

Aus dem Tinnituszentrum der HNO-Klinik
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Einfluss der präfrontalen kognitiven Fähigkeiten bei Tinnituspatienten

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae
(Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Natalie Riemer
aus Wolfenbüttel

Datum der Promotion: 14. September 2018

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Abstrakt	6
1. Einleitung.....	8
1.1 Definition Tinnitus	8
1.2 Epidemiologie	8
1.3 Klassifikation	9
1.4 Modelle für die Entstehungsmechanismen von Tinnitus	11
1.4.1 Anatomisch-funktionelle Einteilung nach Zenner	11
1.4.1.1 Peripherer Tinnitus.....	12
1.4.1.2 Zentraler Tinnitus.....	13
1.4.2 Pathophysiologische Modelle.....	14
1.4.2.1 Habituationsmodell nach Hallam.....	14
1.4.2.2 Neurophysiologisches Modell nach Jastreboff	14
1.4.2.3 Tinnitusensitivierung nach Zenner	17
1.5 Komorbiditäten und Tinnitus	18
1.6 Kognition	19
1.6.1 Definition Kognition	19
1.6.2 Neuroanatomische Grundlagen	19
1.6.3 Präfrontale Kognition	20
1.6.3.1 Modelle des präfrontalen Cortex.....	21
1.6.4 Präfrontale kognitive Einschränkungen.....	22
1.7 Kognition und Tinnitus.....	22
1.8 Ziel der Arbeit.....	29
2. Methodik.....	30
2.1 Patientenstichprobe	30
2.2 Audiologische Untersuchungen.....	30
2.2.1 Tonschwellenaudiometrie.....	31
2.2.2 Tinnitus-Analyse.....	31
2.3 Psychometrische Messverfahren	32
2.3.1 Tinnitus und Belastungsgrad durch den Tinnitus.....	33
2.3.1.1 Tinnitusfragebogen nach Goebel und Hiller	33
2.3.1.2 Fragebogen zu Tinnituslokalisation und -qualität.....	34
2.3.2 Belastungsgrad durch Stress	35
2.3.2.1 Perceived Stress Questionnaire.....	35
2.3.2.2 Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus	36
2.4 Testung kognitiver Fähigkeiten.....	36
2.4.1 Test d2 – Revision	36
2.4.2 Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop.....	38
3. Statistische Auswertung	41

4. Ergebnisse	42
4.1 Deskriptive Statistik	42
4.1.1 Soziodemographische Auswertung	42
4.1.2 Audiologische Auswertung	44
4.1.3 Auswertung der Tinnitusmerkmale	46
4.1.3.1 Tinnitusdauer, -entwicklung und -ursache	46
4.1.3.2 Fragebogen zu Tinnituslokalisation und –qualität	48
4.1.3.3 Tinnitusfrequenz, -lautstärke und -intensität	49
4.1.4 Auswertung des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller	53
4.1.5 Auswertung der Stressfragebögen	56
4.1.5.1 Perceived Stress Questionnaire	56
4.1.5.2 Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus	59
4.1.6 Auswertung der kognitiven Tests	61
4.1.6.1 Test d2 – Revision	61
4.1.6.2 Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop	65
4.2 Explorative Statistik	69
4.2.1 Korrelation	69
4.2.1.1 Korrelation der Tinnitusbelastung und der kognitiven Leistung	69
4.2.1.2 Korrelation der Tinnitusbelastung und der Stressbelastung	71
4.2.1.3 Korrelation der Tinnitusbelastung und der Hörminderung	72
4.2.1.4 Korrelation der kognitiven Leistung und der Hörminderung	72
4.2.1.5 Korrelation der kognitiven Leistung und der Stressbelastung	73
4.2.2 Regressionsanalyse	73
4.2.2.1 Regressionsmodell für die Konzentrationsleistung	74
4.2.2.2 Regressionsmodell für die Tinnitusbelastung	75
5. Diskussion	76
5.1 Analyse der Alters- und Geschlechterverteilung	76
5.2 Analyse des Hörverlusts	76
5.3 Analyse der Tinnitusparameter	77
5.4 Analyse der Stressbelastung	78
5.5 Analyse der Tinnitusbelastung	79
5.6 Analyse der kognitiven Fähigkeiten	80
5.7 Analyse der Korrelation von Tinnitusbelastung und kognitiver Leistung	87
5.8 Analyse der Regressionsmodelle	88
5.9 Vor- und Nachteile der Arbeit	89
5.10 Fazit	90
6. Zusammenfassung	92

7. Literaturverzeichnis	95
8. Abbildungsverzeichnis	105
9. Tabellenverzeichnis	107
10. Abkürzungsverzeichnis	109
Eidesstattliche Versicherung	111
Danksagung	112
Lebenslauf	113

Abstrakt

Ziel: Chronischer Tinnitus ist eine verbreitete und häufig schwierig therapierbare Symptomatik. Dabei spielen eine Reihe von Einflussfaktoren wie Depression, Angst- und Schlafstörungen, sowohl bei der Chronifizierung als auch bei der Effektivität der angewandten Therapiekonzepte eine entscheidende Rolle. In der vorliegenden Arbeit wurden kognitive Fähigkeiten als Einflussvariable bei Tinnituspatienten analysiert.

Methodik: Die Daten von 107 Tinnituspatienten, die im Zeitraum von Mai bis August 2013 eine ambulante Therapie im Tinnituszentrum der Charité erhielten, wurden ausgewertet. Kognitive Parameter lieferten der Test d2 – Revision und der Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop. Mittels Tonschwellenaudiometrie wurde das Hörvermögen erfasst und eine Tinnitus-Analyse durchgeführt. Zusätzlich wurden die Tinnitusbelastung anhand des Tinnitus-Fragebogens nach Goebel und Hiller sowie Stressparameter mittels Perceived Stress Questionnaire und des Fragebogens zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus erhoben. Mittels Korrelations- und Regressionsanalyse wurde der Zusammenhang dieser Parameter analysiert.

Ergebnisse: Es ergab sich ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Tinnitusbelastung und den kognitiven Parametern. Der Zusammenhang zwischen der Tinnitusbelastung und der Konzentrationsleistung erwies sich als mittelgradig ($r = 0,438$), während ein mäßiger Zusammenhang ($r = 0,313$) zwischen der Tinnitusbelastung und der Interferenzleistung festgestellt werden konnte. Mittels Regressionsanalyse wurden die PSQ-Subskala Anspannung, die Konzentrationsleistung und der Hörverlust auf dem linken Ohr als Haupteinflussvariablen auf die Tinnitusbelastung eruiert. Als signifikante Einflussgröße auf die Konzentrationsleistung erwies sich, neben der Interferenzleistung und der Tinnituslautstärke auf dem linken Ohr, die Tinnitusbelastung.

Schlussfolgerungen: Die Relevanz von kognitiven Prozessen bei Tinnituspatienten wird durch diese Ergebnisse verdeutlicht. Daher wird empfohlen, standardisierte Tests zur Erfassung der kognitiven Fähigkeiten in die Routinediagnostik insbesondere bei Patienten mit chronisch dekompenziertem Tinnitus zu integrieren. Dies bietet die Möglichkeit für ein besseres Verständnis der Rolle von Kognition bei Tinnituspatienten. Außerdem könnten individuellere Therapiekonzepte entwickelt und die Nachhaltigkeit der Tinnitusbehandlung gefördert werden.

Abstract

Objective: Chronic tinnitus is a prevalent pathology, which is often difficult to treat. A wide range of influencing factors, such as depression, anxiety and sleep disorders, play an important role both in the chronification and the efficiency of applied therapy concepts. In order to gain further insight in the influencing variables, cognitive abilities were analysed in tinnitus patients for this dissertation.

Methods: The data of 107 tinnitus patients who received outpatient therapy at the Tinnitus Center Charité Berlin was gathered from May to August 2013. Cognitive parameters were acquired by the Test d2 – Revision and the test for measuring colour/word interference after Stroop. Pure tone audiometry was used to measure hearing loss and to analyse general tinnitus characteristics. The severity of tinnitus was determined by the tinnitus questionnaire (TF) by Goebel and Hiller. The Perceived Stress Questionnaire, as well as the Questionnaire on Self-Efficacy, Optimism and Pessimism (SWOP) were used to assess stress. Correlation and regression analyses were conducted to determine connections between these variables.

Results: Higher levels of tinnitus annoyance were significantly correlated to low cognitive abilities. Moderate correlations ($r = 0,438$) were found for tinnitus annoyance and concentration, while tinnitus annoyance and colour-word interference tendencies showed lower correlations ($r = 0,313$). Regression analysis was used to determine PSQ-subscale tension, concentration and hearing loss in the left ear as the main influencing factors on tinnitus distress. Principally influencing variables on concentration were tinnitus annoyance, abilities of colour-word interference and tinnitus loudness in the left ear.

Conclusions: These results confirm the relevance of cognitive processes in tinnitus patients. Thus it is recommended to incorporate standardised cognitive tests into the routine diagnostics of tinnitus, especially for patients suffering from chronic decompensated tinnitus. This would present the opportunity to analyse the role of cognition in tinnitus further. Moreover, the development of more individualized therapy concepts would be possible, which could benefit long-term therapy success.

1. Einleitung

1.1 Definition Tinnitus

Tinnitus (lat. „tinnire = „klingeln“) bezeichnet ein Symptom der geräuschartig wahrgenommenen Schallempfindung, ohne dass eine exogene Gehörstimulation vorhanden ist [1, 2]. Dieses Ohrgeräusch kann als rauschend, zischend, pfeifend, knackend oder klingelnd wahrgenommen werden [3]. Tinnitus kann ein- oder beidohrig, im Rahmen einer Grunderkrankung oder idiopathisch, intermittierend oder konstant auftreten [4].

Die Ätiologie ist sehr different. Erkrankungen, die mit Tinnitus einhergehen, können den äußeren Gehörgang, das Mittelohr sowie das Innenohr betreffen [5, 6]. Auch auf neuronaler Ebene können Erkrankungen mit Tinnitus in Verbindung gebracht werden [7]. Weiterhin tritt Tinnitus in der Mehrheit der Fälle gemeinsam mit einem unterschiedlich schweren Maß an Hörminderung im Alter oder nach einem Schalltrauma auf [8, 9]. Unabhängig von der Grunderkrankung und der Schwere des Ohrgeräusches kann das Symptom bei mangelnder Habituation durch den Patienten zu schwerwiegenden psychischen und physischen Beeinträchtigungen führen. Diese Form der als sehr belastend empfundenen Schallsensation wird als chronisch dekompensierter Tinnitus bezeichnet [2]. In diesem Stadium der Erkrankung treten häufig Angst- und Schlafstörungen sowie Depressionen auf, was in vielen Fällen zu einer verminderten Lebensqualität führt [10, 11].

1.2 Epidemiologie

Etwa ein Drittel der erwachsenen Bevölkerung erlebt im Laufe des Lebens einen Tinnitus [12]. Ein Großteil der Betroffenen leidet nicht unter den Symptomen, weil der Tinnitus entweder als nicht sehr belastend empfunden wird oder nur temporär auftritt.

Die Prävalenz von belastendem Tinnitus wird in verschiedenen Studien [13, 14] mit 10-15% angegeben, wobei die Entstehungswahrscheinlichkeit im Alter steigt. In Deutschland entwickelt sich bei etwa 3,9% der erwachsenen Bevölkerung ein chronischer Tinnitus, was eine jährliche Inzidenz von 250.000 Patienten bedeutet [15]. 1% der Betroffenen leidet unter chronisch dekompenziertem Tinnitus, der den privaten und beruflichen Alltag so stark beeinträchtigt, dass die Lebensqualität deutlich reduziert wird [16]. Es erkranken etwas mehr Männer als Frauen, wobei die weiblichen Betroffenen einen höheren Leidensdruck angeben [1, 17]. 25% der Tinnituspatienten, bei denen es zu einer Chronifizierung gekommen ist, erleben im Verlauf der Erkrankung eine Verschlimmerung der Symptome [17].

1.3 Klassifikation

Der Tinnitus kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten klassifiziert werden. Die wichtigsten Kategorien sind Entstehungsmechanismus, Dauer und Belastungsgrad [18].

a) Entstehungsmechanismus

In Bezug auf den Entstehungsmechanismus unterscheidet man subjektiven und objektiven Tinnitus [18]. Die meisten Tinnituspatienten leiden an einem subjektiven Tinnitus, bei dem keine äußere oder körpereigene Quelle für die von den Betroffenen wahrgenommenen Geräuschen identifiziert werden kann [19]. Es existieren verschiedene Modelle, die unterschiedliche Erklärungsansätze liefern (siehe 1.4).

Im Gegensatz dazu gibt es beim objektiven Tinnitus für die empfundenen Geräusche einen körpereigenen Ursprung, so dass diese Tinnitusform auch von Außenstehenden wahrgenommen werden kann [1]. Pathophysiologisch unterscheidet man muskuläre, vaskuläre und respiratorische Störungen. Typische Ursachen eines objektiven Tinnitus sind Spasmen der Mittelohr- oder Schlundmuskulatur, Tumoren im Glomus jugulare und tympanicum, Gefäßmissbildungen, Strömungsgeräusche sowie eine offene Tuba auditiva. Um den objektiven Tinnitus vom „eigentlichen“ Tinnitus abzugrenzen, welcher definitionsgemäß keine objektivierbare Quelle besitzt, wird in englischsprachigen Ländern seit einigen Jahren der Begriff "somatosound" verwendet [20].

b) Dauer

Die zeitliche Komponente ermöglicht eine Unterscheidung von akutem und chronischem Tinnitus. Ein akuter Tinnitus besteht bei Ohrgeräuschen, die bis zu drei Monate andauern. Besteht der Tinnitus über einen Zeitraum von mehr als drei Monaten wird er als chronisch bezeichnet [21].

Die zeitliche Einteilung spielt eine Rolle bei der Therapieplanung. Bei einem akuten Tinnitus stehen die Diagnosestellung und Behandlung der Krankheitsursache im Vordergrund, wohingegen bei chronischem Tinnitus Therapieverfahren wie Tinnitus-Retraining-Therapie (TRT) Anwendung finden, wo vorrangig die Symptome behandelt werden [22].

c) Belastungsgrad

Um den Belastungsgrad eines chronischen Tinnitus bestimmen zu können, unterscheidet man kompensierten von einem dekompenzierten Tinnitus. Bei der chronischen, aber kompensierten Form wird der Tinnitus zwar registriert, im Alltag jedoch als nicht störend

empfunden, weshalb eine Therapie in den meisten Fällen nicht nötig ist [23].

Von einem dekompenzierten Tinnitus spricht man, wenn die Betroffenen eine starke Belastung durch die Geräuschsensation empfinden, so dass Beeinträchtigungen im privaten und beruflichen Leben auftreten [21]. Es kann sich eine unterschiedlich ausgeprägte Sekundärsymptomatik entwickeln wie Schlaf- und Angststörungen, Konzentrationsschwierigkeiten oder Depression [23].

Eine präzisere Differenzierung des Schweregrades der Tinnitusbelastung erlaubt die Einteilung nach Biesinger (Tabelle 1).

Tabelle 1: Tinnitusbelastung nach Biesinger [21]

Grad	Klinische Symptomatik
I	Kein Leidensdruck
II	Tinnitus in Stille wahrnehmbar, bei Stress belastend
III	Tinnitus bewirkt dauerhafte Beeinträchtigung im Alltag
IV	Völlige Dekompensation des Tinnitus, Berufsunfähigkeit

Grad I und II umfassen die kompensierte, Grad III und IV die dekompenzierte Tinnitusform. Während bei Grad I keine Therapie nötig ist und bei Grad II in den meisten Fällen eine Beratung ausreicht, sollte bei Grad III eine ambulante Therapie (z.B. TRT) und bei Grad IV zunächst eine stationäre Behandlung mit einer weitergehenden ambulanten Betreuung erfolgen [21].

Eine standardisierte Möglichkeit, Tinnitus nach Belastungsgrad einzuteilen, ist der Tinnitus-Fragebogen (TF) nach Goebel und Hiller, der eine feiner abgestufte Beurteilung des Belastungsmaßes erlaubt. Es handelt sich um eine Übersetzung des Tinnitus Questionnaires (TQ), entwickelt von Hallam et al. [24] und bildet in Deutschland ein wichtiges diagnostisches Kriterium in der Forschung, Therapie und klinischen Praxis [25]. In sechs Subskalen werden die Betroffenen nach emotionaler sowie kognitiver Belastung, Penetranz des Tinnitus, Hörproblemen, Schlafstörungen und somatischen Beschwerden befragt [26], wobei der Fragebogen 52 Items umfasst. Ein Tinnitusfragebogen-Gesamtscore von 0–47 entspricht einem chronisch kompensierten Tinnitus. Liegt die Gesamtpunktzahl zwischen 47 und 84 Punkten, handelt es sich um die chronisch dekompenzierte Form des Tinnitus [26]. Analog zur Tinnitusbelastung nach Biesinger lassen sich die Ergebnisse des TF ebenfalls in vier Grade weiter differenzieren (Tabelle 2).

Tabelle 2: Tinnitusbelastungsgrad nach Goebel und Hiller [26] und Schweregrad nach Biesinger [21]

TF-Gesamtscore	Belastungsgrad	Grad nach Biesinger
0 bis 30 Punkte	Leicht	I
31 bis 46 Punkte	Mittel	II
47 bis 59 Punkte	Schwer	III
60 bis 84 Punkte	Sehr schwer	IV

1.4 Modelle für die Entstehungsmechanismen von Tinnitus

Die Entstehung und die zugrundeliegenden Entstehungsmechanismen von Tinnitus sind in der aktuellen Forschung sehr präsent. So kann der Tinnitus mit vielen verschiedenen Faktoren in Verbindung gebracht werden. Vorrangig sind sie otologischer oder neuronaler Natur.

Die häufigste Ursache für Tinnitus ist Hörminderung, z.B. durch Alter (Presbyakusis) oder übermäßige Lärmexposition [27]. Bei etwa 95% der Tinnituspatienten tritt ein unterschiedlich stark ausgebildeter Hörverlust auf. Bei höhergradiger Hörminderung kann eine akustische Isolation auftreten, durch die der Betroffene eine stärkere Belastung durch den Tinnitus erfährt. Dies resultiert oft in hohem Leidensdruck [28]. Es können auch Infektionen des äußeren Gehörgangs, Otosklerose und Mittelohrinfektionen sowie Erkrankungen, die das Innenohr betreffen (wie Durchblutungsstörungen oder Morbus Menière) ursächlich sein [6, 29].

Auf neuronaler Ebene treten häufig Akustikusneurinome, zerebrale Durchblutungsstörungen, Schädel-Hirn-Traumata, Multiple Sklerose oder Infektionen (wie Meningitis und Enzephalitis) gemeinsam mit Tinnitus auf [7].

Es gibt auch einen medikamenten-assoziierten Tinnitus, der bei der Gabe von Salicylaten, Analgetika, Antibiotika, Immunsuppressiva und Kortikosteroiden auftreten kann [30].

Weitere Faktoren, die kausal mit Tinnitus in Verbindung gebracht werden, sind Stress und Depression [31, 32] sowie muskuläre Dysfunktion [33].

Obwohl in der jüngeren Vergangenheit wertvolle Ergebnisse erzielt wurden, kann die grundlegende Ursache des Tinnitus in den meisten Fällen nicht eindeutig identifiziert werden [34]. Es existieren jedoch einige Modelle zur Erklärung der Tinnituserstehung.

1.4.1 Anatomisch-funktionelle Einteilung nach Zenner

Die anatomisch-funktionelle Einteilung der Tinnituserstehung nach Zenner stützt sich auf die Schallverarbeitung im Mittelohr und Innenohr, was gemeinsam die periphere Ebene bildet,

sowie die Schallverarbeitung auf neuronaler Ebene (Abbildung 1). Es bildet die Grundlage für mögliche pathophysiologische Entstehungsmechanismen. Hierbei handelt es sich um ein Entstehungsmodell des subjektiven Tinnitus [35].

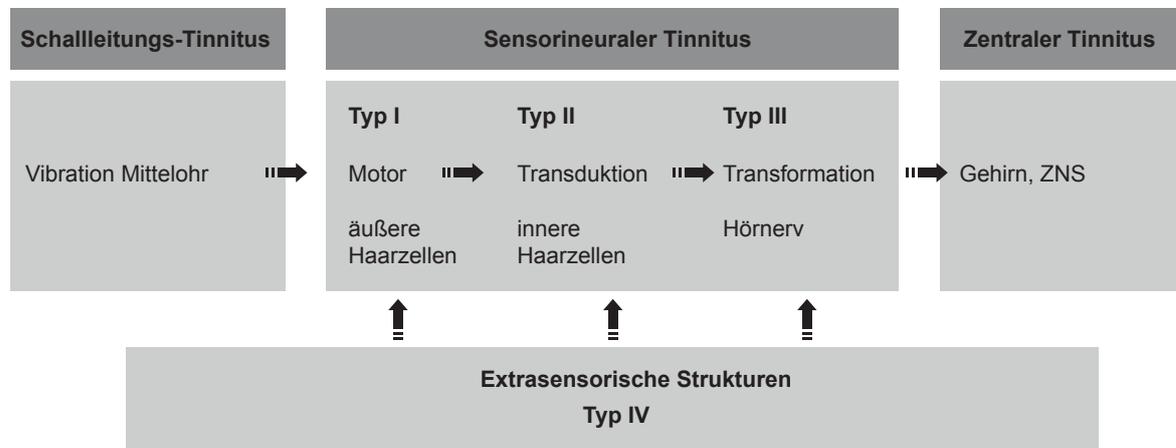


Abbildung 1: Tinnitus-Klassifizierung als Grundlage für pathophysiologische Entstehungsmechanismen nach Zenner [35]

1.4.1.1 Peripherer Tinnitus

a) Schalleitungs-Tinnitus

Treffen Schallwellen auf das Ohr, wird der Schall nach Passieren des äußeren Gehörganges zunächst im Mittelohr über die Gehörknöchelchen auf das Innenohr übertragen. Besteht eine Störung in diesem Bereich, z.B. durch Otitis media, Otosklerose oder Mittelohrmyoklonien, kann es zu einem Schalleitungs-Tinnitus kommen [35].

b) Sensorineuraler Tinnitus

Im Innenohr wird das Schallsignal in ein elektrisches Signal umgewandelt. Dies geschieht in drei Schritten, wodurch drei mögliche sensorineurale Störquellen resultieren:

Verstärkung: Die äußeren Haarzellen verstärken zunächst das Schallsignal durch Kontraktion. Kommt es zu einer Störung in diesem Bereich kann sich ein Motor-Tinnitus (Typ I) entwickeln. Die äußeren Haarzellen können aufgrund eines Lärmtraumas zerstört werden. Außerdem kann eine Ionenkanalstörung auftreten. Aufgrund dieser Funktionsschädigung ergibt sich entweder eine Hypo- oder eine Hypermotilität der äußeren Haarzellen, was eine reduzierte bzw. übermäßig verstärkte Schallweiterleitung bedeutet [36].

Transduktion: Die inneren Haarzellen setzen das Schallsignal in ein elektrisches Signal um. Diesen Vorgang nennt man Transduktion, weshalb eine Störung in diesem Bereich, z.B. durch einen Stereoziliendefekt oder eine Ionenkanalstörung der inneren Haarzellen, als Transduktions-Tinnitus (Typ II) bezeichnet wird.

Transformation: Um auf die afferenten Nervenfasern übertragen werden zu können, muss das elektrische Signal zunächst in ein chemisches Signal umgesetzt werden, was in den inneren Haarzellen während der Transformation geschieht. Kommt es zur Verletzung der afferenten Nervenfasern oder liegt eine Störung der Transmitterfreisetzung vor, spricht man daher von einem Transformations-Tinnitus (Typ III).

Liegt eine Störung im Innenohr vor, die nicht direkt die Schallverarbeitungsprozesse betrifft, kann sich ein extrasensorischer Tinnitus entwickeln. Dies kann durch eine Störung im Bereich der Stria vascularis, eine Perfusionsstörung im Bereich der Cochlea oder eine fehlerhafte Endo- oder Perilymphzusammensetzung bedingt sein und Einfluss auf Verstärkung, Transformation und Transduktion nehmen [35].

1.4.1.2 Zentraler Tinnitus

Über den Nervus vestibulocochlearis wird das umgewandelte Schallsignal in das Zentralnervensystem geleitet, wo es weiter verarbeitet wird.

a) Primär-zentraler Tinnitus

Der primär zentrale Tinnitus entsteht direkt im Gehirn und kann durch Erkrankungen wie Hirntumore oder Multiple Sklerose im auditiven Cortex oder in dafür relevanten sekundären Strukturen bedingt sein [37].

b) Sekundär-zentraler Tinnitus

Ein ursprünglich peripherer Tinnitus kann auch nach Behebung der Schallleitungs- oder sensorineuralen Störung weiterhin wahrnehmbar sein, wenn sich der Wahrnehmungsprozess zentralisiert hat. Ist dies der Fall, spricht man von einem sekundär-zentralen oder zentralisierten Tinnitus. Zenners Modell der Zentralisierung des Tinnitus bzw. der Tinnitussensitivierung ist unter 1.4.2.3 zusammengefasst.

1.4.2 Pathophysiologische Modelle

Es existieren verschiedene multidimensionale Modelle für die mangelnde Kompensation eines Ohrgeräusches. Die drei führenden Modelle haben jeweils einen unterschiedlichen Fokus, können aber parallel zur Erklärung der Entstehung eines dekompenzierten Tinnitus herangezogen werden.

1.4.2.1 Habituationsmodell nach Hallam

1984 wurde das Habituationsmodell von Hallam entwickelt [38]. Die Grundlage bildet die Annahme, dass auf einen unerwarteten Reiz eine Orientierungsreaktion und eine anschließende kortikale Verarbeitung folgen. Eine Habituation an diesen Reiz würde erfolgen, wenn er nach mehrfacher Wahrnehmung als ungefährlich und damit irrelevant eingestuft würde. Ein Ohrgeräusch würde so durch die zentrale Einordnung als ein Reiz mit fehlendem unmittelbarem Handlungsbedarf kompensiert. Dieser Habituationsprozess kann durch verschiedene Umstände gestört werden. Solche Einflussfaktoren können eine plötzliche Qualitäts- oder Intensitätsänderung des Tinnitus, eine Änderung der Umgebungsgeräusche oder eine akute Stresssituation sein. Im Falle solcher Störfaktoren, insbesondere bei einer bis dahin mangelnden Habituation, erfolgen erneute Orientierungsreaktionen, die eine negative Bewertung des Tinnitus erzeugen können. In der Folge wird dem Ohrgeräusch eine erhöhte Aufmerksamkeit zuteil und es kann auch noch Jahre nach der Erstmanifestation zu einer stärkeren Belastungsempfindung durch den Tinnitus kommen [39].

1.4.2.2 Neurophysiologisches Modell nach Jastreboff

Jastreboff und Hazell entwickelten das neurophysiologische Modell im Jahr 1990 [40]. Es erklärt, warum Tinnitus, unabhängig von Lautheit oder Entstehungsort, negative Empfindungen und das Gefühl von Stress verursachen kann. Jastreboff formulierte drei Grundvoraussetzungen:

(1) Bei einem dekompenzierten Tinnitus kommt es neben dem auditorischen System zur Aktivierung weiterer neuronaler Systeme (limbisches und autonomes Nervensystem), die für negative Emotionen im Zusammenhang mit dem Tinnitus sorgen [11, 41].

(2) Der Tinnitus stellt eine auditive Phantomwahrnehmung dar, was auf der Annahme beruht, dass – obwohl keine Aktivität in der Cochlea vorliegt – neuronale Aktivität in der Hörbahn erkannt und weiter verarbeitet wird [11].

(3) Die zugrundeliegenden Mechanismen der Wahrnehmung des Tinnitus auf der einen und der Belastung durch den Tinnitus (z.B. Schlafstörungen oder Angstzustände) auf der anderen Seite sind unterschiedlich.

Bei allen Tinnituspatienten wird spontan neuronale Aktivität generiert, die für den Tinnitus verantwortlich ist. Die Ursache ist, laut Jastreboff, eine Dysfunktion der inneren und äußeren Haarzellen [11, 42]. Dieser Mechanismus der Tinnitus-Generierung spielt für Jastreboffs neurophysiologisches Modell keine Rolle. Entscheidend ist jedoch der zugrundeliegende Mechanismus für den Distress aufgrund von Tinnitus. Jastreboff unterstützt die Hypothese, dass sich die Tinnitusbelastung im limbischen und sympathischen Anteil des autonomen Nervensystems und nicht im auditiven System entwickelt. Das limbische System kontrolliert Emotionen und Gedächtnis. Das sympathische Nervensystem erhöht u.a. die Reaktions- und Leistungsbereitschaft in Angst- und Stresssituationen. Dabei kommt es zu physiologischen Reaktionen wie Bronchodilatation, Herzfrequenzsteigerung und vermehrtes Schwitzen, die auch bei einem dekompensierten Tinnitus ausgelöst werden können [40].

Das neurophysiologische Modell nach Jastreboff erklärt die Tinnitusentwicklung, basierend auf diesen drei Grundannahmen, anhand von vier Phasen (Abbildung 2):

(A) Generierung einer abnormalen neuronalen Aktivität, die ursächlich für den Tinnitus ist.

(B) Erkennung, Verarbeitung und unbewusste Wahrnehmung dieser abnormalen Aktivität im auditiven Cortex.

(C) Nach einer kortikalen Evaluation wird diese neuronale Aktivität in den meisten Fällen als neutraler Reiz eingestuft. Es werden keine weiteren neuronalen Strukturen aktiviert, so dass der Tinnitus nicht wahrgenommen oder zumindest nicht als unangenehm empfunden wird.

(D) Bei Patienten mit dekompensiertem Tinnitus findet jedoch eine Beurteilung der neuronalen Aktivität als ein relevanter negativer Reiz statt. Es kommt zu einer Aktivierung des limbischen und autonomen Nervensystems und die Betroffenen empfinden ihren Tinnitus als belastend. Es findet durch die Verbindung von dem auditorischen mit dem limbischen und autonomen System eine klassische Konditionierung statt. Der zunächst neutrale Reiz des Tinnitus wird als relevant eingestuft. Durch die Aktivierung des limbischen und autonomen Nervensystems werden negative Assoziationen erzeugt, die als negative Verstärkung wirken. Der Tinnitus wird so zu einem unbedingten Reiz mit negativer Konnotation [11].

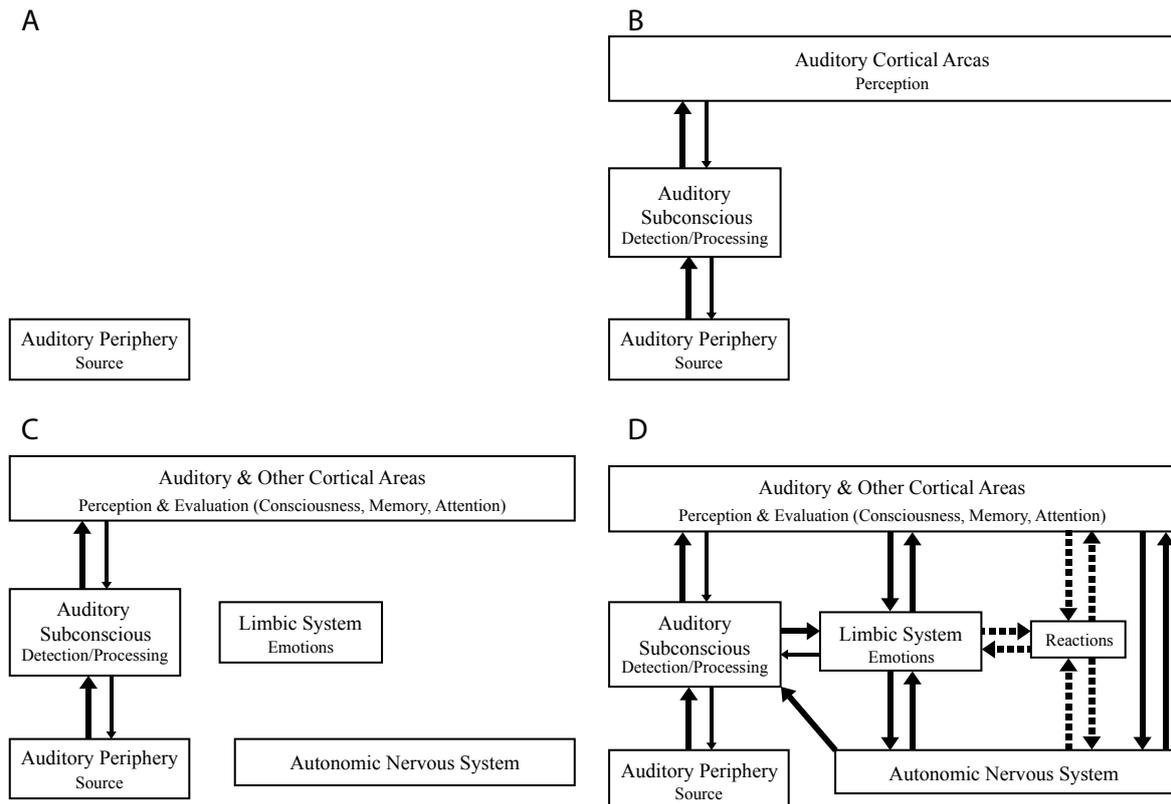


Abbildung 2: Die neuronale Entwicklung von tinnitusbedingtem Disstress nach Jastreboff. (A) Generierung einer abnormalen neuronalen Aktivität. (B) Die Aktivität wird erkannt, verarbeitet und im Cortex wahrgenommen. (C) Kortikale Evaluation der neuronalen Aktivität als neutraler Reiz. (D) Limbisches und autonomes Nervensystem werden in Folge der relevanten, negativen Einstufung des Tinnitus aktiviert. [11]

Auf dem neurophysiologischen Modell nach Jastreboff beruht die aktuell gängige Tinnitus-Retraining-Therapie (TRT). Dieser Therapieansatz besteht aus zwei Hauptkomponenten: direktives Counselling und Hörtherapie.

Im Rahmen des direktiven Counsellings werden die Patienten detailliert über ihren Tinnitus sowie das neurophysiologische Modell nach Jastreboff aufgeklärt. Es dient dem Verständnis der medizinischen Grundlagen und soll den Patienten im Umgang mit ihrer Erkrankung helfen. Außerdem werden Bewältigungsstrategien vermittelt [43]. Das „Retraining“ soll den Tinnitus durch Habituation an die eigene negative Assoziation als ungefährlichen Reiz reklassifizieren.

Auf der Grundlage der individuellen Hörleistung der Patienten wird die Hörtherapie entsprechend angepasst. Bei Tinnituspatienten mit einer bestehenden Schwerhörigkeit werden uni- oder bilateral Hörgeräte eingesetzt, die ganztägig zu tragen sind. Patienten mit Normakusis erhalten einen Noiser, der ein weißes Rauschen erzeugt, das sämtliche für den Menschen hörbare Frequenzen repräsentiert [44, 45]. Durch ein gewisses Maß an Ablenkung

empfinden die meisten Tinnituspatienten Hintergrundgeräusche als angenehm. Um einen „mixing-point“ zu erreichen – also eine Lautstärke des Rauschens, die es dem Patienten ermöglicht, seinen Tinnitus gerade noch zu hören – werden die Noiser entsprechend eingestellt. Eine tägliche Tragezeit von mindestens sechs Stunden soll eingehalten werden [43].

Es wurde außerdem festgestellt, dass verschiedene Behandlungstechniken in der Musiktherapie und das begleitende Hören besonderer „Tinnitusmusik“ [46] eine Bahnung von emotionalen Reaktionen und Aufmerksamkeit ermöglicht, weshalb vermehrt auch die Integration von Hörtraining mit Musik im Rahmen der Hörtherapie Anwendung findet [47].

