



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
Main Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2010

---

**Eine partielle Diskontinuität der Ossikel kann eine  
Schalleitungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich verursachen**

Häfliger, M

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-40993>  
Dissertation

Originally published at:

Häfliger, M. Eine partielle Diskontinuität der Ossikel kann eine Schalleitungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich verursachen. 2010, University of Zurich, Faculty of Medicine.

Universitätsspital Zürich  
Klinik für Ohren-, Nasen-, Hals- und Gesichtschirurgie  
Direktor: Prof. Dr. med. R. Probst

---

Arbeit unter Leitung von Dr. med. Ch. Rösli und Prof. Dr. med. A. Huber

**Eine partielle Diskontinuität der Ossikel kann eine  
Schalleitungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich verursachen**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät  
der Universität Zürich

vorgelegt von  
**Marc Anton Häfliger**  
von Luzern LU

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. R. Probst  
Zürich 2011

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
1.1 Hintergrund	4
1.2 Material und Methoden	4
1.3 Resultate	5
1.4 Interpretation	6
<b>2 Einleitung und Fragestellung</b>	<b>6</b>
2.1 Einleitung	6
2.1.1 Definitionen	6
2.1.2 Epidemiologie	7
2.1.3 Soziale Aspekte einer Hörminderung	8
2.1.4 Anatomie des Mittelohres	9
2.1.5 Gehörknöchelchen	11
2.1.6 Mechanik des Mittelohres	12
2.1.7 Pathophysiologie des Mittelohres	13
2.2 Fragestellung und Zielsetzung	14
<b>3 Material und Methode</b>	<b>16</b>
3.1 Krankengut: Ein- und Ausschlusskriterien	16
3.2 Art der Studie	16
3.3 Erhebungsmethode	16
3.4 Operationstechnik	17
3.5 Datenauswertung	18
3.6 Statistik	18
<b>4 Resultate</b>	<b>19</b>
4.1 Ergebnisse aus den Patientenakten	19
4.1.1 Grunderkrankungen	19
4.1.2 Intraoperative Befunde	19
4.1.3 Mortalität und Morbidität	19
4.2 Ergebnisse des Fragebogens	20
4.2.1 subjektive Beurteilung	20

4.2.2 Schallfluktuationen	21
4.2.3 Gehörveränderungen beim Valsalva-Manöver	22
4.3 Audiometrische Ergebnisse	24
4.3.1 Luftleitung	24
4.3.2 Knochenleitung	25
4.3.3 Air Bone Gap	26
4.3.4 Zunehmende Schallleitungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich	27
<b>5 Diskussion</b>	<b>28</b>
5.1 Intraoperative Ergebnisse im Vergleich zu den Audiometrischen Resultaten	28
5.2 Ergebnisse des Fragebogens	29
5.3 Audiometrische Ergebnisse	30
5.4 Schlussfolgerungen	32
<b>6 Literaturverzeichnis</b>	<b>33</b>
<b>7 Addendum</b>	<b>36</b>
7.1 Fragebogen	36
<b>8 Danksagung</b>	<b>39</b>
<b>9 Curriculum Vitae</b>	<b>40</b>

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Hintergrund

Verschiedene Pathologien können zu einem Unterbruch der Gehörknöchelchenkette führen. Eine besondere Form der Schallleitungsschwerhörigkeit ist der Unterbruch des incudo-stapedialen (I-S) Gelenkes, der beispielsweise bei Schläfenbeinlängsfrakturen oder nach einer Arrosion des langen Ambossschenkels bei chronischen Tubenfunktionsstörungen auftritt. Dieser Unterbruch des I-S Gelenkes kann zu einer Schallleitungsschwerhörigkeit unterschiedlichen Ausmasses führen. Bei gewissen Patienten manifestiert sich die Schallleitungsschwerhörigkeit hauptsächlich im Hochtonbereich. Zudem kann es zu einem fluktuierenden Gehör und einer Veränderung des Gehörs durch das Valsalvamanöver oder beim Schlucken kommen.

Ziel dieser Arbeit ist es einerseits, die Trias einer Schallleitungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich, das Auftreten von Gehörfluktuationen und Veränderung des Gehörs nach dem Valsalvamanöver als prädiktive Faktoren für den Zustand der Ossikel zu untersuchen. Andererseits möchten die wir postoperativen audiometrischen Resultate der Patienten mit und ohne kompletten Unterbruch des I-S Gelenkes diskutieren und mit der Literatur vergleichen.

## 1.2 Material und Methoden

Anhand der Operationsberichte aller Patienten, bei denen zwischen dem 1. Januar 1994 und dem 31.12.2008 eine Incusinterposition zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette an der Ohren-Nasen-Halsklinik des Universitätsspitals Zürich notwendig wurde (n=226), identifizierten wir diejenigen Patienten (n=33), bei welchen ein Unterbruch des I-S Gelenkes vorlag. Der Status der Gehörknöchelchenkette wurde anhand der Operationsberichte evaluiert.

Anhand der Krankengeschichte wurden die präoperativen Audiogramme, sowie die Audiogramme ein Jahr postoperativ registriert. Mittels Fragebogen konnten 27 (81%) der Patienten telefonisch oder anlässlich einer Nachkontrolle zu den präoperativen Symptomen und deren Verlauf postoperativ befragt werden.

## 1.3 Resultate

Es wurden 27 Personen im Alter von durchschnittlich 47 Jahren (Range 18 bis 76 Jahren) eingeschlossen. Zur Schalleitungsschwerhörigkeit führte bei 10 Patienten (37%) eine Otitis media chronica simplex, bei 14 Patienten (52%) ein Trauma, bei einem Patient eine Otitis media chronica cholesteatomatosa, eine Person hatte eine aseptische Knochennekrose und bei einer Person blieb die Ursache unbekannt.

Bei 15 Patienten (55%) zeigte sich intraoperativ eine bindegewebige Verbindung zwischen dem arrodieren langen Ambossschenkel und dem Stapesköpfchen, bei 12 Patienten (45%) war intraoperativ eine klare Dehiszenz beschrieben.

Eine hochtonbetonte Schalleitungsschwerhörigkeit war ein prädiktiver Faktor für das Vorliegen einer bindegewebigen Narbe zwischen Incus und Stapes. Ein fluktuierendes Gehör oder eine Gehörverbesserung beim Valsalvamanöver waren hingegen nicht prädiktiv für den Zustand der Ossikel.

Der durchschnittliche Air Bone Gap (ABG) für die Frequenzen 0.5, 1, 2 und 4 kHz betrug präoperativ 32.5 dB und 16.5 dB postoperativ. Die Erfolgsrate, definiert als ein ABG < 20 dB für die Frequenzen 0.5, 1 und 2 kHz wurde in 89% erreicht. Die postoperativen Resultate der Patienten mit und ohne komplettem Unterbruch im I-S Gelenk waren vergleichbar.

## 1.4 Interpretation

Eine hochtonbetonte Schalleitungsschwerhörigkeit ist ein prädiktiver Faktor für eine bindegewebige Verbindung zwischen Incus und Stapes und darf nicht mit einem sensoneurinalen Hochtonabfall verwechselt werden, der häufiger ist. Zahlreiche weitere Faktoren können zu einem fluktuierendem Gehör oder einer Verbesserung des Gehörs durch das Valsalva-Manöver führen. Deshalb sind diese nicht als prädiktive Parameter für eine Bindegewebsnarbe zwischen Incus und Stapes zu interpretieren.

Die von uns untersuchten Patienten profitieren von einer Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette mittels Incusinterposition.

## 2 Einleitung und Fragestellung

### 2.1 Einleitung

#### 2.1.1 Definitionen

##### Schallleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit

Klinisch unterscheidet man zwischen einer Schallempfindungs- und einer Schallleitungsschwerhörigkeit. Während bei einer Schallempfindungsschwerhörigkeit die Pathologie in der Cochlea oder der Hörbahn liegt, ist bei einer Schallleitungsschwerhörigkeit die Schallübertragung zwischen Ohrmuschel und Stapesfussplatte beeinträchtigt (1).

##### Hochbetonte Schallleitungsschwerhörigkeit

Als hochbetonte Schallleitungsschwerhörigkeit definieren wir die Konstellation, wenn im Audiogramm im Tieftonbereich (0.25 bis 0.5 kHz) der durchschnittliche ABG tiefer ist als der durchschnittliche ABG im Hochtonbereich (1 bis 4 kHz).

##### Audiometrie

Mit Audiometrie werden Verfahren bezeichnet, die Eigenschaften und Parameter des Gehörs mit elektroakustischen Ton- oder Klickgeneratoren vermessen. Dabei werden Einzelfrequenzen oder Klickreize von definierter Lautstärke verwendet.

Man unterscheidet subjektive und objektive audiometrische Verfahren. Erstere bedürfen der Mithilfe der Person, deren Gehör untersucht werden soll. Letztere kommen ohne diese Mithilfe aus (1).

##### Reintonaudiogramm:

Das Reintonaudiogramm ist eine subjektive Hörprüfung. Es misst das Hörvermögen für Sinustöne, also die frequenzabhängige Hörempfindlichkeit eines Menschen im Frequenzbereich von 0.125 bis 10 kHz. Dabei werden die Lautstärkepegel in Dezibel (dB) bestimmt, die beim Untersuchten gerade noch eine Hörempfindung hervorrufen. Die nötigen Lautstärken für Luft- und Knochenleitung werden getrennt ermittelt, im Audiogramm eingetragen und mit einer Nulllinie verglichen (Abbildung 1). Die Hörschwelle bei Knochenleitung erlaubt eine Beurteilung der Innenohrleistung, die Kurve der Luftleitung

erlaubt eine Aussage über Veränderungen im Mittelohr (1).



Abb. 1) Darstellung einer Audiogrammaufnahme (<http://www.internist-welzheim.de/website/tour/audiogr.jpg>)

Air Bone Gap:

Unter dem Air Bone Gap (ABG) versteht man die Differenz zwischen der Luftleitung und der Knochenleitung (2). Sie widerspiegelt die Funktion des Mittelohrs.

### 2.1.2 Epidemiologie

Eine kongenitale, hochgradige Schwerhörigkeit oder Taubheit tritt in 2-3/1000 Neugeborenen auf (3). Ca. 18% der Erwachsenen zwischen 45-64 Jahren, 30% zwischen 65-74 Jahren und 47% über 75 Jahren leiden unter einer Hörstörung. Eine invalidisierende Hörstörung (> 40dB HL; 0.5, 1, 2 kHz) in Europa wird mit 0.2 bis 4.9% angegeben (4). Dabei handelt es sich meist um eine sensoneurale Hörstörung. Liu et al. (5) beschreibt in



einem Kollektiv von 126'876 Patienten eine Prävalenz einer Hörstörung in China von 3.28%. Davon litten 73% unter einer sensorineuralen Schwerhörigkeit, 20.4% unter einer Schalleitungsschwerhörigkeit und 6.6% unter einer gemischten Schwerhörigkeit. Eine Schalleitungsschwerhörigkeit kann traumatisch oder nicht traumatisch sein. Der häufigste Grund für eine Schalleitungsschwerhörigkeit ist die Otosklerose mit einer Prävalenz von 0.5-1% (6). Andere nicht traumatische Ursachen, welche die Schallübertragung im Mittelohr beeinflussen, sind Folgen einer langdauernden Dysfunktion der Eustach'schen Röhre, ein Cholesteatom, eine Mittelohratelektase, eine Raumforderung im Mittelohr wie ein Adenom oder eine Trommelfellperforation. Häufig kommt es zu einer Pathologie am incudostapedialen Gelenk. Der häufigste Grund für eine traumatische Diskontinuität der Ossikel ist eine Felsenbeinfraktur oder eine traumatische Trommelfellperforation. Bei einer Felsenbeinfraktur kommt es oft zu einer Luxation im incudomalleoaren Gelenk. Dadurch kann es zu einer Beeinträchtigung der Blutversorgung und Nekrose des langen Incusfortsatzes kommen (7).

