

Aus der Klinik und Poliklinik  
für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten  
der Universität Würzburg  
Direktor: Professor Dr. med. Dr. h. c. R. Hagen

**Vergleichende Untersuchung zum Verhalten von autogenen Ossikeln,  
Ionomerzement- sowie Titanimplantaten im menschlichen Mittelohr  
(eine 15-Jahres-Bilanz)**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
der Medizinischen Fakultät  
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von  
Valentin Gerken  
aus Detmold

Würzburg, Dezember 2016

Referent: Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Groll

Korreferent: Prof. Dr. rer. nat. Torsten Blunk

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 02. Dezember 2016

Der Promovend ist Arzt.

# Inhaltsverzeichnis

## I Dissertation

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1       | Anatomie und Physiologie des Mittelohres                              | 1         |
| 1.2       | Mittelohrerkrankungen und Auswirkungen auf den Schalleitungsapparat   | 3         |
| 1.3       | Geschichte der alloplastischen Materialien als Ossikelkettenersatz    | 5         |
| 1.4       | Anforderungen an alloplastische Materialien im menschlichen Mittelohr | 6         |
| 1.5       | Zielsetzung der sanierenden und rekonstruierenden Mittelohr-Chirurgie | 7         |
| 1.6       | Prinzip der Tympanoplastik Typ III                                    | 8         |
| 1.7       | Aktuelle Materialien der Tympanoplastik Typ 2III                      | 9         |
| 1.7.1     | Autogener Amboss  | 9         |
| 1.7.2     | Titan   | 9         |
| 1.7.3     | Ionomerzement   | 10        |
| 1.8       | Operatives Verfahren bei der Tympanoplastik Typ III                   | 11        |
| 1.9       | Ziel der Arbeit   | 12        |
| <br>      |   |           |
| <b>2.</b> | <b>Material und Methode</b>   | <b>13</b> |
| 2.1       | Patienten   | 13        |
| 2.1.1     | Patientenkollektiv  | 13        |
| 2.1.2     | Patientenvorgeschichte  | 13        |
| 2.1.3     | Ausgangsbefunde   | 14        |
| 2.1.3.1   | Indikationen  | 14        |
| 2.1.3.2   | Ausmaß des Ossikelkettendefekts                                       | 15        |
| 2.1.3.3   | Trommelfelldefekt   | 16        |
| 2.1.3.4   | Tubenfunktion und Paukenbelüftung                                     | 17        |
| 2.1.3.5   | Gehörgang   | 18        |
| 2.1.3.6   | Präoperativer Ohrzustand nach Bellucci                                | 18        |
| 2.1.4     | Operationsmethode   | 20        |
| 2.1.4.1   | Operativer Zugang   | 20        |
| 2.1.4.2   | Verwendete Rekonstruktionsmaterialien                                 | 20        |
| 2.1.4.3   | Kontakt der Implantate und Transplantate mit der Paukenabdeckung      | 21        |
| 2.1.4.4   | Mastoidhöhle  | 22        |
| 2.1.4.5   | Paukenabdeckung   | 23        |
| 2.2       | Untersuchungsmethode  | 23        |
| 2.2.1     | Ohrnachsorgebogen   | 24        |
| 2.2.2     | Tonschwellenaudiogramm  | 25        |
| 2.3       | Statistisches Verfahren zur Datenanalyse                              | 26        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>3.</b>  | <b>Ergebnisse</b>   | <b>27</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Nachsorgeverhalten der Patienten</b>                     | <b>27</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Prothesenverhalten</b>                                   | <b>29</b> |
| 3.2.1      | Autogener Amboss  | 29        |
| 3.2.2      | Titan-TORP  | 29        |
| 3.2.3      | Titan-TORP bei intakter Stapesstruktur                      | 30        |
| 3.2.4      | Titan-PORP  | 30        |
| 3.2.5      | Ionomerzement- TORP   | 31        |
| 3.2.6      | Ionomerzement- PORP   | 31        |
| <b>3.3</b> | <b>Paukenbelüftung</b>                                      | <b>33</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Audiologische Resultate</b>                              | <b>34</b> |
| 3.4.1      | Autogener Amboss (Ambosstransposition)                      | 34        |
| 3.4.2      | Titan-TORP  | 36        |
| 3.4.3      | Titan-TORP bei intakter Stapesstruktur                      | 37        |
| 3.4.4      | Titan-PORP  | 39        |
| 3.4.5      | Ionomerzement- TORP   | 40        |
| 3.4.6      | Ionomerzement- PORP   | 42        |
| <b>3.5</b> | <b>Resultate differenziert nach Bellucci-Klassifikation</b> | <b>43</b> |
| 3.5.1      | Prothesenverhalten  | 43        |
| 3.5.2      | Audiologische Resultate                                     | 45        |
| 3.5.2.1    | Bellucci- Typ I   | 45        |
| 3.5.2.2    | Bellucci- Typ II  | 46        |
| 3.5.2.3    | Bellucci- Typ III   | 47        |
| 3.5.2.4    | Bellucci- Typ IV  | 49        |
| <b>4.</b>  | <b>Diskussion</b>   | <b>51</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Ausgangslage</b>   | <b>51</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Compliance bei der Ohrnachsorge</b>                      | <b>51</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Transplantat- / Implantattypen</b>                       | <b>52</b> |
| 4.3.1      | Autogener Amboss  | 52        |
| 4.3.2      | Titanimplantate   | 53        |
| 4.3.3      | Ionomerzement   | 55        |
| <b>4.4</b> | <b>Bellucci-Klassifikation</b>                              | <b>56</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Paukenbelüftung</b>                                      | <b>58</b> |
| <b>4.6</b> | <b>Ausblick</b>   | <b>58</b> |
| <b>5.</b>  | <b>Zusammenfassung</b>                                      | <b>59</b> |

## **II Anhänge**

|          |                                 |           |
|----------|---------------------------------|-----------|
| <b>A</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>     | <b>62</b> |
| <b>B</b> | <b>Verzeichnis der Grafiken</b> | <b>72</b> |
| <b>C</b> | <b>Glossar</b>                  | <b>74</b> |
| <b>D</b> | <b>Danksagung</b>               |           |
| <b>E</b> | <b>Curriculum Vitae</b>         |           |

## **1. Einleitung**

Die vorliegende Dissertation befasst sich mit einer Operationsmethode zur Verbesserung der Mittelohrfunktion, der Tympanoplastik Typ III. Nach der Darstellung von Anatomie und Physiologie des Mittelohres, Erkrankungen und operativen Behandlungsmöglichkeiten wird auf Transplantat- und Implantatmaterialien eingegangen sowie die Zielsetzung der Mittelohr-Chirurgie beschrieben. Das Kapitel findet seinen Abschluss mit der Darstellung der Ziele der vorliegenden Dissertation.

