  Hz gewählt. Das EOG wurde mit einer Zeitkonstanten von  $t = 0,3$  s und einem Tiefpassfilter von  $f = 70$  Hz erfasst. So konnten Störeinflüsse ausgeschaltet werden und die relativ niedrige Ausgangsspannung der Hirnpotentiale (im Bereich von 1  $\mu$ V) elektronisch weiterverarbeitet werden. Dies geschah nach einer Umwandlung des analogen Signals in einem A/D-Wandler DT 2821 (100 Hz-Abtastfrequenz pro Kanal), von dessen insgesamt 16 Eingangskanälen drei für das EEG und einer für das EOG sowie ein Digital-Input für den Handschalter belegt wurden. Nach der analog-digitalen Wandlung wurde das hirnelektrische Signal in einen IBM-kompatiblen PC geleitet und dort mittels eines im Institut für Medizinische Psychologie des Klinikums der Universität Kiel entwickelten CNV-Aufzeichnungs- und Auswertungsprogramms, Version 5.3 (Peter Weber, Magdeburg), aufgezeichnet und weiterverarbeitet. Diese Weiterverarbeitung erfolgte online/zeitgleich zur Untersuchungssituation.

### **9.3 Reaktionszeit**

Als weiterer Indikator für die Aufmerksamkeit und Motivation der Versuchspersonen wurde die verstrichene Zeit zwischen imperativem Stimulus (S 2) und erfolgten Tastendruck zum Abschalten des akustischen Signals herangezogen. Diese Reaktionszeit (RT) setzt sich aus einer sensorischen und einer motorischen Reizleitungszeit sowie der zentralen kognitiven Verarbeitungszeit zusammen. Da sie hinsichtlich ihrer sensorischen und motorischen Komponenten (Zeiten) als konstant angesehen werden kann, können auftretende intra- und interindividuelle Unterschiede in der Reaktionszeit auf unterschiedliche kognitive Verarbeitungszeiten zurückgeführt werden (Schmidt & Thews, 1995). Diese kognitive Phase wird auch „mentale Vorphase der Einstellung“ oder „motorische Vorbereitungsphase“

genannt und wird durch Aufmerksamkeitsprozesse beeinflusst. Für die in diesem Fall von den Probanden geforderte Wahlreaktion wird eine durchschnittliche Reaktionszeit von 140 ms erwartet. Diese entspricht der einfachen Reaktionszeit auf einen akustischen Reiz, da die Versuchsperson vor dem imperativen Reiz (S 2) einen Hinweisreiz (S 1) erhalten hat und Vorinformationen über die durchzuführende Bewegung hatte. Der Tastendruck zur Beendigung des imperativen Stimulus wurde dabei durch eine Daumenbewegung der dominanten Hand ausgelöst, in welcher die Versuchspersonen einen mit dem bereits beschriebenen A/D-Wandler verbundenen Handschalter hielt.

## **9.4 Psychologische Variablen**

### **9.4.1 Subjektive Beeinträchtigung durch den Tinnitus (TF)**

Die subjektive Beeinträchtigung durch das Ohrgeräusch wurde mit Hilfe des Tinnitus-Fragebogens (TF) in der Version von Goebel und Hiller (1994) als deutscher Übersetzung des Fragebogens von Hallam et al. (1988) erhoben, wobei sechs abgrenzbare Beschwerdebereiche als Folge des bestehenden Ohrgeräusches erfasst werden. Dies sind die Bereiche emotionale Belastung, kognitive Belastung, Penetranz, Hörprobleme, Schlafstörungen und somatische Beschwerden. Der Fragebogen umfasst 42 Items, wobei die Einzelitems ungleichmäßig auf die unterschiedlichen Skalen verteilt sind und pro Item maximal zwei Punkte als Ausdruck der Zustimmung zu den genannten Belastungsaspekten des Tinnitus kodiert werden können (0 Punkte= stimmt nicht, 1Punkt=stimmt teilweise, 2 Punkte=stimmt).

Als Parameter für die Belastungen durch den Tinnitus wurden zum einen der Gesamtwert des Tinnitus- Fragebogens (TINNGES) sowie die Einzelskalen emotionale Belastung (TINFE, n = 12 Items) sowie die Skala kognitive Belastung (TINFC, n = 8 Items) herangezogen. Die Skalen emotionale und kognitive Belastung, welche negativ verzerrte Denkmuster gegenüber dem Tinnitus sowie emotionale Reaktionen auf den Tinnitus beschreiben, interessierten in dieser Untersuchung besonders im Zusammenhang mit den Aufmerksamkeitsparametern (CNV, d 2 und SAM), wobei ein bedeutsamer statistischer Zusammenhang zwischen der Bewertung des Symptoms als bedrohlich und physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsprozessen angenommen wurde. Für den Grad der subjektiven Beeinträchtigung durch den Tinnitus insgesamt wurde ein positiver signifikanter Zusammenhang zu der Erkrankungsdauer (Einwirkzeit des Symptoms) angenommen.

Trotz vorhandener alternativer Instrumente zur Erfassung Tinnitus- bezogener Beschwerden wie dem „Tinnitus handicap questionnaire“ (Kuk et al, 1990) oder dem „Tinnitus severity questionnaire“ von Coles et al. (1992) wurde dem Tinnitus- Fragebogen von Hallam et al. (1988) in der deutschen Übersetzung von Goebel und Hiller (1994) der Vorzug gegeben, da dieser ein breiteres Spektrum des klinischen Bildes des Tinnitus aurium abdeckt. Während der „Tinnitus handicap questionnaire“ nur drei Faktoren der Beeinträchtigung durch den Tinnitus erfasst (soziale, emotionale und körperliche Schwierigkeiten) und der „Tinnitus severity questionnaire“ nur auf einen Faktor begrenzt ist, deckt der Tinnitus- Fragebogen sechs Beschwerdebereiche ab, die mit dem Tinnitus einhergehen (Goebel und Hiller, 1994). Normwerte für dieses Messinstrument existieren nicht explizit, allerdings geben Goebel und Hiller (1994) 52 Punkte als einen durchschnittlichen Gesamtscore (TINNGES) bei Patienten in psychosomatischen Kliniken an. Die Test- Retest- Reliabilität für den TF-Gesamtscore betrug 0,94 und für die einzelnen Skalen jeweils  $> 0,85$  (Goebel und Hiller, 1994). Somit kann die Reliabilität des Fragebogens als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Dagegen kann der Zusammenhang zwischen dem TF-Gesamtscore bzw. den Skalen emotionale und kognitive Belastung des Tinnitus- Fragebogens und anderen psychologischen Skalen, die die Belastung durch körperliche Beschwerden messen, als gering bis mittelgradig beschrieben werden. So geben Goebel und Hiller (1994) die Produktmomentkorrelation zwischen dem TF-Gesamtscore und den globalen Werten der SCL-90-R (Index für Schweregrad bzw. Belastung durch bestehende Körpersymptome) zwischen 0,41 und 0,45 an und die Korrelation zwischen den Skalen emotionale und kognitive Belastung des Tinnitus- Fragebogens und der Skala Depressivität in der SCL-90-R mit 0,51 an. Der Zusammenhang zwischen dem TF-Gesamtscore und der FPI-R-Skala (Freiburger Persönlichkeits-Inventar) körperliche Beschwerden wird mit 0,37 angegeben. Diese eher niedrigen Korrelationen werden von Goebel und Hiller dahingehend interpretiert, „dass mit dem TF offenbar eher spezielle Tinnitus- bezogene Merkmale erfasst werden, die in weiten Bereichen nicht mit allgemeinen psychologischen Symptomen oder Persönlichkeitsdimensionen vergleichbar sind.“

Des Weiteren wurde die subjektive Beeinträchtigung aller Probanden im Sinne ihres Grades der Depressivität über den BDI (Beck-Depressions-Inventar, Beck et al, 1961) erhoben. Der Vorteil dieses Messinstruments gegenüber anderen Fragebögen zur Depressivitätsmessung wie z. B. der Depressionsskala (DS von Zerssen, 1976) oder der im anglo- amerikanischen Sprachraum eingesetzten Zung- Depression- Scale (Zung, 1965) liegt in der Möglichkeit,

neben dem allgemeinen Depressivitätsgrad auch die kognitiven, emotionalen und somatischen Aspekte depressiver Reaktionen differenziert zu erfassen (Kammer, 1983). Dabei werden die kognitiven Aspekte des depressiven Zustandsbildes im Wesentlichen über die beiden Skalen „Selbstbestrafung“ und „Schuldgefühle“ erfasst, der emotionale Aspekt über die Skala „allgemeine Traurigkeit“ und der somatische Aspekt des depressiven Zustandsbildes über die Skala „somatische Beschwerden“. Die Reliabilität des Instrumentes kann aufgrund seiner inneren Konsistenz von 0,82 als gut bezeichnet werden. Mit diesem Instrument sollte zum einen insgesamt die Ausprägung depressiver Symptome im Vergleich zu den gesunden Probanden festgestellt werden und damit eine Stichprobenbeschreibung hinsichtlich dem Vorliegen emotionaler, kognitiver oder somatischer Aspekte eines depressiven Zustandsbildes vorgenommen werden. Es wird dabei erwartet, dass die Gruppe der Tinnituspatienten im Vergleich zu den gesunden Probanden aufgrund des Vorliegens eines ständigen Ohrgeräusches sich stärker emotional belastet fühlen und vermehrte somatische Störungen (Schlafstörungen, negatives Körperbild) angeben als gesunde Probanden.

#### **9.4.2 Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2- Test)**

Zur Beantwortung der Frage, ob sich die Untersuchungsgruppen hinsichtlich ihrer nach außen gerichteten Aufmerksamkeit unterscheiden, wurden die Probanden mittels des Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2) (Brickenkamp, 1994) untersucht. Der d2 gehört zur Kategorie der allgemeinen Leistungstests und verlangt eine auf externe visuelle Reize bezogene Konzentrationsleistung. Diese kommt zustande durch die individuelle Koordination von Antrieb und Kontrollfunktionen, die sich im d2 in drei Verhaltenskomponenten manifestieren:

1. Tempo bzw. Quantität, gemessen über den d2-Gesamtrahwert (GZ), gibt Auskunft über den Antrieb bzw. die Wachheit oder Anspannung einer Person
2. Qualität oder Güte und Sorgfalt der Bearbeitung, gemessen über den Fehlerrohwert, gibt Auskunft über Kontrollfunktionen bzw. über die Güte selektiver Orientierungsfähigkeit
3. Zeitlicher Verlauf der Leistung, erfasst über die Schwankungsbreite, gibt Rückschlüsse auf Besonderheiten des Antriebsverhaltens wie Anfangserregung, Konstanz oder Instabilität der Leistung bzw. Ermüdbarkeit

Die Reliabilität dieses Leistungstest wird von den Autoren mit einer durchgängig hohen internen Konsistenz von  $r_{tt} > 0,90$  für die Mengenleistung GZ angegeben. Diese wurde berechnet über die Korrelationskoeffizienten der Spearman-Brown-Formel bzw. nach Guttman, wobei verschiedene Unterteilungstechniken (Odd Even, Split-half, Zwei-Zeilenkorrelation), angewandt wurden. Für den Fehlerrohwert und die Schwankungsbreite lag die interne Konsistenz des Messinstrumentes, berechnet über Rangkorrelationen, ebenfalls über 0,90. Bezüglich der Konstruktvalidität des Instrumentes finden sich nach Angaben von Brickenkamp (1994) relativ hohe Korrelationen (im Mittel  $r > 0,63$ ) für psychisch gesunde Probanden zwischen dem Bearbeitungstempo GZ und dem entsprechenden Leistungswert des Revisionstestes. Die Korrelation des d2-Gesamtrohwertes (GZ) mit dem Konzentrationsleistungstest (KLT) und dem Pauli- Test werden mit  $r \geq 0,50$  angegeben, womit es sich nach Guilford (1956) um moderate bis hohe Zusammenhänge handelt. Die Sorgfaltsleistung im Test d2 (Fehler %) korreliert nach Brickenkamp (1994) im Allgemeinen mäßig mit den entsprechenden Variablen des Konzentrationsleistungstests und des Konzentrationsverlaufstests ( $r > 0,46$ ). Eine signifikante Korrelation zwischen den d2-Testwerten und den Subtests von Intelligenztests, z. B. Intelligenzstrukturtest (IST) oder des Culture Fair Intelligence-Tests (CFT 3) besteht bei psychisch nicht beeinträchtigten Probanden nicht ( $r < 0,20$ ). Merklich höhere Korrelationen finden sich allerdings bei Patienten mit manifesten zerebralen Erkrankungen sowie psychiatrischen Patienten mit Anfallsleiden ( $r > 0,40$ ).

Der d2 wird somit als ein Instrument zur Erhebung der nach außen gerichteten Aufmerksamkeit eingesetzt, welche als Gegenkonstrukt zur Selbstaufmerksamkeit angesehen wird. Da für die Probanden der Tinnitusgruppe eine erhöhte Selbstaufmerksamkeit angenommen wird, werden für den d2 schlechtere Leistungen hinsichtlich des Gesamtrohwertes sowie ein größerer Fehleranteil und eine größere Schwankungsbreite für die Gruppe der Tinnituspatienten im Vergleich zu den gesunden Probanden angenommen.

### **9.4.3 Selbstaufmerksamkeits-Fragebogen (SAM)**

Der SAM von Filipp und Freudenberg (1989) misst die Tendenz, die eigene Person in den Fokus der Aufmerksamkeit zu rücken. Es handelt sich dabei also um ein habituelles Merkmal, welches in diesem Fragebogen nochmals in zwei weitere Aspekte der Selbstaufmerksamkeit differenziert wird. Zum einen wird die so genannte „private Selbstaufmerksamkeit“

gemessen, die sich auf das Erkennen der eigenen Bedürfnisse, Absichten sowie die Beobachtung kognitiver, emotionaler und somatischer Vorgänge bezieht. Des Weiteren wird die so genannte „öffentliche Selbstaufmerksamkeit“ erhoben, die sich mit der Wirkung der eigenen Person auf andere beschäftigt im Sinne einer Vermeidung negativer Beurteilungen durch andere.

In diesem vollstandardisierten Verfahren zur Selbstbeurteilung ist von den Probanden auf einer 5- Punkte- Skala die Auftretenshäufigkeit von Gedanken anzugeben, „die auftreten können, wenn man sich mit sich selbst beschäftigt“. Die Reliabilität dieses Fragebogens kann mit einer internen Konsistenz (Cronbach alpha) von 0.83 sowie mit einer Split- half- Reliabilität von 0.77 als gut bezeichnet werden. Als Normwerte für eine gesunde Population werden für die Skala „private Selbstaufmerksamkeit“ ein Punktwert von 46 (entsprechend einem Prozentrang = 50) sowie für die „öffentliche Selbstaufmerksamkeit“ ein Punktwert von 44 (entsprechend einem Prozentrang = 50) angegeben. Für „eine kranke Teilpopulation“ (Krebspatienten, Alkoholiker und HIV-positive) wird der Prozentrang = 50 für die Skala private Selbstaufmerksamkeit bei 47 Punkten angegeben, für die Skala öffentliche Selbstaufmerksamkeit ein Punktwert von 49 angegeben. Es wird erwartet, dass die Selbstaufmerksamkeit der Tinnituspatienten vor allen Dingen in der Skala private Selbstaufmerksamkeit höher liegt als der Punktwert der gesunden Teilstichprobe.

#### **9.4.4 Eigenschaftswörterliste (EWL)**

Zur Überprüfung der Homogenität der Gruppen hinsichtlich ihres aktuellen Aktivierungsgrades vor Beginn der psychophysiologischen Untersuchung wurde die Kurzform der Eigenschaftswörterliste (EWL-K) von Janke und Debus (1978) eingesetzt. Die EWL ist ein mehrdimensionales Verfahren zur quantitativen Beschreibung des aktuellen Befindens einer Person. In der Kurzform (EWL-K) wird dem Probanden eine Auswahl von 123 Eigenschaftswörtern vorgelegt, auf der der Proband zum Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein von 14 unterschiedlichen Befindlichkeitsaspekten Stellung nimmt. Diese Befindensaspekte entsprechen den Subskalen der EWL-K und umfassen die Subskalen „Aktiviertheit“, „Konzentriertheit“, „Desaktiviertheit“, „Müdigkeit“, „Benommenheit“, „Extravertiertheit“, „Introvertiertheit“, „Selbstsicherheit“, „gehobene Stimmung“, „Erregtheit“, „Empfindlichkeit“, „Ärger“, „Ängstlichkeit“, „Deprimiertheit“, „Verträumtheit“. Diese Subskalen können wiederum zu verschiedenen Befindlichkeitsbereichen

zusammengefasst werden. Diese sind leistungsbezogene Aktivität (entspricht der Subskala „Aktiviertheit“), „Extra- Introversion“, „Allgemeines Wohlbehagen“ (entspricht den Subskalen „Selbstsicherheit“ und „Gehobene Stimmung“), „Allgemeine Desaktivität“ („Desaktiviertheit“, „Müdigkeit“, „Benommenheit“), emotionale Gereiztheit („Erregtheit“, „Empfindlichkeit“, „Ärger“) sowie Angst („Ängstlichkeit“, „Deprimiertheit“, „Verträumtheit“). Die Reliabilität der einzelnen Skalen dieses Messinstrumentes kann mit einer internen Konsistenz (Cronbach alpha) für eine Patientenstichprobe von Patienten mit neurotischen und psychosomatischen Störungen im Bereich von 0.62 bis 0.93 in einem Bereich angegeben werden, der auf eine bis sehr hohe Reliabilität schließen lässt. Ähnliches gilt für die Split- half- Reliabilität, die in einem Bereich von 0.51 bis 0.63 angegeben wird, wobei jeweils die geringsten Reliabilitätskoeffizienten für die Subskalen „Benommenheit“, „Extravertiertheit“, „Empfindlichkeit“ und „Verträumtheit“ angegeben werden. Die besten Reliabilitätskoeffizienten werden erzielt für die Subskalen „Gehobene Stimmung“, „Deprimiertheit“ und „Empfindlichkeit“. Bezüglich der Validität der Eigenschaftswörterliste wird von Janke und Debus „im Großen und Ganzen eine hohe Konsistenz der Interkorrelationskoeffizienten angegeben“, die „darauf hinweist, dass das Zueinander der Subskalen erstaunlich invariant ist gegenüber den verschiedenen Variationen der Stichproben. Alter, Geschlecht, Schulbildung, Tageszeiten u. a. spielen eine relativ geringe Rolle.“

Für die hier vorgelegte Untersuchung wird angenommen, dass sich die aktuelle Befindlichkeit der Tinnituspatienten nicht wesentlich von der der Migräne- Patienten und der gesunden Probanden unterscheidet und damit die psychophysiologische Ausgangslage der Probanden für die anschließend durchgeführte CNV-Untersuchung nicht bedeutsam unterscheidet.

## **10. Untersuchungsablauf**

Die Untersuchung erfolgte im Psychophysiologischen Labor des Instituts für Medizinische Psychologie des Universitätsklinikums Kiel und wurde ausschließlich von der Autorin der Arbeit durchgeführt. Die Untersuchungstermine waren dabei gleichmäßig über alle Tageszeiten verteilt, um Fehler durch ein systematisches Einwirken des Bio-Rhythmus auf die Aufmerksamkeitsleistung der Probanden zu vermeiden. Die gesunden Kontrollpersonen wurden über Aushänge in öffentlichen Einrichtungen bzw. über direkte Ansprache angeworben. Die Abklärung der Teilnahme Kriterien sowie die Terminabsprache erfolgte

telefonisch. Die durchgeführte Untersuchung stellte dabei für die Tinnituspatienten gleichzeitig die Eingangsdiagnostik für eine nachfolgende Behandlung im Sinne einer Retrainingtherapie in einer kooperierenden HNO-Praxis dar. Die Rekrutierung der Tinnituspatienten erfolgte über die behandelnden Ärzte in unterschiedlichen ambulanten Einrichtungen bzw. über ein Zeitungsinserat. Die Rekrutierung der Migränepatienten erfolgte ebenfalls über die behandelnden Ärzte der Kopfschmerzambulanz (siehe Punkt „Stichprobenbeschreibung“). Dabei wurden die Kriterien zur Teilnahme an der Untersuchung von dem behandelnden Arzt bzw. im Fall der Rekrutierung über die Zeitungsannonce von der Versuchsleiterin abgeklärt und anschließend ein Untersuchungstermin vereinbart. Zwischen der telefonischen Terminabsprache und dem Zeitpunkt der Untersuchungsdurchführung wurden die Patienten gebeten, zu Hause ein Fragebogenpaket zu beantworten (siehe Tabelle 10- 1 „Untersuchungsablauf“).

Tabelle10- 1: Untersuchungsablauf

<b>Zeitpunkt</b>	<b>Instrumente</b>	<b>Dauer</b>
<b>Tage vor der CNV-Untersuchung</b>	Tinnitus-Anamnese Tinnitus-Fragebogen (TF) BDI SAM	Insgesamt ca. 1 Std.
<b>Am Tag der CNV-Untersuchung:</b>	d2	ca. 5 min
	EWL	ca. 10 min
	CNV	insges. ca. 40 min
	Beratung	ca. 50 min
		Insgesamt: 1 Stunde 45 min

Das Fragebogenpaket bestand aus einem Anamnesebogen, dem Tinnitus- Fragebogen (TF), dem Beck-Depressions-Inventar (BDI) sowie dem Selbstaufmerksamkeits-Fragebogen (SAM). Diese Fragebögen brachten die Probanden ausgefüllt zum Untersuchungstermin mit. Am Tag der CNV-Untersuchung wurden die Probanden nach der Begrüßung durch die Versuchsleiterin von ihr darüber informiert, dass es bei der Untersuchung darum gehe, das Phänomen „Tinnitus/Ohrgeräusche“ weiter zu untersuchen, um daraus ggf. später Behandlungsschritte ableiten zu können. Genauere Informationen sollten den Probanden im Anschluss an die durchgeführte Untersuchung gegeben werden. Daraufhin unterschrieben sie eine Einverständniserklärung. Die zu dem Zeitpunkt von den Probanden gestellten Fragen wurden von der Versuchsleiterin beantwortet, ohne konkret auf die Fragestellung der Untersuchung einzugehen. Die Patienten wurden darüber informiert, dass sie als Gegenleistung für ihre Teilnahme an der Untersuchung auf Wunsch eine verhaltensmedizinische Beratung zum Umgang mit dem Ohrgeräusch durch Versuchsleiterin erhalten konnten. Die Migräne- Patienten sowie die gesunden Kontrollpersonen wurden darüber informiert, dass sie als Vergleichspersonen fungierten. Die Migräne- Patienten konnten ebenfalls als Gegenleistung für ihre Teilnahme im Anschluss an die Untersuchung eine verhaltensmedizinische Beratung zum Umgang mit ihrer Migräne erhalten. Nachdem das Einverständnis der Probanden gegeben war und sie über den Untersuchungsablauf informiert worden waren, wurde mit den Patienten und den gesunden Probanden der Anamnesefragebogen durchgegangen, auf Vollständigkeit überprüft und ggf. noch fehlende Informationen ergänzt. Anschließend wurden der Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2) sowie die Eigenschaftswörterliste (EWL) durchgeführt.

Zur Durchführung des Aufmerksamkeits-Belastungstests (d2) wurde den Probanden das entsprechende Aufgabenblatt vorgelegt und die Instruktion gegeben, dass jedes „d“ mit zwei Strichen durchzustreichen sei. Die Überprüfung des Aufgabenverständnisses erfolgte anschließend anhand der Bearbeitung der entsprechenden Übungszeile. War das Aufgabenverständnis gegeben, erfolgte die eigentliche Testdurchführung, wobei darauf hingewiesen wurde, dass die Bearbeitung einer Zeile jeweils nach 20 Sekunden zu beenden sei und auf Zuruf eine neue Testzeile sofort anzufangen sei. Zudem wurde die Anweisung gegeben, so schnell wie möglich, aber natürlich auch ohne Fehler zu arbeiten. Nach Testende wurde von der Versuchsleiterin eine grobe Auswertung der Gesamtleistungsmenge vorgenommen, was für den Probanden eine kurze Ruhepause bedeutete und es ihm ermöglichen sollte, zu seinem allgemeinen Aktivierungsniveau zurückzukehren.

Anschließend wurde dem Probanden die Eigenschaftswörterliste (EWL-K) vorgelegt mit der Bitte, mittels der dort aufgeführten Eigenschaftswörter die aktuelle (momentane) Befindlichkeit anzugeben. Anschließend wurden die Probanden zur Durchführung der CNV-Untersuchung in einen Experimentalraum geführt, der mit dem daneben liegenden Datenaufzeichnungsraum direkt verbunden war.

Zur Durchführung der CNV-Untersuchung wurden die Probanden anschließend in einen psychophysiologischen Untersuchungsraum geführt, der mit dem daneben liegenden Datenaufzeichnungsraum direkt verbunden war. Die Versuchsleiterin informierte die Probanden mündlich über den nachfolgenden Versuchsablauf (Die dabei standardisiert verwendeten Instruktionen befinden sich im Anhang.). Dabei wurden die Probanden gebeten, eine entspannte Sitzhaltung in einem senkrecht stehenden Entspannungssessel einzunehmen, dabei die Beine nicht übereinander zu schlagen und Augenbewegungen möglichst zu vermeiden (d. h. nicht zu blinzeln oder die Augen zu schließen). Zur Vermeidung dieser Augenbewegungen wurden die Probanden aufgefordert, einen gekennzeichneten Punkt an der gegenüberliegenden Wand zu fixieren. Die Versuchsteilnehmer wurden darüber informiert, dass sie die Aufgabe hätten, drei vom Computer generierte Töne unterschiedlicher Tonhöhe zu diskriminieren und auf den höchsten dieser Töne mit einem schnellstmöglichen Tastendruck zu reagieren. Anschließend wurde im Nebenraum die Datenerfassung vorbereitet. Dabei wurde zunächst die Testspezifikation des CNV-Paradigmas vorgenommen, wobei die Bezeichnung der Eingangskanäle, die Länge der verschiedenen Intervalle, Tonhöhe und -dauer der Stimuli, die Triggerschwelle für das EOG sowie die Anzahl der Go- und NoGo-CNV-trials festgelegt wurde. Dabei wurden folgende Einstellungen vorgenommen:

Triggerschwelle EOG	$U = 10 \mu\text{V}$
Prä-Stimulus-Intervall	$t_1 = 1 \text{ s}$
Inter-Stimulus-Intervall	$t_2 = 3 \text{ s}$
Post-Stimulus-Intervall	$t_3 = 2 \text{ s}$
Intertrial-Intervall	$t = 6 - 10 \text{ s}$ , zufällig variierend
Erster Stimulus	$f = 1.000 \text{ Hz}$ , $t = 100 \text{ ms}$ , Sinus
Zweiter Stimulus	$f = 2.500 \text{ Hz}$ , $t = 2.500 \text{ ms}$ , Sinus
Dritter Stimulus (NoGo)	$f = 250 \text{ Hz}$ , $t = 100 \text{ ms}$ , Sinus
Anzahl CNV-Trials	$n_{\text{ges.}} = 40$
Davon Anzahl in Go-Mode	$n_{\text{cnv}} = 32$
Kanalanzahl	4 (EOG, Cz, C3, C4)

Anschließend wurde die Patientenspezifikation mit Angabe der Versuchsperson-Nummer, Alter, Geschlecht sowie der Angabe der Nummer der Untersuchungsgruppe vorgenommen, wodurch eine eindeutige Zuordnung der gewonnenen Datensätze gewährleistet wurde. Anschließend erfolgte die Kalibrierung des EEG-Gerätes, indem durch Betätigung der Kalibrierungstaste des EEG-Gerätes Rechteck-Impulse mit einer Kalibrierungsspannung von 50  $\mu\text{V}$  erzeugt wurden. Damit war das System für die Datenerfassung vorbereitet und es konnten die drei unterschiedlichen akustischen Stimuli der Versuchsperson präsentiert werden. Dabei wurde sichergestellt, dass diese Töne von der Versuchsperson ausreichend gut gehört werden und auch als drei unterschiedliche Töne identifiziert werden konnten. Die Töne wurden dabei von dem für die Datenaufzeichnung verwandten PC generiert und mit Hilfe eines externen Verstärkers verstärkt. Die Darbietung erfolgte durch einen Lautsprecher hinter dem Kopf der Versuchsperson im Freifeld in einer Lautstärke von etwa 75 dB (A).

Bei erfolgreich durchgeführter Diskriminierung der drei präsentierten Töne wurden die Probanden nochmals auf die wesentlichen Punkte der Instruktion hingewiesen wie die Vermeidung von Augenbewegungen, artefaktfreies Betätigen der Signaltaste sowie Aufforderung zum schnellstmöglichen Tastendruck als Reaktion auf S 2. Anschließend wurden den Probanden die Möglichkeit gegeben, Fragen zu stellen sowie Auskunft zur voraussichtlichen Versuchsdauer (ca. 15 Minuten) gegeben. Zu Beginn der Messung wurde von der Versuchsleiterin die digitale Datenaufzeichnung gestartet. Bei langsamen Reaktionsgeschwindigkeiten von  $> 400$  ms oder fehlerhaften (zu frühen) motorischen Reaktionen der Versuchsperson wurde der jeweilige Trial verworfen und die Versuchsperson erneut darauf hingewiesen, mit dem Tastendruck so schnell wie möglich den hohen Ton abzustellen. Ebenfalls verworfen wurden Messdurchgänge mit einer EOG- Amplitude, die die Schwelle von 10  $\mu\text{V}$  überschritten hatte. Bei mehr als drei diesbezüglich aufgetretenen Artefakten wurde der Proband darauf hingewiesen, die Augenbewegungen möglichst zu vermeiden, d. h. nicht zu blinzeln. Die CNV-Messung wurde automatisch vom Programm beendet, wenn 40 artefaktfreie Durchgänge, d. h. 32 Durchgänge vom Go-Typus sowie acht Durchgänge vom NoGo-Typus aufgezeichnet worden waren. Im Anschluss daran wurden die Daten abgespeichert und jeweils für die 32 Go-Durchgänge sowie für die acht NoGo-Durchgänge eine gemittelte CNV-Kurve berechnet. Die gemittelte CNV-Kurve der Go-Durchgänge wurde anschließend der Versuchsperson gezeigt und anhand dieser Kurve der theoretische Hintergrund der durchgeführten Untersuchung sowie die individuelle CNV-

Kurve des Probanden erläutert. Für die Probanden der beiden Patientengruppen (Tinnitus- und Migränepatienten) erfolgte darüber hinaus eine verhaltensmedizinische Beratung, die den Einfluss von Gedanken (Bewertung des Symptoms), Gefühlen sowie der Aufmerksamkeitsfokussierung auf die Symptomwahrnehmung erläuterte (für die Tinnituspatienten). Den Migränepatienten wurde der Zusammenhang zwischen breit gefächerter Aufmerksamkeit, kortikaler Aktivierung und deren Rolle bei der Entstehung von Migräneattacken verdeutlicht.

## **11. Statistische Analyse**

In der vorliegenden Untersuchung sollte zum einen die Frage nach Unterschieden zwischen Tinnitus- Patienten und gesunden Kontrollpersonen bzw. Migränikern hinsichtlich physiologischer und psychologischer Aufmerksamkeitsparameter beantwortet werden. Zum anderen wurde der Frage nachgegangen, ob Zusammenhänge zwischen Aufmerksamkeitsparametern und der Bewertung des Symptoms sowie Zusammenhänge zwischen diesen Parametern und der Erkrankungsdauer bestehen.

Die Ermittlung der Rohdaten erfolgte für die CNV-Daten wie in Kapitel 9.2 und Kapitel 10 beschrieben. Die Rohdaten der psychologischen Variablen wurden analog dem von den jeweiligen Testautoren angegebenen Auswertungsverfahren ermittelt.

Bei den erhobenen Daten handelte es sich um kontinuierliche Daten unabhängiger Stichproben, für die Varianzhomogenität vorlag (Bartlett-Test, bei ungleichen Gruppengrößen ) sowie bis auf eine Ausnahme Normalverteilung gegeben war ( Kolmogorov-Smirnov-Test). Zur Überprüfung der Unterschiedshypothesen wurden multiple Mittelwertvergleiche mittels F-Test der einfaktoriellen Varianzanalyse, im Falle der CNV-Daten einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt (siehe Kapitel 12.1). Von der Durchführung mehrerer Einzel-Gruppen-Vergleiche (T-Tests) wurde wegen der Gefahr zufälliger Signifikanzen abgesehen. Post hoc Gruppenmittelwertvergleiche wurden mittels Scheffé-Test durchgeführt. In Einzelfällen erfolgten darüber hinaus Hypothesen entsprechend gezielte Einzelvergleiche zwischen der Gruppe der Tinnitus- Patienten und der gesunden Kontrollgruppe mittels T-Test. Da für die Variable „Schwankungsbreite“ (d2SB) keine

Normalverteilung gegeben war, wurde hier zur Überprüfung der Mittelwertunterschiede der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt.

Die Berechnung der Habitationsverläufe erfolgte wie von Gerber & Kropp (1993) beschrieben mittels Regressionsanalyse (Kapitel 12.1.2).

Die statistischen Zusammenhänge zwischen den untersuchungsrelevanten Parametern wurden mittels Pearson's-Produkt-Moment-Korrelation berechnet.