### 2.1.3 Soziale Aspekte einer Hörminderung

Eine Beeinträchtigung des Gehörs kann die Betroffenen im Alltag stark einschränken. Insbesondere bei Hintergrundgeräuschen ist die Kommunikation mit den Mitmenschen erschwert und kann zu einem völligen sozialen Rückzug führen. Eine progrediente Hörminderung, wie sie bei der Altersschwerhörigkeit auftritt, wird nicht selten zu Beginn gar nicht wahrgenommen, verdrängt oder verheimlicht.

Neben der mit zunehmendem Alter progredienten Hörminderung kann eine Hörstörung auch bei Geburt (kongenital) oder danach (erworben) auftreten. Sie kann genetisch, durch Infekte (z. B. Meningitis, CMV, Toxoplasmose), Traumata oder Medikamente (z.B. Aminoglykoside) verursacht sein. Sie kann vor oder nach dem Spracherwerb auftreten und unterschiedlich stark ausgeprägt sein.

Hörstörungen können isoliert oder im Rahmen von Syndromen auftreten. Sie können gemeinsam mit weiteren Ohrsymptomen wie einer Lärmempfindlichkeit, einem Tinnitus oder Schwindelbeschwerden einhergehen.

Liegt wie bei dem von uns untersuchten Patientengut einzig eine Pathologie des Incus vor, besteht die Möglichkeit einer chirurgischen Therapie mittels Incusinterposition oder einer Hörgeräteversorgung. Somit können die Patienten durch eine erfolgreiche Therapie oftmals zu einer Steigerung der Kommunikation und der Lebensqualität erfahren.

## 2.1.4 Anatomie des Mittelohres

Das Mittelohr besteht aus dem Cavum tympani (Paukenhöhle), dem Antrum mastoideum, der Tuba auditiva und den Gehörknöchelchen. Die Paukenhöhle wird in 3 Etagen unterteilt, dem Hypotympanon, dem Mesotympanon und dem Epitympanon (Abbildung 2). Das Hypotympanon liegt direkt über dem Bulbus V. jugularis und ist von diesem nur durch eine dünne Wand getrennt.

Das Mesotympanon wird ventral durch den Canalis caroticus und lateral durch das Trommelfell begrenzt. Medial befindet sich der Abgang der Tuba auditiva. Darüber zieht der M. tensor tympani zum Hammergriff. Dorsal liegt das Os mastoideum, durch das der N. facialis und der M. stapedius ziehen. Vom N. facialis entspringt die Chorda tympani. Sie verläuft zwischen Hammer und Amboss und verlässt das Mittelohr durch die Fissura petrotympanica. Die mediale Wand des Mesotympanons bilden das Promontorium das durch die Basalwindung der Cochlea gebildet wird, sowie das ovale und das runde Fenster.

Das Epitympanon steht mit dem Antrum mastoideum in Verbindung. Im Epitympanon befinden sich die Gehörknöchelchen (Malleus, Incus, Stapes). Der Malleus steht mit dem Trommelfell in Verbindung und der Stapes mit dem ovalen Fenster.

Die Mittelohrmuskeln (M. tensor tympani und M. stapedius) haben vermutlich eine Schallschutzfunktion. Bei sehr hohen Schalldruckpegeln kontrahieren sich die Muskeln und versteifen so die Gehörknöchelchenkette. Dadurch kann der Schall schlechter auf die Cochlea übertragen werden und schützt diese so vor zu hohen Pegeln. Allerdings ermüden die Muskeln schnell. Die Funktion der Mittelohrmuskeln allein auf eine akustische Komponente zu reduzieren ist allerdings ungenügend. Die Hauptfunktion der Mittelohrmuskeln liegt in der Regulation der Steifigkeit der Gehörknöchelchenkette, denn beide Muskeln bewegen schlussendlich das gesamte Gehörknöchelchensystem. Der M. stapedius bewirkt eine Auswärtsbewegung des Stapes, worauf es zu einer Druckverminderung auf die cochleäre Flüssigkeit kommt (8).

Die Gefäßversorgung erfolgt durch die A. tympanica superior aus A. meningea media für das Epitympanon. Das Hypotympanon wird durch die A. tympanica inferior aus der A. pharyngea ascendens versorgt. Die A. tympanica posterior aus A. stylomastoidea versorgt die dorsale Paukenhöhle und die A. tympanica anterior aus der A. maxillaris versorgt das Tubenostium.

Der venöse Abfluss läuft über den Plexus pharyngeus in die V. meningea media und von dort in den Sinus durae matris.

Der lymphatische Abfluss erfolgt gemeinsam mit dem des äusseren Ohres zu den retroaurikulären Lymphknoten (9).

Die Innervation des M. tensor tympanicus erfolgt durch den N. trigeminus. Die Innervation des M. stapedius erfolgt durch den N. facialis. Die Innervation der Schleimhaut der Paukenhöhle erfolgt durch den N. tympanicus (erster Ast des N. glossopharyngeus) und teilweise durch den Plexus tympanicus. Der Plexus tympanicus enthält sensible Fasern des N. glossopharyngeus, parasympathische Fasern der N. glossopharyngeus, parasympathische Fasern des N. facialis sowie sympathische Fasern des Plexus caroticus internus. Im Weiteren bezeichnet man die Verbindung des N. glossopharyngeus mit dem Ganglion oticum als Jacobson'sche Anastomose. Die Anastomose enthält parasympathische Äste der Glandula parotis (10).

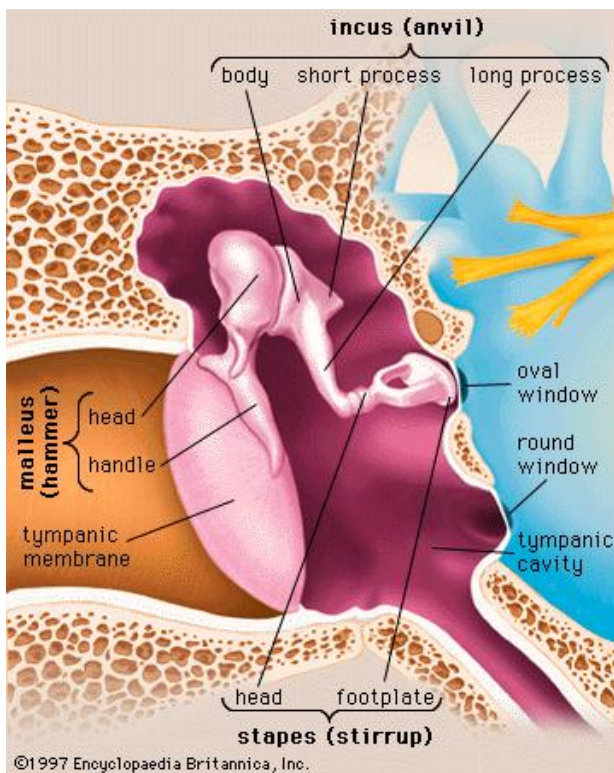


Abb. 2) Übersicht über das Mittelohr (violett). Der äussere Gehörgang ist orange gekennzeichnet, die Cochlea und das Labyrinth blau. <http://www.britannica.com/EBchecked/topic-art/381178/531/The-auditory-ossicles-of-the-middle-ear-and-the-structures>

### 2.1.5 Gehörknöchelchen

Die drei Gehörknöchelchen Malleus, Incus und Stapes zeigen histologisch wesentliche Unterschiede zum übrigen Knochen. Sie bestehen nicht nur aus Lamellenknochen, sondern zusätzlich aus Geflechtknochen, Knorpelanteilen verkalkten Knorpels, Interglobularräume und aus Strähnenknochen.

#### Hammer (Malleus):

Der grösste der drei Mittelohrknochen liegt im Recessus epitympanicus und ist durch das obere Hammerband (Ligamentum mallei superius) am Dach der Paukenhöhle befestigt. Der dünne Hals (Collum mallei) ist durch das seitliche Hammerband (Ligamentum mallei laterale) mit der oberen Wand des äusseren Gehörganges verbunden. Der Hammergriff (Manubrium mallei) ist in ganzer Ausdehnung in das Trommelfell eingewoben und scheint als Stria mallearis durch dieses durch.

Der kurze, seitliche Hammerfortsatz (Processus lateralis) wölbt das Trommelfell leicht nach aussen vor. Der lange, vordere Hammerfortsatz (Processus anterior) ist nach vorn und unten gerichtet, zieht in eine Spalte zwischen Mittelohrhöhle und Felsenbein (Fissura petrotympanica) und ist durch das vordere Hammerband (Ligamentum mallei anterius) befestigt.

#### Amboss (Incus):

Der Körper trägt eine Gelenkfläche (Facies articularis) für den Hammer und ist durch das obere Ambossband (Ligamentum incudis superius) am Paukenhöhlendach aufgehängt. Der lange Schenkel (Crus longum incudis) verläuft hinter dem Hammergriff parallel zu diesem senkrecht nach unten. Sein freies Ende biegt nach medial um und trägt ein ovales Köpfchen (Processus lenticularis), das sich mit dem Steigbügelkopf verbindet. Der nach hinten gerichtete kurze Schenkel (Crus breve incudis) ist durch das hintere Ambossband (Ligamentum incudis posterius) am Boden des Antrum mastoideum befestigt.

#### Steigbügel (Stapes):

Der lateral gerichtete Kopf (Caput stapedis) verbindet sich mit dem Processus lenticularis des Ambosses. Der fast gerade, kürzere Schenkel (Crus anterius) weist nach vorn, der gebogene, längere Schenkel (Crus posterius) nach hinten. Die Steigbügelplatte (Basis stapedis) ist durch das ringförmige Steigbügelband (Ligamentum annulare stapedis) in das ovale Fenster eingelassen (11).

## 2.1.6 Mechanik des Mittelohres

Das Hammer-Ambossgelenk (*Articulatio incudo-mallearis*) hat verzahnte, selbstsperrende Gelenkflächen (Sattelgelenk) mit viel Kontaktfläche zwischen beiden Ossikeln. Eine straffe Gelenkkapsel lässt nur geringe federnde Bewegungen von etwa 5° zu.