### **1.1 Anatomie und Physiologie des Mittelohres**

Das Mittelohr (Auris media) bildet in Verbindung mit dem äußeren Ohr (Auris externa) den Schalleitungsapparat.

Das äußere Ohr dient dabei mit seinen Bestandteilen (Ohrmuschel, äußerer knorpeliger und äußerer knöcherner Gehörgang) als Schalltrichter. Es kommt dadurch zur Verstärkung insbesondere der mittleren Schallfrequenzen. Im mittleren Frequenzbereich wird der Großteil der menschlichen Sprache übertragen. Zusätzlich dient das äußere Ohr als Windbrecher und besitzt eine gewisse Bedeutung beim Orten einer Schallquelle in vertikaler Ebene.<sup>1</sup>

Das im Schläfenbein (Os temporale) eingelassene Mittelohr setzt sich aus Trommelfell, Paukenhöhle, Gehörknöchelchen (Ossikel), Ohrtrumpete (Tuba auditiva), Mittelohrmuskeln und dem pneumatischen System des Schläfenbeins zusammen.

Das Trommelfell schließt die Paukenhöhle in Richtung des äußeren knöchernen Gehörgangs hin ab. Es handelt sich um eine im physiologischen Zustand gräulich schimmernde 0,1 mm dicke Membran mit einem Durchmesser von ca. 1 cm. Man unterscheidet die Pars flaccida, die obere, kleinere, lockere Fläche (2-schichtig), von der größeren Pars tensa, der unteren, straff gespannten Fläche (3-schichtig). Das Trommelfell ist dreischichtig aufgebaut: Plattenepithel des äußeren Gehörgangs, Bindegewebsschicht, Epithel der Paukenhöhle. Es ist über einen fibrocartilaginösen Ring in der Pars tympanica des Os temporale eingespannt und direkt mit der Gehörknöchelchenkette verbunden.

Die Gehörknöchelchenkette besteht aus drei mit Schleimhaut überzogenen Knöchelchen (Ossikel): Hammer (Malleus), Amboss (Incus), Steigbügel (Stapes). Untereinander sind diese gelenkig verbunden, dabei steht der Hammer mit dem Amboss und dieser wiederum mit dem Steigbügel in Verbindung. Sie verbinden das Trommelfell mit dem Innenohr. Die Kette wird durch Bänder und zwei Mittelohrmuskeln stabilisiert. Die Muskeln dienen zudem der Modulation der Schalleitung, so dass es bei deren Ausfall zu einer pathologischen Feinhörigkeit (Hyperakusis) kommen kann. Der keulenförmige Malleus ist am sogenannten Hammergriff mit dem Trommelfell verwachsen. Am Malleus setzt auch einer der Mittelohrmuskeln (M. tensor tympani) an. Das mittlere Gehörknöchelchen, der Amboss, erinnert an einen Miniaturbackenzahn. Die Form des Steigbügels entspricht seinem Namen. Er besteht neben der Fußplatte aus zwei darauf stehenden Knochenschenkeln, die am Stapeskopf in Verbindung stehen. Dieser Bogen wird zusammenfassend als Stapes suprastruktur bezeichnet. Am Stapes setzt der vom Nervus facialis innervierte Musculus stapedius an. Die Fußplatte ist mit dem Ringband im ovalen Fenster aufgehängt und koppelt darüber die Mittelohrstrukturen an das flüssigkeitsgefüllte Innenohr an.

Die luftgefüllte und schleimhautausgekleidete Paukenhöhle beherbergt die oben beschriebene Ossikelkette. Dieser spaltförmige Raum kommuniziert über die Tuba auditiva mit dem Epipharynx. Auf diese Weise kann sich der Mittelohrbinnendruck den extrakorporalen Druckverhältnissen angleichen. Diese Funktion des Mittelohres ist für das Lage- und Schwingungsverhalten des Trommelfells wichtig.

Es besteht eine enge Lagebeziehung der Paukenhöhle zu wichtigen nervalen Strukturen. So zieht die Chorda tympani als Teil des Nervus intermedius durch die Paukenhöhle. Auch steht das Mittelohr in enger Beziehung zum Hauptast des Nervus facialis. Zudem verlaufen die Arteria carotis interna und das venöse Sinussystem des Schädelinneren in topographischer Nähe. Diese Strukturen können bei pathologischen Prozessen in Mitleidenschaft gezogen werden. Bei mikrochirurgischen Eingriffen am Ohr ist die detaillierte Kenntnis der Ohranatomie Voraussetzung.

Die Hauptfunktion des Mittelohres liegt in der Impedanzanpassung. Der Schall muss möglichst verlustfrei aus einem Medium mit niedrigem Wellenwiderstand, der Luft, auf ein Medium mit sehr hohem Widerstand, der Innenohrflüssigkeit, übertragen werden.

Ohne diese Mittelohrfunktion käme es zu einer 99% Reflexion der Schallwellen an der Flüssigkeitsoberfläche.<sup>1</sup> Das Trommelfell ist so beschaffen, dass es, insbesondere im mittleren Frequenzbereich, einen Großteil der Schwingungsenergie aufnimmt. Dieser Vorgang kann durch Lageänderungen des Trommelfells gehemmt werden. Diese Lageänderungen werden durch den Mittelohrmuskel (M. tensor tympani) physiologisch und durch Luftdruckunterschiede zwischen der Paukenhöhle und dem Gehörgang pathologisch hervorgerufen.

Die vom äußeren Ohr aufgefangenen Schwingungen werden vom Trommelfell über die Ossikel und die Stapesfußplatte im ovalen Fenster an das Innenohr weitergeleitet. Die Impedanzanpassung umfasst zwei Mechanismen. Zum einen besteht ein Größenverhältnis zwischen Trommelfellfläche und Fußplattenfläche von etwa 20:1, zum anderen kommt es durch die Anordnung der Gehörknöchelchen zu einer Hebelwirkung, die den Schalldruck weiter verstärkt. So wird der Schalldruck um das 22fache vergrößert, wobei das oben beschriebene Flächenverhältnis die übergeordnete Rolle spielt.<sup>2</sup> Neben dieser Schalldrucktransformation kommt es gleichzeitig zu einer Verkleinerung der Schwingungsamplitude.