Die statistischen Berechnungen erfolgten mittels SPSS for Windows (Release 7.0, Standard Version, 1995).

## **12. Ergebnisse**

Nachfolgend werden die Ergebnisse zu den unter Punkt 7 aufgestellten Hypothesen aufgeführt. Entsprechend der dort formulierten Fragestellungen erfolgt zunächst die Ergebnisdarstellung hinsichtlich der erwarteten Gruppenunterschiede für die erhobenen Aufmerksamkeitsparameter. Anschließend erfolgt die Ergebnisdarstellung bezüglich des Zusammenhangs der psychologischen und physiologischen Parameter untereinander sowie deren Zusammenhang mit Erkrankungsdauer und der Symptomintensität.

### **12.1 Unterschiede zwischen Tinnitus- Patienten und Gesunden bezüglich der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter**

Es sollte die Frage beantwortet werden, ob sich Patienten mit einem chronischen Tinnitus aurium von gesunden Kontrollpersonen sowie von Migränepatienten hinsichtlich verschiedener Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden (Hypothesen U1 – U4). Insbesondere wurde für Tinnitus- Patienten eine schlechtere Habituation der kortikalen Aktivierung angenommen.

Diese Parameter wurden auf der physiologischen Reaktionsebene über die gezeigte kortikale Aktivierung (Amplituden und Habituation der CNV) und auf der kognitiven Reaktionsebene über den Gesamtrohwert, den Fehlerrohwert und die Streubreite des Aufmerksamkeits-Belastungs- Tests (d2) sowie den im Selbstaufmerksamkeitsfragebogen (SAM) angegebenen Gesamtrohwert sowie die Skalenroherte für die öffentliche und private Selbstaufmerksamkeit erhoben.

#### **12.1.1 Gruppenunterschiede in der Amplitude der CNV (Ableitposition CZ)**

Da es sich bei dieser Variablen um kontinuierliche Daten handelte und Normalverteilung sowie Varianzhomogenität der Daten gegeben war, erfolgte die Überprüfung der aufgestellten Hypothese (U1) bezüglich der Gesamt- CNV (tCNV) mittels einfaktorieller Varianzanalyse sowie die Überprüfung der auf die verschiedenen CNV- Komponenten (iCNV, ICNV, PINV) bezogenen Hypothesen mittels einfaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung.

Hinsichtlich der Gesamt- CNV ergab sich dabei ein tendenzieller Unterschied zwischen den Gruppenmittelwerten (Haupteffekt „Gruppe“,  $p=0,055$ ), wobei der post hoc durchgeführte

Einzelgruppenvergleich (Scheffé– Test) insbesondere einen tendenziellen Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppe der gesunden Versuchspersonen und der Gruppe der Tinnitus- Patienten auswies ( $p=0.06$ ). Die Ergebnisse dieser einfaktoriellen Varianzanalyse sind in Tabelle 12.1.1- 1 aufgeführt. Die grafische Darstellung der Gruppenmittelwerte der Amplituden der CNV erfolgt in Abbildung 12.1.1- 2. Der Verlauf der CNV- Kurven ist exemplarisch für eine Teilgruppe von Tinnitus- Patienten ( $n=13$ ) und gesunden Kontrollpersonen ( $n=11$ ) in Abbildung 12.1.1- 1 dargestellt.

Tab. 12.1.1- 1: Ergebnisse Gruppenunterschiede tCNV (CZ/GO): deskriptive Statistik (Gruppengröße  $n$ , Mittelwerte  $M$  und Standardabweichung  $SD$  für die einzelnen Gruppen in  $\mu V$ ) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, (\*)  $p<0,1$ , n.s.  $p>0,1$

Gruppe Scheffé –	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	Mean	F	Sig. Test (Sig.)
1 (Gesunde)	20	-4,95/4,4	Between Groups 120,5	2	60,3	3,1	0,06 (*)	Gruppe 1 vs. Gruppe 2 $p>0,1$ n.s.
2 (Migräne)	15	-7,3/4,9	Within Groups 1021,8	52	19,7			Gruppe 1 vs. Gruppe 3 $p<0,1$ (*)
3 (Tinnitus)	20	-8,4/4,1	Total 1142,4	54				Gruppe 2 vs. Gruppe 3 $p>0,1$ n.s.

Die Analyse der Gruppenunterschiede bezüglich der einzelnen CNV- Komponenten (iCNV, ICNV, PINV) ergab sowohl einen signifikanten Haupteffekt für die Komponenten (Faktor1,  $p<0,001$ ) als auch einen signifikanten Haupteffekt für die Gruppen (GR,  $p<0,01$ ), die Interaktion zwischen beiden wurde nicht signifikant (Faktor1\*GR,  $p>0,1$ ). Die Ergebnisse sind in Tab. 12.1.1- 3 wieder gegeben. Die post hoc durchgeführten Einzelgruppenvergleiche für jede Komponente ergaben bedeutsam unterschiedliche Amplitudenmittelwerte der gesunden Gruppe im Vergleich zu beiden Patientengruppen bezüglich der frühen Komponente (iCNV), sowie im Vergleich zur Tinnitus- Gruppe bezüglich der späten Komponente (ICNV). Der Mittelwert der gesunden Kontrollgruppe wies dabei jeweils den kleinsten negativen Wert auf.

Die Unterschiede zwischen Tinnitus- Gruppe und Migränegruppe in den mittleren Amplituden der iCNV waren nicht signifikant, bzgl. der ICNV jedoch tendenziell signifikant.

Bedeutende Unterschiede zwischen der Migräne- Gruppe und der Gruppe der gesunden Probanden in den mittleren Amplituden der ICNV zeigten sich nicht. Ebenfalls fanden sich keine Gruppenunterschiede hinsichtlich der mittleren Amplituden der PINV. Die Ergebnisse finden sich in Tab. 12.1.1- 2.

Tab. 12.1.1- 2: Ergebnisse Gruppenunterschiede iCNV, ICNV, PINV (CZ/GO): deskriptive Statistik (Gruppengröße n, Mittelwerte M und Standardabweichung SD für die einzelnen Gruppen, in  $\mu\text{V}$ ) und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse der post hoc Tests (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, (\*)  $p < 0,1$ , \*  $p < 0,05$ , n.s.  $p > 0,1$

Gruppe	n	iCNV	ICNV	PINV
		M/SD	M/SD	M/SD
1 (Gesunde)	20	-6,9/4,5	-6,5/5,9	0,2/7,6
2 (Migräne)	15	-12,0/5,8	-7,7/5,2	-0,6/8,0
3 (Tinnitus)	20	-11,2/5,1	-11,9/7,1	-4,4/6,3
Scheffé – Test (Sig.)	Gr. 1 vs.2: $p < 0,05$ * Gr. 1 vs. 3: $p < 0,05$ * Gr. 2 vs. 3: $p > 0,1$ n.s.	$p > 0,1$ n.s. $p < 0,05$ * $p < 0,1$ (*)	$p > 0,1$ n.s. $p > 0,1$ n.s. $p > 0,1$ n.s.	

Tab. 12.1.1- 3: Analyse der Gruppenunterschiede bezüglich der einzelnen CNV-Komponenten (iCNV, ICNV, PINV), Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) mit Meßwiederholung, \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , n.s.  $p > 0,1$

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Faktor1	2150,9	2	1075,5	39,4	$p < 0,001$ ***
GR	675,2	2	337,6	5,4	$p < 0,01$ **
Faktor1*GR	184,4	4	46,1	1,7	$p > 0,1$ n.s.

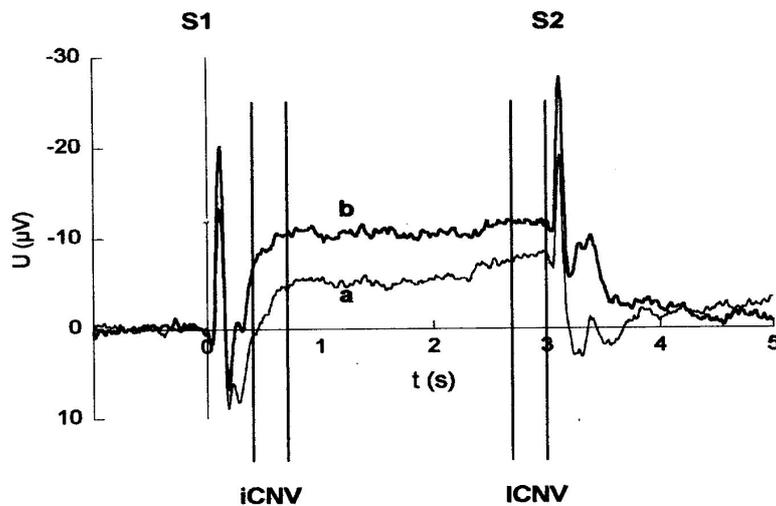


Abb. 12.1.1- 2: Gemittelte CNV - Kurve einer Teilgruppe von Tinnitus- Patienten (n=13) (b) und einer Teilgruppe von gesunden Kontrollpersonen (n=11) (a). S1: Warnreiz, S2: imperativer Stimulus (3sec nach S1), iCNV: frühe Komponente, 550 – 750 ms nach S1, ICNV: späte Komponente, 200 ms vor S2.

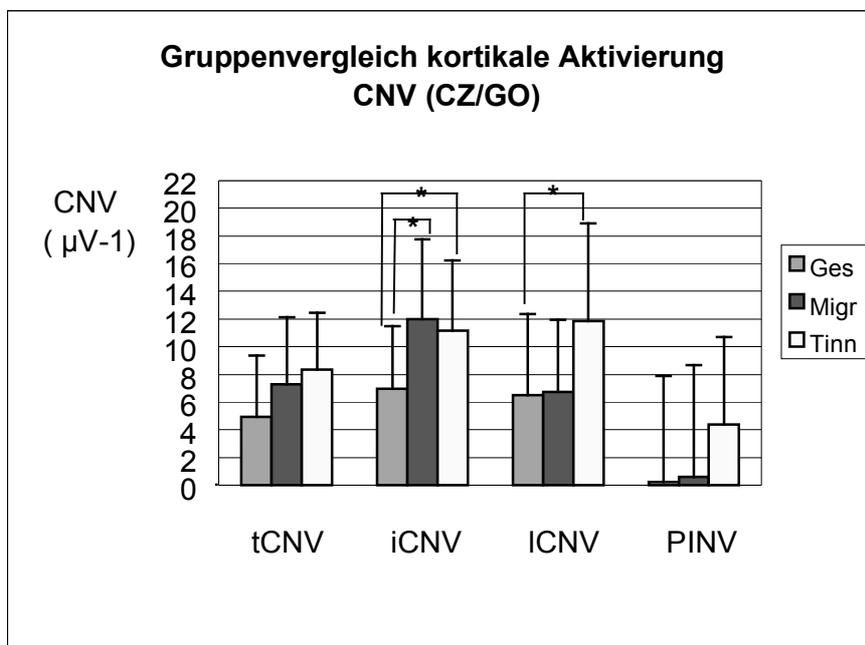


Abb. 12.1.1- 2: Grafik Gruppenmittelwerte der Amplituden der Gesamt- CNV (tCNV), frühen Komponente (iCNV), späten Komponente (ICNV) und der PINV für die Gruppen „Gesunde“ (Ges), „Migräne“ (Migr.) und „Tinnitus“ (Tinn.). \* :  $p < 0,05$

### 12.1.2 Gruppenunterschiede in der Habituation der CNV

Um die Frage zu beantworten, ob sich die Untersuchungsgruppen bezüglich ihrer Habituation der Orientierungsreaktion auf einen akustischen Reiz unterscheiden (Hypothese U2), wurden die 32 Go- Durchgänge jeweils bzgl. ihrer Gesamt- CNV sowie der einzelnen CNV-Komponenten in 8 Blöcke mit jeweils 4 hintereinander folgenden GO-Trials aufgeteilt. Über diese 8 Blöcke hinweg wurde für jede Versuchsperson eine Regression gerechnet (Gerber & Kropp, 1993). Die daraus resultierende Regressionsgleichung  $y = ax + b$  bildet dabei den Habitationsverlauf der Orientierungsreaktion ab. Insbesondere die Variable  $a$  (=Steigung) gibt in diesem Zusammenhang Auskunft über Anstieg oder Abfall der Reaktionsstärke auf den akustischen Reiz über den Verlauf der gesamten Untersuchung (= 32 Go- Durchgänge) hinweg. Dabei bedeutet ein positiver Wert von  $a$  - bei negativer Amplitude der CNV - eine Abnahme der Reaktionsstärke im Sinne einer Habituation der Orientierungsreaktion, ein negativer Wert von  $a$  eine Zunahme der Reaktionsstärke. Die Konstante  $b$  hingegen gibt Auskunft über den dabei erreichten Amplituden- Achsenabschnitt (Intercept) (=“Reaktionsniveau“). Für die Steigung der Regressionsgleichung (Variable  $a$ ) wurden anschließend Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen berechnet und diese, da sowohl Normalverteilung als auch Varianzhomogenität gegeben waren, mittels einfaktorieller Varianzanalyse verglichen. Da nur für den Vergleich zwischen Tinnitus- Gruppe und gesunder Kontrollgruppe konkrete Hypothesen formuliert wurden, erfolgte hier ein zusätzlicher Gruppenvergleich über t-Tests. Dabei zeigten sich deutlich unterschiedliche Habitationsverläufe (=Anstieg oder Abfall der kortikalen Aktivierung) der Gruppen für die Gesamt-CNV (tCNV,  $p < 0,05$ , t-Test) sowie für die späte Komponente (ICNV,  $p < 0,01$ ) und die PINV ( $p < 0,05$ ). Bezüglich der tCNV zeigen die gesunden Probanden die größte ( $m = 1,1 \mu\text{V}/\text{Block}$ ) (negative) Steigung und die Migränepatienten ( $m = -0,3 \mu\text{V}/\text{Block}$ ) die geringste (negative) Steigung (Scheffé- Test  $p < 0,1$ ). Hinsichtlich der ICNV und der PINV unterschieden sich die Gruppe der Gesunden und der Tinnitus- Patienten am deutlichsten (ICNV: Scheffé- Test  $p < 0,01$ , PINV: Scheffé- Test  $p < 0,05$ ). Auch in diesen Variablen hatten die gesunden Probanden im Mittel die größte und die Tinnitus- Patienten die niedrigste negative Steigung.. Einen Gesamtüberblick über die Varianzanalyse der Habitationsverläufe gibt Tabelle 12.1.2- 1, die grafische Darstellung der Gruppenunterschiede in dieser Variablen findet sich in Abbildung 12.1.2- 1.

Tab. 12.1.2- 1a: Ergebnisse Gruppenunterschiede Habitationsverläufe (hab tCNV, hab iCNV):

deskriptive Statistik (Gruppengröße  $n$ , Mittelwerte  $M$  und Standardabweichung  $SD$  der Steigung  $a$  aus  $y = ax + b$ ) für die einzelnen Gruppen) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé – Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, (\*)  $p < 0,1$ , \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , n.s.  $p > 0,1$

Gruppe	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Scheffé – Test	(Sig.)
<b>hab tCNV</b>									
1 (Gesunde)	20	1,1/2	Between Groups	19,5	2	9,8	3,7	0,03	Gr.1 vs. Gr.2: $p < 0,1$ (*)
2 (Migräne)	15	-0,3/1,5	Within Groups	137,6	52	2,6			Gr.1 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s. Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.
3 (Tinnitus)	20	0,03/1,3	Total	157,1	54				
<b>hab iCNV</b>									
1 (Gesunde)	20	0,8/1,6	Between Groups	10,6	2	5,3	2,0	0,15	Gr.1 vs. Gr.2: $p > 0,1$ n.s.
2 (Migräne)	15	-0,3/1,4	Within Groups	139,1	52	2,7			Gr.1 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s. Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.
3 (Tinnitus)	20	0,3/1,8	Total	149,7	54				

Tab. 12.1.2- 1b: Ergebnisse Gruppenunterschiede Habituationsverläufe (hab ICNV, hab PINV):

deskriptive Statistik (Gruppengröße  $n$ , Mittelwerte  $M$  und Standardabweichung  $SD$  der Steigung  $a$  aus  $y = ax + b$ ) für die einzelnen Gruppen, Angaben in  $\mu V/Block$ ) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, (\*)  $p < 0,1$ , \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , n.s.  $p > 0,1$

Guppe	n	M/SD	Sum of Squares	df Square	Mean	F	Sig. Test	Scheffé – (Sig.)
<b>hab ICNV</b>								
1 (Gesunde)	20	1,8/1,9	Between Groups 49,0	2	24,5	7,2	0,002	Gr.1 vs. Gr.2: $p < 0,1$ (*)
2 (Migräne)	15	0,4/1,8	Within Groups 178,1	52	3,4	Gr.1 vs. Gr.3: $p < 0,01$ **		
3 (Tinnitus)	20	-0,3/1,8	Total 227,1	54		Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.		
<b><u>PINVA</u></b>								
1 (Gesunde)	20	2,2/2,6	Between Groups 49,7	2	24,9	4,9	0,01	Gr.1 vs. Gr.2: $p > 0,1$ n.s.
2 (Migräne)	15	0,7/2,1	Within Groups 261,9	52	5,0	Gr.1 vs. Gr.3: $p < 0,05$ *		
3 (Tinnitus)	20	-0,04/2,0	Total 311,6	54		Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.		

Tab. 12.1.2.-2: Vergleich der Tinnitus-Gruppe und der gesunden Kontrollgruppe hinsichtlich der Habituationsverläufe für die Gesamt-CNV(tCNV), die frühe Komponente (iCNV) und die späte Komponente(ICNV), alle Werte in  $\mu\text{V}$ , in Klammern Standardabweichung. Die Prüfung auf Mittelwertunterschiede erfolgte über t-Tests (2-tailed), \*  $p < 0,05$ , \*\*\* $p < 0,001$ , n.s.  $p > 0,1$ .

	Tinnitus-Gruppe	Gesunde	t	p	sign.
tCNV	0,03 (1,3)	1,1 (2)	2,1	0,046	*
iCNV	0,3 (1,8)	0,8 (1,6)	0,9	0,38	n.s.
ICNV	-0,3 (1,8)	1,8 (1,9)	3,7	0,001	***

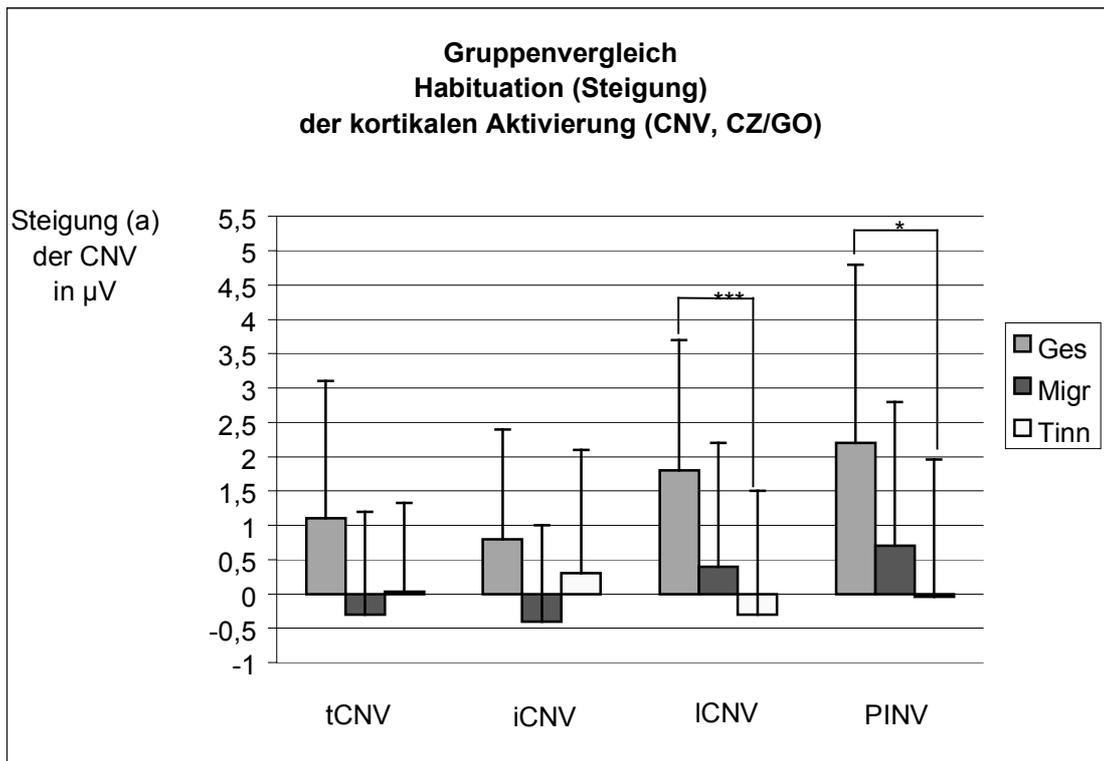


Abb. 12.1.2- 1: Grafik Gruppenunterschiede Habituation (Steigung  $a$  der Regressionsgleichung  $y = ax + b$ ) der Gesamt- CNV (tCNV), der frühen Komponente (iCNV), der späten Komponente (ICNV) sowie der PINV für die Gruppen „Gesunde“ (Ges), „Tinnitus“ (Tinn) und „Migräne“ (Migr), \*  $p < 0,05$ , \*\*\* $p < 0,001$

Eine weitere Analyse der Habituationsverläufe ergab für die gesunde Kontrollgruppe in beiden Komponenten nach anfänglich (nicht signifikant) höherer Reaktionsstärke in Block1 eine deutliche Abnahme der Reaktionsstärke im Sinne einer Habituation (Abbildung 12.1.2- 2). Dagegen reagierten Patienten mit chronischem Tinnitus aurium insgesamt mit einer leichten Zunahme (hab ICNV) (Abbildung 12.1.2.- 3) bzw. mit einer gleichbleibenden Reaktionsstärke (hab tCNV, hab PINV) (Abbildungen 12.1.2- 5 und 12.1.2- 7). Dabei fällt auf, dass es in der Tinnitus- Gruppe nach anfänglich leichtem Abfall (Block 1-2) nachfolgend

zu einem signifikanten Anstieg der Reaktionsstärke (Block 2-4) kommt, wogegen in der Gruppe der Gesunden ein permanenter Abwärtstrend der Reaktionsstärke zu verzeichnen ist. Insgesamt ist zu beobachten, dass die Habituation der Tinnitus- Patienten nicht linear sondern mehrphasig verläuft und sich am besten mit einer polynomischen Trendlinie 4. Ordnung beschreiben lässt (Abb. 12.1.2- 4, 12.1.2- 6, 12.1.2- 8). Ein ähnlich wellenförmiger Verlauf findet sich auch für die Habituationskurve der iCNV (Abbildung 12.1.2- 10), hier wird der Unterschied zwischen Tinnitus- Gruppe und gesunder Kontrollgruppe allerdings nicht signifikant ( $p > 0,1$ ).

*Tabelle 12.1.2-3: Gruppenvergleich über die 8 Versuchsblöcke mit jeweils 4 aufeinander folgenden CNV-Durchgängen für die Gesamt-CNV (tCNV), die frühe Komponente (iCNV) und die späte Komponente (ICNV), alle Angaben in  $\mu V$ , Angaben in Klammer: Standardabweichung. Prüfung der Mittelwertunterschiede über t-Tests, (\*)  $p < 0,1$ , \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , n.s.  $p > 0,1$*

Block		Tinnitus-Gruppe	Gesunde	t	p	sign.
1	tCNV	-8,4 (7,5)	-12,0 (6,5)	-1,6	0,12	n.s.
	iCNV	-10,7 (9,0)	-12,1 (7,7)	-0,5	0,6	n.s.
	ICNV	-11,3 (13,0)	-16,6 (10,5)	-1,4	0,16	n.s.
2	tCNV	-6,3 (8,6)	-8,3 (27,7)	-0,3	0,76	n.s.
	iCNV	-15,8 (20,5)	-8,0 (10,8)	1,5	0,14	n.s.
	ICNV	-6,4 (8,6)	-7,8 (13,1)	-0,4	0,69	n.s.
3	tCNV	-7,4 (7,2)	-5,5 (9,1)	0,7	0,48	n.s.
	iCNV	-9,3 (9,5)	-8,3 (6,9)	0,4	0,7	n.s.
	ICNV	-11,3 (11,7)	-8,6 (14,8)	0,6	0,5	n.s.
4	tCNV	-10,0 (7,8)	-4,7 (7,7)	2,2	0,034	*
	iCNV	-11,5 (8,5)	-5,3 (8,9)	2,3	0,03	*
	ICNV	-15,3 (13,5)	-6,9 (9,9)	2,2	0,031	*
5	tCNV	-9,9 (10,6)	-3,9 (7,4)	2,1	0,044	*
	iCNV	-15,0 (9,1)	-6,1 (8,2)	3,3	0,002	**
	ICNV	-14,1 (13,5)	-4,4 (10,9)	2,5	0,017	*
6	tCNV	-7,9 (9,3)	-2,7 (6,9)	2,0	0,051	(*)
	iCNV	-9,7 (8,8)	-3,2 (8,7)	2,4	0,023	*
	ICNV	-11,9 (14,7)	-2,3 (10,9)	2,4	0,024	*
7	tCNV	-7,9 (7,6)	-2,5 (6,7)	2,4	0,021	*
	iCNV	-10,9 (6,0)	-6,6 (6,8)	2,1	0,038	*
	ICNV	-12,1 (11,0)	-3,2 (8,4)	2,9	0,006	**
8	tCNV	-6,9 (6,5)	-4,1 (9,6)	1,1	0,289	n.s.
	iCNV	-9,9 (8,4)	-4,6 (9,4)	1,9	0,069	(*)
	ICNV	-11,2 (14,1)	-1,7 (14,9)	2,1	0,045	*

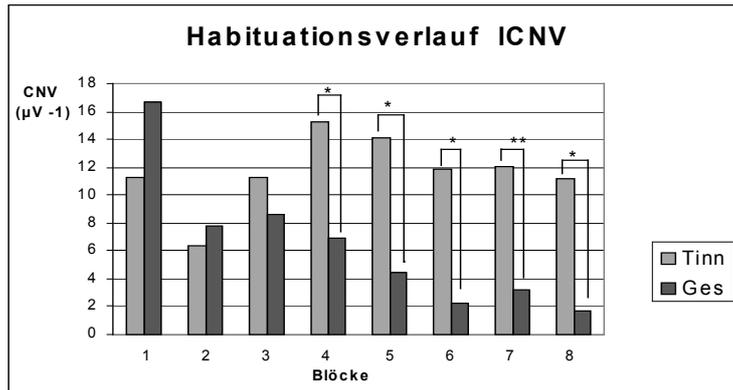


Abb. 12.1.2- 2: Verlauf der Habituation in der späten Komponente (ICNV) über die CNV-Sitzung in der Tinnitus-Gruppe und der gesunden Kontrollgruppe. Dargestellt sind jeweils vier aufeinander folgende CNV-Durchgänge, die zu einem Block zusammengefasst sind. Signifikante Unterschiede ergeben sich ab dem vierten Block, \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

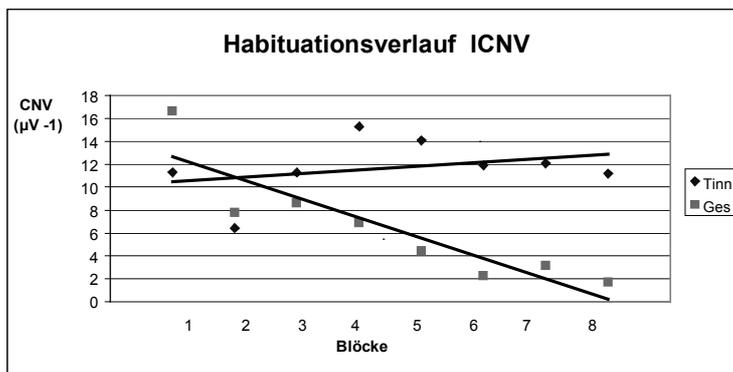


Abb. 12.1.2- 3 Linearer Trend

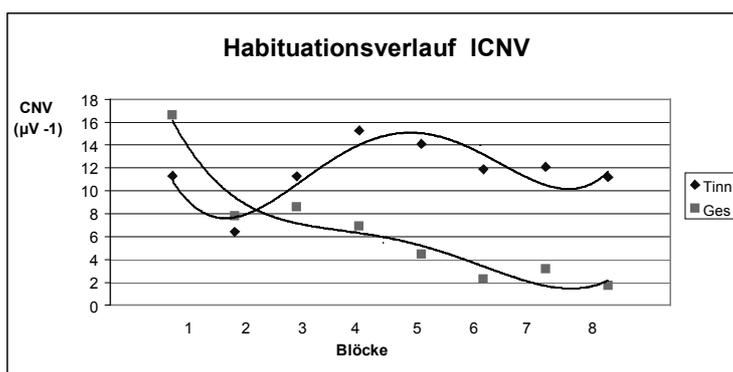


Abb. 12.1.2- 4 Polynomischer Trend 4. Ordnung

Abb. 12.1.2- 3 und – 4: Habitationsverläufe der Tinnitus- Patienten (Tinn) und der gesunden Kontrollgruppe (Ges) für die späte Komponente (ICNV). Für jeden der insgesamt 8 Blöcke ist jeweils die mittlere Höhe der CNV dargestellt. Die Geraden (Abb. 12.1.2- 3) zeigen den linearen Trend des Habitationsverlaufes an. Je stärker die Gerade abfällt, desto größer ist der Habituationseffekt. Der undulierende Habitationsverlauf der Tinnitus- Gruppe kann am genauesten mit einer Trendlinie 4. Ordnung beschrieben werden (Abb. 12.1.2-4).

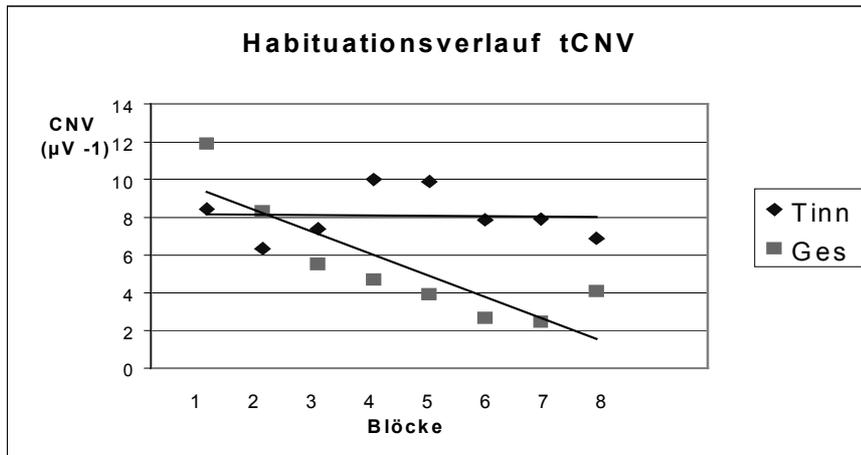


Abb. 12.1.2- 5: Linearer Trend

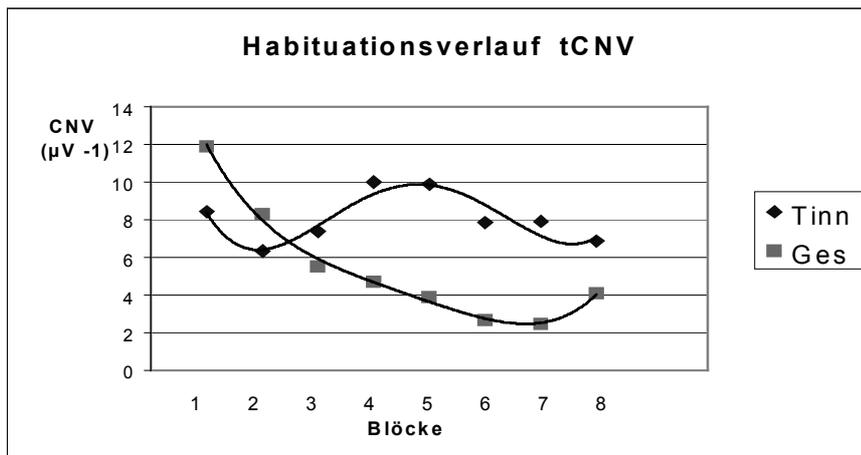


Abb. 12.1.2- 6: Polynomischer Trend 4. Ordnung

Abb. 12.1.2- 5 und –6: Habituationsverläufe der Tinnitus- Patienten (Tinn) und der gesunden Kontrollgruppe (Ges) für die Gesamt-CNV (tCNV). Die Geraden (Abb. 12.1.2- 5) zeigen den linearen Trend des Habituationsverlaufes an. Je stärker die Gerade abfällt, desto größer ist der Habituationseffekt. Der undulierende Habituationsverlauf der Tinnitus-Gruppe kann am genauesten mit einer Trendlinie 4.Ordnung beschrieben werden (Abb. 12.1.2-6).

Unterschiede zwischen Migräne- Patienten und Tinnitus- Patienten bestehen hinsichtlich der Habituationsverläufe nicht ( $p > 0,1$  für alle CNV-Komponenten, siehe Tabelle 12.1.2- 1a und b). Die Reaktionsstärke der Migräne- Patienten bleibt auf einem ähnlich hohen Niveau wie

die der Tinnitus- Patienten, der Habituationsverlauf der Migräniker ist aber nicht so stark undulierend wie der der Tinnitus- Patienten (Abbildung 12.1.2.- 6 und -7).