Das Ziel der Tinnitus-Retraining-Therapie ist eine Gewöhnung an den als belastend empfundenen Tinnitus. Diese Habituation soll erreicht werden, ohne dass sich weder die kortikale Verarbeitung des Tinnitus noch das Tinnitusignal selbst verändern [41].

Speziell in Deutschland findet die TRT-ADANO (Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Audiologen, Neurootologen und Otologen) Anwendung. Sie ergänzt die Anteile der TRT nach Jastreboff (direktives Counselling und Hörtraining) um die beiden Faktoren Entspannungsverfahren und Psychotherapie [48]. Insbesondere Patienten mit einem hohen Belastungsgefühl sollen diese zusätzlichen Aspekte die Habituation an den Tinnitus erleichtern. Um die oft jahrelang praktizierten Verhaltensmuster und Einstellungen gegenüber der Erkrankung zu überwinden, werden beispielsweise Relaxationstechniken, Bewältigungsstrategien und Arten der Aufmerksamkeitskontrolle vermittelt [49].

1.4.2.3 Tinnitussensitivierung nach Zenner

Zenner beschrieb 1998, aufbauend auf den Ideen von Jastreboff, das neurophysiologische Tinnitussensibilisierungsmodell. Demnach beginnt der Sensibilisierungsprozess mit der peripheren Entstehung des Tinnitus. Beim ersten Auftreten werden dem Tinnitus-Signal essentielle Eigenschaften zugeordnet (z.B. unvorhersehbare Entwicklung, Angst erzeugend, Hilflosigkeit hervorrufend), bevor es zentral registriert wird. Im Kurzzeitgedächtnis wird das Tinnitus-Signal gespeichert und löst daraufhin eine unbewusste Reaktion aus (z.B. Muskelkontraktionen). Die Eigenschaften des neuen Signals werden im Langzeitgedächtnis gespeicherten Reizmustern gegenübergestellt [50]. Dem Patienten wird der Reiz leicht verzögert bewusst und er entwickelt eine kontrollierte Aufmerksamkeit. Die essentiellen Eigenschaften können zentral zu einer Klassifizierung des Tinnitusignals als spezifischen unangenehmen Reiz führen. Zunächst kommt es zu einer kurzfristigen Bahnung der Reaktionsstärke. Nach wiederholtem Auftreten des Reizes wird im Langzeitgedächtnis

sowohl ein Reiz- also auch ein Reaktionsmuster abgelegt. Dieses Reizmuster dient fortan dem Abgleich mit allen verarbeiteten Tinnitusignalen. Dadurch wird der Tinnitus schneller bewusst und die Reizschwelle herabgesetzt, was eine übermäßige Reaktion hervorruft. Diese Überreaktion wird durch positive Rückkopplung zwischen den beteiligten zentralen Strukturen zusätzlich verstärkt. Während der Tinnitusreiz zentral als überwiegend relevant eingestuft wird, kommt es auf kortikaler Ebene zu einer Abschwächung anderer Reize und damit zu einer zusätzlichen Verstärkung des Tinnitus [37].

1.5 Komorbiditäten und Tinnitus

Der Begriff „Komorbidität“ beschreibt das Auftreten mehrerer unterschiedlicher Erkrankungen bei einem Patienten, die auch unabhängig voneinander bestehen können. Vor allem beim chronisch dekompenzierten Tinnitus sind Komorbiditäten häufig. In diesem Stadium leiden über 90% der Tinnituspatienten an einer Sekundärsymptomatik, die sich in Beschwerden wie Schlaf- und Angststörungen, Konzentrationseinschränkungen sowie Depressionen zeigen kann [51].

Im Vergleich zu Gesunden lassen sich bei Tinnituspatienten bis zu viermal mehr klinisch relevante psychische Störungen feststellen [51]. Diese manifestieren sich bei einem Großteil der Patienten vor Beginn oder zeitgleich mit dem Auftreten der Tinnitus-Symptomatik, wobei affektive Störungen, insbesondere Depressionen, im Vordergrund stehen [52].

Der Einfluss psychischer Störungen auf die subjektive Tinnitusbelastung ist bidirektional. Das bedeutet, dass sowohl bereits bestehende psychische Störungen eine negative Auswirkung auf die Habituation des Tinnitus haben können, was häufig eine Verstärkung der empfundenen Belastung zur Folge hat, als auch der Tinnitus Auslöser einer psychischen Erkrankung sein kann, die sich wiederum ungünstig auf die Gewöhnung an das Ohrgeräusch auswirkt [53].

Neben affektiven Störungen spielen auch Angststörungen eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der Tinnitusbelastung. So geben Untersuchungen zufolge 56% der befragten Personen, die unter Angststörungen leiden, an, auch von Ohrgeräuschen betroffen zu sein. Angstreaktionen führen zu einem erhöhten Erregungsniveau, welches wiederum eine Steigerung der Tinnitus-Lautstärke und der Wahrscheinlichkeit einer Dekompensation bewirken kann [54].

Darüber hinaus besteht eine enge Korrelation zwischen somatoformen Störungen wie Müdigkeit und Schmerzsymptomen auf der einen und dekompenziertem Tinnitus auf der anderen Seite. Diese treten in der Regel bereits mehrere Jahre vor dem Tinnitus auf und könnten im Zusammenhang mit dessen Chronifizierung stehen [55].

Im Vergleich ist festzustellen, dass Patienten, die von der dekompenzierten Tinnitusform betroffen sind, wesentlich höhere Komorbiditätsraten aufweisen. Depressivität, Angststörungen und somatoforme Störungen sind hier sehr viel stärker ausgeprägt [56].

Eine weit verbreitete Annahme ist die Entstehung des Tinnitus durch Stress. In einer Studie der DTL aus dem Jahre 2004 gaben rund 25% der in Deutschland befragten Tinnituspatienten Stress als Ursache ihrer Erkrankung an [57]. Andere Studien konnten jedoch keine unterschiedlichen Belastungen im Vergleich zu Kontrollgruppen feststellen, weshalb ein direkter Zusammenhang kritisch beurteilt werden sollte [58].

Eine eindeutige Korrelation existiert zwischen Tinnitus und Schlafstörungen, die mit 30% bis 50% zu den häufigsten Komorbiditäten zählen [32]. Patienten mit Schlafstörungen weisen im Vergleich zu Gesunden eine deutlich reduzierte Schlafeffizienz und Schlafdauer auf, was sich wiederum ungünstig auf die Entwicklung des Tinnitus auswirken kann [59].

1.6 Kognition

1.6.1 Definition Kognition

Kognition (lat. „cognoscere“ = „erkennen, erlernen, erfahren“) fungiert in der heutigen Literatur als Sammelbegriff für eine Reihe von komplexen mentalen Prozessen, zu denen das menschliche Gehirn in der Lage ist. Zu diesen Denkprozessen gehören Sprache, Auffassungsvermögen, Sinneswahrnehmung, deduktives und problemorientiertes Denken, Gedächtnis, Bewusstsein und Aufmerksamkeit. Weitergehend werden auch Reaktion und Motorik, Emotionen und Motivation unter dem Begriff Kognition zusammengefasst [60]. Es handelt sich dabei sowohl um bewusste (z.B. das erfolgreiche Lösen einer Denkaufgabe) als auch um unbewusste Prozesse (z.B. Meinungsbildung, Erwartungen und unwillkürliches, einer Situation angemessenes Handeln) [60].

1.6.2 Neuroanatomische Grundlagen

Das Telencephalon (Großhirn) ist der größte Anteil des Gehirns. Es besteht aus zwei Hemisphären, die über das Corpus callosum verbunden sind. Beide Großhirnhemisphären gliedern sich anatomisch jeweils in vier Lobi (Lobus frontalis, temporalis, parietalis und occipitalis), die wiederum eine Struktur aus Gyri und Sulci aufweisen [61]. Innerhalb der anatomischen Strukturen gliedert sich der neuronale Cortex des Großhirns funktional in eine Reihe von unterschiedlichen Arealen. Korbinian Brodmann definierte aufgrund von

histologischen Kriterien 1909 erstmals 52 verschiedene Cortexareale [62]. Obwohl die funktionelle Bedeutung der meisten Areale erst in späterer Forschung zugeordnet werden konnte, ist die Einteilung nach Brodmann-Arealen bis heute gültig.

Man unterscheidet primäre von sekundären und tertiären/assoziativen Cortexarealen. Die primären Cortices erhalten afferente Information direkt aus der Peripherie, z.B. der primäre auditorische Cortex im Bereich des Gyrus temporalis transversus (Areal 41). Sekundäre und assoziative Cortexareale verarbeiten die sensorischen Informationen aus den entsprechenden primären Cortices weiter. Insbesondere die Assoziationsareale spielen eine wichtige Rolle bei der Bewusstwerdung sensorischer Impulse. Die Areale einer Hemisphäre sind mittels Assoziationsfasern untereinander verbunden [63].

1.6.3 Präfrontale Kognition

Kognitive Fähigkeiten werden insbesondere durch die Cortexareale im Frontallappen determiniert [64].

Der Lobus frontalis setzt sich funktional aus einem hinteren und einem vorderen Anteil zusammen. Der hintere Anteil reicht bis zum Sulcus centralis und beinhaltet den Motorcortex, der über die Pyramidenbahn die situativ entsprechende Bewegungsausführung steuert. Der vordere Teil umfasst die Brodmann-Areale 9-12 und 46-47 und nennt sich präfrontaler Cortex oder frontaler Assoziationscortex [65]. Die allgemeine Funktion dieses bestimmten Assoziationscortex liegt in der Kontrolle und Modulation kognitiver Reaktionen. Er erhält afferente Informationen aus anderen Bereichen des Neocortex, Thalamus und Hirnstamms. Aus dem Neocortex projizieren parietale und temporale Regionen, die bestimmte Teilaspekte der Sensomotorik kontrollieren, in den präfrontalen Cortex [66]. Aus dem Thalamus, vor allem dem dorsomedialen Kern, werden u.a. Informationen der Amygdala und der septalen Kerne an den präfrontalen Cortex weitergeleitet, zu welchen ebenfalls direkte efferente Verbindungen aus dem frontalen Assoziationscortex bestehen. Beides sind Bestandteile des limbischen Systems, was über Verknüpfung mit weiteren neuronalen Strukturen Emotionsverarbeitung und Triebverhalten steuert [54]. Direkte Afferenzen erhält der präfrontale Cortex außerdem aus dem Hippocampus und dem cingulären Cortex (ebenfalls beides Anteile des limbischen Systems), an die auch Efferenzen ausgehen. Aus dem Hirnstamm erreichen ihn dopaminerge Afferenzen, die für Verhaltensmodulation zuständig sind. Eine weitere Efferenz des präfrontalen Cortex verläuft zu den Basalganglien [67].

Der präfrontale Cortex macht beim Menschen 29% des Gesamtcortex aus (Abbildung 3) [63]. Dieser deutlich größere Anteil als bei anderen Säugetieren, auch gegenüber Primaten,

ermöglicht es dem Menschen Selbstbewusstsein, Konzepte und perspektivisches Denken zu entwickeln und sein Verhalten situationsadäquat anzupassen [68].

Die lateralen Anteile des frontalen Assoziationscortex kontrollieren außerdem einige wichtige kognitive Exekutivfunktionen wie Prozesse des Arbeitsgedächtnisses, Aufmerksamkeitskontrolle, Antizipation und Bewertung von neuronalen Rückmeldungen [69].

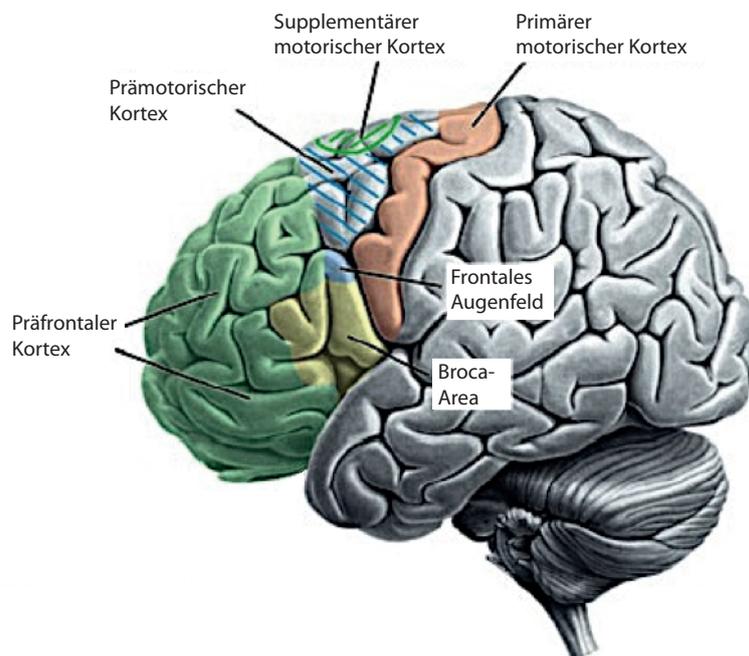


Abbildung 3: Anteil des präfrontalen Cortex am Gesamtcortex und speziell am Frontallappen [63]

1.6.3.1 Modelle des präfrontalen Cortex

Nach Fuster fällt dem präfrontalen Cortex eine besondere Funktion bei der Organisation von Verhalten zu. Durch die Kontrolle von Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit und die Funktion, bestimmte Prozesse reflektorisch zu hemmen, ist der präfrontale Cortex dazu befähigt Reaktionsmuster anzupassen. Diese Bildung eines adäquaten Handlungsplans geschieht z.B. bei akuter Änderung der sensorischen Information und wird direkt an den Motorcortex weitergeleitet [70].

Duncan hat auf der Grundlage von der Analyse bildgebender Verfahren im Zusammenhang mit präfrontaler Aktivität das Adaptive Coping Model entwickelt [71]. Es besagt, dass innerhalb des präfrontalen Cortex bei den verschiedenen kognitiven Funktionen wie Arbeitsgedächtnis, logisches Denken und Aufmerksamkeitsrichtung, kaum spezifische regionale Aktivierung vorliegt. Vielmehr übernehmen dieselben Neuronengruppen situationsbedingt diese unterschiedlichen Funktionen gleichermaßen.

Nach Miller und Cohen liegt die Hauptfunktion des präfrontalen Cortex in der Generierung sogenannter Bias-Signale [72]. Dabei handelt es sich um bestimmte Entladungsmuster, die auf synaptischem Wege an nachgeschaltete Hirnareale weitergeleitet werden. Ein Bias-Signal kann durch Abschwächung der synaptischen Verbindung in einer angesteuerten Hirnstruktur eine bestimmte Handlung fördern, während es in einer anderen Struktur eine bestimmte Handlung unterdrückt. Dieses Phänomen der Interferenzleistung lässt sich am Stroop-Effekt veranschaulichen [73]. Beim STROOP-Test wird u.a. verlangt, bei einer Reihe farbig geschriebener Farbwörter (z.B. ROT in der Farbe Grün) die Wortfarbe anzugeben, anstatt das Farbwort zu lesen. Indem die Versuchsperson sich auf die gestellte Aufgabe konzentriert, generiert der präfrontale Cortex ein bestimmtes Bias-Signal, das im Verlauf der Aufgabe die Farbrepräsentation hervorhebt, während es die natürlicherweise stärkere Beziehung zum Wortinhalt abschwächt [74]. Dem präfrontalen Cortex fällt also eine modulierende Funktion zu.

1.6.4 Präfrontale kognitive Einschränkungen

Bei Läsionen des präfrontalen Cortex zeigen die Patienten eine Wesensveränderung, was zum Einen auf eine allgemeine Antriebsarmut zurückgeht, die sich in Verlangsamung und Reduktion von reaktiven Handlungen, Gedanken- und Sprechleistung zeigt. Zum Anderen kommt es zu einer allgemeinen Enthemmung, die sich in nicht situationsangemessenen Handlungen und plötzlichem Abbruch derselben äußert. Außerdem liegt bei den Betroffenen eine emotionale Instabilität vor, was die soziale Interaktion erschwert [75]. Darüber hinaus kann sich ein dysexekutives Syndrom manifestieren, wodurch ausführende kognitive Fähigkeiten wie Problemlösung, Einleitung und Beendigung von Handlungen, Planung und Entscheidung in unterschiedlichem Maße gestört sind [76]. Im beruflichen und privaten Alltag führen solche Läsionen zu erheblichen Problemen, weil insbesondere das situationsadäquate Handeln in komplexen Situationen, wo mehrere kognitive Fähigkeiten benötigt werden (z.B. Lernen und Erinnern), deutlich erschwert wird [77].

1.7 Kognition und Tinnitus

Bisher bestehen nur Theorien über die zugrundeliegenden Pathomechanismen von chronisch dekompenziertem Tinnitus, so dass sich die Therapie darauf beschränkt, die Erkrankung für die Betroffenen erträglicher zu machen. Kognitive Verhaltenstherapie spielt dabei eine wachsende Rolle und zeigt bei den meisten Patienten eine deutliche Reduktion des

Leidensdruckes [78]. Der Zusammenhang von kognitiven Mechanismen und Tinnitus ist jedoch noch wenig erforscht.

In den vergangenen 15 Jahren wurden 13 Studien veröffentlicht, die den Einfluss von kognitiven Prozessen bei Tinnituspatienten untersuchten, vier davon innerhalb der letzten drei Jahre. In den Tabellen 3 und 4 sind die Studienstichproben n, die kognitiven Messinstrumente und die Ergebnisse der Studien in kurzer Form dargestellt.

Tabelle 3: Charakteristika und Ergebnisse der aktuellen Studien zum Thema Kognition bei Tinnituspatienten (human)

Studien	n	Kognitive Messverfahren	Ergebnisse
Altered top-down cognitive control and auditory processing in tinnitus: evidences from auditory and visual spatial stroop (Araneda et al. 2015) [79]	34	Spatial Stroop paradigm	Kognitive Kontrollmechanismen sind bei Tinnituspatienten eingeschränkt.
Tinnitus specifically alters the top-down executive control sub-component of attention: Evidence from the Attention Network Task (Heeren et al. 2014) [80]	40	Attention Network Test	Tinnituspatienten zeigen eine signifikante Einschränkung der exekutiven Aufmerksamkeitskontrolle.
A preliminary investigation of potential cognitive performance decrements in non-help-seeking tinnitus sufferers (Jackson et al. 2014) [81]	66	STROOP, VDT	Tinnitus geht mit einer kognitiven Leistungsminderung einher.
Cognitive Speed as an Objective Measure of Tinnitus (Das et al. 2012) [82]	92	BST, SCWT, PASAT, AQT	Signifikante Korrelation zwischen Kognition und Tinnitus-Schweregrad ($r = 0,54$).
Effects of Severe Bothersome Tinnitus on Cognitive Function Measured with Standardized Tests (Pierce et al. 2012) [83]	14	COWAT, CVLT	Deutliche kognitive Einschränkung bei stark belasteten Tinnituspatienten.
Aufmerksamkeit und Konzentration im Kindes- und Jugendalter, im Zusammenhang mit Tinnitus und somatischen Aspekten (Kohl 2009) [84]	243	d2, ZVT, TMT A und B	Kein signifikanter Zusammenhang zwischen Tinnitus und Kognition.
Severe tinnitus and its effect on selective and divided attention (Stevens et al. 2007) [85]	22	STROOP, kognitive Testbatterie	Deutliche Korrelation der kognitiven Leistung und der Tinnitusbelastung ($r = 0,77 - 0,81$).
Tinnitus and Its Effect on Working Memory and Attention (Rossiter et al. 2006) [86]	38	CFQ, RST, kognitive Testbatterie	Patienten mit Tinnitus zeigen signifikante kognitive Einschränkungen.
Stroop Facilitation in Tinnitus Patients: An Experiment Conducted via the World Wide Web (Andersson et al. 2005) [87]	104	emotionaler STROOP	Ein tendenzieller, jedoch nicht signifikanter Zusammenhang zwischen Kognition und Tinnitus.
Roles of Cognitive Characteristics in Tinnitus Patients (Lee et al. 2004) [88]	167	THI, AT&T, CSQ	Kognitive Eigenschaften beeinflussen die Tinnitusbelastung indirekt signifikant ($r = 0,71$).

Studien	n	Kognitive Messverfahren	Ergebnisse
Tinnitus impairs cognitive efficiency (Hallam et al. 2004) [89]	92	fünf verschiedene Tests (siehe S. 28)	Zwischen kognitiven Einschränkungen und Tinnitus besteht ein geringer, jedoch signifikanter Zusammenhang.
Tinnitus and Cognitive Interference: A Stroop Paradigm Study (Andersson et al. 2000) [90]	46	emotionaler STROOP	Kein signifikanter Zusammenhang, jedoch Hinweise auf Zusammenhang von Tinnitus und Kognition.

Tabelle 4: Charakteristika und Ergebnisse der aktuellen Studien zum Thema Kognition bei Tinnitus (Tierexperiment)

Studie	n	Kognitive Messverfahren	Ergebnisse
Noise-Induced Tinnitus Using Individualized Gap Detection Analysis and Its Relationship with Hyperacusis, Anxiety, and Spatial Cognition (Pace & Zhang 2013) [91]	29	MWM	Kein signifikanter Zusammenhang zwischen Kognition und Tinnitus bei Ratten feststellbar.

Die aktuellste Studie zum Thema Kognition und Tinnitus wurde 2015 von Araneda et al. [79] veröffentlicht. Im räumlichen Stroop-Test konnten sowohl unter auditiven als auch unter visuellen Bedingungen signifikant schlechtere Ergebnisse unter den Tinnituspatienten festgestellt werden. In einfacheren kognitiven Aufgaben konnte eine verminderte Reaktionszeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit nur unter auditiven Bedingungen gezeigt werden. Ein Zusammenhang der kognitiven Leistungen und der Tinnitusbelastung, gemessen mit dem THI, wurde nicht nachgewiesen.

Heeren et al. [80] untersuchten 20 Tinnituspatienten im Vergleich zu 20 Kontrollpersonen in Belgien. Die kognitiven Fähigkeiten wurden mittels Attention Network Test evaluiert, der in drei Schritten die Aufmerksamkeitsqualitäten „Alarmierung“, „Orientierung“ und „Ausführungskontrolle“ überprüfte [80]. Während sich für die alarmierende und orientierende Komponente von Aufmerksamkeit kein Unterschied zeigte, konnte bei den Tinnituspatienten eine Einschränkung der strukturierten, ausführenden Kontrolle von Aufmerksamkeit festgestellt werden. Es zeigte sich außerdem eine signifikante Korrelation der kognitiven Einschränkung auf der einen und der Tinnitusdauer und Stärke der Bewältigungsstrategien auf der anderen Seite.

In einer Studie von Jackson et al. [81] wurde der Tinnitusbelastungsgrad mit der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie mit Angst und Depression korreliert. Zur Erfassung der

Kognitionsleistung wurde eine Form des Stroop-Tests (Stroop Paradigm) sowie die Vienna Determination Task (VDT) verwendet. In beiden Aufgaben wird die Interferenzneigung durch Farb-Inkongruenzen erzeugt. Die Patientenstichprobe von $n = 66$ bestand zur Hälfte aus Tinnituspatienten, die für ihre Erkrankung keine medizinische Hilfe in Anspruch nahmen und einen geringen bis moderaten Belastungsgrad aufwiesen, und zur Hälfte aus Personen, bei denen kein Tinnitus bestand. In dieser Studie zeigten Tinnituspatienten stark verlangsamte Reaktionszeiten und machten etwa drei Mal so viele Fehler wie die Personen in der Kontrollgruppe. Es zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen einer Tinnituserkrankung und einer verminderten kognitiven Leistungsfähigkeit.

Das et al. [82] verglichen 2012 in einer Studie den Tinnitus-Schweregrad mit dem Ausmaß an kognitiven Einschränkungen. Somatisierung und Depression wurden mittels Fragebögen bestimmt und zu der gemeinsamen Variable „Composite Psychiatric State“ (CPS) zusammengefasst. Aufmerksamkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit wurden mit Hilfe des Brain Speed Test (BST) sowie des Stroop Color Word Test (SCWT), des Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT) und des A Quick Test of Cognitive Speed (AQT) erfasst. Es ergab sich eine signifikante Korrelation der normierten BST-Werte und des Tinnitus Handicap Inventory sowie Tinnitus Functional Index-Gesamtscores bei Patienten mit einem hohen Tinnitus-Schweregrad [82].

Ebenfalls 2012 veröffentlichten Pierce et al. [83] eine Studie zu der Analyse kognitiver Funktionen bei Patienten mit stark belastendem Tinnitus. Für die Bestimmung der neurokognitiven Leistung wurden der Controlled Oral Word Association Test (COWAT) und der California Verbal Learning Test (CVLT) durchgeführt. Im COWAT sollen die Probanden in einer bestimmten Zeit möglichst viele Wörter mit dem gleichen Anfangsbuchstaben nennen. Der CVLT testet akustische Aufmerksamkeit, Lerneffekt und Gedächtnis, indem eine gehörte Liste von 16 Wörtern direkt im Anschluss und erneut nach 20 Minuten wiederholt sowie die Wörter in einer Liste mit anderen Wörtern wiedererkannt werden sollen. In allen kognitiven Aufgaben erzielten die Tinnituspatienten im Vergleich zu den getesteten Stichproben deutlich niedrigere Ergebnisse. Die kleine Patientenstichprobe dieser Studie mit $n = 14$ und das Fehlen einer Kontrollgruppe sollte bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Im Jahre 2009 wurden in Österreich im Rahmen einer Dissertation von Kohl [84] 243 Kinder und Jugendliche auf Tinnitus, Konzentrationsvermögen und Angst getestet. Die kognitive Leistung wurde mittels d2-Test nach Brickenkamp, Zahlen-Verbindungstest (ZVT) und Trail Making Teste (TMT) A und B eruiert. Beim d2-Test sollen „richtige“ von „falschen“ Zeichen unterschieden werden (siehe 2.4.1). Die Konzentrationsleistung ergibt sich aus den gemachten Fehlern und der Geschwindigkeit. Der ZVT misst die Geschwindigkeit, in der man auf einem Blatt verstreute Ziffern von 1 bis 90 miteinander verbindet. Auch der TMT erfordert die möglichst schnelle Verbindung unregelmäßig verteilter aufeinanderfolgender Zahlen (TMT A) und Buchstaben (TMT B). Der Tinnitusbelastungsgrad zeigte in dieser Studie keinen Zusammenhang mit der kognitiven Leistungsfähigkeit. Da die meisten Kinder und Jugendlichen (über 75%) keinen Tinnitus angaben und nur 3 (1,2%) sicher an einem Tinnitus litten, ist die Aussagekraft der Studie begrenzt.

Eine Studie von Stevens et al. (2007) [85] beleuchtete den Zusammenhang von Depression, Angst und Hörverlust bei Tinnituspatienten mit ihren kognitiven Einschränkungen. Dabei wurde die Tinnitusbelastung mit Hilfe des Tinnitus Questionnaires (TQ) ermittelt, während Angst und Depression mittels State/Trait Anxiety Inventory (STAI) und Beck Depression Inventory (BDI-II) bestimmt wurden. Um die kognitiven Fähigkeiten zu eruieren, wurde eine elektronische Form des STROOP-Tests mit seinen drei Testtafeln für die selektive Aufmerksamkeit und ein Aufgabenkonstrukt aus einfacher visueller Reaktionszeit, Worterkennung und Wortkategorisierung für geteilte Aufmerksamkeit verwendet. Die Tinnituspatienten erzielten im Vergleich zu der Kontrollgruppe sowohl im STROOP-Test als auch in den Aufgaben zu geteilter Aufmerksamkeit deutlich langsamere Testzeiten.

In einer ähnlich aufgebauten Studie von Rossiter et al. aus dem Jahre 2006 [86] zeigte sich der gleiche Zusammenhang. 38 Probanden, aufgeteilt in eine Experimentalgruppe, die aus Tinnituserkrankten bestand, und eine Kontrollgruppe unterzogen sich einer Reihe kognitiver Tests: Dem Cognitive Failures Questionnaire (CFQ), der Reading Span Task (RST) und der 3-gliedrigen, kognitiven Aufgabenbatterie zur Ermittlung der geteilten Aufmerksamkeit. Bei den Tinnituspatienten wurde zusätzlich mit Hilfe des Tinnitus Reaction Questionnaires (TRQ) die Tinnitusbelastung und bei beiden Gruppen der Angstzustand durch den State-Trait Anxiety Inventory (STAI) ermittelt. Während der Parameter Angst keine Korrelation zu kognitiven Einschränkungen zeigte, ließ sich bei den Tinnituspatienten eine negative Korrelation zwischen Tinnitusbelastung und kognitiven Fähigkeiten verzeichnen. Die

Ergebnisse zeigten einen deutlichen Abfall, je komplexer die kognitiven Anforderungen wurden und je stärker die Patienten sich durch ihren Tinnitus belastet fühlten. Die Ergebnisse einfacher kognitiver Aufgaben, wie automatische Worterkennung, zeigten keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Eine schwedische Studie von Andersson et al. aus dem Jahre 2005 [87] untersuchte den emotionalen Stroop-Effekt bei Tinnituspatienten, der durch die negative Assoziation bestimmter Wörter erzeugt wird (siehe 2.4.2). Bei einer früheren Studie, ebenfalls von Andersson et al. (2000) [90] wurde eine speziell für Tinnitus entwickelte, elektronische Form des emotionalen Stroops mit 23 Tinnituspatienten und 23 Kontrollen durchgeführt. Die Wortgruppen umfassten: Farbwörter und die Buchstaben XXXXX, Wörter, die mit Tinnitus im Zusammenhang stehen und Kontrollwörter dafür, sowie bedrohende Wörter und entsprechende Kontrollwörter. Es zeigte sich zwar, dass die Tinnituspatienten bei allen Wortgruppen eine längere Reaktionszeit vorwiesen, sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang ermitteln ließ. Der Stroop-Effekt trat bei beiden Gruppen gleichermaßen auf. Bei der neueren Studie wurde der emotionale Stroop-Test ohne die Wortgruppen „bedrohende Wörter“ und „Farbwörter“ durchgeführt, wobei die Probanden den Test randomisiert unter lauten oder leisen Bedingungen durchführen sollten, um den hörbaren Tinnitus als Beeinflussung des Ergebnisses auszuschließen. Es ergab sich ein umgekehrter Stroop-Effekt bei der Tinnitusgruppe, die bei tinnitusrelevanten Wörtern eine kürzere Reaktionszeit zeigte. Dieses Phänomen trat unabhängig von lauten oder leisen Testbedingungen auf, weshalb es sich die Autoren durch strategische Vermeidung beunruhigender Informationen erklären [92], was einen kognitiven Zusammenhang vermuten lässt.

Eine koreanische Studie [88] mit 167 Tinnituspatienten ermittelte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Tinnitus-Schweregrad und kognitiven Eigenschaften. Kognitive Fähigkeiten wurden dabei durch die Merkmale „katastrophale Gedanken“ und „dysfunktionale Überzeugungen“ über den Tinnitus und seine Folgeerscheinungen definiert und in entsprechenden Subskalen von Fragebögen zu Tinnitusbelastung, Angstzustand, Selbstbewusstsein und Bewältigungsstrategien getestet. Mit Hilfe eines Strukturgleichungsmodells wurde außerdem ein kausaler Zusammenhang hergestellt. Nach Lee et al. [88] beeinflussen der Tinnitus-Schweregrad und die Persönlichkeitsmerkmale mittels der genannten kognitiven Eigenschaften indirekt die empfundene Belastung durch den Tinnitus.

Hallam et al. [89] führten 2004 eine Studie an 92 Probanden durch. Die kognitiven Fähigkeiten von den drei gebildeten Gruppen (Tinnitus-erkrankte, Patienten mit Hörminderung und Gesunde) wurden mittels fünf Tests überprüft. Dabei zeigte sich nur ein minimaler Zusammenhang von kognitiven Einschränkungen und Tinnitus. Bei vier der fünf kognitiven Tests ergab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Tinnitus- und Kontrollgruppen. Dabei handelte es sich um die Bakan Visual Vigilance Task, den Five-Choice Serial Reaction Time, den Delayed Serial Recall of Digits und den Serial Spatial Recall. Allerdings ist anzumerken, dass in einzelnen Aufgaben dieser Tests, die komplexere kognitive Prozesse verlangten, die Tinnitusgruppe etwas niedrigere Ergebnisse erzielte. Ein Test zu der verbalen Reaktionszeit (Variable fore-period Reaction Time) stellte eine Korrelation von kognitiven Einschränkungen und Tinnitus fest. Insgesamt lies sich ein leichter Zusammenhang herstellen, der bei Prozessen, die gerichtete Aufmerksamkeit und konzentriertes Denken verlangten, deutlicher wurde.

2013 veröffentlichten Pace und Zhang eine Studie [91], in der ein Zusammenhang zwischen Hyperakusis, Angst und räumlicher Kognition bei Ratten mit Tinnitus untersucht wurde (siehe Tabelle 4). 18 der 29 Tiere erhielten in zwei Sitzungen eine starke Lärmexposition auf das linke Ohr, wodurch nach sechs Wochen bei 12 davon ein Tinnitus festgestellt werden konnte. Die restlichen sechs sowie sechs weitere Ratten dienten als Kontrollgruppe. Der Tinnitus wurde mit Hilfe des Gap-Detection-Tests und der Präpulsinhibition festgestellt, das Hörvermögen mittels Auditory Brainstem Response und das Angstverhalten durch den Elevated Plus Maze-Test. Das Morris Water Maze (MWM) diente der Eruiierung von räumlichem Lernen und Gedächtnis. Alle Tests wurden vor und nach der Lärmexposition mehrmals durchgeführt. Dabei ergab sich zwar ein erhöhtes Auftreten von Hyperakusis bei den an Tinnitus erkrankten Ratten, ein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen Tinnitus, Hörverlust und Hyperakusis auf der einen und kognitiven Fähigkeiten sowie Angst auf der anderen Seite ergab sich jedoch nicht.

1.8 Ziel der Arbeit

In der jüngsten Forschung wurde mittels verschiedener Studien ein engerer Zusammenhang von kognitiven Prozessen und Tinnitus festgestellt als bisher angenommen. Insbesondere an der Entstehung von chronisch dekompenziertem Tinnitus, der unmittelbar therapiebedürftig ist, sollen kognitive Prozesse eine maßgebende Rolle spielen [79-83, 85, 86, 88, 89].

Meikle et al. [93] formulierten schon 1984 im Rahmen einer großangelegten Beobachtungsstudie (n = 1806), dass Parameter wie Tinnituslautstärke und –frequenz sowie Intensität und Dauer des Ohrgeräusches unabhängig von dem empfundenen Leidensdruck sind. Die Tinnitusmerkmale scheinen keinen Einfluss darauf zu haben, ob sich aus einer kompensierten Tinnitussymptomatik ein dekompenzierter Tinnitus entwickelt und wie stark dieser als belastend empfunden wird.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Rolle von kognitiven Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Tinnituserkrankung zu analysieren. Die unterschiedlichen Beeinträchtigungen und Begleiterscheinungen, die mit der Tinnituserkrankung einhergehen, sollen mit den kognitiven Fertigkeiten korreliert werden. Zur genaueren Analyse wurden zwei in der Routinediagnostik häufig eingesetzte kognitive Tests verwendet: der Test d2 – Revision (d2-R) und der Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach Stroop. Die so gemessenen kognitiven Fähigkeiten von n = 107 Tinnituspatienten sollen mit folgenden weiteren Parametern korreliert werden: Alter, Geschlecht, Tinnitusparameter, Hörvermögen sowie Belastungsgrad durch den Tinnitus und Stresserleben der Patienten.