## **1.2 Mittelohrerkrankungen und Auswirkungen auf den Schalleitungsapparat**

Eine regelrechte Funktion des Mittelohres ist für den Hörvorgang von großer Bedeutung. Erkrankungen des Mittelohrs haben deshalb meist negative Auswirkungen auf das Hörvermögen der Patienten. So kann ein Kettendefekt eine Schalleitungsschwerhörigkeit von bis zu 50 dB zur Folge haben.<sup>3</sup> Häufige Ursachen für eine Beeinträchtigung der Gehörknöchelchenfunktion sind Cholesteatom, chronische Schleimhauteiterung, rezidivierende Tubenmittelohrkatarrhe sowie Traumata.

Beim Cholesteatom handelt es sich um eine ortsfremde benigne Wucherung von verhornendem Plattenepithel in Knochenräumen, histopathologisch gekennzeichnet durch abgeschilferte zwiebelschalenartig geschichtete Epithelmassen.<sup>4</sup> Charakteristischerweise geht das Cholesteatom mit einem osteoklastisch-entzündlichen Prozess einher. Es kommt zu einer chronischen Knocheiterung mit Knochendestruktion, die häufig bakteriell superinfiziert ist.<sup>5</sup>

Das kongenitale Cholesteatom ist eine seltene Formvariante. Es entsteht meist im Felsenbein und wird wahrscheinlich durch embryonale Keimversprengung hervorgerufen.<sup>4</sup> Im Gegensatz dazu stehen die häufigeren erworbenen Cholesteatomarten, bei denen es nach der Immigrationstheorie von Habermann zu einer Ausbreitung des verhornenden Plattenepithels über das Trommelfell in die Paukenhöhle kommt.<sup>6</sup> Diese entwickelt sich bei sogenannten primären Cholesteatomen durch das geschlossene Trommelfell in Richtung Mittelohr. Entweder kommt es durch Mittelohrbelüftungsstörungen zu der durch Unterdruck getriggerten Bildung von Trommelfellretraktionstaschen, meist in der Pars flaccida, oder zur aktiven Immigration von Epithelzapfen.<sup>4</sup> Bei der sekundären Form liegt ein primärer Trommelfellddefekt vor.

Das Cholesteatom verursacht durch Kettendefekte Schalleitungsstörungen. Bei 80% der Erkrankungen ist eine operative Kettenrekonstruktion erforderlich.<sup>7</sup> Dabei ist zu beachten, dass nicht immer eine direkte Beschädigung der Ossikel durch das Cholesteatom vorliegt. Es kann im Verlauf der operativen Ausräumung des Cholesteatoms eine Unterbrechung der Kette notwendig werden. Bei einer Ossikeldestruktion durch eine Knocheneiterung ist meist der Amboss mit betroffen.<sup>8</sup> Neben der Kettenunterbrechung können die Cholesteatome unter anderem Trommelfellddefekte, Labyrinthfisteln, Fazialispareesen, Meningitiden und Hirnabszesse verursachen.<sup>9</sup>

Der chronische Tubenmittelohrkatarrh ist ein Krankheitsbild, bei dem eine rezidivierende Belüftungsstörung des Mittelohres vorliegt. Ursachen einer solchen Tubendysfunktion können zum Beispiel Nebenhöhlenentzündungen, behinderte Nasenatmung, Gaumenspalten, Nasenrachmentumoren und vergrößerte Adenoide sein.<sup>4</sup> Es kommt im Laufe von Monaten und Jahren immer wieder zu Entzündungen der Paukenhöhle, so dass Adhäsivprozesse, fibröse Narben und Verwachsungen zwischen den Gehörknöchelchen, Trommelfell und Paukenhöhlenwänden entstehen. Daraus entwickelt sich eine Schalleitungsschwerhörigkeit durch Einschränkung des Schwingungsvermögens der Ossikelkette und des Trommelfells.

Die vorgestellten Krankheitsbilder erfordern in den weitaus meisten Fällen einen operativen Ersatz zumindest von Teilen der Ossikelkette. Dabei ist auch bei ausgereifter OP-Technik individuell die Frage nach dem zu verwendenden Material und dem jeweiligen operativen Vorgehen zu klären.

### 1.3 Geschichte der alloplastischen Materialien als Ossikelkettenersatz

Alternativ zur Verwendung von allogenen und autogenen Transplantaten ist schon vor mehr als 50 Jahren mit der Erprobung alloplastischer Materialien zum Ossikelkettenersatz begonnen worden.

- 1952 Wullstein verwendet Palavit-Kunststoff als Columella. Schnell wird durch Abstoßungsreaktionen deutlich, dass nicht alle Knochenersatzmaterialien im Mittelohr geeignet sind.<sup>10</sup>
- 1955 Kley veröffentlicht seine Erfahrungen mit Stapesüberhöhungen aus Supramid. Die Ergebnisse sind im Vergleich mit autogenen Transplantaten nicht zufriedenstellend.<sup>11</sup>
- 1959 Shea entwickelt eine Prothese aus Polyethylen. Die so genannte „Shea-Prothese“ wird von vielen Autoren als gut erachtet und verwendet.<sup>12;13;14;15;16</sup>
- Anfang der 60er Jahre beginnen unter anderem Bell, Farrior und Mc Gee mit der Implantation von Stahldrahtprothesen.<sup>17;18;19</sup>
- 1971 Auf dem „4. Workshop of Middle Ear Surgery“ wird beschlossen, dass Kunststoff- sowie Metallimplantate zur Hörverbesserung bei chronischen Otitiden nicht geeignet seien, da es gehäuft zur Migration, Extrusion und Penetration der Implantate gekommen ist.<sup>20</sup>
- 1974 Trotz der Empfehlung von 1971 entwickeln Shea und Homsy eine aus Teflon bestehende Prothese.<sup>21</sup>
- 1976 Shea und Emmett nutzen einen neuen Polyethylenwerkstoff: „Plastipore“.<sup>22</sup> Verschiedene Autoren vergleichen dieses Material mit autologen Ossikeln, wobei sich der Hörgewinn zunächst als durchaus zufriedenstellend, aber die Abstoßungsrate als viel zu hoch darstellt.<sup>20;23;24;25</sup>
- In den 80iger Jahren werden erstmals Keramikprothesen eingesetzt. Zu unterscheiden sind bioinerte Keramiken wie Aluminiumoxidkeramik<sup>26</sup>, bei denen es zu keiner biologischen oder chemischen Wechselwirkung zwischen Implantat und dem Gewebe kommt, von bioaktiven wie z.B. Hydroxylapatit. Die Autoren sind mit den funktionellen Ergebnissen zufrieden, Fremdkörperreaktionen werden nicht beobachtet.<sup>27;28</sup> Eine Weiterentwicklung sind die oberflächenaktiven Glaskeramiken wie Ceravital, die aber bei infektiösen Prozessen des Mittelohres ihre Biostabilität einbüßen und einem Abbauprozess unterworfen sind.<sup>29;30</sup>