Des weiteren besteht ein nur tendenzieller Unterschied zwischen den Habituationsverläufen der Migräne-Patienten und denen der gesunden Kontrollpersonen bezüglich der tCNV und ICNV ( $p < 0,1$ ). In der iCNV besteht trotz fehlender Abnahme der Reaktionsstärke in der Migräne-Gruppe kein signifikanter Unterschied zur gesunden Kontrollgruppe ( $p > 0,1$ , F-Test).

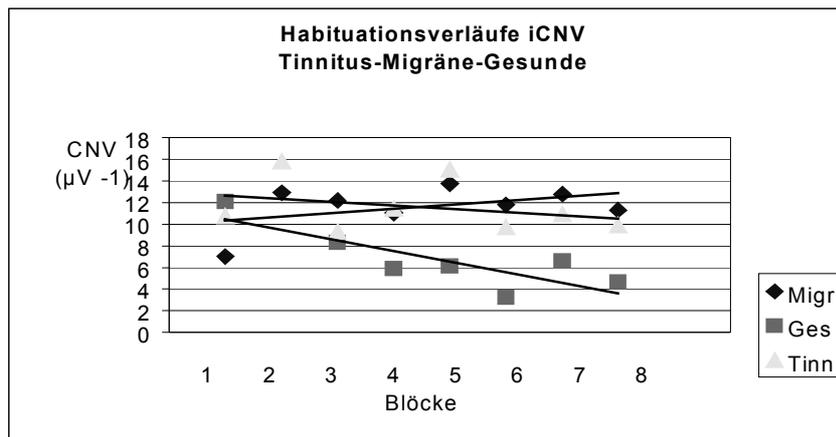


Abb. 12.1.2- 7: Linearer Trend

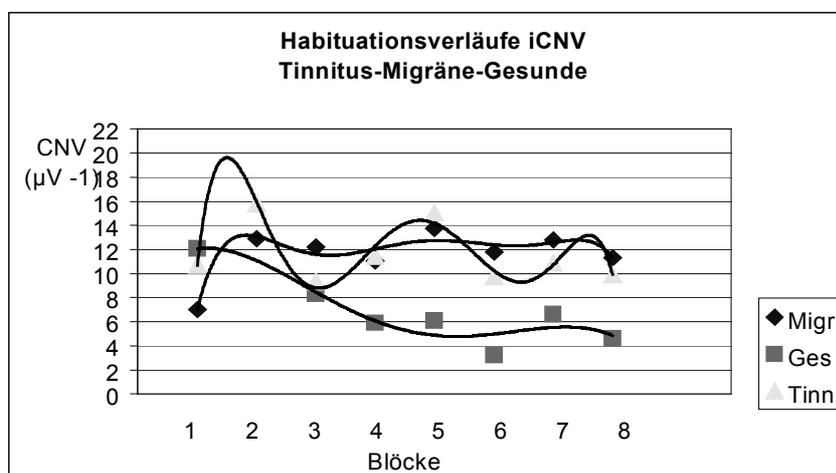


Abb.12.1.2- 7:Polynomischer Trend 6.Ordnung

Abb.12.1.2- 6 und -7: Habituationsverläufe der Tinnitus- Patienten (Tinn), der Migräne-Patienten (Migr) und der gesunden Kontrollgruppe (Ges) für die frühe Komponente (iCNV). Die Geraden (Abb. 12.1.2- 6) zeigen den linearen Trend des Habituationsverlaufes an.. Die undulierenden Habituationsverläufe der Migräne- Gruppe und der Tinnitus-Gruppe können am genauesten mit einer Trendlinie 6.Ordnung beschrieben werden (Abb. 12.1.2-7).

### 12.1.3 Gruppenunterschiede im d2 (nach außen gerichtete Aufmerksamkeit, Konzentration)

Zur Beantwortung der Frage, ob sich die Untersuchungsgruppen hinsichtlich ihrer nach außen gerichteten Aufmerksamkeit unterscheiden (Hypothese U3), wurden die Gruppenmittelwerte des d2- Gesamtrohwertes (=d2RW), des Fehlerrohwertes (=d2FRW) sowie der Schwankungsbreite (=d2SB) auf ihre Unterschiede hin untersucht. Da es sich jeweils um kontinuierliche Daten handelte, Varianzhomogenität vorlag und für die Variablen d2RW und d2FRW Normalverteilung gegeben war, erfolgte die Überprüfung der Hypothesen bzgl. dieser Variablen mittels einfaktorieller Varianzanalyse; für die Variable d2SB aufgrund der nicht gegebenen Normalverteilung mittels non- parametrischer Varianzanalyse (Kruskal- Wallis- Test). Dabei ergab sich ein bedeutsamer Gruppenunterschied für die Variable d2RW ( $p < 0,05$ ), wobei die post- hoc durchgeführten Einzelvergleiche (Scheffé und Bonferroni) einen tendenziell bedeutsamen Unterschied zwischen der Gruppe der Tinnitus- Patienten ( $m=418,5$ ,  $SD=64,0$ ) und der Gruppe der Gesunden ( $m=471,7$ ,  $SD=65,8$ ) anzeigten. Bezüglich des erzielten Fehlerrohwertes ergaben sich keinerlei bedeutsame Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse für den d2RW finden sich in Tabelle 12.1.3- 1, die der einfaktoriellen Varianzanalyse des d2FRW in Tabelle 12.1.3- 2, die des Kruskal- Wallis- Test bzgl. der Variablen d2SB in Tabelle 12.1.3- 3 . In Abbildung 12.1.3-1 sind die entsprechenden Gruppenmittelwerte dargestellt.

Tab.12.1.3- 1: Ergebnisse Gruppenunterschiede d2RW: deskriptive Statistik (Gruppengröße n, Mittelwerte M und Standardabweichung SD für die einzelnen Gruppen) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$

Gruppe Scheffé –	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	Mean	F	Sig. Test (Sig.)
1 (Gesunde)	20	471,0/65,8	Between Groups 29980,4	2	14990,2	3,2	0,047 *	Gr.1 vs. Gr.2: $p > 0,1$ n.s.
2 (Migräne)	15	430,0/75,8	Within Groups 240451	52	4624,1			Gr.1 vs. Gr3: $p < 0,1$ (*)
3 (Tinnitus)	20	418,5/64,0	Total 270431	54				Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.

Tab. 12.1.3- 2: Ergebnisse Gruppenunterschiede d2FRW: deskriptive Statistik (Gruppengröße n, Mittelwerte M und Standardabweichung SD für die einzelnen Gruppen) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, n.s.  $p > 0,1$

Gruppe Scheffé –	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	Mean	F	Sig. Test (Sig.)
1 (Gesunde)	20	19,0/19,0	Between Groups 104,0	2	52,0	0,2	0,9 n.s.	Gr.1 vs. Gr.2: $p > 0,1$ n.s.
2 (Migräne)	15	20,9/21,3	Within Groups 17443,9	52	335,5			Gr.1 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.
3 (Tinnitus)	20	17,5/14,9	Total 17547,9	54				Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.

Tabelle 12.1.3- 3: Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) der Schwankungsbreite im d2 (d2SB) für die drei Untersuchungsgruppen (n=Gruppengröße), sowie die  $CHI^2$ - Werte des Kruskal- Wallis-Test, es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (n.s.  $p > 0,1$ )

Gruppe	Gesunde Mean (SD) n=20	Migräne Mean (SD) n=15	Tinnitus Mean (SD) n=20	Gruppeneffekte
d2SB	11,0 (5,0)	13,2 (8,2)	11,5 (4,3)	$CHI^2=0,35$ df=2 $p > 0,1$ ns.

Abb. 12.1.3- 1: Gruppenmittelwerte der Skalen d2 Gesamt- Rohwert (GesRW), Fehler- Rohwert (FehlerRW) und Schwankungsbreite (SB) für die Tinnitus- Gruppe (Tinn), Migräne- Gruppe und gesunde Kontrollgruppe (Ges), (\*):  $p < 0,1$

#### 12.1.4 Gruppenunterschiede im SAM (Selbstaufmerksamkeit)

Zur Überprüfung der postulierten Unterschiede bezüglich der Selbstaufmerksamkeit der verschiedenen Untersuchungsgruppen (Hypothese U4) wurden die Gruppenmittelwerte der Variablen SAMges (Gesamtrohwert Selbstaufmerksamkeit), SAMoes (Skala öffentliche Selbstaufmerksamkeit) sowie SAMps (Skala private Selbstaufmerksamkeit) einer einfaktoriellen Varianzanalyse unterzogen. Intervallniveau, Normalverteilung und Varianzhomogenität der Daten war gegeben. Die Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse zeigten dabei einen signifikanten Haupteffekt „Gruppe“ ( $p < 0,05$ ) für die Variable SAMoes. Der post- hoc durchgeführte Einzelgruppenvergleich (Scheffé -Test) ergab einen bedeutsamen Unterschied zwischen der Gruppe der gesunden Versuchspersonen und der Gruppe der Migräne- Patienten ( $p < 0,05$ ), wobei die Migräne- Patienten einen höheren Mittelwert bezüglich der gemessenen öffentlichen Selbstaufmerksamkeit aufwiesen als die gesunden Probanden. Bezüglich der gemessenen Gesamtselbstaufmerksamkeit (SAMges) und privaten Selbstaufmerksamkeit (SAMps) zeigten sich keine bedeutsamen Haupteffekte „Gruppe“. Die durchgeführten Einzelvergleiche ergaben allerdings einen tendenziellen Unterschied zwischen der Gruppe der Migränepatienten und der Gesunden für die Skala SAMges, wobei die Migränepatienten die höchste ( $M=93,7$ ,  $SD=16,5$ ) und die Gesunden die niedrigste ( $M=82,7$ ,  $SD=11,5$ ) Gesamtselbstaufmerksamkeit aufwiesen. In der Skala „öffentliche Selbstaufmerksamkeit“ ergab sich ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) zwischen der Gruppe der Migräne-Patienten ( $M=46,9$ ,  $SD=10,1$ ) und der gesunden Kontrollgruppe ( $M=39,2$ ,  $SD=5,6$ ). Die Tinnitus- Gruppe unterschied sich von keiner der beiden Vergleichsgruppen signifikant, sie erzielte einen Mittelwert von  $M=43,5$  ( $SD=6,9$ ). Die Mittelwerte der hier untersuchten Stichproben lagen sämtlich unter den für die Normstichproben angegebenen Mittelwerten („Gesunde“  $M=44$ , „Kranke“  $M=49$ ). In der Skala „private Selbstaufmerksamkeit“ ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Hier erzielten die Tinnitus- Gruppe ( $M=43,3$ ,  $SD=7,1$ ) und die Gruppe der Gesunden ( $M=43,6$ ,  $SD=7,3$ ) ähnliche Mittelwerte. Der Mittelwert der Migräne-Gruppe lag mit  $M=46,0$  ( $SD=8,1$ ) etwas höher und im Bereich des von den Testautoren für eine „kranke“ Referenzstichprobe angegebenen Durchschnittswert ( $M=47$ ) (Mittelwert „gesunde“ Referenzstichprobe  $M=43$ ).

Die Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalysen für die Variablen SAMges, SAMoes und SAMps finden sich in den Tabellen 12.1.4- 1 – 12.1.4- 3, die grafische Darstellung der Gruppenmittelwerte dieser Variablen in Abbildung 12.1.4- 1 .

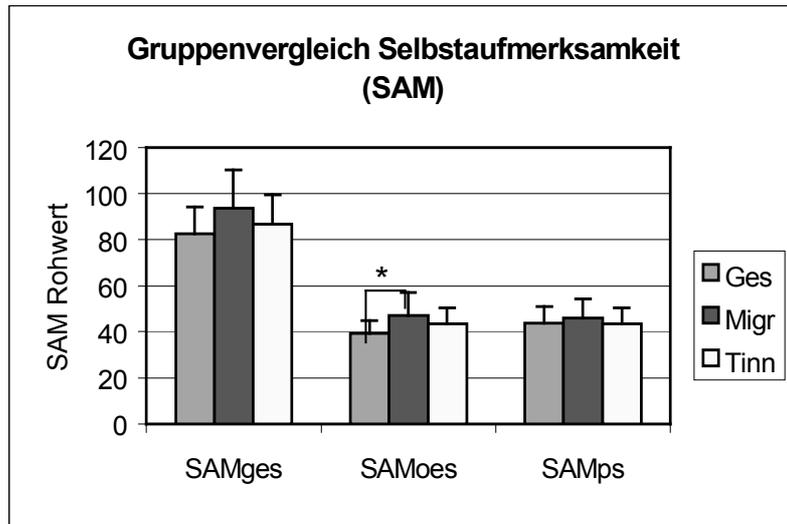


Abbildung 12.1.4- 1: Gruppenmittelwerte der Skalen Selbstaufmerksamkeit (SAM) Gesamtwert (SAMges), Skala „öffentliche Selbstaufmerksamkeit“ (SAMoes) und „private Selbstaufmerksamkeit“ (SAMps) für die Tinnitus- Gruppe (Tinn), Migräne- Gruppe und gesunde Kontrollgruppe (Ges), \*:  $p < 0,05$

Tab. 12.1.4- 1: Ergebnisse Gruppenunterschiede Selbstaufmerksamkeit Gesamtwert (SAMges): deskriptive Statistik (Gruppengröße n, Mittelwerte M und Standardabweichung SD für die einzelnen Gruppen) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse(F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$

Gruppe Scheffé –	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	Mean	F	Sig. Test (Sig.)
1 (Gesunde)	20	82,7/11,5	Between Groups	2	524,2	2,9	0,06	Gr.1 vs. Gr.2: $p < 0,1$ (*)
2 (Migräne)	15	93,7/16,5	Within Groups	52	180,7			Gr.1 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s. Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.
3 (Tinnitus)	20	86,8/12,7	Total					
			10446,854					

Tab. 12.1.4- 2: Ergebnisse Gruppenunterschiede Selbstaufmerksamkeit Skala „oeffentliche Selbstaufmerksamkeit“ (SAMoes):  
deskriptive Statistik (Gruppengröße n, Mittelwerte M und Standardabweichung SD für die einzelnen Gruppen) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse (F-Test) sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé –Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, \*  $p < 0,05$ , n.s.  $p > 0,1$

Gruppe Scheffé –	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	Mean	F	Sig. Test (Sig.)
1 (Gesunde)	20	39,2/5,6	Between Groups 531,1	2	265,5	4,7	0,013	Gr.1 vs. Gr.2: $p < 0,05$ *
2 (Migräne)	15	46,9/10,1	Within Groups 2908,4	52	55,9			Gr.1 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.
3 (Tinnitus)	20	43,5/6,9	Total 3439,5	54				Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.

Tab. 12.1.4.3: Ergebnisse Gruppenunterschiede Selbstaufmerksamkeit Skala „private Selbstaufmerksamkeit (SAMps):  
deskriptive Statistik (Gruppengröße, Mittelwerte und Standardabweichung für die einzelnen Gruppen) und Ergebnis der einfaktoriellen Varianzanalyse sowie die Ergebnisse des post hoc Test (Scheffé – Test) zur Überprüfung der Gruppenunterschiede, es ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede (n.s.  $p > 0,1$ )

Gruppe Scheffé –	n	M/SD	Sum of Squares	df	Mean Square	Mean	F	Sig. Test (Sig.)
1 (Gesunde)	20	43,6/7,3	Between Groups 73,0	2	36,5	0,7	0,5	Gr.1 vs. Gr.2: $p > 0,1$ n.s.
2 (Migräne)	15	46,0/8,1	Within Groups 2889,2	52	55,6			Gr.1 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.
3 (Tinnitus)	20	43,3/7,1	Total 2962,1	54				Gr.2 vs. Gr.3: $p > 0,1$ n.s.

## **Fazit:**

Bezüglich der formulierten Fragestellung, ob sich Patienten mit einem chronischen Tinnitus aurium von gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich verschiedener Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden, können also folgende Aussagen getroffen werden:

1. Die kortikale Aktivierung der Tinnituspatienten gemessen über die Gesamt-CNV (tCNV), die frühe (iCNV) und die späte Komponente der CNV (lCNV) ist im Mittel tendenziell (für t-CNV) bzw. signifikant (für iCNV, lCNV) höher als die der gesunden Kontrollpersonen.

## **Hypothese U1:**

1.1  $H_0: m \text{ tCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ tCNV}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ tCNV}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ tCNV}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ tCNV}_{\text{Tinn}} = -8,4 \mu\text{V} (SD=4,1)$      $m \text{ tCNV}_{\text{Ges}} = -4,95 \mu\text{V} (SD=4,4)$   
Scheffé-Test:  $p < 0,1$  (\*)                      **H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt**

1.2  $H_0: m \text{ iCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ iCNV}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ iCNV}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ iCNV}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ iCNV}_{\text{Tinn}} = -11,2 \mu\text{V} (SD=5,1)$      $m \text{ iCNV}_{\text{Ges}} = -6,9 \mu\text{V} (SD=4,5)$   
Scheffé -Test:  $p < 0,05$  \*                      **H<sub>1</sub> bestätigt**

1.3  $H_0: m \text{ lCNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ lCNV}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ lCNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ lCNV}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ lCNV}_{\text{Tinn}} = -11,9 \mu\text{V} (SD=7,1)$      $m \text{ lCNV}_{\text{Ges}} = -6,5 \mu\text{V} (SD=5,9)$   
Scheffé -Test:  $p < 0,05$  \*                      **H<sub>1</sub> bestätigt**

2. Die Patienten mit chronischem Tinnitus aurium habituieren mit der späten Komponente ihrer kortikalen Antwort auf einen akustischen Stimulus (lCNV) langsamer als die gesunden Kontrollpersonen.

## Hypothese U2:

2.1  $H_0: m \text{ hab } t\text{CNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ hab } t\text{CNV}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ hab } t\text{CNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ hab } t\text{CNV}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ hab } t\text{CNV}_{\text{Tinn}} = 0,03 \mu\text{V} (\text{SD}=1,3)$   $m \text{ hab } t\text{CNV}_{\text{Ges}} = 1,1 \mu\text{V} (\text{SD}=2)$

t-Test:  $p < 0,05 *$

**H<sub>1</sub> bestätigt**

2.2  $H_0: m \text{ hab } i\text{CNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ hab } i\text{CNV}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ hab } i\text{CNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ hab } i\text{CNV}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ hab } i\text{CNV}_{\text{Tinn}} = 0,3 \mu\text{V} (\text{SD}=1,8)$   $m \text{ hab } i\text{CNV}_{\text{Ges}} = 0,8 \mu\text{V} (\text{SD}=1,6)$

Scheffé -Test:  $p > 0,1 \text{ n.s.}$

**H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

2.3  $H_0: m \text{ hab } l\text{CNV}_{\text{Tinn}} = m \text{ hab } l\text{CNV}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ hab } l\text{CNV}_{\text{Tinn}} < m \text{ hab } l\text{CNV}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ hab } l\text{CNV}_{\text{Tinn}} = -0,3 \mu\text{V} (\text{SD}=1,8)$   $m \text{ hab } l\text{CNV}_{\text{Ges}} = 2,2 \mu\text{V} (\text{SD}=2,6)$

Scheffé -Test:  $p < 0,05 *$

**H<sub>1</sub> bestätigt**

3. Die Gruppe der Tinnitus- Patienten zeigt eine tendenziell niedrigere Gesamtleitung in einem Aufmerksamkeitsbelastungs-Test als eine im Alter vergleichbare Gruppe von gesunden Probanden. Hinsichtlich ihrer Selbstaufmerksamkeit unterschieden sich die Tinnitus-Patienten von den gesunden Probanden nicht.

## Hypothese U3:

3.1  $H_0: m \text{ RWd2}_{\text{Tinn}} = m \text{ RWd2}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ RWd2}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ RWd2}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ d2RW}_{\text{Tinn}} = 418,5 (\text{SD}=64,0)$

$m \text{ d2RW}_{\text{Ges}} = 471,7 (\text{SD}=65,8)$

Scheffé -Test :  $p < 0,1 (*)$

**H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt**

3.2  $H_0: m \text{ FRWd2}_{\text{Tinn}} = m \text{ FRWd2}_{\text{Ges}}$

$H_1: m \text{ FRWd2}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ FRWd2}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ d2FRW}_{\text{Tinn}} = 17,5$  (SD=14,9)  $m \text{ d2FRW}_{\text{Ges}} = 19,0$  (SD=19,0)  
Scheffé -Test :  $p > 0,1$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

3.3  $H_0 : m \text{ SBd2}_{\text{Tinn}} = m \text{ SBd2}_{\text{Ges}}$   
 $H_1 : m \text{ SBd2}_{\text{Tinn}} \neq m \text{ SBd2}_{\text{Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ d2SB}_{\text{Tinn}} = 11,5$  (SD=4,3)  $m \text{ d2SB}_{\text{Ges}} = 11,0$  (SD=5,0)  
CHI<sup>2</sup> -Test :  $p > 0,1$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

#### Hypothese U4:

4.1  $H_0 : m \text{ SAM}_{\text{gesTinn}} = m \text{ SAM}_{\text{ges Ges}}$   
 $H_1 : m \text{ SAM}_{\text{gesTinn}} \neq m \text{ SAM}_{\text{ges Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ SAM}_{\text{GES}_{\text{Tinn}}} = 86,8$  (SD=12,7)  $m \text{ SAM}_{\text{GES}_{\text{Ges}}} = 82,7$  (SD=11,5)  
t-Test:  $p > 0,1$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

4.2  $H_0 : m \text{ SAM}_{\text{psTinn}} = m \text{ SAM}_{\text{ps Ges}}$   
 $H_1 : m \text{ SAM}_{\text{psTinn}} \neq m \text{ SAM}_{\text{ps Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ SAM}_{\text{PS}_{\text{Tinn}}} = 43,3$  (SD=7,1)  $m \text{ SAM}_{\text{PS}_{\text{Ges}}} = 43,6/7,3$  (SD=7,3)  
t-Test:  $p > 0,1$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

4.3  $H_0 : m \text{ SAM}_{\text{oesTinn}} = m \text{ SAM}_{\text{oes Ges}}$   
 $H_1 : m \text{ SAM}_{\text{oesTinn}} \neq m \text{ SAM}_{\text{oes Ges}}$

Ergebnis:  $m \text{ SAM}_{\text{OES}_{\text{Tinn}}} = 43,5$  (SD=6,9)  $m \text{ SAM}_{\text{OES}_{\text{Ges}}} = 39,2$  (SD=5,6)  
t-Test:  $p > 0,1$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

4. In keinem der gemessenen Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden sich die Tinnitus-Patienten signifikant von den Migräne-Patienten.

## **12.2 Zusammenhang zwischen physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern und der emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus**

Desweiteren sollte die Frage beantwortet werden, ob die psychologischen und physiologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus, die eine Bewertung des Tinnitus als bedrohlich impliziert, zusammenhängen. Die Berechnung der statistischen Zusammenhänge zwischen den Skalen des Tinnitusfragebogens, die die emotionale und kognitive Belastung durch den Tinnitus messen (TINEC, TINFE, TINFC) und der kortikalen Aktivierung (tCNV, iCNV, ICNV, tCNVA, iCNVA, ICNVA) als physiologisches Korrelat der Aufmerksamkeit, sowie der Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMps) und der nach außen gerichteten Aufmerksamkeit (d2RW, d2Frw, d2SB) wurde mittels Pearson's Korrelationskoeffizienten vorgenommen, da Normalverteilung gegeben war.

### **12.2.1 Zusammenhang zwischen kortikaler Aktivierung und emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus**

In dem die subjektive Beeinträchtigung durch den Tinnitus messenden Tinnitus- Fragebogen erreichten die hier untersuchten Patienten einen Gesamt-Mittelwert (TINNGES) von  $M=34,9$  ( $SD=13,5$ ). Sie lagen damit unter dem von Goebel und Hiller (1994) angegebenen durchschnittlichen Gesamtscore von  $M=52$  Punkten.

Wie aus Tabelle 12.2.1- 1 ersichtlich, zeigt sich für die Skalen „emotionale und kognitive Belastung durch den Tinnitus“ (TINNFC, TINNFE, TINNEC) (siehe Hypothese Z1) kein bedeutsamer Zusammenhang zur Amplitude der kortikalen Aktivierung. Bezüglich der Habituation der kortikalen Aktivierung (Hypothese Z2) zeigt sich für die Gesamt- CNV (tCNVA) jeweils ein tendenzieller negativer Zusammenhang zur Gesamtskala „kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus“ (TINEC) ( $r = -0,435$ ,  $p < 0,1$ ) und zur Skala „kognitive Belastung durch den Tinnitus“ (TINFC) ( $r = -0,397$ ,  $p < 0,1$ ) sowie ein bedeutsamer negativer Zusammenhang mit der Skala „emotionale Belastung durch den Tinnitus“ (TINFE) ( $r = -0,454$ ,  $p < 0,05$ ). Ebenfalls ein tendenzieller negativer Zusammenhang zeigte sich für die Habituation der späten Komponente der CNV (ICNVA) mit der Gesamtskala „kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus“ (TINEC) ( $r = -0,419$ ,  $p < 0,1$ ) und mit der Skala „emotionale Belastung durch den Tinnitus“ (TINFE) ( $r = -0,444$ ,  $p < 0,1$ ). Für die Habituation

der frühen Komponente der CNV (iCNVA) ergab sich kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang mit den Variablen TINEC, TINFE und TINFC.

*Tabelle 12.2.1- 1 Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung (TINEC, TINFE, TINFC) durch den Tinnitus und den physiologischen Aufmerksamkeitsparametern (tCNV, iCNV, lCNV, hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV), (r= Pearson- Korrelationskoeffizient, \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )*

		tCNV	iCNV	lCNV	hab tCNV	hab iCNV	hab lCNV
TINEC	r	-0,225	0,046	-0,287	-0,435	-0,074	-0,419
	p	0,3 n.s.	0,8 n.s.	0,2 n.s.	0,06 (*)	0,8 n.s.	0,07 (*)
TINFE	r	-0,193	-0,001	-0,251	-0,454	-0,055	-0,444
	p	0,4 n.s.	0,9 n.s.	0,3 n.s.	0,045 *	0,8 n.s.	0,05 (*)
TINFC	r	-0,254	0,101	-0,319	-0,397	-0,094	-0,372
	p	0,3 n.s.	0,7 n.s.	0,2 n.s.	0,08 (*)	0,7 n.s.	0,1 n.s.

### 12.2.2 Zusammenhang zwischen kortikaler Aktivierung (Amplitude und Habituation der CNV) und Selbstaufmerksamkeit

Der angenommene negative Zusammenhang zwischen der im Fragebogen SAM angegebenen Selbstaufmerksamkeit und der Amplitudenhöhe bzw. der Habituation der kortikalen Aktivierung zeigte sich nur für die Habituation der späten Komponente der CNV und die Skala „öffentliche Selbstaufmerksamkeit“ (hab lCNV/SAMoes,  $r = -0,45$ ,  $p < 0,05$ ). Desweiteren zeigten sich tendenzielle Zusammenhänge zwischen der Habituation der Gesamt-CNV und dem im SAM erzielten Gesamtwert (hab tCNV/SAMges,  $r = -0,41$ ,  $p = 0,08$ ), sowie für die Habituation der späten Komponente der CNV und dem SAM-Gesamtrahwert (hab iCNV/SAMges,  $r = -0,44$ ,  $p = 0,053$ ). Ebenfalls zeigte sich ein tendenzieller (negativer) Zusammenhang zwischen der Amplitude der Gesamt-CNV und dem Skalenwert „öffentliche Selbstaufmerksamkeit“ (tCNV/SAMoes,  $r = -0,4$ ,  $p = 0,07$ ). Die Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus sind in Tabelle 12.2.2- 1 aufgeführt.

Tabelle 12.2.2- 1: Zusammenhang zwischen Amplitude und Habituation der CNV (tCNV, iCNV, ICNV, tCNVA, iCNVA, lCNVA) und der Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMps) für die Tinnitus-Gruppe, ( $r$ = Pearson- Korrelationskoeffizient, \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

		tCNV	iCNV	ICNV	hab tCNV	hab iCNV	hab ICNV
SAMges	r	-0,23	-0,16	-0,31	-0,41	-0,12	-0,44
	p	0,33 n.s.	0,5 n.s.	0,18 n.s.	0,08 (*)	0,6 n.s.	0,053 (*)
SAMoes	r	-0,4	-0,3	-0,36	-0,36	-0,02	-0,45
	p	0,07 (*)	0,18 n.s.	0,12 n.s.	0,12 n.s.	0,9 n.s.	0,04 *
SAMps	r	-0,01	0,03	-0,21	-0,38	-0,19	-0,36
	p	0,9 n.s.	0,9 n.s.	0,38 n.s.	0,1 n.s.	0,4 n.s.	0,13 n.s.

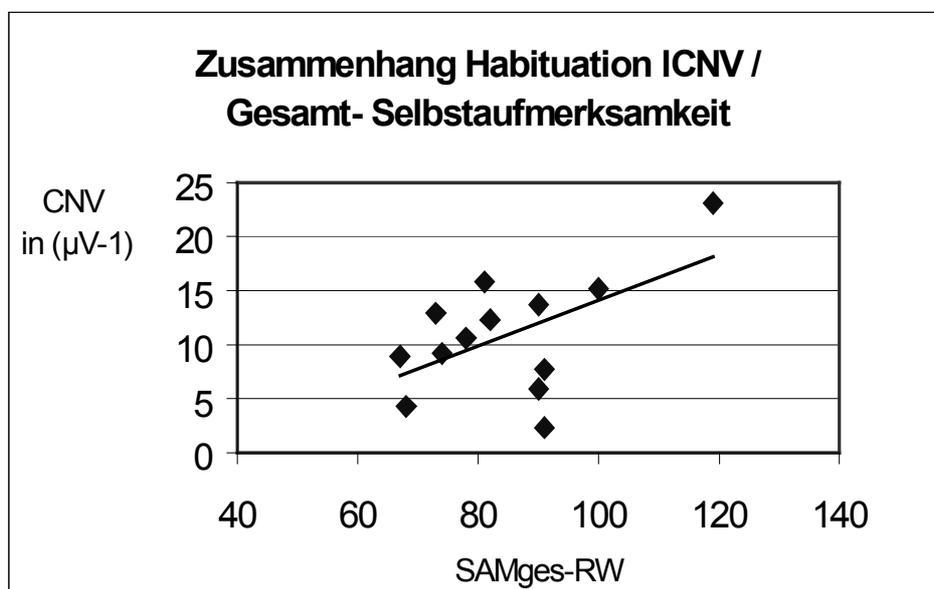


Abbildung 12.2.2-1: Zusammenhang der Habituation der späten CNV- Komponente (hab ICNV) und Selbstaufmerksamkeit (SAMges) für die Tinnitus- Gruppe, ( $r = -0,44$ ,  $p = 0,053$ )

### 12.2.3 Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus und nach innen gerichteter Aufmerksamkeit (Selbstaufmerksamkeit)

Es zeigte sich ein enger positiver Zusammenhang zwischen allen Skalen des Selbstaufmerksamkeitsfragebogens und den Skalen des Tinnitusfragebogens bezüglich der emotionalen und kognitiven Beeinträchtigung durch den Tinnitus (Hypothese Z5). D.h. je höher die kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus desto höher ist die Selbstaufmerksamkeit und umgekehrt. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 12.2.3- 1.

*Tabelle 12.2.3- 1: Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung (TINEC, TINFE, TINFC) durch den Tinnitus und Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMPS), (r= Pearson-Korrelationskoeffizient, \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )*

		SAMges	SAMoes	SAMps
TINEC	r	0,700	0,702	0,580
	p	0,001 **	0,001 **	0,007 **
TINFE	r	0,679	0,684	0,558
	p	0,001 **	0,001 **	0,011 **
TINFC	r	0,700	0,698	0,585
	p	0,001 **	0,001 **	0,007 **

### 12.2.4 Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus und nach außen gerichteter Aufmerksamkeit (Aufmerksamkeits-Belastungstest, d2)

Zwischen emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus und der Leistung im Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2 Rohwert (d2RW), Fehler (d2FRW) und Schwankungsbreite (d2SB)) fanden sich keine signifikanten Zusammenhänge. Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten sind in Tabelle 12.2.4- 1 wieder gegeben.

Tabelle 12.2.4- 1: Zusammenhang zwischen emotionaler und kognitiver Belastung (TINEC, TINFE, TINFC) durch den Tinnitus und nach außen gerichteter Aufmerksamkeit (Gesamtrohwert d2 (d2RW), Fehlerrohwert (d2FRW) und Schwankungsbreite (d2SB)),  
 (r= Pearson- Korrelationskoeffizient, (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

		d2RW	d2FRW	d2SB
TINEC	r	-0,25	0,34	0,15
	p	0,3 n.s.	0,14 n.s.	0,53 n.s.
TINFE	r	-0,21	0,29	0,16
	p	0,37 n.s.	0,21 n.s.	0,51 n.s.
TINFC	r	-0,29	0,39	0,13
	p	0,22 n.s.	0,09 (*)	0,57 n.s.

