

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie
„Otto Körner“
der Universität Rostock

Direktor: Prof. Dr. med. Robert Mlynški

Kognitive Leistungsentwicklung bei postlingual Ertaubten nach einer Cochlea Implantation

Inauguraldissertation
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin
an der Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von

Yama Afghanyar
aus Wiesbaden

Rostock 2019

Dekan:

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Robert Mlynški+

2. Gutachter: Prof. Dr. Stefan Teipel

3. Gutachter: Prof. Dr. med. Ludger Klimek

Jahr der Einreichung: 2019

Jahr der Verteidigung: 2020

I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis	3
III Diagrammverzeichnis	4
IV Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1. Die Schwerhörigkeit und ihre Folgen	6
1.2. Das Cochlea-Implantat	8
1.3. Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit	10
2 Material und Methode	12
2.1. Studiendesign	12
2.2. Patientenkollektiv	13
2.3. Testbatterie	14
2.3.1. Five-Point-Fluency-Test (FPF)	16
2.3.2. Trail Making Test (TMT) - A und B	16
2.3.3. Verbaler Lerntest (VLT)	18
2.3.4. Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe (WMS-VW) I und II	19
2.3.5. Wortflüssigkeitstest (WF)	20
2.3.6. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Flexibilität und Go/NoGo	21
2.3.7. Wortschatztest (WST)	22
2.3.8. Beck-Depression-Inventar (BDI)	22
2.4. Statistik	23
3 Ergebnisse	24
3.1. Ergebnisse des Five-Point-Fluency-Tests (FPF)	25
3.2. Ergebnisse des Trail Making Test – A und B (TMT)	26
3.3. Ergebnisse des Verbalen Lerntest (VLT)	28
3.4. Ergebnisse des Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe I und II	29
3.5. Ergebnisse des Wortflüssigkeitstests (WF)	31
3.6. Ergebnisse der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) – Flexibilität und Go/NoGo	34
3.7. Ergebnisse des Wortschatztests (WST)	37
3.8. Ergebnisse des Beck-Depressions-Inventar (BDI)	37
4 Diskussion	39
5 Zusammenfassung	50
6 Thesen	52
V Literaturverzeichnis	54
VI Danksagung	60
VII Eidesstattliche Erklärung	61
VIII Lebenslauf	62
IX Übersichtsdarstellung der Rohwerte	63
X Testbatterie	64

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Testbatterie zu den beiden Testzeitpunkten T1 und T2	15
Tabelle 2: Die Beschreibung des Patientenkollektivs	24
Tabelle 3: Übersichtsdarstellung der Rohwerte von allen Tests zu allen Patienten	63

III Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Durchgeführtes Studiendesign	12
Diagramm 2: Geplantes Studiendesign	12
Diagramm 3: Scatterplot für den Five-Point-Fluency-Test bei T1 und T2	25
Diagramm 4: Scatterplot für Trail Making Test bei T1 und T2	27
Diagramm 5: Scatterplot zum Verbalen Lerntest bei T1 und T2	28
Diagramm 6: Scatterplot für Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe I bei T1 und T2	29
Diagramm 7: Scatterplot für Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe II bei T1 und T2	30
Diagramm 8: Scatterplot für das Wortflüssigkeitstest mit der Anzahl der s-Wörter bei T1 und T2	32
Diagramm 9: Scatterplot für die benötigte Zeit zum Abschreiben der s-Wörter bei T1 und T2	33
Diagramm 10: Scatterplot für das Wortflüssigkeitstest mit der Anzahl der Tiere bei T1 und T2	33
Diagramm 11: Scatterplot für die benötigte Zeit zum Abschreiben der Tier-Wörter bei T1 und T2	34
Diagramm 12: Scatterplot für die benötigte Zeit für die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Flexibilität bei T1 und T2	35
Diagramm 13: Scatterplot für die benötigte Zeit für die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Go/NoGo bei T1 und T2	36
Diagramm 14: Die Ergebnisse des Beck-Depressions-Inventar zu Testzeitpunkt T1	38

IV Abkürzungsverzeichnis

a.g.	auch genannt
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CI	Cochlea-Implantat
BDI	Beck-Depression-Inventar
FPF	Five-Point-Fluency-Test
HNO	Hals-Nasen-Ohren
M	Mittelwert
m	Männlich
ms	Millisekunden
s	Sekunden
s.	siehe
SD	Standardabweichung
s.g.	so genannte
SPSS	IBM Statistik-Software
T1	Erster Untersuchungszeitpunkt
T2	Zweiter Untersuchungszeitpunkt
TAP	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung
TAP_Flex	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Flexibilität
TAP_Go/NoGo	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Go/NoGo
TMT_A	Trail-Making-Test A
TMT_B	Trail-Making-Test B
VLT	Verbaler Lerntest
VLT_Diff	Verbaler Lerntest – Differenz
w	Weiblich
WF	Wortflüssigkeitstest
WF_sWö	Wortflüssigkeitstest – s-Wörter
WF_sWö_Z	Wortflüssigkeitstest – s-Wörter Zeit
WF_Tie	Wortflüssigkeitstest – Tiere
WF_Tie_Z	Wortflüssigkeitstest – Tiere Zeit
WHO	World Health Organization
WMS	Wechsler-Memory-Scale
WMS_VWI	Wechsler-Memory-Scale Visuelle Wiedergabe I
WMS_VWII	Wechsler-Memory-Scale Visuelle Wiedergabe II
WST	Wortschatztest
POCD	postoperative kognitive Defizite

1 Einleitung

1.1. Die Schwerhörigkeit und ihre Folgen

Die Hypakusis ist eine Krankheit die als eine Beeinträchtigung des Hörvermögens definiert ist. Sie kann sowohl angeboren als auch erworben sein und demzufolge betrifft sie alle Altersstufen. Die Schwerhörigkeit hat viele verschiedene Ursachen und wird primär in zwei verschiedene Typen eingeteilt. Es wird unterschieden zwischen einer Schallleitungsschwerhörigkeit und einer Schallempfindungsschwerhörigkeit. Eine Schallleitungsschwerhörigkeit betrifft das äußere Ohr und das Mittelohr. Die Schallempfindungsschwerhörigkeit betrifft das Innenohr, den Hörnerven oder die zentrale Hörbahn. Weiterhin gibt es auch die Kombination von einer Schallleitungsschwerhörigkeit und einer Schallempfindungsschwerhörigkeit. (Lenarz und Boenninghaus 2012: 34–35; Zahnert 2011)

Laut Angaben des Deutschen Berufsverbands für Hals-Nasen-Ohrenärzte betrifft die Schwerhörigkeit weltweit etwa 300 Millionen Menschen. In Deutschland sind jeder zweite Mann und jede dritte Frau über 65 Jahren betroffen (Deutscher Berufsverband der Hals-Nasen-Ohrenärzte e.V.).

Eine aktuelle Studie besagt, dass 16,2% der Erwachsenen in Deutschland (11,1 Millionen) den WHO-Kriterien entsprechend schwerhörig sind. Dies ist eine Querschnittsstudie basierend auf Zufallsstichproben aus der Allgemeinbevölkerung. (Gablenz und Holube 2015)

Eine andere Studie von Heger und Holube kam zu dem Ergebnis, dass ca. 17% (14 Millionen) der Menschen in der deutschen Gesamtbevölkerung an einer Schwerhörigkeit erkrankt sind. (Heger und Holube 2010)

Wie repräsentativ diese Zahlen sind, wird sehr kritisch betrachtet. Beispielsweise wurde bei der Studie von Heger und Holube von der Prävalenz in der Gesamtbevölkerung gesprochen, jedoch wurden keine Kinder in der Studie berücksichtigt. Eine Prävalenzstudie, die alle Altersstufen, alle Schwerhörigkeitsformen und einen einheitlichen Schwerhörigkeitsgrad beschreibt, ist nicht vorhanden. Dennoch machen die o.g. Zahlen deutlich, dass die Einschränkung der Hörfähigkeit ein großes Problem in Deutschland darstellt.

Dabei spielen der demografischen Wandel und die damit einhergehende Überalterung der deutschen Bevölkerung eine wesentliche Rolle. Nach Angaben des Statistischen Bundesamts waren 2011 etwa 22 Millionen Menschen über 65 Jahre alt. (Destatis 2015)

Mit zunehmendem Alter tritt eine Hörverschlechterung ein, die degenerative Prozesse als Ursache hat. Die Altersschwerhörigkeit, a.g. Presbyakusis, beruht vorwiegend auf

degenerativen Verschleißerscheinungen im Corti-Organ und/oder am Hörnerv. (Lenarz und Boenninghaus 2012: 121–122; Zahnert 2011)

Insbesondere die Altersschwerhörigkeit stellt die heutige Medizin auf den Prüfstand. Es wird berichtet, dass etwa nahezu die Hälfte aller schwerhörigen Patienten, die über 65 Jahre alt sind, nicht mit einem Hörgerät versorgt sind (Freund 2017).

Eine besondere Bedeutung in dieser Studie haben die Folgen der Schwerhörigkeit auf die Kognition.

Es ist wohl bekannt und häufig publiziert, dass mit zunehmendem Alter sowohl die Hörfähigkeit als auch die kognitiven Fähigkeiten eingeschränkt sind. (Yesavage et al. 2012; Lin 2011; Lin et al. 2013; Petersen et al. 2015; Fortunato et al. 2016)

Zudem beschreiben immer mehr Studien auch Zusammenhänge zwischen der Schwerhörigkeit und einem fortschreitenden kognitiven Verlust.

Taljaard et al. hat eine Meta-Analyse 2016 publiziert, worin 33 Studien untersucht wurden. Die Analyse inkludierte mehr als 5000 Probanden und beschrieb, dass die Kognition bei unbehandelten Patienten mit einer Schwerhörigkeit signifikant schlechter ist. Jedoch bleibt der Kognitionsverlust bei Patienten mit einer behandelten Schwerhörigkeit immer noch höher als bei Patienten mit normaler Hörfähigkeit. Taljaard et al. hat beschrieben, dass der Grad des kognitiven Defizits signifikant mit dem Grad der Hörschädigung sowohl bei unbehandelten als auch bei behandelten Hörschäden verbunden ist. Darüber hinaus verbessert sich die Kognition signifikant bei einer Hörbehandlung. Schließlich deuten die Autoren in dieser Meta-Analyse an, dass ein Hörverlust mit kognitiven Verlusten verbunden ist. (Taljaard et al. 2016)

Eine weitere Studie von Lin et al. aus den USA beschreibt, dass ein größerer Hörverlust signifikant mit niedrigeren Ergebnissen der kognitiven Testung verbunden war. In dieser Studie wurde mit den Patienten ein Digit Symbol Substitution Test (DSST) durchgeführt, wobei man bei diesem nonverbalen Test eine Beurteilung über die Exekutivfunktion und die psychomotorische Verarbeitung bekommt. (Lin et al. 2011)

Von weiteren Autoren wurde ebenfalls beschrieben, dass die Ergebnisse von kognitiven Tests linear mit steigendem Hörverlust schlechter waren. Fortunato et al. sagt, dass ein Zusammenhang zwischen der Kognition und dem Hörverlust durch mehrere Studien gut belegt ist. Weiterhin beschreibt er, dass der Hörverlust bei demenzkranken Patienten häufiger auftritt als bei gesunden älteren Erwachsenen. (Fortunato et al. 2016; Lin et al. 2011)

Eine fortschreitende Schwerhörigkeit fördert im Alter neben sozialer Isolation, geringe Lebensqualität und erhöhtem Kognitionsverlust weitere Erkrankungen. Insbesondere das neurologische Krankheitsbild der Demenz wird immer wieder thematisiert. Beispielsweise hat Lin et al. über 17 Jahre Patienten beobachtet, die initial nicht an demenzielle Symptome litten

und anschließend mit zunehmender Schwerhörigkeit auch an einer Demenz erkrankten. (Lin et al. 2011)

Weiterhin zeigte Lin et al., dass für jede 10 dB Zunahme vom Hörverlust über 25 dB Hörverlust ein um 20% erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Demenz bestand. (Lin et al. 2011; Fortunato et al. 2016)

Die Assoziation der Demenz mit der fortschreitenden Schwerhörigkeit wird noch von einigen anderen Autoren beschrieben. (Freund 2017; Fritze et al. 2016; Kilimann et al. 2015; Lin et al. 2013; Lin et al. 2011; Lin et al. 2013; Rutherford et al. 2018)

Da insbesondere für Erkrankungen wie die Demenz keine Kausaltherapie vorhanden ist, ist es eine wichtige Aufgabe der heutigen Medizin Faktoren zu eruieren, die diese Erkrankungen fördern, um darüber präventiv wirksam werden zu können. (Lin et al. 2013)

Neben der Förderung von Krankheiten wie der Demenz ist die Hörstörung auch eine der wichtigsten Ursachen einer verschlechterten Lebensqualität. (Zahnert 2011; Mathers et al. 2000; Kilimann et al. 2015; Sonnet et al. 2017)

Folglich ist eine frühzeitige Diagnostik und Therapie von Hörstörungen sehr wichtig. Es gibt verschiedene therapeutische Möglichkeiten wie Hörgeräte, hörverbessernde Operationen und Hörimplantate. Gegenstand dieser Arbeit war die Versorgung Schwerhöriger mit Cochlea Implantaten. Die rechtzeitige Cochlea-Implantat Versorgung kann dazu beitragen, dass die soziale Interaktion erhalten bleibt und das Risiko einer Demenzerkrankung vermindert wird. (Freund 2017; Kilimann et al. 2015; Zahnert 2011)

Mehrere Studien haben nachgewiesen, dass durch eine Cochlea-Implantation eine signifikante Erhöhung der Lebensqualität erreicht wird. (Schaarschmidt 2013; Sonnet et al. 2017; Meis et al. 2005)

1.2. Das Cochlea-Implantat

Abhängig von der Ursache und dem Schweregrad der Hypakusis wird eine konservative oder operative Therapie empfohlen. Unter die vielfältigen Therapiemöglichkeiten der Schwerhörigkeit fallen auch Hörgeräte und Cochlea Implantate. Bei den Hörgeräten werden je nach Pathologie ein Luftleitungshörgerät oder ein Knochenleitungshörgerät eingesetzt. Vom Mikrofon am Hörgerät wird ein Schall aufgenommen und verstärkt weitergegeben, somit ist diese symptomatische Therapie nur bis zu einem gewissen Grad nützlich. (Lenarz und Boenninghaus 2012: 127–130)

Viele Hörschädigungen werden durch Hörgeräte ausgeglichen, jedoch stoßen diese bei hochgradigen Hörverlusten an ihren Leistungsgrenzen. In diesen Fällen stellt sich zur Wiederherstellung der Hörfähigkeit durch ein technisches Hilfsmittel die Frage einer Cochlea-Implantation.

Ein Cochlea Implantat ist eine elektronische Hörprothese, die aus einer Elektrode in der Cochlea, einem Implantat im Knochenbett des Schläfenbeins und einem drahtlos transkutan arbeitenden Sprachprozessor besteht. Am Mikrophon des Sprachprozessors werden Signale erkannt, im Gerät weiterverarbeitet und über Induktion zum Implantat weitergegeben. Im Implantat erfolgen über mehrere Elektroden definierte Reizungen des Hörnervens. Die Cochlea-Implantat Versorgung erfordert eine aufwendige interdisziplinäre Zusammenarbeit in darauf spezialisierten Zentren. Kommt nach der präoperativen Diagnostik ein Cochlea Implantat als Rehabilitation der Schwerhörigkeit in Frage, so folgt die Operation mit Einsetzen des Implantates. Nach Abschluss der Wundheilung vier bis sechs Wochen nach der Operation beginnt die individuelle Ersteinstellung des Sprachprozessors. Die optimale Anpassung des Sprachprozessors ist wegweisend für den Hörerfolg des Patienten. Postlingual ertaubte Patienten müssen sich an den neuen Höreindruck erst gewöhnen und ihn richtig zuzuordnen lernen. Sie müssen die neuen Höreindrücke mit den abgespeicherten alten Höreindrücken aus der Zeit des normalen Hörens vergleichen. Der zeitliche Aufwand und die Komplexität dieses Vorgangs sind bei jedem Patienten individuell verschieden.

Anders sind die postoperative Anpassung und das Hörsprachtraining bei prälingual ertaubten Patienten. Diese Patienten haben keine abgespeicherten Höreindrücke und erlernen das Hören und die Höreindrücke erstmals über das Cochlea-Implantat.

Ein Cochlea Implantat ist also ein technisches Hilfsmittel, welches eine Wiederherstellung der Hörfähigkeit zum Ziel hat. Bei ungenügendem Sprachverständnis mit konventionellen Hörgeräten wird eine Cochlea Implantation empfohlen. (Lenarz und Boenninghaus 2012: 130–132; Lenarz und Laszig 2012; Schaarschmidt 2013)

Die Indikation für eine Cochlea-Implantation wird prinzipiell auf der Grundlage von Leitlinien für das ärztliche Handeln gestellt. Schlussendlich ist die Entscheidung einer Implantation aber immer noch bei jedem Patienten individuell zu treffen. Eine Indikation zur Cochlea Implantation ist weiterhin gegeben bei einer einseitigen oder beidseitigen Innenohrfehlfunktion, wobei die Hörnerven und die zentralen Hörbahnen funktionstüchtig sein müssen. (Lenarz und Laszig 2012; Lenarz und Boenninghaus 2012; Schaarschmidt 2013)

In der aktuellen Studie wurde die Leistungsentwicklung von postlingual Ertaubten nach Cochlea Implantation beobachtet, welches als eine grundlegende Indikation gilt.

Kontraindikationen für eine Cochlea Implantation sind eine fehlende Cochlea oder ein fehlender Hörnerv, aber auch eine mangelnde Rehabilitationsfähigkeit bzw. eine nicht sichergestellte postoperative Rehabilitation. Weiterhin gelten als relative Kontraindikationen eine Mittelohrinfektion, schwere Allgemeinerkrankungen oder ein therapieresistentes Krampfleiden. (Lenarz und Laszig 2012; Schaarschmidt 2013)

1.3. Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit

Die Schwerhörigkeit ist ein großes medizinisches Problem in der Gesellschaft. Insbesondere betrifft dies die Beeinträchtigung der Lebensqualität und den kognitiven Abbau. Die Behandlung wird stetig verbessert und auf den aktuellen Stand gebracht. Die Versorgungsmöglichkeiten mit Hörgeräten sind sehr gut, haben aber hinsichtlich der Verstärkung ihre Limitierungen. Die Cochlea-Implantat Versorgung ist deshalb eine wichtige Alternative, wenn mit Hörgeräten kein ausreichendes Sprachverständnis zu erreichen ist. (Schaarschmidt 2013; Lenarz und Laszig 2012)

Hierzulande ist diese Versorgung schon sehr etabliert und wird seit mehr als 30 Jahren durchgeführt. In Deutschland sind mittlerweile 25000 bis 30000 Menschen mit einem oder mit zwei Cochlea Implantaten versorgt worden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Cochlea Implantation nicht nur für die Altersschwerhörigkeit interessant ist, sondern auch Kinder und junge Erwachsene damit behandelt werden. (Schaarschmidt 2013)

Vor allem für Kinder ist eine frühzeitige Versorgung sehr entscheidend, um eine lautsprachliche Entwicklung zu ermöglichen. Bis auf eine cochleäre Aplasie oder eine Aplasie des Hörnervs können nahezu alle Fehlbildungen mit einem Cochlea Implantat versorgt werden. (Mlynski und Plontke 2013)

Es gibt Studien zur Beurteilung der allgemeinen kognitiven Fähigkeiten sowie Studien, die die Sprachwahrnehmung nach einer Hörehabilitation mit einem Cochlea Implantat untersucht haben. (Holden et al. 2013; Dillon MT et al. 2013)

Beispielsweise hat Willis in seiner Langzeitstudie berichtet, dass kognitives Training bei älteren Patienten eine grundsätzliche Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten bringt, jedoch ohne eine Hörehabilitation zu berücksichtigen (Willis et al. 2006).

Weiterhin gibt es auch Studien, die eine Verbesserung der Kognition nach der Versorgung mit einem Hörgerät beschreiben. (Choi et al. 2011; Acar et al. 2011)

Zwar ist die Cochlea-Implantat Versorgung ein etabliertes Verfahren, jedoch gibt es bisher nur eine geringe Anzahl von statistisch fundierten Studien, die die psychokognitive Leistungsentwicklung nach dieser Therapie beschreiben (Mosnier et al. 2015; Cosetti et al. 2016). Allgemeingültige Aussage durch statistische Belege sind erschwert, aufgrund der Studienlage zu dieser Thematik.

In dieser Arbeit wurde sich damit auseinandergesetzt, wie die psychokognitive Leistungsentwicklung von beidseits Ertaubten nach Versorgung mit einem Cochlea Implantat ist.

Die Fragestellung war, ob sich durch das Hören mit einem Cochlea Implantat die Kognition der Patienten verändert. Ausgangspunkt dieser Überlegungen waren Studien, die berichtet haben, dass schwerhörige Patienten einen Kognitionsverlust erleiden. (Freund 2017; Lin et al. 2013)

Somit war die Hypothese der vorliegenden Studie, ob eine Wiederherstellung der peripheren und zentralen Hörfunktionen auch zu einer Verbesserung der Hirnfunktionen außerhalb der Hörbahnen führt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es spezifische kognitive Funktionen bei den Patienten zu testen. Die Hypothese war dabei, dass eine Verbesserung oder zumindest die Aufrechterhaltung ihrer kognitiven Fähigkeiten nachweisbar ist.

2 Material und Methode

2.1. Studiendesign

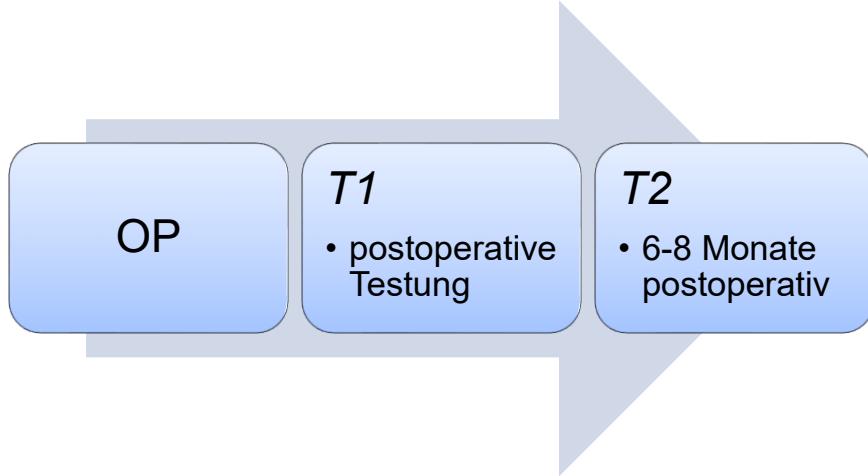


Diagramm 1: Durchgeführtes Studiendesign

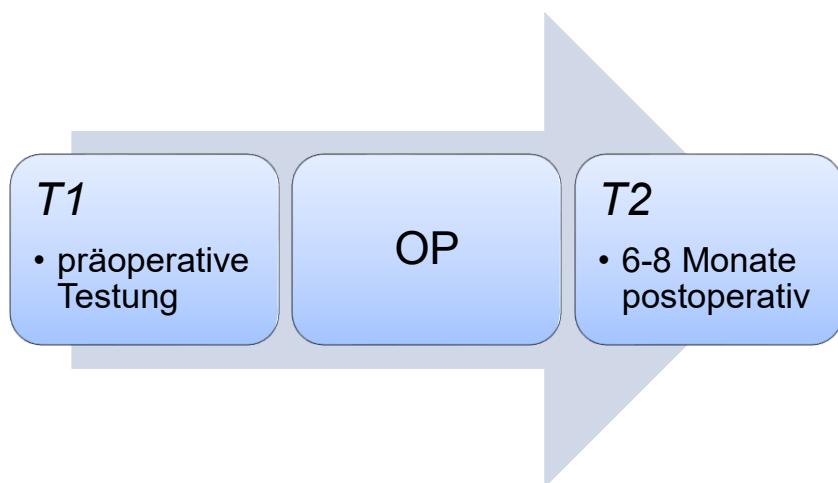


Diagramm 2: Geplantes Studiendesign

Das Studiendesign muss bei dieser Arbeit nochmal explizit erwähnt werden, da das Studiendesign während der Studie verändert wurde. Das initial geplante Studiendesign mit der präoperativen Testung war aufgrund der Incompliance seitens der Patienten erschwert. Wodurch während der Studie teilweise Patientenergebnisse verworfen wurden und das Studiendesign anschließend verändert wurde. Nach der Veränderung wurde die T1-Testung am letzten stationären Aufenthaltstag durchgeführt.

2.2. Patientenkollektiv

In dieser Studie wurden zehn postlingual beidseits ertaubte Patienten untersucht (Tabelle 2). Die Testbatterie wurde durch Ärzte und Neuropsychologen ausgearbeitet. Hierbei wurde auch berücksichtigt, dass an der Universitätsmedizin Rostock bereits unveröffentlichten Voruntersuchungen durchgeführt wurden. Auf Grundlagen dieser Vorkenntnisse wurden in dieser Studie sowohl die Testbatterie als auch die Patientenpopulation ausgewählt.