Da der überwiegende Anteil von Tinnituspatienten an einem mehr oder weniger stark ausgeprägten Hörverlust leidet, soll insbesondere zwischen Hörvermögen und kognitiven Fähigkeiten ein möglicher Zusammenhang analysiert werden. Durch die Miteinbeziehung von Alter, Geschlecht und Lebensumständen können epidemiologische Aussagen getroffen werden. Der Belastungsgrad wird mittels Tinnitus Fragebogen nach Goebel und Hiller quantifiziert und bildet eine wichtige Grundvariable für den Vergleich der Patienten untereinander. Für die Messung des Stresserlebens wird das Perceived Stress Questionnaire (PSQ) sowie der Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus (SWOP) eingesetzt.

Ein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen kognitiven Fähigkeiten und bestimmten Tinnitusfaktoren könnte für die Tinnitusdiagnostik und –therapie wichtige Erkenntnisse liefern.

2. Methodik

2.1 Patientenstichprobe

In der vorliegenden Arbeit wurden die Daten von 107 Patienten des Tinnituszentrums der Charité – Universitätsmedizin Berlin ausgewertet, um einen Zusammenhang zwischen kognitiven Fähigkeiten und Fragestellungen, die bei einer Tinnituserkrankung große Relevanz haben (Tinnitusparameter, Hörvermögen, Belastungsgrad und Stresserleben), zu überprüfen.

Die Patienten erhielten im Zeitraum von Mai bis August 2013 jeweils eine 7-tägige Intensivtherapie in der Tinnitus-Tagesklinik, in deren Rahmen sie eine Reihe von Fragebögen ausfüllten und sich einigen körperlichen Untersuchungen unterzogen. Die Fragebögen wurden so weit wie möglich mittels eines Personal Digital Assistant erhoben, in dessen Handhabung die Patienten während des Aufnahmegesprächs eingeführt wurden. Die so erfassten Daten hat man nach Beendigung der Befragung für die Datenauswertung auf einen Computer übertragen. Falls die elektronische Datenerfassung nicht möglich war, waren die Patienten angewiesen identische Fragebögen schriftlich auszufüllen. Von diesen erhobenen Fragebögen wurden hier der Tinnitus-Fragebogen (TF) nach Goebel und Hiller, der Fragebogen zu Tinnituslokalisation und –qualität (TLQ), das Perceived Stress Questionnaire (PSQ) und der Fragebogen nach Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus (SWOP) verwendet. Von den körperlichen Untersuchungen wurden die audiometrischen Daten sowie die ebenfalls in den Hörtests eruierte Tinnitusfrequenz, -lautheit, -intensität und –seite einbezogen. Außerdem waren die Ergebnisse von zwei unterschiedlichen kognitiven Tests (d2-R und FWIT nach Stroop) Bestandteil der Auswertung. Die verwendeten Daten stammen vom Aufnahmetag im Tinnituszentrum. Um eine realistische Repräsentation der unter chronischem Tinnitus leidenden Bevölkerung in Deutschland zu erzielen, wurde keine Vorauswahl hinsichtlich der Faktoren Alter oder Geschlecht vorgenommen.

2.2 Audiologische Untersuchungen

Im Rahmen der Tinnitusdiagnostik wird eine Reihe von audiologischen Tests durchgeführt. Im Tinnituszentrum der Charité – Universitätsmedizin Berlin umfassen die audiologischen Untersuchungen die Durchführung einer Tonschwellenaudiometrie (TSA), einer Tinnitus-Analyse und einer Tympanometrie, die Messung der distorsiv produzierten otoakustischen Emissionen (DP-OAE), die Erstellung eines Sprachaudiogramms sowie der Erhebung einer Hirnstammaudiometrie (BERA). Für die vorliegende Arbeit wurden nur die Ergebnisse der

TSA und der Tinnitus-Analyse verwendet. Da sowohl audiometrische Daten als auch unterschiedliche Informationen zu dem individuellen Tinnitus erfasst werden können, kommt diesem Untersuchungsverfahren eine bedeutende Rolle in der Tinnitusdiagnostik zu.

2.2.1 Tonschwellenaudiometrie

Die Tonschwellenaudiometrie (TSA) ermöglicht zum Einen die Ermittlung der Hörschwelle und zum Anderen, bei einer vorliegenden Schwerhörigkeit, die Differenzierung zwischen Schalleitungs- und Schallempfindungsstörung.

Die Messung wurde im Frequenzbereich von 0,25 kHz bis 8 kHz unabhängig auf beiden Ohren durchgeführt. Dabei ermittelt sich die Hörschwelle aus der Erhöhung der Dezibel (dB) in den Frequenzbereichen 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 4, 6 und 8 kHz. Die Dezibel entsprechen der Lautstärke, bei der die Patienten einen bestimmten Ton erstmalig als gehört markieren und werden als Hörschwelle in diesem Frequenzbereich definiert. Der Schweregrad des Hörverlusts wird in der Literatur unterschiedlich festgelegt. In der vorliegenden Arbeit wird der Vorschlag für Schweregraddefinition der European Workgroup on Genetics of Hearing Impairment (1998) präferiert, die auch im Tinnituszentrum der Charité – Universitätsmedizin Berlin Anwendung findet. Demnach errechnet sich der Hörverlust eines Patienten aus dem Mittelwert der Hörminderungen bei 0,5, 1, 2 und 4 kHz. Die Werte aus dem Frequenzbereich 4 bis 8 kHz werden in die Bestimmung nicht einbezogen, da in diesem Bereich die Messgenauigkeit sinkt. Die unterschiedlichen Schweregrade von Schwerhörigkeit sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Schweregrad der Hörminderung nach der European Workgroup on Genetics of Hearing Impairment [94]

Mittlerer Hörverlust	Grad der Hörminderung
< 20 dB	Normakusis
20 – 39 dB	Geringgradige Schwerhörigkeit
40 – 69 dB	Mittelgradige Schwerhörigkeit
70 – 94 dB	Hochgradige Schwerhörigkeit
> 94 dB	Resthörigkeit

2.2.2 Tinnitus-Analyse

Durch das im Rahmen der audiometrischen Messung angewandte Tinnitusmatching kann eine spezifische Analyse des Tinnitus vorgenommen werden. So können die subjektiv wahrgenommene Schallqualität des Ohrgeräusches, die Tinnitusfrequenz und die

Tinnituslautstärke gemessen sowie die Tinnitusintensität berechnet werden. Dies wird erzielt, indem man den Patienten unterschiedliche Geräusche über Kopfhörer anbietet, die nach den genannten Faktoren dem subjektiv wahrgenommenen Ohrgeräusch angeglichen werden.

Abhängig davon, ob der Patient ein Rauschen, Summen oder einen bestimmten piependen oder pfeifenden Ton wahrnimmt, wird auf das betroffene Ohr entweder ein Schmalbandrauschen oder Sinustöne 10 dB über der zuvor angegebenen Hörschwelle eingespielt. Durch Veränderung der Hertzzahl (Hz) wird mittels Angaben der Patienten die Tinnitusfrequenz eruiert.

Durch die Veränderung der Dezibelzahl im festgestellten Frequenzbereich lässt sich die Tinnituslautstärke ermitteln, die als Dezibel Hearing Level (dB HL) angegeben wird.

Aus der Differenz der Luftleitungshörschwelle und der wahrgenommenen Tinnituslautstärke in dem ermittelten Frequenzbereich ergibt sich die Tinnitusintensität, die als Sensation Level (dB SL) angegeben wird.

Da nicht alle Patienten ihren Tinnitus während der audiometrischen Messung wahrnehmen oder ein genaues Tinnitusmatching zum Zeitpunkt der Messung nicht möglich ist, liegen diese Daten nicht von allen hier verglichenen Patienten vor.

2.3 Psychometrische Messverfahren

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten psychometrischen Fragebögen ermitteln die subjektive Einschätzung der Patienten zu unterschiedlichen Fragestellungen. Die subjektive Beurteilung der Lebensumstände nimmt insbesondere im Rahmen der Tinnituserkrankung eine wichtige Rolle ein. Die Bewertung des Ohrgeräusches als etwas Bedrohliches wird von den Umständen und den individuellen Fähigkeiten mit Stress und Belastung umzugehen beeinflusst und bedingt das Risiko der Chronifizierung mit. Heute sind daher psychometrische Fragebögen in der Routinediagnostik von Tinnitus fest integriert, um Aussagen über die subjektive Einschätzung der Patienten zu ihrem Ohrgeräusch und damit zusammenhängenden Problemen sowie das individuell angepasste therapeutische Vorgehen treffen zu können.

In Tabelle 6 sind die hier verwendeten Fragebögen mit den zugehörigen Subskalen aufgeführt.

Tabelle 6: Die analysierten Fragebögen einschließlich der jeweiligen Subskalen

	Fragebogen	Subskalen
Tinnitusfragebögen	Tinnitusfragebogen nach Goebel und Hiller	Emotionale Belastung Kognitive Belastung Penetranz des Ohrgeräusches Hörprobleme Schlafstörungen Somatische Beschwerden
	Fragebogen zu Tinnituslokalisation und -qualität	Tinnituslokalisation Tinnitusqualität
Stressfragebögen	Perceived Stress Questionnaire	Sorgen Anspannung Freude Anforderung
	Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus	Selbstwirksamkeit Optimismus Pessimismus

2.3.1 Tinnitus und Belastungsgrad durch den Tinnitus

2.3.1.1 Tinnitusfragebogen nach Goebel und Hiller

Der Tinnitus Fragebogen (TF) nach Goebel und Hiller wurde in der Einleitung unter 1.3 schon kurz erklärt. Er ermöglicht eine genaue Aussage über die subjektiv empfundene Belastung und Einschränkung durch den Tinnitus und ist ein akkreditiertes diagnostisches und therapeutisches Messinstrument in Deutschland. Es existieren eine Reihe weiterer Tinnitusfragebögen, um den Tinnitus-Belastungsgrad zu ermitteln, z.B. der Tinnitus Questionnaire (TQ), Tinnitus Handicap Inventory (THI), Tinnitus Handicap Questionnaire (THQ), das Strukturierte Tinnitus-Interview (STI) und der Tinnitus Severity Index (TSI). Diese Fragebögen werden besonders im englischsprachigen Raum genutzt. Am Tinnituszentrum der Charité wird in der Routinediagnostik der TF verwendet. Ein Vorteil des Tinnitus-Fragebogens nach Goebel und Hiller ist die hohe Sensitivität, die es insbesondere ermöglicht auch kurzfristige Therapieeffekte zu messen [95]. Der TF bietet daher ein optimales Messinstrument für den Erfolg der intensiven 7-tägigen Tinnitustherapie.

Der TF wurde von Goebel und Hiller [26] entwickelt. Er stellt eine Übersetzung des Tinnitus Questionnaires (TQ) nach Hallam [24] dar und konnte so für die deutsche Tinnitusdiagnostik zugänglich gemacht werden. Der TF umfasst 52 Items, wobei zehn davon die globale Vergleichbarkeit zu dem TQ von Hallam sicherstellen sollen und zwei weitere allein der Kontrolle dienen. Die Auswertung bezieht sich also nur auf 40 Items [96], die in sechs

klinisch relevante Subskalen gegliedert sind, wobei nicht jede Skala die gleiche Anzahl von Items umfasst und sich daher die maximalen Punktwerte in den Subskalen unterscheiden.

Es kann zu jedem Item zwischen drei Antworten gewählt werden, die jeweils unterschiedlichen Punktzahlen entsprechen: „stimmt nicht“ (0), „stimmt teilweise“ (1) und „stimmt“ (2). In Tabelle 7 sind die Subskalen mit der jeweiligen Itemanzahl und der maximal erreichbaren Punktzahl aufgeführt.

Tabelle 7: Subskalen des Tinnitus-Fragebogens nach Goebel und Hiller [26]

Skalen	Items	Maximale Punkte
Emotionale Belastung	12	0 – 24
Kognitive Belastung	8	0 – 16
Penetranz des Ohrgeräusches	8	0 – 16
Hörprobleme	7	0 – 14
Schlafstörungen	4	0 – 8
Somatische Beschwerden	3	0 – 6

Die Subskalen „Emotionale Belastung“ und „Kognitive Belastung“ können zu der Skala „Psychische Belastung“ zusammengefasst werden, die demnach 20 Items beinhaltet und Punktwerte von 0 bis 40 ermöglicht. Diese Subskala ist für viele Fragestellungen geeignet, daher wird sie mit ausgewertet.

Für den TF-Gesamtscore sind folglich Werte von 0 bis 84 möglich. Ein TF-Gesamtscore bis 30 Punkte spricht für einen leichten, bis 46 Punkte für einen mittleren Belastungsgrad, was den kompensierten Tinnitusgraden I und II nach Biesinger entspricht. Ein chronisch dekompenzierter Tinnitus liegt ab einem Gesamtscore von 47 vor. 47 bis 59 Punkte sprechen für eine schwere (Grad III), 60 bis 84 Punkte für eine sehr schwere Belastung (Grad IV) (siehe Tabelle 2).

Die interne Konsistenz des TF-Gesamtscores liegt bei $\alpha = 0,94$ und die Test-Retest-Reliabilität bei $r = 0,94$. Für die Subskalen ergeben sich ein Cronbachs Alpha zwischen 0,74 und 0,92 und eine Reliabilität zwischen 0,86 und 0,92 [97].

2.3.1.2 Fragebogen zu Tinnituslokalisation und –qualität

Der Fragebogen zu Tinnituslokalisation und –qualität (TLQ) nach Goebel und Hiller erfasst die Lokalisation und Qualität des Ohrgeräusches [97]. Zu diesen zwei Items kann jeweils zwischen fünf Antwortmöglichkeiten gewählt werden (Tabelle 8). Erfragt werden mit dem TLQ die qualitativen Angaben, wo der Tinnitus am lautesten wahrgenommen wird und welche Beschreibung den Tinnitus am besten charakterisiert.

Tabelle 8: Items des Fragebogens zu Tinnituslokalisation und –qualität nach Goebel und Hiller

Items	Antwortmöglichkeiten
Tinnituslokalisation	Rechtes Ohr Linkes Ohr Beide Ohren Gesamter Kopf Andere Lokalisation
Tinnitusqualität	Pfeifen Zischen Klingeln Rauschen Anderes Geräusch

2.3.2 Belastungsgrad durch Stress

2.3.2.1 Perceived Stress Questionnaire

Das Perceived Stress Questionnaire (PSQ) ermöglicht sowohl quantitative als auch qualitative Aussagen über die subjektiv wahrgenommene Belastung der Patienten innerhalb der vergangenen vier Wochen. Der PSQ wurde 1993 von Levenstein et al. [98] entwickelt und 2001 von Fliege et al. [99] in eine deutsche Kurzfassung übersetzt. Diese in Deutschland verwendete Version besteht aus 30 Items, von denen 20 Items zu vier Subskalen mit jeweils fünf Items zusammengefasst werden. Diese Subskalen bilden sich aus den Kriterien „Sorgen“, „Anspannung“, „Freude“ und „Anforderungen“ (Tabelle 5). Die ersten drei Skalen umfassen Fragen, die auf das Stresserleben, also interne Stresswirkung, schließen lassen, während der Unterpunkt „Anforderungen“ eine quantifizierende Aussage über äußere Stressfaktoren erlaubt.

Ein 4-Punkte-System ermöglicht es den Patienten anzugeben, inwieweit bestimmte Aussagen auf ihr Stresserleben und ihre empfundene Stressquantität zutreffen. Dabei können sie aus vier Antworten wählen: „fast nie“, „manchmal“, „häufig“ und „meistens zutreffend“. Der PSQ-Gesamtscore berechnet sich aus der Summe der in den Subskalen erreichten Punktezahlen und Multiplikation mit 100 und kann Werte von 0 bis 100 annehmen. Ein Wert > 45 wird als überdurchschnittliche Stressbelastung interpretiert.

In zahlreichen Studien wurde die hohe Validität und Reliabilität des PSQ ermittelt. Es ergaben sich eine sehr gute interne Korrelation mit einem Cronbachs Alpha von 0,91 [100].

2.3.2.2 Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus

Der Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus (SWOP) dient der Beurteilung von inneren Ressourcen, auf die ein Patient bei Konfrontation mit Stressoren zurückgreifen kann. Die Skala Selbstwirksamkeit steht für die subjektive Kontrollerwartung der Patienten, während die Skalen Optimismus und Pessimismus eine Aussage über die allgemeine Lebenseinstellung und Ergebniserwartung ermöglichen [101]. Die hier verwendete Kurzform des Fragebogens umfasst 9 Items. Die vier möglichen Antwortangaben „stimmt nicht“, „stimmt kaum“, „stimmt eher“ oder „stimmt genau“ werden mit aufsteigenden Punkten von 1 bis 4 bewertet. In Tabelle 9 sind die jeweilige Itemanzahl und die erreichbaren Punktwerte zu den drei Subskalen zusammengefasst.

Tabelle 9: Subskalen des Fragebogens zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus

Skalen	Items	Maximale Punkte
Selbstwirksamkeit	5	0 – 20
Optimismus	2	0 – 8
Pessimismus	2	0 – 8

Für die statistische Auswertung werden für die in jeder Subskala erreichten Punktwerte der Mittelwert gebildet, so dass pro Subskala 1 bis 4 Punkte möglich sind. Ein Wert von 1 bedeutet also ein niedriges Empfinden von Selbstwirksamkeit, Optimismus oder Pessimismus, ein Wert von 4 ein hohes.

Für die Skala Selbstwirksamkeit beträgt die Reliabilität Cronbrachs Alpha $\alpha = 0,86$, für Optimismus $\alpha = 0,78$ und für Pessimismus $\alpha = 0,54$ [101].

2.4 Testung kognitiver Fähigkeiten

2.4.1 Test d2 – Revision

Der d2-Test ist ein 1962 von Rolf Brickenkamp [102] entwickelter Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest und findet heute eine breite medizinische und nicht medizinische Anwendung als Leistungstestverfahren. Mittlerweile liegt der Test mehrfach überarbeitet vor. Für die vorliegende Arbeit wurde die neueste Auflage „Test d2 – Revision“ von 2010 verwendet.

Es handelt sich um eine Selektionsaufgabe, bei der die Patienten in mehreren Zeilen mit Buchstabenfolgen bestimmte Elemente identifizieren und markieren sollen. Die drei

Zielobjekte umfassen alle Buchstaben „d“ mit zwei Strichen (entweder beide über dem „d“, beide unter dem „d“ oder ein Strich über und ein Strich unter dem „d“). Diese Zielobjekte sollen in einer Reihe mit 10 möglichen Distraktoren („d“ mit mehr oder weniger als zwei Strichen oder „p“ mit unterschiedlicher Strichanzahl und -anordnung) markiert werden. Dafür stehen 14 Zeilen bestehend aus 57 Zeichen und variierend 25 oder 26 Zielobjekten zur Verfügung, die nacheinander ohne Unterbrechung jeweils 20 Sekunden lang möglichst schnell bearbeitet werden. Die Gesamtbearbeitungszeit liegt daher immer bei 4 Minuten und 40 Sekunden. Der Zeilensprung wird von einem Versuchsleiter angesagt.

Bei der Auswertung werden insgesamt nur 12 Zeilen, aufgeteilt in vier Blöcke mit jeweils drei Zeilen, einbezogen. Die erste und letzte Zeile gehen nicht in die Auswertung ein. Für jeden Block werden die „bearbeiteten Zielobjekte“ (BZO), „Auslassungsfehler“ (AF) und „Verwechslungsfehler“ (VF) gezählt sowie die jeweilige Konzentrationsleistung (KL) durch Subtraktion der Fehler von den BZO berechnet. Nach der Summierung aller vier Kennwerte über die vier Blöcke dient eine altersadäquate Normtabelle zur Transformation in Standardwerte. Weiterhin werden aus den Endergebnis-Rohwerten AF, VF und BZO der Kennwert Fehlerprozent (F%) errechnet und ebenfalls in einen Standardwert transformiert. Der Standardwert KL (KL SW) erlaubt eine Aussage über die allgemeine Konzentrationsleistung. Diese setzt sich zusammen aus dem Standardwert BZO (BZO SW), der ein Maß für die Schnelligkeit der Testbearbeitung darstellt, und dem Standardwert F% (F% SW), der für die Sorgfalt bei der Testbearbeitung steht.

Insgesamt sind für die drei standardisierten Kennwerte „bearbeitete Zielobjekte“, „Fehlerprozent“ und „Konzentrationsleistung“ altersgenormte Standardwerte von 70 bis 130 möglich. Für den Test d2 – Revision wird vorgeschlagen, +/- 0,5 Standardabweichungen um den Mittelwert als durchschnittliche Leistung zu definieren. Es stehen also Werte zwischen 95 und 105 für eine durchschnittliche Konzentrationsleistung. Während Werte zwischen 85 und 94 für eine niedrige und Werte < 84 für eine sehr niedrige Leistung sprechen, geben Werte zwischen 106 und 115 Hinweise auf eine hohe und Werte > 116 auf eine sehr hohe Leistung. Tabelle 10 zeigt die für die statistische Analyse wichtigen Variablen mit den jeweils erreichbaren Werten.

Tabelle 10: Variablen des Test d2 – Revision mit Bedeutung und erreichbaren Werten

	Bedeutung	Erreichbare Werte
BZO SW	Schnelligkeit bei der Testbearbeitung	70 - 130
F% SW	Sorgfalt bei der Testbearbeitung	70 - 130
KL SW	Allgemeine Konzentrationsleistung	70 - 130

Es handelt sich durch die standardisierte Durchführung und Auswertung um ein objektives Testverfahren. In zahlreichen Studien wurde außerdem eine hohe interne Konsistenz für die einzelnen Testergebnisse ermittelt. So ergibt sich für den BZO-Wert $\alpha = 0,90 - 0,96$, für den KL-Wert $\alpha = 0,89 - 0,96$ und für den F%-Wert $\alpha = 0,80 - 0,91$ [103]. Ab 11 Testwiederholungen tritt ein Übungseffekt auf, so dass die Gütekriterien nicht mehr uneingeschränkt anwendbar sein können [104].

2.4.2 Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop

Der Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) ist ein Instrument zur Messung der kognitiven Grundfunktionen des Lesens, Benennens und der Selektion und stellt ein Maß für Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit als auch im Speziellen für die Interferenzkontrolle dar.

Seit der Entwicklung im Jahre 1935 von J. R. Stroop für den englischsprachigen Raum [105] wurde der „STROOP-Test“ vielfach übersetzt und erweitert. 1951 verfasste H. Thoma eine deutsche Version des Tests [106]. Die hier verwendete Testversion wurde 1985 von Günther Bäumler entwickelt und bildet als standardisierte Form ein einheitliches Messinstrument für die Forschung sowie die psychologische Funktions- und Eignungsdiagnostik [107].

Der FWIT besteht aus drei Testtafeln mit unterschiedlichen Aufgabenarten, auf denen jeweils 72 Items in drei Spalten angeordnet sind. Auf der ersten Testtafel sollen schwarz gedruckte Farbwörter (Rot, Grün, Gelb und Blau) vorgelesen werden. Sie erhält in der Auswertung die Bezeichnung „Farbwörterlesen“ (FWL). Die zweite Testtafel prüft das „Farbstrichebenennen“ (FSB) und zeigt zu benenne Farbbalken. Die dritte Testtafel bildet den „Interferenzversuch“ (INT), wo der Stroop-Effekt zum Tragen kommt. Die Farbe von farbig gedruckten Farbwörtern soll benannt werden, wobei eine Inkongruenz zwischen Farbe und Wort vorliegt. Beispielsweise ist das Wort ROT in grüner Farbe gedruckt. Der Interferenztest beruht auf dem Prinzip, dass, durch das Arbeitsgedächtnis gesteuert, ungewohnte Handlungen eine erhöhte Aufmerksamkeit erfordern. Die vier unterschiedlichen Items auf einer Testtafel sind zufallsverteilt und haben jeweils die gleiche Anzahl, wobei auf den Testtafeln FWL und FSB mindestens zwei unterschiedliche zwischen zwei gleichen Items gedruckt sind. Außerdem

sind auf der Testtafel INT ausschließlich inkongruente Kombinationen aus Farbe und Wort möglich. Die drei Testtafeln werden im Einzelversuch nacheinander von kurzen Pausen unterbrochen bearbeitet. Die Zeit als Hauptleistungskriterium wird jeweils gestoppt, um die kognitive Anpassungsfähigkeit des Patienten zu messen. Zuvor werden die drei Aufgabenarten anhand einer Übungstafel vorbereitet.

Die Auswertung der Rohwerte erfolgt über eine standardisierte Allgemeine Leistungsnorm mit der größten Vergleichsstichprobe. Es sind Werte von 20 bis 80 möglich. Für die Interpretation der Ergebnisse liegen keine empfohlenen Cut-off-Werte vor. Daher wurde die Auswertung anhand von Mittelwertvergleichen durchgeführt.

Tabelle 11 zeigt die für die statistische Analyse wichtigen Variablen mit den jeweils erreichbaren Werten.

Tabelle 11: Variablen des Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop mit Bedeutung und erreichbaren Werten

	Bedeutung	Erreichbare Werte
FWL SW	Geschwindigkeit beim Farbwörterlesen	20 - 80
FSB SW	Geschwindigkeit beim Farbstrichebenennen	20 - 80
INT SW	Kognitive Leistung beim Interferenzversuch	20 - 80

Voraussetzung für ein verwertbares Testergebnis ist der Ausschluss einer vorliegenden Legasthenie oder stark einschränkenden Farbschwäche.

Der FWIT ist ein valides Testverfahren und wurde in mehreren Studien auf die Gütekriterien überprüft. Er zeigte sehr gute Ergebnisse für Objektivität (0,98 und 0,99) und interne Konsistenz mit Cronbachs Alpha $\alpha = 0,95 - 0,98$ [108].

Der Stroop-Test wurde vielfach weiterentwickelt. Eine ebenfalls viel verwendete Testform ist der emotionale Stroop. Das Ziel dieser Testvariante ist es, kognitive Leistungsfähigkeit bzw. Aufmerksamkeit bei Patientengruppen mit affektiven Störungen und Angststörungen zu eruieren [109]. Statt Farbwörtern werden bei diesem Test in randomisierter Reihenfolge Wörter, die mit einer bestimmten, meist psychologischen Erkrankung assoziiert sind (z.B. HATE in rot, CRYING in grün) sowie positive, negative und neutrale Wörter in unterschiedlichen Farben dargeboten. Die Patienten bekommen die Aufgabe, den Sinn der Wörter zu ignorieren und so schnell wie möglich die Farben zu benennen. Der Stroop-Effekt wird in diesem Test durch ein potentiell emotional beunruhigendes Wort erzeugt, wodurch gerichtete Aufmerksamkeit entsteht. Dadurch kommt es zu einer Störung des kognitiven

Prozesses, eine ungewohnte Aufgabenstellung anzuwenden, so dass eine Verzögerung bei der Farbenbenennung eintritt. Der emotionale Stroop-Effekt errechnet sich aus dem Mittelwert der Reaktionszeiten für emotionale Wörter minus der für neutrale Wörter [109]. Der emotionale STROOP wird in der Routinediagnostik von Angststörungen, Phobien und chronischen Schmerzen angewendet. Er wurde auch in einigen Studien, die einen Zusammenhang zwischen Kognition und Tinnitus erforschen sollten, als kognitives Vergleichskriterium gewählt [87, 90].

3. Statistische Auswertung

Die statistische Datenauswertung wurde nach Beratung durch das Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin mit Hilfe des Softwareprogramms IBM SPSS Statistics (Version 21) durchgeführt. Die graphische Darstellung der erzielten Ergebnisse wurde ebenfalls mit Hilfe von IBM SPSS Statistics (Version 21) durchgeführt und mit Adobe Illustrator (Version 5.5) überarbeitet.

Im Rahmen der deskriptiven statistischen Auswertung wurden für kategoriale Variablen, wie Geschlecht und höchster Ausbildungsgrad, Häufigkeitstabellen erstellt. Für die Prüfung stetiger Variablen, wie Alter und die Ergebnisse der Fragebögen auf ihre Verteilung hin, dienten Histogramme. In der Regel erfolgte für jede stetige Variable die Berechnung von Mittelwert und Median sowie Standardabweichung, Minimum und Maximum. Die Normalverteilung wurde mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests untersucht. Daraus ergab sich für den TF-Gesamtscore, den PSQ-Gesamtscore und die Konzentrationsleistung des Test d2 – Revision eine Normalverteilung. Die Variablen Alter, Interferenzleistung des STROOP-Tests, Hörverlust rechts und links sowie die Mehrheit der Fragebögen-Subskalen zeigten keine Normalverteilung. Deshalb wurde für die Signifikanz-Analyse von Variablenunterschieden in mehreren Gruppen (z.B. Geschlecht oder Tinnitusbelastungsgrad) vor allem der Mann-Whitney-U-Test eingesetzt. Für den Vergleich zweier oder mehrerer normalverteilter Variablen wurde der T-Test für unabhängige Stichproben verwendet.

Zu der explorativen statistischen Datenanalyse dienten Korrelations- und Regressionsanalysen.

Für die Korrelation zwischen den Ergebnissen jeweils zweier intervallskalierter Variablen, für die eine Normalverteilung vorlag, wie die psychometrischen Fragebögen, wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson bestimmt. Bei Variablen, die nicht normalverteilt waren, wie die audiometrischen Untersuchungen, wurde dagegen eine Korrelation nach Spearman durchgeführt.

Die lineare Regressionsanalyse diente zur Erstellung eines Erklärungsmodells jeweils für den TF-Gesamtscore und die Konzentrationsleistung aus dem Test d2 – Revision als abhängige Variablen. Zuvor als signifikant korrelierend erkannte Faktoren wurden jeweils in die Regressionsanalyse einbezogen.

Als Signifikanzniveau wurde in sämtlichen statistischen Analysen ein Wert von $p < 0,05$ (5%) festgelegt.

4. Ergebnisse

Von den 118 zunächst einbezogenen Patienten wurden 9 aufgrund von eingeschränkten Deutschkenntnissen und daher deutlichen Verständnis- und Bearbeitungsproblemen bei den kognitiven Tests ausgeschlossen. Bei zwei Patienten lagen bis auf die kognitiven und audiometrischen Testergebnisse keine weiteren Daten vor. Ein Patient hatte das Ausfüllen der Fragebögen wegen zu hoher Belastung frühzeitig beenden müssen. Bei dem anderen Patienten bestanden technische Schwierigkeiten. Auch diese beiden Patienten wurden ausgeschlossen. Es wurde außerdem sichergestellt, dass bei sämtlichen Patienten keine Farben- oder Leseschwäche vorlag. Damit ergibt sich eine Studienpopulation von $n = 107$. Eine abweichende Fallzahl tritt nur bei den Tinnitusparametern auf, da nicht alle Patienten zu allen Fragen Angaben machen konnten und bei einigen zum Testzeitpunkt kein Tinnitus bestimmbar war.

4.1 Deskriptive Statistik

4.1.1 Soziodemographische Auswertung

Es wurden 58 Frauen (54,2%) und 49 Männer (45,8%) mit einem mittleren Alter von 51,0 ($\pm 11,22$) Jahren eingeschlossen. Die Frauen waren durchschnittlich 50,8 ($\pm 9,72$) und die Männer 51,2 ($\pm 12,88$) Jahre alt. Ein signifikanter Altersunterschied der beiden Geschlechter zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test jedoch nicht. Dabei war der jüngste Patient 22 und der älteste 73 Jahre alt (beide männlich), woraus sich eine Spannweite von 51 Jahren ergibt.

Für die statistische Auswertung wurden die Patienten in drei Altersgruppen eingeteilt. Junge Patienten wurden bis 44, Patienten mittleren Alters von 45 bis 55 und alte Patienten ab 56 Jahren definiert. Die Altersverteilung für Frauen und Männer ist in Abbildung 4 dargestellt.

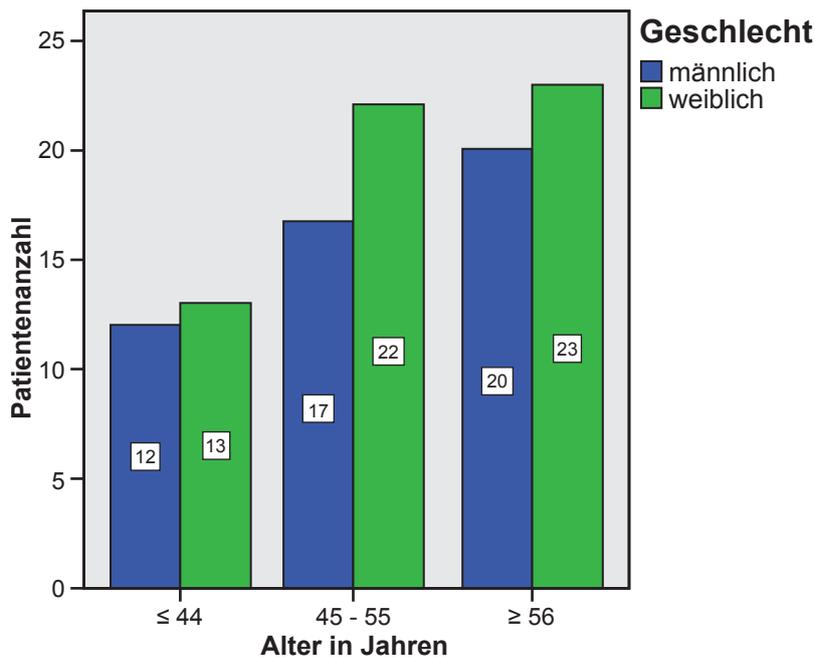


Abbildung 4: Altersgruppierung für Frauen und Männer in ≤ 44 , $45 - 55$ und ≥ 56 Jahre

Der Kolmogorov-Smirnov-Test ergab keine Normalverteilung für die Variable Alter.

Zu Familienstand, Bildungs- und Berufsstatus liegen folgende Daten vor: Etwa die Hälfte der Patienten gab an verheiratet ($53 = 49,5\%$) zu sein, während 18 ($16,8\%$) geschieden und 36 ($33,6\%$) ledig waren. Insgesamt lebten 79 ($73,8\%$) der Befragten mit einem Partner zusammen.

Als höchsten Schulabschluss gaben 50 ($46,7\%$) Patienten Abitur, 12 ($11,2\%$) Fachabitur, 36 ($33,6\%$) einen Real- und 9 ($8,4\%$) einen Hauptschulabschluss an.

Die Mehrheit der Patienten hatte einen Hoch- oder Fachhochschulabschluss oder befanden sich im Studium ($57 = 53,3\%$). 18 Personen ($16,8\%$) hatten einen Meister- oder Fachschulabschluss und 30 ($28,0\%$) eine abgeschlossene Lehre oder befanden sich in der Ausbildung, während 2 ($1,9\%$) angaben, keinen Abschluss gemacht zu haben.

Der überwiegende Anteil der Befragten ($78 = 72,9\%$) war berufstätig. Von den nicht berufstätigen Personen waren 16 ($15,0\%$) berentet, eine war als Hausfrau tätig und drei Patienten ($2,8\%$) studierten oder machten eine Ausbildung. Außerdem gaben vier Patienten an ($3,7\%$) arbeitslos und zwei ($1,9\%$) Sozialhilfeempfänger zu sein. Vier ($3,7\%$) machten keine nähere Angabe.

4.1.2 Audiologische Auswertung

Der mittlere Hörverlust wurde mit Hilfe der Tonschwellenaudiometrie als Mittelwert des Hörverlusts bei 0,5, 1, 2 und 4 kHz errechnet. Alle Patienten konnten getestet werden. Es ergibt sich also eine Stichprobe von 107 Patienten, die jeweils auf dem rechten und dem linken Ohr auf ihren Hörverlust hin getestet wurden.