### 12.2.5 Zusammenhang zwischen nach außen gerichteter Aufmerksamkeit (Aufmerksamkeits-Belastungstest, d2) und Selbstaufmerksamkeit (SAM)

In der Gesamtgruppe der untersuchten Probanden bestand zwischen der Schwankungsbreite im d2 (d2SB) und der privaten Selbstaufmerksamkeit (SAMPS) ein positiver signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,05$ , Tabelle 12.2.5-1). Innerhalb der Tinnitus- Gruppe fand sich sowohl eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Selbstaufmerksamkeitsgesamtscore (SAMGES) und dem d2-Fehlerrohwert (d2FRW) sowie der Schwankungsbreite im d2 (d2SB) ( $p < 0,05$ ). Dieser statistische Zusammenhang zwischen nach außen gerichteter Aufmerksamkeit und Selbstaufmerksamkeit speist sich dabei weniger aus dem Anteil der privaten Selbstaufmerksamkeit ( $p > 0,05$ ) sondern überwiegend aus dem Anteil der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit ( $p < 0,05$ , Tabelle 12.2.5-2).

Tabelle 12.2.5- 1: Zusammenhang zwischen der Leistung im Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2) als Parameter für nach außen gerichtete Aufmerksamkeit (Gesamtrohwert d2 (d2RW), Fehlerrohwert (d2FRW), Schwankungsbreite (d2SB)) und der Selbstaufmerksamkeit (SAM) (Gesamtrohwert SAM (SAMGES), öffentliche Selbstaufmerksamkeit (SAMOES) und private Selbstaufmerksamkeit (SAMPS)) für die Gesamtstichprobe (r= Pearson- Korrelationskoeffizient, \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

		d2RW	d2FRW	d2SB
SAMGES	r	-0,24	0,17	0,23
	P	0,07 (*)	0,16 n.s.	0,09 (*)
SAMOES	r	-0,10	0,09	0,15
	P	0,16 n.s.	0,53 n.s.	0,27 n.s.
SAMPS	r	-0,23	0,23	0,28
	P	0,1 n.s.	0,09 (*)	0,03 *

Tabelle 12.2.5- 2: Zusammenhang zwischen der Leistung im Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2) als Parameter für nach außen gerichtete Aufmerksamkeit (Gesamtrohwert d2 (d2RW), Fehlerrohwert (d2FRW), Schwankungsbreite (d2SB)) und der Selbstaufmerksamkeit (SAM) (Gesamtrohwert SAM (SAMGES), öffentliche Selbstaufmerksamkeit (SAMOES) und private Selbstaufmerksamkeit (SAMPS)) für die Gruppe der Tinnitus- Patienten, (r= Pearson- Korrelationskoeffizient, \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

		d2RW	d2FRW	d2SB
SAMGES	r	-0,16	0,48	0,51
	P	0,5 n.s.	0,03 *	0,02 *
SAMOES	r	-0,08	0,52	0,48
	P	0,73 n.s.	0,02 *	0,03 *
SAMPS	r	-0,22	0,35	0,44
	P	0,36 n.s.	0,13 n.s.	0,05 (*)

## **Fazit:**

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern und der Belastung durch den Tinnitus können folgende Aussagen getroffen werden:

1. Zwischen der Amplitude der kortikalen Aktivierung und der Bewertung des Ohrgeräusches besteht kein bedeutsamer Zusammenhang.

*Hypothese Z1: Die Höhe der zentralen Aktivierung (CNV, insbesondere der späten Komponente der CNV) kovariiert negativ mit der Bewertung des Symptoms als bedrohlich*

**H<sub>1</sub>:** negative Korrelation (Pearson R) TINFE, TINFC, TINEC / tCNV, iCNV, ICNV  
**konnte nicht bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{TINEC/iCNV} = -0,225$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINEC/iCNV} = 0,046$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINEC/ICNV} = -0,287$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINFE/tCNV} = -0,193$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINFE/iCNV} = -0,001$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINFE/ICNV} = -0,251$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINFC/iCNV} = -0,254$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINFC/iCNV} = 0,101$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{TINFC/ICNV} = -0,319$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

2. Zwischen der Amplitude der kortikalen Aktivierung und dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit besteht kein bedeutsamer Zusammenhang.

*Hypothese Z2: Die Höhe der zentralen Aktivierung (CNV, insbesondere der späten Komponente der CNV) kovariiert negativ mit dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMps)*

**H<sub>1</sub>:** bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson R)  
zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und ICNV

**konnte nicht bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{\text{SAMges} / \text{tCNV}} = -0,23$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMges} / \text{iCNV}} = -0,16$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMges} / \text{ICNV}} = -0,31$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMoes} / \text{tCNV}} = -0,4$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMoes} / \text{iCNV}} = -0,3$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMoes} / \text{ICNV}} = -0,36$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMps} / \text{tCNV}} = -0,01$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMps} / \text{iCNV}} = 0,03$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{SAMps} / \text{ICNV}} = -0,21$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

3. Die Habituation der Tinnituspatienten ist umso schlechter, je stärker die emotionale Belastung durch das chronische Ohrgeräusch ist.

*Hypothese Z3: Die Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich (TINFE, TINFC, TINEC) geht mit einer verzögerten Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV) einher*

**H<sub>1</sub>:** negative Korrelation (Pearson R)  
TINFE, TINFC, TINEC / hab tCNV, hab iCNV, hab ICNV

**konnte nur für TINFE/ hab tCNV bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{\text{TINEC} / \text{ICNVA}} = -0,435$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>
	$r_{\text{TINEC} / \text{iCNVA}} = -0,074$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{TINEC} / \text{tCNVA}} = -0,419$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>
	$r_{\text{TINFE} / \text{tCNVA}} = -0,454$	$p < 0,05$ *	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{\text{TINFE} / \text{iCNVA}} = -0,055$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{TINFE} / \text{ICNVA}} = -0,444$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>
	$r_{\text{TINFC} / \text{tCNVA}} = -0,397$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>

$r_{TINFC/ICNVA} = -0,094$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
$r_{TINFC/ICNVA} = -0,372$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

4. Zwischen der Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV) und dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit besteht kein bedeutsamer Zusammenhang.

**Hypothese Z4: Ein hohes Maß an Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMps) geht mit einer verzögerten Habituation der zentralen Aktivierung (hab CNV, insbesondere der späten Komponente hab ICNV) einher**

**H<sub>1</sub>:** bedeutsamer negativer Zusammenhang (Pearson R) zwischen SAMges, SAMoes, SAMps und hab ICNV  
**konnte nur für SAMoes / hab ICNV bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{SAMges/hab\ tCNV} = -0,41$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>
	$r_{SAMges/hab\ iCNV} = -0,12$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{SAMges/hab\ ICNV} = -0,44$	$p < 0,1$ (*)	<b>H<sub>1</sub> tendenziell bestätigt</b>
	$r_{SAMoes/hab\ tCNV} = -0,36$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{SAMoes/hab\ iCNV} = -0,02$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{SAMoes/hab\ ICNV} = -0,45$	$p < 0,05$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{SAMps/hab\ tCNV} = -0,38$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{SAMps/hab\ iCNV} = -0,19$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{SAMps/hab\ ICNV} = -0,36$	$p > 0,1$ n.s.	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

5. Eine hohe kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus geht mit einer hohen Selbstaufmerksamkeit einher.

**Hypothese Z5: Je bedrohlicher das Symptom bewertet wird (TINEC, TINFE, TINFC) desto höher die Aufmerksamkeitsfocussierung auf körpereigene Vorgänge (SAMges, SAMoes, SAMps).**

**H<sub>1</sub>:** positive Korrelation (Pearson R)

SAM<sub>ges</sub>, SAM<sub>Moes</sub>, SAM<sub>ps</sub>/ TINEC, TINFE, TINFC

**konnte bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{TINEC/SAM_{ges}} = 0,700$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINEC/SAM_{Moes}} = 0,702$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINEC/SAM_{ps}} = 0,580$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINFE/SAM_{ges}} = 0,679$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINFE/SAM_{Moes}} = 0,684$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINFE/SAM_{ps}} = 0,558$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINFC/SAM_{ges}} = 0,700$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINFC/SAM_{Moes}} = 0,698$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{TINFC/SAM_{ps}} = 0,585$	$p < 0,01^{**}$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>

### **12.3 Zusammenhang zwischen physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der Erkrankungsdauer**

Außerdem stellte sich die Frage, inwieweit die physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter (kortikale Erregung, Selbstaufmerksamkeit und nach außen gerichtete Aufmerksamkeit) an der Aufrechterhaltung des Tinnitus beteiligt sind. D.h. gibt es einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Tinnituserkrankung und der kortikalen Aktivierung (Gesamt- CNV, einzelne CNV- Komponenten und Habituation der CNV), des weiteren zwischen der Erkrankungsdauer und der Selbstaufmerksamkeit (öffentliche, private und Gesamtselbstaufmerksamkeit) sowie zwischen der Erkrankungsdauer und der nach außen gerichteten Aufmerksamkeit / Konzentration (Gesamtrohwert, Fehlerrohwert und Streubreite im Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2-Test))? Darüber hinaus sollte untersucht werden, in wie weit eine subjektive Beeinträchtigung durch den Tinnitus (Gesamtwert des Tinnitusfragebogens (TINNGES)) von der Dauer des Tinnitus abhängt.

Da für die genannten Variablen Normalverteilung gegeben war und ein linearer Zusammenhang zwischen den Variablen angenommen wird, wurde Pearson's R berechnet.

#### **12.3.1 Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und kortikaler Aktivierung**

Die Auswertung ergab für die Gruppe der Tinnitus- Patienten jeweils einen signifikanten negativen Zusammenhang zwischen der Erkrankungsdauer (EDAU) und der negativen Amplitude der Gesamt- CNV (tCNV) ( $p < 0,05$ ) sowie zwischen Erkrankungsdauer (EDAU) und der negativen Amplitude der frühen Komponente der CNV (iCNV) ( $p < 0,01$ ) (Abbildung 12.3.1- 1). In der Migränegruppe zeigte sich dagegen nur ein geringer, statistisch nicht signifikanter Zusammenhang zwischen diesen Variablen.

Bezüglich der Habituation der CNV und der Erkrankungsdauer fanden sich in der Tinnitus- Gruppe keinerlei bedeutsame Zusammenhänge zwischen diesen Variablen, in der Migränegruppe fand sich ein tendenziell bedeutsamer Zusammenhang zwischen EDAU und Habituation der frühen Komponente der CNV. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 12.3.1- 1.

Tabelle 12.3.1- 1: Zusammenhang zwischen der Erkrankungsdauer (EDAU) und den physiologischen Aufmerksamkeitsparametern Amplitude und Habituation der CNV (tCNV, iCNV, lCNV, hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV) für Tinnitus- und Migräne- Gruppe:  
 (r= Pearson- Korrelationskoeffizient,, \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

		tCNV	iCNV	lCNV	hab tCNV	hab iCNV	hab lCNV
<b>EDAU<sub>Tinn</sub></b> (n=20)	r	-,548	-,647	-,335	-,216	-,040	-,144
	p	0,012 *	0,002 **	0,15 n.s.	0,36 n.s.	0,87 n.s.	0,55 n.s.
<b>EDAU<sub>Migr</sub></b> (n=15)	r	-,479	-,318	-,286	-,304	-,533	0,054
	p	0,1 n.s.	0,3 n.s.	0,3 n.s.	0,31 n.s.	0,06 (*)	0,86 n.s.

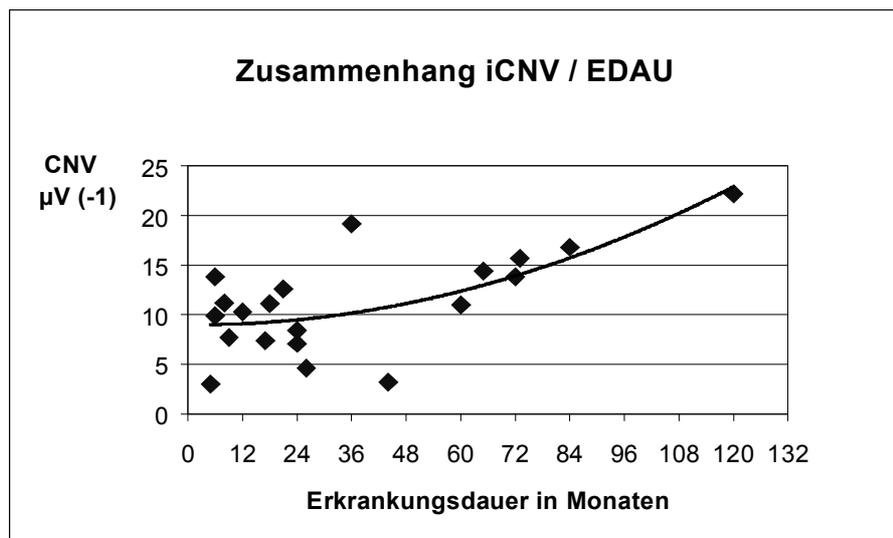


Abb.12.3.1 -1: Zusammenhang der frühen Komponente der CNV ( iCNV) und der Erkrankungsdauer (EDAU) für die Tinnitus- Gruppe ( $r = -0,647$ ,  $p = 0,002$ )

### 12.3.2 Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern

Darüber hinaus ergab sich für die Tinnitus- Gruppe ein bedeutsamer positiver Zusammenhang zwischen der EDAU und dem Fehlerrohwert des d2-Tests (d2FRW) ( $p < 0,05$ ) sowie zwischen EDAU und Streubreite (d2SB) des d2-Tests ( $p < 0,01$ ) (siehe Abbildung 12.3.2 –1).

Dieser ergab sich allerdings nicht für EDAU und Gesamtleistung im d2 (d2RW). Für die Migräne-Gruppe ergaben sich keinerlei bedeutsame Zusammenhänge zwischen Erkrankungsdauer und den Parametern des Aufmerksamkeits-Belastungs-Tests d2. Ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen der subjektiv angegebenen Selbstaufmerksamkeit (SAMGES, SAMOES, SAMPS) und der EDAU war sowohl in der Tinnitus- als auch in der Migräne- Gruppe nicht gegeben. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 12.3.2 -1.

Tabelle 12.3.2 -1: Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer (EDAU) und den psychologischen Aufmerksamkeitsparametern (d2RW, d2FRW, d2SB, SAMGES, SAMOES, SAMPS) für Tinnitus- und Migränegruppe, ( $r$  = Pearson- Korrelationskoeffizient, \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$ , (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

		d2RW	d2FRW	d2SB	SAMGES	SAMOES	SAMPS
<b>EDAU<sub>Tinn</sub></b> (n=20) n.s.	r	0,284	0,495	0,588	0,285	0,342	0,160
	p	0,23 n.s.		0,03 *	0,006 **	0,22 n.s.	0,14 n.s.
<b>EDAU<sub>Migr</sub></b> (n=15)	r	-,421	0,095	-,111	0,035	-0,222	0,327
	p	0,15 n.s.	0,8 n.s.	0,7 n.s.	0,9 n.s.	0,5 n.s.	0,3 n.s.

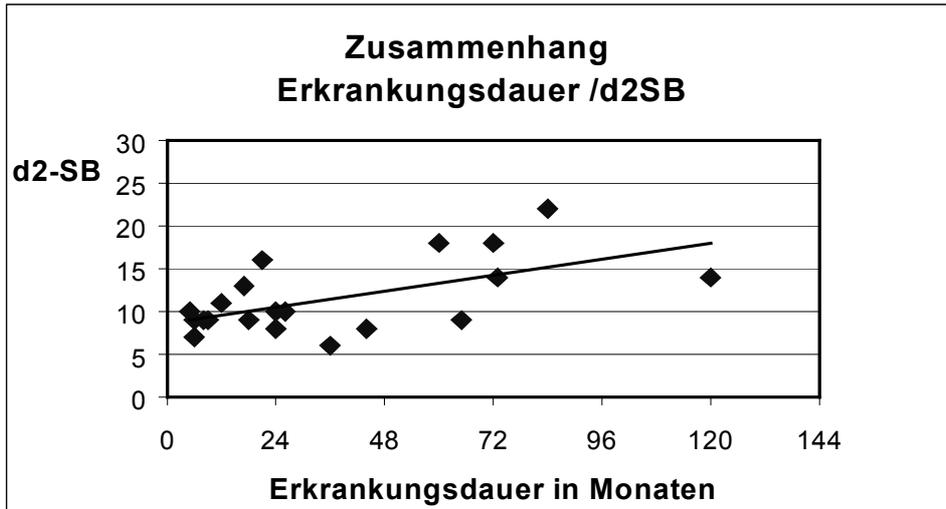


Abb. 12.3.2 -1: Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und d2 Schwankungsbreite für die Tinnitus- Gruppe ( $r=0,588$ ,  $p<0,01$ )

### 12.3.3 Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und subjektiver Beeinträchtigung durch den Tinnitus

Um die Frage zu beantworten, ob der Grad der subjektiven Beeinträchtigung, insbesondere der emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus von der Erkrankungsdauer abhängt, wurde auch hier bei gegebener Normalverteilung und angenommenen linearem Zusammenhang Pearson's R berechnet.

Es zeigte sich dabei weder ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Variablen EDAU und dem Gesamtwert des Tinnitusfragebogens (TINGES) ( $r=0,073$ ,  $p=0,8$  n.s. ) noch zwischen den Variablen EDAU und TINEC, TINFE und TINFC (siehe Tabelle 12.3.3 –1).

Tabelle 12.3.3 -1: Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer (EDAU) und der subjektiven (TINGES), emotionalen und kognitiven Belastung (TINEC, TINFE und TINFC) durch den Tinnitus, ( $r=$  Pearson- Korrelationskoeffizient, n.s.  $p>0,1$ )

		TINGES	TINEC	TINFE	TINFC
<b>EDAU<sub>Tinn</sub></b>	r	0,073	0,106	0,13	0,074
	p	0,8 n.s.	0,7 n.s.	0,6 n.s.	0,8 n.s.

### 12.3.4 Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und Intensität des Tinnitus

Ebenfalls zeigte sich kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang zwischen der Intensität des Tinnitus und der Erkrankungsdauer ( $r=0,22$ ,  $p=0,35$  n.s. ). Der Zusammenhang dieser beiden Variablen ist in Abbildung 12.3.4 –1 dargestellt.

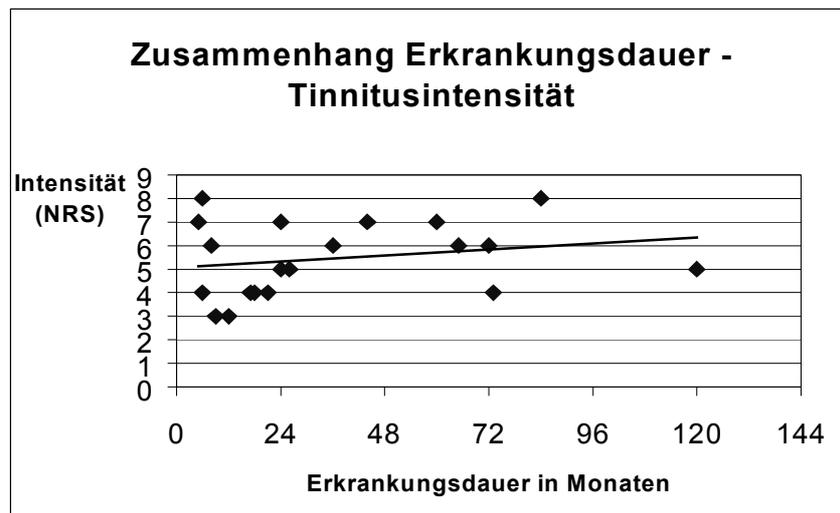


Abb. 12.3.4 -1: Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer (in Monaten) und Intensität des Tinnitus (auf einer 10-stufigen numerischen Ratingskala, NRS 0-9, 0=kein Ohrgeräusch, 9=stärkstes vorstellbares Ohrgeräusch) ( $r=0,22$ ,  $p=0,35$  n.s. ).

#### **Fazit:**

Die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen der Erkrankungsdauer und physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern gibt, der auf eine Aufrechterhaltung des Tinnitus durch Aufmerksamkeitsprozesse schließen lässt, kann aufgrund der Ergebnisse folgendermaßen beantwortet werden:

1. Ausschließlich in der Tinnitus- Gruppe zeigte sich ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer (EDAU) und negativer Amplitude der Gesamt- CNV (tCNV) bzw. früher Komponente der CNV (iCNV), d.h. je länger der Tinnitus andauert, desto höher fällt die kortikale Aktivierung aus.

**Hypothese Z6:** Je länger die Erkrankungsdauer, desto höher ist die zentrale Aktivierung (tCNV, iCNV, lCNV)

**H<sub>1</sub>:** negative Korrelation (Pearson R) EDAU / tCNV, iCNV, lCNV  
**konnte bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{\text{EDAU/tCNV}} = -0,548$	$p < 0,05 *$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{\text{EDAU/iCNV}} = -0,647$	$p < 0,01 **$	<b>H<sub>1</sub> bestätigt</b>
	$r_{\text{EDAU/lCNV}} = -0,335$	$p > 0,1 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

2. Das Ausmaß der Habituation der kortikalen Aktivierung in der Tinnitus- Gruppe verringert sich mit zunehmender Erkrankungsdauer nicht.

*Hypothese Z7: Je länger die Erkrankungsdauer der Tinnitus- Gruppe, desto geringer ist der Grad der Habituation der zentralen Aktivierung (hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV).*

**H<sub>1</sub>:** negative Korrelation (Pearson R) EDAU / hab tCNV, hab iCNV, hab lCNV  
**konnte nicht bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{\text{EDAU/hab tCNV}} = -0,216$	$p > 0,1 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{EDAU/hab iCNV}} = -0,040$	$p > 0,1 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{EDAU/hab lCNV}} = -0,144$	$p > 0,1 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

3. Weder in der Tinnitus -Gruppe noch in der Migräne- Gruppe ist eine bedeutsame Kovariation zwischen dem Ausmaß der Aufmerksamkeitsfokussierung auf körperliche Vorgänge und der Erkrankungsdauer gegeben

*Hypothese Z8: Es wird für die Tinnituspatienten ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und SAMges, SAMoes und SAMps angenommen.*

**H<sub>1</sub>:** positive Korrelation (Pearson R) EDAU / SAMges, SAMoes und SAMps  
**konnte nicht bestätigt werden**

<u>Ergebnis:</u>	$r_{\text{EDAU/SAMges}} = 0,285$	$p > 0,1 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{EDAU/SAMoes}} = 0,342$	$p > 0,1 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>
	$r_{\text{EDAU/SAMps}} = 0,160$	$p > 0,5 \text{ n.s.}$	<b>H<sub>1</sub> nicht bestätigt</b>

4. Weder der Grad der subjektiven Beeinträchtigung durch den Tinnitus noch die Tinnitusintensität sind von der Erkrankungsdauer abhängig.

Ergebnis:  $r_{\text{EDAU}/\text{TINGES}} = 0,073$ ,  $p=0,8$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**  
 $r_{\text{EDAU}/\text{INTENS}} = 0,22$ ,  $p=0,35$  n.s. **H<sub>1</sub> nicht bestätigt**

5. Je länger der Tinnitus anhält, desto mehr Fehler werden von den betroffenen Personen im Aufmerksamkeits-Konzentrations-Test (d2) gemacht und desto instabiler ist die Leistungsmenge.

Ergebnis:  $r_{\text{EDAU}/\text{d2FRW}} = 0,495$   $p < 0,05$  \* **H<sub>1</sub> bestätigt**  
 $r_{\text{EDAU}/\text{d2SB}} = 0,588$   $p < 0,01$  \*\* **H<sub>1</sub> bestätigt**

## 12.4 Zusammenhang zwischen Intensität des Tinnitus und physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern sowie der Beeinträchtigung durch das Ohrgeräusch

Neben dem untersuchten und oben dargestellten Zusammenhang zwischen den physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparametern sowie der Beeinträchtigung durch das Ohrgeräusch und der Erkrankungsdauer interessierte ebenfalls der Zusammenhang zwischen diesen Variablen und der wahrgenommenen Intensität des Ohrgeräusches. Bei gegebener Normalverteilung der Variablen und angenommenen linearem Zusammenhang wurde Pearson's R berechnet. Da es sich bei diesem Punkt nicht um eine Hauptfragestellung der Untersuchung handelte, wurden diesbezüglich aber keine statistischen Hypothesen formuliert.

Die Ergebnisse zeigten außer einem tendenziellen Zusammenhang zwischen Intensität und Amplitude der späten CNV- Komponente (ICNV) keinen weiteren Zusammenhang zwischen Tinnitusintensität und Amplitude oder Habituation der kortikalen Aktivierung (Tabelle 12.4 – 1).

Tabelle 12.4 –1: Zusammenhang zwischen Intensität (INTENS) und Amplitude (tCNV, iCNV, ICNV) sowie Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV, hab iCNV, hab ICNVA). (r= Pearson- Korrelationskoeffizient,, (\*)  $p < 0,1$ , n.s.  $p > 0,1$ )

	tCNV	iCNV	ICNV	hab tCNV	hab iCNV	hab ICNVA
<b>INTENS</b>	r=-0,3 p=0,2 n.s.	-0,06 0,8 n.s.	-0,39 0,09 (*)	-0,17 0,6 n.s.	0,14 0,2 n.s.	-0,29 0,5 n.s.

Des weiteren fand sich kein Zusammenhang zwischen Intensität des Tinnitus und Selbstaufmerksamkeit (Tabelle 12.4 –2).

Tabelle 12.4 -2: Zusammenhang zwischen Intensität (INTENS) und Selbstaufmerksamkeit (SAMges, SAMoes, SAMps) (r= Pearson- Korrelationskoeffizient,, n.s.  $p > 0,1$ )

	SAMges	SAMoes	SAMps	
<b>INTENS</b>	r p	0,5 0,8 n.s.	0,21 0,4 n.s.	-0,11 0,7 n.s.

Ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen Intensität des Tinnitus und subjektiver Beeinträchtigung durch den Tinnitus ergab sich für den Gesamtscore des Tinnitusfragebogens TINGES ( $r=0,53$ ,  $p=0,02$ ), ein tendenzieller Zusammenhang für die Skala „emotionale Belastung durch den Tinnitus“ TINFE ( $r=0,41$ ,  $p=0,07$ ) (Tabelle 12.4 –3).

*Tabelle 12.4 –3: Zusammenhang zwischen Intensität(INTENS) und Beeinträchtigung durch den Tinnitus (TINGES, TINE, TINFE, TINFC).  
( $r$ = Pearson- Korrelationskoeffizient,, \*  $p<0,05$ , (\*)  $p<0,1$ , n.s.  $p>0,1$ ).*

		<b>TINGES</b>	<b>TINEC</b>	<b>TINFE</b>	<b>TINFC</b>
<b>INTENS</b>	r	0,53	0,35	0,41	0,27
	p	0,02 *	0,13 n.s.	0,07 (*)	0,25 n.s.

## 12.5 Zusammenfassung der Ergebnisse und Darstellung der Ergebnisse im Modell

Zustände der gesteigerten Wachheit und Anspannung werden als Aufmerksamkeit bezeichnet, wobei ankommende Reize hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Organismus mittels eines limitierten Aufmerksamkeitskontrollsystems (Birbaumer & Schmidt, 1999) gefiltert werden. Informationen, die in der Vergangenheit mit biologisch bedeutsamen Reizen assoziiert waren, lösen demnach einen Erregungsanstieg aus, der als „Effort- Mechanismus“ bezeichnet wird und in neuen und komplexen Situationen die sensorische und motorische Aktivierung koordiniert. Diese Aktivierung und Mobilisierung sensorischer Systeme führt sowohl zu einer verbesserten Mustererkennung als auch zu einem multisensorischen Vergleich gespeicherter mit ankommender Information. Zu den zentralen auditorischen Strukturen, die die Mustererkennung des ankommenden Signals durchführen, gehört das Corpus geniculatum mediale, der auditorische Thalamuskern. Ebenfalls im Thalamus findet die Steuerung der Aktivierung und Aufmerksamkeit statt. Des Weiteren wird die hier eintreffende Information durch emotional motivationale Prozesse moduliert, da eine enge Verbindung zwischen den einzelnen Thalamuskernen und dem Hypothalamus als Teil des limbischen Systems besteht (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Entsprechend diesen neurophysiologischen Korrelaten der Wahrnehmung und Verarbeitung sensorischer Reize wurde in Anlehnung an das von Jastreboff (1990, 1993, 1996 und 1998) postulierte Erklärungsmodell des Tinnitus ein eigenes hypothetisches psychophysiologisches Modell des Tinnitus (Kapitel 6) formuliert. Die einzelnen, postulierten Schritte der Reizverarbeitung (Mustererkennung, Evaluation sowie physiologische und emotionale Reaktion) wurden operationalisiert und konkrete Hypothesen aufgestellt (Kapitel 7). Die im Rahmen einer entsprechend dieser Hypothesen durchgeführten Untersuchung erhobenen Daten zeigten folgende Ergebnisse:

1. Die kortikale Aktivierung der Tinnituspatienten gemessen über die Gesamt-CNV (tCNV), die frühe (iCNV) und die späte Komponente der CNV (lCNV) ist tendenziell (für tCNV) bzw. signifikant (für iCNV, lCNV) höher als die der gesunden Kontrollpersonen.
2. Die Patienten mit chronischem Tinnitus aurium habituierten mit der späten Komponente ihrer kortikalen Antwort auf einen akustischen Stimulus (lCNV) langsamer als die gesunden Kontrollpersonen.

3. Die Gruppe der Tinnitus- Patienten zeigte eine tendenziell niedrigere Gesamtleistung in einem Aufmerksamkeitsbelastungs- Test als eine im Alter vergleichbare Gruppe von gesunden Probanden. Hinsichtlich ihrer Selbstaufmerksamkeit unterschieden sich die Tinnitus- Patienten von den gesunden Probanden nicht.

4. In keinem der gemessenen Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden sich die Tinnitus- Patienten signifikant von den Migräne-Patienten.

5. Zwischen der Amplitude der kortikalen Aktivierung und der Bewertung des Ohrgeräusches besteht kein bedeutsamer Zusammenhang.

6. Zwischen der Amplitude der kortikalen Aktivierung und dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit besteht kein bedeutsamer Zusammenhang.

7. Die Habituation der Tinnituspatienten ist umso schlechter, je stärker die emotionale Belastung durch das chronische Ohrgeräusch ist.

8. Zwischen der Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV) und dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit besteht kein bedeutsamer Zusammenhang.

9. Eine hohe kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus geht mit einer hohen Selbstaufmerksamkeit einher.

In dem in Abbildung 12.5- 1 grafisch dargestellten Modell werden die nicht bestätigten ( $p > 0,1$ , n. s.) Zusammenhangshypothesen durch gestrichelte Linien ( ..... ) angedeutet, tendenziell bestätigte Zusammenhangshypothesen ( $p < 0,1$ ) werden durch dünne durchgezogene Linien ( — ) symbolisiert und bestätigte Zusammenhangshypothesen ( $p < 0,05$ ) werden durch verstärkte, durchgezogene Linien ( ——— ) dargestellt. Analog erfolgt die Darstellung der bestätigten bzw. nicht bestätigten Unterschiedshypothesen (◆.....◆, , nicht bestätigt, n.s.), ( ◆——◆, tendenziell bestätigt,  $p > 0,1$ ), (◆——◆, , bestätigt,  $p < 0,05$ )

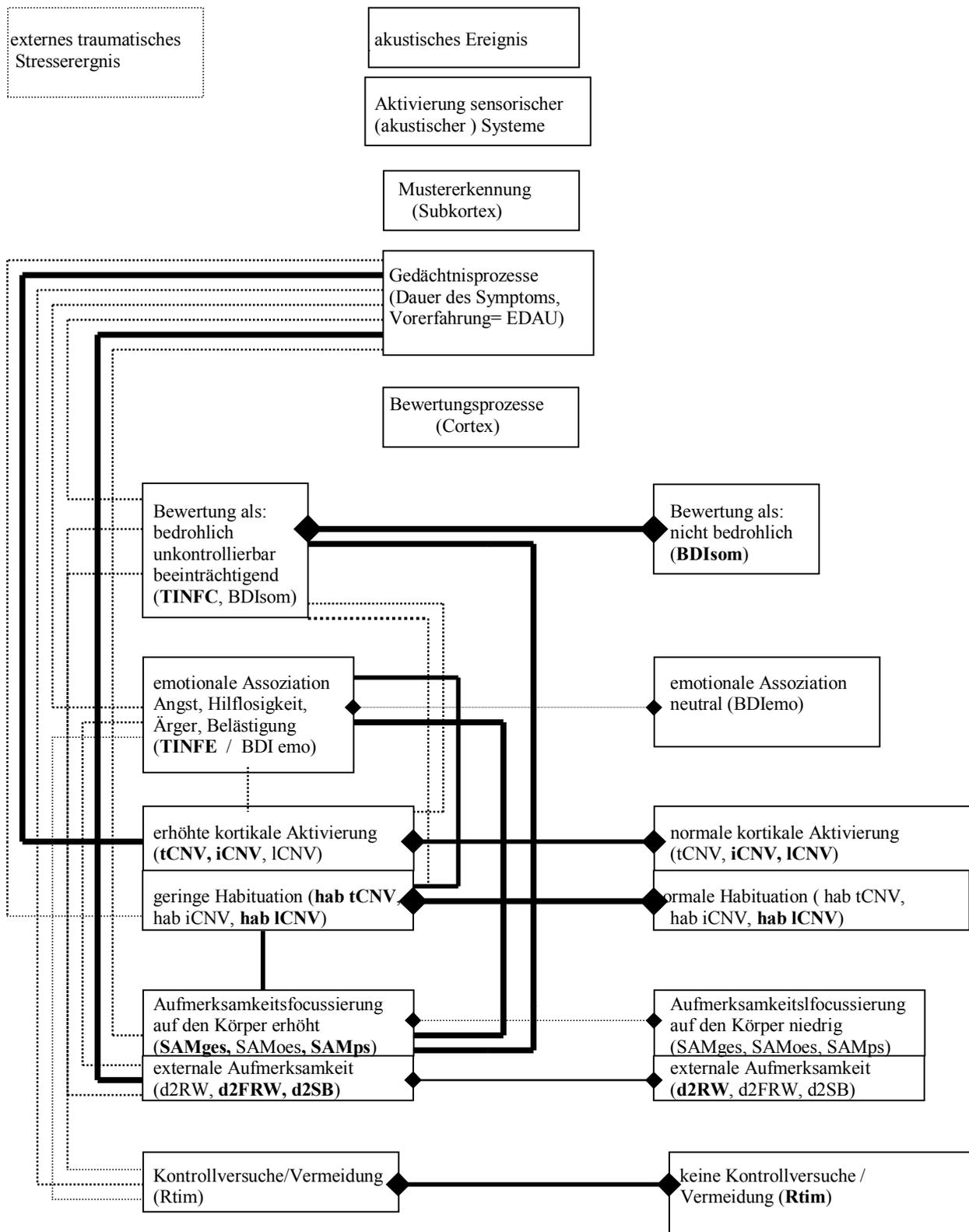


Abbildung 12.5- 1: Psychophysiolgisches Tinnitus- Modell, Untersuchungsergebnisse. Es werden Zusammenhänge zwischen der Bewertung des Geräusches und physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsprozessen sowie der Zusammenhang dieser Variablen mit der Dauer des Symptoms dargestellt. ( - - - - - ) :  $p > 0,1$ , ( ——— ) :  $p < 0,1$ , ( ——— ) :  $p < 0,05$ . Des weiteren werden Unterschiede in diesen Parametern zwischen Personen mit und ohne chronischen Tinnitus dargestellt. ( ◆ —◆ ) :  $p > 0,1$ , ( ◆ —◆ ) :  $p < 0,1$ , ( ◆ —◆ ) :  $p < 0,05$ .