Das Amboss-Steigbügelgelenk (*Articulatio incudo-stapedia*), wird durch den konvexen *Processus lenticularis incudis* und das konkave *Caput stapedis* durch eine zarte Kapsel als Kugelgelenk beweglich miteinander verbunden (11).

Hammer und Amboss sind durch Bänder so aufgehängt, dass ihr Schwerpunkt mit der Drehachse zusammenfällt. Beide können ohne grossen Energieverlust die Bewegungen des Trommelfells an den Steigbügel weitergeben. Um diese Drehachse (*Crus breve incudis*) bewegen sich Hammer und Amboss wie ein zweiarmiger Hebel mit ungleichen Hebelarmen. Wird das Trommelfell durch Schallwellen nach innen getrieben, so macht der Hammergriff die gleiche Bewegung mit, da er fest mit der Innenseite des Trommelfelles verbunden ist. Der oberhalb der Achse gelegene Hammerkopf bewegt sich nach aussen und nimmt mittels der Sperreinrichtung im Hammer-Ambossgelenk den Ambosskörper mit. Der unterhalb der Achse gelegene, lange Ambossschenkel wird dadurch parallel zum Hammergriff nach innen bewegt und drückt dabei den Steigbügel in das ovale Fenster, wodurch die Perilymphe in Bewegung gesetzt wird (12).

Im normalen Mittelohr werden luftdruckausgelöste Trommelfell-Hammer-Bewegungen im gleitenden Hammer-Ambossgelenk umgelenkt. Die Hauptbewegungsrichtung des *Processus lenticularis* ist hierdurch nach oben und unten gerichtet, kann jedoch auch rotatorische Bewegungskomponenten ausführen. Das *incudostapediale* (I-S) Gelenk kann gleiten und der Stapes ist von den übergrossen Trommelfellauslenkungen abgekoppelt.

Während in Ruhe die Fussplatte des Steigbügels in der Ebene des ovalen Fensters liegt, führt sie nach Stimulation durch tieffrequente Töne eine kolbenförmig-dominierte Bewegung durch. Bei höherfrequenter Stimulation nehmen die rotatorischen Bewegungskomponenten zu (13). Die Summe der verschiedenen Bewegungskomponenten führen zu einer Stimulation der Cochlea (14).

Neben der Schallübertragung beinhaltet die Funktion des Mittelohres die Impedanzanpassung zwischen Mittel- und Innenohr. Zur Vermeidung von Reflexionsverluste bei der Übertragung von Schallwellen von einem gasförmigen in ein

flüssiges Medium erfolgen spezifische Anpassungen. Durch das Flächenverhältnis von Trommelfell (55mm<sup>2</sup>), zu Steigbügelfußplatte (3.2mm<sup>2</sup>), und das Längenverhältnisse der wirksamen Hebel der Gehörknöchelchenkette wird ein Faktor von 22 erreicht.

Der auf eine Fläche A wirkende Druck p berechnet sich nach der Gleichung

$$p = F/A \quad \text{mit } F: \text{ senkrecht auf } A \text{ wirkende Kraft}$$

Auf Trommelfell und Steigbügelplatte muss die gleiche Kraft wirken, damit das Kräftegleichgewicht erhalten bleibt (es gilt:  $F_1 = F_2$ ). Daraus resultiert ein Verstärkungsfaktor von 17:1. Ein weiterer Verstärkungsfaktor von 1.3 ergibt sich durch die Hebelmechanik der Gelenke (15).

Die Beweglichkeit der Ossikel kann durch Versteifung der I-S und Hammer-Amboss Gelenke verändert werden. Diese Veränderungen sind jedoch häufig audiometrisch nicht nachweisbar. Allerdings ändert sich die Impedanz des Mittelohrs, was sich beispielsweise bei der rheumatoiden Arthritis in der Tympanometrie nachweisen lässt. Insgesamt steigt bei einer Ankylosierung der Ossikel aber das Risiko, dass eine vorgeschädigte runde Fenstermembran einreißt. So äusserte bereits Marquet 1981 die Vermutung, dass bei arthritischen Veränderungen im Hammer- Amboss Gelenk ein permanenter Überdruck auf dem Steigbügel lastet, der zu Tinnitus und Schwindel führen kann (16-17).

### 2.1.7 Pathophysiologie des Mittelohres

Eine Pathologie der Gehörknöchelchenkette kann zu einer Schalleitungsschwerhörigkeit führen, deren typisches Merkmal die normale Knochenleitung bei gleichzeitig pathologischer Luftleitung ist (11). Die Schallübertragung im Mittelohr kann vollständig oder teilweise eingeschränkt sein. Verschiedene Faktoren können dafür verantwortlich sein.

#### **Einfluss einer Dämpfung:**

Das Mittelohr ist ein gedämpftes System, um Nachschwingen auf einen kurzen Anstoss zu verhindern. Damit ist das Mittelohr in der Lage, in einer Zeitspanne von unter einer Millisekunde einen Reiz unbeeinflusst durch den Vorhergehenden an das Innenohr zu übertragen. Die Dämpfung muss jedoch klein gehalten werden, so dass das System auch noch auf winzige Schalldrücke reagieren kann.

Wird die Federkraft des Mittelohrs grösser, dann nimmt die Schwingungsfähigkeit im System ab, vorausgesetzt Masse und Reibung bleiben gleich. Der Resonanzpunkt verschiebt sich zu einer höheren Frequenz hin. Eine Versteifung des Mittelohrs entsteht beispielsweise durch Kontraktion der Mittelohrmuskeln oder durch eine beginnende Fixation der Stapesfussplatte bei einer Otosklerose. Zum gleichen Effekt führt auch eine narbige Versteifung der Bandaufhängung von Hammer und Amboss.

Mit der Vermehrung von Masse und Reibung und damit der Dämpfung des Systems verschiebt sich die Eigenfrequenz in den Tieftonbereich. Die Masse des Systems kann durch Narbengewebe oder Sekret, das mit dem Trommelfell oder den Gehörknöchelchen in Kontakt steht, vergrössert sein. Dies führt auch zu einem erhöhten Reibungswiderstand. Ein ABG im Hochtonbereich 3000-6000Hz tritt bei altersbedingtem Elastizitätsschwund in der Schalleitungskette auf (18).

### **Blockierung des Mittelohrs:**

Eine frequenzunabhängige Mittelohrschwerhörigkeit entsteht, wenn sich elastische Versteifung und Dämpfung im pathologischen Geschehen am Schalleitungsapparat summieren, wie dies bei einer fortgeschrittenen Otosklerose der Fall sein kann. Die Ossikel können auch komplett unterbrochen sein. Der maximale ABG beträgt dabei 50 - 60 dB (19-21).

## **2.2 Fragestellung und Zielsetzung**

Eine Dehiszenz der Gehörknöchelchenkette kann komplett oder inkomplett sein. Bei einem vollständigen Unterbruch des I-S Gelenks kommt es wie erwähnt zu einem ABG von maximal 50 bis 60 dB vor (21). Bei gewissen Patienten beträgt der ABG jedoch weniger als 50 dB, was von einer partiellen Diskontinuität der Ossikel oder durch deren Ersatz durch Narbengewebe verursacht sein könnte. Patienten mit einem partiellen Unterbruch der Gehörknöchelchenkette können sich mit folgender Symptom-Trias präsentieren: a) einer im Hochtonbereich über 1 kHz ausgeprägten Schalleitungsschwerhörigkeit, b) einem fluktuierenden Gehör, und c) einer vorübergehenden Verbesserung des Gehörs nach dem Valsalva Manöver.

Wir vermuten, dass veränderte mechanische Eigenschaften der Gehörknöchelchenkette für diese Trias verantwortlich sind.

Diese Hypothese wurde in dieser Arbeit anhand einer Patientenkohorte mit komplettem oder inkomplettem Unterbruch der Gehörknöchelchenkette überprüft. Es wurde der prädiktive Wert der oben erwähnten Trias bezüglich Zustands der der Gehörknöchelchen untersucht.

Zudem wurden die postoperativen audiometrischen Resultate der Patienten mit und ohne kompletten Unterbruch des I-S Gelenks diskutiert und mit der Literatur verglichen.



## **3 Material und Methode**

### **3.1 Krankengut: Ein- und Ausschlusskriterien**

Es wurden sämtliche 227 Patienten evaluiert, bei welchen wegen einer Schalleitungsschwerhörigkeit zwischen 19.01.1994 und dem 19.01.2009 an der Klinik für Ohren-, Nasen-, Hals- und Gesichtschirurgie des Universitätsspitals Zürichs eine Incusinterposition durchgeführt wurde. Die Studie wurde gemäss der Deklaration von Helsinki durchgeführt.

Einschlusskriterien zur weiteren Auswertung waren eine komplette oder inkomplette Dehiszenz des incudostapedialen (IS-)Gelenks mit einer intakten Stapessuprastruktur und einem ansonsten intakten Mittelohr und Mastoid. Patienten mit einer anderen Pathologie an der Gehörknöchelchenkette (z.B. am incudomalleoaren Gelenk) wurden nicht eingeschlossen, da es kaum möglich ist, zwischen einer kompletten und inkompletten Dehiszenz zu unterscheiden. Weitere Ausschlusskriterien waren eine sensoneurale Schwerhörigkeit sowie vorangegangene Ohroperationen ausser einer zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführte Paracentese oder Myringoplastik, falls das Trommelfell zu Zeitpunkt der Untersuchung intakt war. Insgesamt konnten somit 32 Patienten im Alter von 18 bis 76 Jahren (Mittelwert 50 Jahre) in unsere Studie eingeschlossen werden. Darunter fanden sich 16 männliche (50%) und 16 weibliche (50%) Patienten und es konnten 14 rechte (44%) und 18 linke (56%) Ohren untersucht werden. Alter, Geschlecht und Herkunft waren keine Ein- oder Ausschlusskriterien.

### **3.2 Art der Studie**

Es handelt sich um eine retrospektive Studie.

### **3.3 Erhebungsmethode**

Anhand der spitalinternen Patientenakten wurden die Patientendaten wie Alter, Geschlecht, operierte Seite, Ursache der Schalleitungsschwerhörigkeit und der

intraoperative Zustand des incudostapedialen Gelenks tabellarisch notiert.

Die Patienten wurden telefonisch oder anlässlich einer klinischen Kontrolle kontaktiert. Sie wurden mittels eines semiquantitativen, eigens für diese Dissertation entwickelten Fragebogens (siehe Addendum) zu den prä- und postoperativen Symptomen 6 Monate bis 15 Jahre postoperativ (durchschnittlich 6.6 Jahre) befragt. Das Augenmerk bei der Befragung wurde auf die postoperative Zufriedenheit der Patienten, den Einfluss des Valsalvamanövers auf das Gehör und das Auftreten eines fluktuierenden Hörverlustes gelegt.