Der mittlere Hörverlust rechts liegt bei 14,7 dB ($\pm 10,46$). Der Median liegt bei 11,5 dB. Der durchschnittliche Hörverlust über den gesamten Frequenzbereich von 0,25 kHz bis 8 kHz liegt rechts bei 18,2 dB ($\pm 11,90$). In Abbildung 5 ist das durchschnittliche Tonschwellenaudiogramm der Patientenstichprobe für das rechte Ohr dargestellt.

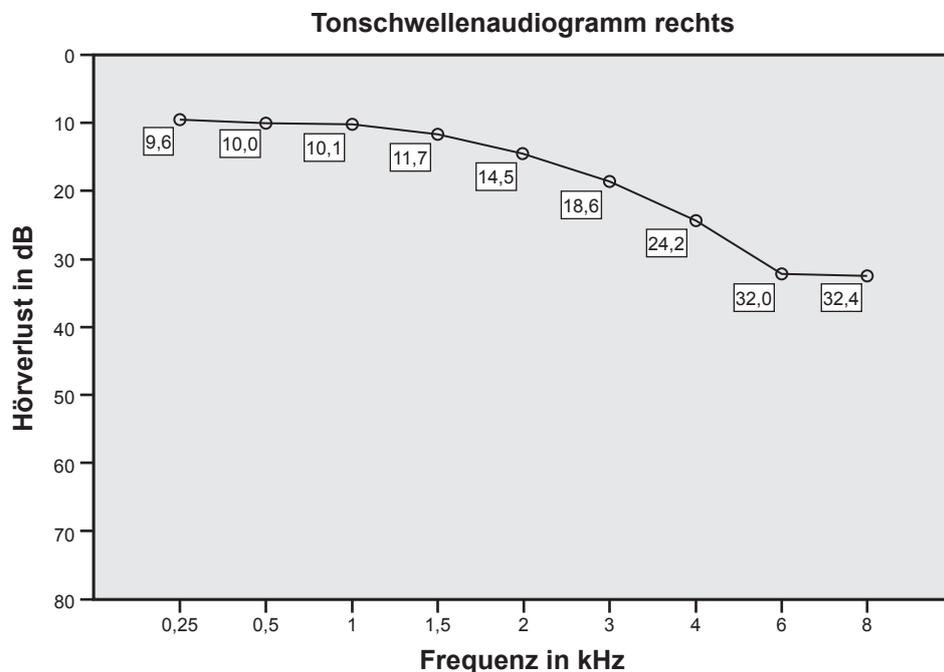


Abbildung 5: Tonschwellenaudiogramm für das rechte Ohr

Auf dem linken Ohr liegt der mittlere Hörverlust bei 15,9 dB ($\pm 12,09$). Es zeigte sich ein Minimum von 1,8 dB und ein Maximum von 66,5 dB. Der Median liegt bei 13,3 dB. Über den gesamten Frequenzbereich (0,25 kHz bis 8 kHz) ergibt sich auf der linken Seite ein durchschnittlicher Hörverlust 20,4 dB ($\pm 13,35$). Mit einem Minimum von 0 dB und einem Maximum von 130 dB findet sich auch beim linken Ohr die größte Spannweite bei 8 kHz. Abbildung 6 zeigt das durchschnittliche Tonschwellenaudiogramm für das linke Ohr.

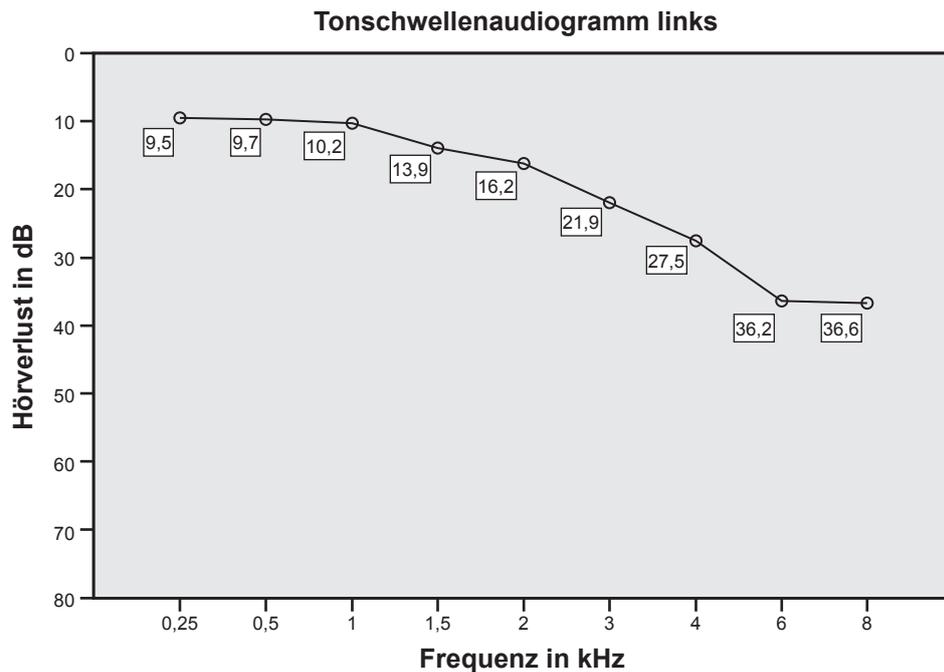


Abbildung 6: Tonschwellenaudiogramm für das linke Ohr

Bei dem Vergleich des Hördefizits auf beiden Ohren zeigte sich ein hoch signifikant stärkerer Hörverlust auf dem linken Ohr ($p < 0,001$).

Die Grade der Schwerhörigkeit reichen bei diesem Patientenkollektiv nur bis zur mittelgradigen Schwerhörigkeit [94]. Es gab keine Patienten, die an hochgradiger Schwerhörigkeit oder Resthörigkeit litten. Auf beiden Ohren wurde bei der Mehrheit der Patienten eine Normakusis gemessen. Auf dem rechten Ohr litten 23,4% ($n = 25$), auf dem linken 28,0% ($n = 30$) an einer Schwerhörigkeit. Tabelle 12 zeigt die genaue Verteilung der Schweregrade des Hörverlusts.

Tabelle 12: Grad der Schwerhörigkeit bei der Patientenstichprobe ($n = 107$)

	Rechtes Ohr	Linkes Ohr
Normakusis	82	77
Geringgradige Schwerhörigkeit	21	24
Mittelgradige Schwerhörigkeit	4	6
Hochgradige Schwerhörigkeit	-	-
Resthörigkeit	-	-

Sowohl für das rechte als auch für das linke Ohr zeigten sich jeweils hoch signifikante Unterschiede zwischen allen Altersgruppen. Auf dem rechten Ohr ergab sich für die jungen

Patienten (≤ 44 Jahre) ein mittlerer Hörverlust von 9,7 dB ($\pm 5,59$), für die Patienten mittleren Alters (45 – 55 Jahre) von 14,0 dB ($\pm 12,11$) und für die alten Patienten (≥ 56 Jahre) von 17,60 dB ($\pm 9,15$). Der mittlere Hörverlust des linken Ohres zeigte in der jüngsten Altersgruppe einen durchschnittlichen Wert von 10,1 dB ($\pm 6,00$), bei den 45 bis 55-Jährigen von 13,9 dB ($\pm 12,56$) und bei den Patienten über 55 Jahren von 20,2 dB ($\pm 10,75$).

Die getesteten Frauen wiesen auf beiden Ohren einen etwas weniger starken Hörverlust auf als die Männer. Dieser Unterschied stellte sich allerdings rechts als nicht signifikant und links als nur tendenziell signifikant ($p = 0,071$) heraus. Abbildung 7 stellt diese Ergebnisse bildlich dar.

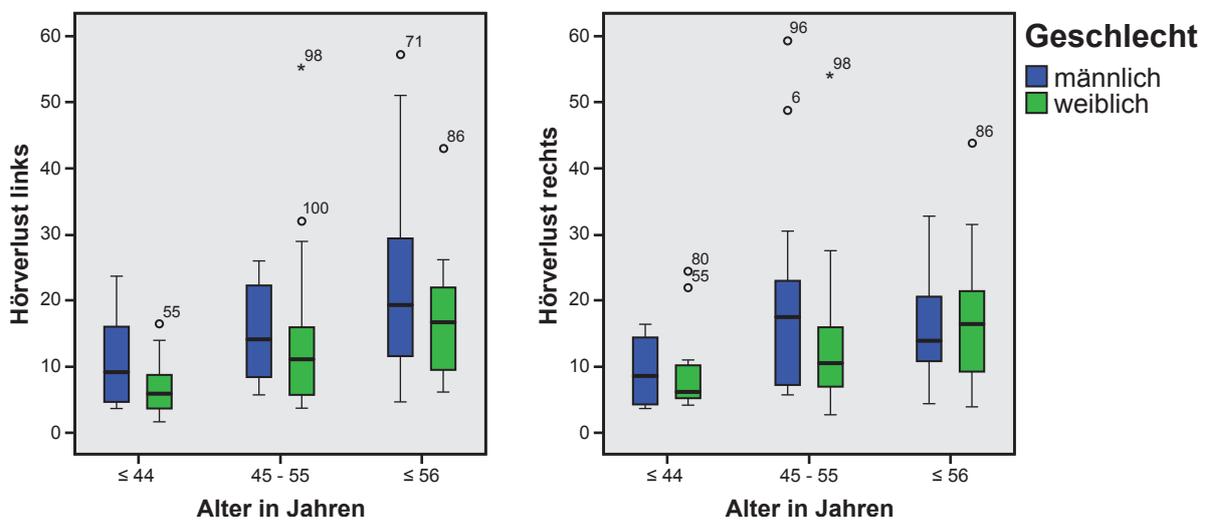


Abbildung 7: Der Einfluss von Alter und Geschlecht auf den Hörverlust des rechten und linken Ohres. Boxplot mit Median, Quartile, Spannweite und Ausreißer

5,6% der Patienten ($n = 6$) verwendeten während des Therapiezeitraums ein Hörgerät. Eine subjektive Hörminderung wurde von 62 Personen (57,9%) angegeben und über eine Geräuschüberempfindlichkeit klagten 83 Patienten (77,6%). Bei 14,0% ($n = 15$) trat eine begleitende Schwindelsymptomatik auf.

4.1.3 Auswertung der Tinnitusmerkmale

4.1.3.1 Tinnitusdauer, -entwicklung und -ursache

Die gesamte Stichprobe hatte einen mindestens 3 Monate andauernden, also chronischen Tinnitus. 75,7% (81 Patienten) gaben ein Ohrgeräusch an, das seit mehr als 12 Monaten bestand. Die meisten der Patienten litten seit über 5 Jahren an der Tinnituserkrankung (40 = 37,4%). Von ihnen gaben 23 Patienten an, seit 5 bis 10 Jahren und 9 Patienten seit 10 bis 15

Jahren an ihrem Tinnitus zu leiden. 7 Patienten wiesen die Tinnitussymptomatik seit 15 bis 20 Jahren und ein Patient seit mehr als 20 Jahren auf. Die genaue Verteilung der Tinnitusdauer ist in Abbildung 8 dargestellt.

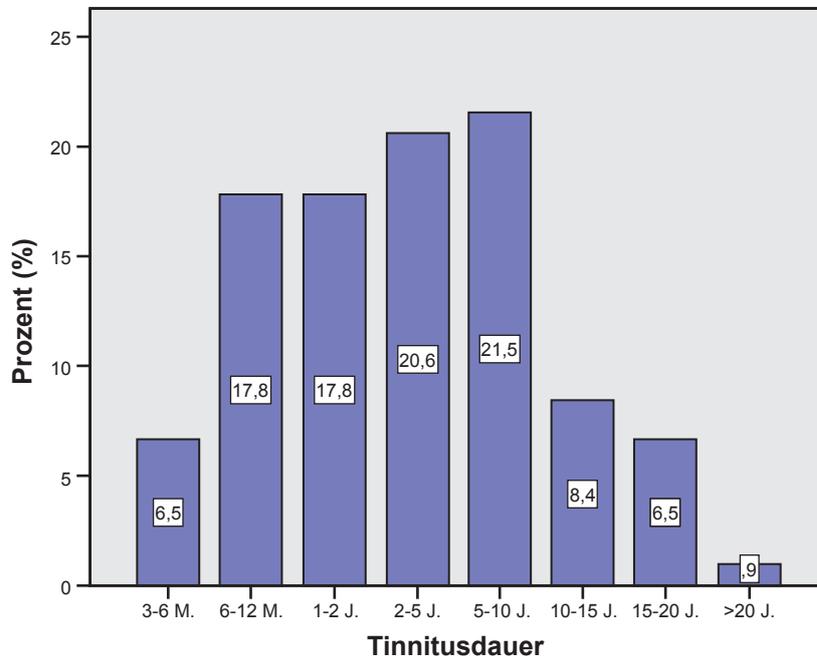


Abbildung 8: Tinnitusdauer der Stichprobe (n = 107). M. = Monate, J. = Jahre

37,4% der Patientenstichprobe gaben eine Intensivierung des Tinnitus seit Beginn der Erkrankung an. Bei 17 Patienten (15,9%) hatte sich die Tinnitussymptomatik innerhalb der letzten 6 Monate, bei 10 innerhalb der letzten 6 bis 12 Monate und bei weiteren 11 innerhalb der letzten 1 bis 3 Jahre verstärkt. Bei 2 Personen lag eine Verstärkung des Ohrgeräusches schon mehr als 3 Jahre zurück.

61,7% (n = 66) der untersuchten Patienten berichteten von einem plötzlichen Auftreten, 24 (22,4%) erlebten die Manifestation des permanenten Ohrgeräusches als schleichend. 17 Personen (15,9%) konnten zu der Art des erstmaligen Auftretens ihres Tinnitus keine Angabe machen.

Eine zugrundeliegende Ursache für das Auftreten der Tinnitussymptomatik lässt sich in vielen Fällen nicht sicher ermitteln. Bei 44 Patienten (41,1%) dieser Stichprobe lassen sich bestimmte Ereignisse allerdings in einen Zusammenhang mit der Erstmanifestation ihres Tinnitus stellen. Am häufigsten trat der Tinnitus nach einem Hörsturz auf (bei 23 Patienten = 21,5%). Auslösender Faktor bei jeweils 4,7% der Patienten (n = 5) waren chronische Lärmbelastung am Arbeitsplatz sowie Infektionen im Kopf-Hals-Bereich, während bei 4

Patienten ein Trauma dem erstmaligen Auftreten des Tinnitus unmittelbar vorausging. Tabelle 13 zeigt eine Auflistung der bekannten ursächlichen Faktoren.

Tabelle 13: Kausale Faktoren der Tinnitussymptomatik, bei 41,1% (n = 44) bekannt

Ursächlicher Faktor	Häufigkeit
Hörsturz	23 (21,5%)
Infektion	5 (4,7%)
Chronische Lärmbelastung	5 (4,7%)
Trauma	4 (3,7%)
Chemotherapie	2 (1,9%)
Chronischer Stress	2 (1,9%)
Konzertbesuch	2 (1,9%)
Zerebrale Durchblutungsstörung	1 (0,9%)

4.1.3.2 Fragebogen zu Tinnituslokalisierung und –qualität

41 (38,3%) der untersuchten Patienten nahmen ihren Tinnitus auf dem linken Ohr am lautesten wahr. 26 Personen gaben an, den Tinnitus auf beiden Ohren gleich laut zu hören und 21 (19,6%) nur auf dem rechten Ohr. Ein nicht näher lokalisierbares Geräusch im Kopf wurde von 18 Patienten wahrgenommen, während für einen Patienten keine dieser vier Lokalisationsangaben zutraf. In Abbildung 9 sind diese Ergebnisse dargestellt.

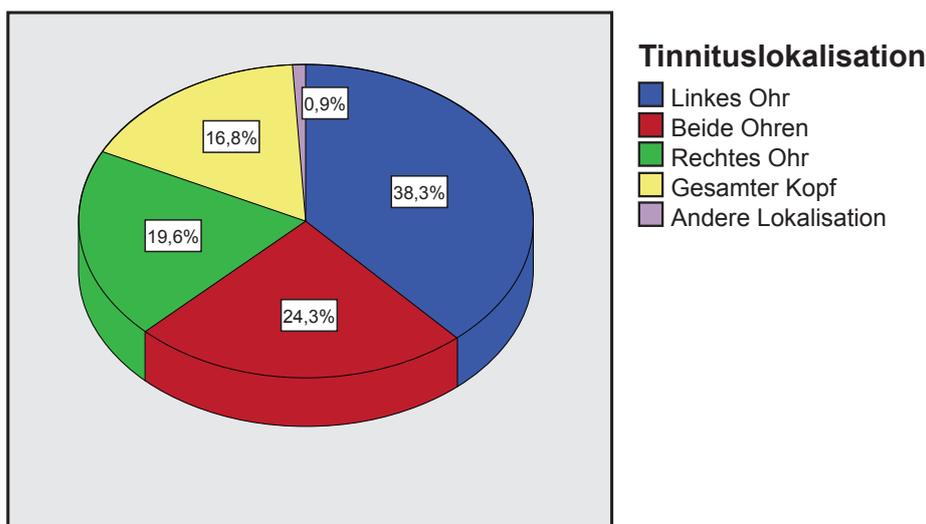


Abbildung 9: Verteilung der Tinnituslokalisierung des Patientenkollektivs (n = 107)

In Abbildung 10 ist die Auswertung der Tinnitusqualität anschaulich dargestellt. Die häufigsten Geräusche waren das Pfeifen, das von 48 Patienten (44,9%) gehört, und das Rauschen, das von 42 Patienten (39,3%) wahrgenommen wurde. 4 Patienten gaben ein

Klingeln und nur ein Patient ein Zischen an. Ein nicht eindeutig in diese vier Geräuschklassen einordbarer Tinnitus wurde von 12 Patienten (11,2%) angegeben.

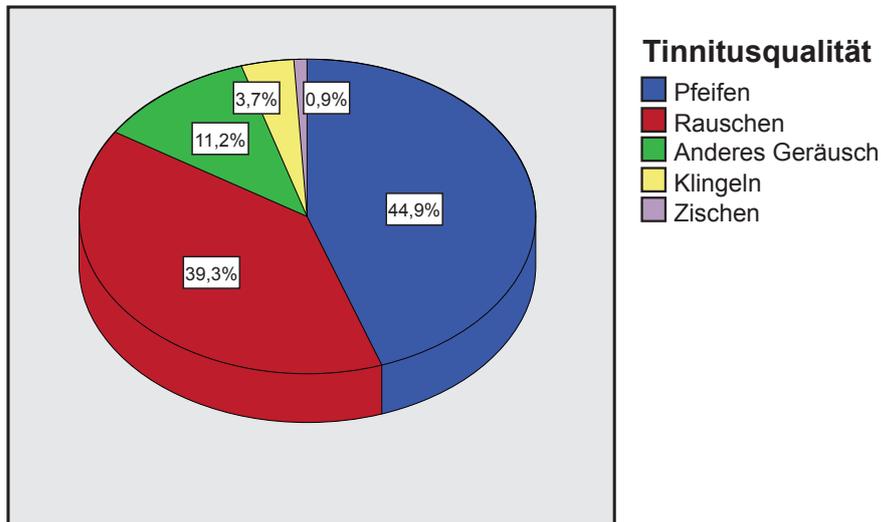


Abbildung 10: Verteilung der Tinnitusqualität des Patientenkollektivs (n = 107)

4.1.3.3 Tinnitusfrequenz, -lautstärke und –intensität

Die Tonschwellenaudiometrie ermöglichte es die Tinnitusfrequenz, -lautstärke und –intensität zu ermitteln, sofern die Patienten ihren Tinnitus zum Untersuchungszeitpunkt wahrnehmen konnten. Bei 11,2% (n = 12) war dies am Aufnahmetag nicht der Fall. Das Tinnitusmatching wurde bei 13 Patienten (12,1%) auf dem rechten Ohr, bei 31 (29,0%) auf dem linken Ohr und bei 51 (47,7%) auf beiden Ohren erfolgreich durchgeführt. Dadurch ergeben sich 64 rechte und 82 linke Ohren für die statistische Analyse.

a) Tinnitusfrequenz

Die mittlere Frequenz auf dem rechten Ohr lag bei 5,7 kHz (\pm 2,46) und der Median bei 6,0 kHz. Die Werte reichten von 0,25 bis 10 kHz. Am häufigsten trat der Tinnitus auf der rechten Seite im Bereich von 8 kHz auf (32,8%). Bei 28,2% war der Tinnitus in Frequenzbereichen von 6 kHz wahrnehmbar.

Auf dem linken Ohr lag der Mittelwert der Tinnitusfrequenz bei 5,6 kHz (\pm 2,54). Die Spannweite war hier etwas größer mit Werten von 0,125 bis 10 kHz. Für das linke Ohr wurde am häufigsten eine Tinnitusfrequenz von 6 kHz gemessen (32,9%). Deutlich weniger häufig wurden auf beiden Ohren Tinnitusfrequenzen von 0 bis 3 sowie von 8 bis 10 kHz ermittelt (Abbildung 11).

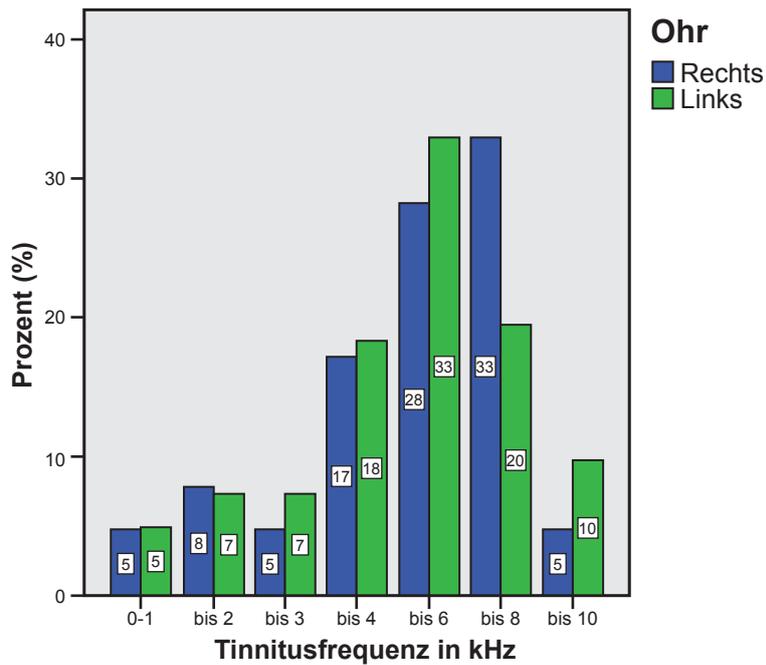


Abbildung 11: Tinnitusfrequenzverteilung für beide Ohren (in kHz)

b) Tinnituslautstärke

Die Tinnituslautheit wird in dB HL (Dezibel Hearing Level) angegeben. Sie wurde ebenfalls bei 64 rechten und 82 linken Ohren bestimmt. Die mittlere Tinnituslautstärke auf dem rechten Ohr ergab einen Wert von 35,2 dB ($\pm 23,74$), der Median lag bei 32,5 dB. Es wurden Lautstärken von 4 bis 88 dB HL gemessen, wobei die meisten Patienten Werte von 0 bis 10 dB HL (18,8%) und von 11 bis 20 dB HL (17,2%) aufwiesen.

Auf dem linken Ohr lag die durchschnittliche Tinnituslautheit bei 36,4 dB HL ($\pm 20,36$) und der Median bei 38,5 dB HL. Werte von 6 bis 80 dB HL wurden gemessen. Am häufigsten ergaben sich Werte von 21 bis 30 dB HL (19,5%), gefolgt von Werten in den Bereichen 41 bis 50 sowie 51 bis 60 dB HL mit jeweils 15,9%.

In Abbildung 12 wird die Verteilung der Tinnituslautstärke anschaulich dargestellt.

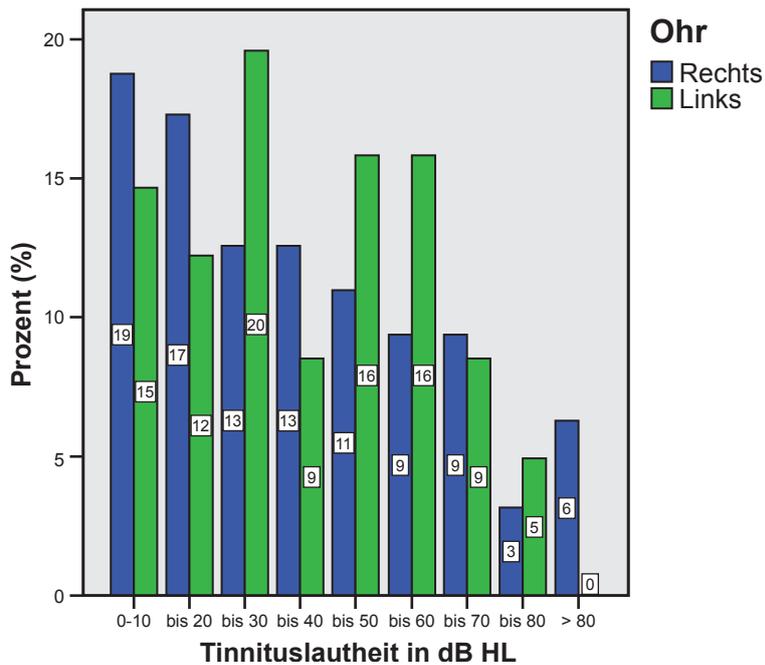


Abbildung 12: Verteilung der Tinnituslautstärke für beide Ohren (in dB HL)

c) Tinnitusintensität

Die Tinnitusintensität wird in dB SL (Dezibel Sensation Level) angegeben und errechnet sich aus Tinnituslautstärke und Hörschwelle an der für den Tinnitus gemessenen Frequenz. Der Mittelwert der Tinnitusintensität auf dem rechten Ohr lag bei 6,6 dB SL mit einer Standardabweichung von 7,22 und der Median bei 6,0 dB SL. Insgesamt wurden Werte von 0 bis 38 dB SL errechnet. In 79,7% ergaben sich Intensitätswerte im Bereich von 0 bis 9 dB SL. Auf dem linken Ohr ergaben sich eine mittlere Tinnitusintensität von 5,7 dB SL ($\pm 6,03$) und ein Median von 4,5 dB SL. Werte von 0 bis 34 dB SL wurden errechnet, wobei 50,0% eine Intensität im Bereich von 0 bis 4 dB SL aufwiesen.

In Abbildung 13 sind die genauen Häufigkeiten anschaulich dargestellt.

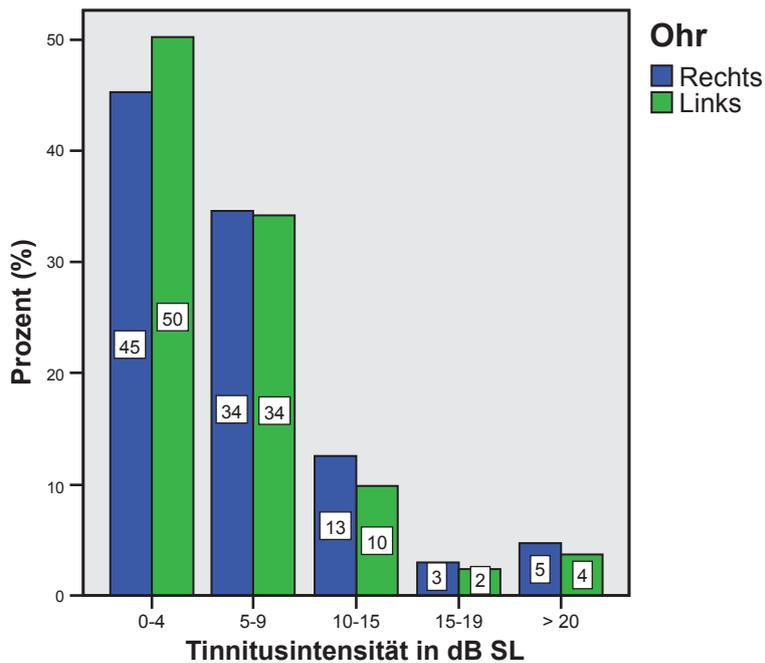


Abbildung 13: Verteilung der Tinnitusintensität für beide Ohren (in dB SL)

Alle Tinnitusparameter zeigten im Kolmogorov-Smirnov-Test keine Normalverteilung.

Das rechte und linke Ohr zeigten in Bezug auf Tinnitusfrequenz, -lautheit und -intensität ausnahmslos signifikante Unterschiede. Insgesamt konnten auf dem rechten Ohr für die Variablen Tinnitusfrequenz und -intensität eine Tendenz zu höheren Werten festgestellt werden, während die Tinnituslautheit auf dem linken Ohr vermehrt höhere Werte annahm.

Für die Variablen Alter und Geschlecht zeigten sich einzelne signifikante Unterschiede. So wurden in der älteren Altersgruppe (≥ 56 Jahre) insgesamt höhere Werte für Tinnituslautheit gemessen, die sich auf der linken Seite im Vergleich zu jüngeren Patienten als signifikant höher erwiesen. Die getesteten Männer zeigten bei allen Tinnitusparametern etwas höhere Werte als die Frauen. Ein signifikanter Unterschied konnte allerdings nur bei der Tinnituslautheit auf dem linken Ohr nachgewiesen werden, wo Männer einen Mittelwert von 43,8 dB HL und Frauen von 30,5 dB HL erreichten.

Der Vergleich des Hörverlusts beider Ohren bezüglich der Tinnitusparameter ergab signifikante Unterschiede bei der Tinnituslautheit. So wurden der Tinnitus von Patienten mit mittelgradiger Schwerhörigkeit signifikant lauter wahrgenommen als von Patienten mit geringgradiger Schwerhörigkeit oder Normakusis.

4.1.4 Auswertung des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller

Der TF nach Goebel und Hiller erlaubt eine Aussage über den Belastungsgrad eines Patienten durch den Tinnitus. Die Ergebnisse des TF-Gesamtscores sowie der Subskalen sind in Tabelle 14 veranschaulicht.

Tabelle 14: Ergebnisse des Gesamtscores und der Subskalen des Tinnitusfragebogens (TF) nach Goebel und Hiller. Em = Emotionale Belastung, Co = Kognitive Belastung, PB = Psychische Belastung, InTi = Penetranz des Ohrgeräusches, Aku = Hörminderung, Sl = Schlafstörung, Som = Somatische Belastung

	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Em	10,0	10,5	5,15	1	24
Co	7,0	7,0	3,87	0	15
PB	16,0	17,5	8,61	1	39
InTi	10,0	10,2	3,35	3	16
Aku	5,0	4,67	3,57	0	12
Sl	3,0	3,3	2,52	0	8
Som	2,0	2,1	1,93	0	6
TF-Gesamtscore	35,0	37,7	16,0	5	75

Mit einem durchschnittlichen Wert von 17,5 ist die zusammengesetzte Subskala Psychische Belastung am stärksten ausgeprägt. Von den einzelnen Subskalen zeigen die Emotionale Belastung ($10,5 \pm 5,15$) und die Penetranz des Tinnitus ($10,2 \pm 3,35$) die höchsten Werte. Den geringsten Anteil am TF-Gesamtscore haben die Subskalen Schlafstörung und Somatische Belastung.

Der mittlere TF-Gesamtscore liegt bei 38 Punkten. Dabei erstrecken sich die Werte über einen Bereich von 5 bis 75 Punkten. Ab einem Gesamtscore von 47 bezeichnet man den chronischen Tinnitus als dekompensiert. In der untersuchten Stichprobe erzielten 75 Patienten (70,1%) einen Gesamtscore zwischen 0 und 46, während 29,9% ($n = 32$) einen Gesamtscore von über 47 erreichten (Abbildung 14).

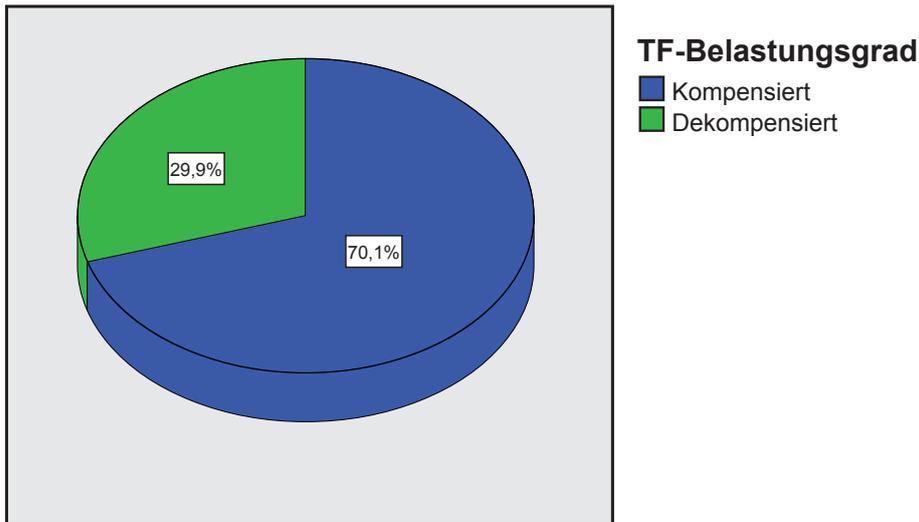


Abbildung 14: Tinnitusbelastungsgrad nach dem Tinnitusfragebogen-Gesamtscore

Tabelle 15 zeigt die deskriptiven Parameter für die Gruppen kompensierter und dekomensierter Tinnitus. Es zeigte sich ein mittlerer Punktwert von 29,2 (\pm 9,64) bei den Patienten mit kompensiertem und von 57,7 (\pm 8,15) bei Patienten mit dekomensiertem Tinnitus.

Tabelle 15: Deskriptive Parameter des Gesamtscores und der Belastungsgrade des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller

TF-Belastungsgrad	n	Median	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Kompensiert	75	30,0	29,2	9,64	5	45
Dekomensiert	32	56,5	57,7	8,15	48	75

Die Gradeinteilung nach Biesinger ergab am häufigsten Grad 1 mit 36,4% gefolgt von Grad 2 mit 33,6%. 17,8% erreichten nach dem TF-Gesamtscore Grad 3 und der kleinste Anteil der Patienten mit 12,1% konnte dem Grad 4 zugeteilt werden.

Während sich für den TF-Gesamtscore eine Normalverteilung zeigte, konnten für die Subskalen keine normalverteilten Werte festgestellt werden.

In der Altersgruppe über 55 Jahren zeigte sich mit 42,9 Punkten durchschnittlich ein höherer TF-Gesamtscore als in der Gruppe der 45 bis 55-Jährigen (38,4 Punkte) und bei den Patienten unter 45 Jahre (36,1 Punkte). Insgesamt erreichten allerdings Männer mittleren Alters (45 – 55 Jahre) den höchsten TF-Wert ($51,0 \pm 8,65$), während junge Frauen (≤ 44 Jahre) die

niedrigste Belastung durch ihren Tinnitus empfanden ($31,3 \pm 18,26$). Der Unterschied ist allerdings nicht als signifikant einzustufen und auch insgesamt zeigten sich zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede für den TF-Gesamtscore. Als signifikant stellte sich eine niedrigere psychische Belastung durch den Tinnitus mit steigendem Ausbildungsgrad heraus ($p < 0,05$).