### 13. Diskussion

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, sowohl physiologische wie auch emotionale und kognitive Korrelate der Aufmerksamkeit bei Patienten mit chronischem Tinnitus im Vergleich zu Migränikern und gesunden Probanden erstmals auch unter dem Aspekt der Habituation zu erheben. Dabei sollte die in dem von Hallam et al. (1984) formulierten „Habituationsmodell zur Toleranzentwicklung des Tinnitus“ und später von Jastreboff et al. (1990, 1993, 1996) sowie Hazell (1998) in ihrem neurophysiologischen Erklärungsmodell des Tinnitus wieder aufgegriffene theoretische Annahme einer aufgrund von dysfunktionalen Bewertungs- und Aufmerksamkeitsprozessen gestörten Habituation in einer klinischen Untersuchung überprüft werden.

Es sollte erstens die Frage beantwortet werden, ob sich Patienten mit einem chronischen Tinnitus aurium von gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich physiologischer Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden. Zweitens sollte die Frage beantwortet werden, in wie weit die psychologischen und physiologischen Aufmerksamkeitsparameter mit einer Bewertung des Tinnitus als bedrohlich zusammenhängen. Drittens interessierte die Frage, ob die Ausprägung der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter im Zusammenhang mit der Dauer der Erkrankung steht.

#### 13.1 Unterschiede zwischen Patienten mit chronischem Tinnitus aurium und gesunden Kontrollpersonen bezüglich physiologischer und psychologischer Aufmerksamkeitsparameter

Zur Beantwortung der Frage, ob sich Patienten mit einem chronischen Tinnitus aurium von gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich ihrer kortikalen Aktivierung als physiologisches Korrelat der Aufmerksamkeit unterscheiden, wurden zum einen die (negativen) Amplituden der contingent negativen Variation (tCNV, iCNV und ICNV) sowie die Habituationsverläufe (Anstieg oder Abfall der kortikalen Aktivierung, gemessen über die Steigung der Regressionsgleichung  $y = ax + b$ ) herangezogen. In der vorliegenden Untersuchung konnte nachgewiesen werden, dass bei Patienten mit chronischem Tinnitus im Vergleich zu Gesunden sowohl die kortikale Aktivierung signifikant erhöht als auch die Habituation deutlich verzögert ist.

Wie in Kapitel 12.1.1 dargestellt, zeigte sich für Tinnitus-Patienten eine signifikant höhere negative *Amplitude* der frühen Komponente *der CNV* (iCNV) ( $p < 0,05$ ) im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen. Das Ergebnis entspricht denen der Arbeitsgruppen um Sugimoto

und Shiraishi (siehe Kapitel 5.3.5), die ebenfalls signifikant erhöhte negative Amplituden der iCNV bei Tinnitus- Patienten fanden. Somit kann für die Tinnitus- Patienten ebenfalls eine verstärkte Orientierungsreaktion mit erhöhter Erwartungshaltung bezüglich akustischer Stimuli angenommen werden.

Die Tinnitus- Patienten wiesen hinsichtlich der frühen Komponente der CNV (iCNV) eine nur geringfügig niedrigere negative Amplitude auf als die untersuchten Migräne -Patienten. Für letztere werden in der Literatur (siehe Kapitel 5.3.4) deutlich höhere negative Amplituden der iCNV beschrieben als für gesunde Probanden, was als Ausdruck für eine verstärkte Orientierungsreaktion auf dargebotene Reize interpretiert wird. In der vorliegenden Untersuchung war der Unterschied zwischen der Gruppe der Migräniker und der gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich der frühen Komponente der CNV ebenfalls signifikant ( $p < 0,05$ ).

Weitere signifikante Unterschiede zwischen Tinnitus- Patienten und gesunden Kontrollpersonen fanden sich in der Amplitudenhöhe der späten Komponente der CNV (ICNV) ( $p < 0,05$ , siehe 12.1.1). Diese wurden in den Untersuchungen von Sugimoto und Shiraishi nicht berichtet, zeigten sich allerdings in einer Untersuchung von Hoke et al. (1998). Erhöhte Amplituden der ICNV werden als Ausdruck einer Aktivierung des dopaminergen Systems gewertet (Kapitel 5.3.2). Entsprechend seiner Wirksamkeit im nigrostriatalen extrapyramidalen System wird Dopamin mit der Ausführung motorischer Programme bzw. mit der Vorbereitung motorischer Tätigkeiten in Verbindung gebracht (Rohrbaugh und Gaillard, 1983). Daher liegt die Vermutung nahe, dass die in ICNV erzielte höhere negative Amplitude bei Tinnitus- Patienten eine stärkere Vorbereitung auf den nachfolgenden Tastendruck, der zum Abbruch eines als aversiv erlebten akustischen Stimulus im Sinne einer Vermeidungsreaktion führt, widerspiegelt. Diese Interpretation wird durch die Ergebnisse der von den einzelnen Untersuchungsgruppen erreichten Reaktionszeiten (RT) (siehe Tabelle 8.3) gestützt. Im Einzelvergleich unterschieden sich die Reaktionszeiten der Gruppe der Tinnitus- Patienten und die der Gruppe der gesunden Probanden bedeutsam ( $p < 0,05$ ). Die Korrelation der Reaktionszeit mit den einzelnen Komponenten der CNV zeigte darüber hinaus einen tendenziellen statistischen Zusammenhang zwischen der von den Tinnitus- Patienten erzielten Reaktionszeit (RT) und der Ausprägung der späten Komponente der CNV (ICNV) ( $p < 0,1$ ). Ein Zusammenhang zwischen Reaktionszeit (RT) und iCNV konnte nicht nachgewiesen werden. Dies spricht dagegen, dass die kürzere Reaktionszeit der Tinnitus- Patienten auf eine erhöhte allgemeine Aktivierung zurück zu führen ist. Hinsichtlich der Gesamt- CNV (tCNV) unterschieden sich Tinnitus- Patienten von gesunden Kontrollpersonen nur tendenziell

( $p < 0,1$ ), was ein tendenziell höheres allgemeines Aktivierungsniveau der Tinnitus- Patienten widerspiegelt.

Somit zeigte sich in den CNV- Amplituden als physiologisches Aufmerksamkeitsmaß, dass die Tinnitus- Patienten wie angenommen eine deutlich stärkere kortikale Aktivierung in der frühen (iCNV) und späten (ICNV) Komponente der CNV aufweisen als gesunde Kontrollpersonen. Die höhere negative Amplitude der frühen Komponente (iCNV) wird dabei als ausgeprägtere Orientierungsreaktion der Tinnitus- Patienten auf den dargebotenen akustischen Reiz gewertet. Um zu prüfen, ob die erhöhte Amplitude der ICNV und die kürzere Reaktionszeit der Tinnitus- Patienten darauf hinweisen, dass der dargebotene akustische Stimulus aversiver erlebt wird (i. S. Lutzenberger et al., 1985) als von den gesunden Kontrollpersonen, wurde der statistische Zusammenhang zwischen ICNV und der im Fragebogen angegebenen emotionalen und kognitiven Belastung durch den Tinnitus berechnet. Die Ergebnisse zeigten weder für die Gesamt- CNV noch für die einzelnen CNV- Komponenten einen bedeutsamen Zusammenhang zur Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich (Tab. 12.2.1). Damit wird die Annahme, eine erhöhte Amplitude der ICNV sei Ausdruck der Bewertung des akustische Stimulus als aversiv, nicht gestützt.

Die Analyse des *Habituationsverlaufs der CNV- Amplituden* ergab ebenfalls den erwarteten Unterschied zwischen Patienten mit chronischem Tinnitus aurium und gesunden Kontrollpersonen. Insbesondere zeigte sich dieser Unterschied in der späten Komponente der CNV ( $p < 0,01$ ) sowie in der Gesamt- CNV und der PINV ( $p < 0,05$ ) (Tab. 12.1.2.1 a und b, Tab. 12.1.2 -2). Während sich für die gesunde Kontrollgruppe in beiden Komponenten nach anfänglich (nicht signifikant) höherer Reaktionsstärke in Block 1 eine deutliche Abnahme der Reaktionsstärke im Sinne einer Habituation zeigte, reagierten Patienten mit chronischem Tinnitus aurium insgesamt mit einer leichten Zunahme (ICNV) bzw. mit einer gleichbleibenden Reaktionsstärke (t CNV, PINV). Hier ähnelten sich die Habitationsverläufe der Tinnitus- und der Migräne- Patienten, wobei sich der Habitationsverlauf der Migräne- Patienten nur in der tCNV und der ICNV tendenziell von dem der gesunden Kontrollgruppe unterscheidet (Tab. 12.1.2 -1 a und b). Es fällt auf, dass die Habituation der Tinnitus- Patienten nicht linear, sondern mehrphasig verläuft und sich am besten mit einer polynomischen Trendlinie 4. Ordnung beschreiben lässt (Abb. 12.1.2 -4, 12.1.2 -6). Dabei kommt es nach anfänglich leichtem Abfall (Block 1-2) nachfolgend zu einem signifikanten Anstieg der Reaktionsstärke (Block 2-4), wogegen in der Gruppe der Gesunden ein permanenter Abwärtstrend der Reaktionsstärke zu verzeichnen ist. Somit kann für die

Tinnitus- Patienten nicht nur von einer schlechteren Habituation, sondern auch von einem zwischenzeitlichen Sensibilisierungseffekt bzw. von einer Dishabituation gesprochen werden. Dieser Dishabituationseffekt in der Gruppe der Tinnitus- Patienten wird auch in der frühen Komponente der CNV sichtbar. Die Gruppe der Migräne- Patienten, deren Reaktionsstärke ähnlich hoch ist, wie die der Tinnitus- Patienten, zeigt ebenfalls einen Dishabituationseffekt, wobei der Habituationsverlauf aber nicht so stark unduliert. In beiden Fällen wird der Unterschied in den Habituationsverläufen im Vergleich zu der gesunden Kontrollgruppe nicht signifikant. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass nicht- lineare Kurvenverläufe mit einer linearen Regressionsgleichung nicht optimal zu beschreiben sind. Möglicherweise lassen sich die Unterschiede zwischen den Habituationsverläufen durch andere mathematische Verfahren, z.B. den Vergleich der berechneten Flächen unter den Habituationskurven, besser beschreiben.

Dishabituation tritt immer dann auf, wenn eine Serie identischer Reize von einem differierenden Stimulus unterbrochen wird (Birbaumer & Schmidt, 1999). Somit lösten entweder das Ausbleiben des erwarteten Go- trials oder das Auftreten eines neuen Reizes (NoGo- trial) bei den Tinnitus- Patienten auf Grund der Abweichung vom gespeicherten Reiz- Reaktionsmodell (Go- trials) eine erneute Orientierungsreaktion aus. Die gesunden Probanden unterlagen dem gleichen Untersuchungsparadigma, d.h. sie erfuhren ebenfalls Unterbrechungen des gewohnten Reiz-Reaktionsmusters, reagierten auf diese aber nicht mit Dishabituation. Das bedeutet, dass die Erwartungen der gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich der erfahrenen Reiz- Reaktions- Verbindungen nicht so stark ausgeprägt waren, bzw. der diesbezügliche assoziative Lernvorgang nicht in dem Ausmaß stattgefunden hat, wie bei den Tinnitus- Patienten. Bei assoziativen Lernvorgängen kommt es nach Weinberger & Diamond (1987) zu einer Zunahme der Reizantwort , wobei diese von der Bedeutsamkeit des Reizes abhängig ist (siehe Kapitel 4.3). Daher ist davon auszugehen, dass die gestörte Habituation der Tinnitus- Patienten auf eine schnellere Bildung von Erwartungen (Annahmen bezüglich erfahrener Reiz-Reaktionsverbindungen) aufgrund bedeutsamer bzw. aversiver Vorerfahrung mit akustischen Stimuli (Ohrgeräusch) zurück zu führen ist.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen diese Annahme. Es zeigte sich ein bedeutsamer negativer Zusammenhang zwischen der Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV) und der Skala „emotionale Belastung durch den Tinnitus“ (TINFE) ( $p < 0,05$ ). Das bedeutet, dass die Habituation der Tinnitus- Patienten bezogen auf die Gesamtkurve der contingent negativen Variation um so schlechter ist, je stärker die emotionale Belastung durch das chronische Ohrgeräusch ist. Somit kann die aufgestellte Vermutung, dass die

Habituation der Orientierungsreaktion bei Tinnitus- Patienten dadurch verhindert wird, dass dem wahrgenommenen akustischen Signal eine emotionale Bedeutung beigemessen wird und der Stimulus als aversiv bewertet wird, bestätigt werden.

Hinsichtlich der *psychologischen Aufmerksamkeitsvariablen* nach „außen gerichtete Aufmerksamkeit“ und „Selbstaufmerksamkeit“ wurden ebenfalls Unterschiede zwischen Tinnitus- Patienten und Migränikern erwartet. Insbesondere wurde für Tinnitus- Patienten eine erhöhte Selbstaufmerksamkeit angenommen und im Gegenzug dazu die nach außen gerichtete Aufmerksamkeit als gestört vermutet (Duval & Wicklund, 1972, Kapitel 4.2.2 und 4.2.3). Das postulierte Verhältnis der beiden Konstrukte „nach außen gerichtete Aufmerksamkeit“ (d2) und „Selbstaufmerksamkeit“ (SAM) spiegelt sich in den statistisch berechneten Zusammenhängen Pearson- Korrelationskoeffizient wieder (Tabelle 12.2.5 –1 und 12.2.5 -2).

In der Gesamtgruppe der untersuchten Probanden bestand zwischen der Schwankungsbreite im d2 und der privaten Selbstaufmerksamkeit ein positiver signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,05$ , Tabelle 12.2.5 –1). Innerhalb der Tinnitus- Gruppe fand sich sowohl eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Selbstaufmerksamkeitsgesamtscore und dem d2-Fehlerrohwert sowie der Schwankungsbreite im d2 ( $p < 0,05$ ). Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass sich eine hohe Selbstaufmerksamkeit nachteilig auf die Güte der selektiven Orientierungsfähigkeit (Fehlerrohwert als Ausdruck für die Qualität der Bearbeitung) als auch auf die Konstanz der Leistung (Schwankungsbreite als Parameter für den zeitlichen Verlauf der Leistung) auswirkt. Dieser statistische Zusammenhang zwischen nach außen gerichteter Aufmerksamkeit und Selbstaufmerksamkeit speist sich allerdings nicht wie zu vermuten wäre hauptsächlich aus dem Anteil der so genannten privaten Selbstaufmerksamkeit ( $p > 0,05$ ) sondern überwiegend aus dem Anteil der öffentlichen Selbstaufmerksamkeit ( $p < 0,05$ , Tabelle 12.2.5 –2). Das deutet darauf hin, dass die Patienten nicht so sehr durch eine vermehrte Beobachtung der körpereigenen Vorgänge von der Bearbeitung der im d2 geforderten Aufgabe abgelenkt wurden, sondern dass sie sich vermehrt mit der Wirkung ihrer eigenen Person auf andere (Untersucherin) im Sinne einer Vermeidung einer negativen Beurteilung durch die Untersucherin beschäftigten. Diese Interpretation wird plausibel wenn man berücksichtigt, dass für die Tinnitus- Patienten die Teilnahme an der beschriebenen psychophysiologischen Untersuchung gleichzeitig die psychophysiologische Diagnostik im Vorfeld einer geplanten Retrainingtherapie darstellte und die Patienten ein „gutes Abschneiden“ in der Untersuchung für die Durchführung der nachfolgenden Tinnitusbehandlung als wichtig erachteten.

Eine erhöhte Selbstaufmerksamkeit der Tinnitus- Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen konnte nicht nachgewiesen werden. Ein Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde vermutet, da für Personen mit depressiverer Stimmung und stärkerer Belastung durch körperliche Symptome in der Literatur ein höheres Ausmaß an Selbstzentrierung beschrieben wird (Kapitel 4.2.2). Im BDI, einem Erhebungsinstrument, das beide Parameter sowohl bei Gesunden und bei Tinnitus- Patienten erfasst, war ein bedeutsamer Unterschied zwischen beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Belastung durch körperliche Symptome zu finden (Tabelle 8.4), der sich aber in der Variablen Selbstaufmerksamkeit nicht zeigte.

Hinsichtlich des d2-Gesamtrohwertes zeigten Tinnitus- Patienten im varianzanalytischen Gruppenvergleich tendenziell ein geringeres Arbeitstempo ( $p < 0.1$ , Tabelle 12.1.3 -1) im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen.

Der d2-Gesamtrohwert misst Tempo bzw. Quantität der geforderten Konzentrationsleistung und gibt damit Auskunft über Antrieb, Wachheit oder Anspannung einer Person (Brickenkamp, 1994). Das vorliegende Ergebnis spricht für einen tendenziell geringeren Antrieb bei Tinnitus- Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen.

### **13.2 Zusammenhang der Aufmerksamkeitsparameter mit der Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich**

Zustände der gesteigerten Wachheit und Anspannung werden als Aufmerksamkeit bezeichnet, wobei ankommende Reize hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Organismus mittels eines limitierten Aufmerksamkeitskontrollsystems (Birbaumer und Schmidt, 1999) gefiltert werden. Informationen, die in der Vergangenheit mit biologisch bedeutsamen Reizen assoziiert waren, lösen demnach einen Erregungsanstieg aus, der als „Effort- Mechanismus“ bezeichnet wird und in neuen und komplexen Situationen die sensorische und motorische Aktivierung koordiniert. Diese Aktivierung und Mobilisierung sensorischer Systeme führt zu einer verbesserten Mustererkennung und zu einem multisensorischen Vergleich gespeicherter mit ankommender Information. Zu den zentralen auditorischen Strukturen, die die Mustererkennung des ankommenden Signals durchführen, gehört das Corpus geniculatum mediale, der auditorische Thalamuskern. Ebenfalls im Thalamus findet die Steuerung der Aktivierung und Aufmerksamkeit statt. Des Weiteren wird die hier eintreffende Information durch emotional motivationale Prozesse moduliert, da eine enge Verbindung zwischen den

einzelnen Thalamuskernen und dem Hypothalamus als Teil des limbischen Systems besteht (Birbaumer und Schmidt, 1999).

Diese anatomischen und physiologischen Zusammenhänge bilden die Grundlage des von von Hallam et al. (1984) entwickelten Habituationsmodells zur Toleranzentwicklung bei Tinnitus. Ausgehend von diesem Modell stellt sich die Frage, ob eine Habituation der Orientierungsreaktion bei Tinnitus- Patienten dadurch verhindert wird, dass dem wahrgenommenen akustischen Signal eine emotionale Bedeutung beigemessen und der Stimulus als aversiv bewertet wird.

Wie unter 13.1 dargestellt, konnte die Annahme, eine erhöhte Amplitude der ICNV sei Ausdruck der Bewertung des akustische Stimulus als aversiv nicht gestützt werden, da sich weder für die Gesamt- CNV noch für die einzelnen CNV- Komponenten ein bedeutsamer Zusammenhang zur Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich (Tab. 12.2.1) zeigte. Die vorliegenden Daten bestätigen aber die Hypothese, dass die Habituation der Orientierungsreaktion bei Tinnitus- Patienten dadurch gestört wird, dass dem wahrgenommenen akustischen Signal eine emotionale Bedeutung beigemessen wird und der Stimulus als aversiv bewertet wird.

Ein Zusammenhang zwischen psychologischen Aufmerksamkeitsparametern und der Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich ergab sich für die über den d2 gemessene nach außen gerichtete Aufmerksamkeit nicht. Insbesondere fand sich kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang zwischen Variablen zur Messung der inneren Anspannung einer Person (Gesamtrohwert d2) oder des Antriebsverhaltens (Schwankungsbreite d2) und der emotionalen oder kognitiven Belastung durch das Ohrgeräusch. Hier wäre zumindest eine gemeinsame Kovariation von emotionaler Belastung und vermindertem Antriebsverhalten im Sinne einer leichteren Ermüdbarkeit der Probanden bei stärkerer Belastung anzunehmen gewesen. Ein tendenziell bedeutsamer Zusammenhang zeigte sich aber zwischen der Anzahl der gemachten Fehler als Variable für die Güte selektiver Orientierungsfähigkeit bzw. Ausdruck für die Störbarkeit einer Person und der kognitiven Belastung durch den Tinnitus (TINFC) ( $p < 0,1$ ).

Das Ausmaß der Selbstaufmerksamkeit wurde erhoben, da verschiedene Autoren (u. a. Duval und Wicklund, 1972, Barsky et al. 1988, 1992, 1998) davon ausgehen, dass der Zustand der selbstzentrierten Aufmerksamkeit bedeutsame Auswirkungen auf das Verhalten und Erleben der Person hat. Insbesondere führt vermehrte Selbstaufmerksamkeit zu einer Intensivierung angenehmer als auch unangenehmer Gefühlszustände auch zu einer verstärkten Wahrnehmung körperlicher Symptome (Kapitel 4.2.2 und 4.2.3). Demnach wurde in der

vorliegenden Untersuchung ein positiver Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit und der Bewertung des Ohrgeräusches als bedrohlich erwartet. Diese Erwartung wurde durch die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigt. Es ließ sich ein enger positiver Zusammenhang zwischen allen Skalen des Selbstaufmerksamkeitsfragebogens und den Skalen emotionale und kognitive Beeinträchtigung durch den Tinnitus nachweisen ( $p < 0,001$ , Tabelle 12.2.3.1). Dieses Ergebnis bestätigt die von Hallam et al. (1984) aufgestellte Hypothese, dass eine Dekompensation bzw. eine starke psychische Belastung durch den Tinnitus als Folge einer Aufmerksamkeitsfokussierung auf das internale akustische Geräusch anzusehen ist. Eine hohe kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus geht mit einer hohen Selbstaufmerksamkeitsfokussierung einher und umgekehrt.

Eine weitere Annahme von Hallam et al. beinhaltet, dass auf der perzeptuellen Ebene eine Interaktion zwischen kortikalem Erregungsniveau, konkurrierenden Aufmerksamkeitsprozessen sowie der Bedeutung des Ohrgeräusches stattfindet und sich das damit einhergehende erhöhte kortikale Arousal hemmend auf eine Habituation auswirkt. Diese Annahme konnte anhand der vorliegenden Daten nicht sicher bestätigt werden. Der Zusammenhang zwischen der Habituation der kortikalen Aktivierung und dem Ausmaß der Gesamt-Selbstaufmerksamkeit zeigte sich nur tendenziell ( $r=-0,44$ ,  $p=0,053$ , Tabelle 12.2.2 - 1). Dabei weist die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die vermeintliche Bewertung durch andere Personen (SAMoes) einen statistisch bedeutsamen negativen Zusammenhang zur Habituation der späten Komponente der CNV auf ( $p < 0,05$ ). Das bedeutet, dass die Habituation der ICNV umso schlechter ist, desto mehr sich eine Person damit beschäftigt, wie sie auf andere wirkt. Die Fokussierung auf kognitive emotionale und somatische Vorgänge (SAMps) zeigte keinen statistisch bedeutsamen Zusammenhang zur Habituation der späten Komponente der CNV ( $p > 0,1$ ).

### **13.3 Zusammenhang der Ausprägung der physiologischen und psychologischen Aufmerksamkeitsparameter mit der Dauer der Erkrankung**

In der vorliegenden Arbeit sollte außerdem die Frage beantwortet werden, inwieweit es bei fortschreitender Dauer des Tinnitus zu Veränderungen in der Aufmerksamkeitszuwendung kommt, bzw. inwieweit Aufmerksamkeitsprozesse an der Aufrechterhaltung d.h. der Chronifizierung des Tinnitus aurium beteiligt sind.

Als Maße für die Chronizität der vorliegenden Erkrankung wurden dabei die Dauer der Erkrankung und die subjektiv angegebene Intensität des Ohrgeräusches erhoben. Die Dauer der Erkrankung wird als äquivalent für die Reizdauer des Tinnitus angesehen. Diese wird - wie auch die Frequenzänderung des akustischen Stimulus - im dorsalen Kern des Nucleus cochlearis codiert und stellt damit einen ersten Schritt zur Mustererkennung dar.

Als Maße für die Aufmerksamkeitszuwendung wurden auf physiologischer Ebene die kortikale Erregung (Amplitude der CNV), auf psychologischer Ebene die Selbstaufmerksamkeit und die nach außen gerichtete Aufmerksamkeit sowie als intervenierende Variable die emotionale und kognitive Reaktion auf den Tinnitus (im Sinne einer ängstlichen Bewertung des Symptoms) herangezogen.

Des Weiteren wird die Amplitude der CNV (Kropp & Gerber, 1998; siehe Kapitel 5.3.1) als kortikales Maß für die Chronifizierung angesehen. Sie fanden bei Patienten mit Migräne ohne Aura, Patienten mit chronischem Tinnitus und Patienten mit einer chronischen Panikerkrankung einen tendenziellen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Negativierung der frühen Komponente der CNV und der Dauer der jeweiligen Erkrankung. Die Autoren schließen daraus, dass sich die Chronifizierung einer Erkrankung in einer Erhöhung der noradrenerg vermittelten frühen Komponente der CNV- Amplitude (iCNV) ausdrückt. In einer späteren Studie von Kropp et al. (2000) bestätigte sich die signifikante negative Korrelation zwischen der frühen Komponente der CNV und der Dauer der Erkrankung für Migränepatienten. Auch in der vorliegenden Untersuchung zeigten die Tinnitus- Patienten mit zunehmender Erkrankungsdauer eine höhere Amplitude der iCNV ( $r=-0,65$ ,  $p<0,01$ , Tabelle 12.3.1 -1). Dagegen zeigte sich die Habituation der kortikalen Aktivierung nicht als Maß für Chronifizierung (Tabelle 12.3.1 -1). Auch zwischen der Intensität des Tinnitus und der Habituation der kortikalen Aktivierung ergab sich kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang (Tabelle 12.4- 1).

Das mit der Habituation der kortikalen Aktivierung der Tinnitus- Patienten in negativem Zusammenhang stehende Ausmaß der emotionalen Belastung durch den Tinnitus änderte sich im Krankheitsverlauf nicht. Die Beziehung dieser beiden Maße wurde in bisherigen Studien unterschiedlich gesehen. Tyler & Baker (1983) konnten einen Rückgang, Stephens et al (1992) einen Anstieg der subjektiven Beeinträchtigung bei zunehmender Tinnitusdauer verzeichnen. Der weiterhin fehlende eindeutige Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und Belastung durch das Ohrgeräusch spricht eher dafür, dass das Ausmaß emotionaler Belastung von anderen Faktoren als der Expositionszeit abhängt. Auch ein Zusammenhang zwischen emotionaler Belastung und subjektiver Tinnitusintensität (Tabelle 12.4 -3) konnte

nicht nachgewiesen werden. Als modulierender Faktor für die Tinnitusbelastung ist daher das von Scott (1990), Budd & Pugh (1996) sowie Delb et al. (2002) genannte Ausmaß der wahrgenommenen Kontrollierbarkeit sehr wahrscheinlich (siehe Kapitel 4.1.1).

Hallam et al. (1984) formulierten die Annahme, die Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Tinnitus sei der kritische Mechanismus, der die Chronifizierung bzw. Aufrechterhaltung des Tinnitus bewirkt. Unter der Voraussetzung, dass sich die Chronifizierung des Tinnitus in seiner Dauer oder Intensität widerspiegelt, widersprechen die vorliegenden Daten dieser Annahme. Es ergab sich keine Änderung in der Selbstaufmerksamkeit in Abhängigkeit von der Erkrankungsdauer oder der subjektiven Tinnitusintensität. Der fehlende Unterschied zwischen Tinnitus-Patienten und gesunden Kontrollpersonen hinsichtlich der Selbstaufmerksamkeit weist ebenfalls darauf hin, dass diese Variable sich nicht auf die Stärke oder Permanenz des Symptoms auswirkt.

## **Schlussfolgerung:**

Insgesamt zeigen sich bei Patienten mit chronischen Tinnitus wie bei Migränikern eine erhöhte Amplitude der iCNV und eine gestörte Habituation der kortikalen Aktivität.

Die für Migräne-Patienten getätigte Aussage, dass die gestörte Habituation auf eine vermehrte Bedeutungsbeimessung zurückgeführt werden kann (Gerber et al.1996) konnte auch für Tinnitus- Patienten bestätigt werden. Es fand sich ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der Habituation der kortikalen Aktivierung und dem Ausmaß der emotionalen Belastung durch den Tinnitus. Aus der Tatsache, dass die Habituation der Orientierungsreaktion bei Tinnitus- Patienten dadurch verhindert wird, dass dem wahrgenommenen akustischen Signal eine negative emotionale Bedeutung beigemessen wird, ergeben sich aus klinischer Sicht zwei Strategien, die zur Reduktion der subjektiven Belastung führen. Zum einen die kognitive Umbewertung des Geräusches als nicht existenziell bedrohlich, zum anderen ein Habituationstraining. Beide Strategien werden in der Tinnitus-Retraining-Therapie, die aus einer Kombination aus kognitiver Verhaltenstherapie und Maskierung des Ohrgeräusches durch weißes Rauschen besteht, angewandt. Da emotionale Belastung und Habituation eng miteinander zusammenhängen, ergibt sich aber die Frage, ob die Kombination beider Strategien notwendig ist oder ob der Einsatz einer der beiden Interventionen ausreicht, um die emotionale Belastung des Tinnitus- Patienten zu reduzieren. Wären beide Strategien gleich effektiv, ergäbe sich aus der alleinigen Anwendung eines Habituationstrainings die Möglichkeit, auch das subjektive Wohlbefinden von Patienten zu verbessern, die nicht über ein für eine kognitive Therapie ausreichendes Maß an Reflexionsvermögen verfügen. Hier können Interventionsstudien Aufschluss geben, bei der das Ausmaß der Belastung durch den Tinnitus in Abhängigkeit von der jeweils durchgeführten Intervention (Habituationstraining versus kognitive Umbewertung) erfasst wird.

Die vorliegenden Daten weisen darauf hin, dass sich eine bessere Habituation positiv auf die emotionale Belastung und damit auf das subjektive Wohlbefinden eines Tinnitus- Patienten auswirkt, wodurch seine Lebensqualität verbessert würde. Die Frage, ob sich eine verbesserte Habituation positiv auf die Tinnitusintensität oder die Krankheitsdauer, die als Maße für die Chronizität bzw. die Aufrechterhaltung des Tinnitus erhoben wurden, kann nur durch Längsschnittuntersuchungen beantwortet werden.. In den vorliegenden Daten zeigte sich kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang zwischen Krankheitsdauer und Habituation. Chronizität ist also nicht der relevante Parameter, der Aufschluss über das Ausmaß an

Chronifizierung gibt. Ein bereits existierendes Modell zur Schmerz- Chronifizierung (Gerbershagen, 1986) bezieht zur Beschreibung des Chronifizierungsgrades dementsprechend neben zeitlichen Aspekten des Körpersymptoms (Aufretenshäufigkeit, Dauer, Intensitätswechsel) auch das Krankheitsverhalten des Patienten (Medikamenteneinnahmeverhalten, Arztwechsel, Inanspruchnahme von Behandlungsmaßnahmen) mit ein, wobei das Ausmaß der so erhobenen Chronifizierung mit der Stärke der emotionalen Belastung durch das Symptom korreliert (Wurmthaler et al. 1996). Anhand eines entsprechenden Stadien-Modell der Tinnitus- Chronifizierung wäre der Zusammenhang zum Habitationsverhalten von Tinnitus- Patienten erneut zu überprüfen.