Die prä- und postoperativen Hörschwellen für die Luftleitung (0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 und 8 kHz), Knochenleitung (0.25, 0.5, 1, 2 und 4 kHz) und der ABG (0.25, 0.5, 1, 2, und 4 kHz) wurden notiert. Das präoperative Audiogramm stammte bei 16 Patienten (66%) vom Vortag der Operation. Bei 11 Patienten (34%) wurde das Audiogramm im Rahmen einer klinischen Voruntersuchung erstellt, die 1 bis 4 Monate vor der Operation stattgefunden hatte. Das postoperative Audiogramm wurde durchschnittlich 6 Monate (zwischen 1 Monat und 16 Monate) nach dem Eingriff durchgeführt.

Ein hochfrequenter ABG (hfABG) wurde als ein im Tieftonbereich (0.25 und 0.5 kHz) geringer durchschnittlicher ABG verglichen mit dem ABG im Hochtonbereich (1,2 und 4 kHz) definiert.

Die postoperative Hörschwelle der Patienten mit und ohne bindegewebige Narbe zwischen Incus und Stapes analysiert und mit der Literatur verglichen. Ein erfolgreiches Resultat wurde als ein ABG < 20 dB für die Frequenzen von 0.5, 1 und 2 kHz (gemäss den American Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery Committee on Hearing and Equilibrium Guidelines) (22) definiert.

### **3.4 Operationstechnik**

Zur Rekonstruktion einer pathologisch veränderten Schalleitungskette stehen unterschiedliche Operationstechniken, unterschiedliche autologe, homologe oder künstliche Prothesen zur Verfügung. Bei allen Patienten wurde zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette der patienteneigene Incus verwendet. Die Incusinterposition

erfolgte nach den Prinzipien von Fisch et al. (23): Nach Durchtrennung des Incudostapedialen Gelenks wurde der Incus entnommen. Falls der Hammergriff medialisiert war, wurde der Hammerkopf entfernt, um den Hammergriff in eine für die Incusinterposition optimale Lage zu bringen. Die Sehne des M. tensor tympani wurde immer intakt gelassen. Um das Interponat den individuellen anatomischen Verhältnissen optimal anzupassen, wurde die Distanz und der Winkel zwischen Hammergriff und Stapesköpfchen mit dem 2.5mm messenden Mikrorasparatorium abgeschätzt (23). Mit einem Diamantbohrer wurde der lange Incusfortsatz entfernt. Im Bereich der Kontaktfläche zum Hammer wurde eine Vertiefung für den Hammergriff gebohrt. Eine Vertiefung für das Stapesköpfchen wurde an der gegenüberliegenden Seite im Bereich des posterioren Incusfortsatz mit einem 1.0 und 0.8 mm Bohrer vorbereitet. Dabei wurde die Länge des Interponats entsprechend den Messungen angepasst. Es wurde eine optimale Vorspannung angestrebt, um ein Abkippen des Interponats zu verhindern. Eine zu starke Versteifung der Gehörknöchelchenkette wurde vermieden, da dies zu einer Immobilität der Ossikel führt.

### **3.5 Datenauswertung**

Während der Befragung wurden die Angaben tabellarisch notiert. Mit dem Softwareprogramm Microsoft Office Excel konnten die Daten tabellarisch dargestellt, verglichen und ausgewertet werden. Die Audiometriedaten wurden ebenfalls tabellarisch notiert.

### **3.6 Statistik**

Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Chi-square Test zur Analyse der Differenzen des ABG durchgeführt. Werte von  $p \neq 0.05$  wurden als signifikant betrachtet.

## 4 Resultate

### 4.1 Ergebnisse aus den Patientenakten

Von den 32 Patienten konnten von 27 (84%) Patienten vollständige Datensätze erhoben werden. Darunter fanden sich 12 Männer (45%) und 15 Frauen (55%). Zwei (6%) Patienten waren verstorben, 3 (9%) weggezogen und deshalb nicht mehr kontaktierbar. Die 27 Patienten im Alter von 17 bis 78 Jahren waren durchschnittlich 41 Jahre alt. Sieben Personen (26%) waren zum Zeitpunkt der Befragung unter 40 Jahren, 16 Personen (59%) im Altersbereich von 40-60 Jahren und 4 Personen (15%) waren über 60 Jahre alt.

#### 4.1.1 Grunderkrankungen

Bei 11 Patienten (41%) führte eine chronische Otitis media mit Arrosion des langen Incusfortsatzes zu einer Schallleitungsschwerhörigkeit. Bei 14 Patienten (52%) war ein Trauma die Ursache der eingeschränkten Funktion der Gehörknöchelchenkette. Eine Person hatte eine aseptische Knochennekrose und bei einer Person blieb der Grund für die Schallleitungsschwerhörigkeit unklar.

#### 4.1.2 Intraoperative Befunde

Eine bindegewebige Verbindung zwischen dem partiell arrodierten langen Ambossschenkel und dem Stapesköpfchen war bei 15 Patienten (55%) intraoperativ erkennbar. Bei 12 Patienten (45%) war im Operationsbericht eine klare Dehiszenz zwischen Incus und Stapes beschrieben.

#### 4.1.3 Mortalität und Morbidität

Im Kurz- und Langzeitverlauf gab es keine relevante Morbidität, insbesondere keine Nachblutung oder Infektionen. Die Prothese war zum Zeitpunkt des postoperativen Audiogramms bei allen Patienten stabil in situ und nicht disloziert. Die Mortalität betrug 0%.

## 4.2 Ergebnisse des Fragebogens

### 4.2.1 Subjektive Beurteilung

Insgesamt wurden 3 der 27 Patienten (11%) in Rahmen einer Nachkontrolle zu den prä- und postoperativen Symptomen befragt, während 24 Patienten (89%) telefonisch kontaktiert wurden.

Bei der Befragung gaben 26 der 27 Patienten (96%) an, vor der Operation unter einer mittel- bis hochgradigen Hörminderung gelitten zu haben. Acht Patienten (29.5%) berichteten auch postoperativ über eine subjektive mittel- bis hochgradige Hörminderung. Das postoperative Gehör verbesserte sich subjektiv bei 20 Patienten (74%), 5 Patienten (18.5%) bemerkten keine Verbesserung und bei 2 Patienten (7.5%) berichteten über ein subjektiv schlechteres Gehör nach der Operation. (Abbildung 3 und 4).

**Subjektive Beurteilung der Hörminderung von Patienten mit narbiger Verbindung zwischen Incus und Stapes**

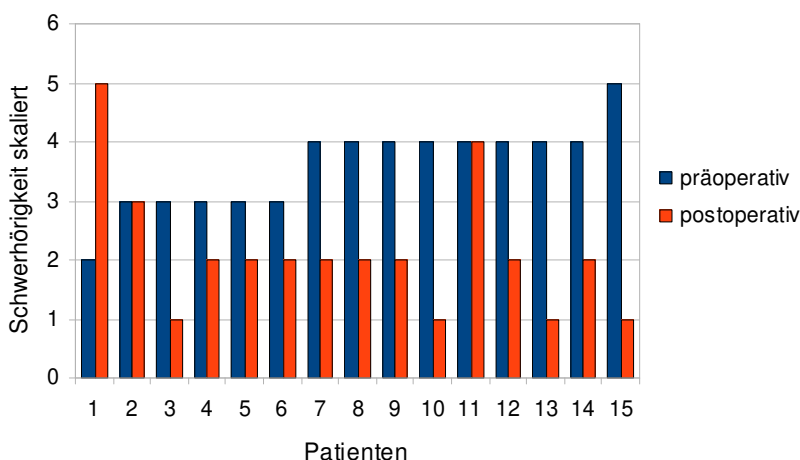


Abb. 3) Prä- (blau) und postoperative (orange) subjektive Beurteilung der Hörminderung mittels Fragebogen (skaliert von 1=einwandfrei bis 5=nahezu taub) der 15 Patienten mit intraoperativ beschriebener narbiger Verbindung zwischen Incus und Stapes. Zwölf Patienten (80%) sind postoperativ zufriedener, 1 Patient (7%) ist weniger zufrieden und 2 Patienten (13%) beurteilen ihre Hörminderung als unverändert.

### Subjektive Beurteilung der Hörminderung von Patienten ohne narbige Verbindung zwischen Incus und Stapes

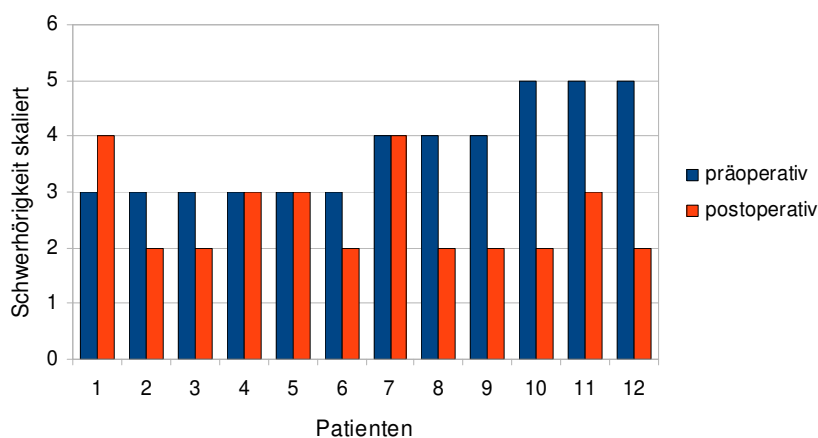


Abb. 4) Prä- (blau) und postoperative (orange) subjektive Beurteilung der Hörminderung mittels Fragebogen (skaliert von 1=einwandfrei bis 5=nahezu taub) der 12 Patienten ohne intraoperativ beschriebener narbiger Verbindung zwischen Incus und Stapes. Acht Patienten (67%) sind postoperativ zufriedener, 1 Patient (8%) ist weniger zufrieden und 3 Patienten (25%) beurteilen ihre Hörminderung als unverändert

Mit dem Operationsergebnis waren 20 der 27 Patienten (74%) gut bis sehr gut zufrieden, 4 Patienten (15%) waren mittelmässig zufrieden und 3 Patienten (11%) waren unzufrieden. Die durchschnittliche Verbesserung des ABG der 20 Patienten, die gut oder sehr gut mit dem postoperativen Resultat zufrieden waren, betrug 20 dB. Die 4 Patienten welche mittelmässig zufrieden waren, hatten eine durchschnittliche Verbesserung des ABG von 17dB. Die 3 Patienten welche mit dem Operationsergebnis unzufrieden waren, hatten eine durchschnittliche ABG-Verschlechterung von 5 dB (Tabelle 1).

#### 4.2.2 Schallfluktuationen

Sechs der 27 Patienten (22%) beschrieben präoperativ Fluktuationen des Gehörs, die Sekunden bis Stunden anhielten.