Bei einem Vergleich des TF-Gesamtscores mit dem Grad der Hörminderung zeigte der Mann-Whitney U-Test für unabhängige Stichproben auf beiden Ohren einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$). Die mittlere TF-Punktzahl auf dem rechten Ohr liegt bei Patienten mit Normakusis (< 20 dB) bei 35,5, während Patienten mit einer geringgradigen Schwerhörigkeit (20 – 39 dB) durchschnittlich eine Punktzahl von 43,1 und Patienten mit mittelgradiger Schwerhörigkeit (40 – 69 dB) eine mittlere Punktzahl von 55,0 erreichten. Auch auf dem linken Ohr zeigte sich mit einer stärkeren Hörminderung eine höhere Tinnitusbelastung. Der durchschnittliche Punktwert ergab dort bei Normakusis 35,4, bei geringgradiger Schwerhörigkeit 41,8 und bei mittelgradiger Schwerhörigkeit 51,5.

Der Mann-Whitney U-Test für unabhängige Stichproben wurde außerdem dazu verwendet, um das Hördefizit bei Patienten mit kompensiertem und dekompenziertem Tinnitus zu vergleichen. Auch hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen mit $p = 0,001$ für das rechte und $p < 0,01$ für das linke Ohr. Auf der rechten Seite liegt die mittlere Hörschwelle in der Patientengruppe mit kompensiertem Tinnitus bei 12,8 dB und in der Gruppe mit dekompenziertem Tinnitus bei 19,2 dB. Für das rechte Ohr wurde bei Patienten mit kompensiertem Tinnitus durchschnittlich ein Hörverlust von 13,8 dB und bei Patienten mit dekompenziertem Tinnitus von 20,7 dB gemessen. Abbildung 15 verdeutlicht den Zusammenhang.

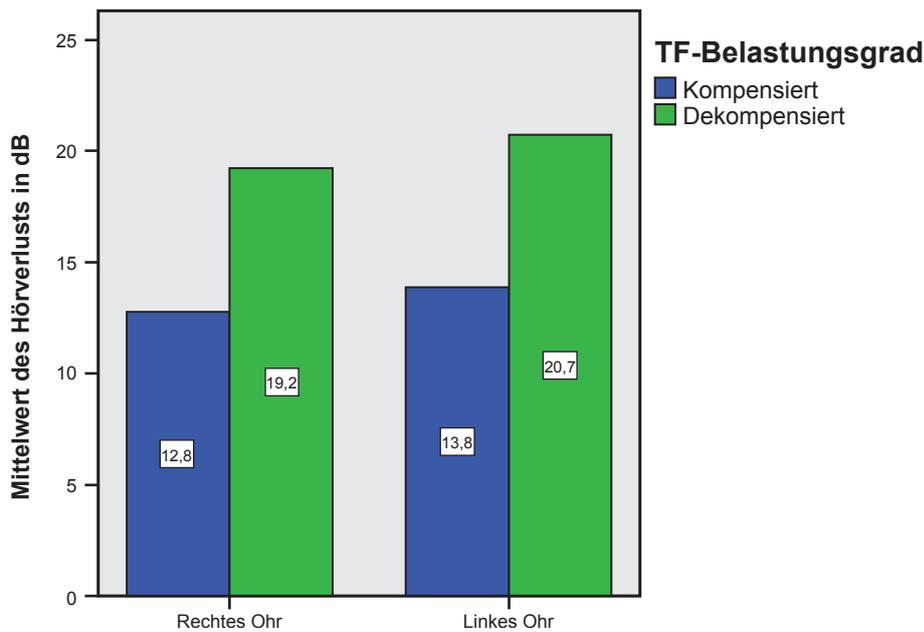


Abbildung 15: Mittlerer Hörverlust beider Ohren (in dB) für den Tinnitusfragebogen-Belastungsgrad

Die Tinnitusparameter zeigten auf beiden Ohren keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Tinnitusbelastung.

4.1.5 Auswertung der Stressfragebögen

4.1.5.1 Perceived Stress Questionnaire

Die Ergebnisse des Perceived Stress Questionnaires (PSQ) repräsentieren die empfundene Belastung durch Stress der Patientenstichprobe. Tabelle 16 zeigt die wichtigsten deskriptiven Vergleichsparameter für den PSQ-Gesamtscore sowie seine vier Subskalen.

Tabelle 16: Ergebnisse des Gesamtscores und der Subskalen des Perceived Stress Questionnaires

	Median	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
Sorgen	33,3	37,1	20,80	0	93
Anspannung	60,0	57,5	21,66	13	100
Freude	46,7	48,8	21,62	0	100
Anforderungen	46,7	47,7	23,81	0	100
PSQ-Gesamtscore	43,3	45,0	16,70	10	88

Der Mittelwert der Subskala Anspannung liegt mit 57,5 am höchsten. In dieser Rubrik ergab sich eine minimale Punktzahl von 13, während sich in allen anderen Subskalen mindestens einmal ein Wert von Null errechnete.

Das mittlere Ergebnis des PSQ-Gesamtscores ist 45 ($\pm 16,7$) und damit noch im Bereich der geringen Stressbelastung. Insgesamt wurden PSQ-Gesamtscores im Bereich von 10 bis 88 Punkten erreicht. Bis zu einem PSQ-Gesamtscore von 45 spricht man von einer als gering empfundenen Stressbelastung. Bei einem Wert über 45 bezeichnet man die wahrgenommene Stressbelastung als hoch. In dieser Stichprobe erreichten 53,3% ($n = 57$) einen PSQ-Gesamtscore zwischen 0 und 45. Ein Gesamtscore von über 45 und damit eine hohe Stressbelastung wurde bei 50 Patienten (46,7%) ermittelt.

Für den PSQ-Gesamtscore wurden normalverteilte Werte festgestellt, während die Subskalen alle keine Normalverteilung ergaben.

Es zeigte sich durchschnittlich eine geringere Stressbelastung in der Altersgruppe über 55 Jahren als in den jüngeren Altersgruppen. Die höchste Stressbelastung mit einem Durchschnitt von 50,9 ($\pm 13,63$) konnte in der Gruppe mittleren Alters (45 – 55 Jahre) festgestellt werden. Dieser Wert für die Stressbelastung erwies sich als signifikant höher als die Punktwerte in der jüngeren (≤ 44 Jahre) und älteren Altersgruppe (≥ 56 Jahre). Es zeigte sich auch ein höherer mittlerer PSQ-Gesamtwert bei den weiblichen Patienten. Während die Männer mit einem Durchschnittsergebnis von 41,7 ($\pm 17,49$) eine geringe Stressbelastung aufweisen, errechnete sich mit einem mittleren Wert von 47,7 ($\pm 15,63$) eine hohe Stressbelastung für die Frauen. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern wurden jedoch insgesamt als nicht signifikant eingestuft. Die höchsten Stresswerte erzielten Männer mittleren Alters (45 – 55 Jahre) mit 51,0 ($\pm 8,65$). Damit unterschieden sie sich signifikant von dem Stressempfinden der Frauen gleichen Alters, die nur einen PSQ-Gesamtwert von 32,1 ($\pm 15,65$) erreichten.

Im Gegensatz zu nicht studierten Patienten zeigte sich ein signifikant höherer Mittelwert der Subskala Sorgen für Patienten mit abgeschlossenem Hochschulstudium. Patienten, die angaben mit einem Partner zusammenzuleben, erzielten einen signifikant höheren Wert für die Rubrik Anforderungen als alleinlebende Patienten ($p < 0,01$).

Auch eine tendenzielle Signifikanz ($p < 0,1$) wurde für eine höhere Tinnitusintensität bei hoher Stressbelastung auf beiden Ohren festgestellt.

Der durchschnittliche PSQ-Wert unterschritt bei Patienten mit mittelgradiger Schwerhörigkeit den der Patienten mit geringgradiger Schwerhörigkeit, und auf dem linken Ohr war er zusätzlich niedriger als der bei Patienten mit Normakusis. Diese Gruppenunterschiede erwiesen sich als nicht signifikant.

Für einen Vergleich der PSQ- und TF-Ergebnisse wurde aufgrund der Normalverteilung beider Variablen der T-Test für unabhängige Stichproben herangezogen. Bei Patienten mit geringer Stressbelastung zeigte sich ein mittlerer TF-Gesamtscore von 31,7 (\pm 13,29), während sich bei Patienten mit hoher Stressbelastung ein durchschnittlicher TF-Wert von 44,6 (\pm 16,18) ergab. Mit $p < 0,001$ ist dieser Unterschied als hoch signifikant einzustufen.

Es wurden auch die mittleren PSQ-Ergebnisse der Patienten mit kompensiertem und dekompenziertem Tinnitus verglichen. Hier zeigte sich ein mittlerer PSQ-Wert von 41,7 (\pm 15,96) bei den Patienten mit kompensiertem Tinnitus und ein Wert von 52,6 (\pm 16,07) bei den Patienten im dekompenzierten Stadium. Auch dieser Gruppenunterschied wurde mittels T-Test für unabhängige Stichproben als signifikant eingestuft ($p < 0,01$). Tabelle 17 enthält die deskriptiven Parameter des PSQ-Ergebnisses für die beiden Belastungsgrade.

Tabelle 17: Deskriptive Parameter des Gesamtscores des Perceived Stress Questionnaires für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade

TF \ PSQ	n	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum
Kompensiert	75	41,7	15,96	41,1	10	84
Dekompenziert	32	52,6	16,07	51,1	18	88

In Abbildung 16 sind die Gruppenunterschiede graphisch dargestellt.

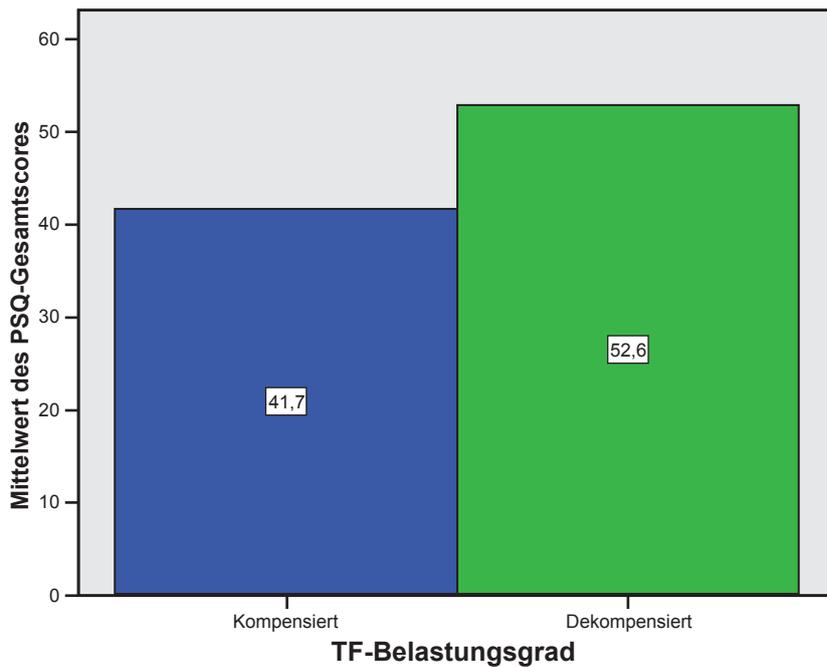


Abbildung 16: Mittlerer Gesamtscore des Perceived Stress Questionnaires (PSQ) für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade

Signifikante Unterschiede der Tinnitusbelastung zeigten sich auch für die PSQ-Subskalen. Während Patienten mit dekompenziertem Tinnitus signifikant höhere Werte für die Rubriken Sorgen und Anspannung erzielten, lagen ihre Ergebnisse für Freude deutlich unter denen, die eine kompensierte Form des Tinnitus aufwiesen.

4.1.5.2 Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus

Der Fragebogen zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus (SWOP) ermöglicht eine Aussage zu den subjektiven Ressourcen zur Stressbewältigung. In Tabelle 18 sind die wichtigsten deskriptiven Parameter zusammengefasst.

Tabelle 18: Ergebnisse des Fragebogens für Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus

	Median	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
Selbstwirksamkeit	2,8	2,8	0,44	1,4	4,0
Optimismus	3,0	2,8	0,44	1,0	4,0
Pessimismus	2,0	2,1	0,49	1,0	4,0

Für die SWOP-Skalen wurde keine Normalverteilung nachgewiesen.

Mit steigendem Alter zeigte sich für die Subskalen Selbstwirksamkeit und Optimismus eine leichte Steigung der Werte. Ältere Patienten (≥ 56 Jahre) empfanden also eine höhere Selbstwirksamkeit und einen größeren Optimismus, während in der Subskala Pessimismus die Patienten zwischen 45 und 55 Jahren die höchsten Werte erreichten. Im Hinblick auf die Variable Geschlecht konnte bei den Männern eine etwas höhere Selbstwirksamkeit, ein etwas größerer Optimismus und ebenfalls ein stärkerer Pessimismus festgestellt werden. Die Unterschiede der SWOP-Werte zwischen den Altersgruppen und den Geschlechtern erwiesen sich aber als nicht signifikant.

In einer Partnerschaft lebende Patienten zeigten signifikant höhere Werte für Optimismus ($p < 0,05$) und niedrigere Werte für Pessimismus ($p < 0,01$) als alleinlebende Patienten.

Die Tinnitusparameter zeigten auf beiden Ohren keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die SWOP-Subskalen.

Die Patienten mit dem größten Hördefizit zeigten die niedrigsten Werte für Optimismus und die höchsten Werte für Pessimismus. Für Schweregrade an Hörverlust konnten aber keine signifikanten Unterschiede im SWOP-Ergebnis festgestellt werden.

Die SWOP-Ergebnisse wurden auch unter den Tinnitusbelastungsgruppen verglichen. Patienten mit dekompensiertem Tinnitus erreichten im Mittel niedrige Werte in Selbstwirksamkeit und Optimismus und höhere Werte in der Rubrik Pessimismus. Der Pessimismus in der Gruppe mit dekompensiertem Tinnitus stellte sich als signifikant stärker ($p < 0,01$) als bei den Patienten im kompensierten Stadium heraus. Im Mittel wurde bei Patienten im dekompensierten Stadium Pessimismus-Werte von 2,4 ($\pm 0,83$) erreicht, während für Patienten mit kompensiertem Tinnitus Werte von 2,0 ($\pm 0,60$) ermittelt wurden. Abbildung 17 veranschaulicht dieses Ergebnis.

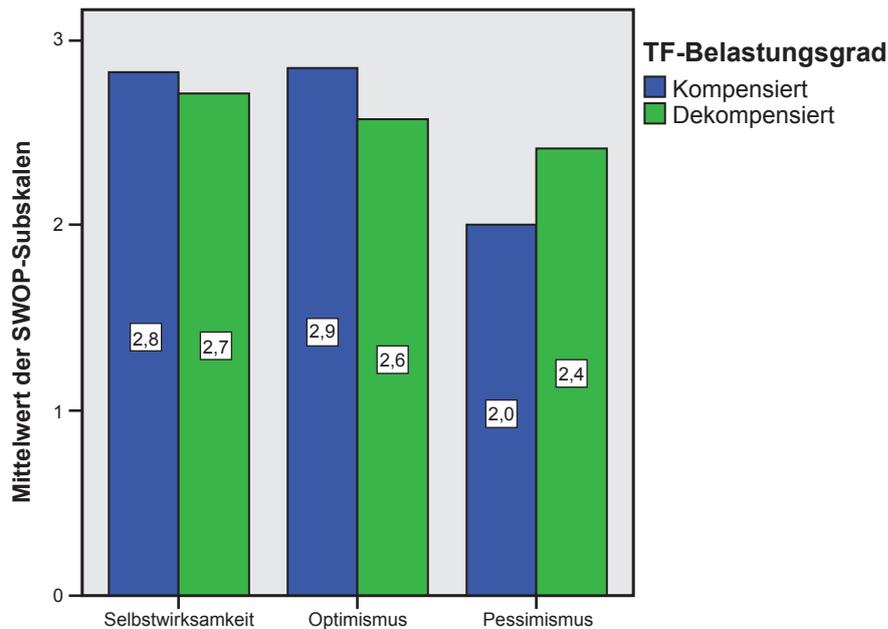


Abbildung 17: Mittelwerte der SWOP-Ergebnisse für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade

Beim Vergleich der nach dem PSQ in wenig und stark stressbelasteten Patienten in Bezug auf ihre SWOP-Ergebnisse zeigten sich deutliche Unterschiede. Für die Patienten, die sich einer hohen Stressbelastung ausgesetzt sahen, ergaben sich durchschnittlich niedrigere Werte für Selbstwirksamkeit (2,7 im Vergleich zu 2,9) und Optimismus (2,6 im Vergleich zu 3,0) sowie höhere Werte für Pessimismus (2,4 im Vergleich zu 1,9) als für die Gruppe mit geringer Stressbelastung. Der Mann-Whitney U-Test für unabhängige Stichproben zeigte für die Patienten mit hoher Stressbelastung einen signifikant niedrigeren Wert für Optimismus ($p < 0,01$) und einen signifikant höheren Wert für Pessimismus ($p = 0,001$) als bei Patienten mit geringer Stressbelastung.

4.1.6 Auswertung der kognitiven Tests

4.1.6.1 Test d2 – Revision

Der Test d2 – Revision ermöglicht eine Aussage über Schnelligkeit und Sorgfalt bei der Bearbeitung der Aufgabe, woraus sich eine Konzentrationsleistung errechnet. In Tabelle 19 sind die wichtigsten deskriptiven Parameter für die Standardwerte Sorgfalt (F% SW), Tempo (BZO SW) und Konzentrationsleistung (KL SW) zusammengefasst.

Tabelle 19: Ergebnisse des Test d2 – Revision

	Median	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
F% SW	100,0	97,5	12,56	70	122
BZO SW	92,0	93,8	11,21	70	130
KL SW	94,0	93,7	9,22	70	118

Nach Empfehlung der Testanweisung liegt eine durchschnittliche Leistung bei $\pm 0,5$ Standardabweichungen um den Mittelwert vor [94]. Ein Ergebnis der standardisierten Konzentrationsleistung von < 95 gilt damit als unterdurchschnittlich und entspricht einem Konzentrationsdefizit. Auf eine weitere Abstufung der Konzentrationsleistung wurde zugunsten einer besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse verzichtet. In diesem Test zeigt sich eine nahezu gleichmäßige Aufteilung der Stichprobe in eine Gruppe mit eingeschränkter Konzentrationsleistung (49,5%) und eine Gruppe, die kein Konzentrationsdefizit zeigt (50,5%).

Während die Variablen BZO SW und F% SW nicht normal verteilt waren, konnte für KL SW eine Normalverteilung nachgewiesen werden.

In Bezug auf die Altersgruppen zeigte die mittlere Konzentrationsleistung eine absteigende Tendenz mit dem Alter. Patienten bis einschließlich 44 Jahren erreichten einen Mittelwert von 97,0 ($\pm 10,49$), Patienten zwischen 45 und 55 Jahren zeigten den niedrigsten Wert mit 92,1 ($\pm 10,65$) und Patienten über 55 Jahren erzielten eine leicht höhere durchschnittliche Konzentrationsleistung von 92,6 ($\pm 7,29$). Der Unterschied der Wert in der jüngeren Gruppe (≤ 44 Jahre) im Vergleich zu denen der mittleren (45 – 55 Jahre) und älteren Gruppe (≥ 56 Jahre) erwies sich als signifikant ($p < 0,05$). Ein deutlich signifikanter Unterschied ($p < 0,01$) konnte auch für das Alter in Bezug auf ein im d2-R ermitteltes Konzentrationsdefizit festgestellt werden. So waren Patienten, die eine niedrige Konzentrationsleistung im d2-R zeigten, durchschnittlich 53,9 ($\pm 10,44$) Jahre alt, während Patienten ohne Konzentrationsdefizit im Mittel ein Alter von 48,1 ($\pm 11,35$) Jahren aufwiesen. Insbesondere bei der Schnelligkeit, also der Anzahl der bearbeiteten Zielobjekte (BZO), zeigten die älteren Patienten (≥ 56 Jahre) deutlich signifikant niedrigere Ergebnisse ($p < 0,01$) als die jüngeren. Für die Konzentrationsleistung konnten die höchsten Werte ($102,7 \pm 8,73$) für die Frauen jungen Alters (≤ 44 Jahre) gezeigt werden, während die Männer im mittleren Alter (45 – 55 Jahre) die niedrigsten Werte erzielten ($85,8 \pm 6,59$). Insgesamt zeigte das Geschlecht nur

einen tendenziell signifikanten Einfluss auf die Konzentrationsleistung ($p < 0,1$). So erzielten die Frauen im Durchschnitt mit $95,1 (\pm 9,75)$ eine höhere Konzentrationsleistung als die Männer mit $92,1 (\pm 8,36)$. Insbesondere in der Rubrik Sorgfalt, also der Fehleranzahl in Bezug auf die Summe der bearbeiteten Zeichen, konnte bei den Frauen mit $99,6 (\pm 11,88)$ im Vergleich zu $95,0 (\pm 13,02)$ ein besseres Ergebnis ermittelt werden.

Abbildung 18 zeigt eine Darstellung der Verteilung der Konzentrationsleistung für Männer und Frauen sowie für die unterschiedlichen Altersgruppen.

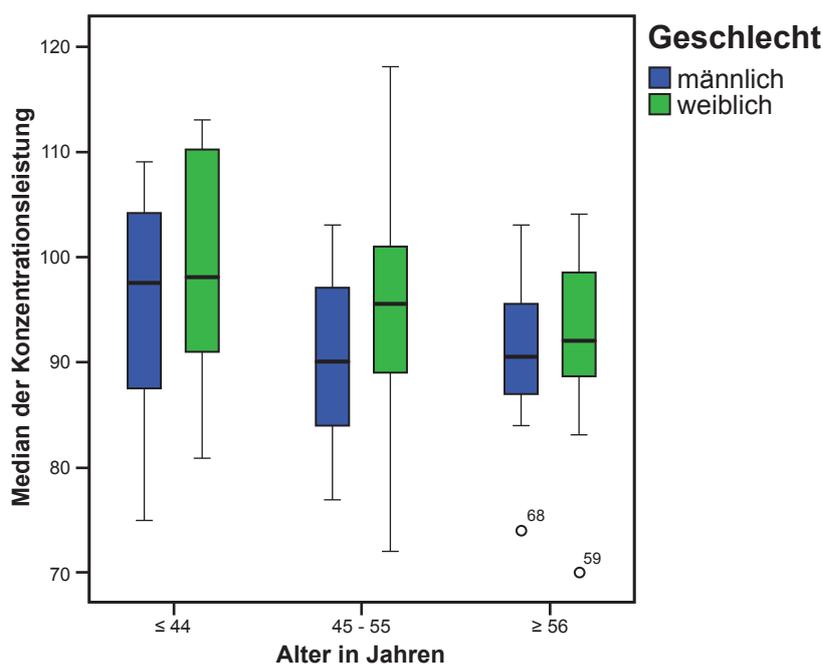


Abbildung 18: Der Einfluss von Alter und Geschlecht auf die Konzentrationsleistung. Boxplot mit Median, Quartile, Spannweite und Ausreißer

Die Tinnitusparameter zeigten auf dem rechten Ohr keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Konzentrationsleistung. Auf dem linken Ohr konnte bei Patienten mit Konzentrationseinschränkung eine signifikant höhere Tinnituslautheit ($p < 0,01$) festgestellt werden.

Auf beiden Ohren fand sich bei Patienten mit eingeschränkter Konzentrationsleistung ein signifikant höheres Hördefizit. Auf dem rechten Ohr wurde für Patienten mit einer Konzentrationsschwäche ein mittlerer Hörverlust von $17,2 (\pm 12,17)$ dB und für Patienten ohne Konzentrationsdefizit von $12,2 (\pm 7,69)$ dB gemessen. Auf dem linken Ohr war die Hörminderung mit $18,5 (\pm 13,68)$ dB bei Konzentrationseingeschränkten und $13,3 (\pm 9,67)$ dB bei Patienten ohne Konzentrationsstörung insgesamt etwas stärker. Insbesondere bei Patienten, die wenig Zeichen bearbeiteten, war der Hörverlust stärker als bei Patienten, die

einen höheren Tempo-Wert erreichten. Für das rechte Ohr erwies sich dieser Unterschied als signifikant ($p < 0,05$).

Mittels T-Test für unabhängige Stichproben wurden die Konzentrationsleistung und TF-Ergebnisse verglichen, da sich für beide Variablen eine Normalverteilung gezeigt hatte. Es zeigte sich eine signifikant größere Konzentrationseinschränkung in der Patientengruppe mit einem hohen Tinnitusbelastungsgrad ($p < 0,01$). Während Patienten mit kompensiertem Tinnitus eine durchschnittliche Konzentrationsleistung von $95,5 (\pm 8,89)$ erzielten, erreichten Patienten im dekompenzierten Stadium nur Werte von $89,5 (\pm 8,71)$. In Tabelle 20 sind die KL-Ergebnisse des Test d2 – Revision für den TF-Belastungsgrad zusammengefasst.

Tabelle 20: Deskriptive Parameter der Konzentrationsleistung im Test d2 – Revision für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade

TF \ KL SW	n	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum
Kompensiert	75	95,5	8,89	96,0	72	118
Dekompenziert	32	89,5	8,71	90,0	70	113

Es wurde außerdem der mittlere TF-Gesamtscore der Patienten mit eingeschränkter und uneingeschränkter Konzentrationsleistung verglichen. Es konnte mittels T-Test für unabhängige Stichproben ein signifikant höheres Belastungsempfinden durch den Tinnitus bei Patienten mit Konzentrationsdefizit festgestellt werden ($p < 0,001$). Bei den Patienten ohne Konzentrationseinschränkung ergab sich ein mittlerer TF-Gesamtscore von $30,5 (\pm 12,57)$, während Patienten mit verminderter Konzentrationsleistung durchschnittlich einen TF-Score von $44,9 (\pm 15,87)$ erreichten. Der Zusammenhang ist in Abbildung 19 bildlich veranschaulicht.

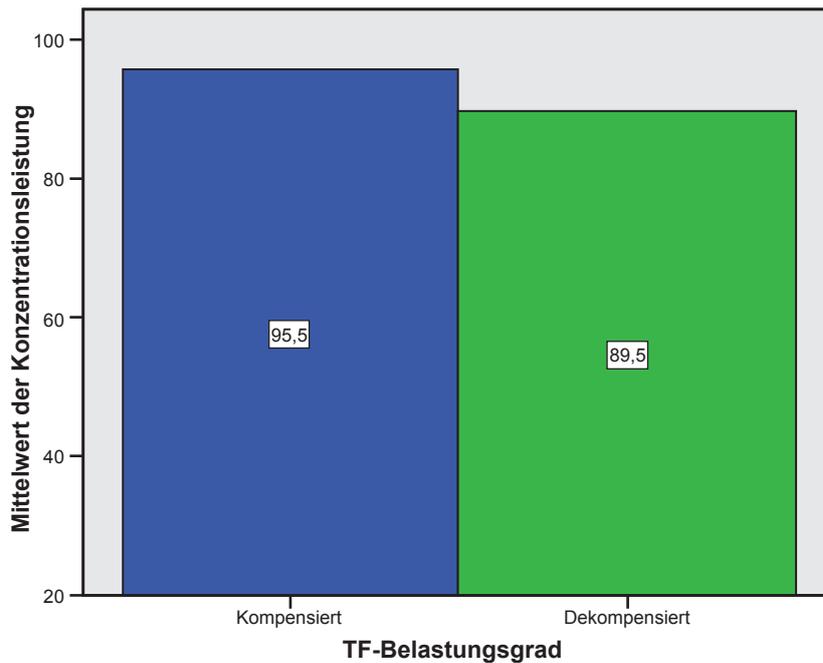


Abbildung 19: Mittlere Konzentrationsleistung für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade

Die Konzentrationsleistung ergab bei Patienten mit einer hohen Stressbelastung nach dem PSQ etwas geringere Werte, als bei Patienten mit geringer Stressbelastung. Dieser Unterschied stellte sich allerdings nicht als signifikant heraus. Eine tendenzielle Signifikanz zeigte sich in Bezug auf die PSQ-Subskalen Anspannung und Freude ($p < 0,1$). Bei Patienten mit Konzentrationsdefizit wurden höhere Anspannungs- und niedrigere Freude-Werte ermittelt als bei den Patienten, die sich ohne Probleme konzentrieren konnten.

In Bezug auf den SWOP zeigten sich bei den Patienten mit Konzentrationsdefizit im Mittel etwas niedrigere Werte für Selbstwirksamkeit und Optimismus sowie ein leicht höherer Wert für Pessimismus als bei den Patienten ohne Konzentrationseinbußen. Diese Unterschiede erwiesen sich jedoch als nicht signifikant.

4.1.6.2 Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop

Der Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach Stroop ermittelt die kognitive Umstellfähigkeit (auch Interferenzleistung) und ist gleichsam ein kognitives Maß für Aufmerksamkeit und Konzentration. Tabelle 21 zeigt die wichtigsten deskriptiven Faktoren für die genormten Werte (Standardwerte) der Testtafeln 1-3. Der besseren Anschaulichkeit halber wurden die Bearbeitungszeiten jeder Tafel in Sekunden hier mit angegeben.

Tabelle 21: Ergebnisse des Farbe-Wort-Interferenztests nach Stroop. FWL = Farbwörterlesen, FSB = Farbstrichebenennen, INT = Interferenzversuch, (s) = in Sekunden (Rohwert), SW = Standardwert

	Median	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
FWL (s)	30,4	31,0	5,1	22,9	45,9
FSB (s)	45,2	46,2	8,9	32,3	78,9
INT (s)	77,4	80,0	17,4	47,6	151,0
FWL SW	53,0	52,2	7,28	38	67
FSB SW	54,0	54,5	8,52	35	74
INT SW	54,0	53,6	6,8	36	73

Im Durchschnitt haben die Patienten die Farbwort-Tafel in 31,0 (\pm 5,10), die Farbstriche-Tafel in 46,2 (\pm 8,90) und die Interferenz-Tafel in 80,0 (\pm 17,4) Sekunden beendet. Die mittleren standardisierten Werte der drei Tafeln bedeuten, dass diese Geschwindigkeiten alle im Normbereich liegen.

INT SW, also das Ergebnis der Interferenzleistung auf Tafel 3, ist das eigentliche Maß für die kognitive Leistung in diesem Test. Diese standardisierte Variable kann Werte von 20 bis 80 annehmen. Eine durchschnittliche Leistung wird im Bereich von \pm einer Standardabweichung um den Mittelwert der standardisierten Ergebnisse definiert. Ein unterdurchschnittliches Ergebnis ist somit bei einem INT SW-Ergebnis von < 40 erreicht und entspricht einer deutlichen kognitiven Einschränkung. Die so gebildeten Gruppen sind in der untersuchten Stichprobe ungleich groß. Nur 3 Patienten (2,8%) zeigten nach dieser strengen Definition eine eingeschränkte Interferenzleistung. Um die statistische Aussagekraft zu erhöhen und eine bessere Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten erfolgte die Auswertung daher durch den Vergleich von Mittelwerten. Die Patientenstichprobe wurde anhand ihrer INT SW-Ergebnisse im FWIT nach Stroop in zwei gleich große Gruppen geteilt. Der Median von INT SW errechnete sich in der Studienpopulation mit 54,0. Werte ≤ 53 repräsentieren also eine niedrigere kognitive Leistung, während ein Ergebnis ≥ 54 auf eine höhere kognitive Leistungsfähigkeit hinweist.

INT SW und FWL SW zeigten im Kolmogorov-Smirnov-Test keine Normalverteilung. Die standardisierten Werte für Tafel 2 waren wiederum normalverteilt.

Der Vergleich der Altersgruppen in Bezug auf den INT SW zeigte eine hoch signifikant ($p < 0,01$) niedrigere kognitive Leistungsfähigkeit in der Gruppe der über 55-Jährigen ($51,7 \pm 6,99$), während die Patienten bis einschließlich 44 Jahren die höchsten Werte erreichten ($57,2$

$\pm 7,11$). Es wurde ebenfalls ein signifikanter Altersunterschied zwischen den Gruppen mit niedriger und höherer Interferenzleistung festgestellt ($p < 0,05$). Bei den Patienten mit Interferenzwerten unter 54 ergab sich ein mittleres Alter von 54,4 ($\pm 9,96$) Jahren, während die Patienten, die eine höhere kognitive Leistung erzielten, im Mittel 46,4 ($\pm 11,16$) Jahre alt waren. Auch für die erste Testtafel des Farbwortlesens ergaben sich Altersunterschiede. So zeigte sich mit steigendem Alter eine signifikant abnehmende Lesegeschwindigkeit ($p < 0,01$). Ebenso sank mit dem Alter die Farbbenennungsgeschwindigkeit, was sich allerdings als nicht signifikant herausstellte.

Die höchste Interferenzleistung erzielten junge Frauen (≤ 44 Jahre) mit 58,5 ($\pm 8,35$), während Männer ≥ 56 Jahre mit 50,8 ($\pm 7,16$) die niedrigsten kognitiven Werte im FWIT nach Stroop erreichten. Zwar konnte für die weiblichen Patienten für alle drei Testtafeln eine etwas höhere Punktzahl als bei den Männern festgestellt werden, diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Die Tinnitusparameter zeigten auf beiden Ohren keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die kognitive Leistungsfähigkeit.

Die Hörminderung zeigte einen signifikanten Einfluss auf die kognitiven Parameter. Auf dem rechten Ohr hatten Patienten mit niedrigeren Interferenzwerten einen signifikant stärkeren Hörverlust (15,3 dB $\pm 9,08$) als Patienten, die eine bessere kognitive Leistung im FWIT nach Stroop zeigten (13,0 dB $\pm 10,52$). Auf dem linken Ohr erwiesen sich die Hörverlustunterschiede der Patienten mit niedrigerer Kognitionsleistung (17,5 dB $\pm 10,63$) und der Gruppe, die höhere Werte im Interferenzversuch erzielten (12,9 dB $\pm 11,01$), sogar als hoch signifikant ($p < 0,01$).

Es zeigte sich außerdem, dass die Bearbeitungsgeschwindigkeit aller drei Testtafeln mit stärkerem Hörverlust anstieg. Diese längere Bearbeitungszeit stellte sich allerdings nur auf dem linken Ohr für den Interferenzversuch als tendenziell signifikant ($p < 0,1$) heraus.

Grundsätzlich zeigten sich für die TF-Belastungsgrade niedrigere kognitive Werte bei der Patientengruppe im dekompenzierten Stadium. Die Lesegeschwindigkeit erreichte in der Gruppe mit kompensiertem Tinnitus einen Wert von 53,4 ($\pm 7,23$) und in der Gruppe mit dekompenziertem Tinnitus einen Wert von 49,3 ($\pm 6,68$). Patienten mit kompensiertem Tinnitus erreichten für die Farbenennungsvariable durchschnittlich einen Wert von 55,9 ($\pm 8,75$), während ein Score von 51,2 ($\pm 7,04$) für die Patienten im dekompenzierten Stadium

ermittelt wurde. Auch die Interferenzleistung ergab mit einem mittleren Wert von 54,6 (\pm 6,79) in der kompensierten Gruppe ein niedrigeres Mittel für die Patienten mit dekompenziertem Tinnitus (51,2 \pm 6,47). Während die kognitiven Unterschiede in den TF-Belastungsgraden für die Lese- und Farbbenennungsgeschwindigkeit ein signifikantes Ergebnis lieferte ($p < 0,01$ und $p < 0,05$), konnte für die unterschiedliche Interferenzleistung nur eine tendenzielle Signifikanz nachgewiesen werden ($p = 0,054$). Abbildung 20 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Einen hoch signifikanten Unterschied ergab jedoch der Vergleich des TF-Gesamtscores in den beiden Interferenzleistungsgruppen ($p < 0,01$). Patienten mit niedrigeren kognitiven Ergebnissen erzielten einen durchschnittlichen TF-Wert von 42,9 (\pm 15,53), während Patienten mit höheren kognitiven Leistungen im Mittel einen TF-Gesamtscore von 36,4 (\pm 17,19) erreichten.