Die Annahme, dass auf der perzeptuellen Ebene eine Interaktion zwischen kortikalem Erregungsniveau, konkurrierenden Aufmerksamkeitsprozessen sowie der Bedeutung des Ohrgeräusches stattfindet, konnte anhand der vorliegenden Daten nicht sicher bestätigt werden, da sich ein Zusammenhang zwischen Selbstaufmerksamkeit und Habituation der kortikalen Aktivierung nur tendenziell zeigte. Auch die Annahme, die Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Tinnitus sei der kritische Mechanismus, der die Chronifizierung bzw. Aufrechterhaltung des Tinnitus bewirkt, bestätigten die vorliegenden Daten nicht. Es zeigte sich kein Zusammenhang zur Dauer oder subjektiv angegebenen Intensität des Tinnitus. Allerdings konnte ein enger statistischer Zusammenhang zwischen Selbstaufmerksamkeit und emotionaler und kognitiver Belastung durch den Tinnitus nachgewiesen werden. Damit wird die von Hallam et al. (1984) aufgestellte Hypothese, dass eine Dekompensation bzw. eine starke psychische Belastung durch den Tinnitus als Folge einer Aufmerksamkeitsfokussierung auf das internale akustische Geräusch anzusehen ist, gestützt.

Gleichzeitig gehen sowohl eine verstärkte emotionale und kognitive Belastung durch den Tinnitus als auch eine hohe Selbstaufmerksamkeit einer Person mit einer verminderten selektiven Orientierungsfähigkeit für externe Reize einher (was seine klinische Entsprechung in den Kommunikationsschwierigkeiten der Tinnitus- Patienten findet). Vermehrte Selbstaufmerksamkeit wirkt sich darüber hinaus nachteilig auf die Konstanz der Aufmerksamkeitsleistung aus. Das bedeutet, dass therapeutische Techniken der Aufmerksamkeitslenkung auf neutrale bzw. als angenehm erlebte Reize helfen, die psychische Beeinträchtigung durch den Tinnitus zu reduzieren, wodurch erst in zweiter Linie die Habitationsfähigkeit verbessert wird.

Auch wenn sich die Tinnitus-Patienten hinsichtlich der subjektiven Aufmerksamkeitsparameter (nach außen gerichtete Aufmerksamkeit und Selbstaufmerksamkeit) nicht signifikant von den gesunden Kontrollpersonen unterscheiden, wirken sich Aufmerksamkeitsprozesse auf die subjektive Befindlichkeit und damit auf die Lebensqualität von Tinnitus-Patienten aus.

## 14. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Erfassung von CNV- Parametern bei Tinnitus-Patienten im Vergleich zu Migränikern und gesunden Probanden erstmals auch unter dem Aspekt der Habituation sowie die Erhebung verschiedener weiterer Korrelate der Aufmerksamkeit auf emotionaler und kognitiver Ebene, wobei die betrachteten Parameter zu einem psychophysiologischen Modell des chronischen Tinnitus zusammengefügt wurden.

Dabei interessierte v.a. die theoretische Annahme von Hallam et al. (1984) und Jastreboff & Hazell (1993), die davon ausgehen, dass eine gestörte Habituation und dysfunktionale Aufmerksamkeits- und Bewertungsprozessen zur Aufrechterhaltung bzw. Chronifizierung von Ohrgeräuschen beitragen.

An insgesamt n=20 Tinnitus- Patienten, n=15 Migräne- Patienten und n=20 gesunden Kontrollpersonen wurden objektive (Amplitude der Gesamt- CNV und ihrer Komponenten sowie die Habituation der CNV) und subjektive Aufmerksamkeitsparameter (Aufmerksamkeits- Belastungs-Test, Selbstaufmerksamkeit) erhoben und die drei Stichproben hinsichtlich dieser Parameter verglichen. Desweiteren wurden die Beziehung zwischen diesen Aufmerksamkeitsparametern und der subjektiven Belastung durch den Tinnitus, der Tinnitusintensität und der Erkrankungsdauer untersucht.

Die Ergebnisse zeigen für die Tinnitus- Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen eine signifikant höhere Amplitude der iCNV und der ICNV und eine tendenziell höhere Amplitude der tCNV. Die Patienten mit chronischem Tinnitus aurium habituierten mit der späten Komponente ihrer kortikalen Antwort auf einen akustischen Stimulus (ICNV) langsamer als die gesunden Kontrollpersonen. Des weiteren zeigte die Gruppe der Tinnitus-Patienten eine tendenziell niedrigere Gesamtleistung in einem Aufmerksamkeits- Belastungs-Test als eine im Alter vergleichbare Gruppe von gesunden Probanden. Hinsichtlich ihrer Selbstaufmerksamkeit unterschieden sich die Tinnitus- Patienten von den gesunden Probanden nicht. In keinem der gemessenen Aufmerksamkeitsparameter unterscheiden sich die Tinnitus- Patienten signifikant von den Migräne-Patienten. Zwischen der Amplitude der kortikalen Aktivierung und der Bewertung des Ohrgeräusches sowie der gezeigten Selbstaufmerksamkeit besteht kein bedeutsamer statistischer Zusammenhang.

Die Habituation der CNV der Tinnitus- Patienten ist allerdings um so schlechter, je stärker die emotionale Belastung durch das chronische Ohrgeräusch ist.

Zwischen der Habituation der kortikalen Aktivierung (hab tCNV) und dem Ausmaß der gezeigten Selbstaufmerksamkeit besteht kein bedeutsamer Zusammenhang. Eine hohe kognitive und emotionale Belastung durch den Tinnitus geht mit einer hohen Selbstaufmerksamkeit einher.

Die Aussage, dass Tinnitus-Patienten unter einer gestörten Habituation auf akustische Reize leiden und diese auf eine vermehrte, negative Bedeutungsbeimessung zurückgeführt werden kann, konnte damit bestätigt werden.

## Informationsblatt für Tinnitus-PatientInnen

### Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient !

Sie haben sich zur Behandlung Ihres Ohrgeräusches (Tinnitus) im Zentrum für Hyperbare-Sauerstoff-Therapie (HBO-Therapie) am Friedrich-Ebert-Krankenhaus Neumünster bei Priv. Doz. Dr. med. J. Hansen vorgestellt.

Um weitere Erkenntnisse zur Entstehung des Tinnitus zu gewinnen, führen wir, das Institut für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Kiel, gemeinsam mit dem Zentrum für HBO-Therapie eine Forschungsarbeit durch, die sich mit den körperlichen und psychologischen Grundlagen der Wahrnehmung von Ohrgeräuschen beschäftigt.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie an dieser Studie teilnehmen !

Ihre persönliche medizinische Behandlung wird durch die Teilnahme an der wissenschaftlichen Untersuchung nicht beeinflusst, sondern genauso durchgeführt, wie es Ihr behandelnder Arzt mit Ihnen besprochen hat. Ihre Teilnahme an der Studie umfaßt eine ca. 30 minütige schmerzlose Ableitung Ihrer Hirnströme (EEG) am Institut für Medizinische Psychologie der Uniklinik Kiel sowie die Bearbeitung einiger Fragebogen zu Hause, jeweils vor Beginn und nach Abschluß der gesamten HBO-Behandlung.

Alle von Ihnen erhobenen Daten werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt und gemäß der Datenschutzbestimmungen ausschließlich anonym ausgewertet. Nach Abschluß dieser Forschungsarbeit sind wir gerne bereit, Sie über die gewonnenen Erkenntnisse zu informieren. Bei Rückfragen können Sie uns unter der Telefon-Nr. 0431 / 597 2648 bzw. 0431 / 597 2646 erreichen.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung !

PD Dr. J. Hansen  
Chefarzt der Abteilung  
Anästhesiologie u. operative Intensivmedizin  
Friedrich-Ebert-Krankenhaus  
Neumünster

Prof. Dr. W.D. Gerber  
Direktor des  
Instituts für Medizinische Psychologie  
Zentrum Nervenheilkunde  
Klinikum der Universität Kiel

## Informationsblatt für Tinnitus-PatientInnen

### **Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient !**

Sie haben sich zur Behandlung Ihres Ohrgeräusches (Tinnitus) in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Kiel vorgestellt.

Um weitere Erkenntnisse zur Entstehung des Tinnitus zu gewinnen, führen wir, das Institut für Medizinische Psychologie des Universitätsklinikums Kiel, gemeinsam mit der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde eine Forschungsarbeit durch, die sich mit den körperlichen und psychologischen Grundlagen der Wahrnehmung von Ohrgeräuschen beschäftigt. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen zu einem besseren Verständnis der Entstehung des Tinnitus und damit auch zu einer Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten dieser Erkrankung führen.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie an dieser Studie teilnehmen!

Ihre persönliche medizinische Behandlung wird durch die Teilnahme an der wissenschaftlichen Untersuchung nicht beeinflusst, sondern genauso durchgeführt, wie es Ihr behandelnder Arzt mit Ihnen besprochen hat. Ihre Teilnahme an der Studie umfaßt eine schmerzlose Ableitung Ihrer Hirnströme (EEG) am Institut für Medizinische Psychologie sowie die Bearbeitung einiger Fragebogen zu Hause. Der zeitliche Gesamtaufwand für diese Untersuchung beträgt ca. 2 Std.

Alle von Ihnen erhobenen Daten werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt und gemäß der Datenschutzbestimmungen ausschließlich anonym ausgewertet. Nach Abschluß dieser Forschungsarbeit sind wir gerne bereit, Sie über die gewonnenen Erkenntnisse zu informieren. Bei Rückfragen können Sie uns unter der Telefon-Nr. 0431 / 597 2648 (Frau Dipl.-Psych. Hartmann) bzw. 0431 / 597 2646 (Herr Dr. Kropp) erreichen.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung !

## Einverständniserklärung

Herr / Frau ..... (Name der/s Aufklärenden)

hat mit mir heute ein ausführliches Aufklärungsgespräch über die Ziele und den Verlauf der psychophysiologischen Untersuchung (Ableitung der Hirnströme und Ausfüllen von Fragebogen) meiner Ohrgeräusche geführt.

Ich konnte dabei alle mich interessierenden Fragen stellen. Ferner ist mir ein Exemplar des Informationsblattes zu dieser Untersuchung ausgehändigt worden, das ich gelesen habe und zu dem ich ebenfalls Fragen stellen konnte.

Ich bin darüber unterrichtet, daß meine Einwilligung in die Teilnahme an der Studie keinen Einfluß auf meine medizinische Behandlung hat und von mir jederzeit frei widerrufen werden kann.

Alle Angaben werden anonymisiert und gemäß den Bestimmungen des Datenschutzes behandelt.

Ich bin damit einverstanden, daß meine Angaben im Rahmen der Forschungsarbeit ausgewertet werden.

Neumünster, den

Unterschrift  
der/s Aufklärenden

Unterschrift  
des Patienten / der Patientin

ID: \_\_\_\_\_

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

# Anamnesefragebogen für Tinnitus-Patienten

M. Hartmann, P. Kropp & W.D. Gerber (1997)



A. D. 1665

Institut für Medizinische Psychologie  
Zentrum Nervenheilkunde  
des Klinikums der CAU Kiel

## I. Fragen zu Ihrer Person:

- I.1 In welchem Jahr wurden Sie geboren ? \_\_\_\_\_
- I.2 Geschlecht  weiblich  männlich
- I.3 Wie ist Ihr Familienstand ?  
 ledig  
 verheiratet  
 geschieden  
 getrennt lebend  
 verwitwet  
seit wann ? \_\_\_\_\_
- I.4 Welche Personen leben in Ihrem Haushalt?  
 ich lebe allein  
 (Ehe)-Partner  
 Kinder  
 andere Personen: \_\_\_\_\_
- I.5 Welches ist Ihr höchster Schulabschluß ?  
 keinen Schulabschluß  
 Hauptschulabschluß  
 Realschulabschluß  
 Fachhochschulreife  
 Abitur  
 Fachhochschulstudium  
 Hochschulstudium  
sonstiges: \_\_\_\_\_
- I.6 Wie ist Ihre derzeitige berufliche Situation ?  
 berufstätig  
 berufstätig aber krankgeschrieben  
 Hausfrau / Hausmann  
 in Ausbildung  
 in Umschulung  
 arbeitslos  
 berentet und zwar  altershalber  
 im Vorruhestand  
 vorzeitig wegen Berufs- oder Erwerbsunfähigkeit  
 Rentenantrag ist geplant bzw. gestellt aber noch nicht entschieden
- I.7 Was ist ihr derzeitiger bzw. zuletzt ausgeübter Beruf ?  
\_\_\_\_\_

## II. Zu Ihrer Erkrankung:

- II.1 Seit wann leiden Sie unter Ihrem Ohrgeräusch ? \_\_\_\_\_
- II.2 Welches Ereignis hat Ihrer Meinung nach das Ohrgeräusch ausgelöst?
- weiß ich nicht
- Unfall, nämlich: \_\_\_\_\_
- Krankheit, nämlich: \_\_\_\_\_
- ärztliche Behandlung, nämlich: \_\_\_\_\_
- Streß, nämlich: \_\_\_\_\_
- Umwelteinflüsse (z.B. Lärm, Chemikalien), nämlich: \_\_\_\_\_
- II.3 Auf welcher Seite haben Sie Ihr Ohrgeräusch ?
- rechts       links       beidseits und zwar       rechts mehr als links
- rechts weniger als links
- rechts und links gleichstark
- II.4 Am Tag der Untersuchung: Sind Sie heute beschwerdefrei ?
- nein       ja seit wann ? \_\_\_\_\_
- II.5 Bitte geben Sie auf der nachfolgenden Skala an, wie stark Ihr Ohrgeräusch im Moment ausgeprägt ist.
- rechts      0 ---- 1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5 ---- 6 ---- 7 ---- 8 ---- 9
- kein      stärkstes
- Ohrgeräusch      vorstellbares
- Ohrgeräusch
- links      0 ---- 1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5 ---- 6 ---- 7 ---- 8 ---- 9
- kein      stärkstes
- Ohrgeräusch      vorstellbares
- Ohrgeräusch
- II.6 Wie stark war das Ohrgeräusch in den letzten sieben Tagen ausgeprägt ?
- rechts      0 ---- 1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5 ---- 6 ---- 7 ---- 8 ---- 9
- kein      stärkstes
- Ohrgeräusch      vorstellbares
- Ohrgeräusch
- links      0 ---- 1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5 ---- 6 ---- 7 ---- 8 ---- 9
- kein      stärkstes
- Ohrgeräusch      vorstellbares
- Ohrgeräusch

II.7 Ist die Lautstärke Ihres Ohrgeräusches:

eher gleichbleibend      oder       eher schwankend

II.8 Wie stark fühlen Sie sich durch Ihr Ohrgeräusch belästigt ?

0 ---- 1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5 ---- 6 ---- 7 ---- 8 ---- 9  
gar nicht belästigt      nicht mehr auszuhalten

II.9 Können Sie aufgrund des Ohrgeräusches schlechter hören als früher?

nein       ja

II.10 Wie könnte man Ihr Ohrgeräusch am ehesten beschreiben?

**rechte Seite:** (Bitte nur eine Angabe.)

hell       dumpf       pfeifend       brummend       klingelnd  
 heulend       summend       rauschend       pochend       gurgelnd

falls keines der Adjektive zutrifft:

Ihre eigene Beschreibung des Ohrgeräusches: \_\_\_\_\_

**linke Seite:** (Bitte nur eine Angabe.)

hell       dumpf       pfeifend       brummend       klingelnd  
 heulend       summend       rauschend       pochend       gurgelnd

falls keines der Adjektive zutrifft:

Ihre eigene Beschreibung des Ohrgeräusches: \_\_\_\_\_

II.11 Gab es in den letzte 6 Monaten Zeiten, in denen Sie kein Ohrgeräusch hatten ?

nein, das Ohrgeräusch ist ständig vorhanden

ja      wie lange dauern diese Zeiten ohne Ohrgeräusch durchschnittlich an?  
 Minuten  
 Stunden  
 Tage  
 Wochen  
 Monate

II.12 Gibt es Zeiten oder Situationen, in denen das Ohrgeräusch regelmäßig stärker ist ?

nein

ja, nämlich:  morgens       mittags       nachmittags       abends       nachts

bei bestimmten Tätigkeiten      \_\_\_\_\_

in sonstigen Situationen      \_\_\_\_\_

II.13 Gibt es Umstände, unter denen das Ohrgeräusch besser ist ?

nein

ja, nämlich: \_\_\_\_\_

II.14 Wie reagiert Ihre Umgebung (Familie, FreundInnen, KollegInnen) auf Ihr Ohrgeräusch ?

\_\_\_\_\_

II.15 Gibt es Personen in Ihrer Familie (Eltern, Großeltern, Geschwister, Kinder ...), die ähnliche Beschwerden haben wie Sie?

\_\_\_\_\_

II.16 Gab es in der Zeit (bis zu 1-2 Jahren) vor dem Auftreten Ihres Ohrgeräusches Ereignisse in Ihrem Leben, die Sie sehr belastet haben? (z.B.: Tod, schwere Krankheit oder Trennung von einer nahestehenden Person; Veränderung Ihrer bisherigen Lebenssituation; berufliche; finanzielle oder zwischenmenschliche Schwierigkeiten)

\_\_\_\_\_

II.17 Haben Sie außer Ihrem Tinnitus noch andere körperliche oder psychische Beschwerden, die Sie belasten?

nein

ja, nämlich

Migräne

länger dauernde Schmerzen

Herz- Kreislauf-Beschwerden

Ängste

Schlafstörungen

Konzentrationsstörungen

sonstige: \_\_\_\_\_

II.17 Welche Arzneimittel nehmen Sie zur Zeit ein ?  
(Angabe der Dosierung wenn bekannt)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Vielen Dank !



		stimmt	stimmt teilweise	stimmt nicht
17.	Wenn die Ohrgeräusche andauern, wird mein Leben nicht mehr lebenswert sein			
18.	Aufgrund der Ohrgeräusche habe ich etwas von meinem Selbstvertrauen verloren			
19.	Ich wünsche mir, jemand würde verstehen, was das überhaupt für ein Problem ist			
20.	Egal was ich tue, die Ohrgeräusche lenken mich ab			
21.	Es gibt nur ganz wenig, was man tun kann, um mit den Ohrgeräuschen fertig zu werden			
22.	Die Geräusche machen mir manchmal Ohren- und Kopfschmerzen			
23.	Wenn ich mich niedergeschlagen oder pessimistisch fühle, scheinen die Ohrgeräusche schlimmer zu sein			
24.	Aufgrund der Ohrgeräusche bin ich mit meiner Familie und meinen Freunden gereizter			
25.	Aufgrund der Ohrgeräusche habe ich Muskelverspannungen an Kopf und Nacken			
26.	Aufgrund der Ohrgeräusche erscheinen mir die Stimmen anderer Menschen verzerrt			
27.	Es wird fürchterlich sein, wenn diese Ohrgeräusche nie weggingen			
28.	Ich Sorge mich, daß die Ohrgeräusche meine körperliche Gesundheit schädigen könnten			
29.	Die Ohrgeräusche scheinen direkt durch meinen Kopf zu gehen			
30.	Fast alle meine Probleme sind durch diese Ohrgeräusche bedingt			
31.	Mein Hauptproblem ist der Schlaf			
32.	Was mir zu schaffen macht, ist die Art und Weise darüber zu denken, -NICHT das Geräusch selbst			
33.	Wegen der Ohrgeräusche ist es für mich schwieriger, einer Unterhaltung zu folgen			
34.	Wegen der Ohrgeräusche fällt es mir schwerer, mich zu entspannen			
35.	Oft sind meine Ohrgeräusche so schlimm, daß ich sie nicht ignorieren kann			
36.	Wegen der Ohrgeräusche brauche ich länger zum Einschlafen			
37.	Wenn ich über die Ohrgeräusche nachdenke, werde ich manchmal sehr ärgerlich			
38.	Wegen der Ohrgeräusche fällt es mir schwerer zu telefonieren			
39.	Wegen der Ohrgeräusche bin ich leichter niedergeschlagen			

		stimmt	stimmt teilweise	stimmt nicht
40.	Wenn ich etwas Interessantes tue, kann ich die Ohrgeräusche vergessen			
41.	Wegen der Ohrgeräusche scheint mir das Leben über den Kopf zu wachsen			
42.	Ohrenscherzen haben mir schon immer Sorgen bereitet			
43.	Ich denke oft darüber nach, ob die Ohrgeräusche jemals weggehen werden			
44.	Ich kann mir vorstellen, zu lernen, mit den Ohrgeräuschen fertig zu werden			
45.	Die Ohrgeräusche lassen nie nach			
46.	Eine stabilere Persönlichkeit würde dieses Problem vielleicht besser akzeptieren			
47.	Ich bin ein Opfer meiner Ohrgeräusche			
48.	Die Ohrgeräusche haben meine Konzentration beeinträchtigt			
49.	Die Ohrgeräusche sind eines der Probleme im Leben, mit denen man zu leben hat			
50.	Aufgrund der Ohrgeräusche bin ich unfähig, Radio oder Fernsehen zu genießen			
51.	Manchmal verursachen die Ohrgeräusche starke Kopfschmerzen			
52.	Ich hatte schon immer einen leichten Schlaf			

# SAM-FRAGEBOGEN

Auf der folgenden Seite finden Sie Gedanken niedergeschrieben, die auftreten können, wenn man sich mit sich selbst beschäftigt. Bitte geben Sie an, wie häufig diese Gedanken bei Ihnen persönlich auftreten („sehr oft“, „oft“, „ab und zu“, „selten“, „sehr selten“) und machen Sie jeweils ein Kreuz in das entsprechende Kästchen.

**Beispiel:**

Ich bin mit mir zufrieden.

4     3     2     1  
 sehr oft    oft    ab und zu    selten    sehr selten

In diesem Falle würde dieser Gedanke „sehr oft“ bei Ihnen auftreten.

5     4     3     1  
 sehr oft    oft    ab und zu    selten    sehr selten

In diesem Falle würde dieser Gedanke „selten“ bei Ihnen auftreten.

Entscheiden Sie möglichst schnell und ohne langes Nachdenken und lassen Sie bitte nichts aus.

Name/Code: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ Geschlecht:  weiblich  männlich

	Rohwert	T-Wert	Prozentrang	Stanine
SAM-P				
SAM-Ö				

Copyright by Verlag für Psychologie, Dr. C. J. Hogrefe, Göttingen.  
 Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigungen jeglicher Art, auch einzelner Teile oder Items, sowie die Speicherung auf Datenträgern oder die Wiedergabe durch optische oder akustische Medien verboten.



# Testbogen

d2

Datum: \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ Jahre

Vorname: \_\_\_\_\_ Geschlecht:  männlich  weiblich

Schularzt/Klasse: \_\_\_\_\_ Händigkeit:  rechtshändig  linkshändig

Beruf: \_\_\_\_\_

Lesebrille benutzt?  ja  nein

Beispiele: " d d i  
" d i  
" p v i  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

Übungszeile: " d d i  
" p v i  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

	RW	PR*	SW*
GZ			
F			
F%			
GZ-F			
KL			

F<sub>2</sub> = F-Vert. 1./2. Hälfte: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ SB = \_\_\_\_\_ Ü-Syndr.

\* Normierung: Eichstichprobe ; Stichprobe BFA ; andere Normen : \_\_\_\_\_



Name

Vorname

Datum

Uhrzeit

## Eigenschaftswörterliste (EWL-K)

Dies ist eine Liste von Wörtern, mit denen man beschreiben kann, wie man sich augenblicklich fühlt.

Gehen Sie alle Wörter der Liste nacheinander durch, und entscheiden Sie sofort bei jedem Wort, ob es für Ihr augenblickliches Befinden zutrifft oder nicht.

Trifft das Wort für Ihr augenblickliches Befinden zu, so machen Sie bitte ein Kreuz in den Kreis hinter „trifft zu“.

Trifft das Wort für Ihr augenblickliches Befinden nicht zu, so machen Sie bitte ein Kreuz in den Kreis hinter „trifft nicht zu“.

Es ist wichtig, daß Sie folgende Punkte beachten:

1. Beurteilen Sie nur, wie Sie sich **augenblicklich** fühlen. Es kommt nicht darauf an, wie Sie sich allgemein oder gelegentlich fühlen, sondern ob das Wort für Sie **augenblicklich** zutrifft oder nicht.
2. Überlegen Sie bitte nicht, welche Antwort den besten Eindruck machen könnte. Antworten Sie so, wie Ihr Befinden **augenblicklich** ist.
3. Denken Sie nicht lange über ein Wort nach, sondern geben Sie bitte die Antwort, die Ihnen unmittelbar in den Sinn kommt.
4. Sollte Ihnen die Antwort einmal schwerfallen, so entscheiden Sie sich für die Antwortmöglichkeit, die am **ehesten** zutreffen könnte.
5. Bitte lassen Sie kein Wort aus. Entscheiden Sie sich immer sofort.

Auf der nächsten Seite finden Sie einige Beispielwörter. Bearbeiten Sie zuerst einmal diese.

---

Copyright by Verlag für Psychologie · Dr. C. J. Hogrefe, Göttingen.  
Urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten.

Bitte im folgenden so ankreuzen:

trifft zu

trifft nicht zu

trifft zu

trifft nicht zu

schlapp . . . . .

trifft zu

trifft nicht zu

zufrieden . . . . .

trifft zu

trifft nicht zu

ruhig . . . . .

trifft zu

trifft nicht zu

ungeduldig . . . . .

trifft zu

trifft nicht zu

Haben Sie noch irgendwelche Fragen?

Nochmals die wichtigsten Punkte:

1. Antworten danach, wie Sie sich **augenblicklich** fühlen!
2. Sich sofort, möglichst schnell, bei jedem Wort entscheiden!
3. Wenn die Antwort schwerfällt, für diejenige Antwortmöglichkeit entscheiden, die am ehesten zutreffen könnte!
4. Kein Wort auslassen!

Bitte blättern Sie um!



- |    |                           |           |                       |                 |                       |
|----|---------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| 1  | tatkräftig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 2  | dösig . . . . .           | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 3  | froh . . . . .            | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 4  | ärgerlich . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 5  | schläfrig . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 6  | aufgeregt . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 7  | gedrückt . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 8  | nachlässig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 9  | gesprächig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 10 | todmüde . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 11 | ruhelos . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 12 | ungesellig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 13 | unbeschwert . . . . .     | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 14 | betrübt . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 15 | tiefsinnig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 16 | unermüdllich . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 17 | glücklich . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 18 | temperamentlos . . . . .  | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 19 | erregbar . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 20 | wehmütig . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 21 | unbekümmert . . . . .     | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 22 | wütend . . . . .          | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 23 | traurig . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 24 | einsilbig . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 25 | bekommen . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 26 | nervös . . . . .          | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 27 | gedankenvoll . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 28 | zappelig . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 29 | unverzagt . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 30 | schutzbedürftig . . . . . | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 31 | unausgeglichen . . . . .  | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 32 | verletzbar . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 33 | ausgezeichnet . . . . .   | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 34 | einsiedlerisch . . . . .  | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |



Bitte blättern Sie um!



- |    |                         |           |                       |                 |                       |
|----|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| 35 | mutlos . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 36 | wortkarg . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 37 | teilnahmslos . . . . .  | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 38 | träumerisch . . . . .   | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 39 | eifrig . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 40 | abgespannt . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 41 | ungehalten . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 42 | angenehm . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 43 | zerfahren . . . . .     | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 44 | sorgenfrei . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 45 | benebelt . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 46 | energieelos . . . . .   | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 47 | ängstlich . . . . .     | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 48 | anhänglich . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 49 | lasch . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 50 | unglücklich . . . . .   | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 51 | erschöpft . . . . .     | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 52 | arbeitslustig . . . . . | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 53 | verkrampft . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 54 | kraftlos . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 55 | befriedigt . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 56 | sorgenvoll . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 57 | betriebsam . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 58 | angsterfüllt . . . . .  | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 59 | faul . . . . .          | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 60 | unbefangen . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 61 | erregt . . . . .        | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 62 | elend . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 63 | gesellig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 64 | träge . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 65 | unberechenbar . . . . . | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 66 | verwundbar . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 67 | offen . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 68 | trübsinnig . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |





- |     |                            |                                 |                                       |
|-----|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 69  | arbeitsam . . . . .        | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 70  | einschläfernd . . . . .    | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 71  | rastlos . . . . .          | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 72  | hilflos . . . . .          | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 73  | zermürbt . . . . .         | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 74  | abgesondert . . . . .      | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 75  | berauscht . . . . .        | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 76  | gereizt . . . . .          | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 77  | menschenscheu . . . . .    | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 78  | heiter . . . . .           | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 79  | müde . . . . .             | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 80  | gedankenverloren . . . . . | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 81  | beschwingt . . . . .       | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 82  | verärgert . . . . .        | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 83  | verschlossen . . . . .     | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 84  | abgearbeitet . . . . .     | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 85  | frohgemut . . . . .        | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 86  | verstört . . . . .         | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 87  | lustig . . . . .           | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 88  | empfindlich . . . . .      | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 89  | besinnlich . . . . .       | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 90  | schreckhaft . . . . .      | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 91  | düster . . . . .           | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 92  | unstetig . . . . .         | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 93  | denkfaul . . . . .         | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 94  | menschenfreundlich         | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 95  | bedauernswert . . . . .    | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 96  | unbesorgt . . . . .        | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 97  | angesäuselt . . . . .      | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 98  | trüb . . . . .             | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 99  | tüchtig . . . . .          | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 100 | schwerfällig . . . . .     | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 101 | furchtsam . . . . .        | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |
| 102 | zutraulich . . . . .       | trifft zu <input type="radio"/> | trifft nicht zu <input type="radio"/> |



Bitte blättern Sie um!



- |     |                           |           |                       |                 |                       |
|-----|---------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| 103 | aktiv . . . . .           | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 104 | kribbelig . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 105 | selbstsicher . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 106 | fahrig . . . . .          | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 107 | verträumt . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 108 | deprimiert . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 109 | kontaktfreudig . . . . .  | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 110 | durchgedreht . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 111 | gutgelaunt . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 112 | reizbar . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 113 | selbstzufrieden . . . . . | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 114 | ratlos . . . . .          | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 115 | zaghaft . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 116 | geschäftig . . . . .      | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 117 | schlaftrunken . . . . .   | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 118 | abgekapselt . . . . .     | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 119 | energisch . . . . .       | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 120 | freudig . . . . .         | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 121 | geistesabwesend . . . . . | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 122 | arbeitsfähig . . . . .    | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |
| 123 | lahm . . . . .            | trifft zu | <input type="radio"/> | trifft nicht zu | <input type="radio"/> |



**CNV-Messung**

Name:..... Vorname.....  
 Geburtsdatum:..... Alter:.....Jahre Geschlecht:.....  
 Untersuchungsdatum:..... Gruppe:..... Diagnose:..... Bedingung:.....  
 Chronifiz.:..... Monate Mig. letzter Anfall: vor ..... Tagen Prophylaxe: [ ]  
 Ort Datei: ZNK [ ] OHS [ ] SKK [ ] andere [ ] Name Datei:.....

1. Händigkeit („Mit welcher Hand schreiben Sie?“) a) rechte Hand [ ]  
 b) linke Hand [ ]  
 c) beidhändig [ ]

2. Medikamenten- oder Drogeneinnahme ja... [ ]  
 nein... [ ]  
 wenn „ja“, was:.....

3. Allgemeine Verfassung („Geben Sie bitte an, wie Sie sich im Moment fühlen; also eher aufgeregt und unruhig oder eher gelassen und ruhig“).  
 0.....1.....2.....3.....4.....5.....6  
 völlig ruhig sehr aufgeregt

4. Schlafdauer („Wieviel Stunden haben Sie heute Nacht geschlafen?“) - Antwort: [ ] [ ] h

5a. Hörbehinderung? ja... [ ] 5b. motor. Behinderung? ja [ ]  
 nein... [ ] nein... [ ]

6. Schlafqualität a) meistens durchschlafen [ ]  
 b) schlecht einschlafen [ ]  
 c) nachts häufig aufwachen [ ]  
 d) frühmorgendliches Erwachen [ ]

7. Sportliche Betätigung ja... [ ]  
 nein... [ ]  
 wenn „ja“, was:.....

**8. Beurteilung:**

Parameter: Latenz iCNV [ ] [ ] [ ] [ ] ms  
 Ampl. iCNV [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV  
 Rt GO [ ] [ ] [ ] [ ] ms

GO-Gesamt		Block I		Block IV
Ampl. tCNV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	ItCNV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IVtCNV [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV
Ampl. iCNV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IiCNV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IViCNV [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV
Ampl. ICNV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IcCNV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IVcCNV [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV
Ampl. PINV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IPINV	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV	IVPINV [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] μV

## Einführung der Vp in den Versuchsablauf

Vielen Dank, daß Sie an unserer Untersuchung teilnehmen.