- 1988 etablieren Geyer und Helms einen modifizierten, in der Zahnheilkunde bereits bekannten, hybriden Werkstoff - Ionomerzement - als Ossikellersatz. Nach tierexperimentellen Untersuchungen unter anderem im Kaninchenmittelohr wird der Werkstoff zunächst in der Gesichts- und Schädelchirurgie verwendet.<sup>31;32</sup> Die jeweiligen Resultate führen auch zur Verwendung des Materials in der rekonstruktiven Mittelohrchirurgie.<sup>33;34</sup> Insbesondere die gute intraoperative Handhabbarkeit, bedingt durch die splitterfreie Beschleifbarkeit, ist überzeugend.
- Mitte der 90er Jahre werden erstmals Titanimplantate verwendet, die ihre Eignung durch ihre Biokompatibilität und ihre guten audiologischen Resultate zeigen.<sup>20;35;36</sup>

#### **1.4 Anforderungen an alloplastische Implantate im menschlichen Mittelohr**

Die mehr als 50jährige Geschichte der Verwendung körperfremder Materialien im Mittelohr zeigt auf, welchen Anforderungen die Mittelohrimplantate gerecht werden müssen, um langfristig den Patienten eine spürbare Verbesserung des Hörvermögens zu sichern.

Das menschliche Mittelohr stellt unter anderem durch wechselnde Belüftungszustände hohe Ansprüche an eine Prothese. Eine immer wiederkehrende Besiedlung durch verschiedenste Keime kann eine Abstoßungsreaktion fördern. Biostabil sind Prothesen, die bei diesen In-Situ-Verhältnissen langfristig unverändert bleiben, das heißt keine Degradationserscheinungen aufweisen.

Grundsätzlich dürfen Implantate dem Organismus nicht schaden. Sie dürfen somit nicht kanzerogen, allergen und gewebsschädigend sein. Die Implantate sollten die Belüftungsverhältnisse der Pauke nicht beeinträchtigen und keine Infektionen begünstigen. Das schnelle Überwachsen der Prothese mit Mittelohrschleimhaut ist ein Hinweis auf die gute Bio-/Mittelohrkompatibilität des verwendeten Materials.

Für eine gute Schalleitung ist eine mechanische Steifigkeit vonnöten. Dabei muss das Prothesengewicht möglichst gering sein. Gerade im hohen Frequenzbereich besitzt ein leichtes Implantat bessere Schallweiterleitungseigenschaften.

Ein funktionelles Design der Prothesen (z.B. abgerundete Endplattenkanten) hat sich als vorteilhaft herausgestellt, um einer mechanischen Durchwanderung (Penetration) des Trommelfells vorzubeugen. Eine gute intraoperative Handhabbarkeit des Implantats zur bestmöglichen Anpassung an die patientenspezifische Mittelohranatomie ist sehr wichtig.

## **1.5 Zielsetzung der sanierenden und rekonstruierenden Mittelohr-Chirurgie**

Die Beseitigung pathologischer Prozesse und damit die Sanierung potentiell lebensbedrohlicher Erkrankungen mit der anschließenden Wiederherstellung der Schalleitung sind die wichtigsten Indikationen für eine operative Intervention am Mittelohr.

Das angestrebte Ziel der Tympanoplastik ist die Wiederherstellung eines funktionsfähigen Mittelohres. Schon die Begründer der modernen Mittelohrchirurgie, Wullstein und Zöllner, haben die Zielsetzung eines sicheren, trockenen und letztendlich hörenden Ohres postuliert.<sup>10;37</sup> Nach Bellucci gibt es Hinweise, dass die zu erwartenden Ergebnisse einer Tympanoplastik mit dem präoperativen Ohrzustand korrelieren.<sup>38</sup> Dieser präoperative Befund bestimmt die Art der Tympanoplastik.

Wichtige die Tympanoplastik beeinflussende Kriterien sind:<sup>39</sup>

- Die Mittelohrbelüftung
- Der Zustand der Ossikelkette
- Der Zustand des Trommelfells
- Die Innerohrleistung
- Die Beweglichkeit der Steigbügel Fußplatte
- Der Zustand der Mittelohrschleimhaut

## 1.6 Prinzip der Tympanoplastik Typ III

Wullstein hat 1952 eine Nomenklatur zur Einteilung der hörverbessernden Mittelohroperationen entwickelt. Er benennt die verschiedenen Rekonstruktionsarten mit Tympanoplastik Typ I bis Typ V.<sup>40</sup> Die Rekonstruktionsarten der Tympanoplastik Typ I, II, IV und V sind nicht Thema dieser Arbeit. Deshalb wird hier der Typ III ausführlich dargestellt.

Bei der Tympanoplastik Typ III handelt es sich um ein hörverbesserndes Operationsverfahren, das bei einer Ossikelkettendestruktion notwendig wird. Indikationen für eine Tympanoplastik Typ III sind eine Schalleitungs Komponente ab ca. 20 dB und/oder die Entfernungen krankhafter Prozesse (z.B. Cholesteatom) innerhalb der Pauke. Bei einer Tympanoplastik Typ III werden meist das Trommelfell und die Gehörknöchelchenkette rekonstruiert, wobei sich die Stapesfußplatte intraoperativ üblicherweise beweglich darstellt. Ziel ist es, den Schall mit Hilfe einer Prothese vom rekonstruierten Trommelfell über das ovale Fenster ins Innenohr zu leiten.

Bei einer Ossikelkettendestruktion wird das Interponat zwischen Trommelfell (mit oder ohne Hammeranteil) und Stapeskopf oder Stapesfußplatte gestellt. Die so rekonstruierte Gehörknöchelchenkette leitet den Schall nun ohne die physiologische Hebelwirkung der drei Ossikel weiter. Dennoch bleibt die Flächendifferenz zwischen Trommelfell und ovalem Fenster bestehen, so dass ein Großteil der Schalldrucktransformation erhalten werden kann.

Wird das Implantat dem Stapeskopf aufgestellt, handelt es sich um eine „Partial Ossicular Replacement Prosthesis“ (PORP), die als Stapesüberhöhung definiert ist. Wird die Strecke zwischen Trommelfell und Stapesfußplatte überbrückt, handelt es sich um eine „Total Ossicular Replacement Prosthesis“ (TORP). Sie entspricht dem Columellatyp, da die TORP nur ein „Segment“ zwischen Trommelfell und Fußplatte bildet und dies dem Prinzip der Columella bei Vögeln ähnelt.