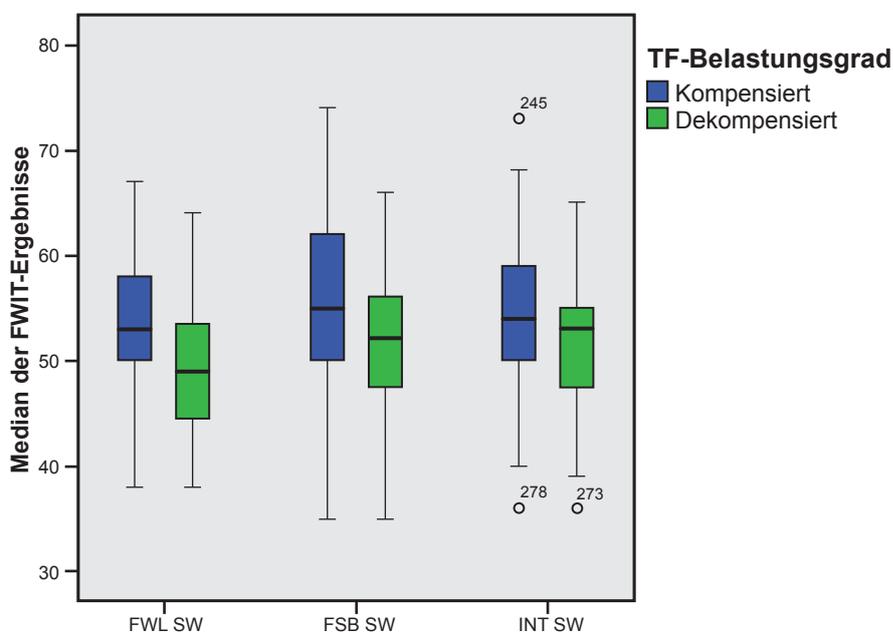


Abbildung 20: Der Einfluss von Tinnitusfragebogen-Belastungsgrad auf die Ergebnisse im Farbe-Wort-Interferenztest

Der PSQ-Gesamtwert zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Patienten mit niedrigerer und höherer Interferenzleistung. Allein für die PSQ-Subskala Freude konnte ein signifikant niedrigeres Ergebnis bei Patienten mit einer Kognitionsleistung unter 54 festgestellt werden ($p < 0,05$).

Für den SWOP ergab sich nur ein tendenziell signifikant höherer Mittelwert für die Subskala Selbstwirksamkeit bei den Patienten mit besseren kognitiven Ergebnissen ($p = 0,054$).

Beim Vergleich der beiden kognitiven Tests untereinander stellten sich, wie erwartet, starke Zusammenhänge heraus. Patienten mit einem Konzentrationsdefizit im d2-R zeigten eine hoch signifikant niedrigere kognitive Leistung im FWIT nach Stroop ($p < 0,001$). Patienten mit niedrigeren Interferenzwerten im FWIT erreichten ebenso hoch signifikant niedrigere Ergebnisse bei Bearbeitungsgeschwindigkeit im d2-R ($p < 0,01$), wie Patienten mit Konzentrationsdefizit im d2-R eine signifikant niedrige Lese- und Farbbenennungsgeschwindigkeit im FWIT aufwiesen ($p < 0,05$).

4.2 Explorative Statistik

Bei dem Vergleich der audiometrischen Messungen und unterschiedlichen Fragebögen untereinander und mit den Variablen Alter, Geschlecht, Ausbildungsgrad und Partnerschaft haben sich einige signifikante Unterschiede gezeigt. Mittels explorativer Statistik sollen diese Zusammenhänge näher untersucht werden.

4.2.1 Korrelation

Um die Stärke eines zuvor als signifikant eingestuften Zusammenhangs zwischen zwei normalverteilten Variablen zu untersuchen, wurde eine Korrelation nach Pearson durchgeführt. Bei nicht normalverteilten Werten fand die Korrelation nach Spearman Anwendung.

4.2.1.1 Korrelation der Tinnitusbelastung und der kognitiven Leistung

Die Korrelationsanalyse des TF-Gesamtscores und der kognitiven Leistungsparameter Konzentrationsleistung (KL SW) des d2-R und der Interferenzleistung (INT SW) des Farbe-Wort-Interferenztest ergibt eine signifikante, jeweils negative Korrelation, wie in Tabelle 22 dargestellt ist.

Tabelle 22: Korrelation des Gesamtscores des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller (TF) mit der Konzentrationsleistung (KL SW) und der Interferenzleistung (INT SW)

		KL SW	INT SW
TF	Korrelation nach Pearson	-,438**	
	Korrelation nach Spearman		-,313**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,001

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Während der Korrelationskoeffizient des TF-Scores zur Interferenzleistung mit $r = 0,313$ einen eher schwachen Zusammenhang zeigt, konnte für den TF-Score und die Konzentrationsleistung ein mittelgradiger Zusammenhang mit $r = 0,438$ festgestellt werden. Abbildungen 21 und 22 zeigen ein Streudiagramm der Werte für Konzentration bzw. Interferenzleistung im Vergleich mit dem TF-Gesamtscore.

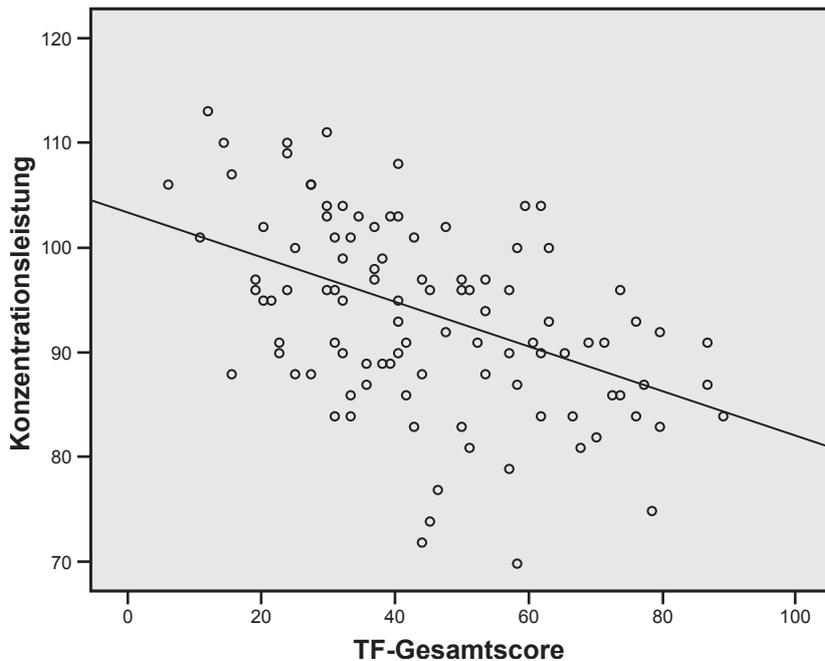


Abbildung 21: Korrelationsverhalten der Konzentrationsleistung zum Gesamtscore des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller mit $r = 0,552$ ($p < 0,01$)

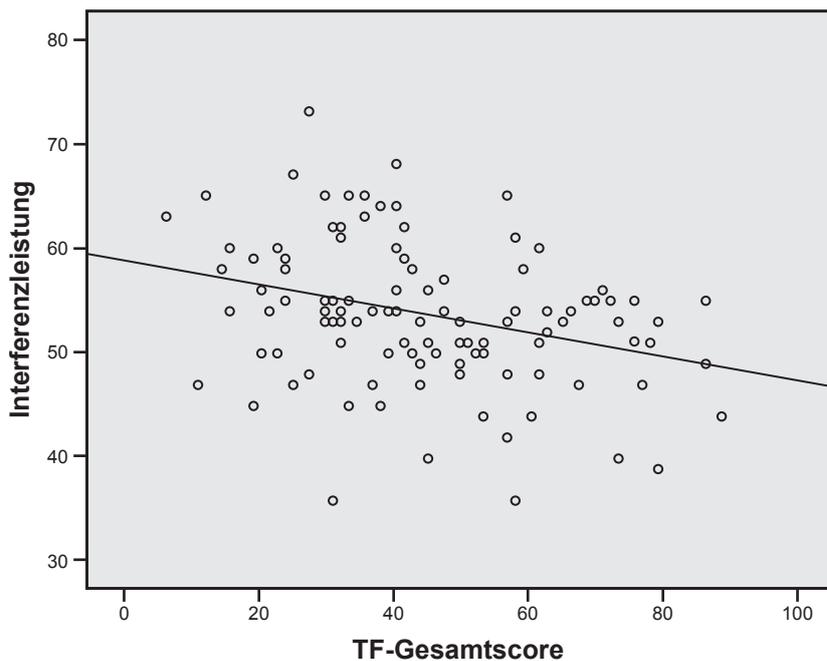


Abbildung 22: Korrelationsverhalten der Interferenzleistung zum Gesamtscore des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller mit $r = 0,313$ ($p < 0,01$)

Bis auf die Subskala Hörminderung zeigten alle TF-Subskalen signifikante Unterschiede für die kognitiven Parameter. Tabelle 23 zeigt die Zusammenhänge.

Tabelle 23: Korrelation der Subskalen des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller mit der Konzentrations- (KL SW) und Interferenzleistung (INT SW). Em = Emotionale Belastung, Co = Kognitive Belastung, PB = Psychische Belastung, InTi = Penetranz, Aku = Hörminderung, Sl = Schlafstörungen, Som = Somatische Beschwerden

TF-Subskalen	KL SW	INT SW
Em Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,379** ,000	-,238* ,014
Co Korrelation nach Pearson Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,427** ,000	-,232* ,016
PB Korrelation nach Pearson Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,414** ,000	-,248** ,010
InTi Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,386** ,000	-,253** ,008
Aku Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,176 ,071	-,183 ,059
Sl Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,408** ,000	-,280** ,004
Som Korrelation nach Spearman Signifikanz (2-seitig)	-,208* ,031	-,281** ,003

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Es zeigen sich erwartungsgemäß signifikante negative Korrelationen zwischen den TF-Subskalen und den kognitiven Parametern, außer für die Subskala Hörminderung (Aku). Der stärkste Zusammenhang wurde zwischen der kognitiven Belastung und der Konzentrationsleistung festgestellt ($r = 0,427$). Auch die Subskala Schlafstörungen zeigt mit $r = 0,408$ einen mittelgradigen Zusammenhang zu der Konzentrationsleistung.

4.2.1.2 Korrelation der Tinnitusbelastung und der Stressbelastung

Im Rahmen der deskriptiven Datenanalyse zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen TF-Gesamtscore und PSQ-Gesamtscore sowie der Pessimismus-Skala des SWOP. Die Korrelation nach Pearson ergab einen mittelgradigen positiven Zusammenhang zwischen TF und PSQ ($r = 0,447$) und die Korrelation nach Spearman zeigte mit $r = 0,240$ einen schwachen positiven Zusammenhang zwischen TF und Pessimismus. Tabelle 24 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 24: Korrelation des Tinnitusfragebogen-Gesamtscores mit dem Gesamtscore des Perceived Stress Questionnaires (PSQ) und der SWOP-Subskala Pessimismus

	PSQ	SWOP-PES
TF Korrelation nach Pearson	,447**	
Korrelation nach Spearman		,240*
Signifikanz (2-seitig)	,000	,013

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

4.2.1.3 Korrelation der Tinnitusbelastung und der Hörminderung

Bei der Korrelationsanalyse von Tinnitusbelastung und Hörverlust konnte für beide Ohren mittels Korrelation nach Spearman ein schwacher bis mäßiger positiver Zusammenhang festgestellt werden (Tabelle 25).

Tabelle 25: Korrelation des Tinnitusfragebogen-Gesamtscores mit dem Hörverlust beider Ohren

	Hörverlust rechts	Hörverlust links
TF Korrelation nach Spearman	,386**	,348**
Signifikanz (2-seitig)	,000	,000

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

4.2.1.4 Korrelation der kognitiven Leistung und der Hörminderung

Tabelle 26 zeigt die Ergebnisse der Korrelation von KL SW und INT SW mit der Hörminderung.

Tabelle 26: Korrelation des Hörverlust rechts und links mit der Konzentrationsleistung (KL SW) und der Interferenzleistung (INT SW)

	Hörverlust rechts	Hörverlust links
KL SW Korrelation nach Spearman	-,327**	-,252**
Signifikanz (2-seitig)	,001	,009
INT SW Korrelation nach Spearman	-,190*	-,291**
Signifikanz (2-seitig)	,049	,002

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Der Hörverlust auf beiden Ohren ist signifikant negativ mit der kognitiven Leistung korreliert. Auf dem rechten Ohr zeigt sich für die Konzentrationsleistung mit $r = 0,327$ eine mäßige Korrelation, während die Interferenzneigung nur sehr gering mit dem Hörverlust auf dem rechten Ohr korreliert ist ($r < 0,2$). Auf dem linken Ohr zeigt sich sowohl für die Konzentrationsleistung als auch für die Interferenzleistung ein schwacher Zusammenhang.

4.2.1.5 Korrelation der kognitiven Leistung und der Stressbelastung

Einzelne Subskalen des PSQ hatten einen tendenziell signifikanten Zusammenhang mit den kognitiven Faktoren gezeigt.

Tabelle 27: Korrelation der Stressparameter mit der Konzentrationsleistung (KL SW) und der Interferenzleistung (INT SW). SW = Selbstwirksamkeit, OPT = Optimismus, PES = Pessimismus, Sorg = Sorgen, Ansp = Anspannung, Freud = Freude, Anfor = Anforderung

		KL SW	INT SW
SWOP-SW	Korrelation nach Spearman	,178	,136
	Signifikanz (2-seitig)	,067	,164
SWOP-OPT	Korrelation nach Spearman	,055	,065
	Signifikanz (2-seitig)	,573	,505
SWOP-PES	Korrelation nach Spearman	-,077	-,067
	Signifikanz (2-seitig)	,430	,492
PSQ-Sorg	Korrelation nach Spearman	-,188	-,071
	Signifikanz (2-seitig)	,052	,466
PSQ-Ansp	Korrelation nach Spearman	-,199*	-,074
	Signifikanz (2-seitig)	,040	,449
PSQ-Freud	Korrelation nach Spearman	,262**	,214*
	Signifikanz (2-seitig)	,006	,027
PSQ-Anfor	Korrelation nach Spearman	,091	,113
	Signifikanz (2-seitig)	,353	,245
PSQ-Ges	Korrelation nach Pearson	-,129	
	Korrelation nach Spearman		-,040
	Signifikanz (2-seitig)	,185	,684

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Aus Tabelle 27 kann man entnehmen, dass sich keine signifikanten und auch nur sehr geringe Zusammenhänge ($r < 0,2$) zwischen den kognitiven Parametern und den SWOP-Subskalen zeigten. Auch der PSQ-Gesamtwert ergab einen nicht signifikanten und sehr schwachen negativen Zusammenhang. Einzig für die PSQ-Subskala Freude stellte sich für beide kognitiven Leistungsvariablen eine leichte positive Korrelation heraus.

4.2.2 Regressionsanalyse

Die Korrelationsanalyse gibt nur Aufschluss über die Stärke eines Zusammenhangs. Für die Untersuchung erklärender Faktoren für eine abhängige Variable wurde das Verfahren der Regression angewendet. Eine lineare Regression wurde für die Variablen TF-Gesamtscore, der das Belastungsmaß durch den Tinnitus widerspiegelt, und KL SW des d2-R, als Maß für die kognitive Leistungsfähigkeit, durchgeführt.

4.2.2.1 Regressionsmodell für die Konzentrationsleistung

Die Regressionsanalyse der Konzentrationsleistung in Bezug auf zuvor eruierte Einflussfaktoren machte die Entwicklung eines Erklärungsmodells möglich (Tabelle 28).

Tabelle 28: Regressionsmodell für die Konzentrationsleistung*. B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, Beta = standardisierter Koeffizient, Sig. = Signifikanz, R-Quadrat = Bestimmtheitsmaß, INT SW = Interferenzversuch Standardwert

	B	SE	Beta	Sig.	R-Quadrat
INT SW	,783	,133	,504	,000	0,548
Tinnituslautstärke links	-,111	,047	-,230	,021	
TF-Gesamtscore	-,111	,048	-,219	,025	
Hörverlust links	,181	,114	,225	,116	
Hörverlust rechts	-,181	,127	-,190	,158	
PSQ-Freude	,044	,040	,099	,272	

* Abhängige Variable

Mittels ANOVA wurde die Signifikanz des Gesamtmodells ermittelt, was sich als hoch signifikant herausstellte ($p = 0,000$). R-Quadrat gibt Aufschluss über die Erklärungsrate der Varianz und damit der Güte des Regressionsmodells. Mit 54,8% liegt es im mittleren Bereich. Als signifikante erklärende Variablen der Konzentrationsleistung erwiesen sich die Interferenzleistung ($p < 0,001$), die Tinnituslautstärke links ($p = 0,21$) und der TF-Gesamtscore ($p = 0,025$). Der standardisierte Koeffizient Beta ergibt sich aus dem Regressionskoeffizienten und dem Standardfehler und erlaubt eine Aussage über den Einfluss der einzelnen Variablen auf die Konzentrationsleistung. Mit einem positiven Wert hat die Interferenzleistung den höchsten Erklärungsanteil. Die Tinnitusbelastung anhand des TF-Gesamtscores zeigt in diesem Modell ebenfalls eine signifikante Korrelation. Mit einem Beta-Wert von -0,219 ergibt sich ein geringer, negativer Zusammenhang.

4.2.2.2 Regressionsmodell für die Tinnitusbelastung

Auch der TF-Gesamtscore sollte mittels linearer Regression auf seine möglichen Einflussfaktoren hin geprüft werden (Tabelle 29).

Tabelle 29: Regressionsmodell für den TF-Gesamtscore* als Maß für die Tinnitusbelastung. B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, Beta = standardisierter Koeffizient, Sig. = Signifikanz, R-Quadrat = Bestimmtheitsmaß, FWL SW = Farbwörterlesen Standardwert

	B	SE	Beta	Sig.	R-Quadrat
PSQ-Anspannung	,350	,066	,399	,000	0,474
KL SW	-,503	,169	-,244	,004	
Hörverlust links	,349	,199	,222	,004	
SWOP-PES	,131	,061	,161	,032	
FWL SW	-,347	,212	-,133	,105	

* Abhängige Variable

Das Regressionsmodell für die Tinnitusbelastung zeigt mit R-Quadrat = 0,474 ebenfalls eine mittlere Güte des Regressionsmodells. Auch die Signifikanz des Gesamtmodells ist mit $p < 0,001$ sehr hoch. Die PSQ-Subskala Anspannung als Maß für Erschöpfung und das Fehlen körperlicher Entspannung im Rahmen der Stressbelastung und die Hörminderung auf dem linken Ohr zeigen beide eine hoch signifikant positive Korrelation mit dem TF ($p < 0,001$ und $p < 0,01$). Ebenfalls eine hoch signifikante negativ korrelierte Einflussgröße auf die Tinnitusbelastung ist mit $p = 0,004$ die Konzentrationsleistung. Die Pessimismus-Skala des SWOP zeigt eine signifikante, aber nur schwach positive Korrelation. Ein sehr schwach negativer Zusammenhang mit der Tinnitusbelastung ergibt sich für die Geschwindigkeit des Farbwörterlesens im FWIT nach Stroop, die in diesem Modell keinen signifikanten Einfluss zeigt ($p > 0,05$).

5. Diskussion

Im Folgenden werden die erhobenen Daten den Ergebnissen vergleichbarer Studien gegenübergestellt. Dabei sind die soziodemographische Verteilung und die Analyse des Hörverlusts, der Stress- und Tinnitusbelastung sowie der kognitiven Parameter von besonderem Interesse.

5.1 Analyse der Alters- und Geschlechterverteilung

Das durchschnittliche Alter der untersuchten Stichprobe war 51 Jahre. In vergleichbaren Studien, die an Tinnitus erkrankte Patienten untersuchten, konnte eine ähnliche Altersverteilung festgestellt werden [15].

Die hier verwendete Patientenstichprobe bestand zu 54,2% aus weiblichen und zu 45,8% aus männlichen Tinnituspatienten. In anderen Arbeiten wird demgegenüber eine etwas höhere Prävalenz von Tinnitus unter Männern beobachtet [1, 15].

Die soziodemographischen Daten lassen sich insgesamt mit den Verteilungen in anderen Arbeiten annähernd vergleichen.

5.2 Analyse des Hörverlusts

Patienten mit chronisch dekompensiertem Tinnitus leiden zum überwiegenden Teil auch an einer unterschiedlich stark ausgeprägten Hörminderung, die mit zu den Ursachen von Tinnitus gezählt werden [27]. Oftmals zeigt sich der Tinnitus als erstes Anzeichen einer Hörstörung [48]. Daher sind die audiologischen Messergebnisse bei Tinnituspatienten besonders wichtig.

Der Hörverlust bei der Patientenstichprobe war auf dem linken Ohr signifikant stärker als auf dem rechten. Auch in anderen Studien konnte auf dem linken Ohr eine deutlich stärkere Hörminderung erfasst werden. Seydel et al. [110] untersuchten 2013 die Tinnitusbelastung geschlechtervergleichend in Abhängigkeit von Alter und Tinnitusdauer. Die Auswertung der Hörfähigkeit mittels Tonschwellenaudiometrie ergab ebenfalls eine signifikant eingeschränkte Hörleistung auf dem linken im Vergleich zum rechten Ohr. In Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass eine Seitendominanz nicht nur bei dem Gebrauch der Hände, sondern auch beim Hören besteht. Kimura [111] konnte mittels dichotischer Darbietung von verbalen Reizen eine Rechtsohrdominanz bei linkshemisphärisch sprachdominanten Personen zeigen, was durch die überwiegend kontralaterale Projektion auditiver Reize erklärt wird. Die meisten Menschen weisen unabhängig von ihrer Händigkeit eine sprachdominante linke Hemisphäre auf [112]. Denkbar wäre eine, bedingt durch die

Ohrigkeit und analog zur Händigkeit, verstärkte Ausbildung und ein präziserer Einsatz der Mittelohrmuskulatur (Musculus stapedius und tensor tympani) im rechten Ohr. Die stärkere Hörminderung im linken Ohr könnte dadurch erklärt werden, dass ein weniger differenzierter Einsatz der Mittelohrmuskulatur links einen geringeren Schutz vor zu hohen Schalldrücken bedeutet und das linke Ohr daher anfälliger ist sowohl für akute Lärmtraumata als auch für Lärm im Alltag.

Bei dem verwendeten Patientenkollektiv konnte in 72% der Fälle eine Normakusis gemessen werden, während 22,4% auf mindestens einem Ohr eine geringgradige und 5,6% eine mittelgradige Schwerhörigkeit aufwiesen. Diese Ergebnisse weichen von anderen Studien ab, wo ein deutlich größerer Anteil an Hörminderung unter Tinnituspatienten festgestellt wurde. Studien, in denen kognitive Fähigkeiten bei Tinnituspatienten getestet wurden, konnten einen höheren Anteil an Patienten mit einer Hörminderung feststellen. Bei Das et al. [82] zeigten 86% der Stichprobe keine Normakusis und Pierce et al. [83] ermittelten bei 71,4% der Tinnituspatienten eine Schwerhörigkeit. In beiden Arbeiten wurde jedoch eine andere Einteilung der Schwerhörigkeitsgrade verwendet. Die Normakusis war in diesen Studien mit Werten bis 15 dB [82] und bis 10 dB [83] definiert worden. Es zeigte sich auch ein Zusammenhang von Tinnitus und Hörminderung im Frequenzbereich. Beide Phänomene wiesen ein Maximum im Bereich von 6 bis 8 kHz auf. Die Übereinstimmung der Tinnitusfrequenz mit der des maximalen Hördefizits ließ sich folglich auch in der vorliegenden Arbeit nachweisen.

5.3 Analyse der Tinnitusparameter

Es zeigte sich ein überwiegendes Auftreten des Tinnitus auf dem linken Ohr. 38,3% nahmen ihr Ohrgeräusch dort am lautesten wahr. Ein Überwiegen des Tinnitus auf der linken Seite konnte auch im Jahr 1999 in einer von Pilgramm et al. durchgeführten epidemiologischen Studie zu Tinnitus in Deutschland gezeigt werden [15]. Analog zum Tinnitus wurde in der vorliegenden Arbeit auch der stärkste Hörverlust in der Mehrheit der Fälle auf dem linken Ohr nachgewiesen. Diese Beobachtung lässt sich mit der Annahme erklären, dass ein vorgeschädigtes Ohr anfälliger für pathologische Prozesse der Hörbahn ist und die Entstehung eines Ohrgeräusches begünstigt.

Bei der Tinnitusqualität überwog die Angabe eines pfeifenden Ohrgeräusches, während ein Rauschen am zweithäufigsten wahrgenommen wurde. Dieses Phänomen könnte im Zusammenhang mit der Tinnitusfrequenz stehen.

Auf beiden Ohren konnte mehrheitlich ein hochfrequenter Ton im Bereich von 6 bis 8 kHz eruiert werden. In anderen Studien wurde ebenfalls bei den meisten Patienten ein Tinnitus in höheren Frequenzbereichen gemessen [88, 89]. Weiterhin konnte ein Zusammenhang zwischen der Tinnitusfrequenz und der Frequenz der stärksten Hörminderung verzeichnet werden, die sich beide im Bereich von 6 bis 8 kHz befanden. Auch in anderen Studien konnte dieser Zusammenhang gezeigt werden [113].

Für die Tinnituslautheit wurde auf dem rechten Ohr ein medianer Wert von 32,5 dB HL und auf dem linken ein etwas höherer Wert von 38,5 dB HL gemessen.

Die Tinnitusintensität in dB SL wird aus der Tinnituslautheit und der Hörschwelle berechnet und stellt daher einen aussagekräftigeren Wert dar. Der Großteil der Stichprobe nahm ihren Tinnitus mit Intensitäten von 0 - 4 dB SL wahr. Nur in 5,1 % der Fälle wurde ein Wert über 15 dB SL errechnet. Ähnliche Ergebnisse konnten in einer Studie von Martines et al. [114] gemessen werden.

5.4 Analyse der Stressbelastung

Stress wurde bereits in zahlreichen Studien als Auslöser für Tinnitus und Modulator in der Tinnitusverarbeitung diskutiert [115, 116]. In einer Studie von Stobik et al. [56] gaben 49% der Tinnituspatienten Stress als subjektiv ursächlichen Faktor ihrer Erkrankung an. Insgesamt errechnete sich ein durchschnittlicher PSQ-Gesamtscore von 45, was im Bereich der geringen Stressbelastung anzusiedeln ist. Entsprechende Ergebnisse wurden in einer Studie von Seydel et al. [117] ermittelt.

Es errechnete sich, wie in anderen Studien, eine geringere Stressbelastung bei Patienten über 55 Jahren, während Patienten mittleren Alters (45 bis 55 Jahre) die höchste Stressbelastung aufwiesen [118]. Ähnliche Ergebnisse fanden sich in einer Studie von Seydel et al. [117], wo die Stressbelastung von Tinnituspatienten unter 50 Jahren stärker empfunden wurde als bei älteren. Diese Beobachtung könnte insbesondere auf die berufliche Belastung zurückzuführen sein. Ein Hinweis darauf ist, dass die individuelle Stressempfindung mit dem Rentenalter abnimmt. Außerdem könnte bei Tinnituspatienten im dekompensierten Stadium durch die starke Belastung aufgrund des Tinnitus ein sozialer Rückzug erfolgen, der im Alter kulturell eher akzeptiert wird und zu weniger psychosozialen Stress führt. Ein Zusammenhang von sozialem Rückzug und einer Neigung zu erhöhter Stressanfälligkeit bei an Tinnitus erkrankten Patienten konnte in einer Untersuchung von Welch und Dawes [119] nachgewiesen werden. Dabei wurden bei Patienten mit starker Tinnitusbelastung ein erhöhter sozialer Rückzug und eine stärkere Entfremdung in ihrem sozialen Umfeld festgestellt.

Auch bei dem Geschlecht zeigte sich ein Zusammenhang zur Stressbelastung. Bei Frauen wurde durchschnittlich eine hohe Stressbelastung (>45) gemessen, während Männer im Mittel eine geringe Belastung durch Stress empfanden. Diese Ergebnisse sind wiederum konform mit denen von Seydel et al. [117]. Diskutiert werden geschlechtsspezifische Bewältigungsstrategien für Stress. Während Männer problemorientierter denken, herrschen bei Frauen emotional orientierte Copingmechanismen vor [120].

Eine besondere Bedeutung muss der Betrachtung der Stresslevels von Patienten mit kompensiertem im Vergleich zu Patienten mit dekompenziertem Tinnitus zukommen. Es zeigte sich mit 52,6 ein signifikant höherer Wert bei Patienten mit dekompenziertem Tinnitus. In den Subskalen Sorgen und Anspannung erzielten Tinnituspatienten im dekompenzierten Stadium signifikant höhere, in der Subskala Freude deutlich niedrigere Werte als Patienten mit kompensiertem Tinnitus. Diese Verteilung ist konform mit den Ergebnissen in anderen Studien, die PSQ-Ergebnisse mit der Tinnitusbelastung verglichen [31].

Der SWOP wurde zusätzlich zum PSQ in die Betrachtungen einbezogen, um einen umfassenderen Einblick in das Stresserleben von Tinnituspatienten zu bekommen. Die Subskala Selbstwirksamkeit gibt Aufschluss über die Kontrollerwartung der Patienten, während die generelle Ergebniserwartung durch die Skalen Optimismus und Pessimismus abgeschätzt werden kann. Konform mit einer Arbeit von Scholler et al. [101] konnte ein Anstieg insbesondere des Pessimismus mit dem Alter beobachtet werden. Auch der Dekompensationsgrad wurde mit den SWOP-Ergebnissen verglichen. Es zeigte sich bei Patienten mit dekompenziertem Tinnitus niedrigere Werte für Selbstwirksamkeit und Optimismus sowie signifikant höhere Werte für Pessimismus.

5.5 Analyse der Tinnitusbelastung

Der Tinnitusfragebogen nach Goebel und Hiller ist eine standardisierte Möglichkeit, den Schweregrad der Tinnitusbelastung einzuschätzen. Das durchschnittliche Ergebnis der 107 Patienten war ein Wert von 37,7 und der Median lag bei 35,0. Entsprechend wurde in der Arbeit von Mazurek et al. [34] ein Mittelwert von 34,2 festgestellt. In einer Arbeit von Hesse et al. [121] wurden ausschließlich stationär aufgenommene Tinnituspatienten betrachtet, die mit einem Wert von 46,6 durchschnittlich ein stärkeres Maß an Dekompensation aufwiesen. Der Kompensationsgrad stellt einen entscheidenden Faktor für die Inanspruchnahme von ärztlicher Hilfe dar, wobei mit steigender Schwere der Dekompensation eine stationäre Therapie erforderlich sein kann [121].

Ein dekompensiertes Stadium der Tinnitus-erkrankung konnte bei 29,9% der Strichprobe festgestellt werden. Diese Ergebnisse finden sich auch in ähnlichen Studien [122]. Die Ursache für diese Verteilung könnte darin liegen, dass die untersuchten Daten von Patienten der Tinnitus-Tagesklinik im Rahmen einer ambulanten Therapie stammten.

Während das Geschlecht keine Auswirkung auf die Tinnitusbelastung hatte, konnte in der Altersgruppe über 55 Jahre ein höherer TF-Gesamtscore ermittelt werden als bei jüngeren Patienten. Diese Beobachtungen können durch die Ergebnisse einer Studie von Hiller und Goebel [123] bestätigt werden. Dabei wurden 4995 Tinnituspatienten untersucht und es zeigte sich eine signifikant stärkere Tinnitusbelastung bei Patienten über 50 Jahren. Ältere Patienten scheinen sich stärker durch ihren Tinnitus beeinträchtigt zu fühlen. Eine denkbare Erklärung wäre, dass im Alter, bedingt durch Presbyakusis, im Allgemeinen eine stärkere Hörminderung besteht, so dass ein Ohrgeräusch generell prominenter wahrgenommen wird. Die verminderten Kompensationskapazitäten könnten auf die steigende Multimorbiditätsrate unter älteren Patienten zurückzuführen sein. Insbesondere Komorbiditäten wie Depression, Schlaf- und Angststörungen könnten eine Rolle spielen [56].

Auch der Grad der Hörminderung hatte einen Einfluss auf die wahrgenommene Tinnitusbelastung. Mit steigendem Hörverlust konnte eine stärkere Belastung verzeichnet werden. Ursächlich könnte eine Fokussierung auf das Ohrgeräusch aufgrund der abnehmenden Geräuschkulisse sein [124]. Analog dazu konnte in einer Studie von Olze, Zahnert und Hesse [125] gezeigt werden, dass durch den Ausgleich der Hörminderung mittels Hörgeräten bei Tinnituspatienten die subjektive Belastung durch den Tinnitus gesenkt werden konnte. Die Korrelationsanalyse von Tinnitusbelastung und Hörminderung ergab einen mäßigen positiven Zusammenhang, der mit $p < 0,001$ hoch signifikant war. Eine etwas schwächere Korrelation mit $r = 0,17$ ($p < 0,01$) konnten Mazurek et al. [122] feststellen.

5.6 Analyse der kognitiven Fähigkeiten

In den vergangenen Jahren wurde in der Tinnitusforschung vermehrt ein Zusammenhang von kognitiven Defiziten und Tinnitus untersucht [79-91].

Insgesamt konnte in der vorhandenen Literatur eine signifikante Kognitionseinschränkung bei Tinnituspatienten im Vergleich zu nicht an Tinnitus erkrankten Personen gezeigt werden. Besonders eindrucksvoll wurde dieser Zusammenhang in der Studie von Jackson et al. [81] gezeigt. Die kognitive Leistung einer gesunden Kontrollgruppe wurde mit der von Tinnituspatienten, die aufgrund ihrer Erkrankung explizit keine Hilfe in Anspruch nahmen, verglichen. Es handelte sich in 95,5% der Fälle um Patienten mit einem kompensierten

Tinnitus, nur bei 4,5% konnte ein dekompensiertes Stadium festgestellt werden. Trotz der geringgradigen Tinnitusbelastung, die mittels Subjective Tinnitus Severity Scale (STSS) gemessen wurde, konnte in der Tinnitusgruppe eine signifikant verminderte Leistung in kognitiven Tests ermittelt werden. Auch in anderen Studien [83, 89, 90] wurde eine stärkere kognitive Beeinträchtigung bei Patienten mit Tinnitus beobachtet, wobei der Belastungsgrad durch die Tinnituserkrankung keine nähere Betrachtung fand.

Kognitive Fähigkeiten sind vielfältig und umfassen verschiedenste Prozesse wie Konzentration, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Sprache und Auffassungsvermögen. Diese Vielfalt zeigt sich auch in den unterschiedlichen Messinstrumenten für Kognition in den Studien, die kognitive Fähigkeiten bei Tinnituspatienten betrachtet haben [79-90]. In der vorliegenden Arbeit wurde die Interferenzneigung anhand des Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach Stroop und die Konzentrationsleistung mittels Test d2 – Revision (d2-R) untersucht.

Im Folgenden sollen die kognitiven Ergebnisse in Bezug auf Alter, Geschlecht, Tinnitus- und Stressbelastung mit ähnlichen zu diesem Thema durchgeführten Studien verglichen werden. Außerdem wird versucht eventuelle Abweichungen der Ergebnisse zu erklären.