Bei der Auswahl der Patienten wurde ein Zeitrahmen von einem Jahr und sechs Monaten festgesetzt. Ein Einschlusskriterium war eine beidseits hochgradige postlinguale Schwerhörigkeit. Als weiteres Einschlusskriterium war ein Alter über 50 Jahre festgelegt worden. Das wichtigste Kriterium war, dass die Patienten auf beiden Ohren nahezu ertaubt waren, damit nach der Cochlea Implantation ein maximaler Kontrast im Hören und eine kognitive Leistungsentwicklung beobachtet werden konnte. Durch die saubere Patientenselektion und die Studienkriterien kamen in diesem genannten Zeitraum zehn Patienten in Frage. Primär hatten noch zwei weitere Patienten die Testbatterie teilweise absolviert, aber aufgrund ungenügender und unvollständiger Ergebnisse wurden diese letztlich aus der Studie ausgeschlossen.

Bei den Patienten wurde vor dem Hintergrund der unveröffentlichten Voruntersuchungen als Mindestalter das 50. Lebensjahr festgesetzt. Weiterhin war das Ziel sich auf ein Patientenkollektiv zu konzentrieren, welches ein fortgeschrittenes Alter erreicht hatte. Eine obere Altersgrenze existierte bei der Patientenrekrutierung nicht. Eine Eingrenzung des Alters wurde vorgenommen, damit sich diese Studie auf ältere Erwachsene konzentriert.

Alle Patienten wurden in der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“ der Universitätsmedizin Rostock mit einem Cochlea Implantat versorgt. Diese Studie beinhaltet keine beidseitig cochlea-implantierten Patienten.

Die erste Testung der Patienten wurde am letzten Tag vor der Entlassung durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt war das Cochlea Implantat noch nicht aktiviert. Im Folgenden wird dieser Testzeitpunkt T1 genannt.

Die Testungen für die Studie wurden in der Abteilung Phoniatrie- Pädaudiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“ der Universitätsmedizin Rostock durchgeführt.

Die Patienten wurden entsprechend dem Votum der Ethikkommission (A 2012.0092) bei stationärer Aufnahme zur geplanten Cochlea-Implantation über diese Studie aufgeklärt. Die Teilnahme an dieser Studie war freiwillig.

Die erste Testung erfolgte am letzten Tag vor der Entlassung (T1), wobei zu diesem Zeitpunkt bei allen Patienten das CI noch nicht aktiviert war. Somit ist keine schwierige Beurteilbarkeit der Ergebnisse aufgrund der Aktivität vom CI zu erwarten. Jedoch ist aufgrund des geänderten Studiendesign eine mögliche POCD als Einschränkung für die Ergebnisinterpretation deutlich hervorzuheben. Anfänglich wurden die Testungen nur am Tag vor der Operation durchgeführt. Jedoch wurden diese Testergebnisse teilweise verworfen, wenn sie wegen Testabbruchs auf Grund subjektiver Überlastung der Patienten ungenügend waren. Die Patienten hatten am Vortag der Operation oft zahlreiche Termine abzuarbeiten, sodass sie teilweise sehr unkonzentriert und müde waren. Das Interesse und der Wille für die Testung waren in dieser Situation nicht ausreichend.

Die Patienten wurden daraufhin am letzten Tag vor der Entlassung untersucht. Dadurch waren die Patienten viel entspannter und konzentrierter. Es wurde darauf geachtet, dass zum Testzeitpunkt keine vegetativen Symptome vorherrschten.

Hierbei wurden den Patienten sowohl mündlich durch den Studienleiter als auch durch eine schriftliche Anleitung die Tests veranschaulicht. Anschließend begann die etwa 90-minütige Testung in einem ruhigen Therapieraum. Alle Ergebnisse wurden auf dem Protokollbogen der Testbatterie aufgezeichnet.

Die zweite Testung erfolgte in einem Intervall von 6-8 Monaten postoperativ unter den gleichen räumlichen Bedingungen und durch denselben Untersucher wie die erste Testung. Diese Untersuchung dauerte erneut etwa 90 Minuten.

Die Patienten waren überwiegend an ihrer kognitiven Entwicklung interessiert und fragten nach den Ergebnissen, die ihnen eingehend erläutert wurden.

2.3. Testbatterie

Um die psychokognitiven Fähigkeiten der Patienten zu verifizieren, wurde eine Testbatterie mit verschiedenen Tests vor der Aktivierung des Cochlea Implantates (T1) und 6-8 Monate nach der Aktivierung bzw. nach der Operation des Cochlea Implantates (T2) durchgeführt. Diese Testbatterie wurde zusammen mit Ärzten und Neuropsychologen ausgearbeitet. Ein wichtiger Punkt bei der Testauswahl war, dass die Tests ohne Lautsprache funktionieren mussten, da in dieser Studie gehörlose Patienten untersucht wurden. Den Patienten wurde eine Testanleitung schriftlich vorgelegt und erläutert. Weiterhin sollte die Testbatterie zeitlich

nicht zu aufwendig werden, da die Patienten möglicherweise unkonzentriert und demotiviert werden könnten. Die ausgewählten Tests sind etablierte Verfahren mit dem Ziel, eine kompakte und präzise Abschätzung der Leistungen auf verschiedenen Domänen kognitiver Fähigkeiten zu bekommen.

Bei T1 wurden elf Tests hintereinander durchgeführt, worunter sich auch ein Beck-Depression-Inventar-Test (BDI-Test) befand. Der BDI-Test und der Wortschatztest wurden beim zweiten Testtermin nicht wiederholt. Der Wortschatztest wurde nicht erneut durchgeführt, weil keine Veränderung des Intelligenzniveaus und des Sprachwortschatzes innerhalb von 6 Monaten zu erwarten war. Der BDI-Test gilt als momentane Standpunktanalyse. Der Fokus der vorliegenden Studie liegt auf die Eruierung kognitiver Veränderungen. Um auszuschließen, dass die Ergebnisse durch eine vorhandene Depressivität beeinflusst wurden, wurde der BDI-Test zur ersten Testung (T1) durchgeführt.

Dementsprechend wurden beim späteren Testzeitpunkt (T2), mindestens sechs Monate nach der ersten Testung, nur noch neun Tests mit den Patienten gemacht. Die Testabfolge war bei allen Patienten gleich.

In Tabelle 1 sind die Tests aufgelistet. Anschließend wird detaillierter auf die einzelnen Tests eingegangen.

Testzeitpunkt 1	Testzeitpunkt 2
Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe 1	Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe 1
Trail Making Test - A	Trail Making Test - A
Trail Making Test - B	Trail Making Test - B
Five-Point-Fluency-Test	Five-Point-Fluency-Test
Wortflüssigkeitstest	Wortflüssigkeitstest
Verbaler Lerntest	Verbaler Lerntest
Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe 2	Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe 2
Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung - Flexibilität	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung - Flexibilität
Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Go/NoGo	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Go/NoGo
Wortschatztest	
Beck-Depression-Inventar	

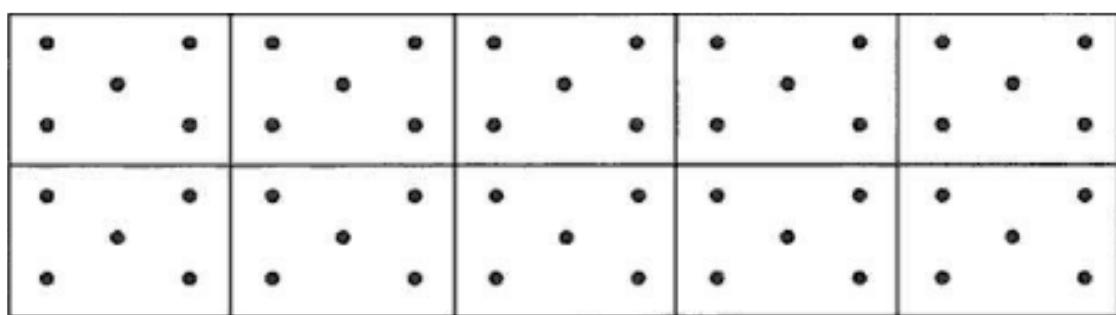
Tabelle 1: Die Testbatterie zu den beiden Testzeitpunkten T1 und T2

2.3.1. Five-Point-Fluency-Test (FPF)

Beim Five-Point-Fluency-Test wird sprachlos die Fähigkeit zum divergenten Denken untersucht, wobei hier das flexible Denken und die Merkfähigkeit eine große Rolle spielt. Es wird getestet, wie der Patient durch verschiedene Wege zum Zielmuster kommen kann, ohne jedoch Muster zu wiederholen.

Bei dieser Testung soll der Patient versuchen, so viele verschiedene Muster wie möglich aus immer wiederkehrenden Kästchen mit fünf Punkten zu gestalten. Dabei stehen dem Probanden drei Minuten zur Verfügung. Ein Muster wird gewertet, wenn mindestens zwei Punkte verbunden sind und die Variante nicht wiederholt auftaucht. Für die Auswertung werden alle aufgezeigten Muster, die nicht mehrfach benutzt wurden, zusammengezählt.

(Lehrner et al. 2010; Cattelani et al. 2011; Fernandez et al. 2009; Regard et al. 1982)



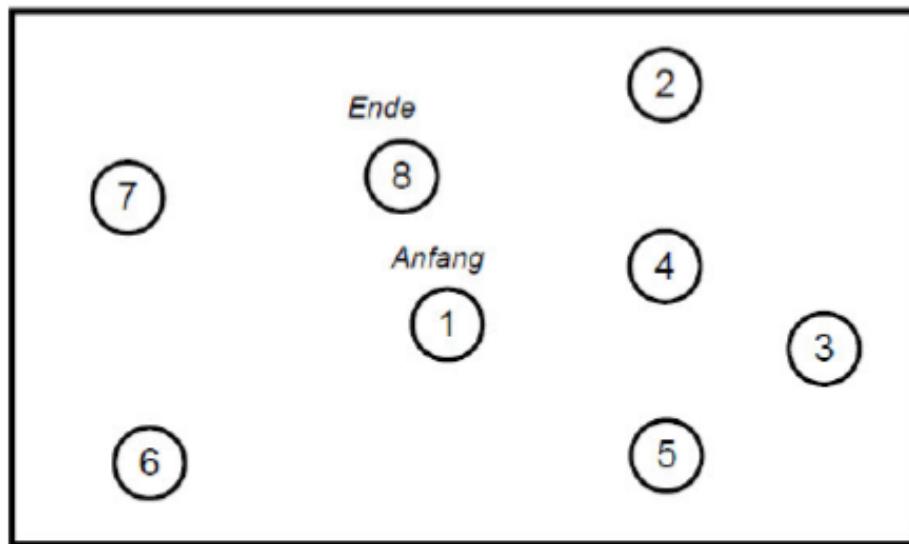
2.3.2. Trail Making Test (TMT) - A und B

Der Trail Making Test beinhaltet die Testung von mehreren kognitiven Eigenschaften zugleich und wurde ursprünglich von der US-Army 1944 als Eignungsverfahren verwendet. „Der TMT dient der Diagnostik verschiedener neuropsychologischer Funktionsbereiche wie Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit, visuomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit, kognitive Flexibilität und Exekutivfunktionen“ (Tischler und Petermann 2010b).

Die Tests A und B werden nacheinander durchgeführt und benötigen keine zeitliche Verzögerung.

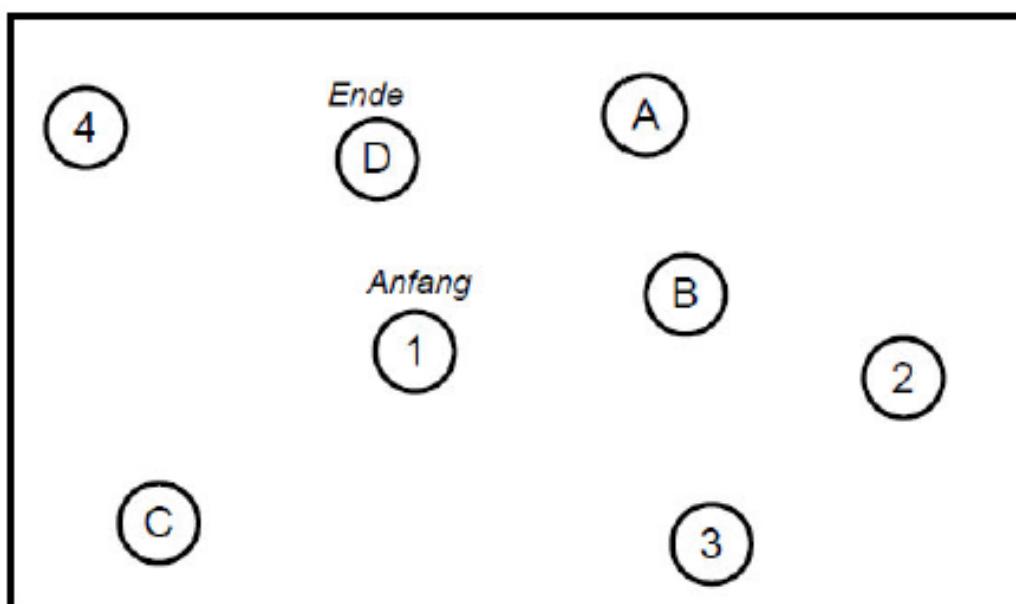
Zusammenfassend kann man sagen, dass durch diesen Test in kürzester Zeit eine Aussage über die kognitiv-neuropsychologische Hirnfunktionsleistung, gemacht werden kann.

A: Es wird dem Patienten ein Blatt mit Zahlen in kleinen Kreisen, die ungeordnet sind, vorgelegt. Der Patient muss versuchen so schnell wie möglich die Zahlen in aufsteigender Folge zu verbinden.



B: Hier wird neben den o.g. Punkten vor allem die kognitive Flexibilität getestet. Jetzt sind nicht nur Zahlen in diesen Kreisen dargestellt, sondern auch Buchstaben. Bei diesem Test muss der Patient erneut so schnell wie möglich die Buchstaben und Zahlen miteinander verbinden. Jedoch wird hier nach jeder Zahl ein Buchstabe eingefügt und der Reihenfolge nach verbunden. Die Zahlen werden in numerischer Reihenfolge und die Buchstaben in alphabetischer Reihenfolge verbunden (Bsp.: 1-A-2-B-3-C). Bei diesem Test wird die Zeit in Sekunden (s) gestoppt.

(Tischler und Petermann 2010a; Reitan R.M. 1992; Müller S. 2014)



2.3.3. Verbaler Lerntest (VLT)

Der Verbale Lerntest ist geeignet für die Erfassung und Differenzierung neuropsychologischer Gedächtnisbeeinträchtigungen. Der VLT ist ein Verfahren, bei dem die Wiedererkennungsmethode angewandt wird, nachdem man einen Lernprozess absolviert hat. So möchte man die verbale Lernfähigkeit stimulieren, um Neologismen im Gedächtnis abzuspeichern und anschließend wiederzuerkennen. Beim VLT handelt es sich um ein Testverfahren, dass zur Erfassung von neuropsychologischen Störungen bei Frontalhirnläsionen dient.

Dieser Test beinhaltet auf Karteikarten verschiedene Neologismen, die aus jeweils zwei Silben à drei Buchstaben bestehen und sich an der deutschen Sprache orientieren. In dieser Studie wurde ausschließlich die Langform durchgeführt, bei der 160 Neologismen den Patienten gezeigt werden. Die Langform besteht aus 80 hochassoziativen (Bsp.: KLAVER) und 80 niedrigassoziativen (Bsp.: HOLREN) Wörtern. Die Einteilung erfolgt in acht Blöcken zu je 20 Neologismen. Acht der Wörter (vier hochassoziierte und vier niedrigassoziierte Wörter) sind in jedem Block je einmal vorhanden, d.h. sie werden in jedem Block einmal dem Patienten gezeigt. Dies sind so genannte Wiederholungsitems. Die restlichen zwölf Neologismen in einem Block kommen im gesamten Test nur einmal vor und sind so genannte Einmalitems, d.h. diese Wörter werden dem Patienten im ganzen Test nur einmal gezeigt. Somit sind 96 Einmalitems und 64 Wiederholungsitems im ganzen Test vorhanden.

Der Testablauf gestaltet sich so, dass dem Patienten hintereinander Karteikarten mit Neologismen gezeigt werden. Jedes Wort wird dem Patienten für drei Sekunden gezeigt. Nach jedem gezeigten Wort muss der Patient sagen, ob es sich hierbei um ein neues Wort oder um ein schon gezeigtes Wort handelt. (Sturm und Willmes 1999b)

Erwähnenswert ist auch, dass die Abstände zwischen zwei identischen Wörtern so lang gewählt sind, dass die Wörter sicher nicht aus dem Kurzzeitgedächtnis abgerufen werden können. Zur Auswertung wird hier die Summe aller als richtig positiv genannten und die Summe aller falsch positiv genannten Neologismen ausgerechnet. Anschließend wird die Differenz berechnet. Erneut werden die Rohwerte ausgewertet. Bei der vorliegenden Studie wurde nach Absprache mit den Neuropsychologen auf eine Alterskorrektur verzichtet. (Sturm und Willmes 1999a; Lehrner et al. 2010)

2.3.4. Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe (WMS-VW) I und II

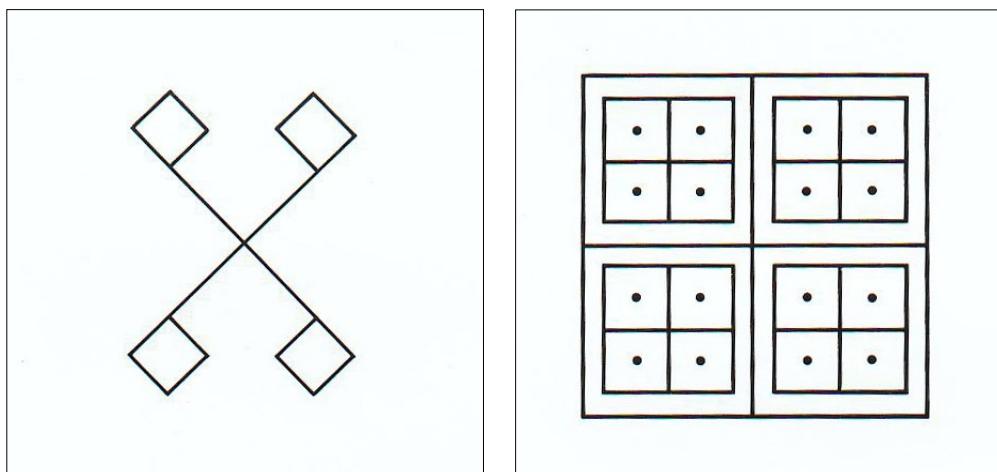
Der Wechsler-Gedächtnis-Test wurde ursprünglich 1945 von David Wechsler zur Erfassung von Gedächtnisstörungen entwickelt.

Bei diesem Test wird die Merkfähigkeit des Patienten untersucht. In dieser Studie wurde die WMS-R Version angewendet. Des Weiteren gibt es viele verschiedene Möglichkeiten diesen Test durchzuführen, jedoch wurde sich hier für die visuelle Wiedergabe von Mustern entschieden. Die visuelle Wiedergabe wurde bevorzugt, weil in dieser Studie die Testbatterie auch die visuelle Merkfähigkeit untersuchen wollten und diese hiermit vertreten ist. Weiterhin war es von entscheidender Bedeutung, dass die Tests ohne Lautsprache funktionieren mussten.

I: Beim ersten Test wird die kurzzeitige Merkfähigkeit von vier Mustern überprüft. Hierbei werden vier Muster jeweils für zehn Sekunden dem Patienten gezeigt. Anschließend wird er gebeten diese aufzuzeichnen. Der Patient wird am Ende darauf aufmerksam gemacht, dass er sich diese Muster für einen späteren Test merken muss.

II: Nach einem Intervall in dem andere Tests durchgeführt werden, wird das Langzeitgedächtnis des Patienten getestet, indem er die vorherigen Muster erneut in beliebiger Reihenfolge aufzeichnen soll.

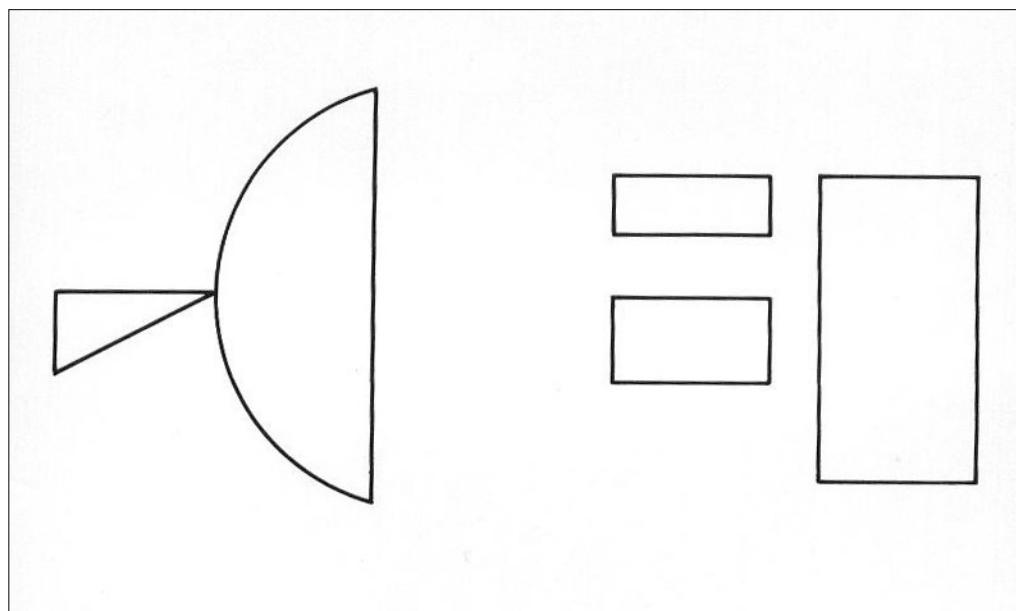
(Härtung et al. 2000; Lehrner et al. 2010; Wechsler 1945)



2.3.5. Wortflüssigkeitstest (WF)

Dieser neuropsychologische Test, der zum ersten Mal von Thurstone angewendet wurde, hat das Ziel, die exekutive Hirnfunktion eines Probanden zu testen. Hierbei wird das divergente Denken untersucht, welches hauptsächlich durch das Frontalhirn festeuert wird. Unter divergentem Denken versteht man die Produktion von kreativen Lösungen für offen formulierte Fragen.

Den Wortflüssigkeitstest gibt es in vielen verschiedenen Varianten. Es gibt einmal die formlexikalische Wortflüssigkeitstestung, bei der ein Anfangsbuchstabe (S, P, M, K oder B) gegeben ist und so viele Wörter, wie dem Patienten in einer zeitlichen Begrenzung einfallen,



aufgeschrieben werden sollen. Des Weiteren wird in der Literatur eine semantisch-kategorielle Wortflüssigkeitstestung genannt, bei der alle Wörter nach einer speziellen Kategorie (Tiere, Berufe oder Lebensmittel) genannt werden sollen.

In der vorliegenden Studie wurde bei den Patienten immer der Wortflüssigkeitstest mit S-Wörtern und anschließend mit Tierwörtern durchgeführt. Die einzige Einschränkung war, dass keine Zahlen, Orte oder Eigennamen benutzt werden durften. Anschließend wurden die Probanden aufgefordert, alle aufgeschriebenen Wörter so schnell wie möglich abzuschreiben. (Aschenbrenner et al. 2000; Lehrner et al. 2010)

2.3.6. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Flexibilität und Go/NoGo

Die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) ist eine Aufmerksamkeitsdiagnostik aus dem neuropsychologischen Fachgebiet. Die Aufmerksamkeit ist eine sehr grundlegende Fähigkeit des psychokognitiven Systems des Menschen. Die Hauptkriterien um diese Fähigkeit zu definieren sind die Reaktionszeiten und mögliche begangene Fehler. (Zimmermann und Fimm 2017)

Die TAP wurde in der vorliegenden Studie in der aktuellen Version 2.3.1 verwendet. Es gibt verschiedene Testmöglichkeiten in der TAP. In dieser Studie wurden die TAP-Flexibilität und die TAP-Go/NoGo verwendet.

Bei der TAP-Flexibilität Testung wurden dem Patienten auf dem Bildschirm ein Buchstabe und eine Zahl angezeigt. Weiterhin wurden dem Patienten eine Taste unter der rechten Hand und eine Taste unter der linken Hand gelegt. Anschließend sollte der Patient immer die Taste betätigen, auf deren Seite der Buchstabe zu sehen war.

Die TAP-Flexibilität Testung ist dahingehend interessant gewesen, da neben der Aufmerksamkeitsfähigkeit auch die kognitive Flexibilität untersucht wurde. Der Patient sollte die mentale Fähigkeit aufbringen zwischen zwei Darstellungen zu unterscheiden und das richtige Ziel auszuwählen. Als Ergebnis wurde die Reaktionszeit im Mittelwert verglichen. Die Reaktionszeit wurde in Millisekunden (ms) angegeben.