Darunter fanden sich 3 Patienten mit einem vollständigen Unterbruch im I-S Gelenk und 3 Patienten mit einer narbigen Verbindung zwischen Incus und Stapes. Diese Unterschiede sind statistisch nicht signifikant. Das Vorhandensein von Fluktuationen des Gehörs korreliert nicht mit der subjektiven Einschätzung des postoperativen Hörvermögens der Patienten (Tabelle 1)

Postoperative Zufriedenheit	Postoperative durchschnittliche Verbesserung des ABG in dB	Fluktuierendes Gehör		Verbesserung des Gehörs durch Valsalvamanöver	
		positiv (n)	negativ (n)	positiv (n)	negativ (n)
zufrieden oder sehr zufrieden	20	3	17	9	11
mittelmässig	17	1	3	1	3
unzufrieden	-5	1	2	2	1

*Tabelle 1: Vergleich zwischen der subjektiven Patientenzufriedenheit mit der durchschnittlichen postoperativen Verbesserung des ABG, des Auftreten von Gehörsfluktuationen und einer Verbesserung des Gehörs nach dem Valsalvamanöver.*

#### 4.2.3 Gehörveränderungen beim Valsalva-Manöver

Zwölf der 27 Patienten (44%) berichteten vor der Operation über ein besseres oder viel besseres Hörvermögen beim Valsalva-Manöver, das für Sekunden bis Stunden anhielt. Postoperativ war dieses Phänomen bei 10 Patienten (37%) vorhanden, wobei es bei 5 dieser Patienten (18.5%) schon präoperativ vorhanden war und bei 5 Patienten (18.5%) neu in Erscheinung trat. Bei 7 Patienten, bei denen dieses Phänomen präoperativ aufgetreten war, war dieses postoperativ nicht mehr vorhanden.

Von den 15 Patienten mit einer bindegewebigen Verbindung zwischen Incus und Stapes berichteten 8 (53%) über eine vorübergehende subjektive Verbesserung des Gehörs nach Valsalva-Manöver. Bei den übrigen 12 Patienten war eine vorübergehende Verbesserung des Gehörs nach Valsalva-Manöver präoperativ in 33% (4/12) vorhanden. Diese Unterschiede sind statistisch nicht signifikant, zeigen jedoch eine Tendenz. Zwischen Gehörsveränderung nach Valsalva-Manöver und der postoperativen Zufriedenheit besteht keine Korrelation (Tabelle 1).

	Präoperative Verbesserung beim Valsalvamanöver		Präoperative Verbesserung beim Schlucken		Präoperative Verbesserung bei äusseren Druckänderungen (z.B. Seilbahnfahrten)		Postoperative Verbesserung beim Valsalvamanöver	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Narbige Veränderung I-S Gelenk	8/15	7/15	2/15	13/15	4/15	11/15	4/8	4/8
Keine narbige Veränderung I-S Gelenk	4/12	8/12	2/12	10/12	2/12	10/12	1/4	3/4

Tab. 2) Präoperative Veränderung des Gehörs durch Valsalvamanöver, Schlucken, Veränderung de Umgebungsdrucks. Zudem Darstellung der postoperativen Veränderung des Gehörs nach Valsalvamanöver.

## 4.3 Audiometrische Ergebnisse

### 4.3.1 Luftleitung

Die präoperative Hörschwelle für die Luftleitung auf der pathologischen Seite lag für die Frequenzen von 0.125 bis 8 kHz bei durchschnittlich 53 dB. Postoperativ konnte eine durchschnittliche Hörschwelle für die Luftleitung von 37 dB gemessen werden. Somit verbesserte sich die Hörschwelle für die Luftleitung durchschnittlich um 16 dB.

Aufgegliedert auf die einzelnen Frequenzen zeigte sich bei 125 Hz eine Verbesserung von 16 dB (von 42 auf 26 dB), bei 250 Hz eine Verbesserung von 19 dB (von 45 auf 26 dB), bei 500 Hz eine Verbesserung von 20 dB (von 48 auf 28 dB), bei 1000 Hz eine Verbesserung von 20 dB (von 48 auf 28 dB), bei 2000 Hz eine Verbesserung von 22 dB (von 50 auf 28 dB), bei 3000 Hz eine Verbesserung von 13 dB (von 48 auf 35 dB), bei 4000 Hz eine Verbesserung von 18 dB (von 62 auf 44 dB), bei 6000 Hz eine Verbesserung von 9 dB (von 70 auf 61 dB), und bei 8000 Hz eine Verbesserung von 10dB (von 64 auf 54 dB) (Abbildung 5).



Als Kontrolle wurde die Luftleitungsschwelle für die Gegenseite erfasst. Sie lag prä- und postoperativ bei 18dB.

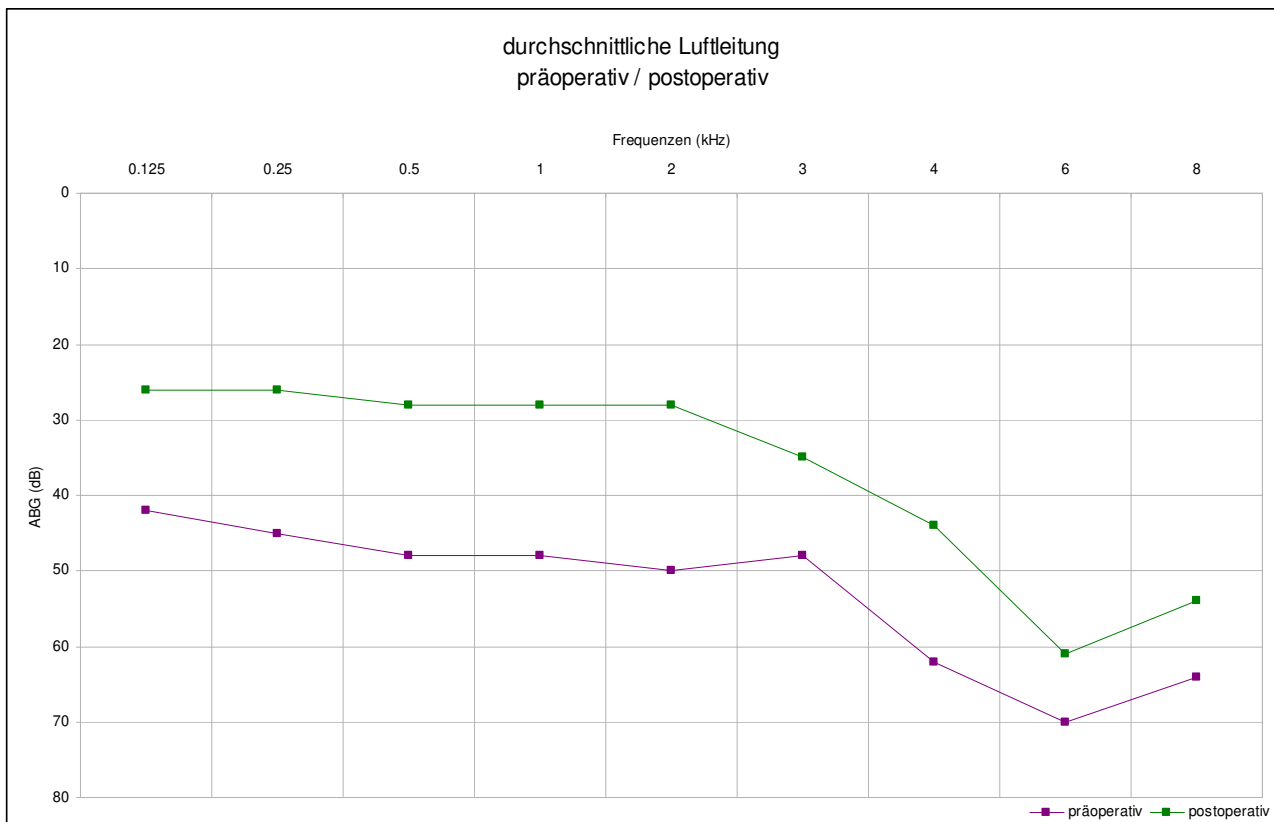


Abb. 5) Darstellung der durchschnittlichen prä- und postoperativen Luftleitung des operierten Ohrs für die Frequenzen von 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 und 8 kHz.

#### 4.3.2 Knochenleitung

Die durchschnittliche präoperative Hörschwelle für die Knochenleitung auf der pathologischen Seite lag für die Frequenzen von 0.25 bis 4 kHz bei 17 dB. Postoperativ konnte eine durchschnittliche Hörschwelle für die Knochenleitung von 14 dB gemessen werden. Somit verbesserte sich der Knochenleitungsschwelle um durchschnittlich 3 dB. Aufgegliedert auf die einzelnen Frequenzen zeigte sich bei 250 Hz eine Verbesserung von 3 dB (von 9 auf 6 dB), bei 500 Hz eine Verbesserung von 4 dB (von 14 auf 10 dB), bei 1000 Hz eine Verbesserung von 2 dB (von 13 auf 11 dB), bei 2000 Hz eine Verbesserung von 6 dB (von 25 auf 19 dB), und bei 4000 Hz eine Verbesserung von 3 dB (von 25 auf 22 dB) (Abbildung 6).

Als Kontrolle wurde die Knochenleitungsschwelle für die Gegenseite erfasst. Hier zeigten sich keine Veränderungen der Knochenleitung weder für die einzelnen Frequenzen noch für den Durchschnittswert. Die Knochenleitung war durchschnittlich für die Frequenzen

von 0.5 bis 4 kHz präoperativ bei 7 dB und postoperativ bei 7.5 dB.

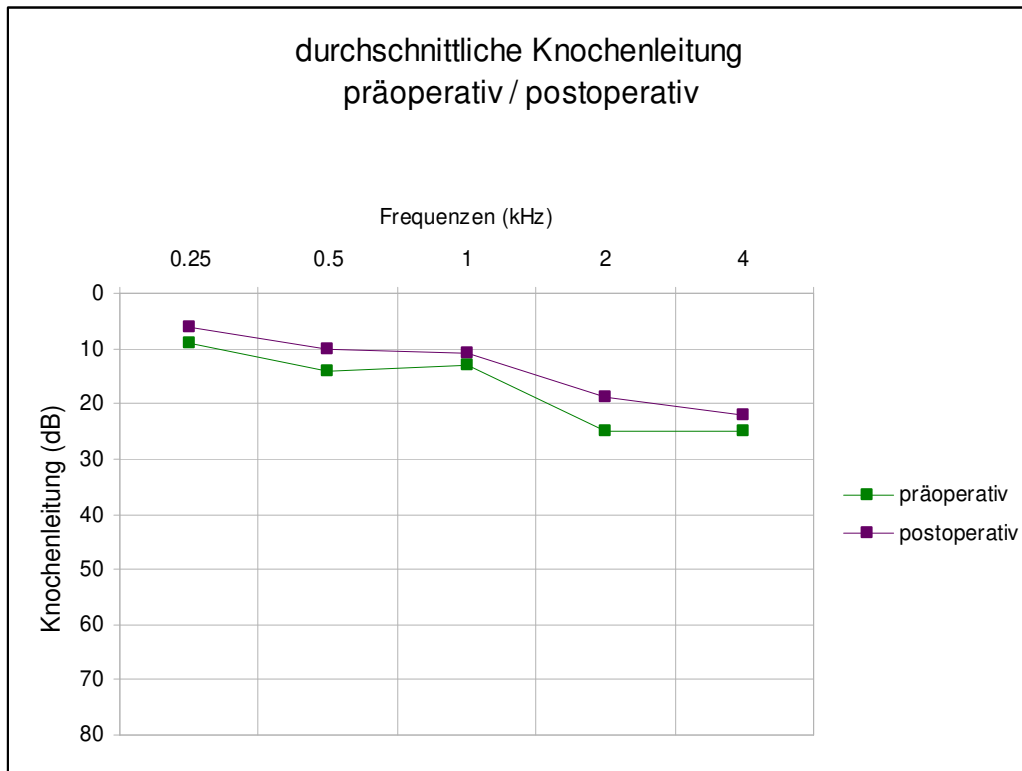


Abb. 6) Darstellung der durchschnittlichen prä- und postoperativen Knochenleitung des operierten Ohrs für die Frequenzen 0.25, 0.5, 1, 2 und 4 kHz.