Nach der Sanierung des Mittelohres wird die Paukenabdeckung meist mit Hilfe eines autogenen Transplantats (z.B. Knorpelperichondrium) rekonstruiert.

## **1.7 Aktuelle Materialien der Tympanoplastik Typ III**

### **1.7.1 Autogener Amboss**

1955 hat Zöllner die Ossikelkette erstmals mit einem autogenen Amboss wieder hergestellt. Nach Sanierung des Mittelohrs und extrakorporalen Modifizierung des mittleren Gehörknöchelchens hat er auf diese Weise eine starre Verbindung zwischen Hammer und Stapes konstruiert.<sup>41</sup> Diese Operationstechnik wird als Ambosstransposition bezeichnet. Bei der Verwendung des autogenen Ambosses wird ein Erhalt oder eine Rekonstruktion der funktionstüchtigen interossikulären Gelenke nicht angestrebt. So geht bei diesem Therapieprinzip die physiologische Hebelwirkung der Gehörknöchelchenkette verloren. Nach der Transposition werden die Ossikel durch Revaskularisierung über die Havers-Kanäle in den Organismus reintegriert.<sup>42</sup> Das Ausmaß des Knochenumbaus schwankt zwischen einem als gering eingestuften und einem als drastisch eingeschätzten Umbau.<sup>43;44;45</sup>

Eine Verwendung allogener Transplantate hat sich jahrelang bewährt. Wegen der Gefahr der Übertragung von Infektionskrankheiten wie z.B. Hepatitis, AIDS oder Creutzfeldt-Jacob-Krankheit ist sie aber obsolet.<sup>46</sup>

### **1.7.2 Titan**

Titan ist medizinisch erstmalig in der Kieferchirurgie verwendet worden.<sup>47</sup> In der Hals-Nasen-Ohren-Kunde hat man den Werkstoff anfangs zur transkutanen Fixierung von Hörgeräten benutzt. Titan weist eine vergleichsweise hohe Oberflächenenergie auf, wodurch die Oberflächenepithelisierung begünstigt und so der Werkstoff biokompatibel und gewebeverträglich wird.<sup>48;49</sup> Das niedrige Gewicht der Titanprothesen ist für die Schallleitung besonders im hohen Frequenzbereich vorteilhaft.<sup>50</sup> Reines Titan ist korrosionsfrei, wobei es in diesem Zustand jedoch zu weich wäre. So ist der Eisenanteil von 0,005% um eine Zehnerpotenz auf 0,05% angehoben worden, um eine ausreichende Materialstabilität zu erhalten. Eine weitere Erhöhung des Eisenanteils ist auf Grund des dann steigenden Korrosionsrisikos nicht möglich.<sup>51</sup>

Die Titanprothesen sind nur eingeschränkt den individuellen In-Situ-Verhältnissen anzupassen, da man sie nicht schleifen und nur bedingt biegen kann. Die Biegebarkeit ist unter anderem abhängig vom Eisengehalt. So sind Prothesen mit geringerem Eisengehalt biegsamer als eisenhaltigere. Die Längenanpassung der Prothese ist durch sogenannte „Sizer“ möglich. In der rekonstruktiven Mittelohr-Chirurgie stehen Titanprothesen zur Stapesüberhöhung (PORP) sowie als Totalprothese (TORP) zur Verfügung.

### **1.7.3 Ionomerzement**

Der aus der Zahnheilkunde stammende Hybridwerkstoff wird zu den bioaktiven Materialien gezählt, da er mit dem umgebenden Gewebe Ionen austauscht.<sup>52;53</sup> Geyer hat die Bioverträglichkeit des Ionomerzements durch tierexperimentelle Studien in Mittelohren von Kaninchen nachgewiesen.<sup>31;32</sup> Es hat sich dabei gezeigt, dass es schnell zu einem Überwachsen mit ortsständiger Schleimhaut kommt. 1988 beginnt Geyer damit, diesen Werkstoff in der wiederherstellenden Mittelohrchirurgie einzusetzen.<sup>34</sup>

Zur Ossikelkettenrekonstruktion haben zwei verschiedene Größen der Ionomerzementprothesen zur Verfügung gestanden (entsprechend der PORP und der TORP). Eine Anpassung an die individuellen Gegebenheiten hat sich wegen der splitterfreien intraoperativen Bearbeitung mit handelsüblichen diamantierten Fräsen als sehr gut möglich erwiesen.<sup>33</sup>

Trotz dieser hervorragenden Handhabbarkeit und den zufriedenstellenden audiologischen Resultaten ist die Prothesenproduktion aus Ionomerzement wegen der zytotoxischen Eigenschaften des unsachgemäß in flüssiger Form angewendeten Werkstoffes eingestellt worden.<sup>54;55</sup> Diese Untersuchung bezieht zum Vergleich die in den Beobachtungszeitraum fallenden „Ionomerzementfälle“ der HNO-Klinik Solingen mit ein.

## 1.8 Operatives Verfahren bei der Tympanoplastik Typ III

Der Zugang zum Mittelohr erfolgt üblicherweise über einen enauralen oder retroaurikulären Schnitt. Zur besseren Übersicht empfiehlt es sich, in vielen Fällen ergänzend eine Gehörgangserweiterung durchzuführen, um die postoperative Nachsorge durch den HNO-Arzt zu erleichtern.

Der Anulus wird in der hinteren Circumferenz des Trommelfelles aus dem Sulcus tympanicus ausgelöst und gegebenenfalls die Spina tympanica minor reduziert, um einen besseren Blick auf die Ossikelkette zu erhalten.

Unter Schonung der Chorda tympani wird der Restamboss entnommen. Im Falle einer Ambossstransposition wird er individuell zurechtgefräst und entweder zwischen Amboss und beweglichem Steigbügel eingeklemmt oder aber z.B. mit dem kurzen Ambossfortsatz, dem Hammergriff, angelehnt. Der Trommelfelldefekt wird üblicherweise in Underlay-Technik (z.B. durch Knorpel oder Knorpelperichondrium) verschlossen. Der eingangs ausgelöste tympano-meatale Lappen wird zurückgeklappt und der äußere Gehörgang mit Silikonfolien ausgekleidet. Der Gehörgang wird in der Regel mit Tetracyclin-Lösung getränkten Spongostanschwämmchen angefüllt. Die Wunde wird retroaurikulär zweischichtig, bei enauralem Zugang einschichtig verschlossen. Abschließend wird nach Polsterung der OP-Region ein großer, stabilisierender Kopfverband angelegt.