(Zimmermann und Fimm 2017)

Als weitere Variante der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung wurde der s.g. Go/NoGo Test angewendet. Hierbei wurde dem Patienten eine Taste vorgelegt und auf dem Bildschirm wurden ihm hintereinander Quadrate mit unterschiedlichem Füllmuster dargestellt. Zwei von diesen Füllmustern waren adäquate Reize. Der Patient hatte die Anweisung nur die Taste zu betätigen, falls eines der beiden Füllmuster dargestellt wird.

Bei dieser Aufmerksamkeitsdiagnostik wurde die Fähigkeit untersucht, den Aufmerksamkeitsfokus auf das Erscheinen von Reizen zu legen und unter Zeitdruck eine angemessene Reaktion auszuführen. Die Verhaltenskontrolle, die Unterdrückung einer nicht-adäquaten Reaktion und die Ausführung einer adäquaten Reaktion, stand bei dieser Testvariante im Vordergrund. Auch hier wurde als Ergebnis die Reaktionszeit im Mittelwert verglichen.

(Zimmermann und Fimm 2017)

2.3.7. Wortschatztest (WST)

Beim WST werden das verbale Intelligenzniveau und das Sprachverständnis untersucht. Mit einer relativ schnellen und einfachen Methode werden das rasche Leseverständnis und ein zuverlässiger Abgleich mit dem vorhandenen Wortschatz getestet. Der Wortschatztest gilt in der Neuropsychologie als eine grobe Schätzung des Intelligenzniveaus. Hierbei werden dem Probanden mehrere Wörter in einer Zeile dargestellt, von denen nur ein Wort wirklich existiert. Die restlichen Wörter sind fiktive Wörter. Der Proband hat unbegrenzt Zeit, um die richtigen Wörter zu unterstreichen. Dieser Test wurde nur beim Testzeitpunkt 1 (T1) durchgeführt, weil nur das Intelligenzniveau und der Sprachwortschatz der Patienten zur Charakterisierung der Stichprobe untersucht werden sollte und keine Veränderung dieser Fähigkeiten innerhalb von 6-8 Monaten zu erwarten war.

(Schmidt und Metzler 1992)

2.3.8. Beck-Depression-Inventar (BDI)

Das Beck-Depression-Inventar ist ein Testbogen, der innerhalb von 5-10 Minuten eine Aussage über die Schwere des depressiven Zustandes eines Patienten erlaubt. Das BDI wurde von dem amerikanischen Psychologen Aron T. Beck erstmals entworfen. Mittlerweile wurde der BDI schon mehrmals verbessert und zählt zu den meist benutzten Beurteilungsbögen bzgl. einer Depression.

Hierzu wird dem Patienten ein Fragebogen vorgelegt, den er durchlesen und anschließend Zutreffendes ankreuzen muss.

Zur Auswertung werden die Punkte addiert und der Rohwert sagt anhand einer Skala etwas über die Schwere der Depression aus.

(Hautzinger et al. 2010; Köllner und Schauenburg 2012)

Grenzwerte für das BDI (Köllner und Schauenburg 2012: 38):

- 0 – 8 keine Depression
- 9 – 13 minimale Depression
- 14 – 19 leichte Depression
- 20 – 28 mittelschwere Depression
- 29 – 63 schwere Depression

2.4. Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte anhand der Rohwerte der einzelnen Tests. Dabei wurden die einzelnen Tests in den Vergleich gesetzt zwischen T1 und T2. Es wurden keine Prozentrangwerte benutzt.

Mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS wurde die statistische Auswertung durchgeführt.

Es wurde durchgehend der Wilcoxon-Test durchgeführt. Diese Testung wurde vor allem aufgrund der kleinen Patientengruppe bevorzugt. Um die Fehlerquote für Fehler 1. Art auf 5 Prozent zu verringern wurde die Bonferroni-Korrektur durchgeführt. Hierbei wird das Signifikanzniveau angehoben. Die Tests werden dann mit geringer Wahrscheinlichkeit einen Falsch-positiven Wert erzielen. Bei 8 durchgeführten Tests in dieser Studie wurde somit ein Ergebnis erst als signifikant bezeichnet, wenn $p < 0,05/8$ ist. Folglich sind in dieser Studie Ergebnisse $p < 0,0063$ als signifikant anzusehen. (Rowe P. 2012)

Die statistischen Ergebnisse sind für eine wissenschaftliche Studie primär entscheidend und auch für weitere Studien und Untersuchungen von großer Bedeutung. Jedoch ist bei dieser Studie auch die individuelle Betrachtung von Ergebnissen und Patienten sehr interessant, da einerseits das Hauptaugenmerk auf eine intraindividuelle Leistungsentwicklung der Patienten gelegt war und andererseits die geringe Patientenpopulation oftmals keine statistisch allgemeingültigen Aussagen zuließ. Die individuellen Ergebnisse stellten dagegen oft eine positive Entwicklungstendenz dar. Nichtsdestotrotz lag der Schwerpunkt dieser Studie auf den statistisch signifikanten Aussagen (s. Kapitel 3).

3 Ergebnisse

Die Patienten der vorliegenden Studie hatten ein Alter von 60-85 Jahren. Davon gibt es als Ausnahme eine Patientin, die bei T1 49 Jahre alt war, was als Ausnahme zu den Einschlusskriterien akzeptiert wurde. Eine genaue Patientenverteilung findet sich in der Tabelle 2.

Der Medianwert des Alters aller Patienten betrug bei der präoperativen Testung (T1) 71,0 Jahre und bei der postoperativen Testung (T2) 72,0 Jahre.

Des Weiteren wurde keine Einschränkung beim Geschlecht vorgenommen. So gibt es in dieser Studie einen kleinen Überschuss an Männern (n=6), dies ist jedoch zufällig und nicht beabsichtigt.

Weiterhin wurden initial 12 Patienten untersucht, jedoch wurden die Ergebnisse zu T1 von zwei Patienten, aufgrund von nicht vollständig durchgeführten Testungen, verworfen. Die beiden Patienten wurden am Vortag der Operation untersucht und haben die Testbatterie nicht vollständig durchgeführt. Die Testungen wurden aufgrund von Erschöpfungen, Desinteresse oder erhöhter Schwierigkeit abgebrochen. Demzufolge wurden die Patienten zur T2 Testung nicht erneut eingeladen. Diese Patienten entsprachen ebenfalls dem Durchschnittsalter von den verbliebenen Probanden.

	T1_ALTER	T2_ALTER
N	12	10
WEIBLICH	6	4
MÄNNLICH	6	6
MITTELWERT (ALTER)	70,6	71,4
MEDIAN (ALTER)	71,0	72,0
STANDARDABWEICHUNG	10,15	10,24
VARIANZ	102,93	104,93

Tabelle 2: Die Beschreibung des Patientenkollektivs

3.1. Ergebnisse des Five-Point-Fluency-Tests (FPF)

Für die Rohwerte wurde beim FPF-Test die Anzahl der richtigen Musterbildungen verwendet. Bei Wiederholungen von Mustern wurden diese subtrahiert.

Die Patientenpopulation verbesserte sich von dem Medianwert 22 ($SD = 9,66$) bei T1 auf den Medianwert 26 ($SD = 7,11$) bei T2. Dementsprechend wurden nach der Cochlea Implantation im Medianwert vier Muster mehr gebildet als vor der Operation. Außerdem wurde das Minimum von 7 Mustern auf 16 Muster verbessert (Diagramm 3).

Bei individueller Betrachtung der Ergebnisse hat ein Patient, der schon bei T1 einen hohen Wert erreicht hatte eine annähernd unveränderte Musteranzahl auch bei T2 gebildet (T1: 40, T2: 41). Acht weitere Patienten verbesserten sich von T1 zu T2 deutlich. Lediglich ein Patient hat bei T1 und T2 einen konstant hohen Wert erzielt (T1: 27, T2: 27). (Tabelle 3)

Demzufolge ist nach dem Wilcoxon-Test ein p-Wert von 0,007 erreicht worden. Die Unterschiede zwischen den beiden Testzeitpunkten erwiesen sich somit nach der Bonferroni-Korrektur und einem Signifikanzniveau von $p < 0,0063$ als nicht signifikant.

Schlussfolgernd zeigt dieses Ergebnis beim FPF-Test einen individuell positiven Trend, jedoch zeigt sich keine signifikante Veränderung im Bereich der kognitiven Flexibilität, der kognitiven Variabilität und der Merkfähigkeit.

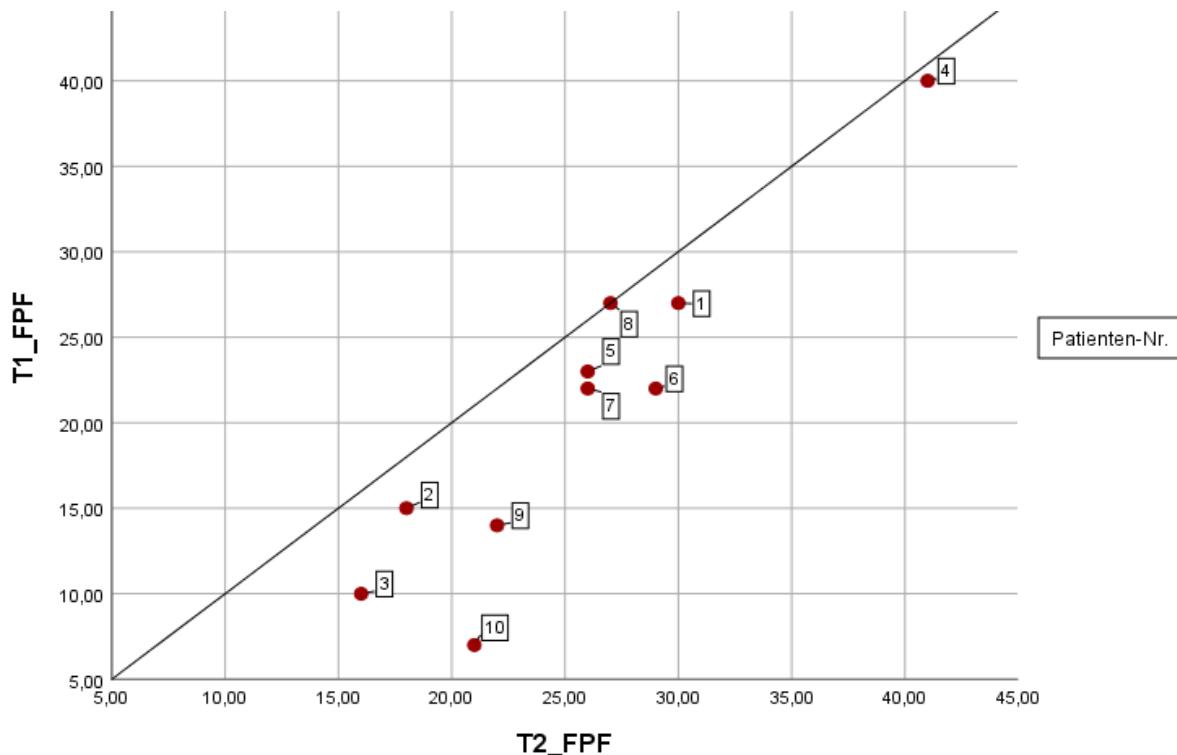


Diagramm 3: Scatterplot für den Five-Point-Fluency-Test bei T1 und T2

3.2. Ergebnisse des Trail Making Test – A und B (TMT)

Der Trail Making Test ist eine neuropsychologische Testung, wodurch eine Aussage über die allgemeine kognitiv-neuropsychologische Hirnfunktionsleistung gemacht werden kann. In dieser Studie wurden hintereinander zwei verschiedene TMT-Tests durchgeführt.

Für die Auswertung wurden die Ergebnisse von TMT-B von den Ergebnissen von TMT-A subtrahiert. Bei beiden Tests wurden die Rohwerte in Sekunden (s) verwendet.

Bei der ersten Untersuchung (T1) des TMT-A-Tests wurde ein Medianwert von 54,0 Sekunden ($SD=23,1$ s) erreicht. Die postoperative Untersuchung (T2) ergab eine Verbesserung um 6,5 Sekunden, was zu einem Medianwert von 47,5 Sekunden ($SD=16,2$ s) geführt hat.

Bei individueller Betrachtung haben sich im Studienverlauf von T1 zu T2 im TMT-A sechs Patienten ($n=6$) verbessert und drei Patienten ($n=3$) verschlechtert. Ein Patient ($n=1$) hat keine Veränderung gezeigt. Ein Patient von den drei verschlechterten Patienten hat eine nur geringe negative Veränderung von einer Sekunde gezeigt, was als nahezu unveränderte Leistung zu interpretieren ist. (Tabelle 3)

Also zeigten beim TMT-A-Test acht Patienten eine Verbesserung oder eine Konstanz im Vergleich zu T1 und lediglich 2 Patienten zeigten eine Verschlechterung.

Nach der Auswertung des TMT-B-Tests wurde bei der ersten Testung (T1) ein Medianwert von 144,0 Sekunden ($SD=65,0$ s) erreicht. Bei der darauffolgenden postoperativen Testung (T2) gelang den Patienten eine Verbesserung auf einen Medianwert von 98,0 Sekunden ($SD=51,8$ s).

Bei der TMT-B-Testung haben sich alle Patienten verbessert. (Tabelle 3)

Für die Gesamtauswertung wurden die Ergebnisse von TMT-B (s) mit den Ergebnissen von TMT-A (s) subtrahiert. Hierbei zeigte sich für den ersten Testzeitpunkt ein Medianwert von 90,5 Sekunden ($SD=46,0$ s) und für den zweiten Testzeitpunkt ein Medianwert von 47,5 Sekunden ($SD=44,8$ s).

Der folglich durchgeführte Wilcoxon-Test ergab einen p-Wert von 0,04. Somit zeigte sich nach der Bonferroni-Korrektur keine signifikante Verbesserung im Bereich der kognitiven Flexibilität, des Arbeitsgedächtnisses, der Aufmerksamkeit und der visuomotorischen Verarbeitungsgeschwindigkeit.

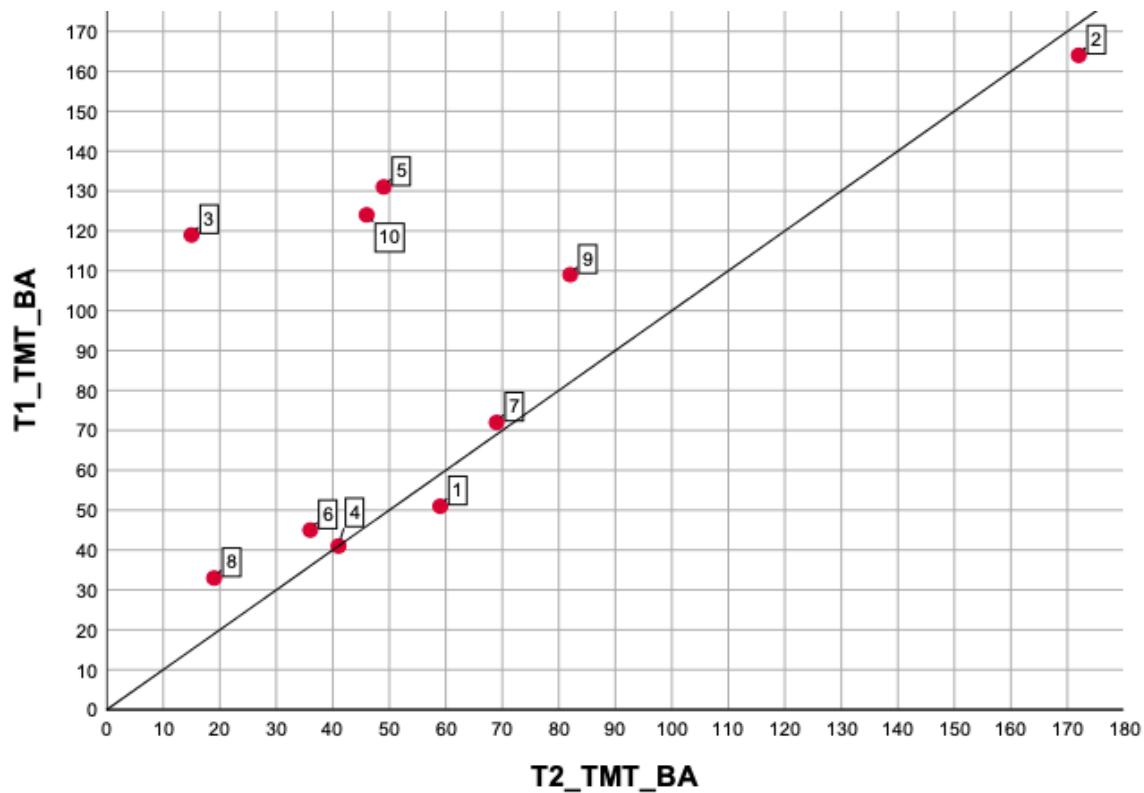


Diagramm 4: Scatterplot für Trail Making Test bei T1 und T2

3.3. Ergebnisse des Verbalen Lerntest (VLT)

Der VLT ist ein Verfahren, bei dem die Wiedererkennungsmethode angewandt wird, nachdem man einen Lernprozess absolviert hat. So möchte man die verbale Lernfähigkeit stimulieren. Bei dem Verbalen Lerntest wurden als Rohwerte die Differenzen zwischen richtig-positiven Angaben und falsch-positiven Angaben benutzt.

Statistisch ergab sich bei der T1-Testung ein Medianwert von 22,50 ($SD=16,98$) und für die postoperative Testung (T2) ein Medianwert von 33,50 ($SD=13,18$).

Dies ergab einen p-Wert von 0,173. Somit zeigte sich hierbei kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten.

In der Einzelfallbetrachtung gab es von T1 zu T2 bei sechs Patienten eine Verbesserung der Ergebnisse. Bei einem Patienten gab es keine Veränderung der Testergebnisse. Drei weitere Patienten verschlechterten sich von T1 zu T2. (Tabelle 3)

Somit hat sich die verbale Lernfähigkeit und die Gedächtnisfähigkeit bei sechs Patienten verbessert und bei vier Patienten war keine Verbesserung zu sehen.

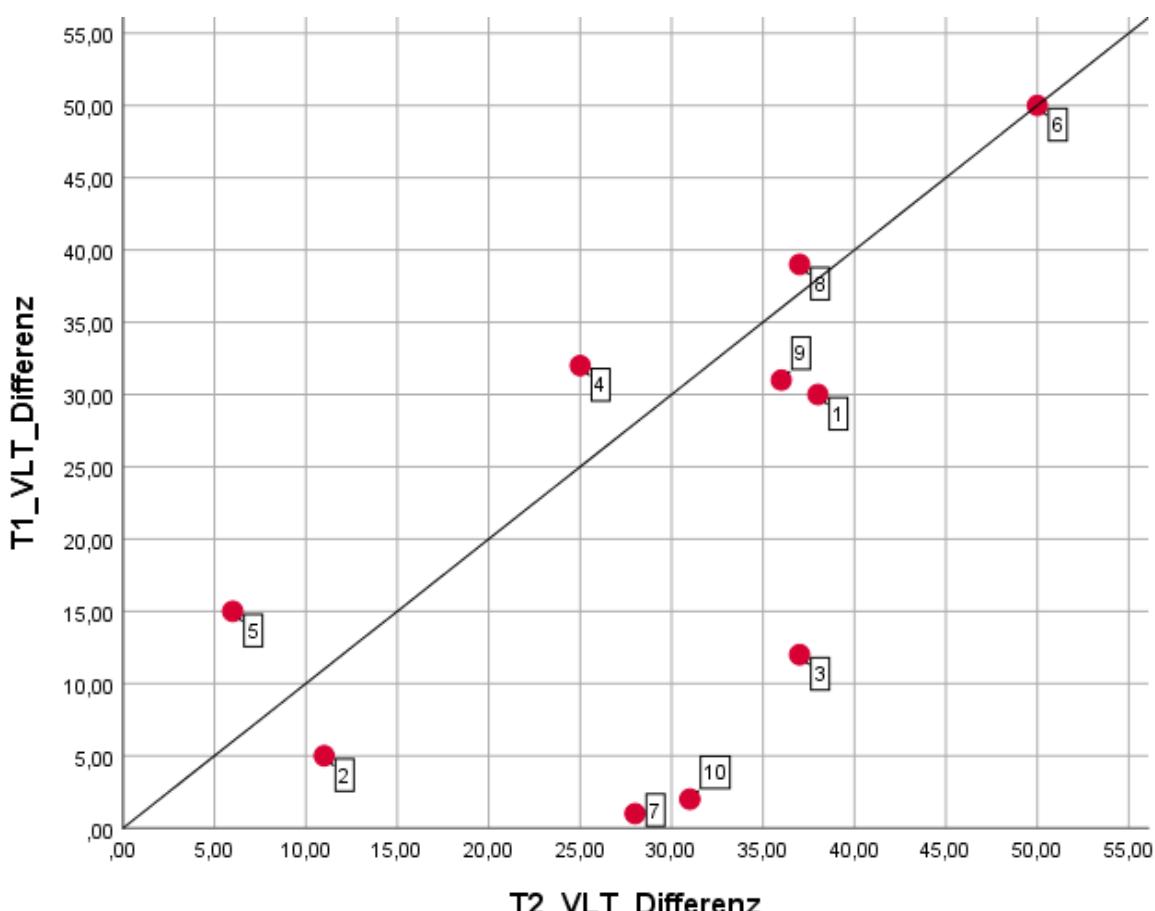


Diagramm 5: Scatterplot zum Verbalen Lerntest bei T1 und T2

3.4. Ergebnisse des Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe I und II

In dieser Studie wurde der WMS-Test mit der visuellen Wiedergabe einmal ohne zeitliche Diskrepanz (WMS_VW I) und einmal mit zeitlicher Diskrepanz (WMS_VW II) angewendet. Durch diese Testung wird die Merkfähigkeit des Patienten untersucht.

Als Rohwerte wurden die Punkte übernommen, die als Ergebnis nach dem Auswertungsbogen ermittelt wurden.

Die zwei Tests (WMS_VW I und WMS_VW II) wurden getrennt voneinander ausgewertet.

So erreichte die Gruppe bei der T1-Testung im Medianwert 31,50 Punkte ($SD=9,00$) und bei der T2-Testung im Medianwert 35,00 Punkte ($SD=6,10$).

Die Verbesserung der Mittelwerte ergab im Wilcoxon-Test für den WMS-VW I einen p-Wert von 0,005. Daraus ergibt sich nach der Bonferroni-Korrektur und dem Signifikanzniveau von $p < 0,0063$ eine signifikante Verbesserung zwischen T1 und T2.

Bei der Visuellen Wiedergabe I hat sich vor allem der Wert für das Minimum verbessert, mit einem Ausreißer, der sich nur geringfügig verbessert hat. In der individuellen Betrachtung haben sich alle Probanden ausnahmslos verbessert (Tabelle 3 und Diagramm 6).

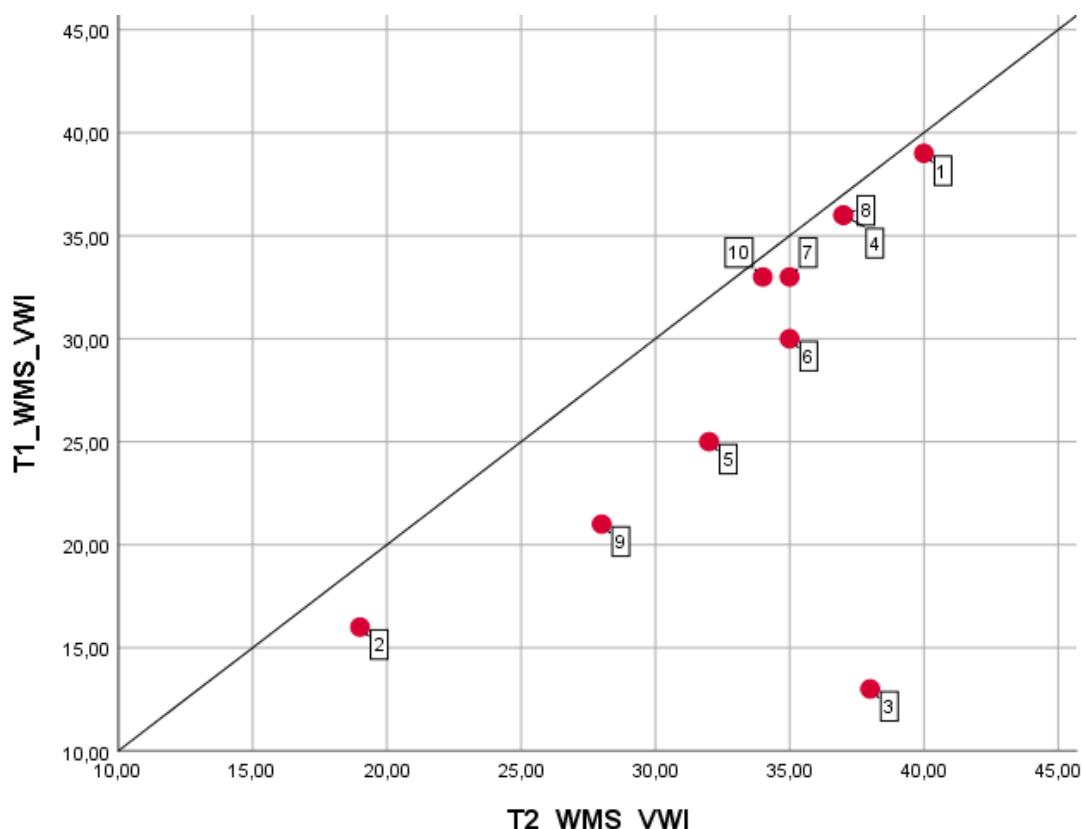


Diagramm 6: Scatterplot für Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe I bei T1 und T2

Bei der ersten Testung vom Wechsler Memory Scale - Visuelle Wiedergabe II (T1_WMS_VWII) ergab sich ein Medianwert von 21,50 ($SD=10,80$) und für T2 (T2_WMS_VWII) ein Medianwert von 28,50 ($SD=13,84$).