#### 4.3.3 Air Bone Gap

Der präoperative durchschnittliche ABG auf der pathologischen Seite lag für die Frequenzen von 0.25 bis 4 kHz bei 33 dB. Postoperativ konnte ein durchschnittlicher ABG von 17 dB auf der pathologischen Seite gemessen werden. Somit verbesserte sich der ABG um durchschnittlich 16 dB.

Aufgegliedert auf die einzelnen Frequenzen zeigte sich bei 250Hz eine Verbesserung von 16 dB (von 35 auf 19 dB), bei 500 Hz eine Verbesserung von 16 dB (von 34 auf 18 dB), bei 1000 Hz eine Verbesserung von 17dB (von 35 auf 18 dB), bei 2000 Hz eine Verbesserung von 15dB (von 24 auf 9 dB), und bei 4000 Hz eine Verbesserung von 15dB (von 37 auf 22 dB) (Abbildung 7).

Als Kontrolle wurde das Hörvermögen für die Gegenseite erfasst. Hier zeigte sich keine Veränderung des ABG, weder für die einzelnen Frequenzen noch für den durchschnittlichen ABG der Frequenzen 0.25 bis 4 kHz. Der ABG war prä- und postoperativ bei 8 dB.

Bei Patienten mit einer bindegewebigen Verbindung zwischen Incus und Stapes zeigte

sich in den Frequenzen von 0.25 bis 0.5 kHz eine Verbesserung des ABG von durchschnittlich 9.5 dB und in den Frequenzen von 1 bis 4 kHz eine Verbesserung von durchschnittlich 14.5 dB. Bei den Patienten ohne bindegewebige Veränderung zwischen Incus und Stapes zeigte sich in den Frequenzen von 0.25 bis 0.5 kHz eine Verbesserung des ABGs von durchschnittlich 24 dB und in den Frequenzen von 1 bis 4 kHz eine Verbesserung von durchschnittlich 17.8 dB.

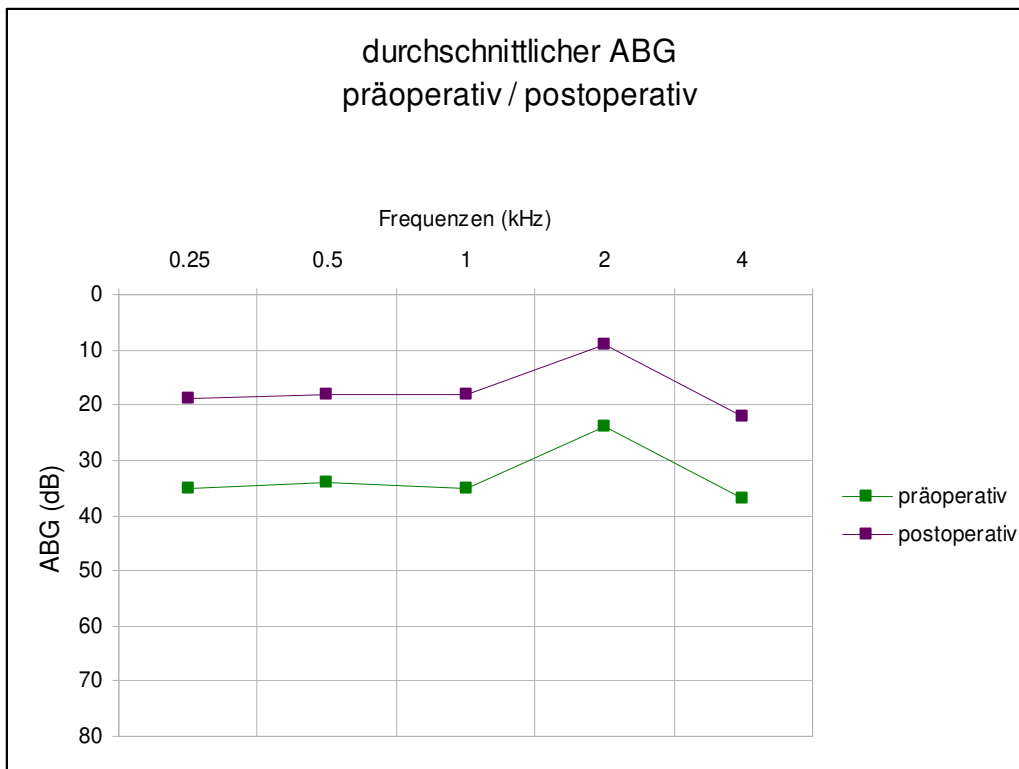


Abb. 7) Durchschnittlicher prä- und postoperativer ABG für die Frequenzen 0.25, 0.5, 1, 2 und 4 kHz.

#### 4.3.4 Zunehmende Schallleitungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich

Zwölf (37%) der 27 Patienten erfüllten die Kriterien eines hfABG. Der ABG dieser Patienten bei den Frequenzen von 0.25 und 0.5 kHz war um 7 bis 22.5 dB geringer als der ABG bei den Frequenzen von 1 und 4 kHz.

Der durchschnittliche ABG der Patienten mit einem hfABG betrug zwischen 0.25 und 5 kHz 16.5 dB und zwischen 1 bis 4 kHz 29.5 dB. Bei den übrigen Patienten betrug der durchschnittliche ABG zwischen 0.25 und 5 kHz 45 dB und zwischen 1 bis 4 kHz 33.75 dB und war damit um 28.5 dB und 4.25 dB grösser.

Bei Patienten mit einer narbigen Verbindung zwischen Incus und Stapes verbesserte sich der durchschnittliche ABG durchschnittlich um 13 dB (von 29 dB auf 16 dB). Aufgegliedert auf die einzelnen Frequenzen zeigte sich bei 250Hz eine Verbesserung von 9 dB (von 28 dB auf 19 dB), bei 500 Hz eine Verbesserung von 10 dB (von 27 dB auf 17 dB), bei 1000 Hz eine Verbesserung von 9 dB (von 27 dB auf 18 dB), bei 2000 Hz eine Verbesserung von 14 dB (von 23 dB auf 9 dB) und bei 4000 Hz eine Verbesserung von 19 dB (von 37 dB auf 18 dB). Bei Patienten mit einer Diskontinuität zwischen Incus und Stapes verbesserte sich der durchschnittliche ABG um durchschnittlich 21 dB (von 39 dB auf 18 dB). Aufgegliedert auf die einzelnen Frequenzen zeigte sich bei 250 Hz ein Verbesserung von 24 dB (von 44 auf 20 dB), bei 500 Hz eine Verbesserung von 24 dB (von 42 dB auf 18 dB), bei 1000 Hz eine Verbesserung von 25 dB (von 43 dB auf 18 dB), bei 2000 Hz eine Verbesserung von 18 dB (von 26 dB auf 8 dB) und bei 4000 Hz zeigte sich eine Verbesserung von 11 dB (von 39 dB auf 28 dB).

Eine hochtonbetonte Schalleitungsschwerhörigkeit konnte in 9 (60%) der Patienten mit und in einem Patienten (8%) ohne Narbengewebe zwischen Incus und Stapes nachgewiesen werden. Diese Unterschiede sind statistisch signifikant ( $p = 0.0225$ ).

# 5 Diskussion

## 5.1 Intraoperative Ergebnisse im Vergleich zu den audiometrischen Resultaten

Der durchschnittliche präoperative ABG für die Frequenzen 0.25, 0.5, 1, 2 und 4 kHz betrug in unserer Studie 33 dB, was deutlich tiefer ist, als die bei einem vollständigen Unterbruch der Ossikelkette erwarteten 50 bis 60 dB (23). Auch gemäss Jeng et al. (24) ist der ABG bei Patienten mit einem kompletten Unterbruch der Ossikel grösser, als wenn der Unterbruch inkomplett ist. Ein Cholesteatom, Granulationsgewebe oder Narbengewebe können zur Schalltransmission beitragen und zu einem geringeren ABG als erwartet führen.

In unserer Arbeit wiesen die 15 Patienten mit einer inkompletten Dehiszenz des IS-Gelenks einen geringeren ABG für die Frequenzen von 0.5, 1, 2 und 4 kHz auf (28.8 dB), verglichen mit den 12 Patienten mit einem vollständigen Unterbruch des IS-Gelenks (37.3 dB). Der ABG war insbesondere in den Frequenzen bis 1 kHz bei den Patienten mit Narbengewebe zwischen Incus und Stapes geringer. Eine Arbeit am Felsenbeinmodell von Morris et al. (25) zeigte eine Abhängigkeit der Schallübertragung von der Vorspannung, unter welcher eine Prothese zur Gehörknöchelchenrekonstruktion eingesetzt wurde. In dieser Arbeit wurde der Incus entfernt und durch eine Prothese ersetzt, die zwischen Stapes suprastruktur und Hammergriff platziert wurde. Eine locker sitzende Prothese führte zu einer besseren Schallübertragung im Tieftonbereich im Vergleich zur Schallübertragung in den hohen Frequenzen.

In unserer Arbeit zeigte sich bei 90% der Patienten mit einer Bindegewebsverbindung zwischen Incus und Stapes ein hfABG und somit eine bessere Schallübertragung in den tiefen Frequenzen. Die narbige Verbindung könnte dafür verantwortlich sein. Allerdings wurde ein hfABG auch bei einem Patienten gemessen, bei welchem intraoperativ keine narbige Verbindung zwischen Incus und Stapes beschrieben wurde. Vermutlich waren zusätzliche Narbenzüge vorhanden, die eine Schallübertragung ermöglichten.

Bei 6 Patienten kam es trotz intraoperativ beschriebener bindegewebiger Narbe zwischen Incus und Stapes nicht zu einem hfABG. Vermutlich war bei diesen Patienten die Spannung der Narbe zu wenig stark, um eine effiziente Schallübertragung im Tieftonbereich zu ermöglichen. Alternativ könnte auch eine zusätzliche Pathologie der Gehörknöchelchenkette Ursache sein, die während dem chirurgischen Eingriff nicht zu

erkennen war, wie beispielsweise eine Subluxation im Incudomalleolaren Gelenk oder eine Fixation des Hammergriffs.

Die Luftleitung im Audiogramm von Patienten mit einem hfABG zeigt eine zunehmende Schwelle im Hochtonbereich. Sie gleicht somit der Luftleitung von Patienten mit einer Presbyakusis. Eine sorgfältige Anamnese und das Messen der Knochenleitung ermöglichen eine Unterscheidung und verhindern Verwechslungen.