Bitte nehmen Sie doch Platz.

Bevor es nun gleich los geht, möchte ich Ihnen kurz einmal den Ablauf schildern, damit Sie wissen, was Sie erwartet.

Am Anfang werde ich Sie bitten, einige Fragebögen auszufüllen.

Die Ergebnisse der Fragebögen und der darauf folgenden Untersuchung werden von uns natürlich streng vertraulich behandelt.

Dann werden wir Ihre Hirnströme messen. Diese können wir durch drei Elektroden erfassen, die wir auf Ihrem Kopf befestigen. Dieses Verfahren nennt man ein Elektroenzephalogramm, kurz EEG.

Da sich Augenbewegungen ungünstig auf unsere Meßergebnisse auswirken, werden wir diese ebenfalls messen, indem wir Ihnen zwei Elektroden auf das Gesicht aufsetzen. Diese Methode nennt man Elektrookulogramm, abgekürzt EOG.

Beide Verfahren sind völlig ungefährlich und schmerzfrei. Es kann kein Strom dabei in Ihren Kopf gelangen.

Während dieser Messungen werden Sie diesen Handschalter zu bestimmten Zeitpunkten drücken. Wann genau sie drücken müssen, werde ich Ihnen direkt vor der Untersuchung erklären.

Sind Sie mit diesem Ablauf einverstanden ?

Gut. Hier sind die Fragebögen, die ich Sie bitte auszufüllen.

Sagen Sie mir bitte, wenn Sie fertig sind.

Vielen Dank.

vp	gr	diag1	diag2	diag3	diag4	age
2	3	0	0	1	0	23
5	3	0	0	1	0	58
6	3	0	0	1	0	59
8	3	0	0	2	0	26
9	3	0	0	1	0	56
13	3	0	0	2	0	54
14	3	0	0	2	0	59
19	3	0	0	2	0	46
21	3	0	0	2	0	43
25	3	0	0	2	0	46
26	3	0	0	2	0	48
27	3	0	0	1	0	59
30	3	0	0	2	0	27
35	3	0	0	2	0	62
36	3	0	0	1	0	31
37	3	0	0	2	0	20
38	3	0	0	2	0	35
39	3	0	0	2	0	27
40	3	0	0	2	0	23
41	3	0	0	2	0	25
1	2	0	1	0	0	45
2	2	0	1	0	0	37
6	2	0	1	0	0	58
9	2	0	1	0	0	51
11	2	0	1	0	0	35
12	2	0	1	0	0	20
13	2	0	1	0	0	25
14	2	0	1	0	0	35
15	2	0	1	0	0	37
16	2	0	1	0	0	49
18	2	0	1	0	0	26
20	2	0	1	0	0	50
21	2	0	1	0	0	35
22	2	0	1	0	0	57
23	2	0	1	0	0	43
1	1	1	0	0	0	42
3	1	1	0	0	0	33
5	1	1	0	0	0	57
6	1	1	0	0	0	58
7	1	1	0	0	0	24
8	1	1	0	0	0	42
10	1	1	0	0	0	61
13	1	1	0	0	0	21
14	1	1	0	0	0	56
15	1	1	0	0	0	26
18	1	1	0	0	0	64
19	1	1	0	0	0	60
21	1	1	0	0	0	39
9	1	1	0	0	0	36
23	1	1	0	0	0	34
24	1	1	0	0	0	42
25	1	1	0	0	0	26
26	1	1	0	0	0	40
27	1	1	0	0	0	61
28	1	1	0	0	0	31

sex	pin	fami	famda	perha	schul	beruf	
1	1	1	1,		2	3	0
2	3	2	2	372	2	3	0
1	4	2	2	336	2	3	0
2	5	1,	1,		4	5	3
1	6	2	2	360	2	7	5
1	8	4	4	84	1	3	6
1	9	1,	1,		4	4	7
2	10	2	2	132	2	2	0
2	11	2	2	144	3	3	0
1	12	2	2	300	3	6	0
1	13	2	2	280	3	3	2
2	14	2	2	420	2	2	7
2	16	1,	1,		4	5	3
2	54	2	2	312	2	7	7
1	55	1,	1,		2	3	0
2	56	1,	1,		4	5	3
1	57	1,	1,		1	4	0
2	58	1,	1,		1	3	0
1	59	1,	1,		4	5	3
1	60	1,	1,		4	5	3
1	19	2	2	108	2	2	0
2	20	1,	1,		1	3	0
1	22	2	2	396	3	2	9
1	23	3	3	324	1	2	0
1	24	2	2	132	3	2	1
1	25	1,	1,		2	2	5
1	26	2	2	8	2	4	0
1	27	2	2	156	3	2	0
1	28	2	2	14	2	3	0
2	29	2	2	180	3	3	0
1	31	1,	1,		1	4	0
1	32	2	2	348	2	2	0
1	33	4	4	48	2	6	0
1	34	2	2	348	3	2	8
1	35	2	2	288	2	3	0
2	36	1,	1,		1	7	5
1	37	1,	1,		1	7	0
2	38	3	3	15	1	6	0
1	39	2	2	406	2	6	2
2	40	1,	1,		4	5	3
2	41	2	2	44	3	7	0
2	43	4	4	30	1	3	7
1	46	1,	1,		4	5	3
1	47	2	2	288	3	7	2
2	48	1,	1,		2	5	3
1	49	2	2	212	2	7	0
1	50	4	4	212	1	5	0
2	52	2	2	29	2	7	3
1	53	1,	1,		3	3	2
2	61	1,	1,		1	5	3
1	62	3	3	60	1	7	0
2	63	1,	1,		4	5	3
1	64	3	3	36	1	7	0
1	65	2	2	468	2	7	0
2	66	1,	1,		1	5	3









sokon	famha	lifev	anbesch	medakt	blrw	bdirw
5	0	6	7	2	,	3
0	4	6	0	2	,	0
4	0	6	2	1	,	6
5	5	3	0	2	,	7
3	0	4	8	2	,	7
0	1	3	7	1	,	16
0	0	2	3	1	,	4
1	0	0	5	0	,	2
2	0	2	0	2	,	10
3	0	4	3	0	,	10
4	0	6	6	0	,	5
2	0	2	7	8	,	7
1	0	3	8	0	,	9
2	6	0	5	0	,	6
5	0	2	8	0	,	7
4	0	8	8	0	,	7
2	3	3	8	0	,	6
0	1	0	6	0	,	7
3	7	6	6	0	,	12
1	1	4	0	0	,	2
2	3	3	8	1	,	8
2	0	0	0	0	,	9
6	5	0	0	0	,	8
3	5	0	3	2	,	11
3	5	3	0	0	,	5
2	0	2	7	0	,	2
3	1	0	0	8	,	0
2	3	7	4	8	,	13
2	1	0	7	1	,	0
2	1	0	0	0	,	14
5	0	3	0	1	,	2
2	5	0	0	0	,	3
2	5	0	0	5	,	6
2	5	4	3	8	,	9
5	5	4	8	0	,	6
0	,	0	0	0	2	1
0	,	4	7	0	31	1
0	,	3	7	8	20	1
0	,	0	0	0	9	5
0	,	4	7	0	23	7
0	,	4	0	0	7	3
0	,	0	0	0	0	1
0	,	0	0	0	4	1
0	,	0	0	0	5	2
0	,	0	0	0	3	3
0	,	0	0	0	9	4
0	,	0	7	0	12	7
0	,	0	0	0	1	0
0	,	0	0	0	7	3
0	,	4	0	0	7	5
0	,	4	0	0	2	1
0	,	0	0	0	9	6
0	,	7	0	0	5	0
0	,	6	0	0	2	0
0	,	4	0	0	7	0

bdiemo	bdikog	bdisom	gkui	gkie	gkuc	samoos
0	3	0	7	8	4	38
0	0	0	14	5	4	31
0	1	5	8	18	9	63
0	2	5	11	4	2	40
0	2	5	9	4	0	39
2	9	5	6	9	6	51
0	1	3	3	7	5	41
0	0	2	0	12	0	43
3	5	2	7	8	6	45
0	6	4	13	1	1	41
0	2	3	9	15	0	46
0	3	4	7	15	4	34
0	5	4	11	1	8	38
0	1	5	10	3	6	44
1	3	3	6	9	0	41
0	3	4	14	10	8	52
0	3	3	15	4	6	44
2	3	2	9	0	0	46
0	5	7	8	6	1	45
0	1	1	16	3	3	47
2	2	4	12	3	3	30
0	5	4	10	12	7	51
0	2	6	3	6	9	33
1	4	6	6	9	11	52
0	3	2	2	14	9	51
0	0	2	10	4	0	54
0	0	0	13	4	2	35
3	6	4	12	12	0	64
0	0	0	9	0	12	39
0	9	5	4	4	13	46
0	0	2	5	4	0	46
0	3	0	7	8	3	65
1	3	2	7	9	9	45
1	2	6	6	6	0	45
1	3	2	12	7	3	48
0	1	0	,	,	,	35
0	0	1	,	,	,	43
0	0	1	,	,	,	39
0	2	3	,	,	,	41
3	2	2	,	,	,	45
0	0	3	,	,	,	40
0	1	0	,	,	,	31
0	0	1	,	,	,	39
0	0	2	,	,	,	47
0	2	1	,	,	,	45
1	1	2	,	,	,	35
0	4	3	,	,	,	41
0	0	0	,	,	,	31
0	3	0	,	,	,	42
0	4	1	,	,	,	38
0	0	1	,	,	,	31
0	3	3	,	,	,	51
0	0	0	,	,	,	38
0	0	0	,	,	,	32
0	0	0	,	,	,	39

samps	samges	tinfe	tinfc	tinfi	tinfa	tinfsl
43	81	13	8	12	1	0
36	67	7	3	4	4	0
56	119	19	16	12	1	9
50	90	11	7	8	2	0
29	68	7	3	10	8	8
49	100	26	19	10	7	7
36	78	9	5	9	2	2
39	82	10	8	10	1	6
45	90	9	8	3	0	1
50	91	9	7	9	5	6
45	91	17	12	8	0	0
39	73	3	3	5	3	0
36	74	5	5	8	0	4
44	88	9	7	9	7	5
31	72	8	3	10	9	5
47	99	11	7	9	4	4
46	90	10	7	9	7	0
49	95	10	5	7	1	0
46	91	13	8	12	7	4
50	97	9	3	11	0	3
39	69	11	9	8	8	1
40	91	14	11	11	8	4
50	83	12	11	8	0	6
48	102	17	13	12	9	3
48	99	7	3	8	4	1
41	95	7	6	8	6	2
31	66	9	6	4	2	0
59	123	14	15	14	9	6
46	85	10	6	11	10	3
41	87	14	11	8	3	1
48	94	5	7	5	0	1
64	129	18	12	12	11	7
40	95	16	8	8	6	1
48	93	10	8	9	11	5
47	95	17	10	13	11	8
52	87	,	,	,	,	,
40	83	,	,	,	,	,
37	76	,	,	,	,	,
44	85	,	,	,	,	,
53	98	,	,	,	,	,
43	83	,	,	,	,	,
33	64	,	,	,	,	,
42	81	,	,	,	,	,
50	97	,	,	,	,	,
44	89	,	,	,	,	,
45	80	,	,	,	,	,
52	93	,	,	,	,	,
34	65	,	,	,	,	,
56	98	,	,	,	,	,
33	71	,	,	,	,	,
43	74	,	,	,	,	,
54	105	,	,	,	,	,
34	72	,	,	,	,	,
40	72	,	,	,	,	,
42	81	,	,	,	,	,

tinfo	tinges	tinec	ipci	ipcp	ipcc	hom
4	38	21	40	26	25	3
0	18	10	39	18	19	4
0	57	35	39	31	27	8
1	29	18	38	20	21	,
5	41	10	40	15	17	9
2	71	45	32	30	28	,
0	27	14	39	23	27	6
2	37	18	39	26	24	11
1	22	17	38	14	15	6
6	42	16	36	16	19	6
4	41	29	38	25	12	4
0	14	6	42	18	17	10
0	22	10	36	28	28	6
1	38	16	37	23	20	,
1	36	11	41	15	16	,
1	36	18	37	17	21	,
0	33	17	37	21	28	,
0	23	15	36	21	20	,
2	46	21	36	10	21	,
0	26	12	40	16	18	,
0	37	20	31	20	30	3
3	51	25	27	33	28	3
6	43	23	48	13	22	11
4	58	30	37	27	25	3
5	28	10	36	27	21	8
4	33	13	32	21	8	6
2	23	15	40	14	19	4
2	60	29	39	24	25	2
2	42	16	35	11	3	8
3	40	25	36	21	33	0
2	20	12	40	26	21	1
6	66	30	36	33	35	3
6	45	24	44	19	27	7
5	48	18	41	22	11	8
4	53	27	44	15	20	2
,	,	,	44	19	16	5
,	,	,	39	26	22	4
,	,	,	33	31	34	7
,	,	,	34	24	25	7
,	,	,	32	20	21	5
,	,	,	36	27	27	2
,	,	,	,	,	,	,
,	,	,	36	20	19	10
,	,	,	42	18	18	11
,	,	,	39	22	21	6
,	,	,	36	11	11	8
,	,	,	26	29	27	2
,	,	,	43	18	17	8
,	,	,	45	9	17	8
,	,	,	35	17	21	,
,	,	,	43	19	16	,
,	,	,	36	21	18	,
,	,	,	44	23	21	,
,	,	,	41	20	24	,
,	,	,	41	17	15	,

hop	hot	aetrw	aetsw	aetfrw	aetfst	aetsb
9	12	424	106	23	38	18
11	11	492	115	19	75	10
10	6	479	114	70	16	22
,	,	458	110	16	58	7
5	12	492	115	10	90	6
,	,	379	101	14	78	8
8	10	514	118	27	65	14
11	6	350	96	17	58	8
8	11	465	110	26	54	11
8	8	357	97	2	99	9
7	10	262	85	9	72	10
11	11	346	110	18	69	13
5	8	457	110	8	87	9
,	,	400	104	9	90	9
,	,	431	107	7	87	9
,	,	371	98	14	54	16
,	,	355	96	21	42	10
,	,	435	107	32	24	14
,	,	450	109	2	98	9
,	,	452	109	5	95	18
2	7	552	109	23	65	9
0	7	387	100	31	22	21
11	12	342	97	49	21	22
2	10	324	95	8	88	9
11	12	436	107	12	74	7
5	12	467	112	6	90	12
11	10	458	110	5	92	11
10	11	558	124	23	54	11
7	11	492	115	20	46	12
0	12	364	97	4	97	6
3	11	498	116	3	98	10
9	6	324	95	6	95	13
7	11	401	102	10	76	10
12	12	447	110	33	53	7
8	9	400	102	81	4	38
12	9	494	114	29	55	16
2	10	644	130	32	96	4
1	6	495	116	15	85	10
7	9	445	110	29	54	13
3	9	463	111	3	98	6
5	8	445	108	6	92	8
,	,	466	112	33	54	10
9	12	413	104	2	98	14
11	9	439	109	15	84	10
5	6	454	110	15	65	15
12	12	383	102	9	90	9
6	8	409	105	27	54	13
6	10	454	110	8	86	6
10	12	418	105	83	3	26
,	,	421	105	4	95	10
,	,	526	120	7	95	10
,	,	453	110	5	95	6
,	,	610	128	39	50	6
,	,	448	110	6	95	12
,	,	540	98	13	76	15

strnom	strint	strsel	ewl01	ewl03	ewl04	ewl05
45	62	50	11	1	1	1
62	69	54	11	0	0	0
46	62	49	11	1	4	0
42	47	54	10	0	0	0
46	63	50	6	2	0	0
48	53	53	5	0	0	0
45	54	47	7	0	0	0
53	50	51	11	0	0	0
56	51	42	9	0	0	0
55	62	49	0	9	5	2
44	49	59	8	0	0	0
58	60	47	10	0	0	0
56	62	52	11	1	0	0
,	,	,	10	0	0	0
,	,	,	9	0	3	0
,	,	,	3	1	0	0
,	,	,	3	1	4	1
,	,	,	7	0	0	0
,	,	,	7	0	0	0
,	,	,	5	1	1	0
60	69	51	7	0	0	0
55	49	56	7	1	0	0
52	60	59	8	0	0	0
48	53	60	9	1	0	2
60	55	51	3	1	0	0
46	58	60	6	5	6	2
52	58	48	2	1	5	0
50	61	53	7	0	0	0
48	54	53	4	0	0	0
63	65	59	9	0	0	0
43	67	69	1	8	1	1
65	53	49	8	1	1	0
50	58	51	9	0	4	0
46	54	62	9	0	0	0
44	49	53	3	0	0	0
45	60	51	10	0	0	0
60	63	42	7	1	1	0
60	65	53	10	0	1	0
62	56	45	9	0	0	0
43	65	66	8	0	0	1
45	58	51	9	0	0	1
52	53	47	11	0	0	0
58	54	53	9	0	0	0
58	53	53	11	1	1	0
31	50	68	0	3	2	0
59	58	42	7	0	0	0
40	48	43	2	10	6	2
52	61	51	10	0	0	0
50	49	45	9	0	0	0
,	,	,	0	1	0	0
,	,	,	8	2	4	0
,	,	,	7	1	1	1
,	,	,	8	0	2	0
,	,	,	11	0	0	0
,	,	,	6	1	0	0

ewl06	ewl07	ewl08	ewl09	ewl10	ewl11	ewl12
7	0	3	8	12	4	1
6	0	7	8	0	4	0
6	0	7	10	0	1	0
6	0	6	9	2	0	0
6	0	2	6	1	0	0
4	1	3	6	7	3	0
4	0	3	5	0	1	0
7	0	3	11	5	0	0
6	0	5	6	1	0	0
4	4	1	1	1	3	0
6	0	2	10	0	1	0
7	0	5	10	0	0	0
7	0	1	3	11	0	0
5	0	7	10	2	1	0
5	0	0	3	8	1	1
5	0	4	2	0	0	0
4	0	5	4	0	1	0
5	3	4	3	5	0	0
6	0	4	10	6	0	0
4	0	7	7	1	0	0
6	0	6	9	1	3	0
4	2	4	10	2	1	0
5	0	4	7	0	0	0
6	0	4	8	1	1	0
5	0	2	2	3	0	0
5	2	6	5	1	0	0
6	0	6	9	0	1	0
4	0	4	5	6	1	0
5	0	7	10	1	0	0
6	0	7	10	0	0	0
3	0	1	2	2	3	0
5	0	6	7	0	0	0
6	0	5	9	2	4	0
4	0	4	9	1	0	0
1	0	2	2	5	2	0
5	0	5	8	3	3	0
5	0	4	9	0	0	0
6	0	6	9	6	3	0
5	0	5	11	0	0	0
4	0	4	5	6	0	0
4	0	8	10	1	0	0
6	0	6	7	0	0	0
3	0	9	8	1	0	0
6	0	8	11	1	0	0
4	0	8	4	0	0	0
4	0	6	5	0	1	0
3	3	6	8	0	0	0
6	0	6	10	2	0	0
6	0	7	10	0	1	0
0	4	0	0	0	0	0
4	0	8	8	1	0	0
6	0	7	10	4	1	0
8	0	3	7	4	0	0
6	0	5	4	0	0	0
5	0	5	5	1	0	0

ewl13	ewl14	ewl15	ewl16	ewl17	ewl18	ewl19
1	7	6	11	7	11	3
0	0	2	11	6	15	0
0	0	2	11	6	17	5
0	0	0	10	6	15	0
0	0	0	6	6	8	2
1	0	3	5	5	9	0
0	0	1	7	4	8	0
0	1	4	11	7	14	0
0	0	0	9	6	11	0
1	7	5	0	8	2	16
0	1	2	8	6	12	0
0	1	2	10	7	15	0
0	1	0	11	7	4	1
0	0	0	10	5	17	0
2	2	0	1	5	3	3
0	0	0	3	5	6	1
0	0	3	3	4	9	6
0	1	1	7	8	7	0
0	0	4	7	6	14	0
0	0	0	5	4	14	2
0	0	2	7	6	15	0
2	0	3	7	6	14	1
0	0	0	8	5	11	0
0	0	0	9	6	12	3
1	0	0	3	5	4	1
2	3	2	6	7	10	13
0	0	1	2	6	15	6
2	0	1	7	4	9	0
0	0	0	4	5	17	0
0	0	1	9	6	17	0
0	2	4	1	3	3	10
0	0	0	8	5	13	2
0	0	2	9	6	14	4
0	0	1	9	4	13	0
1	1	0	3	1	4	0
0	0	2	10	5	13	0
0	0	2	7	5	13	2
0	0	2	10	6	15	1
0	0	1	9	5	16	0
0	0	3	8	4	9	1
0	0	2	9	4	80	10
0	0	0	11	6	13	0
0	0	0	9	3	17	0
0	0	0	11	6	19	2
0	0	0	0	8	12	5
0	0	1	7	4	11	0
1	0	5	2	6	14	18
0	0	0	10	6	16	0
1	0	3	9	6	17	0
0	0	2	0	4	0	1
0	0	3	8	4	16	6
0	0	1	7	7	17	3
0	0	2	8	3	10	2
1	0	4	11	6	9	0
0	0	2	6	5	10	1

ewl20	ewl21	c03zgo	ceazgo	clazgo	cpinzgo	c034go
17	14	-7,8	-11	-15,8	-2,4	-7,4
4	2	-4,4	-3	-9,8	1,1	-3,8
1	2	-15,7	-16,8	-23,1	-10,8	-11,2
2	0	-0,4	-9,9	-5,9	-4,6	-2,9
1	0	-8,7	-19,2	-4,3	3,6	-6,2
10	4	-10,1	-8,4	-15,2	-8,6	-5,6
1	1	-13,6	-22,2	-10,6	-9,6	-9,1
5	5	-5,6	-3,2	-12,3	-9,3	0,4
1	0	-9,7	-10,3	-13,7	3	-4
4	13	-6	-11,1	-2,3	-3,8	-5,9
1	3	-7,4	-7,1	-7,7	-13,8	-9,4
0	3	-9,8	-7,4	-12,9	-3,9	-8,6
11	1	-6,1	-7,7	-9,2	-7,2	-11,1
3	0	-17,8	-14,4	-32,4	3	-10,7
10	4	-9,7	-13,8	-10,6	-2,4	-4,8
0	0	-7,8	-12,6	-11,2	-3,6	-5,5
1	3	-2,2	-4,6	-1,8	-2	-2,3
5	2	-8	-15,7	-7,7	8,5	-6,2
6	4	-9,3	-11,2	-17,5	-17	-5,8
1	0	-7,1	-13,8	-13,2	-7,9	-2,1
4	2	-7,5	-10,8	-7,6	3,1	-9,9
3	5	0	-7,4	2	-0,5	-0,5
0	0	-21,4	-25,3	-21,4	-25,5	-13,9
2	0	-10,9	-18,6	-7	1,1	-10,5
3	1	-4,7	-10,4	-2,3	6,6	-6
1	7	-3,5	-14,1	-6,5	6,9	-7,2
1	1	-8,1	-11	-6,8	-1,1	-7,4
7	3	-7,2	-6,2	-10,8	-8,4	-3,9
1	0	-11,5	-22,1	-4,9	8,4	-7,2
0	1	-4,5	-9,3	-5,9	2	0,1
5	6	-3,9	-5,4	-7,5	-1,9	-6,2
0	0	-6,4	-8,4	-4,2	1,3	-3,6
6	2	-7,4	-8,7	-11,2	1,5	-4,8
1	1	-4,9	-9,2	-2,5	-1,6	-2,7
7	2	-7,3	-12,7	-4,3	-1,4	-4,7
6	2	-7	-12,8	-6,3	9,7	-1,7
0	2	0	0,5	-4,8	7,7	-3,3
9	2	-6	-9,4	-7,6	-7,4	-7
0	1	-10,5	-8,9	-15,5	-2,7	-9,3
6	3	-4,1	-9,2	-3	3,2	-4,2
10	2	-12	-9,3	-14,7	-8,7	-8,9
0	0	-8,2	-10,7	-6,3	1,7	-6,8
1	0	-8,9	-12,6	-13,7	-10,5	-2,4
1	0	-3,3	-0,5	-7,8	1,5	0,4
0	0	-5,9	-10,9	-7,9	-11,7	-5,2
1	1	1,7	1,6	3,2	3	-1,8
0	6	-5,8	-6,4	-8,8	-5,4	-3,3
2	0	-1,2	-6,3	-4,5	-4,9	3,5
1	4	-3,4	-2	-6,4	7,4	-3,6
0	2	-6	-12,2	-7,4	4,1	-3,1
1	3	-3,6	-6,6	0,4	2,9	-0,5
5	1	7,1	-0,4	9,2	4,9	5,7
4	2	-5,4	-8	-7,6	-2,9	-1,9
0	5	-7,9	-5,9	-8,6	18,6	-6,5
1	2	-8,6	-8,9	-11,7	-6,2	-5,3

cea4go	cla4go	cpin4go	c033go	cea3go	cla3go	cpin3go
-8,2	-12,7	-1,6	-7,6	-9,2	-15,8	-3,9
-3,1	-6,9	2,1	-2,8	-3,5	-6	9,2
-12,3	-15,7	-8,4	-5,2	-9	-6,5	-0,2
-8,8	-10,3	-6,4	-0,3	-10,5	-6,2	-4,5
-11	-5,6	1	-3,2	-6,1	-2,6	3,3
-3,5	-9,6	-3,2	-1,3	-4,1	-0,3	-1
-14,3	-8	-6,8	1,1	-0,1	-0,5	3,5
2,9	-4,5	-0,4	-3,7	-2,3	-8,1	-4,1
-5,4	-4,3	5	-3,6	-5	-3,5	7,3
-8,1	-4,4	-3,7	-4,1	-8,7	-0,1	-2,1
-10,6	-11,5	-17,5	-6,4	-1,4	-7,1	-10,3
-5,3	-11,7	0,1	-7,8	-3,4	-10,1	-0,3
-9,6	-16,2	-15	-6,3	-7,5	-9,9	-10
-9,1	-18,9	8,4	-9,1	-6,8	-17,7	7,6
-8,1	-3	0	-5	-8,5	-2,8	-0,1
-10,4	-5,5	-0,6	-6,4	-10,3	-8,1	-2,9
-1,1	-2,6	-1,4	-2,1	-2	-3,6	-4,1
-11,1	-6,8	6,7	-6,9	-12,2	-5,9	9
-4,2	-11,2	-14,4	-19,8	-19,6	-27,5	-26,8
-5	-4,3	0,7	-1,1	-7,8	-3	1,5
-14,7	-8	4,4	-3,4	-3,2	-6,5	0,3
-5,7	0,4	-3	-4	-3,8	-8,7	-7
-11,6	-15,7	-17,9	-16,7	-21,4	-15,5	-21
-13,2	-9	-3,7	-11,8	-17,3	-8,5	-3,7
-9,2	-4,9	2	-7,7	-11,3	-7	0,9
-11,1	-12,2	1,6	-6,5	-13,5	-11,2	0
-9,3	-6,6	1,6	-6,1	-6,7	-7,3	-5,8
-4,7	-5,4	-3,8	-4,8	-2,9	-8,6	-5,7
-8,4	-6,9	-1,3	-7,9	-15,6	-1,7	2,3
-4,6	0,3	2,5	-6,6	-8,5	-10,2	-4,8
-6,8	-8	-7	-2,6	-1,9	-7,9	-3,9
-4,5	-3,1	1,7	-3,7	-3,3	-3,4	1,4
-5,9	-6,7	-0,4	-6,4	-8,3	-7,2	-0,2
-6,7	-0,2	-1	-2,9	-4,4	-1,5	0,1
-7,3	-4,4	-3,9	-3,6	-6,6	-3,3	-0,9
-5,5	-1,9	10,6	-6,9	-8,7	-9,1	1,5
1,1	-11,4	2,8	-3,4	1,6	-11,8	2,1
-9	-9,4	-10,3	-3,3	-4,8	-2,9	-1,1
-7,9	-12,6	-4	-8,2	-6,2	-11,6	-3
-5,9	-6,2	-6,5	-4,6	-5,7	-6,3	-5,5
-3,2	-11,3	-4,6	-7,5	-2,7	-10,3	-5,8
-8,1	-6,7	-2,3	-7,7	-8	-8,3	-2,8
-0,3	-6,1	-4	-5,1	-5,6	-8,4	-4,8
3,5	-3,3	5,5	-4,3	-0,6	-10,4	-6,6
-6,4	-7,6	-12,1	-3,7	-6,9	-6,1	-7,7
-1,5	-4,2	-3,4	0,3	0,6	0,6	0,3
-4,2	-4,6	-1,1	-4,3	-4,4	-6,4	-4,4
0,7	1,7	-1,4	0,5	-3,6	-1	-2
-1,8	-5,5	-0,1	-6,1	-3,7	-7,7	0,2
-7,9	-1,8	6,3	-5,7	-9,6	-6,6	1,3
-1,9	3,1	5,5	-2,3	-2,7	-0,2	-0,4
0,9	8,4	6,2	5,4	0,5	5,6	4,9
-3,3	-3,1	-0,1	-2,2	-3,1	-3	-1,9
-3,3	-7,3	19,1	-10,9	-7,9	-11	7,8
-5,5	-6,6	-3,3	-4,8	-4,7	-6,2	-2,8

rtim	c03zng	ceazng	clazng	cpinzng	c034ng	cea4ng
285,3	-10,3	-9,1	-11,7	6,2	-9,3	-5,6
245,6	-17,1	-9,6	-25,1	-7,5	-15,2	-10,4
172,5	-10,8	-13,2	-17,7	-9,5	-9,2	-13,1
281,3	1,7	-1,7	-0,1	3,2	-6,1	-6,2
225,6	-12,8	-10,8	-8	4,4	-8,5	-5,8
266,2	-1,9	-7,3	-18,3	-13,3	-7,4	-5,8
281,6	-11	-24	-7,3	-7,7	-7,5	-16,5
295,9	-1,7	-5,2	7,2	16,9	-1,7	-3,8
235,3	-14,6	-16,9	-16,8	-6,3	-9	-8,8
344,7	-8,5	-7,5	-12,1	-4,1	-7,5	-4,9
716,6	-0,8	-1,3	3,8	0,1	-10,3	-10
306,9	-3,7	7,9	-1,3	0,6	2,6	13,4
307,5	2,2	0,2	4	-1,2	-7,6	-2,1
213,4	9,2	0,6	14,3	11	6,5	1,6
298,7	-1,8	-5,7	7,6	0,1	-0,9	-6,3
180,6	0,2	-1,1	-4,7	-2,6	1,4	1,1
355	0,1	0,5	-2,6	0,5	1,6	-0,8
240,6	1,5	-9	0,8	9,5	-0,6	-4,7
190	5,3	0,5	-2,2	-4,7	0,9	1
225,3	0,2	-3,1	1,4	-3,9	-5,2	-7,8
200,6	-14,2	-11,7	-14,8	2,6	-12,8	-7,1
287,5	-4,7	-13	-2,7	2,1	-3,3	-10,2
396,6	-21	-23,7	-14,9	-15,4	-14,5	-12
358,4	-5	-12	1,2	15,3	-6,2	-8,2
249,7	-8,1	-7,4	-11,2	-14,5	-14,6	-11,9
218,8	-2	-14,8	-0,8	3,4	-1,5	-9,8
247,5	-1,3	-7,7	0,3	-2,6	-2,3	-6,6
568,4	-2,2	-2,2	2	-0,3	-3,7	-0,3
341,6	-4,4	-9,9	1,7	11,7	-6,2	-3,7
390	-6,7	-4,2	-7,9	-13,1	-5,4	-3
263,4	-5,3	-4,7	-7,4	-7,7	-3,1	-6,4
,	-1,8	-6	1,2	8,3	-1,4	-3,1
239,4	-0,2	0	-1,4	0,3	0,1	0,2
565	-1,6	-1,8	2,8	-2,3	0,9	-1,8
330,3	-4,6	-5,1	5,6	0,8	-1,5	-0,9
313,4	-0,1	2,6	-3,9	-6	-2,3	0,7
234,4	12	18,4	-9,2	-2,3	1	6,2
627,5	-4,5	3,1	-3,2	1	-9,3	-1,9
425,3	0,7	1,9	-1,4	-1,6	0,6	2,7
284,7	-5,2	-1,5	-5,5	-17,3	-10,7	-5
244,4	1,3	6,8	2,1	9,8	0,4	8,2
414,4	-11,3	-11,8	-10,8	-14	-12,3	-12,6
358,1	-4,2	-10,5	-2,9	4,5	-4	-6
710,6	0,5	13,1	-0,8	-2,7	-0,5	11,7
365,3	3,6	-0,7	5,1	0,2	-0,6	-3,1
621,6	-0,4	-4,7	-7,8	-0,9	-0,8	3,2
445	-1,2	1	-3,4	1,8	-3,2	-1,9
293,4	-1,6	-5,9	2,4	1,4	-3	-5,7
240,3	-7,9	-0,9	-22	-20,6	-11,5	-4,7
230,6	3,2	4,2	9,2	17,7	4,1	-1,4
321,3	1,4	-0,2	-1,9	8	2,9	1,3
288,4	9,2	0	15,7	9,2	3,7	-1,5
313,1	-10,5	-12,8	-18,3	-16,8	-10,5	-10,8
391,6	-6,2	-6,6	-2,7	-2,8	-4,9	-5,2
205,6	-3,8	-6	-4,3	-1,5	-2,4	-4,9

cla4ng	cpin4ng	c033ng	cea3ng	cla3ng	cpin3ng
-12,1	4,4	-6,7	-3,7	-10	5,9
-19,7	-11	-12,1	-6,9	-15,2	-2,1
-14,1	-11,4	-4,2	-7,9	-8,2	-4,9
-8,8	4	-10,2	-9,8	-18,3	-11,9
-6,3	7	-3,9	-2	3,6	11,4
-11,6	-6,9	-1,9	-4,8	-4,8	-2,1
-3,5	-5,7	-4,7	2,7	-6,3	-5,9
8,7	16,1	-5,9	-9,2	5,3	12,4
-15,1	-12,5	-7,4	-7,7	-10,5	-5,8
-11,5	-4,6	-6,5	-6,4	-10,2	-4,7
-10,4	-8	-0,4	0,9	3,6	-5,1
6,8	8	1,4	14,7	9,2	8,2
-13,8	-25	-1,9	-1,5	-3,4	-10,1
11,2	9,7	5,5	-1,8	9,3	8,3
11,3	5,6	-0,8	-6,1	10,8	3,9
-1,1	2,6	3,6	0,1	-0,9	-1
0,7	1,2	-0,8	1,2	-6,4	-2,9
-5,7	2,1	0,2	-4,7	-5,7	2,1
-6,7	-8	-9,3	-9,5	-21,7	-24,9
-1,4	-6,8	-3,7	-3,6	-0,9	-8,5
-15,1	-7,9	-16,8	-12,4	-21,5	-3
0	2,4	-0,8	-3,7	-0,9	7
-13,3	-11,5	-14,9	-18,3	-6,5	-10,5
-1,3	6,1	-7,6	-13,7	-1,7	8,3
-18,1	-19,8	-9,1	-5	-13,4	-18
-5	-2,1	-3,8	-14,8	-3,8	-3,2
-2,2	-9,4	-3	-3,5	-4,2	-8,5
2	-0,9	-1,3	2	6,9	5,8
-5	1	-2,5	-4,2	4,9	9,8
-4,8	-6,1	-7	-4	-6,2	-6,7
-7,8	-6,2	-8,1	-4,3	-7,3	-9,8
-1	3,1	0,6	-0,9	2,6	8,5
-0,9	5,3	1,6	1,9	-0,1	2,1
6,2	1	1,5	-0,5	7,9	3,3
8,1	0,3	-2,9	-1,1	1,3	-2,2
-8,8	-9,6	-0,2	0,1	-0,3	-2,6
-21,5	-9,4	1,1	8	-23	-9,9
-6,2	2,5	-6,3	1,4	-10,2	-9,5
-0,1	-1,8	7,1	8,7	2,5	2,9
-16,6	-28,3	-9,2	-0,7	-16,1	-30,3
1,5	9,7	4	7,5	7,6	13,8
-10,6	-12,7	-7,7	-7,8	-5,8	-3,2
-4,5	2,6	-6,4	-10,1	-7,1	1,2
-2,4	-5,2	0,9	11	0,5	-3,2
1,7	-4,8	5,4	1,9	7,9	5
5,6	-2,2	0,2	-0,5	1	0,5
-2,3	4,3	-2,7	0,6	-6,4	-1,1
-0,2	-0,2	-1,8	-2,9	2,2	1,7
-25,4	-24	-9	-6,2	-16,7	-21,6
11,5	22,2	1,8	-3,8	6,5	14,4
2	6,5	0,7	1,6	0,7	4,1
8,8	5,2	4,5	0,9	7,8	2,9
-15,8	-16	-11,2	-11,7	-19,7	-16,3
-2,9	-3,1	-8,5	-7,6	-3,8	-6,2
0,7	5,1	-2,7	0,4	4,6	5,1