Die Verbesserung um 7 Punkten war aber bei einem p-Wert von 0,33, durch den Wilcoxon-Test, nicht signifikant.

Bei dieser Testform mit einer zeitlichen Diskrepanz gibt es eine geringfügige Verbesserung in der Gesamtbetrachtung beim Medianwert. Dennoch merkt man bei individueller Betrachtung, dass dieses Ergebnis nicht sehr aussagekräftig ist, da zwei Personen sich gar nicht erinnerten und null Punkte erzielten. Möglicherweise haben sie sich aus mangelnder Motivation und Konzentration nicht erinnert. Im Gegenzug dazu haben sich sieben weitere Probanden verbessert und nur ein Patient hat sich verschlechtert. Derselbe Patient, der sich als einziger nur geringfügig verbessert hatte bei WMS_VWI, hat sich bei WMS_VWII geringfügig verschlechtert.

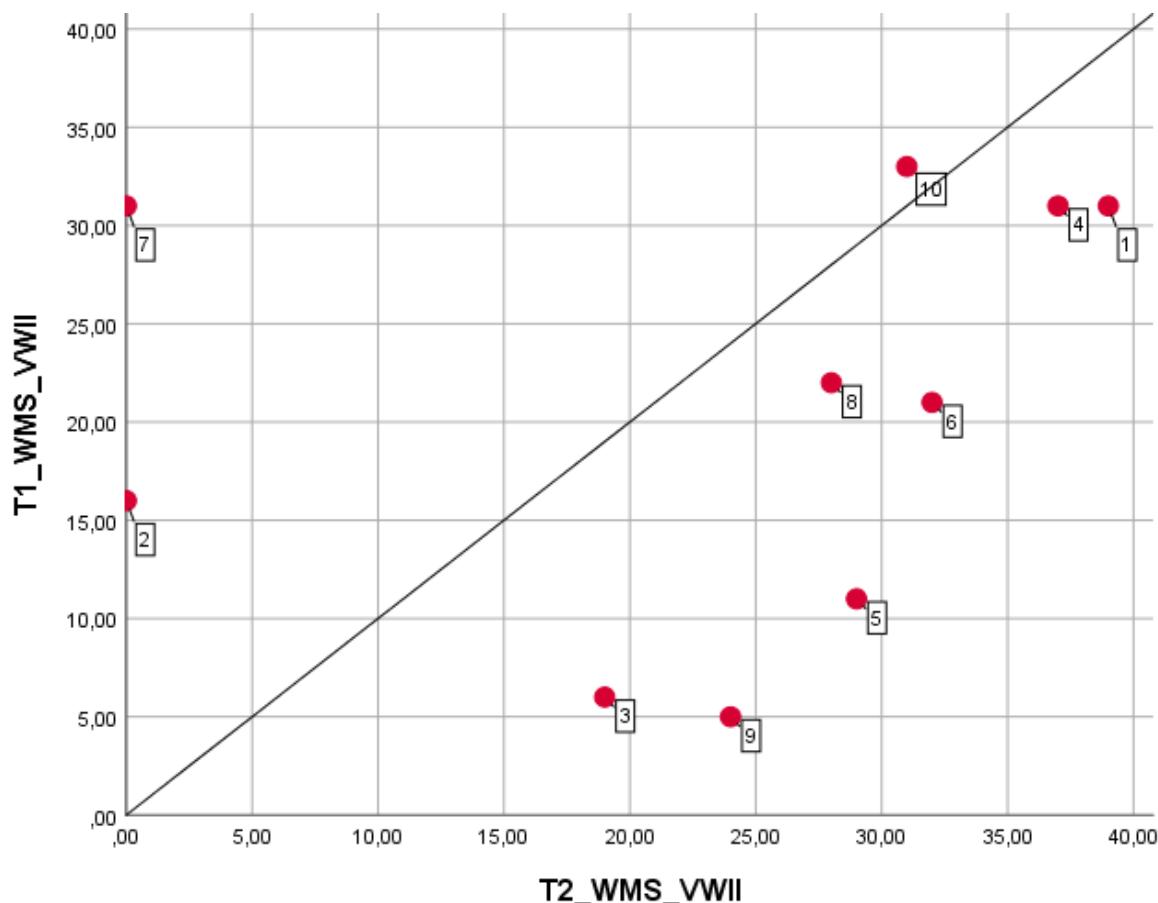


Diagramm 7: Scatterplot für Wechsler Memory Scale – Visuelle Wiedergabe II bei T1 und T2

3.5. Ergebnisse des Wortflüssigkeitstests (WF)

In der vorliegenden Studie wurde ein formlexikalischer s-Wortflüssigkeitstest und ein semantisch-kategorieller Tier-Wortflüssigkeitstest durchgeführt. Bei beiden Tests wurden einmal die Anzahl der Wörter und anschließend die Zeit des Abschreibens als Rohwerte benutzt. Daraus ergeben sich zwei Rohwerte mit der Anzahl der Wörter und zwei Rohwerte mit der Zeit des Abschreibens pro Testzeitpunkt.

Als Beispiel gibt es für den s-Wortflüssigkeitstest bei T1 einmal die Anzahl der Wörter (T1_WF_sWörter) und anschließend die Zeit des Abschreibens in Sekunden (T1_WF_sWörter_Zeit). Das gleiche gilt es bei T1 auch für die Tier-Wortflüssigkeitstestung mit der Anzahl der Tiere (T1_WF_Tiere) und der Zeit des Abschreibens (T1_WF_Tiere_Zeit). Dieselben Tests wurden bei der postoperativen Testung (T2) erneut durchgeführt.

Bei der Anzahl der s-Wörter zeigte sich eine Verbesserung des Medianwerts von 7 (SD=3,23) bei T1 auf 10 (SD=3,28) bei T2.

Jedoch ist dieser positiven Veränderung keine statistisch signifikante Verbesserung ($p=0,106$) nachzuweisen.

Bei der zeitlichen Angabe für den s-Wortflüssigkeitstest gibt es für T1 ein Medianwert von 38 Sekunden (SD=13,38 s) und für T2 ein Medianwert von 45 Sekunden (SD= 11,73 s). Hier gibt es statistisch ebenfalls keine signifikante Verbesserung ($p=0,16$) nach einer Cochlea Implantation. Jedoch ist hier zu erwähnen, dass die Patienten bei T2 länger gebraucht haben zum Abschreiben, weil sie auch überwiegend mehr Wörter aufgeschrieben hatten und dementsprechend verständlicherweise länger gebraucht haben. Somit ist hier der individuellen Betrachtung mehr Aufmerksamkeit zu schenken als dem statistischen Ergebnis.

Bei der individuellen Betrachtung ist zu erwähnen, dass ein Patient bei T2 den kompletten Wortflüssigkeitstest ausfallen lassen hat. Trotz aller Bemühungen, ihn zum Weiterzumachen zu motivieren, brach er aus Erschöpfung die Testung ab. Ansonsten haben sieben Patienten mehr S-Wörter im Vergleich zu T1 aufgeschrieben und zwei Personen weniger. Folglich haben auch alle Patienten länger gebraucht, die S-Wörter bei T2 abzuschreiben. Interessanterweise hat ein Patient zwei Wörter weniger aufgeschrieben, aber elf Sekunden länger beim Abschreiben gebraucht. Der zweite Patient, der sich um zwei Wörter verschlechtert hat, hat sich aber beim Abschreiben um 29 Sekunden verbessert.

Bei der semantisch-kategoriellen Tier-Wortflüssigkeitstestung gab es bei T1 einen Medianwert von 11 Wörtern (SD=3,83) und bei T2 auch ein Medianwert von 11 Wörtern (SD=4,15).

Auch hierbei ist statistisch nach der Anwendung des Wilcoxon-Tests keine signifikante Veränderung zu sehen.

Bei der zeitlichen Messung für den Tier-Wortflüssigkeitstest wurde für T1 ein Medianwert von 55 Sekunden ($SD=12,33$ s) und für T2 ein Medianwert von 49 Sekunden ($SD=13,1$) erzielt.

Bei der individuellen Betrachtung der Tier-Wortflüssigkeitstestung ist auffällig geworden, dass fünf Patienten konstant geblieben sind bei der Anzahl der Wörter, wobei von diesen fünf konstant gebliebenen Patienten drei weniger Zeit zum Abschreiben benötigt haben. Zwei weitere konstant gebliebene Patienten haben sich bei der Dauer des Abschreibens verschlechtert.

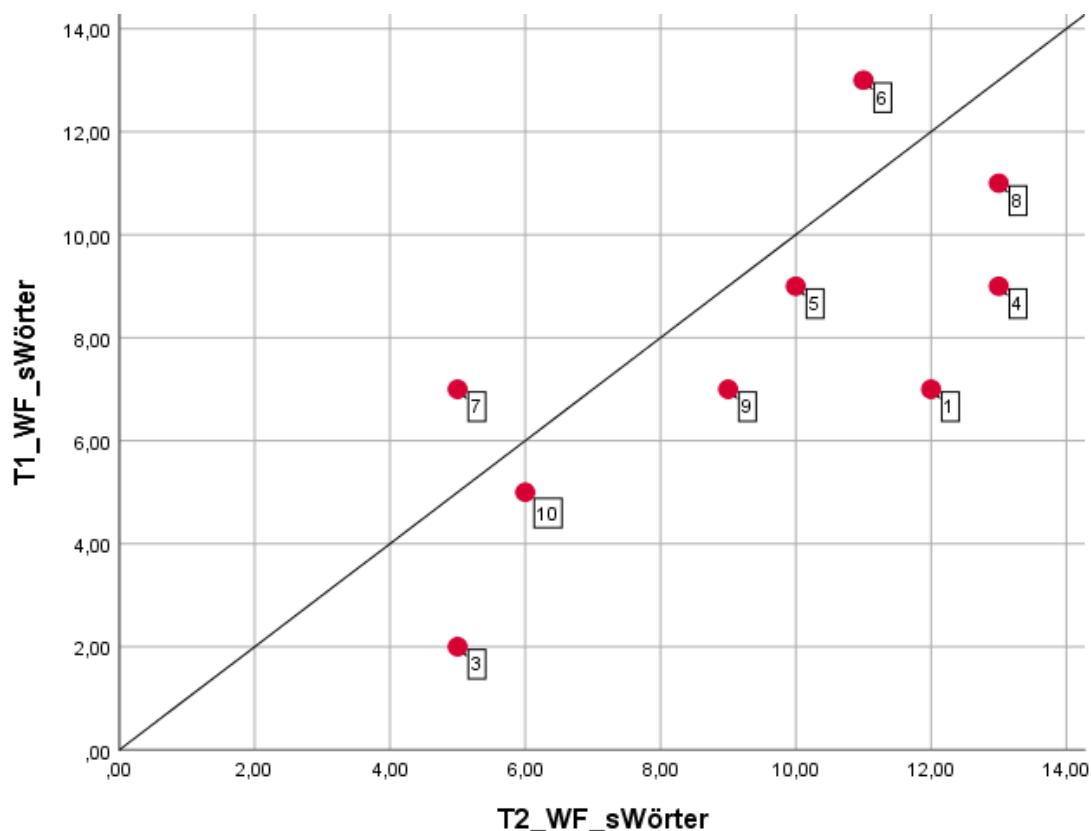


Diagramm 8: Scatterplot für das Wortflüssigkeitstest mit der Anzahl der s-Wörter bei T1 und T2

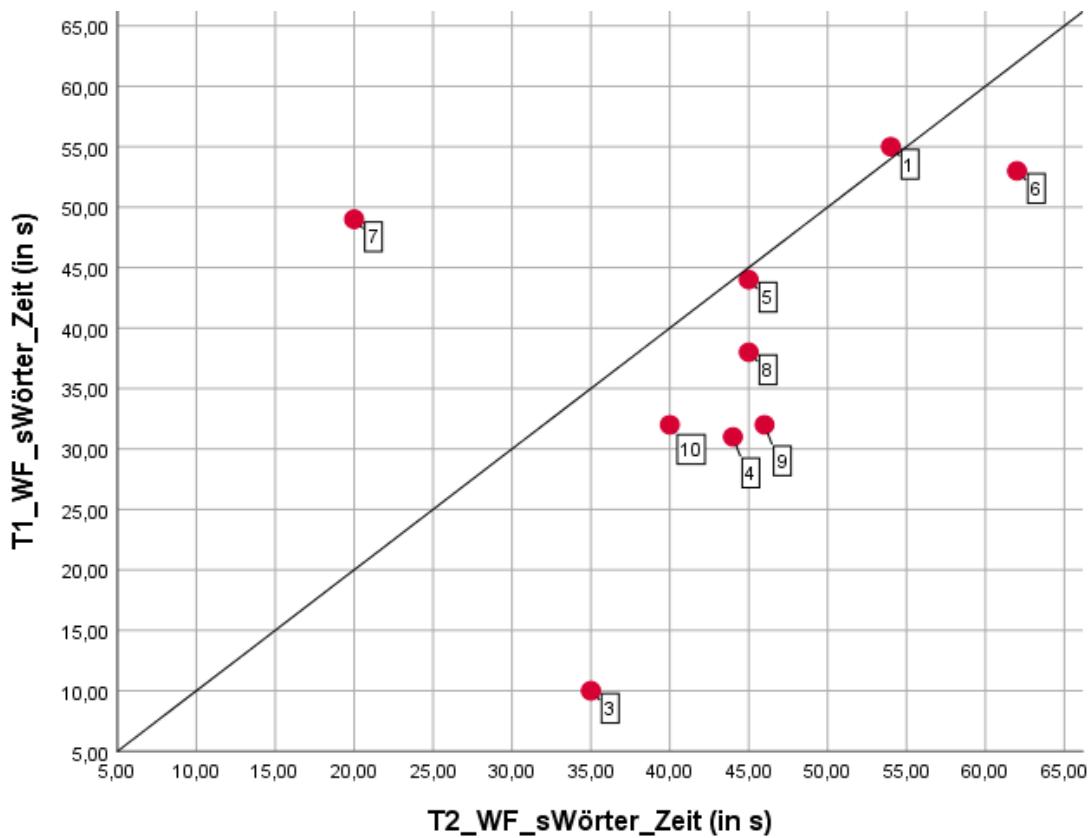


Diagramm 9: Scatterplot für die benötigte Zeit zum Abschreiben der s-Wörter bei T1 und T2

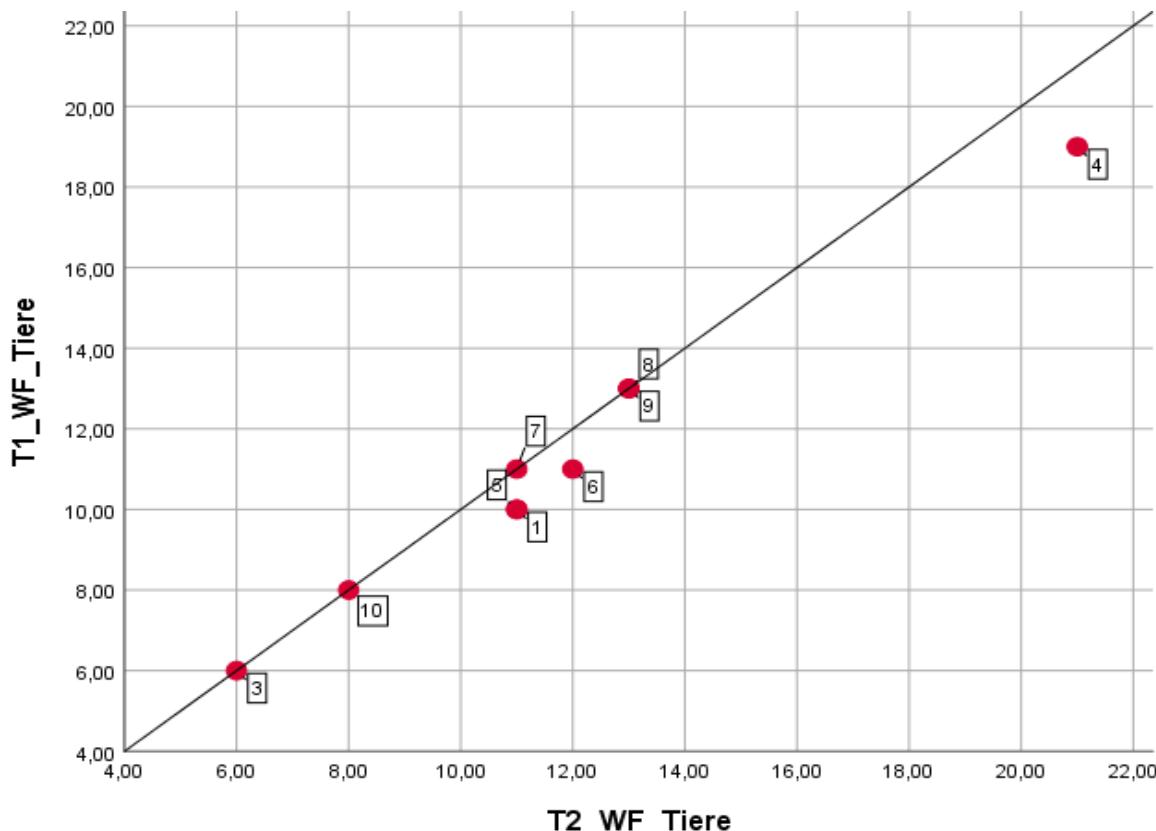


Diagramm 10: Scatterplot für das Wortflüssigkeitstest mit der Anzahl der Tiere bei T1 und T2

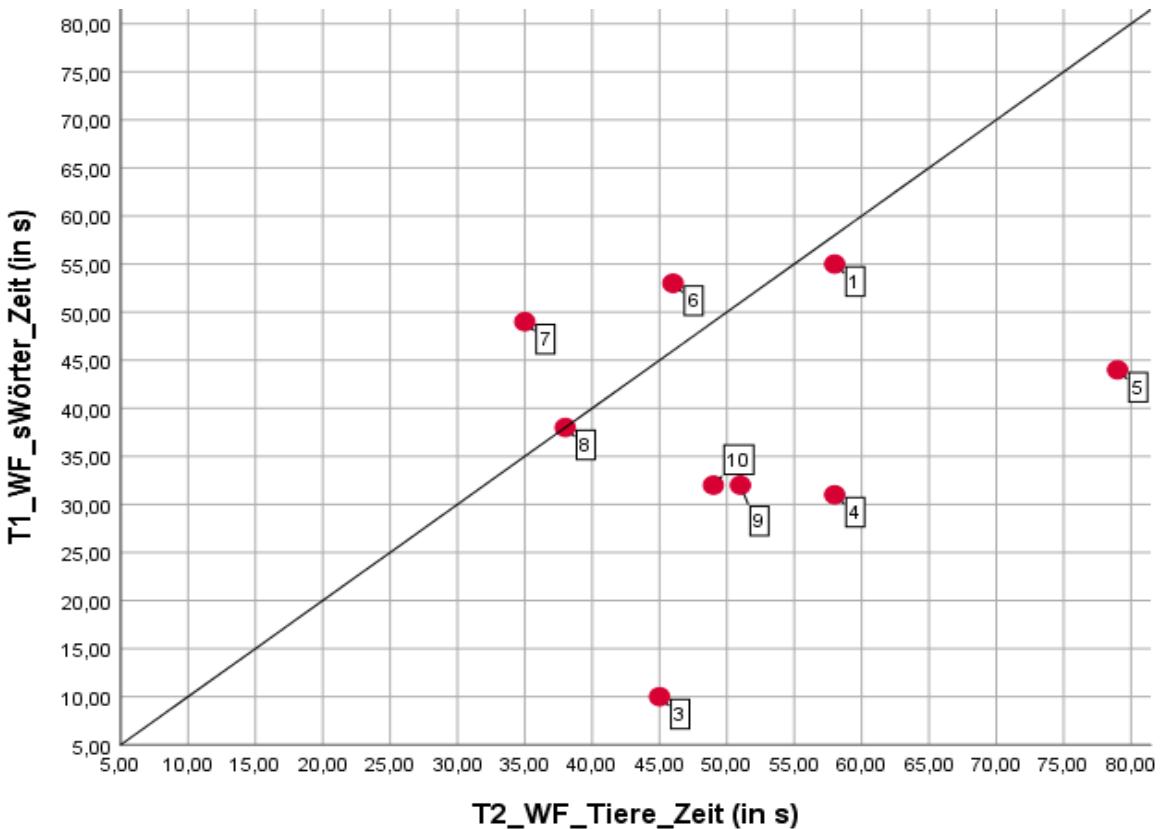


Diagramm 11: Scatterplot für die benötigte Zeit zum Abschreiben der Tier-Wörter bei T1 und T2

3.6. Ergebnisse der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) – Flexibilität und Go/NoGo

Die Aufmerksamkeitsprüfung in dieser Studie wurde mit zwei Tests am PC durchgeführt. Als Rohwerte wurden die von dem Programm berechneten Mittelwerte jedes Patienten verwendet, welche die Reaktionszeit in Millisekunden angeben. Dies führt dazu, dass jedem Patienten ein T1_TAP_Flexibilität-Wert und einen T1_TAP_Go/NoGo-Wert zugeordnet wurde. Anschließend gab es dieselben Werte für den postoperativen Testzeitpunkt (T2). Beide Tests wurden unabhängig voneinander im Vergleich zwischen T1 und T2 gestellt.

Bei der Flexibilitätstestung haben die Patienten in der ersten Testung (T1) einen Medianwert von 765 Millisekunden ($SD=592,67$ ms) erreicht. Anschließend wurde bei der postoperativen Testung (T2) ein Medianwert von 616 Millisekunden ($SD=239,95$ ms) erzielt.

Der hierbei erreichte p-Wert von 0,051 wies keine signifikante Veränderung zwischen den Testzeitpunkten nach.

Bei der Betrachtung der einzelnen Ergebnisse von den Patienten ist aufgefallen, dass sechs Patienten sich verbessert haben und ein Patient konstant geblieben ist. Drei weitere Patienten haben sich um wenige Millisekunden verschlechtert. Demzufolge ist die Verschlechterung so marginal, dass sie als ein konstantes Ergebnis interpretiert werden kann.