## **5.2 Ergebnisse des Fragebogens**

Eine mittel- bis hochgradige Hörminderung war für 96% unserer Patienten der hauptsächliche Anlass, sich einer Operation zu unterziehen. Bei 70.5% dieser Patienten war das Gehör postoperativ allenfalls noch leichtgradig eingeschränkt.

Insgesamt waren nur 3 Patienten (11%) mit dem postoperativen Resultat unzufrieden. Die postoperative Zufriedenheit der Patienten entspricht dem AGB. Patienten, die postoperativ nicht zufrieden sind, weisen einen grösseren postoperativen ABG auf. Die Verbesserung des Hörvermögens ist das primäre Ziel einer operativen Intervention. Deshalb ist es verständlich, dass Patienten zufriedener sind, wenn dieses Ziel erreicht werden konnte.

Die Schallübertragung im Mittelohr ist von der Spannung der übertragenden Strukturen, der Ossikel, abhängig. Falls ein Teil der Gehörknöchelchen durch Bindegewebsstränge ersetzt wurde, kann eine Veränderung des Mittelohrdrucks zu einer Zunahme der Spannung des Narbengewebes und dadurch eine bessere Schallübertragung ermöglichen. Deshalb könnte das Valsalvamanöver die Schallübertragung verbessern. Zudem könnte das Gehör bei wechselnder Spannung der übertragenden Strukturen fluktuieren.

In unserer Arbeit war weder das Valsalva-Manöver, noch ein fluktuierendes Gehör prädiktive Faktoren für den Zustand des Incudostapedialen Gelenks. Allerdings fanden wir eine Tendenz für eine Gehörsverbesserung nach dem Valsalvamanöver. Drei Ursachen können das Fehlen der erwarteten Signifikanz erklären: Erstens könnte das retrospektive Studiendesign mit der Erfragung von subjektiven Empfindungen einen Bias verursacht

haben. Eine präoperative Evaluation mittels Audiogramm während dem Valsalvamanöver hätte eine objektivere Beurteilung einer Veränderung der Hörschwellen erlaubt. Zweitens sind zwischen Operation und Befragung zum Teil mehrere Jahre vergangen. Dadurch war die Beurteilung der präoperativen Situation durch die Patienten erschwert. Drittens war die narbige Verbindung zwischen Incus und Stapes vielleicht so locker, dass eine vermehrte Spannung durch das Valsalva-Manöver nicht genügend gross war, um eine bessere Schallübertragung zu ermöglichen.

### 5.3 Audiometrische Ergebnisse

Die Guidelines des Committee on Hearing and Equilibrium of the American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery empfiehlt für die Berechnung der Schalleitung den Durchschnitt der vier Frequenzen 0.5, 1, 2 und 3 kHz zu verwenden. Allerdings wird die Hörschwelle in vielen europäischen Zentren bei 3 kHz nicht bestimmt, sondern die Hörschwelle wird bei 4 kHz bestimmt.

Die Analyse unserer Resultate und derjenigen der Literatur zeigt die besten Ergebnisse, wenn für den durchschnittlichen ABG die Frequenzen von 0.5, 1 und 2 kHz verwendet werden. Der Einbezug des ABG bei 4 kHz führt zu deutlich schlechteren Resultaten. In dieser Arbeit wurde ein postoperativer ABG von 20 dB oder weniger in 74% der Patienten für die Frequenzen 0.5, 1 und 2 kHz und in 66% für die Frequenzen 0.5, 1, 2 und 4 kHz erreicht. Diese Resultate entsprechen den Resultaten anderer Autoren. In 7 Studien mit einem Follow-Up von mindestens einem Jahr und mehr als 20 eingeschlossenen Patienten betrug der ABG für die Frequenzen von 0.5, 1 und 2 kHz zwischen 40 und 100%. Sie war 81% (26), 44% (27), 40%, 61.5%, und 70% in Abhängigkeit vom verwendeten Prothesenmaterial (28), 48%, 49%, und 68% in Abhängigkeit vom verwendeten Prothesenmaterial (29.), 77% (30), 49% (31), und 100% (32). Die Erfolgsrate für die Frequenzen von 0.5, 1, 2 und 3 kHz variierte zwischen 75% und 87%. Sie betrug 75% (33), 77% (34), 84% (35), 85% (36), und 87% (37). Fünf Studien untersuchten den postoperativen ABG für die 4 Frequenzen von 0.5 kHz bis 4 kHz. Eine Erfolgsrate von 50% bis 80% konnte erreicht werden. Sie variierte zwischen 66% (38), 50 bis 77% in Abhängigkeit vom Material der Prothese (39), 63 bis 72% in Abhängigkeit vom Material der Prothese (40), und 80% (41). Diese Resultate demonstrieren die Schwierigkeit, einen Schluss des ABG in den Frequenzen über 3 kHz zu erreichen.

Deshalb können Arbeiten, die den durchschnittlichen ABG von 0.5, 1 und 2 kHz berechnen, nicht mit Arbeiten verglichen werden, die den ABG bei 3 oder 4 kHz auch noch einschliessen. Mögliche Faktoren, welche einen Einfluss auf die Resultate nach Incusinterposition haben könnten, sind die Unterschiede in der Operationstechnik, die Unterschiede der verwendeten Prothesen und die Belüftung des Mittelohrs. Die postoperativen Ergebnisse der Patienten mit und ohne Narbengewebe zwischen Incus und Stapes sind vergleichbar. Es bleibt unklar, weshalb die Patienten mit einer Bindegewebsnarbe zwischen Incus und Stapes bei 4 kHz einen geringeren ABG aufweisen als Patienten mit einer klaren Dehiszenz. Ein hfABG ist eine gute Indikation zur Ossikuloplastik mittels Incusinterposition. Eine Verbesserung des Gehörs kann auch in den hohen Frequenzen erreicht werden.



## 5.4 Schlussfolgerungen

Ein hfABG ist signifikant häufiger bei Patienten mit einer bindegewebigen Verbindung zwischen Incus und Stapes zu finden. Die Luftleitung dieser Patienten darf nicht mit einem sensoneurinalen Hochtonabfall verwechselt werden, der häufiger ist. Dies kann durch Bestimmung der Knochenleitung vermieden werden. Einige Patienten berichten über ein fluktuierendes Gehör und über eine kurzzeitige Verbesserung des Gehörs nach dem Valsalva-Manöver. Diese klinischen Zeichen sind jedoch nicht prädiktiv für eine bindegewebige Verbindung zwischen Incus und Stapes, die Verbesserung des Gehörs nach dem Valsalvamanöver zeigt jedoch eine Tendenz.

Patienten mit und ohne narbige Verbindung zwischen Incus und Stapes profitieren objektiv und subjektiv von einer Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette mittels Incusinterposition.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Pschyrembel Online, Berlin, New York: De Gruyter, available at [www.pschyrembel.de](http://www.pschyrembel.de)
2. Seiden AM, Tami AT, Cotton RT. Otolaryngology: the essentials. Thieme New York, 2002. 18
3. Zehnder A, Probst R, Vischer M, Linder T. First results of a national hearing screening program in Switzerland. Schweiz Med Wochenschr. 2000;Suppl 125:71-74
4. Pascolini D, Smith A. Hearing impairment in 2008: A compilation of available epidemiological studies. International Journal of Audiology 2009;48:473-485
5. Liu XZ, Xu LR, Hu Y, Nance WE, Sismanis A, Zhang SL, Xu Y. Epidemiological studies on hearing impairment with reference to genetic factors in Sichuan, China. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2001 Apr;110(4):356-63
6. Anil K. Lalwani, Lange Medical Books/ Mc Graw-Hill. Current Diagnosis & Treatment in Otolaryngology- Head & Neck Surgery. New York: Lange Medical Books/McGraw Hill 2004 659-729
7. Vital V, Psillas G, Vital I, Printza A, Triaridis S, Constantinidis J. Ossicular necrosis following head injury. B-ENT. 2007;3(3):131-4
8. Hüttenbrink KB. Movement of the ear ossicles by middle ear muscle contraction Laryngorhinotologie 1989 Nov;68(11):614-21
9. Staubach KH, Straub L, Kreutzig T, Guzek B, Limberger A. Kurzlehrbuch Viererband Kleine Operative Fächer Urologie, Augenheilkunde, HNO, Orthopädie. München: Elsevier GmbH Urban & Fischer Verlag, 2008. 232-34
10. Schiebler TH, Schmidt W. Anatomie. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1999. 707-12
11. Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R, Waldeyer . Anatomie des Menschen. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co, 2003. 599-611
12. Hüttenbrink KB. die Mechanik der Gehörknöchelchen bei statischen Druekcken II. Laryngol Rhinol Otol 1988 Mar;67(3):100-5
13. Sim JH, Chatzimichalis M, Lauxmann M, Rööslü C, Eiber A, Huber AM. Complex Stapes Motions in Human Ears. J Assoc Res Otolaryngol. 2010 Sep;11(3):329-41
14. Huber AM, Sequeira D, Breuninger C, Eiber A. The effects of complex stapes motion on the response of the cochlea. Otol Neurotol 2008 Dec;29(8):1187-92

15. Physiologie des Mittelohres, Universität Wuppertal. Available at: [http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars\\_auditus/physiologie/mittelohr.htm](http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/physiologie/mittelohr.htm)
16. Marquet J. The incudo-malleal joint. *J Laryng Otol.* 1981 Jun;95(6):543-65
17. Hüttenbrink KB 1988 die Mechanik der Gehörknöchelchen bei statischen Druecken I *Laryng. Rhinol. Otol.* (1988) 67 45-52,
18. Glorig A, Davis H. Age, noise and hearing loss. *Trans Am Otol Soc* 1961;49:262-80
19. Ernst Lehnhardt, Thomas Janssen, Jürgen Kießling. *Praxis der Audiometrie.* Stuttgart; New York: Thieme, 1996. 37-43
20. Merchant S et al. Analysis of middle ear mechanics and application to diseased and reconstructed ear. *Am J Otol* 1997;18:139-54
21. Merchant SN, Ravicz ME, Puria S, Voss SE, Whittemore KR Jr, Peake WT, Rosowski JJ. Analysis of middle ear mechanics and application to diseased and reconstructed ears. *Am J Otol.* 1997 Mar;18(2):139-54
22. (American Academy of Otolaryngology´ Head and Neck Surgery Foundation. Inc. Committee on Hearing and Equilibrium guidelines for the evaluation of treatment of conductive hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;113:186 -7))
23. Fisch U, May J, Linder TE. *Tympanoplasty, mastoidectomy and stapes surgery.* Stuttgart, New York: Thieme: 2008. 47
24. Jeng FC, Tsai MH, Brown CJ. Relationship of preoperative findings and ossicular discontinuity in chronic otitis media. *Otol Neurotol* 2003 Jan;24(1):29-32
25. Morris DP, Bance M, van Wijhe RG, Kieffe M, Smith R. Optimum tension for partial ossicular replacement prosthesis reconstruction in the human middle ear. *Laryngoscope.* 2004 Feb;114(2):305-8
26. Slater PW. Practical use of total and partial ossicular replacement prosthesis in ossiculoplasty. *Laryngoscope* 2000;110:176-7
27. Romualdez JA, Stauffer E, Hasler R, Hotz MA. A new ossicle homograft inactivation/preservation procedure: clinical results. *Otorhinolaryngol Relat Spec* 2005;67:34-8
28. Zenner HP, Stegmaier A, Lehner R, Baumann I, Zimmermann R. Open Tübingen titanium prostheses for ossiculoplasty: a prospective clinical trial. *Otol Neurotol* 2001;22:582-9
29. Macias JD, Glasscock ME, Widick MH et al. Ossiculoplasty using the black hydroxylapatite hybrid ossicular replacement prostheses. *Am J Otol* 1995;16:718-21