Habituationsdaten

vp	gr	latenz	maxamp	tcnva	tcnvb	icnva
2	3	640	-12,2	-1,2	-2,6	-0,4
5	3	620	-3,9	2,1	-13,9	1,6
6	3	720	-18,8	-0,5	-13,6	-0,1
8	3	580	-11,6	1,5	-7,1	-0,3
9	3	720	-22,8	1,4	-15	3
13	3	640	-9,8	-2,6	1,8	-1,4
14	3	750	-24,6	-0,1	-13,1	0,1
19	3	750	-5,9	2,4	-16,2	2,6
21	3	650	-11,7	1,8	-17,9	2
25	3	600	-12,8	-0,2	-5,4	-1,4
26	3	600	-8,3	0,7	-10,4	-0,2
27	3	540	-10,6	0,1	-10	-2,1
30	3	610	-11	-0,1	-5,7	-0,6
35	3	570	-16,3	-1,2	-12	0,8
36	3	650	-16,7	0,1	-9,8	-1,2
37	3	690	-14,9	0	-2,4	0
38	3	680	-7,1	-1,7	5,5	-1,8
39	3	580	-18,1	0,1	-8,5	0,4
40	3	740	-13,2	-1,3	-3,3	5,2
41	3	700	-18,7	-0,7	-4,2	-0,4
1	2	750	-12,3	-0,6	-4,2	-0,2
2	2	690	-9,4	1,3	-5,9	1,3
6	2	700	-27,4	-3,5	-0,9	-1,4
9	2	750	-20,4	-2,3	-0,7	-3,9
11	2	750	-12	-0,8	-0,9	-0,6
12	2	560	18,2	-1,6	5,2	0
13	2	680	-12,8	0,7	-11,5	-0,2
14	2	720	-9,8	-0,6	-4,3	-0,9
15	2	750	-23,2	-1,2	-1,8	0,5
16	2	690	-8,2	1,2	-9,9	1
18	2	640	-5,9	1,9	-12,5	1,5
20	2	740	-9	0,8	-10,2	0,1
21	2	550	-9,8	1	-11,8	0,5
22	2	730	-11,5	-0,2	-4	-2
23	2	590	-13,4	0,1	-8	-0,8
1	1	700	-12,1	0,1	-11,3	-0,2
3	1	740	-1,8	1,1	-3,6	2,5
5	1	550	-11,3	0,8	-9,7	-0,2
6	1	650	-9,7	-0,6	-7,8	-1,3
7	1	650	-10,5	1,9	-12,4	1,6
8	1	670	-10,7	-1,1	-2,5	1,6
10	1	720	-12,1	-0,2	-6,1	0,8
13	1	710	-14,4	0	-9	1,2
14	1	750	-0,6	0,3	-4,7	0,8
15	1	650	-13,6	1,8	-14,2	3,7
18	1	560	-0,1	-0,6	4,2	-1
19	1	740	-6,9	1,9	-14,4	2
21	1	750	-7	0,7	-4,5	-0,7
9	1	720	-5,5	-0,5	-0,2	-0,6
23	1	730	-10,3	7,7	-55,8	2
24	1	560	-8,1	0,4	-5,5	-0,8
25	1	580	-2,2	3,4	-8,3	3
26	1	680	-8,5	2,7	-19,8	2,5
27	1	750	-6,2	0,4	-10,1	-2,4
28	1	640	-14,8	2,3	-16,3	0,9

icn <b>vb</b>	lcn <b>va</b>	lcn <b>vb</b>	pin <b>va</b>	pin <b>vb</b>	rta	rtb
-9,3	0,4	-17,6	1,4	-8,7	-1,3	291,6
-10,2	0,2	-10,7	-0,9	5,4	22,4	145,2
-16,8	-1,4	-16,6	0,2	-11,5	-8,4	210,7
-8,5	1,7	-13,7	3,3	-18,9	-13,8	344,8
-32,9	0,8	-8,1	0,9	-0,5	-0,5	228,3
-1,9	-3,7	1,3	-3,8	8,6	-36,8	432,1
-22,7	0,3	-11,8	-1	-5,3	-20,1	372,2
-15	2,3	-22,9	2,4	-19,9	-24,8	406,4
-19,5	0,7	-16,7	1,5	-3,7	1,1	230,7
-4,9	0,8	-6,1	-0,6	-0,6	13,6	283,9
-6,3	1,1	-12,8	1,7	-21,3	-63,7	1003,6
2,1	1,6	-20,1	-0,8	-0,3	-0,7	310,4
-4,9	0,1	-6,9	1,3	-13,2	-52,1	542,5
-17,9	-3,8	-15,4	-2,3	13,6	-17	290,3
-8,4	0,1	-11,2	1,9	-10,7	-29,6	432,1
-12,8	-0,6	-8,6	0,7	-6,5	-4	179,8
5,4	-2,3	8,4	-1,2	3,3	0,1	355
-17,7	-0,1	-7,5	-0,8	12,17	-4,9	263,4
-45,1	-3,3	-2,9	-4,4	2,7	-9,1	231,2
-12	-1,8	-3,9	-0,2	-7	-11,7	278,5
-9,7	-0,1	-7,1	2	-5,9	22,6	105,3
-13,2	0,8	-1,7	-1,3	5,3	-7,2	319,8
-19,1	-1,4	-14,9	-0,5	-23,4	0,8	393,3
-1,2	-2,1	2,7	-0,1	1,6	-14,1	422,2
-7,5	-1,9	6,2	-4	24,4	0,6	246,2
-12	-2,9	6,6	0,6	2,3	5,3	195,2
-10,2	1,4	-13	0,7	-4,4	-12,9	306
-2,1	-0,4	-8,8	-0,4	-6,6	16,1	496
-24,6	3,2	-19,3	5,4	-15,7	-45,3	545,9
-11,8	1,6	-13	2,6	-9,8	1,2	7
-12,2	2,8	-20	1,1	-6,7	-10	308,5
-8,4	1,5	-11	0,4	1,4	-55,4	666,8
-10,9	0,2	-12,1	0,9	-2,5	-7,1	271,7
-0,3	1,8	-10,5	2,4	-12,6	-98,8	1009,7
-9,1	1,6	-11,6	1,4	-7,8	-15,2	399,1
-9,7	-0,1	-14,1	-1,7	-2,9	-0,9	223,2
-10,7	1	9,5	1,1	2,8	5	212,1
-9,9	0,1	-8,3	-0,8	-3,5	-39,1	802,6
-3	7,4	-40,5	2,8	-11,7	-19,2	439,5
-16,3	2,9	-16	3,2	-11,3	-44,2	483,8
-15,3	0,7	-17,7	2	-17,5	-13,8	306,5
-14,3	0	-6,4	0,8	-1,8	-55,5	664,2
-17,9	1,7	-21,4	2,6	-23	-48,8	578,3
-4,1	1,8	-15,8	0,6	-1,1	-9,3	752,8
-27,7	1,4	-13,1	0	-11,7	-4,7	386,7
6,2	-0,2	4,1	-1,5	9,6	12,3	565,6
-15,3	1,6	-16	-0,1	-5,1	-16,9	521,4
-3,3	1,5	-11,3	4,3	-23,3	-34	446,9
0,6	2,2	-16,5	1,5	0,6	-18,9	325,7
-17,9	1,1	-16,8	3,5	-22,2	-20,2	297
-3,2	1,4	-6,1	2	-6,2	-12	375,3
-13,9	5,4	-15	7,8	-30,2	-33,4	439
-17,7	1	-12,2	2,8	-14,5	-60,1	784
-4,9	1,6	-9,4	6,8	-11,9	-20,3	483,2
-16,4	4,3	-26,7	5,7	-21	-28	356,9

tcnvz1	icnvz1	lcnv1	pinvz1	rt1	tcnvz2	icnvz2
-7,5	-14,1	-24,3	-13,1	370	2,1	-5,8
-5,3	0,6	-8,6	-4,6	208	-13,9	-10,7
-4,4	-9,2	-8,5	-10,5	218	-16,3	-21
-13,6	-18	-23	-41	533	6,8	-2,5
-10,9	-25,6	-1,8	0,4	243	-15,4	-31,5
6,2	-0,2	10,3	19,2	650	-4,1	1,1
-8,7	-13	-12,4	-10,7	558	-13,6	-22,1
-5	-3	-8,7	-1,6	580	-22,8	-25,2
-18,7	-20,5	-13,5	-5,1	248	-8,3	-7,6
-4,8	-10,7	-0,5	5	415	-2	-5,5
-9,3	-5	-10,7	-18,2	453	-10,8	-9,2
-10,4	3	-27,5	-9,8	353	-8,9	-4,9
-11,8	-4,8	-25	-22,8	778	-1,8	-5,1
-16,4	-24,6	-15,5	11,4	213	-0,8	-10,1
-15,9	-6,2	-24,7	-26,4	535	-10,6	-16,4
-14,8	-12,3	-13,2	-14,2	263	-4,3	-14,4
10,4	2	19,7	15,1	425	3,4	0,3
-12,6	-23,5	-11,5	9,9	290	3,6	-7,2
-14,9	-16,8	-30,3	-24,5	235	-0,3	-9,4
-0,2	-12,5	3,7	-4	265	-18,1	-24,1
-4,3	-3	-1,4	-14,3	0	-1,6	-11,1
-8,1	-11,4	-10,4	-13,5	413	-5,9	-12,1
-14,7	-20,6	-7,6	-19,8	428	-19,5	-21,5
5,1	2	3	3,4	393	-7,3	-8,5
4,6	3,2	12,1	25,4	205	-5,8	-12,6
-3,7	8,6	0,3	-7,8	218	-5,6	-28,4
-6,2	-4,3	1,8	19,4	255	-15,33	-21
-10,2	-8,9	-14,3	-18,2	600	-4,4	-2,1
-17,6	-17,7	-23,4	-15,1	538	-13,9	-22,6
-10,8	-9,1	-17	-21	0	-3,5	-5,7
-24,1	-20,8	-29,3	-17,4	343	-9,8	-9,6
-2,4	-4,2	2,3	9,2	1038	-11,8	-9,1
-2,3	-2,1	0,6	3,5	323	-20,2	-15,8
-6,7	-5,5	-14,7	-24,9	1435	1,3	2
-6,4	-11,5	-12,1	-9,9	473	-10,9	-15,5
-4,7	0,5	-10,7	-5,5	240	-7,4	-12,7
-11,6	-15,4	-14,9	-17,1	175	2,4	4
-11,9	-10,2	-11,1	-10,1	823	-9,2	-13,6
-14,5	-6,5	-37,8	-10,8	720	-7,6	-8,2
-10,9	-20,3	-22,8	-23,5	530	-3,7	-8,6
-15,5	-19,9	-22,8	-25,5	385	-17,7	-17,6
-10,6	-14,5	-9	-2,7	813	-5,8	-10,7
-8,5	-15	-2,4	-28,7	648	-11,9	-15,6
-7	-7,2	-19,2	-5,3	983	-3	-0,1
2	-22,2	-2	-1,2	428	-0,2	-32,1
1,9	-6,9	-8,6	-2,1	625	8,2	12,2
-19,7	-19,5	-27,4	-19,2	560	-6,3	-10,5
-11,2	-10,4	-13,2	-19,6	528	6,4	-3,7
1	6,1	-8,1	8,4	370	-3,4	-1,1
-11,8	-15,2	-3,7	-9,3	398	-13,9	-14,9
-4,6	-2	-4,5	-4,6	448	-1,2	-0,2
-22,2	-21,4	-39,8	-58,8	495	7,4	-1,7
-16,2	-18,7	-18,8	-18,8	733	4	-1,4
-13,8	-20,2	-12,5	-20,2	468	3,4	3,6
-14,5	-12,5	-21,8	-9,4	458	-28,4	-27,8

lcnvz2	pinvz2	rt2	tcnvz3	icnvz3	lcnvz3	pinvz3
-12,5	-2,6	263	9,1	5,6	5,4	9,6
-8,4	10,6	188	-12,2	-10,6	-18,6	3,7
-19,3	-0,3	210	-19	-22,5	-27,8	-16,8
0,8	0,9	195	2,1	-0,1	-4,4	7,8
-8,4	-1,3	223	-10,2	-25,9	-9,8	3,1
-9,1	1,1	200	-7,1	-8,5	-10,1	-9,5
-5,4	-0,6	213	-14,9	-30	-9,3	-2,8
-21,3	-26,9	225	-7,2	-6	-21	-15,3
-7,6	0	223	-9,3	-11,9	-16,4	6,6
-2	1,4	180	-12,5	-12	-13,7	-13,6
-10,5	-21,6	1428	-6,6	-5,1	-2,8	-7,6
-11,6	4	300	-13,6	2,3	-19,2	0,2
2,6	0,8	328	-2,9	-8,9	-3,5	-5,5
6,4	18,4	430	-19,9	-12	-44	2,6
-2,4	4,2	320	-0,9	-9	1,7	9,8
-3,5	-0,7	145	-5,6	-13,4	-5,5	4,4
2,4	-1,1	278	-10,6	-8,7	-16,5	-18,5
5,8	24,8	203	-5,9	-9,5	-3,8	4,3
-0,3	3	230	1,2	-7	4,5	7,6
-34,3	-12,1	308	-1,5	-10,6	4,3	7,4
0,8	8,9	223	-12,4	-14,3	-15,7	7,7
-0,4	14,4	293	-13,4	-12,9	-15,6	-24,4
-18,1	-20,6	255	-20,7	-21,5	-30,5	-39,1
-3,2	1,3	413	-13,6	-18,6	-2,7	3,3
-4,3	6,5	278	-10,6	-20,9	-6	9,4
-5,6	0,6	190	-1,3	-14,7	-2,1	7,5
-26,9	-30	363	-5,8	-4,2	-6,2	-6
-10,4	-3,1	495	-3,9	3	-8,3	-7,8
-5,3	-6,8	343	-17	-37,5	-10,6	7,5
-2,5	5	0	-14,3	-19,9	-19,9	-4,7
-25,6	-1	288	-1,5	-4,7	-1,7	-0,5
11,4	-6,7	333	-6,1	-5,7	-9,7	-0,6
-27,3	-8,7	188	-9,9	-14,2	-11,2	-1,1
2,8	3,2	583	-6	-9,6	-1,4	2,8
10,6	-8,5	360	2	1,9	0,4	9,6
-4,5	2,2	238	-23,5	-22,5	-30,3	-14,1
-10,8	13,7	190	-5	-9,7	-12,4	-3,1
-18	-12,1	718	-6,6	-11,5	-3,8	-0,6
-15,2	-3,5	440	-13,5	-13,7	-22,5	-3,4
-4	7,7	360	1,5	-7,9	-0,2	1,6
-17,3	-5,7	203	-7,6	-7,9	-13,8	-16,8
3	15,4	393	-8,6	-9,2	-9,5	-6,7
-22,9	-16	443	-5,4	-9,4	-11,9	-13,8
-6	5,1	695	-1,2	-3,3	-13,6	0,5
-21,6	-19,4	333	-6	-8,6	-9	-10
2,3	15,6	560	5,6	8,8	22,1	8,5
0,3	5	475	-5,5	-6,9	-6,7	1,2
91	-2,6	273	-9	-10,2	-22,1	-25
-12,8	-1,5	275	-0,4	-3,8	-1,1	7,1
-14	-15	175	-18,3	-14,9	-32,9	-30,4
1,6	6,7	288	-16,4	-18,6	-9,9	-14,2
13	5,5	300	16,2	4	30,2	25,8
8,7	7,3	715	-3,8	-4,7	-7,2	-7,8
-4,8	-0,2	428	-12,8	-8,3	-11,6	24,1
-41,4	-38,3	265	-0,1	-8	-5,7	9,3

rt3	tcnvz4	icnvz4	lcnvz4	pinvz4	rt4	tcnvz5
300	-15,9	-18,6	-19,2	-5,8	223	-36,8
183	-4,1	-3,4	-14,4	2,3	190	-3,3
168	-20,5	-10,4	-30,9	-19,6	155	-16,5
188	-5,9	-10,2	-17,7	-15	240	-11,1
220	-17,4	-30,9	-18,2	2,7	223	3,9
265	-14,4	-12,5	-24,2	-18,1	195	-17
230	-13,8	-22,1	-14,6	-13	235	-15,5
200	-6,1	-1,8	-16,4	-15,8	265	-6
213	-20,1	-15,3	-26,5	6,4	240	-8,3
393	-8,9	-6,5	-6,2	-11,1	253	-2,6
893	-5,5	-3,9	-10,2	-18,5	855	-12,8
245	-7,5	-10,8	-3,4	0,2	318	-9
223	-6,3	-11	-10,7	-9,1	213	-10
180	-24,3	-17,2	-55,3	2	175	-14,6
215	-12	-22	-12,6	0,3	360	-10
220	1,8	-0,5	-11,5	-0,3	165	-17,4
358	3,4	1,2	2,1	5	318	-7,2
216	-13,8	-20,1	-18,8	3,6	280	-21,3
183	-8,8	-9,3	-14,2	-21,5	190	-13,2
178	0,1	-3,8	-11,2	-22,8	218	-4
165	-4,4	-8,9	-6,8	6	245	-12,7
205	13,5	-4,3	22,9	34,5	245	13,1
453	-19,3	-21,1	-21	-20,1	498	-25,3
430	-7	-18,2	2,2	9,9	325	-20,5
288	-3,9	-12,2	-5,9	10,7	233	-2,7
228	9,1	-19,5	12,2	19,2	220	-5,4
213	-15,8	-15	-15,8	-0,3	173	-5,1
560	0,1	-3,6	-0,4	4	450	-6,9
550	-6,5	-13,3	1,2	14,4	328	-28,1
0	-1,6	-5,4	-1,2	6,8	0	5,5
215	11,7	8,2	13,6	8,2	225	5,4
250	-10,4	-14,3	-4,1	1,6	330	-13
233	-10,2	-6,7	-20,7	-3,5	310	-6,6
483	-9,9	-10	-10,8	-10,7	425	-5,5
305	-16,7	-21,5	-7,8	-3	283	-3,7
200	-15	-16	-20,1	-16,6	195	-7,1
335	-0,5	-4,8	5	26	190	14,8
635	-5,1	-14,4	2,5	3,7	658	-3,4
283	-1,5	-2,7	1,9	7,1	360	-12,1
308	-8,4	-11,1	-6,9	4,8	318	-3
245	-10,4	5,2	-13,2	-16,3	253	-8,5
398	-7,1	-9,7	-3,6	2,5	395	-15,5
363	0,3	-13,3	-1,7	4,7	305	-11,8
558	-2,5	7,1	-11,1	-2	573	-5,3
360	-13	-5,1	-6,8	-13,4	390	-7,6
613	3,1	12,6	-2,9	-0,9	623	-5,2
365	-10,3	-5,4	-16,3	-12,4	498	0,8
390	-1,2	4,7	-14,4	-13,6	200	7,7
288	-10,5	-8,7	-20,2	1,2	205	-7
183	-8,7	-11,3	-12,2	-6,8	193	-1,4
343	4,9	-0,2	4,9	12,9	310	-1
355	7,7	0,1	2,9	-2	273	6,2
558	-24,2	-24,4	-25,3	-13	400	-11,3
388	-9	-1,5	-11,2	211,8	420	-7,8
193	4,8	-6,9	10,8	18,3	218	0,4

icnvz5	lcnvz5	pinvz5	rt5	tcnvz6	icnvz6	lcnvz6
-37,2	-44,8	-27,1	238	0,7	3	-12,6
-9,8	0,4	5,6	203	-2,6	2,3	-10,3
-21	-17,1	-8,6	158	-23,8	-25,3	-34,7
-16,1	-9,3	-2	293	8	-13,8	14
-6	14,2	11,4	230	-6	-7,6	-2,3
-18,2	-21,1	-12,8	178	-15,5	-10,4	-29
-30,3	-11,7	-11,3	293	-20,1	-25,9	-16,3
-2,9	-15,7	-8,2	220	-3,3	8,9	-14,3
-16,7	-13,4	-1	310	-5,1	-5,3	-10
-9,9	5,2	-2,4	318	-1,1	-9,6	3,2
-14,2	-18,7	-21,2	573	-2,6	-6,1	-1,9
-10,4	-10,7	-6,1	293	-4,9	-13,1	-5
-5,3	-13	-9,3	235	-0,7	-5,8	-2,7
-7,6	-32,3	-3,2	173	-29,8	-18,1	-54,3
-8,4	-22,4	-15,4	218	-5,5	-13,6	-4,2
-25,7	-22,4	-9,6	130	-5,2	-12,5	-9,1
-12,4	3,1	-1,9	393	-5,5	-3	-13,3
-25,9	-28	-8,5	270	-4,8	-15,9	-0,8
-14,1	-16	-11,8	170	-9,8	-7,2	-18,7
-8,1	-2,8	-5,7	208	-19,7	-15,7	-35,9
-17,5	-19,8	-7,4	333	-18,6	-19,4	-19,1
-3,6	18,9	10,3	280	6	-7,1	20,6
-32,4	-21,8	-24,3	430	-26,7	-30,2	-28,1
-27,8	-23	-20,3	318	-11,9	-20,9	-7,7
-10,9	9,3	17,1	245	-1,8	-3,4	-2,2
-19,4	-6,1	11,8	193	-1,1	-11,7	-13,5
-10,5	-0,6	-0,1	375	-8,7	-13,1	-7,5
-7,4	-10,5	0,2	535	-13,1	-13,2	-17,2
-37,2	-21,9	-9,8	295	8,1	-3,7	22
-5,2	9,7	7,1	98	-6,7	-4	-5,7
-1,1	3	6,8	265	-5,2	-3,7	-10,7
-10,6	-19,2	-14,5	365	-6,8	-10,9	-7,2
-13	-5,8	6,3	215	4,2	-1	6,1
-7,7	-12,9	1	360	1,5	-11,1	17,1
-2	1,4	-0,9	305	-10,1	-23,6	-3,8
-5,6	-8	-4,3	203	-10,1	-8,5	-15
10,9	30	42,5	233	-5,8	21,8	-24,9
2,8	-9,7	-13,3	588	0,1	-8,7	1,4
-3,5	-14,6	-5	313	-4,8	-2,6	-5,3
-9,8	0,3	6	203	-3,2	-8,9	-2,1
-7,6	-10	15,2	200	0,4	5,4	-5
-15,8	-19,8	-17,7	520	-6,8	-13,3	-4,9
-28,3	-13,3	-15,4	353	-12,9	-8,7	-20,4
-4	-3,3	3,1	710	-5	0,2	-0,1
-15	-10,3	-22,7	388	-2,9	-0,2	4,2
-8,9	4,3	8,3	595	5,7	-1,7	19,5
1,5	-6,2	-1	510	3,6	-3	4,3
2,9	3,5	5,5	308	4,6	-6,6	5,1
-6,7	-11,9	6,8	165	-5	5,3	-9,1
-1,5	-4,6	4,2	195	-3,4	0,1	-7,5
-6,7	-2,4	1,6	255	-6,7	-8,8	0,4
-1,2	7,6	6	235	14,3	1,7	20,1
-11	-16,8	-7,7	460	4	1,8	0,6
-6,3	-5,2	14,3	408	-15,4	-19	-5
-8,4	1,7	7,8	218	-4,1	-10,6	-2,2

pinvz6	rt6	tcnvz7	icnvz7	lcnvz7	pinvz7	rt7
8,3	273	-3,5	-6,3	-5,4	21,6	233
-10,1	273	0,6	0	-1,4	15,1	533
-16	158	-15,5	-12,1	-27,5	-6,4	155
20	293	12,5	-6,9	11,5	20,2	230
4,5	203	-12,6	-12,3	-9,6	-1,4	220
-20,2	193	-15,5	-12,5	-21,6	-21,7	230
-16,4	190	-17,4	-21,2	-16,2	-16,9	200
-9,3	470	0,8	0,7	-8,3	-5,1	230
0,7	170	-5,4	-4,2	-24,4	-0,6	183
2,8	398	-8,9	-10,9	-14,1	-8,5	378
-5,6	458	-6,9	-6,4	-9,3	-13	490
-5,9	320	-15	-20,5	-15,6	-2,7	343
-2,7	258	-4	-9	-8,2	-6,5	208
-8	163	-19,4	-16,4	-31,4	3,6	183
7,2	260	-4,3	-9,5	2,3	-2,5	258
-1	128	-10,6	-10,2	-17,7	-10,2	185
-6	370	-11,9	-15,5	-17	-14,9	323
11,8	258	-3,9	-14,3	5,9	19	185
-21,1	168	-13	-16,7	-19,2	-14,5	163
-22	263	-4,1	-14,4	-1,5	2,6	198
-7,1	255	-3,9	-6,6	-0,9	22,9	190
12,2	315	-1,6	-1,4	-14,1	-23,2	230
-30,9	338	-21,1	-28,7	-18,6	-21,1	330
3,8	318	-21,4	-29,9	-18,2	0,4	368
3,5	258	-12,2	-18,1	-14,1	-14	248
11,6	195	-9,7	6,2	-21,4	-9	255
-1,6	208	1,5	-6,3	10,5	17,6	220
-20,8	618	-9,3	-13,1	-11,6	-8,3	630
47,9	218	-9,8	-22,8	-7,2	-4	270
18,8	0	-6,7	-3,5	-11,8	0,6	0
-12	318	-8	-10,8	-1,9	3,2	265
-1,7	385	-3	-7,9	7,3	7,8	320
16,9	195	-10,6	-15,4	-18,5	-1,3	180
13,8	380	-6,3	-14,4	-4	4,7	475
-4	273	-12,9	-19,1	-9,9	-4	305
-16,8	213	-9,5	-8,6	-13,2	-16,1	248
6,5	300	0,4	-14,6	-7,2	-21,8	258
0,8	508	-0,7	-16,2	1,3	0	543
-1,6	758	-1,9	-3,8	2,8	9,7	275
11,4	178	8,9	1	10,2	5,9	188
0,4	205	-12,6	16,4	-13,6	-9,2	265
3,1	245	-5,9	-7,6	-1,8	12,5	270
-16,2	278	-5,6	-0,9	-2,9	4,5	245
4,6	660	2,5	2,3	-0,6	11,3	713
-6,3	303	-4	-6,8	-12,3	-18,3	310
1,9	618	-2,5	-1,1	-6,4	-1,1	565
3	335	-8,8	-5,3	-14,7	-4,7	388
8,5	183	-7	-16,5	-5,2	-2,8	280
13	133	-2,4	-5,1	0,2	15	268
1,6	278	-12,7	-13,7	-18,1	-5,1	153
-2,1	320	-0,5	-7,1	7,7	7,8	280
21,2	225	6,7	2,4	6,7	6,5	198
-1,3	723	12,9	3,1	10,6	15	263
46,7	413	-1,1	-2,5	-3,8	34,5	313
2,5	188	-5,3	-14,7	-2,8	24,7	180

tcnvz8	icnvz8	lcnvz8	pinz8	rt8
-10,8	-14,3	-13,5	-10	385
5,4	7,4	-16,8	-13,7	190
-9,4	-12,8	-18,9	-5,4	160
-1,5	-12	-18,8	-21,8	290
-0,9	-14,3	1,2	9,5	245
-13,3	-6,2	-17,4	-6,4	220
-5	-13	1,2	-4,9	335
4,7	3,7	7,2	7,4	170
-2,6	-1,3	1,9	16,7	298
-7,5	-24	9,2	3,9	425
-4,8	-7,3	2,9	-4,9	585
-9	-4,5	-10,6	-11,3	285
-11,8	-11,8	-13,5	-2,8	220
-15	-9,7	-32,8	-0,1	193
-18,6	-25,6	-22,5	4	225
-6,6	-11,6	-7	5,1	210
0,2	-0,7	4,6	6,6	378
-5,3	-9,6	-13,1	2,6	227
-16	-8,9	-45,6	-53,9	183
-9,7	-21,5	-17,4	-6,8	168
-2,6	-5,7	1,7	8	243
-3,7	-6	-5,8	-14,5	320
-24,1	-26,9	-25,3	-28	443
-10,8	-26,8	-6,3	6,9	305
-4,8	-8,2	-7,5	-5,9	245
-10,3	-17,5	-16	5,4	253
-9,5	-13,8	-10,1	-7,6	175
-9,4	-4,7	-13,5	-13,3	660
-7,9	-22,1	5,6	33,4	193
1,2	-5,3	0,7	3,4	0
-0,2	-0,9	-7,5	-2,4	190
2	-2,8	8	15,6	320
-4,1	-1,4	-12,8	-0,4	273
-7,4	-17,1	3,8	-3,2	380
0,1	-10,4	2,2	9,4	340
-8,4	-12,8	-13,6	-13,7	215
5,7	12	-3,2	14,8	195
-11,1	-14,2	-23,6	-27,1	550
-28	-30	-33,3	-14	255
-3,7	-7,8	1,6	12,2	195
-17,5	-5	-21,6	-11,2	200
-4,9	-4,2	-5,3	7,6	283
-11,7	-9,7	-12,6	-8,7	233
-5,4	0,7	-8,7	-5,3	795
2,4	2,3	2,6	-2,3	413
0,3	-1,9	-4,5	-6,3	770
-0,5	-2,2	3,6	-15,8	430
-0,1	-10,5	0,8	10,5	188
0,2	-2,1	11,8	10,8	220
1	-0,1	0	10,9	173
-3,4	-9,7	5,1	15,5	328
20,4	12,7	33	34,9	228
-8,8	3,2	-12,3	3,2	255
-6,9	-3,5	-15	27,6	298
-1,2	-9,5	1,7	18,1	178