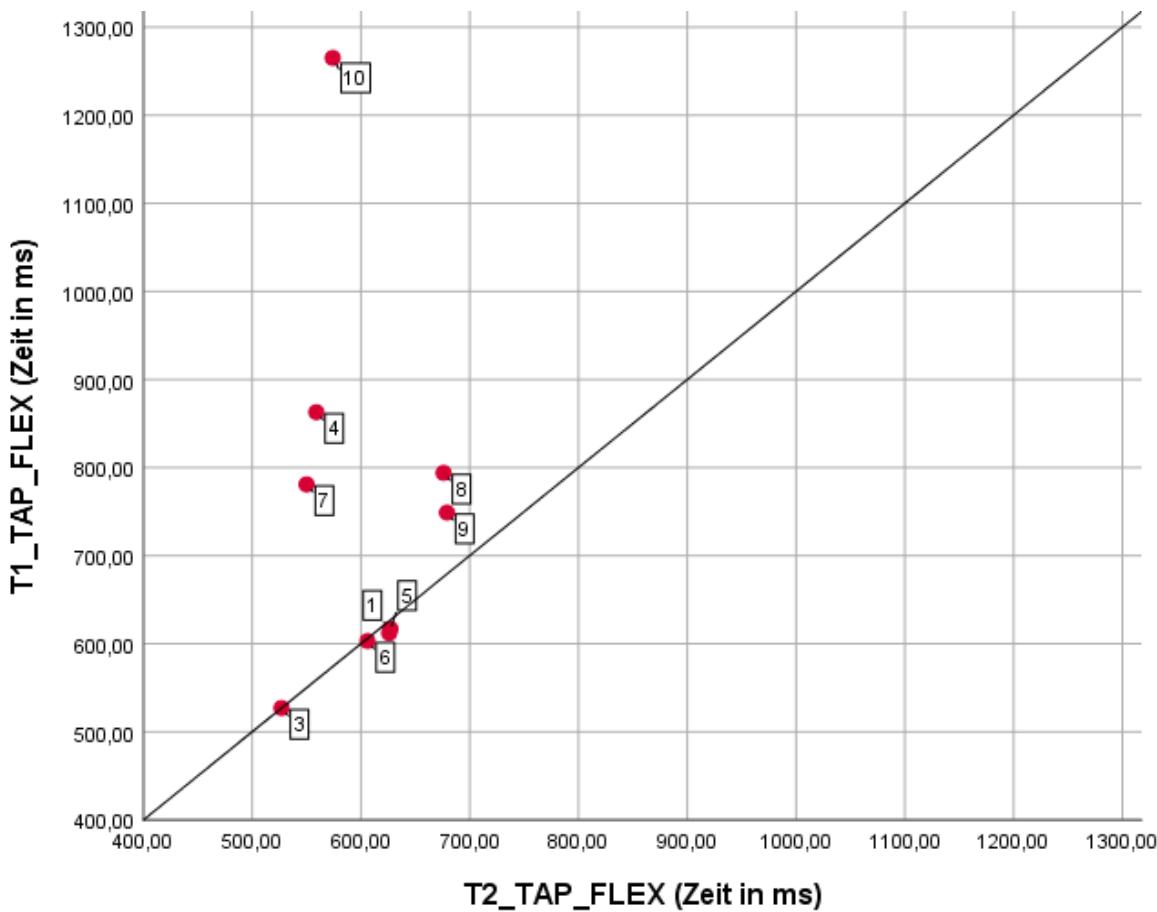


Diagramm 12: Scatterplot für die benötigte Zeit für die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Flexibilität bei T1 und T2

(Patient Nr. 2 als Ausreißer nicht in der Grafik)

Bei der statistischen Auswertung für eine paarige Stichprobe ergab sich für T1_TAP_Go ein Medianwert von 636,5 Millisekunden ($SD=73,13$ ms) und beim zweiten Testzeitpunkt ein Medianwert von 617 Millisekunden ($SD=81,98$ ms). Dementsprechend besteht eine Differenz von 19,5 Millisekunden ($SD=59$ ms).

Die statistische Testung ergab $p=0,169$ und belegte demzufolge keine signifikante Veränderung zwischen den beiden Testzeitpunkten.

Bei der TAP-Go/NoGo-Testung haben sich sechs Patienten verbessert und vier Patienten haben sich verschlechtert (Tabelle 3).

Interessanterweise ist zu erwähnen, dass ein Patient (Nr. 2) als Ausreißer bei der Flexibilitätstestung besonders schlechte Werte erzielt hat, jedoch zum selben Testzeitpunkt annähernd durchschnittliche Werte bei der Go/NoGo-Testung erreicht hat. (Diagramme 12 und 13)

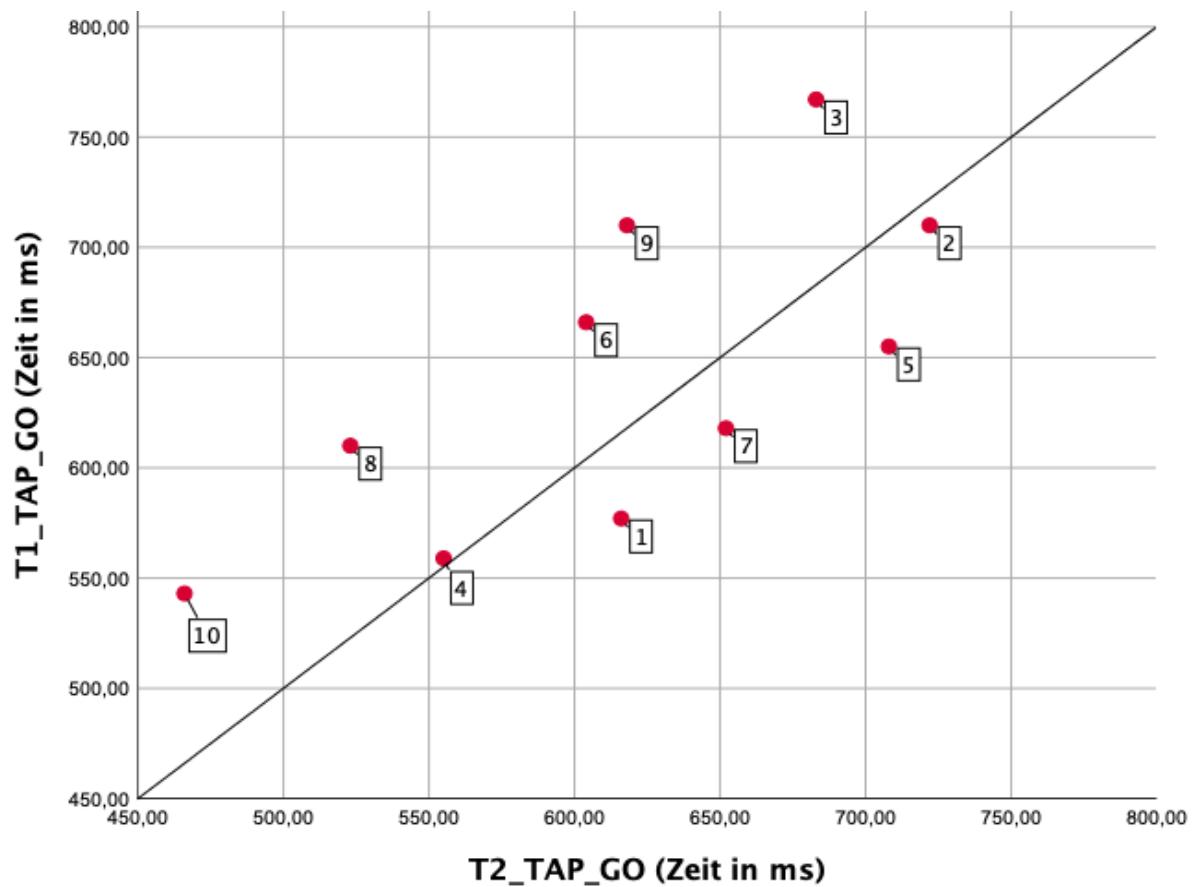


Diagramm 13: Scatterplot für die benötigte Zeit für die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung – Go/NoGo bei T1 und T2

3.7. Ergebnisse des Wortschatztests (WST)

Der Wortschatztest ist eine schnelle diagnostische Maßnahme in der Neuropsychologie, die zur Abschätzung des Intelligenzniveaus beiträgt. (Schmidt und Metzler 1992)

Diese Untersuchung wurde von einem Patienten abgelehnt bzw. kurz nach dem Beginn unterbrochen, mit der Begründung, der Test sei zu kompliziert. Die Ergebnisse der restlichen Patienten sind im folgenden Diagramm dargestellt (Diagramm 14).

Ein Patient hat mit einem Rohpunktewert von 38 und einem daraus resultierenden IQ-Wert von 125 den besten Wert erzielt. Zwei weitere Patienten haben 34 Punkte erreicht und haben beide einen IQ-Schätzungswert von 110. Drei Patienten befinden sich ebenfalls im oberen Mittelfeldbereich mit 92, 97 und 99 IQ-Schätzungswert. Im unteren Bereich der Skala wurden drei Patienten untersucht. Ein Patient mit einem Rohpunktewert von 21 und einem IQ Wert von 85. Die anderen beiden bilden den schwächsten Wert dieser Studie mit Rohpunktewerten von jeweils 14. In der Skala entspricht das einem Schätzungswert von IQ 78.

Schlussfolgernd haben wir drei Patienten, die sich im oberen Drittel befinden, drei weitere Patienten die sich im Mittelfeld befinden und drei Patienten, die sich im unteren Bereich befinden.

Bei der IQ-Skala der Normwerttabelle des Wortschatztestes wurde ein Mittelwert (M) von 100 und eine Standardabweichung (SD) von 15 ausgewählt. Das heißt alle Werte unter 77,5 sind nicht mehr im Normbereich und alle Werte über 125,5 sind überdurchschnittlich (Schmidt und Metzler 1992).

Somit befinden sich alle Patienten zu dem Testzeitpunkt T1 im Normbereich beim geschätzten Verbal-IQ.

3.8. Ergebnisse des Beck-Depressions-Inventar (BDI)

Das Beck-Depressions-Inventar ist eine Testung, die mittels Fragestellungen an den Patienten durchgeführt wird. Anhand einer Grenzwert-Skala wird die Schwere einer Depression abgeschätzt. Bei dieser Studie wurde der Fragebogen von allen Patienten bei der ersten Untersuchung (T1) durchgeführt. Diese Testung galt als momentane Standpunktanalyse der Patienten. Demzufolge wurde diese Testung nicht bei der zweiten Untersuchung (T2) erneut absolviert. Folgerichtig wurde keine intraindividuelle Entwicklung betrachtet, sondern die Ergebnisse von T1 wurden mit den Grenzwerten des BDI abgeglichen.

Die Ergebnisse von dieser Testung sind unten im Balkendiagramm dargestellt (Diagramm 15). Die Rohwerte zwischen 0 und 8 stellen keine Depression dar, was bei dieser Studie von fünf Patienten erreicht wurde (Diagramm 15). Zwischen 9 und 13 Punkten wird eine minimale Depression definiert. Bei T1 hatten drei Patienten eine minimale Depression. Zwischen 14 und 19 Punkten besteht eine leichte Depression. In dieser Studie hatte ein Patient mit 18 Punkten eine leichte Depression. Den höchsten Wert bei der BDI Testung erzielte ein Patient mit 27 Punkten. Laut den Grenzwerten der Testung interpretiert sich dieser Wert als eine mittelschwere Depression. Alle Patienten mit Werten über 29 werden als eine schwere Depression eingestuft. Bei dieser Studie war kein Patient in dieser Kategorie.

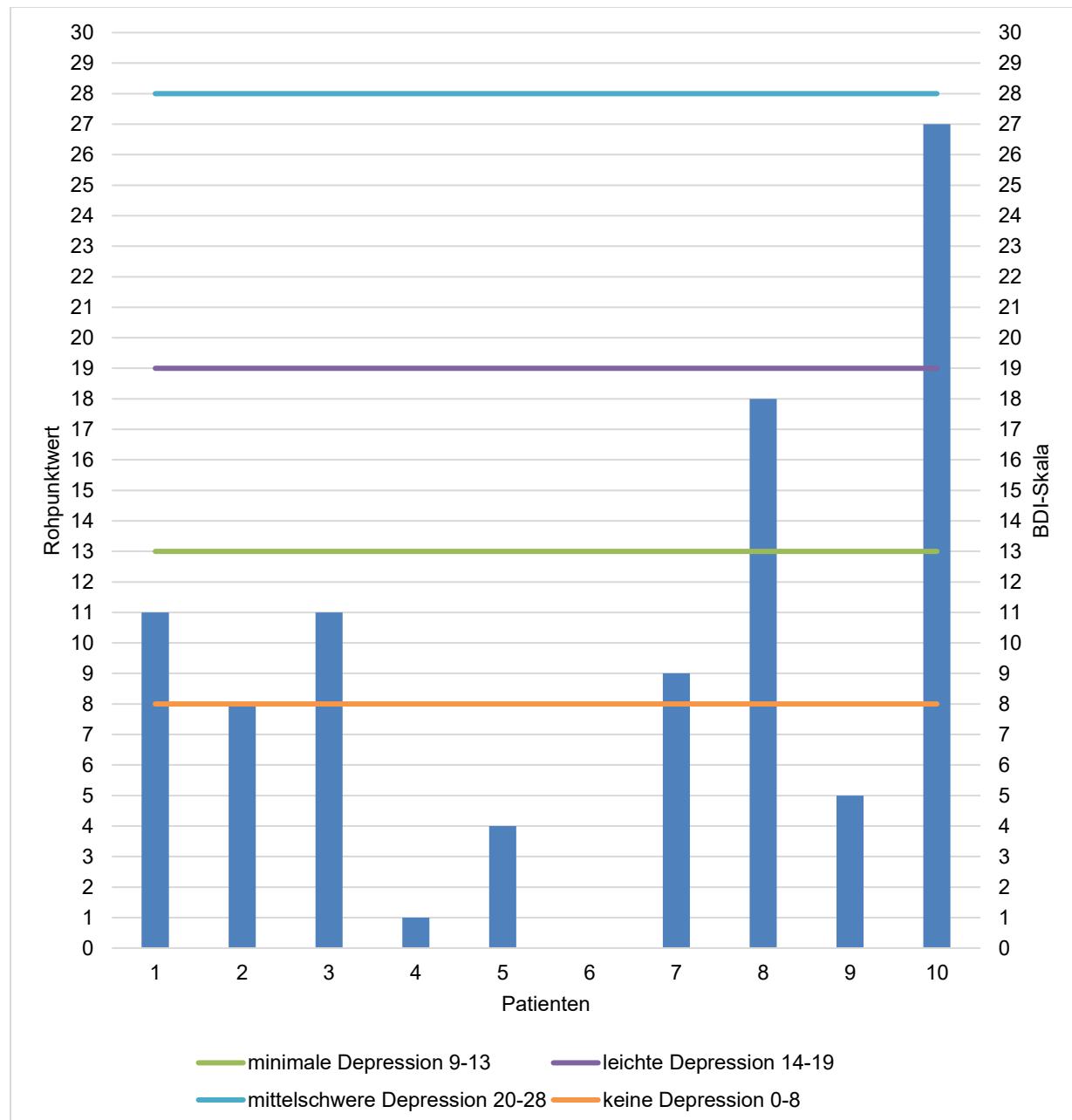


Diagramm 14: Die Ergebnisse des Beck-Depressions-Inventar zu Testzeitpunkt T1

4 Diskussion

Im Rahmen dieser Studie wurden 10 beidseits postlingual ertaubte Patienten unter psychokognitiven Gesichtspunkten vor der Aktivierung eines Cochlea-Implantates und ca. 6-8 Monate nach der Cochlea-Implantation untersucht.

Initial war als Studiendesign geplant, dass mit den Patienten vor der Operation die Testbatterie durchgeführt wird und die präoperativen Ergebnisse als Ausgangswert gelten (Diagramm 2). Unglücklicherweise war dieses Studiendesign nicht durchführbar, sodass wir während der Studie das Studiendesign verändert haben. Die ursprünglich geplante präoperative Testung wurde somit postoperativ am letzten Aufenthaltstag im Krankenhaus durchgeführt (Diagramm 1). Zu dem Zeitpunkt war zwar das Implantat noch nicht aktiviert, jedoch kann man keine eindeutige Aussage darüber machen, ob die kognitiven Fähigkeiten der Patienten nicht durch die Operation eingeschränkt waren. Also kann man aufgrund des durchgeföhrten Studiendesigns und den möglichen postoperativen kognitiven Kompromittierungen die Studienergebnisse leider nicht klar interpretieren. Bei dem durchgeföhrten Studiendesign kann man nicht einen unabhängigen Effekt der Cochlea-Implantation zeigen.

Die Hypothese der vorliegenden Studie war, ob eine Wiederherstellung der peripheren und zentralen Hörfunktionen auch zu einer Verbesserung der Hirnfunktionen führt. Demzufolge war das Ziel der Arbeit eine psychokognitive Veränderung postoperativ nach einer Cochlea-Implantation zu eruieren. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit mit anderen Studien und Signifikanzen, können die Ergebnisse dieser Studie eher als Entwicklungstendenzen bewertet werden. Jedoch ist zu erwähnen, dass diese Entwicklungstendenzen in eine positive Richtung zeigen. Die Patienten zeigten u.a. mit dem FPF-Test und dem TMT-Test eindrucksvolle Verbesserungen im Bereich der kognitiven Flexibilität, der kognitiven Variabilität und der Merkfähigkeit. Es gab keine Testung in dieser Studie, die eine vollständige Entwicklungstendenz in eine negative Richtung aufzeigte. Alle Tests zeigten überwiegend positive Entwicklungstendenzen mit individuellen Ausnahmen.

Einer der wesentlichen Kritikpunkte an der vorliegenden Studie ist wie schon o.g. der Zeitpunkt T1. Die Testungen kurz vor der Operation erwiesen sich als sehr problematisch. Einerseits waren die Patienten von den präoperativen Untersuchungen und jeglichen Aufklärungsgesprächen sehr erschöpft und nicht bereit, die Testungen durchzuführen oder sie brachen die Testungen wegen Erschöpfung ab. Andererseits spürte man eine große Anspannung der Patienten, aufgrund der bevorstehenden Operation. Da die meisten Patienten nicht aus unmittelbarer Rostocker Umgebung stammten, waren sie auch nicht gewillt einen früheren Termin nur für diese Testung wahrzunehmen. Demzufolge wurde die

Herangehensweise während der Studie verändert und die T1-Testung wurde am letzten stationären Tag vor der Entlassung durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt war der Patient weiterhin in seiner Hörfähigkeit eingeschränkt, da das Cochlea Implantat noch nicht aktiviert war.

Kritisch ist jedoch zu erwähnen, dass transiente Störungen wie postoperative kognitive Defizite (POCD) auftreten können. Dabei handelt es sich um eine neu aufgetretene kognitive Funktionsstörung nach einem chirurgischen Eingriff (Rundshagen 2014). Die Inzidenz über die postoperativ kognitiven Einschränkungen variiert in der Literatur. Monk et al. konnten in einer Studie bei nicht kardiochirurgischen Eingriffen POCD bei 41,4% der Patienten über 60 Jahre bei der Entlassung nachweisen (Monk et al. 2008). Die erschweren Angaben zur Inzidenz sind unter anderem vorhanden aufgrund von erschweren Diagnose-Kriterien. Es gibt mehrere psychometrische Tests, die prä- und postoperativ die kognitiven Fähigkeiten einschätzen können. Die Testbatterien zur Diagnostik von POCD beinhaltet u.a. das Rey Auditory Verbal Learning-Test, Trail Making-Test A und B, Grooved Pegboard-Test und Digit Span-Test. Aus zeitlichen Gründen sind diese Testbatterien in der klinischen Praxis überwiegend nicht durchführbar. Es gibt auch kürzere Testbatterien wie Short Performance Test (SKT) oder das Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS), die aber auch 15-45 Minuten Durchführungszeit benötigen. (Rundshagen 2014; Saller et al. 2018; Murkin et al. 1997; Pandharipande et al. 2013).

Weiterhin sind die Angaben zur Inzidenz erschwert aufgrund von Variationen im Patientenkollektiv, angewandte Diagnostik, unterschiedliche Operationen und verschiedene Testzeitpunkte.

Risikofaktoren, die die POCD begünstigen, sind vielfältig. Dabei sind insbesondere ein erhöhtes Lebensalter (> 65 Jahre) und Komorbiditäten zu nennen. Weiterhin sind wichtige Risikofaktoren ausgedehnte Operationen und perioperative Komplikationen. (Rundshagen 2014; Saller et al. 2018)

Interessanterweise ist eine hohe Schul- und Ausbildung ein protektiver Faktor für die Entstehung von POCD (Feinkohl et al. 2017; Moller et al. 1998, Ancelin et al. 2001)

In der vorliegenden Arbeit wurden keine Tests durchgeführt, die eine POCD bewiesen oder ausgeschlossen haben. Daher könnten sich die positiven Entwicklungstendenzen in den Ergebnissen auch aufgrund von primär postoperativen kognitiven Defiziten und anschließenden Erholungen der kognitiven Einschränkungen erklären. Jedoch ist zu erwähnen, dass die Risikofaktoren der POCD bei dem Patientenkollektiv gering waren. Patienten mit perioperativen Komplikationen wurden aus der Studie ausgeschlossen. Weiterhin hatten sieben von zehn Patienten eine abgeschlossene Schul- und Ausbildung als protektiven Faktor. Ein Patient hatte sogar eine Habilitation abgeschlossen. Ein vorhandener

Risikofaktor war das erhöhte Lebensalter der Patienten. Bis auf eine Patientin waren alle Patienten über 65 Jahre.

Aufgrund der fehlenden Diagnostik zum Ausschluss einer POCD, kann man in der vorliegenden Studie die Ergebnisse nicht klar interpretieren. Bei dem aktuell durchgeföhrten Studiendesign besteht die Gefahr, dass die Patienten postoperativ kognitive Defizite zeigten und 6 Monate später die operativ bedingten kognitiven Defizite sich normalisierten. Somit ist es wichtig in kommenden Studien die erste Untersuchung präoperativ durchzuführen, um einen unabhängigen Effekt der Cochlea Implantation zu zeigen.

Es ist zu erwähnen, dass eine geringe Anzahl von Studien in der Literatur vorhanden ist, die sich mit der Thematik der vorliegenden Studie befasst haben. Das erschwert die Darstellung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden mit der aktuellen Studienlage.

Von Isabelle Mosnier et al. wurde im Jahre 2015 erstmals über Verbesserungen der kognitiven Fähigkeiten nach der Cochlea Implantation älterer Patienten berichtet. Mosnier hatte sowohl eine Verbesserung in der Sprachwahrnehmung beschrieben, als auch eine Verbesserung der Probanden bei globalen kognitiven Fähigkeiten. (Mosnier et al. 2015)

Auf Grund der hohen Anzahl von 94 Probanden im Alter zwischen 65 bis 85 Jahren sind die Ergebnisse sehr aussagekräftig. Mosnier hat in ihrer Studie Kontrolluntersuchungen sechs Monate und zwölf Monate nach der Cochlea Implantation durchgeführt. (Mosnier et al. 2015) Im Vergleich dazu ist die vorliegende Studie im Nachteil, da nur zehn Probanden untersucht wurden und nur einer Kontrolluntersuchung nach sechs Monaten durchgeführt wurde. Eine zweite Kontrolluntersuchung hat nicht stattgefunden. Jedoch ist zu erwähnen, dass die vorliegende Arbeit eine Pilotstudie war und die Einschlusskriterien sehr eng waren, um eine saubere Patientenselektion zu erzielen. Es wurde darauf abgezielt, dass der Kontrast der Hörfähigkeit vor und nach der Cochlea Implantation maximal sein sollte. Demzufolge kamen nur Patienten in Frage, die beidseits hochgradig postlingual schwerhörig waren. Erwähnenswert ist es auch, dass die Anzahl der beidseits postlingual Ertaubten relativ gering ist, sodass es nicht möglich war in dem ursprünglich geplanten Zeitraum weitere Patienten zu eruieren. Somit ist es in kommenden Studien erforderlich Langzeitergebnisse mit einer hohen Patientenpopulation durchzuführen, um die Entwicklungstendenzen auch mit statistisch aussagekräftigen Ergebnissen zu unterstreichen.

Die Testbatterie zur Untersuchung der neurokognitiven Fähigkeiten bei Mosnier bestand aus lediglich sechs Tests. Sie beinhaltete den Mini-Mental-Test, 5-word-test, Uhrzeichentest, Verbal fluency test, d2-Aufmerksamkeitstest und den Trail-Making-Test. Demzufolge wurden von Mosnier die Aufmerksamkeit, die Gedächtnisfähigkeit, die Orientierung, die exekutive Funktion, die mentale Flexibilität und die verbale Flüssigkeit getestet. Mosnier hat

eindrucksvolle Ergebnisse erzielt, jedoch hat sich ihre Studie nicht hauptsächlich auf die neurokognitiven Fähigkeiten konzentriert. Es wurden neben den kognitiven Untersuchungen die Sprachwahrnehmung, die Lebensqualität und die Depression (Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire und Geriatric Depression Scale-4) beobachtet. (Mosnier et al. 2015)

Im Vergleich hierzu standen in der aktuellen Studie die neurokognitiven Veränderungen im Fokus und die Untersuchung der Sprachwahrnehmung und der Lebensqualität wurde nicht durchgeführt. Die Gründe für diese Einschränkungen waren zeitliche Komponente und die fehlenden Studien in dieser Sachlage. Studien die eine Veränderung der Sprachwahrnehmung und der Lebensqualität nach einer Cochlea Implantation darstellen, gab es in der Vergangenheit schon mehrfach.

Weiterhin wurden in der vorliegenden Studie elf Tests in die psychokognitive Testbatterie aufgenommen. Die Testbatterie wurde in Absprache mit den Neuropsychologen festgelegt, wobei der Fokus darauf lag, dass eine breit gefächerte kognitiv-neuropsychologische Hirnfunktionsuntersuchung durchgeführt wird. Es war von Bedeutung, dass die Tests auch von gehörlosen Patienten zu verstehen waren. Folglich wurde sich für den Wechsler-Memory-Scale, den Trail-Making-Test, den Five-Point-Fluency-Test, dem Verbalen Lerntest, den Wortflüssigkeitstest und die Testbatterie für Aufmerksamkeitsdiagnostik entschieden. Durch diese Testbatterie wurde die Gedächtnisfähigkeit, die Merkfähigkeit, die kognitive Flexibilität, die visuomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit, die Aufmerksamkeit, die verbale Lernfähigkeit und das divergente Denken untersucht. Es wurden mehr kognitive Tests durchgeführt und mehr Bereiche der Hirnfunktion untersucht, als in der Vergleichsstudie von Mosnier. Der TMT-Test wurde als einziger Test in beiden Studien durchgeführt.