Bei umfangreicheren Defekten der Ossikelkette mit Zerstörung des Ambosses sowie der Stapessuprastruktur lässt sich kein körpereigenes Ossikel mehr verwenden, so dass auf Implantate übergegangen werden muss. Diese können bei unbrauchbarem Restamboss zwischen Steigbügel und Hammergriff bzw. knorpelstabilisierter Paukenabdeckung eingestellt werden (PORP). Bei größerer Zerstörung der Ossikelkette wird das Implantat zwischen Hammergriff oder knorpelstabilisierter Paukenabdeckung und Steigbügel Fußplatte eingestellt (TORP).

Üblicherweise wird die Ossikelkettenrekonstruktion im Rahmen der sanierenden Ohroperation durchgeführt. Ein zweizeitiges Vorgehen ist bei stark entzündetem Mittelohr z.B. bei extrem dünner Fußplatte mit der Gefahr einer Labyrinthschädigung indiziert.

Ist die komplette Entfernung des pathologischen Prozesses fraglich, so ist ein sogenannter „second look“ nötig. Dabei wird nach einem Intervall von 1 bis 1,5 Jahren reoperiert, um z.B. ein Residualcholesteatom auszuschließen oder zu therapieren. Bei dieser Gelegenheit kann eine Hörverbesserung bei gegebenenfalls dislozierter Prothese vorgenommen werden.

## **1.9 Ziel der Arbeit**

Die vorliegende retrospektive Arbeit betrachtet das Langzeitverhalten verschiedener Knochenersatzmaterialien bei der Tympanoplastik Typ III.

Qualitätssicherung gewinnt in der modernen Medizin immer mehr an Bedeutung. Dabei wird das eigene Patientenkollektiv mit den Ergebnissen anderer Operateure verglichen. Zeigen einzelne Implantate oder Materialien statistisch signifikant herausragende Resultate, so können weitere Patienten von dieser klinischen Studie profitieren. Operateure können bei der Implantatauswahl auf die Ergebnisse und Erfahrungen u.a. der Solinger Klinik zurückgreifen.

Die wesentlichen Fragen, die in der Dissertation beantwortet werden sollen, sind folgende:

- Ist das modifizierte „Würzburger Ohrnachsorgebuch“ ein geeignetes Mittel, um die Nachsorgecompliance der Patienten zu erhöhen?
- Wie ist das Langzeitverhalten der verschiedenen Transplantate und Implantate im menschlichen Mittelohr?
- Ist die Titan-TORP der Titan-PORP bei intakter Stapessuprastruktur überlegen?
- Haben Titanprothesen aufgrund ihres vergleichsweise geringen Gewichts ein besseres Schalleitungsvermögen im hohen Frequenzbereich?
- Besitzt die präoperativ erhobene Bellucci-Klassifikation eine prognostische Aussagekraft über Operationsergebnisse bei der Tympanoplastik Typ III?
- Ist die Verwendung von Ionomerzementimplantaten zur Ossikelkettenrekonstruktion zu Recht in den Hintergrund getreten?

## **2. Material und Methode**

In diesem Kapitel wird zunächst das untersuchte Patientenkollektiv besprochen. Darauf folgt die Darstellung der präoperativ erhobenen Befunde, woran sich die Beschreibung der Operationsmethode und der zur Verwendung gekommenen Prothesenmaterialien anschließt.

### **2.1 Patienten**

#### **2.1.1 Patientenkollektiv**

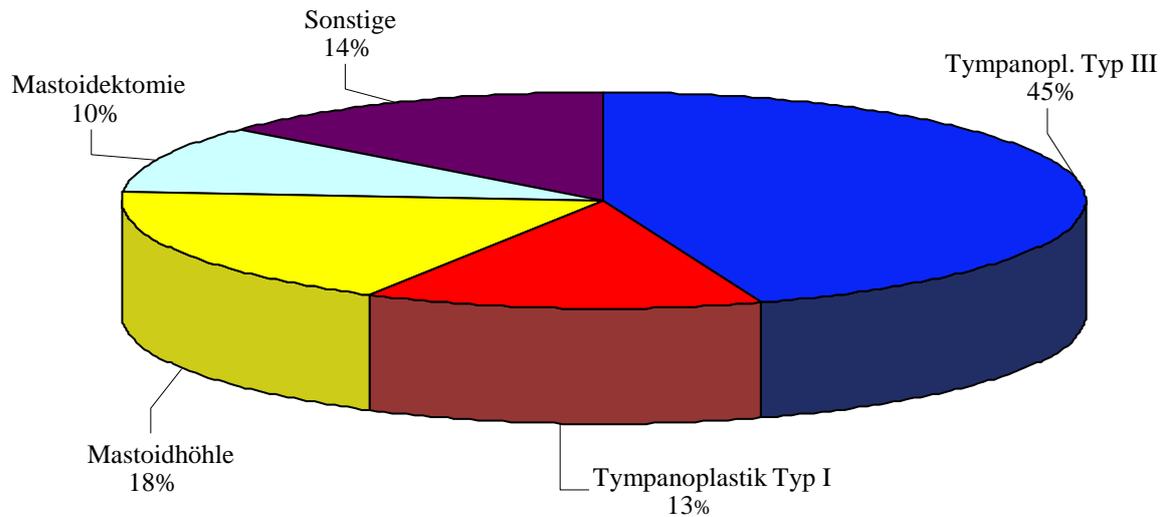
Das Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit setzt sich aus den Patienten der Hals-Nasen-Ohrenklinik des Städtischen Klinikums Solingen zusammen, bei denen zwischen dem 21.12.1995 und 30.04.2011 eine Tympanoplastik Typ III durchgeführt worden ist und die anschließend mindestens an einer Nachsorgeuntersuchung teilgenommen haben.

Insgesamt handelt es sich um 957 nachuntersuchte Patienten, die in diesem Zeitraum insgesamt 1093mal operiert worden sind. Bei den 466 Frauen (48,69% aller Patienten) haben sich 510 Eingriffe (46,66% aller Operationen), bei den 491 männlichen Patienten (51,31% aller Patienten) 347 Eingriffe (53,33% aller Operationen) als erforderlich erwiesen. In 49,77% (n=544) der Fälle ist das linke Ohr, in 50,23% (n=549) der Fälle das rechte operiert worden. Der jüngste Patient ist im Alter von 3 Jahren, der älteste mit 88 Jahren behandelt worden. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Eingriffs beträgt ca. 43 Jahre.