30. Silverstein H, McDaniel AB, Lichtenstein R. A comparison of PORP, TORP, and incus homograft for ossicular reconstruction in chronic ear surgery. *Laryngoscope* 1986;96:159-65
31. Jackson CG, Glasscock ME, Schwaber MK et al. Ossicular chain reconstruction: the TORP and PORP in chronic ear disease. *Laryngoscope* 1983;93:981-8
32. Janzen VD. Ossiculoplasty using a hemi-incus interposition. *J Otolaryngol* 1984;13:211-2
33. Alaani A, Raut VV. Kurz titanium prosthesis ossiculoplasty--follow-up statistical analysis of factors affecting one year hearing results. *Auris Nasus Larynx*. 2010 Apr;37(2):150-4
34. Vassbotn FS, Moller P, Silvola J. Short-term results using Kurz titanium ossicular implants. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:21-25
35. Yung M, Smith P. Titanium versus nontitanium ossicular prostheses-a randomized controlled study of the medium-term outcome. *Otol Neurotol*. 2010 Jul;31(5):752-8
36. Roth JA, Pandit SR, Soma M, Kertesz TR. Ossicular chain reconstruction with a titanium prosthesis. *J Laryngol Otol*. 2009 Oct;123(10):1082-6
37. Fong JC, Michael P, Raut V Titanium versus autograft ossiculoplasty. *Acta Otolaryngol*. 2010 May;130(5):554-8
38. Neudert M, Zahnert T, Lasurashvili N, Bornitz M, Lavcheva Z, Offergeld C. Partial ossicular reconstruction: comparison of three different prostheses in clinical and experimental studies. *Otol Neurotol*. 2009 Apr;30(3):332-8
39. Coffey CS, Lee FS, Lambert PR. Titanium versus nontitanium prostheses in ossiculoplasty. *Laryngoscope* 2008;118:1650-1658
40. Truy E, Naiman AN, Pavillon C, et al. Hydroxyapatite versus titanium ossiculoplasty. *Otol Neurotol* 2007;28: 492-498
41. Yung M, Smith P. Titanium versus nontitanium ossicular prostheses-a randomized controlled study of the medium-term outcome. *Otol Neurotol*. 2010 Jul;31(5):752-8

# 7 Addendum

## 7.1 Fragebogen subjektiver Höreindruck (skalierte Fragen)

Frage 1:

Möchten Sie eine kostenlose Nachkontrolle in Anspruch nehmen. Möchten Sie die Fragen anlässlich dieser Kontrolle beantworten?

Frage 2:

Wie würden sie ihre Schwerhörigkeit auf dem operierten Ohr einstufen vor der Operation?

- nahezu taub
- hochgradig
- mittelgradig
- leichtgradig
- einwandfrei

Frage 3:

Wie würden sie ihre Schwerhörigkeit auf dem operierten Ohr einstufen nach der Operation?

- nahezu taub
- hochgradig
- mittelgradig
- leichtgradig
- einwandfrei

Frage 4:

Wie sind sie zufrieden mit dem Ergebnis der Operation?

- sehr gut
- gut
- mittelmässig
- schlecht

sehr schlecht

Frage 5:

Wie würden sie ihre Schwerhörigkeit auf dem nicht operierten Ohr beschreiben?

- nahezu taub
- hochgradig
- mittelgradig
- leichtgradig
- einwandfrei

Frage 6:

Seit wie vielen Jahren würden sie sich als schwerhörig auf dem betroffenen Ohr bezeichnen (bis zum Zeitpunkt der Operation)?

- über 30 Jahre
- 10-30Jahre
- 3-10Jahre
- 1-3 Jahre
- weniger als 1 Jahr

Frage 7:

hatten sie vor der Operation einen unterschiedlichen Höreindruck wenn sie den sog. KDruckausgleich` durchgeführt haben.

- viel besser
- besser
- gleich
- schlechter
- viel schlechter

Frage 8:

Für 6 = nicht c: Wie lange hat die Veränderung angehalten

- Tage
- Stunden
- Minuten
- Sekunden
- andere Veränderungen -> beschreiben

Frage 8b:

Hat die Veränderung des Höreindruckes immer gleich lang oder unterschiedlich lang angehalten?

Frage 9:

Hatten sie mehr beschwerden durch die Schwerhörigkeit oder durch die Schmerzen

- Schwerhörigkeit und Schmerzen
- Schwerhörigkeit
- Schmerzen
- keine subjektive Beschwerden
- keine Angabe möglich aus diversen Gründen:

Frage 10:

Haben sie ähnliche Phänomene erlebt, wenn sie in ein Tunnel hinein gefahren sind mit dem Zug, oder mit einer Seilbahn von einem Berg hinunter gefahren sind?

- genau die gleichen
- ziemlich die gleichen
- einigermaßen
- eher weniger
- überhaupt nicht

Frage 11:

Für 6 = a/b: Für mehrheitlich positive Feedback bezüglich Druckänderung: Haben sie Die Geräusche lauter oder deutlicher gehört?

- lauter und deutlicher
- nur lauter
- nur deutlicher
- andere Geräusche (Obertöne, Tinnitus, Staccato, Brummen etc.)

Frage 12:

Haben Sie ähnliche Veränderungen erlebt beim Schlucken?

- genau die gleichen
- ziemlich die gleichen
- einigermaßen
- eher weniger
- überhaupt nicht

Frage 13:

Wenn sie heute nach der Operation einen Druckausgleich machen, spüren sie dann dieses Phänomen noch

- genau wie vor der Operation
- ziemlich genau wie vor der Operation
- eher weniger
- überhaupt nicht
- etwas anderes nämlich...

Frage 14:

Für  $6 = a/b$ : In welchen Tonhöhen habe sie eine Veränderung beim Druckausgleich empfunden?

- alle Frequenzen
- hohe Frequenzen
- mittlere Frequenzen
- tiefe Frequenzen
- Kombination

Frage 18:

Tinnitus Lautstärke:

- unerträglich
- laut-stark
- wahrnehmbar
- kaum wahrnehmbar
- nicht hörbar

Frage 15:

Leiden Sie unter Tinnitus? Ja ( ) / Nein ( )

Wenn ja Ursache (objektiv vs. Subjektiv) / vorgenommene Abklärungen

Frage 19:

Leiden Sie unter Schwindel? Ja ( ) / Nein ( )

Wenn ja Ursache? vorgenommene Abklärungen?:

Frage 16:

Traten beim Valsalvaversuch gemeinsam mit der Veränderung des Klanges weitere Ohrsymptome wie Tinnitus auf? Ja ( ) / Nein ( )

Frage 20:

Traten beim Valsalvaversuch gemeinsam mit der Veränderung des Klanges weitere Ohrsymptome wie Schwindel auf? Ja ( ) / Nein ( )

Frage 17:

Tinnitus Häufigkeit:

- immer
- oft
- gelegentlich
- selten
- nie

Frage 21:

Bekannte Krankheiten?

## 8 Danksagung

Die Doktorarbeit ist während meiner Tätigkeit als Doktorand im Fachgebiet ORL am Universitätsspital Zürich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. Alexander Huber und Dr. med. Christof Rööfli entstanden. Ich danke den beiden Personen herzlich für die Betreuung meiner Arbeit. Ich genoss die tolle Unterstützung meiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Ich wurde mit vielen Ratschlägen zu den angefallenen strategischen, fachlichen und organisatorischen Problemen unterstützt.

Zusätzlich gilt ein ganz besonderer Dank meiner Staatsgruppe Nr. 48, welche mir diese Arbeit empfohlen hat. Nebst der guten Freundschaft zu jedem einzelnen Mitglied der Staatsgruppe herrschte in unserer Gruppe stets eine gute Stimmung, welche ein positives gegenseitiges hochschaukeln bewirkt hat.

Nachdem bereits Viktor Martos aus oben genannter Staatsgruppe beim selben Tutor seine Doktorarbeit erfolgreich abschloss, konnte ich mit dieser Arbeit gleich selber erfahren, wie brillant die Betreuung in dieser Klinik ist. Bei Marc Gallay möchte ich mich für die Italienischübersetzung bei den mündlichen Befragungen bedanken. Ein herzliches Dankeschön gilt auch Dr. med. Adrian Forster Chefarzt der Rehabilitationsklinik St. Katharinental, wo ich während dem Schreiben dieser Arbeit meine ersten klinischen Erfahrungen als Assistenzarzt sammeln durfte. In die Danksagung möchte ich auch Dr. med. Marc Barben, Leitender Arzt der Klinik St. Katharinental miteinbeziehen. Zudem verdanke ich Prof. Dr. med. Sigmund Rüttimann (Chefarzt Innere Medizin KSSH) neben der Einführung in das Gebiet der Inneren Medizin auch die Schulung in der Analyse von wissenschaftlichen Arbeiten. Bei Dr. med. Beat Schmid (Leitender Arzt Endokrinologie KSSH) bedanke ich mich für die Möglichkeit einer weiteren wissenschaftlichen Publikation sowie für sein tagtäglich professionelles und engagiertes Teaching. Nicht vergessen möchte ich last but not least meine Eltern und meine Schwester, welche mich stets motiviert haben diese Dissertation zu schreiben.



## 9 Curriculum Vitae

Name: Marc Anton Häfliger

Geboren am 6.7.1981 in Luzern

1987-1993	Primarschule Tribtschen in Luzern
2001:	Matura Typus C (mit persönlichem Maturafach Chemie)
6.7.2001	Numerus Clausus
Sommer / Herbst 2001	Spitzensportler-RS Magglingen
2002	Zwischenjahr Profisport Gewinn von 4 Einradweltmeistertitel
Oktober 2002:	Beginn Medizinstudium
2005/2006:	4. Jahreskurs in Lausanne absolviert. Im selben Zeitraum Gewinn von 2 weiteren Einradweltmeistertitel
September 2006 - Juli 2007:	Wahlstudienjahr
Oktober 2008:	Abschluss Staatsexamen an der Universität Zürich
November 2008:	Vorbereitung und Teilnahme an Einradhockey CH-Meisterschaft
Februar 2009	Beginn Dissertation ORL USZ (Zürich)
Juni 2009 - Juli 2010	Assistenzarzt Rehabilitationsklinik Diessenhofen
ab September 2010	Assistenzarzt Medizin Kantonsspital Schaffhausen