Bei Mosnier hatten vor der Cochlea Implantation 44% (40/90) Patienten abnormale Ergebnisse in zwei oder drei von sechs kognitiven Tests. Die ersten Verbesserungen in den kognitiven Bereichen wurden nach sechs Monaten verzeichnet. Zwölf Monate nach der Cochlea Implantation verbesserten sich 81% (30/37) Patienten der abnormalen Gruppe. Die restlichen 19% (7/37) Patienten blieben unverändert. Bei den Patienten mit guten Ergebnissen vor der Cochlea Implantation (50/90) Patienten, die einen abnormalen Test oder gar keinen abnormalen Test erzielten, blieb weiterhin konstant. 24% (12/50) Patienten, erzielten einen kleinen Verlust in den kognitiven Tests. (Mosnier et al. 2015)

Im Vergleich dazu erzielte die aktuelle Studie nach sechs Monaten Verbesserungen bei den Patienten. In Mosniers Studie wurden nicht die intraindividuellen Unterschiede zwischen den Zeitpunkten verglichen, sondern man hat verglichen, ob ein Patient ein normales oder ein abnormales Testergebnis erzielt hat. Dahingegend wurde bei unserer Studie eine intraindividuelle Betrachtung gemacht, wobei eine Verbesserung, eine Verschlechterung oder eine Konstanz im Vergleich zu der ersten Testung (T1) entscheidend war. Der Vergleich mit

der Normalbevölkerung bzw. die Einteilung in normales Testergebnis und abnormales Testergebnis wurde nicht durchgeführt. Der Fokus lag auf die individuelle Entwicklung der einzelnen Patienten. Die statistischen Ergebnisse sollten anschließend die individuellen Ergebnisse und die Trends unterstützen.

In einer weiteren Studie zu diesem Thema beschrieben Cosetti et al., 2016, auch eine Verbesserung der psychokognitiven Leistungen der Patienten nach einer Cochlea Implantation. In dieser Studie wurden sieben postlingual ertaubte Patienten untersucht. Die Testbatterie war mit sechs Tests und insgesamt 20 Untertests sehr groß und detailliert. Die Testbatterie beinhaltete die Untersuchung der intellektuellen Funktion, das Lernen, das Kurzzeitgedächtnis, das Langzeitgedächtnis, die verbale Flüssigkeit, die Aufmerksamkeit, die mentale Flexibilität, die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die Sprachwahrnehmung. Demzufolge hat auch jede einzelne Sitzung bei dieser Studie zwischen drei und vier Stunden gedauert. (Cosetti et al. 2016)

Bei der aktuellen Studie war jede einzelne Sitzung mit ca. 90 Minuten zwar vergleichsweise kürzer, dennoch waren die Patienten in den letzten 10-20 Minuten sehr unruhig, unkonzentriert und teilweise nicht mehr gewillt, die Testung bis zum Ende durchzuführen. Um die Fähigkeiten der Patienten weiterhin ordnungsgemäß zu prüfen, wurde mit den Patienten einfühlsam kommuniziert, um die erforderliche Testmotivation aufrechtzuerhalten. Dennoch gab es Patienten, die bei ihrem Standpunkt geblieben sind und nicht weitermachen wollten. Ein Patient hat alle Tests absolviert und beim letzten Test (Wortschatztest) sich gegen die Fortführung der Untersuchung entschieden. Die Motivation und Konzentration waren nicht mehr vorhanden. Demzufolge haben wir bei den WST Ergebnissen für T2 nur neun Patientenergebnisse. Weiterhin hat ein Proband nicht den Wortflüssigkeitstest durchgeführt. Jeder Patient der die erste Testung gemacht hat, kam auch zur zweiten Testung und absolvierte diesen. Zwei Patienten haben die zweite Untersuchung (T2) absolviert, jedoch mehrmals betont wie anstrengend die Testungen sind und dass ihre kognitive Entwicklung sie in diesem Alter nicht mehr interessieren. Cosetti selbst hat zu diesem Faktor, der die Ergebnisse negativ beeinflussen kann, in seiner Publikation nicht Stellung genommen.

Somit ist aus den Erfahrungen dieser Studie anzuraten, die Testbatterie auf maximal zehn intensive und gezielte kognitive Tests zu begrenzen. In der aktuellen Studie wurde die Testbatterie so ausgewählt, dass sie zeitlich komprimiert und gezielt kognitive Bereiche untersucht. Es wurde nur ein Test zu jedem kognitiven Bereich durchgeführt und damit der zeitliche Aufwand minimiert, um gute Untersuchungsbedingungen zu schaffen.

Weiterhin war die Probandenzahl bei der Studie von Cosetti mit sieben Patienten klein. Positiv ist an dieser Studie anzumerken, dass die Patienten vor der Cochlea Implantation und in einem Zeitraum von 2-4 Jahren (Durschnitt 3,7) danach untersucht wurden, sodass man einen

Langzeiteffekt der Cochlea Implantation auf die kognitiven Fähigkeiten erkennen kann. (Cosetti et al. 2016)

Nach den Ergebnissen von der aktuellen Studie, der Studie von Mosnier et al. und von Cosetti et al. ist die Tendenz zu erkennen, dass die Cochlea Implantation einen positiven Einfluss auf die Kognition haben kann. Was bisher fehlt, sind statistisch fundierte Daten, die den Langzeiteffekt der Cochlea Implantation darstellen. Demzufolge ist es ein positiver Aspekt, dass von Cosetti die Nachfolgeuntersuchung nach mehreren Jahren absolviert wurde. Jedoch kann er durch die geringe Patientenpopulation nicht die statistisch fundierten Ergebnisse liefern, um allgemeingültige Aussagen in dieser Sachlage zu treffen. Diese allgemeingültigen Aussagen kann man auch nicht nach der vorliegenden Studie treffen.

Der Trail Making Test (TMT) ist der einzige Test, der in der aktuellen Studie sowie auch in den vorherigen Studien von Mosnier und Cosetti verwendet wurde. Die Ergebnisse dieser Testung sind mit den vorherigen Studien zu vergleichen.

Die von Mosnier geführte Studie hat 94 Patienten vor der Cochlea Implantation untersucht, jedoch sind Ergebnisse und Patienten bei der zweiten und dritten Testung fehlend.

Bei dem TMT-A Test waren 19 Patienten vor der Cochlea Implantation mit einem abnormalen Test und 23 Patienten beim TMT-B Test. Zwölf Monate später waren nur noch fünf Patienten beim TMT-A Test und sechs Personen beim TMT-B Test im abnormalen Bereich. Die restlichen Patienten verbesserten sich in den normalen Bereich. Bei den normalen Ergebnissen vor der Cochlea Implantation waren es 74 Patienten bei TMT-A und 68 Patienten bei TMT-B. Davon hatten nach der Cochlea Implantation drei Patienten beim TMT-A und fünf Patienten beim TMT-B abnormale Ergebnisse. Für die abnormale Gruppe ergaben sich bei der TMT-B Testung statistisch signifikante Verbesserungen nach sechs Monaten. Nach zwölf Monaten verbesserten sich auch die Patienten beim TMT-A Test signifikant. Die Gruppe mit den normalen Testergebnissen verblieb statistisch gesehen stabil ohne Veränderungen. (Mosnier et al. 2015). Aus retrospektiver Sicht betrachtet zeigte die Studie von Mosnier denselben positiven Trend wie in der aktuellen Studie beschrieben.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass die Ergebnisse beim TMT-Test von Mosnier erneut nicht interindividuell verglichen wurden, sondern die Ergebnisse in ein normales Testergebnis und in ein abnormales Testergebnis eingeteilt wurden. Folglich sind die Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen der aktuellen Studie aufeinander aufbauend. In der aktuellen Studie wurde absichtlich mit Rohwerten gearbeitet, da es nicht um die Frage ging, ob ein Patient eine „normale“ oder „abnormale“ Fähigkeit in einem bestimmten kognitiven Bereich hat, sondern ob sich diese Fähigkeit unter dem Einfluss des erneuten Hörens und Kommunizierens entwickelt.

Cosetti hingegen hat nur sieben Patienten untersucht. Von diesen sieben Patienten konnten nur drei Patienten eine Verbesserung bzw. eine Stabilität der Ergebnisse vorzeigen. Cosetti hat seine Ergebnisse verschieden dargestellt. Einmal wurde ein 13-Punkte-System (-6 bis 0 bis +6) im Vergleich zu Normwerten benutzt. Dann wurde untersucht, wie viele Tests sich von den 20 Tests nach der Cochlea Implantation verbessert oder verschlechtert haben. Teilweise wurde auch eine individuelle Betrachtung der Ergebnisse erläutert. Verbesserungen wurden in 14 (70%) Untertests dargestellt. Ein (5%) Untertest zeigte nach der Cochlea Implantation keine Veränderung und fünf (25%) Tests zeigten eine Verschlechterung. Darunter auch der Trail-Making-Test A und B. (Cosetti et al. 2016)

Bei der individuellen Betrachtung der Patienten zeigten vier von sieben Patienten eine Verschlechterung. Lediglich drei Patienten zeigten eine Verbesserung. Der Leistungstrend bei der TMT-Testung, der in der vorliegenden Studie und der von Mosnier nachweisbar war, konnte Cosetti nicht beschreiben. Laut Cosetti könnte der Grund darin liegen, dass nur eine kleine Patientenpopulation untersucht wurde (Cosetti et al. 2016).

Im Vergleich zu den Studien von Mosnier und Cosetti wurden in der aktuellen Studie 10 Patienten untersucht. Bei der TMT-A Testung haben sich sechs Patienten nach der Cochlea Implantation verbessert. Ein Patient hat einen konstanten Wert erzielt und drei weitere haben sich verschlechtert. Folglich war keine statistisch signifikante Aussage möglich, jedoch kann man den Leistungstrend erkennen, den auch Mosnier veröffentlichte.

Bei der aktuellen Studie ist es interessant, einen Blick auf die individuellen Ergebnisse der verschiedenen TMT-Testungen zu werfen. Dabei war insbesondere auffällig, dass sich im Gegensatz zum TMT-A Test beim TMT-B Test alle Patienten verbessert haben. Bei der Studie von Mosnier ist auch aufgefallen, dass die signifikante Verbesserung des TMT-B Tests nach sechs Monaten und die statistisch signifikante Verbesserung beim TMT-A Test nach 12 Monaten zu sehen war (Mosnier et al. 2015). Der Grund für diese Differenzen zwischen den TMT-A und TMT-B ist schwierig zu ermitteln. Primär scheint es, als wäre der TMT-A Test einfacher als der TMT-B Test. Dadurch sind schon die Ergebnisse bei T1 meistens recht gut und unter 60 Sekunden. Auch die drei Verschlechterungen in dieser Studie sind minimal. Ein Patient hat eine Verschlechterung um eine Sekunde, der zweite um fünf Sekunden und der dritte um zehn Sekunden. Man könnte die ersten beiden Patienten mit den Verschlechterungen als konstant gebliebene Patienten interpretieren. Andererseits haben die Patienten mit den Verbesserungen sich teilweise sehr deutlich gebessert. Die größte Verbesserung war 36 Sekunden im Vergleich zur Testung vor der Cochlea Implantation. Die geringste Verbesserung betrug drei Sekunden.

Zusammenfassend stimmten alle genannten Studien insofern überein, dass sie den positiven psychokognitiven Leistungstrend nach der Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat beschrieben. Insbesondere die Studie von Mosnier und die aktuelle Studie zeigten den

positiven Trend hinsichtlich der Entwicklung von Aufmerksamkeit, kognitiver Flexibilität und visuomotorischer Verarbeitungsgeschwindigkeit durch den TMT-Test.

Eine grundsätzliche Assoziation zwischen Schwerhörigkeit bzw. Hörverlust und einem Kognitionsverlust wurde schon in mehreren Studien beschrieben (Lin et al. 2011; Lin et al. 2013; Holden et al. 2013; Yesavage et al. 2012; Petersen et al 2015; Fortunato et al. 2016). Allen voran hat Lin in dieser Thematik geforscht und kam zu dem Ergebnis, dass ein umso größerer Verlust der Hörfähigkeit auch mit umso niedrigeren Werten bei den Kognitionstestungen einhergeht (Lin et al. 2013). Weiterhin wurde in den oben genannten Studien unter anderem berichtet, dass bei Vorhandensein von einer Hörschädigung neurodegenerative Erkrankungen einen beschleunigten Verlauf annehmen können.

Wenn man also davon ausgeht, dass sich durch Hörschädigung die Kognition verschlechtert, so ist es ein weiterer Ansatz den beschleunigten Kognitionsverlust durch eine Hörrehabilitation zu stoppen.

Bis heute wurde nur eine geringe Anzahl an Studien veröffentlicht, die eine Veränderung der Kognition nach einer Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat beschreiben.

In der Vergangenheit wurden allerdings Untersuchungen und Hörrehabilitierungen mit Hörgeräten und deren positiven Veränderungen auf die kognitiven Fähigkeiten bei schwerhörigen Patienten durchgeführt. Unter anderem berichteten davon Choi, Acar und Mulrow (Acar et al. 2011; Mulrow et al. 1990; Choi et al. 2011).

Im Vergleich dazu gibt es auch Studien, die keine signifikante Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten nach der Nutzung eines Hörgeräts beschreiben (Tesch-Roemer 1997; van Hooren et al. 2005).

Demzufolge gibt es in der Literatur divergierende Studien, wie sich eine Hörrehabilitation mit einem Hörgerät auf die kognitiven Fähigkeiten der Patienten auswirkt. Der Grund für diese sich widersprechenden Studien ist aktuell nicht eindeutig festzumachen, zumal insbesondere die Studien, die keine signifikante Verbesserung darstellen, ältere Studien sind. Weiterhin ist zu erwähnen, dass wenn keine ausreichende Sprachverständnis-Rehabilitation durch ein Hörgerät erzielt wurde, auch keine Verbesserung der Kognition erfolgen kann.

Dennoch sind diese o.g. Studien wegweisend für die Hörrehabilitation. Zu beachten ist vor allem die Tatsache, dass ein gemeinsamer Prozess zwischen der Schwerhörigkeit und dem psychokognitiven Leistungsabfall besteht. Der Ansatzpunkt, diesem psychokognitiven Leistungsabfall entgegenzuwirken, indem man die Schwerhörigkeit mit einem Hörgerät behandelt, wird in diesen Studien wiederholt beschrieben.

In Kontrast zu den o.g. Studien schildern die Ergebnisse der vorliegenden Studie eine positive Leistungsentwicklung in der Psychokognition nach der Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat. Insbesondere nach einer kurzen Zeitspanne mit dem Implantat.

Aufgrund des demografischen Wandels und der immer älter werdenden Population ist die Behandlung einer Schwerhörigkeit und die Behandlung der Folgeerkrankungen immer wichtiger geworden. Die Schwerhörigkeit führt zu gravierenden individuellen und gesellschaftlichen Problemen. Die Patienten verlieren ihre Autonomie und werden immer abhängiger, wodurch sie sich immer mehr isolieren und soziale Kontakte meiden (Sonnet et al. 2017). Dies kann neben den offensichtlichen Problemen und dem damit einhergehenden psychokognitiven Verlust auch zu weiteren gravierenden Erkrankungen führen.

Hörgeschädigte Menschen befinden sich in einem Teufelskreis, der ihnen nicht immer bewusst ist. Ihre verminderte Hörfähigkeit müssen sie in der Kommunikation und in der sozialen Interaktion, durch erhöhte Konzentration, Nutzung visueller Eindrücke und kognitiver Prozesse kompensieren. Daraus resultiert eine im Unterbewusstsein entstehende mentale Erschöpfung. Diese mentale Erschöpfung führt zu weiteren kognitiven Verlusten, die zu den Kognitionsverlusten im höheren Lebensalter hinzukommen (Lin et al. 2012; Mosnier et al. 2015).

Die Ergebnisse der aktuellen Studie zeigen, dass die Wiederherstellung der Hörfähigkeit mit einem Cochlea Implantat für die Betroffenen wirksam und hilfreich sind. Durch eine Cochlea Implantation erhalten die Patienten im Alltag und in der Interaktion eine wesentliche Hilfe, sodass die mentale Erschöpfung verringert und der Kognitionsverlust gestoppt bzw. verbessert wird.

Mit einer Cochlea Implantation wird nicht nur das Hörvermögen des Patienten verbessert, sondern es werden auch viele weitere Aspekte im Leben indirekt bzw. als Folge verbessert. Unter anderem verbessern sich die soziale Integrität, die Lebensqualität und natürlich die Kommunikation (Olze et al. 2011; Vermeire et al. 2005; Sonnet et al. 2017). Neben diesen Aspekten wurde schon in mehreren Studien eine Verbesserung der Sprachwahrnehmung nachgewiesen (Dillon et al. 2013; Mosnier et al. 2015).

Sowohl die Studien von Mosnier und Cosetti (Mosnier et al. 2015; Cosetti et al. 2016) als auch die vorliegende Studie und ihre Ergebnisse lassen die Hypothese zu, dass aufgrund eines verbesserten Hörvermögens es zur einer Verbesserung der Kognition bzw. zu keinem weiteren Verlust der Kognitionsfähigkeiten der Patienten kommt. Folglich verbessert sich auch die Lebensqualität der Patienten.

Von einigen Autoren wird der Zusammenhang zwischen einem Hörverlust und einer damit einhergehenden Depression beschrieben. Die Depression wiederum gilt als ein wichtiger Risikofaktor für einen Verlust kognitiver Fähigkeiten (James et al. 2011; Li et al. 2014; Cosetti et al. 2016). Demzufolge ist davon auszugehen, dass eine Verbesserung der Hörfähigkeit zu einer Reduktion der depressiven Symptomatik führt und damit positiven Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten nimmt (Mosnier et al. 2015; Cosetti et al. 2016; Jayakody et al. 2017). Es ist ein kleiner, aber kausaler Faktor, eine gravierende Erkrankung der heutigen Zeit mit einer hohen Prävalenz in Deutschland (Bretschneider et al. 2017), die Depression, auch über diesen Angriffspunkt zu therapieren. Denn die Depression ist nicht nur eine Belastung für jeden betroffenen Patienten, sondern auch eine große wirtschaftliche Belastung für das Gesundheitswesen in Deutschland (König et al. 2010).

Die aktuelle Studie kann dies leider nicht verifizieren, da bei den Patienten kein *follow-up* des Beck-Depression-Inventar-Scores (BDI) durchgeführt wurde. Das Hauptaugenmerk wurde bei dieser Studie auf den Verlauf der kognitiven Fähigkeiten gelegt, jedoch hat die Studie bei T1 auch gezeigt, dass die Depressivität unter den Patienten eine Rolle spielt.

Bei künftigen Langzeitstudien zu diesem Thema wäre es eine interessante Option, auch die Depression in ihrem Verlauf bei Verbesserung der Hör- und Kommunikationsfähigkeit zu beobachten. Dies wurde zwar von Cosetti in seiner Studie durchgeführt, jedoch war die Probandenzahl ($n=7$) gering und es konnten keine allgemein gültigen Aussagen getroffen werden. In diesem Zusammenhang könnte man auch die Lebensqualität der Patienten untersuchen und mögliche Korrelationen prüfen.

In den Studien von Sonnet und Mosnier (Sonnet et al. 2017; Mosnier et al. 2015) wurde ein Jahr nach der Cochlea Implantation eine Stabilität der globalen kognitiven Fähigkeiten beschrieben. Die aktuelle Studie hat nur ein *follow-up* nach sechs Monaten beobachtet. In kommenden Studien sollte man ein *follow-up* nach 6, 12 und 24 Monaten machen, damit man auch eine mögliche Konstanz bzw. eine weitere Verbesserung oder ein mögliches Verschlechtern der Ergebnisse verzeichnet. Weiterhin sollte man innerhalb der folgenden Jahre auch langfristige Untersuchungen durchführen, um zu belegen, dass die kognitiven Trends, wie in dieser Studie beschrieben, nicht nur temporär für einen kurzen Zeitraum sind.

Diese Arbeit wurde als Pilotstudie eingesetzt und es werden weitere Studien zu diesem Thema folgen müssen. Sowohl in dieser Studie als auch in den Studien von Mosnier (Mosnier et al. 2015) und von Cosetti (Cosetti et al. 2016) wurde schon deutlich, wie entscheidend eine bestmögliche Rehabilitation des Hörens unter Einsatz modernster Technik für das Leben eines jeden Individuums ist. Aufgrund der relativ kleinen Patientenpopulation können die ermittelten

Ergebnisse in vielen Fällen sicherlich nur als Tendenzen bewertet werden. Demzufolge ist es wichtig, in kommenden Studien eine größere Probandenzahl zu eruieren, damit man neben den hier genannten Ergebnissen auch allgemein gültige Aussagen treffen kann. Insbesondere die Untersuchung der Langzeiteffekte auf die psychokognitiven Fähigkeiten nach der Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat ist notwendig.

Weiterhin ist es entscheidend, dass man entweder eine POCD diagnostisch ausschließt oder die präoperative Testung vor der geplanten Operation durchführt, um einen unabhängigen Effekt der Cochlea-Implantation zu zeigen.

5 Zusammenfassung

Diese Arbeit wurde als eine prospektive Pilotstudie begonnen. Das Ziel war es herauszufinden, ob die Cochlea-Implantat Versorgung neben dem Wiedererlangen der Hörfähigkeit weitere positive Effekte hat. Der Fokus dieser Arbeit lag auf die psychokognitive Leistungsentwicklung.

Dafür wurden an der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“ der Universitätsmedizin Rostock beidseits postlingual an Taubheit grenzend schwerhörige und ertaubte Patienten selektiert. Bei dieser Studie wurden zehn Patienten untersucht, die mindestens 50 Jahre alt waren. Unter Berücksichtigung von unveröffentlichten Voruntersuchungen wurde die Testbatterie von Ärzten der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“ der Universitätsmedizin Rostock und Neuropsychologen der Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin der Universitätsmedizin Rostock erstellt, die weitestgehend alle psychokognitiven Bereiche abdecken sollten.

Die Testbatterie beinhaltet neun Tests, deren Ergebnisse verglichen wurden. Die Testbatterie untersuchte die Gedächtnisfähigkeit, die Merkfähigkeit, das Arbeitsgedächtnis, die Aufmerksamkeit, die visuomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit, die kognitive Flexibilität, die verbale Lernfähigkeit und das divergente Denken. Die Patienten haben vor der Aktivierung des Cochlea Implantates, postoperativ am letzten stationären Tag, und 6-8 Monate danach die Testbatterie absolviert.

Die individuellen Daten wurden statistisch mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS aufgearbeitet. Es wurde durchgehend der Wilcoxon-Test angewendet. Die Ergebnisse wurde nach der Bonferroni-Korrektur auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,0063$ als signifikant angesehen.

Es stellten sich bei nahezu allen Tests positive Trends dar. Neben den statistischen Ergebnissen wurden auch die individuellen Ergebnisse und Entwicklungen betrachtet. Die Ergebnisse wurden im intraindividuellen Vergleich zwischen der ersten Testung (T1) und der zweiten Testung (T2) analysiert. Bei einem Test (WMS-VWI) wurde ein statistisch signifikantes Ergebnis erzielt. Weiterhin war eine durchgehend positive Entwicklung in allen weiteren Tests zu erkennen. So waren in allen Tests jeweils mindestens sechs Patienten vorhanden, die eine verbesserte Leistungsentwicklung zeigten. Bei drei Tests verbesserten sich alle Probanden. Das Intelligenzniveau aller Probanden war bei der ersten Testung im Normalbereich. Außerdem zeigten fünf Patienten laut dem BDI-Test depressive Symptome zum Zeitpunkt T1.

Diese Arbeit wurde als Pilotstudie eingesetzt und es werden weitere Studien zu diesem Thema folgen müssen. Sowohl in dieser Studie als auch in den Studien von Mosnier (Mosnier et al. 2015) und von Cosetti (Cosetti et al. 2016) wurde schon deutlich, wie entscheidend eine bestmögliche Rehabilitation des Hörens unter Einsatz modernster Technik für das Leben eines jeden Individuums ist.

Sowohl die Daten dieser Studie als auch die Daten vorheriger Studien erleuchten das komplexe Miteinander zwischen dem Hören und der Kognition. Es wird Aufschluss darüber gegeben, dass die Cochlea Implantation einen Kognitionsverlust verlangsamen beziehungsweise verbessern kann. Weitere Studien sind notwendig, um den genauen Einfluss und den Langzeiteffekt der Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat auf die Kognition zu ermitteln.