#### **2.1.2 Patientenvorgeschichte**

Bei 670 von 1093 Operationen (61%) handelt es sich um Ersteingriffe. Bei 423 Operationen (39%) ist bereits das betroffene Ohr voroperiert worden. Bei 96% (n=404) dieser Gruppe ist die Notwendigkeit der Revisionen beim Ersteingriff nicht vorhersehbar gewesen, im Gegensatz zu 19 (4%) geplanten „second look“-Eingriffen. Die Voroperationen sind in 28% (n=118) der Fälle im Klinikum Solingen und in 72% (n=305) der Fälle anderenorts erfolgt.

Die Art der Voreingriffe ist im folgenden Kreisdiagramm dargestellt.

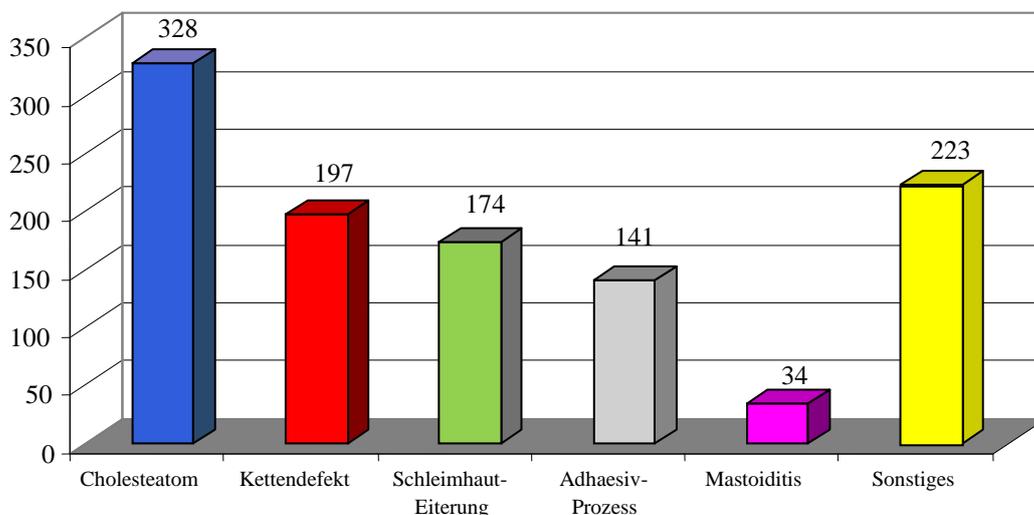


**Grafik 1:** Art der vorausgegangenen Ohroperationen bei Revisionen in % (n=423)

## 2.1.3 Ausgangsbefunde

### 2.1.3.1 Indikationen

Den präoperativen und intraoperativen Diagnosen und somit den Indikationen für eine Tympanoplastik Typ III liegen sehr unterschiedliche Pathologien zugrunde. Bei ein- und demselben „Ohr“ sind demnach unterschiedliche Diagnosen möglich. Bei den untersuchten Fällen sind folgende Diagnosen gestellt worden:

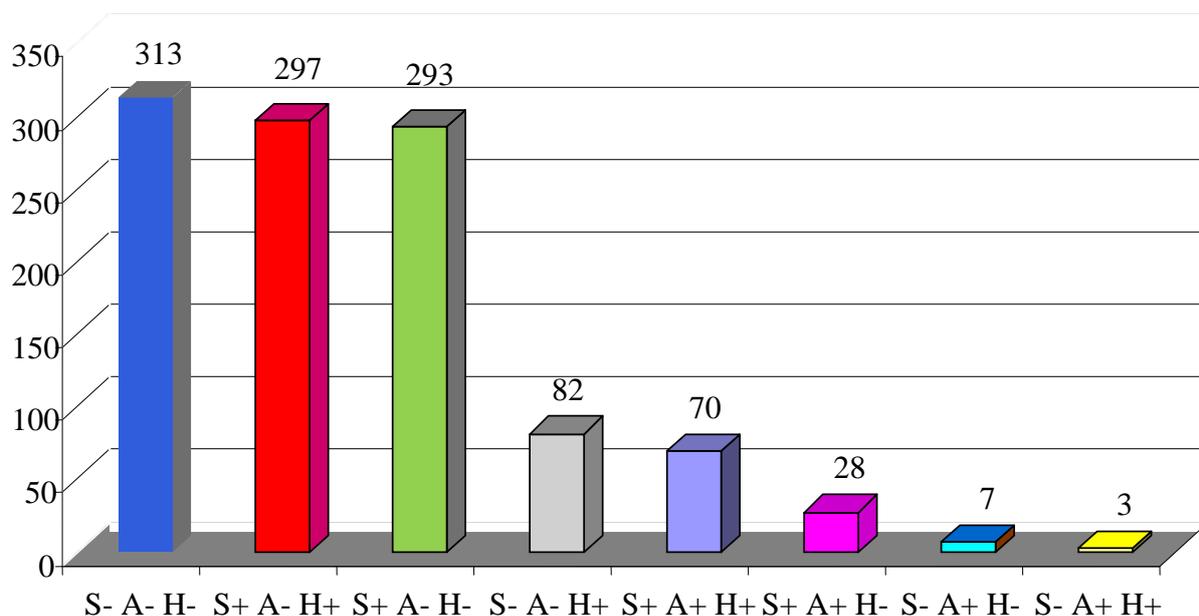


**Grafik 2:** Präoperative Diagnosen - aufgrund derer die Tympanoplastik Typ III indiziert wurde (Kombinationsdiagnosen möglich)

### 2.1.3.2 Ausmaß des Ossikelkettendefekts

Die häufigste Indikation für eine Tympanoplastik Typ III ist ein „Kettendefekt“. Das Ausmaß der Beschädigung der Gehörknöchelchenkette schwankt zwischen der Zerstörung aller drei Ossikel und der gänzlichen präoperativen Unversehrtheit der Kette. Im letzteren Fall ist dennoch eine Tympanoplastik Typ III notwendig, wenn zum Beispiel im Zuge eines operativen Eingriffs ein Kettenabbau notwendig wird. Dies kann unter anderem bei einer Cholesteatomsanierung der Fall sein. Für die Implantatwahl ist der Zustand der Stapessuprastruktur von wesentlicher Bedeutung. Bei destruiertem Stapes ist eine TORP indiziert, bei intaktem Stapes steht eine PORP zur Wahl. Der Grad der Ambossschädigung ist ausschlaggebend, ob der eigene Amboss als mögliches Transplantat zur Verwendung kommen kann.

In der Grafik 3 ist die Kettendefektkonstellation des Kollektivs (n=1093) aufgeschlüsselt.