49,5% der Patientenstichprobe zeigte eine nach Empfehlung der Testanweisung definierte Konzentrationsschwäche im d2-R. Damit konnten zwei fast exakt gleich große Gruppen miteinander verglichen werden.

Bei der Interferenzleistung im FWIT nach Stroop zeigten 2,8% der Patienten eine starke kognitive Einschränkung. Dieses Instrument testet insbesondere die präfrontale Kognition, die bei der untersuchten Patientengruppe deutlich weniger beeinträchtigt war als die allgemeine Konzentrationsleistung. Eine mögliche Ursache ist das Überwiegen der Patientengruppe mit kompensiertem Tinnitus. Durch stärkere Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die vorliegende Aufgabe, die in ihrer Komplexität anspruchsvoller ist als der einfachere Test d2 – Revision, scheint die akute Beeinträchtigung durch den Tinnitus bei den meisten Tinnituspatienten im kompensierten Stadium keine entscheidende Rolle gespielt zu haben. Gleichsam konnte gezeigt werden, dass mit der Schwere der Tinnitusbelastung auch die Interferenzleistung signifikant abnimmt. Dies könnte mit einer verminderten Kompetenz der Aufmerksamkeitsfokussierung durch die Dekompensation des Tinnitus zusammenhängen. Die Überlegungen lassen sich mit den Ergebnissen anderer Studien vereinbaren [85, 86]. In anderen Studien konnte eine starke Abhängigkeit der kognitiven Leistung von dem

Bildungsgrad der Testpersonen nachgewiesen werden. Bäumler [107] stellte einen signifikanten Zusammenhang von der im FWIT nach Stroop gemessenen kognitiven Leistung und dem Bildungsgrad der Testpersonen fest. Auch eine Studie von Tun und Lachmann [126] zeigt insbesondere bei komplexeren kognitiven Aufgaben einen signifikanten Zusammenhang von Bildungsgrad und Interferenzleistung. In der vorliegenden Arbeit wurde zwar eine Stichprobe untersucht, die mit über 50% einem hohen Anteil an Hoch- und Fachhochschulabsolventen enthielt, die im Vergleich zu Testpersonen mit niedrigerem Bildungsgrad eine höhere Interferenzleistung zeigten. Dieser Zusammenhang stellte sich allerdings als nicht signifikant heraus.

Mit steigendem Alter wurde ein zunehmendes Konzentrationsdefizit erfasst. Während Patienten bis einschließlich 44 Jahren eine annähernd durchschnittliche Konzentrationsleistung aufwiesen, lag das Ergebnis der mittleren (45 – 55 Jahre) und älteren Altersgruppe (≥ 56 Jahre) im leicht verminderten Bereich. Auch für die Interferenzleistung wurden in der Altersgruppe der ältesten Patienten die niedrigsten Werte ermittelt. Die Abhängigkeit der kognitiven Leistung vom Alter wurde in anderen Studien ebenfalls aufgezeigt. Tun und Lachmann [126] erfassten ein signifikantes kognitives Defizit im Alter. Die Kognition wurde dabei mit einem Messinstrument untersucht, welches unter anderem die Interferenzleistung testet.

Die weiblichen Tinnituspatienten konnten insgesamt eine etwas bessere kognitive Leistung erbringen als die Männer, was sich jedoch nicht als signifikant herausstellte. Insgesamt zeigten Frauen unter 45 Jahren die höchste Konzentrationsleistung. Diese Beobachtung bestätigt auch eine Studie von Plotek et al. [127], in der kognitive Fähigkeiten bei gesunden Probanden in Bezug auf Alter, Geschlecht und Bildung untersucht wurden. Dabei wurde die Geschwindigkeit, in der auf einem Blatt verteilte Zahlen und Buchstaben in aufsteigender Reihenfolge verbunden wurden, als kognitiver Vergleichsparameter herangezogen. Die weiblichen Studienteilnehmer zeigten eine signifikant bessere kognitive Leistung. Eine mögliche Erklärung ist, dass Frauen in stressigen Situationen eine bessere Konzentrationsfähigkeit besitzen. Da die kognitiven Testungen am Aufnahmetag einer 7-tägigen ambulanten Therapie im Rahmen von vielen anderen Untersuchungen durchgeführt wurden, waren die Probanden in einer für sie unbekanntem Situation, in der sie eine möglichst gute Leistung erbringen sollten. In einer Studie von Guenzel, Wolf und Schwabe [128] konnte gezeigt werden, dass Frauen in ihrer kognitiven Leistung signifikant weniger durch Stress

beeinträchtigt waren als Männer. Eine aktuelle Studie aus China mit 17.708 Teilnehmern von Lei et al. [129] zeigt demgegenüber eine bessere Kognitionsleistung der Männer. Dies könnte durch kulturelle Bedingungen erklärt werden, wonach Frauen in China insgesamt eine geringere Bildung erfahren als Männer. Diese Vermutung wurde bestätigt, als man Männer und Frauen mit gleicher Bildung verglich und die Frauen keine Konzentrationseinbußen zeigten.

Die niedrigsten Werte in den kognitiven Parametern erzielten in der vorliegenden Arbeit sowohl für die Konzentrationsleistung als auch für die Interferenzleistung Männer ab 45 Jahren. Diese Beobachtung verdeutlicht die Notwendigkeit bei einer höheren Inzidenz von Tinnitus unter der männlichen Bevölkerung [1] die Kognition als Einflussfaktor bei Tinnituspatienten besser einschätzen zu können.

Die Konzentrationsleistung der untersuchten Tinnituspatienten konnte mit dem Hörvermögen in Verbindung gebracht werden. Personen mit einer Konzentrationsschwäche zeigten eine signifikant stärkere Hörminderung. Auf dem rechten Ohr ergab sich mit $r = 0,327$ ($p < 0,01$) eine relativ schwache negative Korrelation. In der Arbeit von Pierce et al. wurde auch ein Vergleich von Hörminderung und Kognition in Tinnituspatienten durchgeführt. Es zeigte sich zwar ein Zusammenhang von Hörverlust und Kognitionseinbußen, jedoch wird dieser durch das Alter der Patienten erklärt. Presbyakusis ist ein Phänomen mit einer hohen Prävalenz in der älteren Bevölkerung und es wurde in zahlreichen Studien gezeigt, dass Hörminderung, insbesondere im Alter, mit Kognitionseinschränkungen einher geht. In einer Studie von Grossman et al. [130] wurde bei Patienten mit Hörminderung mittels MRT-Untersuchungen im präfrontalen Cortex eine vermehrte kompensatorische Aktivität bei Sprachverarbeitung nachgewiesen. Diese vermehrte kognitive Belastung könnte eine Einschränkung der kognitiven Kapazitäten bei Patienten mit beeinträchtigtem Hörvermögen erklären.

In Bezug auf die Stressbelastung im PSQ konnten zwar etwas höhere Werte bei Patienten mit eingeschränkter Konzentrationsleistung errechnet werden, was sich insbesondere in höheren Anspannungs- und niedrigeren Freude-Ergebnissen darstellte. Dieser Zusammenhang zeigte allerdings keine statistische Signifikanz. Auch die Zusammenhänge von SWOP und Konzentration wurden als nicht signifikant eingestuft. Hier zeigten sich bei Patienten mit Kognitionsdefizit leicht erhöhte Werte in der Pessimismus-Skala und etwas niedrigere für Selbstwirksamkeit und Optimismus. In einer Studie von Koh, Park und Cho [131] wurde ein

prädiktiver Wert von Stressbelastung für kognitive Reaktionen in Bezug auf Stress nachgewiesen.

Patienten mit dekompenziertem Tinnitus demonstrierten signifikant stärkere Konzentrationseinschränkungen als Patienten, die ihren Tinnitus als weniger belastend einschätzten. Damit konform zeigte sich auch bei Patienten mit einer schwächeren Konzentrationsleistung ein signifikant höherer Tinnitusbelastungsgrad. Nur in der Arbeit von Kohl [84] wurde ebenfalls der d2-Test zur Untersuchung der Konzentrationsleistung bei Probanden mit Ohrgeräuschen verwendet. Sie betrachtete in ihrer Studie die Zusammenhänge von Ohrgeräuschen in einer Studienpopulation von Kindern und Jugendlichen (10 bis 19 Jahre). Bei 57,6% der Schüler wurde ein Ohrgeräusch erfragt. Im Gegensatz zu der vorliegenden Studie konnte bei Kohl kein signifikanter Zusammenhang zwischen Tinnitusbelastung und der Konzentrationsleistung festgestellt werden. Mögliche Ursachen lassen sich in der Feststellung des Ohrgeräusches finden, die ausschließlich mittels subjektiver Befragung erlangt wurde, anstatt audiologische Testungen durchzuführen. Nur 1,2% der Kinder erklärten an Tinnitus zu leiden, während 57,6% angaben, schon einmal ein Ohrgeräusch wahrgenommen zu haben. Der standardisierte Tinnitus Handicap Inventory wurde zum Zweck der Befragung der sehr jungen Studienteilnehmer verkürzt und die Fragenformulierung angepasst. Dadurch konnte die Verständlichkeit der Fragen für Kinder sichergestellt werden, allerdings sind die Ergebnisse weniger gut auf die Ergebnisse anderer Studien übertragbar. Zum Einen könnte die fehlende Korrelation von Kognition und Ohrgeräuschen auf die nicht sicher feststellbare Tinnitus-symptomatik unter den Befragten zurückzuführen sein. Zum Anderen könnten die abweichenden Ergebnisse auf die deutlich jüngeren Probanden der Stichprobe zurückzuführen sein.

Ein Zusammenhang zum Tinnitusbelastungsgrad konnte auch für die Interferenzleistung nachgewiesen werden. Patienten mit niedrigeren kognitiven Ergebnissen im Farbe-Wort-Interferenztest zeigten eine signifikant stärkere Belastung durch ihre Tinnituserkrankung im TF nach Goebel und Hiller. Diese Beobachtung entspricht weitgehend den Ergebnissen in anderen Arbeiten zu diesem Thema, was im Folgenden ausgeführt wird.

Jackson et al. [81] konnten eine signifikante Korrelation der Tinnitusbelastung, gemessen mittels Subjective Tinnitus Severity Scale (STSS), und der kognitiven Leistungsfähigkeit feststellen. Die kognitiven Parameter stammten aus einem Test für Interferenzleistung nach Stroop, in dem Reaktionszeit und Fehlerrate berücksichtigt wurden, und der Vienna

determination task (VDT), die ursprünglich als Messinstrument für Reaktionszeit bei alkoholisierten Personen angewendet wurde.

In der Arbeit von Das et al. [82] konnte eine signifikante mittelgradige Korrelation von Kognitionseinschränkung in Form von Aufmerksamkeit und kognitiver Verarbeitungsgeschwindigkeit akustischer Reize mit dem Tinnitusbelastungsgrad gezeigt werden. Der verwendete Brain Speed Test (BST) hat den Nachteil, dass er nur aussagekräftige Ergebnisse bei Patienten mit einer höheren Tinnitusbelastung liefert.

In einer Studie von Stevens et al. [85] konnten signifikante kognitive Einschränkungen bei Tinnituspatienten, insbesondere bei anspruchsvolleren und unbekannteren Aufgaben, festgestellt werden. Erklärt wurde diese Beobachtung mit einer verminderten Aufmerksamkeit bei der Ausführung kognitiver Aufgaben, da der Tinnitus einen Teil der Sinnesleistung für sich beansprucht. Eine Provokation dieser Aufmerksamkeit auf den Tinnitus wurde zu Beginn der kognitiven Testung durchgeführt.

Rossiter et al. [86] untersuchte eine Gruppe von Tinnituspatienten mit geringgradiger Tinnitusbelastung auf ihre Kognition. Dabei wurden kognitive Tests in Form von Reaktionstestung für Worterkennung und Kategorisierung durchgeführt, was insbesondere das Arbeitsgedächtnis überprüfte. Außerdem wurde ein Fragebogen erhoben, der das Aufmerksamkeitsverhalten der Patienten im Alltag eruieren sollte. Dabei zeigte sich, dass Tinnitus kontrollierte, jedoch weniger automatisierte kognitive Aufgaben beeinträchtigt. Patienten mit stärkerer Tinnitusbelastung wiesen auch schwerwiegendere Einschränkungen in den kognitiven Tests auf. Um kognitive Fähigkeiten zu erhalten, empfehlen die Autoren daher das Üben und Wiederholen von komplexen und unbekannteren kognitiven Prozessen, um Automatismen zu entwickeln, die bei stärkerer Tinnitusbelastung weniger anfällig sein könnten [86]. In der Arbeit von Rossiter et al. wurde auch Angst als Einflussfaktor für Kognition untersucht, konnte aber nicht bestätigt werden [86].

Auch in einer Arbeit von Pierce et al. [83] wurde die Erkenntnis erlangt, dass anspruchsvollere kognitive Aufgaben von Patienten mit dekompenziertem Tinnitus durch Wiederholung trainierbar waren und sich die Ergebnisse denen der Kontrollgruppe annäherten. Insgesamt konnte ein signifikanter Einfluss von Tinnitus auf kognitive Fähigkeiten, insbesondere das Gedächtnis von gehörten Wörtern, festgestellt werden. Die untersuchten Patienten wiesen einen sehr hohen Wert im Tinnitus Handicap Inventory auf, litten also an einem dekompenzierten Tinnitus, und wurden mit gesunden Kontrollen verglichen. Die Kognitionseinschränkungen wurden nicht zusätzlich mit dem Dekompensationsgrad korreliert.

Eine Studie von Lee et al. [88] konnte nachweisen, dass Kognitionsprozessen eine besondere Bedeutung im Zusammenhang mit der psychologischen und emotionalen Anpassungsleistung an das Ohrgeräusch zukommt und die empfundene Belastung wesentlich davon abhängt. So konnte ein signifikanter Einfluss von kognitiven Prozessen (insbesondere katastrophale Gedanken) auf die Tinnitusbelastung gezeigt werden.

Andersson et al. [90] konnten schon im Jahr 2000 einen Zusammenhang zwischen Tinnitus und einer Kognitionseinschränkung im emotionalen Stroop feststellen. Diese verminderte Interferenzleistung wurde durch veränderte zentrale Prozesse im Gegensatz zu fehlenden auditorischen Ressourcen erklärt. Die Korrelation erwies sich jedoch als nicht signifikant. Eine Ursache dafür könnten die unterschiedlichen Gruppengrößen der Tinnituspatienten und entsprechenden Kontrollen gewesen sein. Auch die elektronische Bearbeitung der kognitiven Aufgaben mit einer unterschiedlichen Affinität der Patienten zum Arbeiten an einem Computer mag Einfluss auf die Ergebnisse genommen haben.

Auch in der Arbeit von Pace und Zhang [91] konnte keine Korrelation zwischen Kognition und Tinnitus gefunden werden. Das Hauptaugenmerk liegt in dieser Studie auf der Möglichkeit, bei Ratten nach Lärmexposition zuverlässig einen Tinnitus festzustellen und von den Tieren zu differenzieren, die kein Ohrgeräusch entwickelt haben. Eine Erklärung, weshalb keine Korrelation von Tinnitus und kognitiven Leistungen in Form von räumlicher Orientierung gemessen werden konnte, ist eventuell die kurze Dauer des Tinnitus von nur sechs Wochen zum Zeitpunkt der kognitiven Testung. In sämtlichen Studien zu diesem Thema hatte das Ohrgeräusch in der Stichprobe durchschnittlich deutlich länger bestanden.

Wichtig für die Erklärung der Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit sind auch strukturelle neurokognitive Veränderungen. Schon 1999 konnte in einer Studie von Mirz et al. [132] mittels MRT-Untersuchungen unter anderem eine verstärkte Aktivierung des präfrontalen Cortex und des Limbischen Systems während der Wahrnehmung eines Tinnitus nachgewiesen werden. Beide neuronalen Strukturen sind an der Aufmerksamkeitskontrolle, an Gedächtnisprozessen und an der emotionalen Verarbeitung beteiligt. Die Beobachtungen entsprechen dem Tinnitusensibilisierungsmodell nach Zenner, wonach der Tinnitus initial eine kontrollierte Aufmerksamkeit erzeugt [50].

In einer Studie von Burton et al. [133] konnte man mittels MRT-Aufnahmen bei Tinnituspatienten synaptische Veränderungen im frontalen Cortex feststellen. Insbesondere die Aufmerksamkeit kontrollierenden Regionen waren dabei betroffen. Dabei wurde

angenommen, dass diese strukturellen, neuronalen Veränderungen auf den Tinnitus zurückgeführt werden können. Stärkere synaptische Umstrukturierung des präfrontalen Cortex bei Patienten mit starker Tinnitusbelastung könnte eine hochgradigere Einschränkung der kognitiven Leistungsfähigkeit bedingen. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit dem neurophysiologischen Modell nach Jastreboff [40] und dem Modell der Tinnitussensibilisierung nach Zenner [37], die von zentralen Veränderungen als Ursache der Dekompensation von Tinnitus ausgehen. Diese zentralen Prozesse konnten auch in jüngst durchgeführten Studien in Form von neuronaler Umstrukturierung, insbesondere im Bereich des präfrontalen Cortex, nachgewiesen werden [134, 135, 136].

5.7 Analyse der Korrelation von Tinnitusbelastung und kognitiver Leistung

Von entscheidender Bedeutung für die Abschätzung der Stärke des Zusammenhangs von Tinnitusbelastung und kognitiver Leistung ist die Korrelationsanalyse des TF-Gesamtscores und der kognitiven Parameter.

In der vorliegenden Arbeit zeigte die Korrelation von Tinnitusbelastung und Konzentrationsleistung mit $r = 0,438$ ($p = 0,000$) einen mittelgradigen Zusammenhang. Für die Tinnitusbelastung im Zusammenhang mit der Interferenzleistung konnte ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,313$ ($p = 0,001$) errechnet werden. Dieses Ergebnis bestätigt eine signifikante Abnahme der Interferenzleistung mit stärkerer Tinnitusbelastung. Der Korrelationskoeffizient von $r = 0,313$ spricht aber für einen mäßig ausgeprägten Zusammenhang. Insgesamt konnte also eine mäßig bis mittelgradige Korrelationsstärke der verminderten kognitiven Leistung im Vergleich zu der subjektiv wahrgenommenen Tinnitusbelastung mit $r = 0,31 - 0,44$ festgestellt werden, wobei die Ergebnisse signifikant waren.

Das et al. [82] verglich ebenfalls bei einer Kohorte von Tinnituspatienten die Korrelationsstärke von Tinnitusbelastung mit den Ergebnissen aus kognitiven Tests. Es ergab sich ein leicht höherer Korrelationskoeffizient mit $r = 0,54$ als in der vorliegenden Arbeit, der sich aber ebenso im mittelgradigen Bereich befindet ist.

Ein ähnliches Ergebnis wurde von Jackson et al. [81] festgestellt, die eine etwas geringere Korrelationsstärke der Tinnitusbelastung und der kognitiven Leistungen von $r = 0,25 - 0,38$ ermittelten.

Höhere Korrelationswerte konnten in den Studien von Stevens et al. [85] mit $r = 0,77-0,81$ ($p < 0,001$) und Lee et al. [88] mit $r = 0,71$ errechnet werden.

5.8 Analyse der Regressionsmodelle

Die Regressionsanalyse für die Tinnitusbelastung zeigt die Konzentrationsleistung im Test d2 – Revision als hoch signifikante negativ korrelierte Einflussgröße ($p = 0,004$). Eine eingeschränkte Konzentrationsleistung kann also als Prognosekriterium für eine hohe Tinnitusbelastung herangezogen werden. Dieses Ergebnis ist hinweisend auf die Bedeutung des Konzentrationsvermögens als Einflussgröße auf die Dekompensation der Tinnituserkrankung. In der Arbeit von Das et al. [82] wurde ebenfalls eine Regressionsanalyse für den Tinnitusbelastungsgrad (eruiert mittels Tinnitus Handicap Inventory) durchgeführt. Auch hier zeigte sich der kognitive Parameter (Brain Speed Test) als signifikante, negativ korrelierte Einflussgröße. In der Studie von Lee et al. [88] wurde ein Strukturgleichungsmodell erstellt. Auch hier zeigten sich kognitive Charakteristika als signifikant korrelierte Einflussgröße für die durch Tinnitus empfundene Belastung. Als Einflussgrößen auf die Kognition konnten Angst und Selbstvertrauen sowie Tinnitusparameter, wie Dauer, subjektive Lautheit und die Stunden am Tag, die das Ohrgeräusch wahrgenommen wird, eruiert werden. Es konnte somit ein indirekter Einfluss bisher als nicht signifikant bedeutend eingeschätzter Tinnitusparameter, vermittelt durch kognitive Charakteristika, auf die Tinnitusbelastung aufgezeigt werden. Dabei wurde der stärkste Einfluss auf die emotionalen Komponenten der Tinnitusbelastung nachgewiesen. Kognitive Charakteristika waren dabei definiert als katastrophale Gedanken in Bezug auf den Tinnitus und dysfunktionale Vorstellung über die Tinnitussymptomatik und ihre Folgen. Scott et al. [137] konnten auch die Kontrollierbarkeit als kognitiven Prädiktor für die Tinnitusbelastung und die Adaptationskapazitäten zeigen. Die Kontrollierbarkeit war dabei ein Maß für die Bewältigungsstrategien und die Kontrollüberzeugung der Patienten.

Das Regressionsmodell für die Konzentrationsleistung in der vorliegenden Arbeit stellte den TF-Gesamtscore als signifikant korrelierte Einflussgröße für die Konzentrationsfähigkeit heraus ($p < 0,05$). Als eine schwach negativ korrelierte Einflussgröße konnte die Tinnituslautstärke auf dem linken Ohr ermittelt werden. Während zuvor gezeigt werden konnte, dass die Tinnitusparameter keinen Einfluss auf die Tinnitusbelastung haben [93], stellte sich der Parameter Lautheit als eine mäßig starke, aber signifikante Einflussgröße auf die Konzentrationsleistung bei Tinnituspatienten heraus. Den größten Erklärungsanteil für die Konzentrationsleistung in diesem Regressionsmodell hat die Interferenzleistung. Es zeigte sich also, erwartungsgemäß, dass die mangelnde Fähigkeit zur Interferenzleistung ein Konzentrationsdefizit bedingen kann. Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass die

Tinnitusbelastung als drittgrößte Einflussvariable auf die Konzentrationsleistung festgestellt wurde. Es konnte also gezeigt werden, dass eine als stark empfundene Belastung durch ein Ohrgeräusch eine Einschränkung der Konzentrationsfähigkeit bedingen kann und dass dieser Einfluss stärker ist als der der Stressbelastung und des Hörvermögens. In der Routinediagnostik kann somit ein hohes Ergebnis im Tinnitusfragebogen als ein hinweisender Faktor auf eine kognitive Einschränkung erachtet werden. In anderen zu diesem Thema durchgeführten Studien wurde kein Regressionsmodell für die kognitiven Parameter durchgeführt.

5.9 Vor- und Nachteile der Arbeit

Um die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit optimal beurteilen zu können, ist die Kenntnis positiver und limitierender Faktoren von besonderer Bedeutung. Insbesondere einschränkende Faktoren sollten für zukünftige Untersuchungen Anhaltspunkte für Verbesserungen geben.

Ein Vorteil der vorliegenden Arbeit ist das ausgeglichene Geschlechterverhältnis mit nur einem leichten Überwiegen der Frauen. Außerdem entspricht die Altersverteilung der Prävalenzverteilung von Tinnitus in der Bevölkerung, weshalb die Ergebnisse in Bezug auf soziodemographische Daten erste Einblicke geben, zumal die Studienpopulation mit $n = 107$ in Bezug auf andere zu diesem Thema durchgeführten Studien, relativ groß ist. Im Gegensatz zu den meisten anderen Studien, die Kognition bei Tinnituspatienten untersucht haben, wurde auch die Hörfähigkeit der an Tinnitus erkrankten Patienten in die Auswertung integriert. Im Zuge der audiologischen Messungen konnten so auch die Tinnitusparameter in die Betrachtungen integriert werden.

Da es sich um eine Querschnittsstudie handelt und nur Daten des Aufnahmetages verwendet wurden, sind die Analysemöglichkeiten der Kausalzusammenhänge im Therapieverlauf begrenzt. Eine Aussage darüber, ob eine Tinnituserkrankung die Entstehung von kognitiven Defiziten begünstigt oder Patienten mit kognitiven Einschränkungen eher zu der Ausbildung eines chronisch dekompenzierten Tinnitus neigen, kann anhand des gewählten Studiendesigns nicht getroffen werden. Auch die subjektive Beurteilung, die Grundlage der hier verwendeten Fragebögen (TF, PSQ, SWOP) ist, bedeutet eine Einschränkung. Die audiologischen Messungen sind besser objektivierbar, allerdings sind die Ergebnisse in starkem Maße von der Konzentrationsfähigkeit der Patienten abhängig, was insbesondere bei kognitiv eingeschränkten Patienten und solchen, die eine hohe Belastung durch den Tinnitus erfahren, die Ergebnisse beeinflussen könnte. Des Weiteren ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit der Patienten mit einem chronischen Tinnitus limitiert.

Zum Einen sind nur Patienten, die ärztliche Hilfe in Anspruch genommen haben, repräsentiert. Zum Anderen wurde keine Kontrollgruppe in Form von nicht von Tinnitus betroffenen Personen, die in Bezug auf ihre kognitiven Fähigkeiten, ihre Hörminderung und Stressbelastung getestet wurden, integriert. Insbesondere um die Ergebnisse der Tinnituspatienten im kompensierten Stadium besser einschätzen zu können, sollten in zukünftigen Betrachtungen auch gesunde Kontrollen untersucht werden.

5.10 Fazit

Insgesamt sind die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit anderen ähnlich konzipierten Studien vergleichbar. Tinnituspatienten weisen im Vergleich zu nicht an Tinnitus erkrankten Personen stärkere Beeinträchtigungen in ihrer kognitiven Leistung auf [81, 83, 85, 86, 89].

Die Ergebnisse konnten bestätigen, dass mit einer stärker ausgeprägten Tinnitusbelastung die Kognitionsleistung sinkt [81, 82, 85, 88]. Gleichsam wurde in anderen Studien eine Trainierbarkeit der kognitiven Fähigkeiten bei Tinnituspatienten festgestellt [83, 86]. Es besteht also die Möglichkeit, dass kognitive Defizite bei Tinnituspatienten, insbesondere mit einer hohen Belastungsempfindung durch den Tinnitus, durch kognitives Training ausgeglichen oder zumindest verbessert werden können. Ebenfalls denkbar wäre, dass generell verbesserte kognitive Fähigkeiten, die Tinnituswahrnehmung verändern und es den Betroffenen ermöglichen, trotz des Ohrgeräusches, effektivere Aufmerksamkeitsfokussierung zu entwickeln.

Insgesamt konnte mit der vorliegenden Arbeit gezeigt werden, dass kognitive Prozesse bedeutenden Einfluss auf das Erleben der Tinnituserkrankung haben. Dass für die Entstehung und Behandlung eines dekompenzierten Ohrgeräusches jedoch weitere Faktoren eine wichtige Rolle spielen. Hier sind zu nennen ein hohes Stresserleben, ein vorhandener Hörverlust und Depression, Angst- und Schlafstörungen.

Die Kausalität, ob kognitive Einbußen eine Disposition für Tinnitus bedeuten oder eine Tinnituserkrankung Kognitionseinschränkungen hervorruft, ist nicht abschließend geklärt. Trotzdem sollten die Ergebnisse dieser und anderer Arbeiten Anlass zu einer zukünftig routinemäßigen Testung der kognitiven Fähigkeiten bei Tinnituspatienten sein. Ziel sollte sein, ein umfassenderes Verständnis für die Rolle der Kognition bei Tinnituspatienten zu erlangen. Außerdem wäre mit der Integration standardisierter kognitiver Tests in die routinemäßige Tinnitusdiagnostik eine bessere Einschätzung des Therapieerfolgs möglich. Da Ohrgeräusche eine vielfältige Genese und eine insgesamt sehr differente Auswirkung auf

Patienten haben, könnte mit dieser Integration ein weiterer bedeutender Faktor für die individuelle Therapieplanung analysiert werden.

Zunehmend finden Verfahren von kognitivem Training in Form von multimodalen kognitiven verhaltenstherapeutischen Therapieansätzen Einzug in die Tinnitus therapie. Statt einer kausalen Behandlung stellen heutige Therapiekonzepte eine graduelle Gewöhnung an das Ohrgeräusch dar. Eine empfundene Belastung durch den Tinnitus soll so vermindert werden. Für die Therapieplanung und -kontrolle ist eine umfassende Analyse einflussnehmender Faktoren deshalb entscheidend.

6. Zusammenfassung

In der medizinischen Forschung hat der Tinnitus mit seiner bislang nicht ausreichend erklärten Genese und den zahlreichen, ausnahmslos nicht auf die Gesamtheit der Tinnituspatienten übertragbaren Therapiekonzepten einen besonderen Stellenwert. Insbesondere die vielgestaltigen Faktoren, die auf die Chronifizierung und Dekompensation eines Tinnitus Einfluss nehmen und stark von individuellen, mentalen Ressourcen abhängig sind, gestalten eine standardisierte Tinnitustherapie als schwierig. Die Kenntnis dieser Einflussfaktoren, die Stärke ihrer Einflussnahme und ihrer gegenseitigen Interaktion ist entscheidend, um wirksame Therapiekonzepte zu entwickeln. Bereits weitreichend untersuchte Einflussfaktoren sind die psychischen Komorbiditäten Depression, Angst- und Schlafstörungen. Auch Stressbelastung und der Einfluss der Hörminderung wurden in vielen Studien untersucht. Die kognitiven Fähigkeiten im Zusammenhang mit der Tinnituserkrankung sind zunehmend Gegenstand jüngerer Forschung.

Ziel der vorliegenden Arbeit war eine umfassende Analyse der kognitiven Fähigkeiten bei Tinnituspatienten. Dabei stand das Ausmaß der Korrelation der beiden Parameter Kognition und Tinnitus, ein Vergleich mit der Schwere der Tinnitusbelastung und die Herausarbeitung weiterer Faktoren wie Stress, Hörverlust und soziodemographische Daten im Vordergrund.

Die Datensammlung von 107 Patienten mit chronischem Tinnitus erfolgte im Rahmen einer ambulant durchgeführten Therapie im Tinnituszentrum der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Kognitive Parameter wurden mithilfe des Test d2 – Revision (d2-R) für die Konzentrationsleistung und des Farbe-Wort-Interferenztests (FWIT) nach Stroop als ein Maß für die präfrontale Kognition erhoben. Audiometrische Untersuchungen lieferten Messergebnisse zum Hörvermögen und ermöglichten eine Tinnitus-Analyse zu Frequenz, Lautheit und Intensität. Evaluierte Frageböden zur Selbsteinschätzung bildeten die Grundlage für eine Eruiierung der Tinnitus- und Stressbelastung. Zur Beurteilung der Tinnitusbelastung fanden Angaben des Tinnitus-Fragenbogens nach Goebel und Hiller Verwendung. Das Stresserleben wurde mittels Perceived Stress Questionnaire und anhand des Fragebogens zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus eingeschätzt.

Das untersuchte Patientenkollektiv bestand zu 54,2% aus Frauen, während die Männer einen Anteil von 45,8% ausmachten. Es konnte ein durchschnittliches Alter von 51,0 Jahren errechnet werden, wobei Patienten von 22 bis 73 Jahren einbezogen wurden.

Die Kohorte zeigte einen medianen Hörverlust von 11,5 dB auf dem rechten und 13,3 dB auf dem linken Ohr. Dabei war die linke Seite signifikant stärker betroffen. Die größte Hörminderung war auf beiden Ohren bei 6-8 kHz zu verzeichnen. Dabei zeigten sich die stärksten Hördefizite bei den Patienten über 55 Jahren.

Der Tinnitus bestand mehrheitlich seit über 5 Jahren, war am häufigsten auf dem linken Ohr am lautesten und wurde von fast der Hälfte der Patienten als Pfeifen wahrgenommen. Die medianen Tinnitusparameter lagen für Frequenz, Lautheit und Intensität rechts bei 6,0 kHz, 32,5 dB HL und 6,0 dB SL und links bei 6,0 kHz, 38,5 dB HL und 4,5 dB SL.

Die Stressbelastung zeigte im PSQ mit einem mittleren Wert von 45,0 eine mittelgradige Ausprägung.

Der Tinnitusfragebogen nach Goebel und Hiller (TF) lieferte einen mittleren Wert von 37,7 Punkten. Bei 70,1% (n = 75) konnte anhand des TF ein kompensierter und bei 29,9% (n = 32) ein dekompensierter Tinnitus festgestellt werden. Patienten mit dekompensierter Tinnitusymptomatik zeigten die stärksten Hörverluste. Außerdem konnte für das dekompenzierte Stadium bei den untersuchten Patienten eine signifikant höhere Stressbelastung im PSQ festgestellt werden. Dabei lagen die Werte für Sorgen und Anspannung deutlich unter, die Ergebnisse für Freude deutlich über denen der Patienten mit kompensiertem Tinnitus. Der Vergleich mit den SWOP-Ergebnissen zeigte signifikant höhere Werte in der Pessimismus-Subskala bei Dekompensation des Tinnitus.

Die mittlere Konzentrationsleistung im d2-R lag bei 93,7 und damit im leicht eingeschränkten Bereich. Für die Interferenzleistung im FWIT nach Stroop wurde ein medianer Wert von 54,0 erreicht, der insgesamt für eine durchschnittliche Kognitionsleistung spricht. Es zeigte sich für niedrige Werte in der Konzentrationsleistung ein signifikant stärkeres Hördefizit auf beiden Ohren. Patienten mit dekompenziertem Tinnitus wiesen eine signifikant schwächere Leistung für den d2-R (mittlerer Wert 89,5) auf. Auch die Interferenzleistung war in der dekompenzierten Gruppe deutlich niedriger.

Die Korrelationsanalyse demonstrierte einen mittelgradigen Zusammenhang der Tinnitusbelastung und der Konzentrationsleistung ($r = 0,438$, $p < 0,001$) sowie einen mäßigen Zusammenhang der Tinnitusbelastung und der Interferenzleistung ($r = 0,313$, $p = 0,001$).

Insgesamt zeigte sich eine signifikant negative Korrelation beider Ohren mit den kognitiven Parametern. Dieser Zusammenhang war für die Konzentrationsleistung auf dem rechten Ohr am deutlichsten ausgeprägt ($r = 0,327$, $p = 0,001$). Auch für die Tinnitusbelastung zeigte sich

auf beiden Ohren eine mäßige Korrelation mit dem Hörverlust (rechts $r = 0,386$, $p < 0,001$ und links $r = 0,348$, $p < 0,001$).

Die linearen Regressionsanalysen sind hoch signifikant und zeigten beide eine mittelgradige Erklärungsrate der Varianz von 47,4% für den Tinnitusbelastungsgrad und 54,8% für die Konzentrationsleistung.

Der Tinnitusbelastungsgrad konnte im höchsten Maße durch die PSQ-Subskala Anspannung, die Konzentrationsleistung und die Hörminderung auf dem linken Ohr vorhergesagt werden.

Für die Konzentrationsleistung ließ sich als hoch signifikante erklärende Hauptvariable die Interferenzleistung ermitteln. Mit $p < 0,05$ ebenfalls als signifikant erwiesen sich die Tinnituslautstärke auf dem linken Ohr und der Tinnitusbelastungsgrad als weitere erklärende Faktoren für die Konzentrationsleistung.

Die Ergebnisse verdeutlichen die Relevanz von kognitiven Prozessen bei Tinnituspatienten.