6 Thesen

1. Das Hören und die Kognition sind miteinander verknüpft. Der Hörverlust geht bei älteren Erwachsenen mit einer beschleunigten kognitiven Beeinträchtigung einher.
2. Ein Cochlea Implantat ist eine elektronische Hörprothese, die aus einer Elektrode in der Cochlea, einem Implantat im Knochenbett des Schläfenbeines und einem drahtlos transkutan arbeitenden Sprachprozessor besteht.
3. Die Testbatterie zur Testung von psychokognitiven Fähigkeiten beinhaltete neun Tests ohne Lautsprache. Die Testbatterie untersuchte die Gedächtnisfähigkeit, die Merkfähigkeit, das Arbeitsgedächtnis, die Aufmerksamkeit, die visuomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit, die kognitive Flexibilität, die verbale Lernfähigkeit und das divergente Denken. Der Fokus der vorliegenden Studie lag auf die Eruierung kognitiver Veränderungen nach der Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat.
4. Es wurden zehn postlingual hochgradig schwerhörige Erwachsene zu zwei Zeitpunkten in einem Intervall von etwa 6-8 Monaten untersucht.
5. Die erste Testung (T1) der Patienten wurde am letzten Tag vor der Entlassung durchgeführt. Die zweite Testung (T2) der Patienten wurde 6-8 Monate nach der Operation durchgeführt.
6. Durch die postoperative Testung können die Ergebnisse dieser Studie durch eine postoperative Kompromittierung der Kognition (POCD) und der Normalisierung der Kognition 6-8 Monate danach entstanden sein.
7. Im Bereich der kognitiven Flexibilität, der kognitiven Variabilität und der Merkfähigkeit zeigten die Patienten Verbesserungen. Alle Patienten zeigten eine Verbesserung oder Konstanz beim FPF-Test.
8. Bei den Ergebnissen dieser Studie zeigen sich positive Entwicklungstendenzen.
9. Die Hörrehabilitation mit einem Cochlea Implantat verlangsamt den Prozess des fortschreitenden Verlustes der kognitiven Fähigkeiten im Alter. Das kognitive Training im hohen Alter verbessert die kognitiven Fähigkeiten.
10. Ein umso größerer Verlust der Hörfähigkeit geht mit umso niedrigeren Werten bei den Kognitionstestungen einher.

11. Der Hörverlust führt zum Verlust der Patientenautonomie und zur progredienten Abhängigkeit, wodurch sie sich immer mehr isolieren und soziale Kontakte meiden. Der Hörverlust ist eine erhebliche Einschränkung in der Lebensqualität der Betroffenen. Der Zusammenhang zwischen einem Hörverlust und einer damit einhergehenden Depression wird beschrieben.
12. Langzeitergebnisse mit einer hohen Patientenpopulation sind erforderlich, um die Entwicklungstendenzen auch mit statistisch aussagekräftigen Ergebnissen zu unterstreichen.

V Literaturverzeichnis

Acar B, Yurekli MF, Babademez MA, Karabulut H, Karasen RM (2011): Effects of hearing aids on cognitive functions and depressive signs in elderly people. Archives of Gerontology and Geriatrics 52, 250–252

Ancelin ML, De Roquetaeil G, Ledesert B, Bonnel F, Cheminal JC, Ritchie K: Exposure to anaesthetic agents, cognitive functioning and depressive symptomatology in the elderly. Br J Psychiatry 2001; 178: 360–6. CrossRef Medline

Aschenbrenner S, Tucha O, Lange KW: Regensburger Wortflüssigkeits-Test (RWT). Handanweisung; Hogrefe, Verlag für Psychologie 2000

Bretschneider J, Kuhnert R, Hapke U (2017): Depressive Symptomatik bei Erwachsenen in Deutschland

Cattelani R, Dal Sasso F, Corsini D, Posteraro L (2011): The Modified Five-Point Test: normative data for a sample of Italian healthy adults aged 16–60. Neurological Sciences 32, 595–601

Choi AY, Shim HJ, Lee SH, Yoon SW, Joo E-J (2011): Is cognitive function in adults with hearing impairment improved by the use of hearing AIDS? Clinical and experimental otorhinolaryngology 4, 72–76

Cosetti MK, Pinkston JB, Flores JM, Friedmann DR, Jones CB, Roland JT, Waltzman SB (2016): Neurocognitive testing and cochlear implantation: insights into performance in older adults. Clinical Interventions in Aging 11, 603–613

Destatis (2015) Bevölkerung und Erwerbstätigkeit - Ausgangsdaten der Bevölkerungsfortschreibung aus dem Zensus 2011

Deutscher Berufsverband der Hals-Nasen-Ohrenärzte e.V.: Schwerhörigkeit. <https://www.hno-aerzte-im-netz.de/krankheiten/schwerhoerigkeit/definition-und-haeufigkeit.html>

Dillon M, Buss E, C Adunka M, R King E, C Pillsbury H, Adunka O, Buchman C (2013): Long-term Speech Perception in Elderly Cochlear Implant Users. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg 139

Dillon MT, Buss E, Adunka MC, et al (2013): Long-term speech perception in elderly cochlear implant users. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg 139, 279–283

Feinkohl I, Winterer G, Spies CD. et al. Cognitive Reserve and the Risk of Postoperative Cognitive Dysfunction. Dtsch Arztebl Int 2017; 114: 110-117

Fernandez AL, Moroni MA, Carranza JM, Fabbro N, Lebowitz BK (2009): Reliability of the Five-Point Test. *The Clinical Neuropsychologist* 23, 501–509

Fortunato, S., Forli, F., Guglielmi, V., De Corso, E., Paludetti, G., Berrettini, S., & Fetoni, A. R. (2016). A review of new insights on the association between hearing loss and cognitive decline in ageing. *36(3)*, 155–166. doi:10.14639/0392-100X-993)

Freund H (2017): Schwerhörigkeit fördert Demenz. *Geriatrie-Report* 12, 37

Fritze T, Teipel S, Óvári A, Kilimann I, Witt G, Doblhammer G, Bayer A (2016): Hearing Impairment Affects Dementia Incidence. An Analysis Based on Longitudinal Health Claims Data in Germany. *PLoS ONE* 11, e0156876

Gablenz P von, Holube I (2015): Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands. *HNO* 63, 195–214

Härtung C, Markowitsch HJ, Neufeld H, Calabrese P, Deisinger K, Kessler J: Wechsler Gedächtnistest - Revidierte Fassung; Hans Huber Verlag 2000

Hautzinger M, Keller F, Kühner C (2010): BDI-II. Klinisch-psychiatrische Ratingskalen für das Kindes- und Jugendalter 6, 75–78

Heger D, Holube I (2010): Wie viele Menschen sind schwerhörig? *Zeitschrift für Audiologie (Audiological Acoustics)* 49

Holden LK, Finley CC, Firszt JB, Holden TA, Brenner C, Potts LG, Gotter BD, Vanderhoof SS, Mispagel K, Heydebrand G et al. (2013): Factors Affecting Open-Set Word Recognition in Adults With Cochlear Implants. *Ear and Hearing* 34, 342–360

James BD, Wilson RS, Barnes LL, Bennett DA (2011): Late-Life Social Activity and Cognitive Decline in Old Age. *Journal of the International Neuropsychological Society* 17, 998–1005

Jayakody DMP, Friedland PL, Nel E, Martins RN, Atlas MD, Sohrabi HR (2017): Impact of Cochlear Implantation on Cognitive Functions of Older Adults: Pilot Test Results. *Otol Neurotol* 38, e289-e295

Kilimann I, Óvari A, Hermann A, Witt G, Pau HW, Teipel S (2015): Hörstörung und Demenz. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 48, 440–445

Köllner V, Schauenburg H: Psychotherapie im Dialog - Diagnostik und Evaluation; Georg Thieme Verlag 2012

König H-H, Luppa M, Riedel-Heller S (2010): Die Kosten der Depression und die Wirtschaftlichkeit ihrer Behandlung. *Psychiat Prax* 37, 213–215

Lehrner J, Pusswald G, Fertl E, Strubreither W, Kryspin-Exner I (2011): Klinische Neuropsychologie. SpringerWienNewYork 2. Auflage

Lenarz T, Boenninghaus H-G: Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, 14. Auflage; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2012

Lenarz T, Laszig R (2012): Cochlea-Implantat Versorgung und zentral-auditorische Implantate: Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V., Bonn. AWMF - Register - Nr. 017-071

Li C, Zhang X, Hoffman HJ, Cotch M, Themann CL, Wilson M (2014): Hearing impairment associated with depression in us adults, national health and nutrition examination survey 2005-2010. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery* 140, 293–302

Lin FR (2011): Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2011;66:1131–1136.

Lin FR, Chien W, Li L, Clarrett D, Niparko J, Francis H (2012): Cochlear Implantation in Older Adults. *Medicine* 91

Lin FR, Metter E, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L (2011): Hearing loss and incident dementia. *Archives of Neurology* 68, 214–220

Lin FR, Yaffe K, Xia J, Xue QL, Harris T, Purchase-Helzner E, Satterfield S, Ayonayon HN, Ferrucci L, Simonsick EM et al. (2013): Hearing Loss and Cognitive Decline Among Older Adults. *JAMA internal medicine* 173, 10.1001/jamainternmed.2013.1868

Mathers C, Smith A, Concha M (2000): Global burden of hearing loss in the year 2000. *Global Burden of Disease* 18

Meis M, Plotz K, Dillier N, Kießling J, Kinkel M, Hessel H (2005): Gesundheitsbezogene Lebensqualität und Hören: Erste Ergebnisse einer multizentrischen Studie: 50. Internationaler Hörgeräte-Akustiker-Kongress

Mlynski R, Plontke S (2013): Cochlear implants in children and adolescents. *HNO* 61, 388–398

Moller JT, Cluitmans P, Rasmussen LS, et al.: Long-term postoperative cognitive dysfunction in the elderly: ISPOCD1 study. *Lancet* 1998; 251: 857–61. CrossRef Medline

Monk TG, Weldon BC, Garvan CW, Dede DE, van der Aa MT, Heilman KM, Gravenstein JS (2008): Predictors of cognitive dysfunction after major noncardiac surgery. *Anesthesiology*; 108(1), 18-30

Mosnier I, Bebear J-P, Marx M, Fraysse B, Truy E, Lina-Granade G, Mondain M, Sterkers-Artieres F, Bordure P, Robier A et al. (2015): Improvement of cognitive function after cochlear implantation in elderly patients. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 141, 442–450

Mulrow C, Aguilar C, E. Endicott J, R. Tuley M, Velez R, S. Charlip W, C. Rhodes M, A. Hill J, A. DeNino L (1990): Quality-of-Life Changes and Hearing Impairment: A Randomized Trial. *Annals of internal medicine* 113

Murkin JM, Newman SP, Stump DA, Blumenthal JA (1995): Statement of consensus on assessment of neurobehavioral outcomes after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*, 59: 1289-95

Müller, S. (2014). Trail Making Test (TMT). In M. A. Wirtz (Hrsg.), Dorsch – Lexikon der Psychologie (18. Aufl., S. 1566). Bern: Verlag Hogrefe Verlag.

Olze H, Gräbel S, Förster U, Zirke N, Huhnd LE, Haupt H, Mazurek B (2011): Elderly patients benefit from cochlear implantation regarding auditory rehabilitation, quality of life, tinnitus, and stress. *The Laryngoscope* 122, 196–203

Pandharipande PP, Girard TD, Jackson JC. et al. Long-term cognitive impairment after critical illness. *N Engl J Med* 2013; 369: 1306-1316

Petersen NK, Jørgensen AW, Ovesen T. Prevalence of various etiologies of hearing loss among cochlear implant recipients: Systematic review and meta-analysis. *Int J Audiol*. 2015;54:924–932

Regard M, Strauss E, Knapp P. (1982): Perceptual and Motor Skills 55: 839-844

Reitan, R.M. (1992): *Trail Making Test*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory

Rowe P, (2012): Statistik für Mediziner und Pharmazeuten. Wiley-Vch Verlag, Auflage 1: 249-250.

Rundshagen I (2014): Postoperative cognitive dysfunction. *Deutsches Ärzteblatt International* 2014; 111(8): 119-25. DOI:10.3238/artztebl.2014.0119

Rutherford BR, Brewster K, Golub JS, Kim AH, Roose SP. Sensation and Psychiatry: Linking Age-Related Hearing Loss to Late-Life Depression and Cognitive Decline. *Am J Psychiatry*. 2018;175(3):215–224. doi:10.1176/appi.ajp.2017.17040423

Saller T, von Dossow V, Zwißler B (2018). Kognitive Störungen nach OP und Anästhesie. *Der Klinikarzt*, 47(05), 199-204.

Schaarschmidt M (2013): Cochlea-Implantate: Wenn Hörgeräte nicht mehr helfen . Deutsches Ärzteblatt International 110, 36–39

Schmidt K-H, Metzler P: Wortschatztest (WST). Handbuch; Beltz Test GmbH, Göttingen 1992

Sonnet M-H, Montaut-Verient B, Niemier J-Y, Hoen M, Ribeyre L, Parietti-Winkler C (2017): Cognitive Abilities and Quality of Life After Cochlear Implantation in the Elderly. Otol Neurotol 38, e296-e301

Sturm W, Willmes K: Verbaler Lerntest (VLT): S. 54. Handanweisung; Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen 1999a

Sturm W, Willmes K: Verbaler Lerntest (VLT): S. 6-9 & S. 28-29. Handanweisung; Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen 1999b

Taljaard DS, Olaithe M, Brennan-Jones CG, Eikelboom RH, Bucks RS. The relationship between hearing impairment and cognitive function: a meta - analysis in adults. Clin. Otolaryngol. 2016, 41, 718- 729

Tesch-Roemer C (1997): Psychological Effects of Hearing Aid use in Older Adults. The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences 52

Tischler L, Petermann F (2010a): Trail making test (TMT). Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie 58, 79–81

Tischler L, Petermann F (2010b): Trail Making Test (TMT). Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie 58, 79–81

van Hooren SAH, Anteunis LJC, Valentijn SAM, Bosma H, Ponds RWHM, Jolles J, van Boxtel MPJ (2005): Does cognitive function in older adults with hearing impairment improve by hearing aid use? International Journal of Audiology 44, 265–271

Vermeire K, Brokx JPL, Wuyts FL, Cochet E, Hofkens A, van de Heyning PH (2005): Quality-of-life benefit from cochlear implantation in the elderly. Otology & Neurotology 26, 188–195

Wechsler, D. (1945). Wechsler memory scale. San Antonio, TX, US: Psychological Corporation.

Willis SL, Tennstedt SL, Marsiske M, al e (2006): Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. JAMA 296, 2805–2814

Yesavage JA, O'Hara R, Kraemer H, et al. Modeling the prevalence and incidence of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. J Psychiatr Res. 2002;36:281–286

Zahnert T (2011): Differenzialdiagnose der Schwerhörigkeit. Deutsches Ärzteblatt International
108, 433–444

Zimmermann P, Fimm B (2017): Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung: Version 2.3.1.
https://www.psytest.net/index.php?page=TAP-2-2&hl=de_DE

VI Danksagung

Mein Dank gilt meiner Familie, meiner Frau und insbesondere meinen Eltern, die mich während der Verfassung meiner Dissertation und auf meinem Weg durch das Studium begleitet und enorm unterstützt haben. Diese Zeilen können nicht annähernd wiedergeben wie dankbar ich bin. Ich wäre nicht da wo ich heute bin ohne meine Eltern.

Ein besonderer Dank gilt meiner Doktormutter Frau Dr. Witt, die mich immer tatkräftig unterstützt und motiviert hat. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Auch an Tagen wo ich nicht vorankam und der Weg sehr schwierig war, hat Sie mir immer Mut zugesprochen und mir geholfen. Weiterhin danke ich für die sehr zeitnahen Verbesserungen.

Ein großer Dank geht auch an Herrn Prof. Mlynki, der sich insbesondere für die Korrektur der Arbeit viel Zeit genommen und mir viele Sachen nochmal näher erläutert hat.

Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Prof. Teipel und den Mitarbeitern der Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin der Universitätsmedizin Rostock bedanken. Die Korrekturen, Tipps und Unterstützungen von Prof. Teipel waren sehr hilfreich für die Arbeit.

Ich möchte mich bei allen mitgewirkten Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“ der Universitätsmedizin Rostock für ihre Mühen bedanken. Insbesondere danke ich Frau Decker, die mir bei den Testungen sehr viel geholfen hat.

VII Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe abgefasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Die aus anderen Quellen wörtlich oder sinngemäß übernommenen Gedanken sind kenntlich gemacht. Die Promotionsordnung der Universität Rostock ist mir bekannt.

VIII Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Yama Afghanyar
Geburtsdatum und –ort: 23.06.1992 in Holzminden
Familienstand: ledig

Ausbildung

1998 – 2002	Konrad-Duden-Schule, Grundschule
2002 – 2011	Humboldt-Schule, Gymnasium
2012 – 2014	Medizinstudium an der Universität Szeged, Ungarn
06/2014	1. Ärztliche Prüfung
2014 – 2018	Medizinstudium an der Universität Rostock
10/2017	2. Ärztliche Prüfung
11/2017- 03/2018	1. Tertiale PJ: Orthopädie/Unfallchirurgie in Chile
03/2018 – 07/2018	2. Tertiale PJ: Innere Medizin in Wiesbaden
07/2018 – 10/2018	3. Tertiale PJ: Chirurgie in Wiesbaden
12/2018	3. Ärztliche Prüfung
01/2019	Approbation

Arbeit

15.02.2019 – offen Assistenzarzt der Orthopädie/Unfallchirurgie am St. Josefs-Hospital Wiesbaden

IX Übersichtsdarstellung der Rohwerte

Patienten-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Geburtsjahr	1951	1931	1935	1940	1947	1938	1947	1966	1938	1949
T1_Alter	64	84	80	75	67	77	67	49	77	66
T2_Alter	65	85	81	76	67	78	68	50	78	66
T1 (Monat/Jahr)	04.16	03.16	11.15	01.16	01.16	09.15	07.15	01.16	03.16	06.16
T2 (Monat/Jahr)	10.16	10.16	06.16	05.16	05.16	04.16	02.16	11.16	11.16	01.17
Geschlecht	m	m	w	m	m	w	w	w	m	m
T1_FPF	27	15	10	40	23	22	22	27	14	7
T2_FPF	30	18	16	41	26	29	26	27	22	21
T1_TMT_A	59	83	101	31	49	34	45	29	62	60
T2_TMT_A	39	59	65	16	49	29	46	39	59	65
T1_TMT_B	110	247	220	72	180	79	117	62	171	184
T2_TMT_B	98	231	80	57	98	65	115	58	141	111
T1_VLT_Diff	30	5	12	32	15	50	1	39	31	2
T2_VLT_Diff	38	11	37	25	6	50	28	37	36	31
T1_WMS_VWI	39	16	13	36	25	30	33	36	21	33
T2_WMS_VWI	40	19	38	37	32	35	35	37	28	34
T1_WMS_VWII	31	16	6	31	11	21	31	22	5	33
T2_WMS_VWII	39	0	19	37	29	32	0	28	24	31
T1_WF_sWö	7	7	2	9	9	13	7	11	7	5
T1_WF_sWö_Z (s)	55	32	10	31	44	53	49	38	32	32
T1_WF_Tie	10	6	6	19	10	11	11	13	13	8
T1_WF_Tie_Z (s)	58	26	30	56	57	36	57	43	55	40
T2_WF_sWö	12	X	5	13	10	11	5	13	9	6
T2_WF_sWö_Z (s)	54	X	35	44	45	62	20	45	46	40
T2_WF_Tie	11	X	6	21	11	12	11	13	13	8
T2_WF_Tie_Z (s)	58	X	45	58	79	46	35	38	51	49
T1_TAP_Flex (ms)	617	2512	527	863	612	603	781	794	749	1265
T2_TAP_Flex (ms)	627	1344	527	559	626	606	550	676	679	574
T1_TAP_Go (ms)	577	710	767	559	655	666	618	610	710	543
T2_TAP_Go (ms)	616	722	683	555	708	604	652	523	618	466
WST	34	14	14	38	30	34	X	21	29	26
IQ-Skala	110	78	78	125	99	110	X	85	97	92
BDI	11	8	11	1	4	0	9	18	5	27

Tabelle 3: Übersichtsdarstellung der Rohwerte von allen Tests zu allen Patienten

X Testbatterie

NPS-TESTBATTERIE

ID/ Name:

Geb.-Datum:

Testdatum:

Untersucher:

Testzeitpunkt:

1

2

Beginn:

Ende:

Aufgaben nicht
durchgeführt:

Grund:

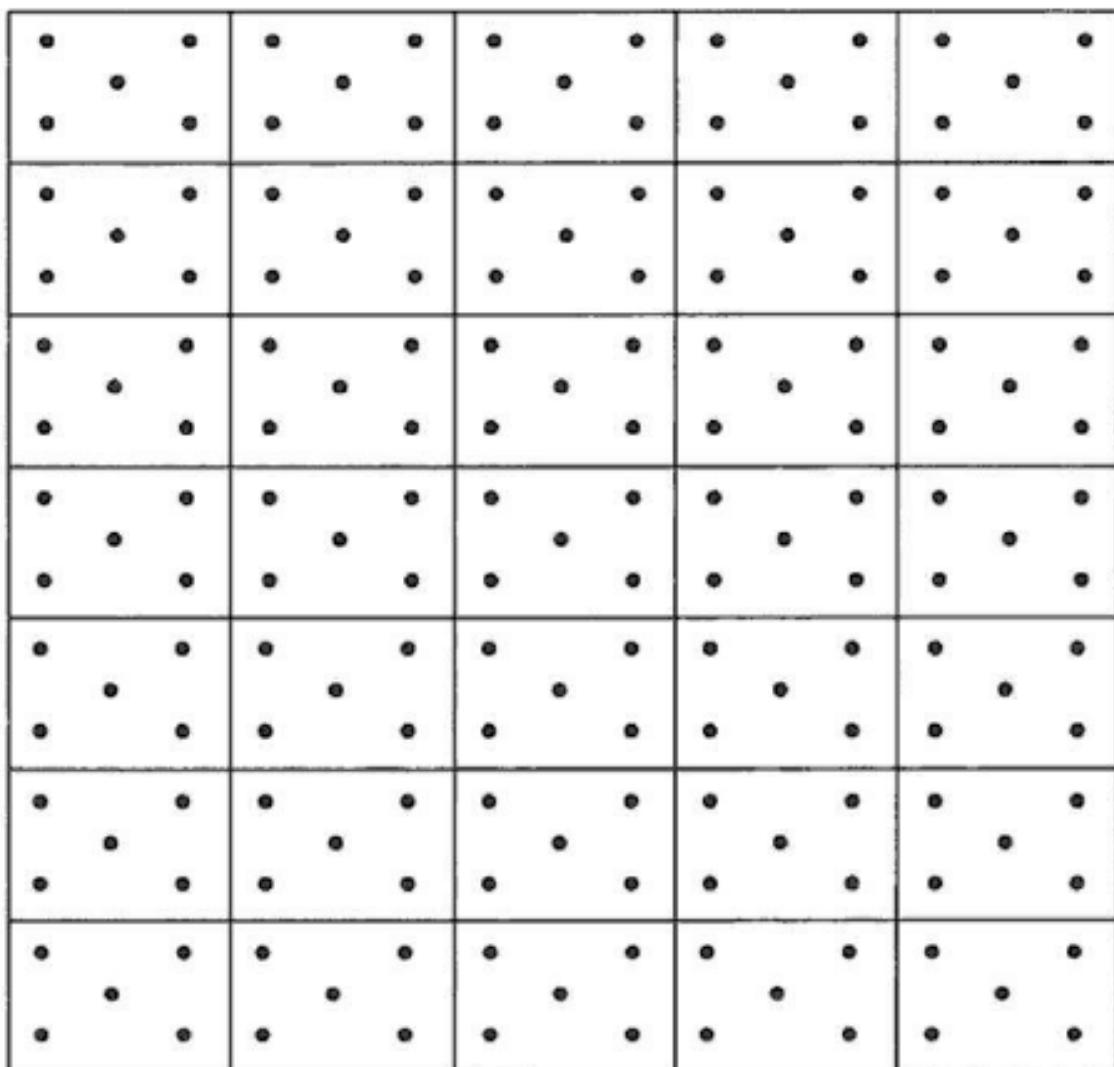
-
-
-

Testzeitpunkt 1	Testzeitpunkt 2
WMS-VW1	WMS-VW1
TMT-A1	TMT-A2
TMT-B1	TMT-B2
5-Point-Fluency-Test	5-Point-Fluency-Test
VLT-Version A	VLT- Version B
WMS-VW2	WMS-VW2
Wortflüssigkeit	Wortflüssigkeit
Wortschatztest	
BDI	