Es erscheint sinnvoll, bei Patienten mit chronisch dekompenziertem Tinnitus die kognitiven Fähigkeiten mittels standardisierter Tests zu prüfen und diese Testungen routinemäßig in die Tinnitusdiagnostik zu integrieren. Daraus erwächst die Möglichkeit, individuellere Therapiekonzepte zu entwickeln.

Da die bisher zu diesem Thema durchgeführten Studien, wie auch die vorliegende Arbeit, keine Aussage zu den Kausalzusammenhängen möglich machen, wäre es für die zukünftige Forschung wichtig, Längsschnittstudien durchzuführen, die eine Beurteilung der zeitlichen Abfolge von Kognitionseinschränkungen und der Tinnituserkrankung zulassen.

7. Literaturverzeichnis

1. Lockwood, A.H., Salvi, R.J., Burkard, R.F. (2002): Tinnitus. *N Engl J Med* 347 (12): 904 – 910.
2. Mazurek, B., Georgiewa, P., Seydel, C., Haupt, H., Scherer, H., Klapp, B.F., Reißhauer, A. (2005): Integrated intensive treatment of tinnitus: method and initial results. *Gesundheitswesen* 67(7): 485–491.
3. Lockwood, A.H. (2005): Tinnitus. *Neurologic clinics* 23 (3): 893 – 900.
4. Belli, S., Belli, H., Bahcebasi, T., Ozcetin, A., Alpay, E., Ertem, U. (2008): Assessment of psychopathological aspects and psychiatric comorbidities in patients affected by tinnitus. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265 (3): 279–285.
5. Negrila-Mezei, A., Enache, R., Sarafoleanu, C. (2011): Tinnitus in elderly population: Clinic correlations and impact upon QoL. *J Med Life* 4 (4): 412–416.
6. Davis, A., El Rafaie, A. (2000): Epidemiology of Tinnitus. *Tinnitus Handbook*: 1–23.
7. Seidmann, M.D., Jacobson, G.P. (1996): Update on tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am* 29: 455 – 465.
8. Han, B.I., Lee, H.W., Kim, T.Y., Lim, J.S., Shin, K.S. (2009): Tinnitus: Characteristics, Causes, Mechanisms, and Treatments. *J Clin Neurol* 5 (1): 11 – 19.
9. Møller, A.R. (2007): Tinnitus: presence and future. *Prog Brain Res* 166: 3–16.
10. Svitak, M. (1998): Psychosoziale Aspekte des chronischen dekompenzierten Tinnitus. Dissertation, Universität Salzburg.
11. Jastreboff, P.J. (2007): TRT. *Prog Brain Res* 166: 415–423.
12. McCombe, A., Baguley, D., Coles, R., McKenna, L., McKinney, C., Windle-Taylor, P. (2001): Guidelines for the grading of tinnitus severity: the results of a working group commissioned by the British Association of Otolaryngologists, Head and Neck Surgeons, 1999. *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences*, 26 (5): 288–393.
13. Holmes, S., Padgham, N.D. (2011): "Ringing in the Ears": Narrative Review of Tinnitus and Its Impact. *Biol Res Nurs* 13 (1): 97–108.
14. Henry, J.A., Dennis, K.C., Schechter, M.A. (2005): General review of tinnitus: prevalence, mechanisms, effects, and management. *J Speech Lang Hear Re* 48: 1204–1235.
15. Pilgramm, M., Rychlik, R., Lebisch, H., Siedentop, H., Goebel, G. & Kirchoff, D. (1999): Tinnitus in the Federal Republic of Germany: a representative epidemiological study. *HNO* 7: 261–265.

16. Coles, R.R. (1984): Epidemiology of tinnitus: (1) prevalence. *J Laryngol Otol Suppl* 9: 7 – 15.
17. Stouffer, J.L., Tyler, R.S. (1990): Characterization of tinnitus by patients. *J Speech Hear Disord* 55 (3): 439 – 453.
18. Goebel, G. (2003): Tinnitus und Hyperakusis. *Reihe Fortschritte der Psychotherapie* 20.
19. Douek, E. (1981): Classification of Tinnitus. *Tinnitus Ciba Foundation Symposium* 85: 4–5.
20. Hazell, J.W. (1990): Tinnitus. II: Surgical management of conditions associated with tinnitus and somatosounds. *The Journal of otolaryngology* 19 (1): 6 – 10.
21. Biesinger, E., Heiden, C., Greimel, V., Lendle, T., Höing, R., Albegger, K. (1998): Strategien in der ambulanten Behandlung des Tinnitus. *HNO* 46: 157–169
22. Heller, A.J. (2003): Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am* 36 (2): 239–248.
23. Lenarz, T. (1998): Tinnitus guideline. German Society of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery. *Laryngorhinootologie* 77 (9): 531–535.
24. Hallam, R.S. (1996): Manual of the Tinnitus Questionnaire (TQ). The Psychological Corporation, London.
25. Gerhards, F., Brehmer, D. (2011): Diagnostische Klassifikationsgüte von Kurzversionen des Tinnitus-Fragebogens. *HNO* 7: 705–712.
26. Goebel, G., Hiller, W. (1994): Der Tinnitus-Fragebogen (TF). *HNO* 42: 166–172.
27. Goldman, D.R., Holme, R. (2010): Hearing loss and tinnitus – the hidden healthcare time bomb. *Drug Discov Today* 15: 253–255.
28. Mazurek, B., Hesse, G. (2010): Aktueller Stand der Tinnitusforschung und –therapie. *HNO* 58 (10): 971–972.
29. Chan, Y. (2009): Tinnitus: etiology, class, characteristics, and treatment. *Discov Med* 8 (42): 133–136.
30. Baguley, D., McFerran, D., Hall, D. (2013): Tinnitus. *The Lancet* 382 (9904): 1600–1607.
31. D’Amelio, R., Archonti, C., Scholz, S., Falkai, P., Plinkert, P.K., Delb, W. (2004): Psychological distress associated with acute tinnitus. *HNO* 52 (7): 599–603.
32. Stobik, C., Weber, R.K., Münte, T.F., Walter, M., Frommer, J. (2005): Evidence of psychosomatic influences in compensated and decompensated tinnitus. *Int J Audiol* 44: 370–378.
33. Levine, R.A., Abel, M., Cheng, H. (2003): CNS somatosensory-auditory interactions elicit or modulate tinnitus. *Exp Brain Res* 153: 643–648.

34. Mazurek, B., Seydel, C., Haupt, H., Szczepek, A., Klapp, B.F., Schrom, T. (2009): Integrated intensive Treatment of Tinnitus: Decrease of the Tinnitus-related Distress during a One-year Follow-up Study. *Gesundheitswesen* 71 (1): 35–40.
35. Zenner, H.P. (1998): Eine Systematik für Entstehungsmechanismen von Tinnitus. *HNO* 46: 699–711.
36. Zenner, H.P., Zalaman, I., Birbaumer, N. (2005): Tinnitussensitivierung (-sensibilisierung) als neurophysiologisches Modell des sekundär zentralisierten Tinnitus. *HNO-Praxis heute* 25 (Tinnitus), Springer: Berlin, Heidelberg: 85–103.
37. Zenner, H.P., Pfister, M., Birbaumer, N. (2006): Tinnitus sensitization: Sensory and Psychophysiological Aspects of a new Pathway of Acquired Centralization of Chronic Tinnitus. *Otol Neurotol* 27 (8): 1054–1063.
38. Hallam, R.S., Rachman, S., Hinchcliffe, R. (1987): Psychological aspects of tinnitus. *Contributions to Medical Psychology*, Pergamon Press: Oxford: 31–53.
39. Coles, R.R., Hallam, R.S. (1987): Tinnitus and its management. *Br Med Bull* 43 (4): 983–998.
40. Hazell, J.W., Jastreboff, P.J. (1990): Tinnitus. I: Auditory mechanisms: a model for tinnitus and hearing impairment. *J Otolaryngol* 19 (1): 1–5.
41. Biesinger, E., Heiden, C. (1999): Die Bedeutung der Retrainingtherapie bei Tinnitus *Deutsches Ärzteblatt* 96 (44): 49–57.
42. Von Wedel, H., Von Wedel, U.C. (2000): An assessment of tinnitus retraining therapy. *HNO* 48 (12): 887–901.
43. Tyler, R.S., Noble, W., Coelho, C.B., Ji, H. (2012): Tinnitus Retraining Therapy: Mixing Point and Total Masking Are Equally Effective. *Ear Hear* 33 (5): 588–594.
44. Stotz, C. (2007): Evaluierung eines medizinisch-psychologischen Konzepts zur Tinnitustherapie (TRT-ADANO) bei Patienten mit chronischem Tinnitus. *Dissertation Universität des Saarlandes*.
45. Kroener-Herwig, B., Biesinger, E., Gerhards, F., Goebel, G., Greimel, K.V., Hiller, W. (2000): Retraining therapy for chronic tinnitus. A critical analysis of its status. *Scand Audiol* 29 (2): 67–78.
46. Argstatter, H., Krick, C., Bolay, H.V. (2008): Music therapy in chronic tonal tinnitus. Heidelberg model of evidence-based music therapy. *HNO* 56 (7): 678–685.
47. Cramer, A. (2008): Musiktherapie – Klang der verwandelt. *DHZ* 5: 62–64.
48. Hesse, G. (2002): Therapy concepts in chronic tinnitus. Retraining and/or group behavioral therapy? *HNO* 50 (11): 973–975.

49. Delb, W., D'Amelio, R., Boisten, C.J.M., Plinkert, P.K. (2002): Evaluation of the tinnitus retraining therapy as combined with a cognitive behavioral group therapy. *HNO* 50 (11): 997–1004.
50. Zenner, H.P. (2006): Tinnitus sensitization: a neurophysiological pathway of chronic complex tinnitus. *Otolaryngol Pol* 60 (4): 485–489.
51. Goebel, G., Fichter, M. (2004): Psychiatrische Komorbidität bei Tinnitus. *MMW Med Wochenschr* 41: 66–79.
52. Marciano, E., Carrabba, L., Giannini, P., Sementina, C., Verde, P., Bruno, C., Di Pietro, G., Ponsillo, N.G. (2003): Psychiatric comorbidity in a population of outpatients affected by tinnitus. *Int J Audiol* 42 (1): 4–9.
53. D'Amelio, R., Delb, W. (2008): Comorbidity of schizophrenic psychosis and tinnitus. A hitherto neglected theme in research and therapy. *HNO* 56 (7): 670–672.
54. Goebel, G., Decot, E., Marek, A. (2001): Decision aids in diagnosis and choice of psychological treatment methods. *HNO* 49 (12): 1036–1046.
55. Hiller, W., Janca, A., Burke, K.C. (1997): Association between tinnitus and somatoform disorders. *J Psychosom Res* 43 (6): 613–624.
56. Stobik, C., Weber, R.K., Münte, T.F., Frommer, J. (2003): Psychosomatic Stress Factors in Compensated and Decompensated Tinnitus. *Psychother Psychosom Med Psychol* 53 (8): 344–352.
57. Goebel, G., Hiller, W., Knör, E. (2006): Tinnitus ist nicht gleich Tinnitus: Ergebnisse der DTL-Mitgliederbefragung 2004. Folge 1: 24–28.
58. Gerhards, F., Schwerdfeger, F.P., Etzkorn, M., Hasselmayer, A. (2001): Psychosozialer Stress: Ein bedeutsamer ätiologischer Faktor bei Tinnitus? In: Dohrenbusch, R. & Kaspers, F. (Hrsg.). *Fortschritte der Klinischen Psychologie und Verhaltensmedizin*. Lengrich, Papst: 122–135.
59. Burgos, I., Feige, B., Hornyak, M., Härter, M., Weske-Heck, G., Vorderholzer, U., Riemann, D. (2005): Chronic tinnitus and associated sleep disturbances. *Somnologie* 9 (3): 133–138.
60. Duncan, J. (2013): The structure of cognition: attentional episodes in mind and brain. *Neuron* 80 (1): 35–50.
61. Ribas, G.C. (2010): The cerebral sulci and gyri. *Neurosurg Focus* 28 (2): E2.
62. Brodmann, K. (1909): *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues*. Leipzig: Barth
63. Thier, P., Ullsperger, M., Derrfuß, J., Kammer, T., Grön, G. (2012): Frontalhirnfunktionen. In: Karnath, H.O., Thier, P. (Hrsg.): *Kognitive Neurowissenschaften*. Springer: 575–605.

64. Smith, E.E., Jonides, J. (1999): Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science* 283(5408): 1657–1661.
65. Wood, J.N., Grafman, J. (2003): Human prefrontal cortex: processing and representational perspectives. *Nat Rev Neurosci* 4 (2): 139–147.
66. Alvarez, J.A., Emory, E. (2006): Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychol Rev* 16 (1): 17–42.
67. Herrero, M.T., Barcia, C, Navarro, J.M. (2002): Funcional anatomy of thalamus and basal ganglia. *Childs Nerv Syst* 18 (8): 386–404.
68. Fuster, J.M. (2001): The prefrontal cortex – an update: time is of the essence. *Neuron* 30 (2): 319–333.
69. Gilbert, S.J., Burgess, P.W. (2008): Executive function. *Curr Biol* 18 (3): 110–114.
70. Fuster, J.M. (2000): Executive frontal functions. *Exp Brain Res* 133: 66–70.
71. Duncan, J. (2001): An adaptive coding model of neural function in prefrontal cortex. *Nat Rev Neurosci* 2: 820–829.
72. Miller, E.K., Cohen, J.D. (2001): An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci* 24: 167–202.
73. MacLeod, C.M. (1991): Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychol Bull* 109 (2): 163–203.
74. Cohen, J.D., Dunbar, K., McClelland, J.L. (1990): On the control of automatic processes: a parallel distributed processing-account of the Stroop effect. *Psychol Rev* 97: 332–361.
75. Bramham, J., Morris, R.G., Hornak, J., Bullock, P., Polkey, C.E. (2009): Social and emotional functioning following bilateral and unilateral neurosurgical prefrontal cortex lesions. *J Neuropsychol* 3 (1): 125–143.
76. Godefroy, O., Azouvi, P., Robert, P., Roussel, M., LeGall.D, Meulemans, T., Groupe de Réflexion sur l'Évaluation des Fonctions Exécutives Study Group (2010): Dysexecutive syndrome: diagnostic criteria and validation study. *Ann Neurol* 68 (6): 855–864.
77. Burgess, P.W., Veitch, E., De Lacy Costello, A., Shallice, T. (2000): The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychologia* 38 (6): 848–863.
78. Andersson, G., Lyttkens, L. (1999): A meta-analytic review of psychological treatments for tinnitus. *Br J Audiol* 33 (4): 201–210.
79. Araneda, R., De Volder, A.G., Deggouj, N., Philippot, P., Heeren, A., Lacroix, E., Decat, M., Rombaux, P., Renier, L. (2015): Altered top-down cognitive control and auditory processing in tinnitus: evidence from auditory and visual spatial stroop. *Restor Neurol Neurosci* 33 (1): 67–80.

80. Heeren, A., Maurage, P., Perrot, H., De Volder, A., Renier, L., Araneda, R., Lacroix, E., Decat, M., Deggouj, N., Philippot, P. (2014): Tinnitus specifically alters the top-down executive control sub-component of attention: evidence from the Attention Network Task. *Behav Brain Res* 269: 147–154.
81. Jackson, J.G., Coyne, I.J., Clough, P.J. (2014): A preliminary investigation of potential cognitive performance decrements in non-help-seeking tinnitus sufferers. *Int J Audiol* 53 (2): 88–93.
82. Das, S.K., Wineland, A., Kallogieri, D., Piccirillo, J.F. (2012): Cognitive speed as an objective measure of tinnitus. *Laryngoscope* 122 (11): 2533–2538.
83. Pierce, K.J., Kallogieri, D., Piccirillo, J.F., Garcia, K.S., Nicklaus, J.E., Burton, H. (2012): Effects of severe bothersome tinnitus on cognitive function measured with standardized tests. *J Clin Exp Neuropsychol* 34 (2): 126–134.
84. Kohl, M. (2009): Aufmerksamkeit und Konzentration im Kindes- und Jugendalter, im Zusammenhang mit Tinnitus und somatischen Aspekten. Dissertation Universität Wien.
85. Stevens, C., Walker, G., Boyer, M., Gallagher, M. (2007): Severe tinnitus and its effect on selective and divided attention. *Int J Audiol* 46 (5): 208–216.
86. Rossiter, S., Stevens, C., Walker, G. (2006): Tinnitus and its effect on working memory and attention. *J Speech Lang Hear Res* 49 (1): 150–160.
87. Andersson, G., Bakhsh, R., Johansson, L., Kaldo, V., Carlbring, P. (2005): Stroop facilitation in tinnitus patients: an experiment conducted via the world wide web. *Cyberpsychol Behav* 8 (1): 32–38.
88. Lee, S.Y., Kim, J.H., Hong, S.H., Lee, D.S. (2004): Roles of cognitive characteristics in tinnitus patients. *J Korean Med Sci* 19 (6): 864–869.
89. Hallam, R.S., McKenna, L., Shurlock, L. (2004): Tinnitus impairs cognitive efficiency. *Int J Audiol*. 43 (4): 218–226.
90. Andersson, G., Eriksson, J., Lundh, L.G., Lyttkens, L. (2000): Tinnitus and cognitive interference: a stroop paradigm study. *J Speech Lang Hear Res* 43 (5): 1168–1173.
91. Pace, E., Zhang, J. (2013): Noise-induced tinnitus using individualized gap detection analysis and its relationship with hyperacusis, anxiety, and spatial cognition. *PLoS One* 8 (9): e75011.
92. Amir, N., Foa, E.B., Coles, M.E. (1998): Automatic activation and strategic avoidance of threat-relevant information in social phobia. *J Abnorm Psychol* 107 (2): 285–290.
93. Meikle, M.B., Vernon, J., Johnson, R.M. (1984): The perceived severity of tinnitus. Some observations concerning a large population of tinnitus clinic patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 92 (6): 689–696.

94. Martini, A. (Ed) (1996): European Group on Genetics of Hearing Impairment. European Commission Directorate. Biomedical and Health Research Programme (HEAR). Infoletter 2 (11): 8.
95. Goebel, G., Hiller, W. (1998): Tinnitus-Fragebogen (TF). Ein Instrument zur Erfassung von Belastung und Schweregrad bei Tinnitus. Hogrefe, Göttingen.
96. Goebel, G., Hiller, W. (1992): Psychische Beschwerden bei chronischem Tinnitus: Erprobung und Evaluation des Tinnitus-Fragebogens (TF). Verhaltenstherapie 2: 13–22.
97. Hiller, W., Goebel, G., Rief, W. (1994): Reliability of self-rated tinnitus distress and association with psychological symptom patterns. Br J Clin Psychol 33 (2): 231 – 239.
98. Levenstein, S., Prantera, C., Varvo, V., Scribano, M.L., Berto, E., Luzi, C., Andreoli, A. (1993): Development of the Perceived Stress Questionnaire: a new tool for psychosomatic research. J Psychosom Res 37 (1): 19–32.
99. Fliege, H., Rose, M., Arck, P., Levenstein, S., Klapp, B.F. (2001): Validierung des “Perceived Stress Questionnaire” (PSQ) an einer deutschen Stichprobe. Diagnostica 47 (3): 142–152.
100. Fliege, H., Rose, M., Arck, P., Walter, O.B., Kocalevent, R.D., Weber, C. & Klapp, B.F. (2005): The Perceived Stress Questionnaire (PSQ) reconsidered: validation and reference values from different clinical and healthy adult samples. Psychosomatic medicine 67(1): 78–88.
101. Scholler, G., Fliege, H., Klapp, B.F. (1999): Questionnaire of self-efficacy, optimism and pessimism: reconstruction, selection of items and validation of an instrument by means of examinations of clinical samples. Psychother Psychosom Med Psychol 49 (8): 275–283.
102. Brickenkamp, R. (1962): Test d 2: aufmerksamkeits-belastungs-test. Göttingen: Hogrefe.
103. Brickenkamp, R. (2002): Aufmerksamkeits-Belastungs-Test; Manual. Hogrefe, Verlag für Psychologie.
104. Westhoff, K., Dewald, D. (1990): Effekte der Übung in der Bearbeitung von Konzentrationstests. Diagnostica 36: 1–15.
105. Stroop, J.R. (1935): Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of experimental psychology 18 (6): 643–662.
106. Thomae, H. (1951): Experimentelle psychologische Diagnostik. Fortschr Neurol Psychiat Grenzgeb 19: 1–22.
107. Bäumlner, G. (1985): Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J.R. Stroop. Hogrefe, Göttingen.

108. Williams, J.M, Mathews, A., MacLeod, C. (1996): The emotional Stroop task and psychopathology. *Psychological Bulletin* 120 (1): 3–24.
109. Watts, F.N., McKenna, F.P., Sharrock, R., Trezise, L. (1986): Colour naming of phobia-related words. *Br J of Psychol* 77 (1): 97–108.
110. Seydel, C., Haupt, H., Olze, H., Szczepek, A.J., Mazurek, B. (2013): Gender and chronic tinnitus: differences in tinnitus-related distress depend on age and duration of tinnitus. *Ear Hear* 34 (5): 661–672.
111. Kimura, D. (1963): Right temporal-lobe damage. Perception of unfamiliar stimuli after damage. *Arch Neurol* 8: 264–271.
112. McKeever, W.F., Seitz, K.S., Krusch, A.J., Van Eys, P.L. (1995): On language laterality in normal dextrals and sinistrals: results from the bilateral object naming latency task. *Neuropsychologia* 33 (12): 1627–1635.
113. Sereda, M, Edmondson-Jones, M., Hall, D.A. (2014): Relationship between tinnitus pitch and edge of hearing loss in individuals with a narrow tinnitus bandwidth. *Int J Audiol* 3: 1–8.
114. Martines, F., Bentivegna, D., Martines, E., Sciacca, V., Martinciglio, G. (2010): Characteristics of tinnitus with or without hearing loss: clinical observations in Sicilian tinnitus patients. *Auris Nasus Larynx* 37 (6): 685–693.
115. Mazurek, B., Stöver, T., Haupt, H., Klapp, B.F., Adli, M., Gross, J., Szczepek, A.J. (2010): The significance of stress: its role in the auditory system and the pathogenesis of tinnitus. *HNO* 58 (2): 162–172.
116. Seydel, C., Reissauer, A., Haupt, H., Klapp, B.F., Mazurek, B. (2006): The role of stress in the pathogenesis of tinnitus and in the ability to cope with it. *HNO* 54 (9): 709–714.
117. Seydel, C., Haupt, H., Szczepek, A.J., Klapp, B.F., Mazurek, B. (2010): Long-term improvement in tinnitus after modified tinnitus retraining therapy enhanced by a variety of psychological approaches. *Audiol Neurootol* 15 (2): 69–80.
118. Kocalevent, R.D., Levenstein, S., Fliege, H., Schmid, G., Hinz, A., Brähler, E., Klapp, B.F. (2007): Contribution to the construct validity of the Perceived Stress Questionnaire from a population-based survey. *J Psychosom Res* 63 (1): 71–81.
119. Welch, D., Dawes, P.J. (2008): Personality and perception of tinnitus. *Ear Hear* 29 (5): 684–692.
120. Matud, M.P, Bethencourt, J.M., Ibáñez, I (2014): Gender differences in psychological distress in Spain. *Int J Soc Psychiatry*: 1–9.
121. Hesse, G., Rienhoff, N.K., Nelting, M., Laubert, A. (2001): Chronic complex tinnitus: therapeutic results of inpatient treatment in a tinnitus clinic. *Laryngorhinootologie* 80 (9): 503–508.

122. Mazurek, B., Olze, H., Haupt, H., Szczepek, A.J. (2010): The more the worse: the grade of noise-induced hearing loss associates with the severity of tinnitus. *Int J Environ Res Public Health* 7 (8): 3071–3079.
123. Hiller, W., Goebel, G. (2006): Factors influencing tinnitus loudness and annoyance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 132 (12): 1323–1330.
124. Hesse, G, Laubert, A. (2001): Tinnitus retraining therapy. Indications and treatment goals. *HNO* 49 (9): 764–777.
125. Olze, H., Zahnert, T., Hesse, G. (2010): Hearing aids, implantable hearing aids and cochlear implants in chronic tinnitus therapy. *HNO* 58 (10): 1004–1012.
126. Tun, P.A., Lachman, M.E (2008): Age differences in reaction time and attention in a national telephone sample of adults: education, sex, and task complexity matter. *Dev Psychol* 44 (5): 1421–1429.
127. Płotek, W., Łyskawa, W., Kluzik, A., Grześkowiak, M., Podlewski, R., Żaba, Z., Drobnik, L. (2014): Evaluation of the Trail Making Test and interval timing as measures of cognition in healthy adults: comparisons by age, education, and gender. *Med Sci Monit* 20: 173–181.
128. Guenzel, F.M., Wolf, O.T., Schwabe, L. (2014): Sex differences in stress effects on response and spatial memory formation. *Neurobiol Learn Mem* 109: 46–55.
129. Lei, X., Smith, J.P., Sun, X., Zhao, Y. (2014): Gender Differences in Cognition in China and Reasons for Change over Time: Evidence from CHARLS. *J Econ Ageing* 4: 46–55.
130. Grossman, M, Cooke, A., DeVita, C., Chen, W., Moore, P., Detre, J., Alsop, D., Gee, J. (2002): Sentence processing strategies in healthy seniors with poor comprehension: an fMRI study. *Brain Lang* 80 (3): 296–313.
131. Koh, K.B., Park, J.K., Cho, S. (2006): Development of the stress-induced cognition scale. *Yonsei Med J* 47 (3): 384–392.
132. Mirz, F., Pedersen, B., Ishizu, K., Johannsen, P., Ovesen, T., Stødkilde-Jørgensen, H., Gjedde, A. (1999): Positron emission tomography of cortical centers of tinnitus. *Hear Res* 134 (1–2): 133–144.
133. Burton, H., Wineland, A., Bhattacharya, M., Nicklaus, J., Garcia, K.S., Piccirillo, J.F. (2012): Altered networks in bothersome tinnitus: a functional connectivity study. *BMC Neurosci* 13 (3): 1–15.
134. Schneider, P., Andermann, M., Wengenroth, M., Goebel, R., Flor, H., Rupp, A., Diesch, E. (2009): Reduced volume of Heschl’s gyrus in tinnitus. *Neuroimage* 45 (3): 927–939.
135. Lanting, C.P., De Kleine, E., Dijk, P. (2009): Neural activity underlying tinnitus generation: results from PET and fMRI. *Hear Res* 255 (1–2): 1–13.

136. Leaver, A.M., Renier, L., Chevillet, M.A., Morgan, S., Kim, H.J., Rauschecker, J.P. (2011): Dysregulation of limbic and auditory networks in tinnitus. *Neuron* 69 (1): 33–43.
137. Scott, B., Lindberg, P., Melin, L., Lyttkens, L. (1990): Predictors of tinnitus discomfort, adaptation and subjective loudness. *Br J Audiol* 24 (1): 51–62.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Tinnitus-Klassifizierung als Grundlage für pathophysiologische Entstehungsmechanismen nach Zenner	12
Abbildung 2	Die neuronale Entwicklung von tinnitusbedingtem Distress nach Jastreboff. (A) Generierung einer abnormalen Aktivität. (B) Die Aktivität wird erkannt, verarbeitet und im Cortex wahrgenommen. (C) Kortikale Evaluation der neuronalen Aktivität als neutraler Reiz. (D) Limbisches und autonomes Nervensystem werden in Folge der relevanten, negativen Einstufung des Tinnitus aktiviert	16
Abbildung 3	Anteil des präfrontalen Cortex am Gesamtcortex und speziell am Frontallappen	21
Abbildung 4	Altersgruppierung für Frauen und Männer.....	43
Abbildung 5	Tonschwellenaudiogramm für das rechte Ohr.....	44
Abbildung 6	Tonschwellenaudiogramm für das linke Ohr	45
Abbildung 7	Der Einfluss von Alter und Geschlecht auf den Hörverlust des rechten und linken Ohres. Boxplot mit Median, Quartile, Spannweite und Ausreißer	46
Abbildung 8	Tinnitusdauer der Stichprobe (n = 107).....	47
Abbildung 9	Verteilung der Tinnituslokalisation des Patientenkollektivs (n = 107)	48
Abbildung 10	Verteilung der Tinnitusqualität des Patientenkollektivs (n = 107).....	49
Abbildung 11	Tinnitusfrequenzverteilung für beide Ohren (in kHz).....	50
Abbildung 12	Verteilung der Tinnituslautstärke für beide Ohren (in dB HL).....	51
Abbildung 13	Verteilung der Tinnitusintensität für beide Ohren (in dB SL)	52
Abbildung 14	Tinnitusbelastungsgrad nach dem Tinnitusfragebogen-Gesamtscore	54
Abbildung 15	Mittlerer Hörverlust beider Ohren (in dB) für den Tinnitusfragebogen-Belastungsgrad	56
Abbildung 16	Mittlerer Gesamtscore des Perceived Stress Questionnaires (PSQ) für Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade	59
Abbildung 17	Mittelwerte der SWOP-Ergebnisse für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade.....	61
Abbildung 18	Der Einfluss von Alter und Geschlecht auf die Konzentrationsleistung. Boxplot mit Median, Quartile, Spannweite und Ausreißer	63

Abbildung 19	Mittlere Konzentrationsleistung für den Tinnitusfragebogen-Belastungsgrad	65
Abbildung 20	Der Einfluss von Tinnitusfragebogen-Belastungsgrad auf die Ergebnisse im Farbe-Wort-Interferenztest	68
Abbildung 21	Korrelationsverhalten der Konzentrationsleistung zum Gesamtscore des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller mit $r = 0,552$ ($p < 0,01$)	70
Abbildung 22	Korrelationsverhalten der Interferenzleistung zum Gesamtscore des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller mit $r = 0,313$ ($p < 0,01$)	70

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Tinnitusbelastung nach Biesinger	10
Tabelle 2	Tinnitusbelastungsgrad nach Goebel und Hiller und Schweregrad nach Biesinger	11
Tabelle 3	Charakteristika und Ergebnisse der aktuellen Studien zum Thema Kognition bei Tinnituspatienten (human)	23
Tabelle 4	Charakteristika und Ergebnisse der aktuellen Studien zum Thema Kognition bei Tinnitus (Tierexperiment)	24
Tabelle 5	Schweregrad der Hörminderung nach der European Workgroup on Genetics of Hearing Impairment	31
Tabelle 6	Die analysierten Fragebögen einschließlich der jeweiligen Subskalen	33
Tabelle 7	Subskalen des Tinnitus-Fragebogens nach Goebel und Hiller	34
Tabelle 8	Items des Fragebogens zu Tinnituslokalisation und –qualität nach Goebel und Hiller	35
Tabelle 9	Subskalen des Fragebogens zu Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus	36
Tabelle 10	Variablen des Test d2 – Revision mit Bedeutung und erreichbaren Werten	38
Tabelle 11	Variablen des Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop mit Bedeutung und erreichbaren Werten	39
Tabelle 12	Grad der Schwerhörigkeit bei der Patientenstichprobe (n = 107)	45
Tabelle 13	Kausale Faktoren der Tinnitus-symptomatik, bei 41,1% (n = 44) bekannt	48
Tabelle 14	Ergebnisse des Gesamtscores und der Subskalen des Tinnitusfragebogens (TF) nach Goebel und Hiller	53
Tabelle 15	Deskriptive Parameter des Gesamtscores und der Belastungsgrade des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller	54
Tabelle 16	Ergebnisse des Gesamtscores und der Subskalen des Perceived Stress Questionnaires	56
Tabelle 17	Deskriptive Parameter des Gesamtscores des Perceived Stress Questionnaires für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade	58

Tabelle 18	Ergebnisse des Fragebogens für Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus	59
Tabelle 19	Ergebnisse des Test d2 – Revision	62
Tabelle 20	Deskriptive Parameter der Konzentrationsleistung im Test d2 – Revision für die Tinnitusfragebogen-Belastungsgrade	64
Tabelle 21	Ergebnisse des Farbe-Wort-Interferenztests nach Stroop	66
Tabelle 22	Korrelation des Gesamtscores des Tinnitusfragebogens nach Goebel und Hiller (TF) mit der Konzentrationsleistung (KL SW) und der Interferenzleistung (INT SW)	69
Tabelle 23	Korrelation der TF-Subskalen mit der Konzentrations- (KL) und Interferenzleistung (INT)	71
Tabelle 24	Korrelation des Tinnitusfragebogen-Gesamtscores mit dem Gesamtscore des Perceived Stress Questionnaire (PSQ) und der SWOP-Subskala Pessimismus	72
Tabelle 25	Korrelation des Tinnitusfragebogen-Gesamtscores mit dem Hörverlust beider Ohren	72
Tabelle 26	Korrelation des Hörverlust rechts und links mit der Konzentrationsleistung (KL SW) und der Interferenzleistung (INT SW) .	72
Tabelle 27	Korrelation der Stressparameter mit der Konzentrationsleistung (KL SW) und der Interferenzleistung (INT SW)	73
Tabelle 28	Regressionsmodell für die Konzentrationsleistung	74
Tabelle 29	Regressionsmodell für den TF-Gesamtscore als Maß für die Tinnitusbelastung	75

10. Abkürzungsverzeichnis

TRT	Tinnitus-Retraining-Therapie
TF	Tinnitus-Fragebogen
TQ	Tinnitus Questionnaire
ADANO	Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Audiologen, Neurootologen und Otologen
VDT	Vienna Determination Task
BST	Brain Speed Test
SCWT	Stroop Color Word Test
PASAT	Paced Auditory Serial Addition Test
AQT	A Quick Test of Cognitive Speed
COWALT	Controlled Oral Word Association Test
CVLT	California Verbal Learning Test
ZVT	Zahlen-Verbindungstest
TMT	Trail Making Test
CFQ	Cognitive Failures Questionnaire
RST	Reading Span Task
THI	Tinnitus Handicap Inventory
AT&T	Anxious Thought and Tendencies
CSQ	Coping Strategies Questionnaire
MWM	Morris Water Maze
CPS	Composite Psychiatric State
STAI	State/Trait Anxiety Inventory
BDI-II	Beck Depression Inventory
TRQ	Tinnitus Reaction Questionnaires
d2-R	Test d2 – Revision
FWIT	Farbe-Wort-Interferenztest
PSQ	Perceived Stress Questionnaire
SWOP	Fragebogen für Selbstwirksamkeit, Optimismus und Pessimismus
TLQ	Fragebogen zu Tinnituslokalisation und –qualität
DP-OAE	Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen
BERA	Brainstem Electric Response Audiometry
TSA	Tonschwellenaudiometrie
BSO	Bearbeitete Zielobjekte

AF	Auslassfehler
VF	Verwechslungsfehler
KL	Konzentrationsleistung
F%	Fehlerprozent
FWL	Farbwörterlesen
FSB	Farbstrichebenennen
INT	Interferenzversuch

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Natalie Riemer, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Einfluss der präfrontalen kognitiven Fähigkeiten bei Tinnituspatienten“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Berlin, den

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei meiner Betreuerin Prof. Dr. med. Birgit Mazurek für das Überlassen dieses interessanten Themas bedanken. Ihre engagierte Betreuung und Unterstützung haben mir in der Anfertigung dieser Arbeit viel Vertrauen geschenkt.

Mein besonderer Dank gilt Dr. phil. Dipl.-Psych. Petra Brüggemann, die mich bei der Datensammlung unterstützt hat und immer für alle Fragen offen war.

Auch bei den Mitarbeiterinnen des Tinnituszentrums möchte ich mich für die freundliche Unterstützung bedanken.

Schließlich gilt mein Dank insbesondere meiner Familie, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen, gerne Korrektur gelesen haben und in jedem stressigen Stadium dieser Arbeit für mich da waren.

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.