FPT

Name _____ Date _____ Tested by _____

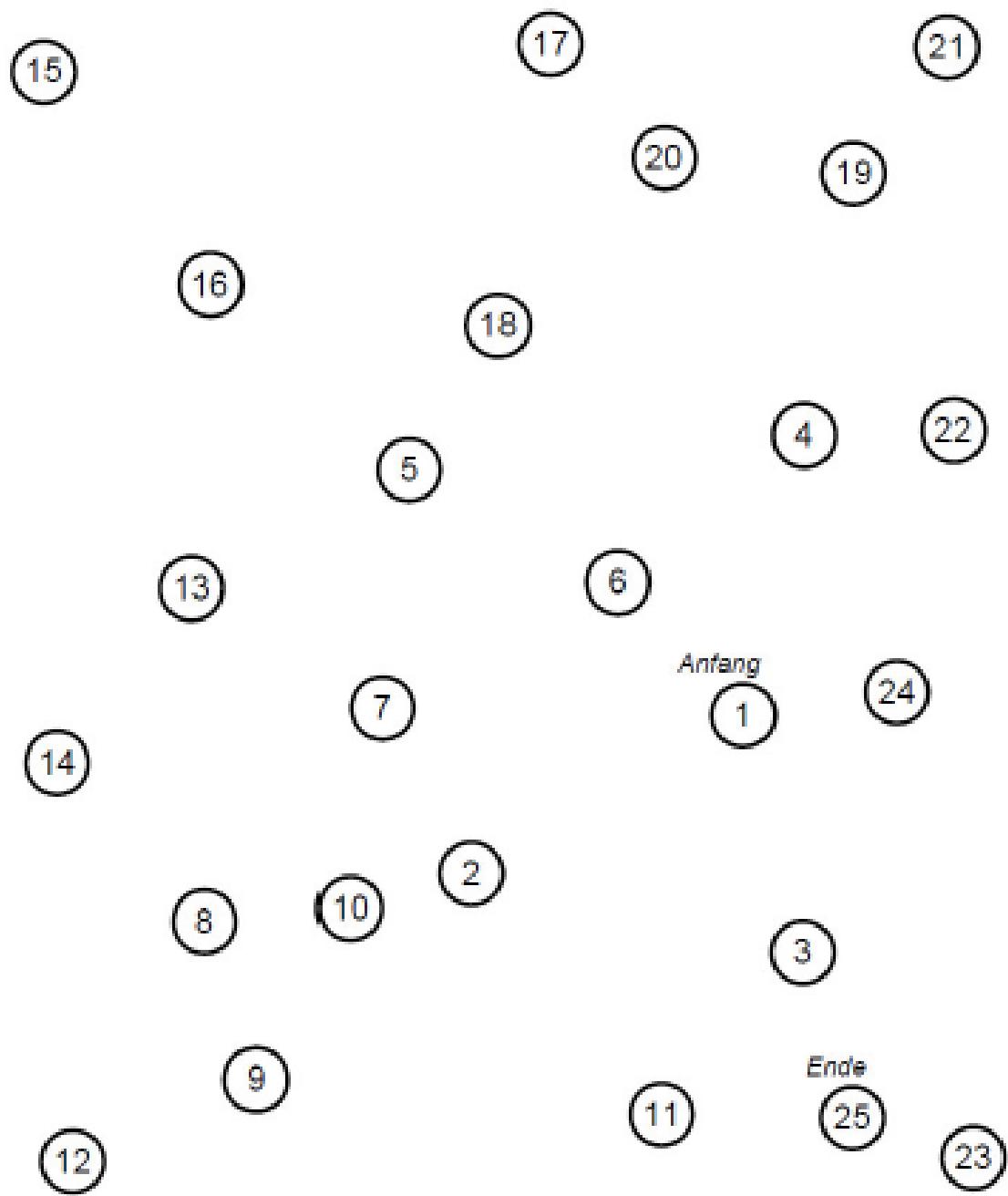
Total Designs _____ Total Unique Designs _____ % Correct _____ Repetitions _____



TMT-A

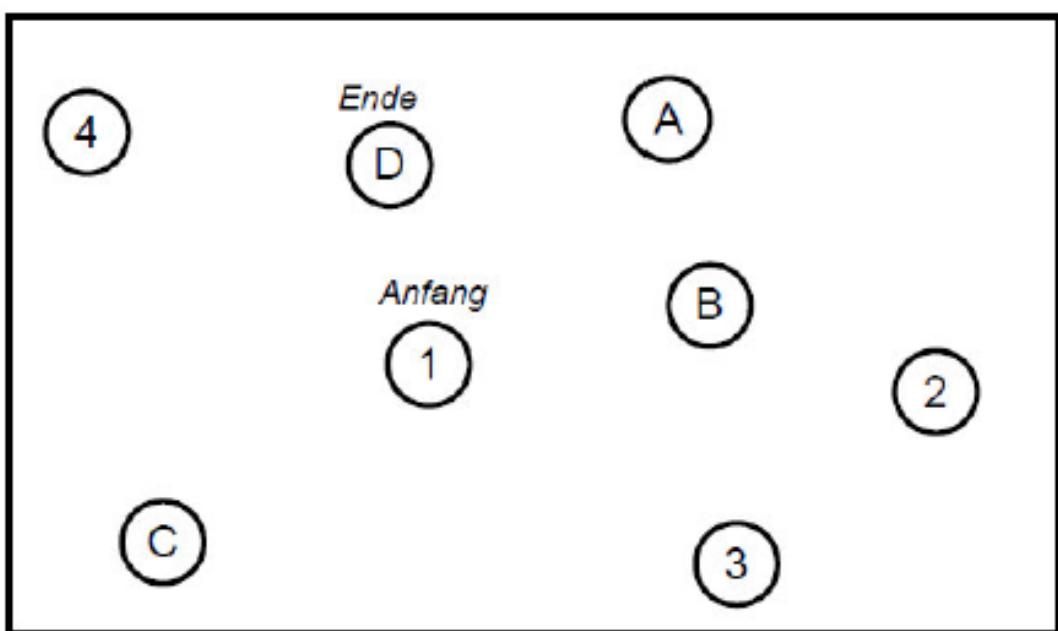
Übungsvorlage / Beispiel

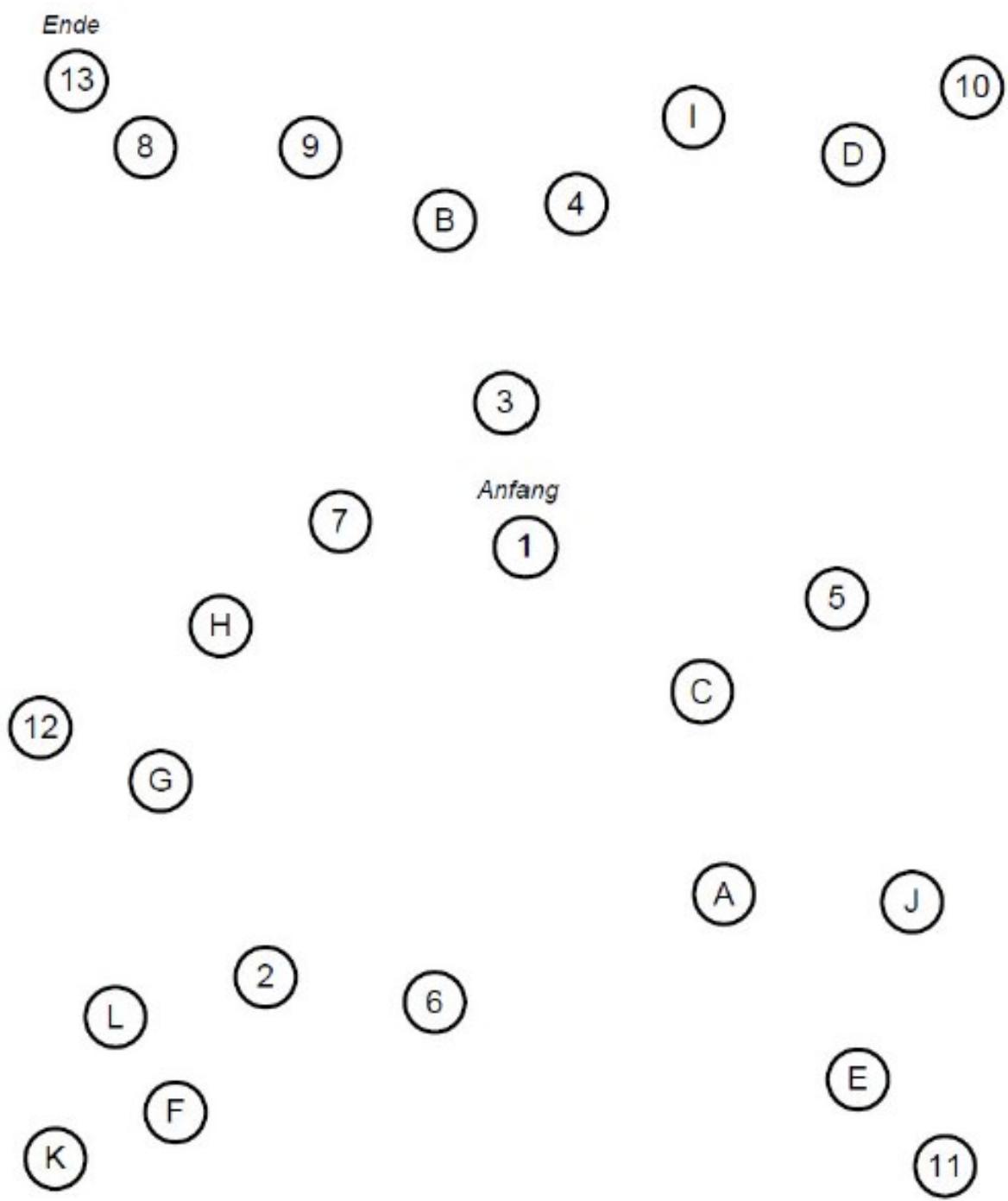




TMT-B

Übungsvorlage / Beispiel





VLT

Protokollbogen für NVLT VLT

Testversion A B

Kurzform (1-120) Langform (1-160)

Name _____ Vorname _____ Geb.-Datum _____ U.-Datum _____ Alter _____

Volks-/Hauptschule (VS) Realschule (RS) Abitur/Hochschule (Uni)

Block 0

j	n
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Block 1

j	n
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

Block 2

j	n
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	

Block 3

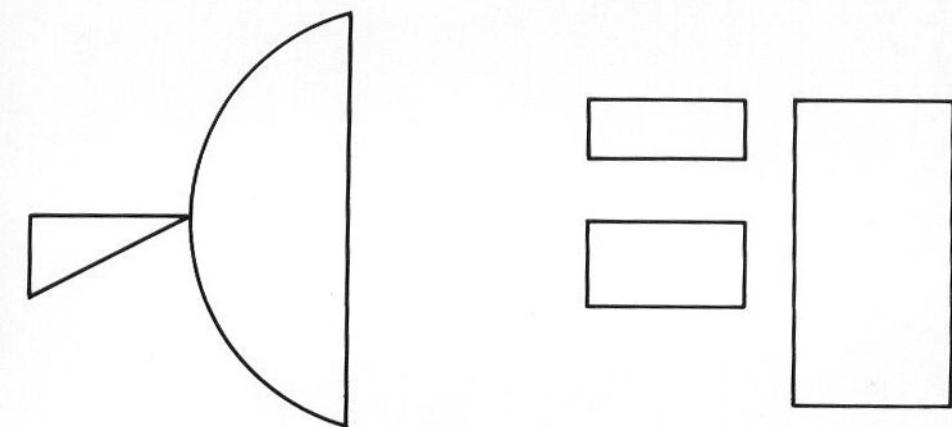
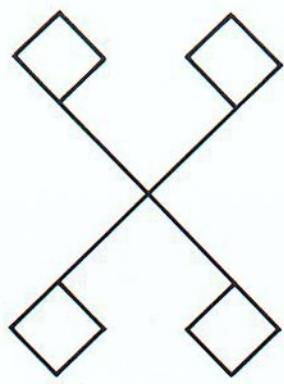
j	n
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	

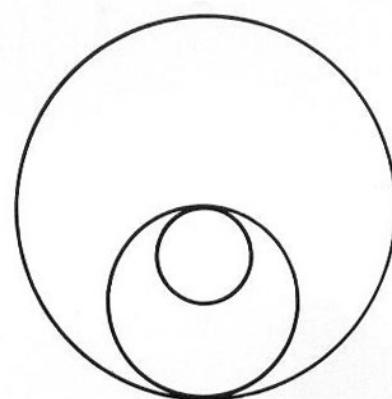
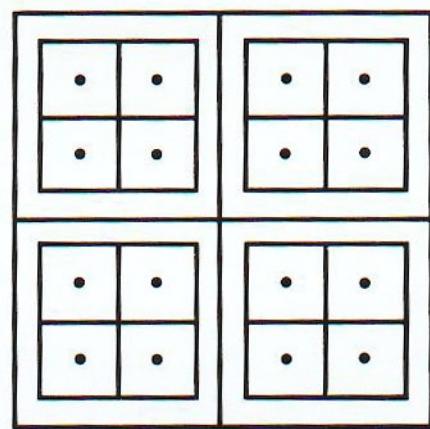
Block 4

j	n
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

Block 5

j	n
101	
102	
103	
104	
105	
106	
107	
108	
109	
110	
111	
112	
113	
114	
115	
116	
117	
118	
119	
120	





Wortflüssigkeit

Wortflüssigkeit – formal-lexikalisch (S-Wörter)			
Produzieren		Abschreiben	
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	
4.		4.	
5.		5.	
6.		6.	
7.		7.	
8.		8.	
9.		9.	
10.		10.	
11.		11.	
12.		12.	
13.		13.	
14.		14.	
15.		15.	
16.		16.	
17.		17.	
18.		18.	
19.		19.	
20.		20.	
21.		21.	
22.		22.	
23.		23.	
24.		24.	
25.		25.	
RW 1 Min.		Zeit abschreiben	
Verbaler Fluency Index			

Wortflüssigkeit – semantisch (Tiere)			
Produzieren		Abschreiben	
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	
4.		4.	
5.		5.	
6.		6.	
7.		7.	
8.		8.	
9.		9.	
10.		10.	
11.		11.	
12.		12.	
13.		13.	
14.		14.	
15.		15.	
16.		16.	
17.		17.	
18.		18.	
19.		19.	
20.		20.	
21.		21.	
22.		22.	
23.		23.	
24.		24.	
25.		25.	
RW 1 Min.		Zeit abschreiben	
Verbaler Fluency Index			

WST

1. Ronolie – Unidase – Orisal – Ironie – Nirol – Ikomie
2. Narchom – Monarch – Archimon – Sevarch – Charisker – Mondalur
3. insivieren – tobasieren – okluvieren – lotatieren – tolerieren – kelotieren
4. Koratur – Vektation – Persavan – Seliton – Kelmation – Koalition
5. Kunsofat – Sulkason – Konsulat – Densodat – Subasor – Kosuvar
6. Tortur – Rutsur – Torastal – Turtos – Korut – Tektorb
7. lopras – saroll – ralopk – rapoll – palrost – salopp
8. Malek – Kelmak – Almek – Makel – Nastel – Akelm
9. Fraksun – Fraktur – Raktie – Turtan – Aklur – Sagun
10. Kadseke – Kamlade – Kataske – Sabale – Kaskade – Haskase
11. Inspizieren – pikistieren – negosieren – inklenieren – imaltieren
– invigieren
12. Tilmad – Dailed – Laidel – Defain – Detail – Ailrod
13. Ritmun – Ritual – Duarid – Tiluralk – Riturdal – Utaled
14. Fisabol – Askiso – Flasko – Briasko – Konfikus – Fialkon
15. Refilbe – Dilgede – Gedile – Figele – Gefilde – Lefide
16. Sobtion – Pavisol – Arkusion – Epuktion – Savasor – Eruption
17. Diskrepanz – Dekrapenz – Drusalik – Diskresat – Krepazid
– Diskrasenz
18. Phorestie – Reuphorsie – Euklopan – Euphorie – Phoskomie – Eusobek
19. konzalieren – ubitieren – prazieren – kinazipieren – nodalieren
– konzipieren
20. Aldiktie – Lirekt – Relikt – Keriske – Selirikt – Espokrit
21. flagrant – falsevat – lasant – flagnal – agantal – granflat
22. Tuvot – Votum – Noktum – Knesam – Umfod – Vorkum

23. Kausaminat – Sobquität – Malesit – Kausalität – Abrisitor – Rendosität
 24. Noklentur – Disklatat – Nomenklatur – Menastat – Nomestur – Klaturat
 25. Spresit – Pristit – Esphin – Kervat – Esprit – Rtit
 26. Esiktion – Sevestor – Ditioned – Edifar – Kondikat – Edition
 27. Akrophab – Brekamie – Abriksie – Akribie – Akirsal – Semalie
 28. kontaminieren – minkieren – uzieren – kolgieren – telankieren
 – kortalimieren
 29. Kobsion - Subzerion – Sebodal – Suksessan – Lokasin – Sukzession
 30. Kossume – Koltage – Voluke – Kolumne – Nemulke – Lomunke
 31. Penkomplium – Kasidor – Kompendium – Sagonin – Kamidion – Potorium
 32. evident – elisent – detival – evelent – senisant – osalent
 33. Vanzak – Regavent – Valtur – Kanzom – Vakanz – Kevanz
 34. Koraspun – Komeskanz – Konkorval – Konkordanz – Dedkon – Kordukanz
 35. ukusieren – usurpieren – abumieren – uspatieren – sporusieren – uskleren
 36. Emonugett – Flasomat – Fleskulett – Geloett – Effoleset – Flageolett
 37. puskerabel – abuldär – surabelisch – pentamal – kommensurabel
 – kommesbarul
 38. Wigink – Zelkon – Witib – Sikis – Catib – Bilkeb
 39. eskamotieren – kamosieren – lasbieren – esamieren – konalieren
 – moteskamieren
 40. Rothumm – Kallune – Kassader – Nokhorm – Kothurn – Thurkam
 41. Tesoritit – Kossanetrat – Itnirkat – Kassiterit – Teritterat – Kasprit
 42. Duratt – Heddur – Herudd – Tesadd – Heddam – Eddhor

Name	Aber	Geschlecht M / W	Datum
------	------	---------------------	-------

Anleitung: Dieser Fragebogen besteht aus 21 Gruppen von Aussagen. Lesen Sie jede dieser Gruppen von Aussagen sorgfältig durch und suchen Sie sich dann in jeder Gruppe eine Aussage, die am besten beschreibt, wie Sie sich in den letzten zwei Wochen, einschließlich heute, gefühlt haben. Kreuzen Sie die Zahl neben der Aussage an, die Sie sich herausgesucht haben. Wenn in einer Gruppe mehrere Aussagen gleichermaßen auf Sie zutreffen, kreuzen Sie die Aussage mit der höheren Zahl an. Achten Sie bitte darauf, dass Sie in jeder Gruppe nicht mehr als eine Aussage ankreuzen, das gilt auch für Gruppe 16 (Veränderungen der Schlafgewohnheiten) oder Gruppe 18 (Veränderungen des Appetits).

1. Traurigkeit

- 0 Ich bin nicht traurig.
 1 Ich bin oft traurig.
 2 Ich bin ständig traurig.
 3 Ich bin so traurig oder unglücklich, dass ich es nicht aushalten kann.

2. Pessimismus

- 0 Ich bin nicht mutlos, was meine Zukunft angeht.
 1 Ich bin mutloser als früher, was meine Zukunft angeht.
 2 Ich glaube nicht, dass sich meine Lage verbessert.
 3 Ich habe das Gefühl, dass es keine Hoffnung gibt für meine Zukunft und es nur noch schlimmer wird.

3. Frühere Misserfolge

- 0 Ich fühle mich nicht als Versager.
 1 Ich habe öfter versagt als ich sollte.
 2 Wenn ich zurück blicke, sehe ich eine Menge Misserfolge.
 3 Ich fühle mich persönlich als totaler Versager.

4. Verlust von Freude

- 0 Ich habe so viel Freude wie immer an den Dingen, die mir Spaß machen.
 1 Ich habe nicht mehr so viel Spaß an den Dingen wie früher.
 2 Ich habe sehr wenig Freude an den Dingen, die mir früher Spaß gemacht haben.
 3 Ich habe keine Freude an den Dingen, die mir früher Spaß gemacht haben.

5. Schuldgefühle

- 0 Ich habe keine besonderen Schuldgefühle.
 1 Ich habe bei vielen Dingen, die ich getan habe oder hätte tun sollen, Schuldgefühle.
 2 Ich habe die meiste Zeit Schuldgefühle.
 3 Ich habe ständig Schuldgefühle.

6. Gefühle, bestraft zu werden

- 0 Ich habe nicht das Gefühl, für etwas bestraft zu werden.
 1 Ich habe das Gefühl, das ich vielleicht für etwas bestraft werde.
 2 Ich glaube, dass ich für etwas bestraft werde.
 3 Ich habe das Gefühl, für etwas bestraft zu werden.

7. Abneigung gegen sich selbst

- 0 Meine Gefühle mir gegenüber sind die gleichen geblieben.
 1 Ich habe das Vertrauen in mich verloren.
 2 Ich bin von mir selbst enttäuscht.
 3 Ich mag mich nicht.

8. Selbstvorwürfe

- 0 Ich bin mir selbst gegenüber nicht kritischer als sonst und mache mir nicht mehr Vorwürfe als sonst.
 1 Ich bin mir selbst gegenüber kritischer als früher.
 2 Ich mache mir Vorwürfe für alle meine Fehler.
 3 Ich gebe mir die Schuld für alles Schlimme, was passiert.

9. Selbstmordgedanken oder -wünsche

- 0 Ich denke nie daran, mich umzubringen.
 1 Ich habe Selbstmordgedanken, aber ich würde sie nicht ausführen.
 2 Ich möchte mich umbringen.
 3 Ich würde mich umbringen, wenn ich die Möglichkeit hätte.

10. Weinen

- 0 Ich weine nicht mehr als früher.
 1 Ich weine mehr als früher.
 2 Ich weine wegen jeder Kleinigkeit.
 3 Mir ist nach Weinen zumute, aber ich kann nicht.

11. Unruhe

- 0 Ich bin nicht unruhiger oder erregter als sonst.
1 Ich bin unruhiger oder erregter als sonst.
2 Ich bin so unruhig oder erregt, dass es schwer ist, mich nicht zu bewegen.
3 Ich bin so unruhig oder erregt, dass ich ständig in Bewegung bleiben oder etwas tun muss.

12. Interesselosigkeit

- 0 Ich habe das Interesse an anderen Menschen oder an Tätigkeiten nicht verloren.
1 Ich bin weniger an anderen Menschen oder Dingen interessiert als vorher.
2 Ich habe mein Interesse an anderen Menschen oder Dingen zum größten Teil verloren.
3 Es ist schwer, für irgendetwas Interesse aufzubringen.

13. Entschlussunfähigkeit

- 0 Ich treffe Entscheidungen etwa so leicht wie immer.
1 Es fällt mir schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen.
2 Ich habe viel größere Schwierigkeiten, Entscheidungen zu treffen, als früher.
3 Ich habe Mühe, überhaupt Entscheidungen zu treffen.

14. Wertlosigkeit

- 0 Ich fühle mich nicht wertlos.
1 Ich halte mich nicht für so wertvoll und nützlich wie früher.
2 Ich habe das Gefühl, weniger Wert zu sein als andere Menschen.
3 Ich habe das Gefühl, völlig wertlos zu sein.

15. Verlust an Energie

- 0 Ich habe so viel Energie wie immer. Ich habe weniger Energie als früher. Ich habe nicht genügend Energie, sehr viel zu tun.
3 Ich habe nicht genügend Energie, irgend etwas zu tun.

16. Veränderungen der Schlafgewohnheiten

- 0 Meine Schlafgewohnheiten haben sich nicht geändert.
1a Ich schlafe etwas mehr als sonst.
1b Ich schlafe etwas weniger als sonst.
2a Ich schlafe viel mehr als sonst.
2b Ich schlafe viel weniger als sonst.
3a Ich schlafe die meiste Zeit des Tages.
3b Ich wache 1-2 Stunden zu früh auf und kann dann nicht mehr einschlafen.

17. Reizbarkeit

- 0 Ich bin nicht reizbarer als sonst.
1 Ich bin reizbarer als sonst.
2 Ich bin viel reizbarer als sonst.
3 Ich bin ständig reizbar.

18. Veränderungen des Appetits

- 0 Mein Appetit hat sich nicht verändert.
1a Mein Appetit ist etwas kleiner als sonst.
1b Mein Appetit ist etwas größer als sonst.
2a Mein Appetit ist viel kleiner als vorher.
2b Mein Appetit ist viel größer als vorher.
3a Ich habe überhaupt keinen Appetit.
3b Ich habe ständig großen Hunger.

19. Konzentrationsschwierigkeiten

- 0 Ich kann mich so gut konzentrieren wie immer.
1 Ich kann mich nicht so gut konzentrieren wie sonst.
2 Es fällt mir schwer, mich sehr lange auf etwas zu konzentrieren.
3 Ich kann mich auf gar nichts konzentrieren.

20. Müdigkeit

- 0 Ich bin nicht müder als sonst.
1 Ich werde schneller müde als sonst.
2 Ich bin für viele Dinge, die ich früher gern getan habe, zu müde.
3 Ich bin für die meisten Dinge, die ich früher getan habe, zu müde.

21. Verlust des Interesses am Sex

- 0 Ich habe in letzter Zeit keine Veränderung meines Interesses am Sex bemerkt.
1 Ich habe weniger Interesse am Sex als früher.
2 Ich habe jetzt viel weniger Interesse am Sex.
3 Ich habe das Interesse am Sex völlig verloren.