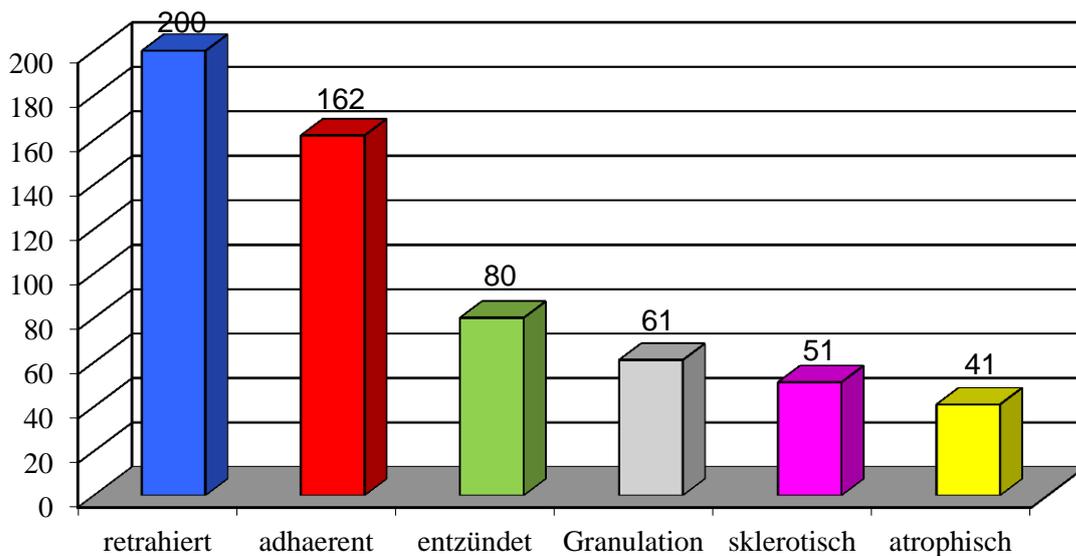
**Grafik 3:** Intraoperativ diagnostizierter Ossikelkettendefekt (n=1093)  
 „S“= Steigbügel; „A“= Amboss; „H“= Hammer; „+“= intakt; „-“= defekt

### 2.1.3.3 Trommelfeldefekt

Viele Mittelohrerkrankungen gehen mit einem Defekt des Trommelfells einher, so dass die mikroskopische Trommelfellinspektion ein wesentliches diagnostisches Hilfsmittel darstellt.

Bei 57,8% (n=632) der Fälle liegt präoperativ ein intaktes Trommelfell vor, wohingegen 42,2% (n=461) der Fälle eine Trommelfellperforation aufweisen. Bei den Perforationen liegt der Defekt 262mal zentral, 122mal ist er in der Pars tensa und 77mal in der Pars flaccida lokalisiert. In 246 von 461 Fällen fehlt 25% der Trommelfellfläche. Ein 50%iger Defekt ist in 142 Fällen diagnostiziert worden. 48mal betrifft der Defekt 75% der Flächen. Ein Totaldefekt besteht bei 25 Fällen.

Weitere pathologische Veränderungen der Paukenabdeckung sind der Abbildung zu entnehmen.



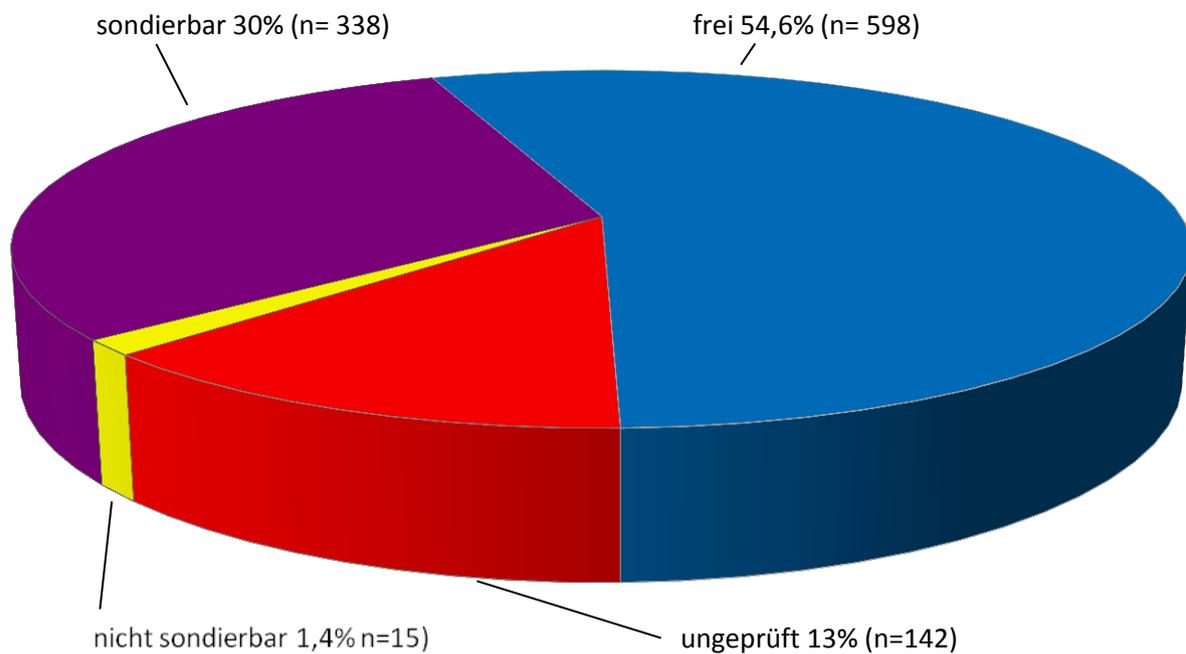
**Grafik 4:** Trommelfellbefunde ohne Perforationen  
(Kombinationsbefunde möglich; n= 385)

### 2.1.3.4 Tubenfunktion und Paukenbelüftung

Eine regelrechte Tuben-Mittelohrfunktion ist für tympanoplastische Maßnahmen von entscheidender Bedeutung. Eine intraoperativ gut sondierbare Tube erlaubt allerdings noch nicht den Rückschluss auf eine normale Mittelohrfunktion.

Bei den in die Untersuchung aufgenommenen 1093 Behandlungsfällen weisen präoperativ 606 ein vollständig belüftetes Mittelohr auf. In 247 Pauken ist nur eine Belüftung „vorne, oben“ festgestellt worden. In 204 Fällen ist die Paukenbelüftung fraglich. 18mal ist die Paukenhöhle nicht belüftet. In 19 Fällen ist keine Aussage über die präoperative Paukenbelüftung vermerkt worden.

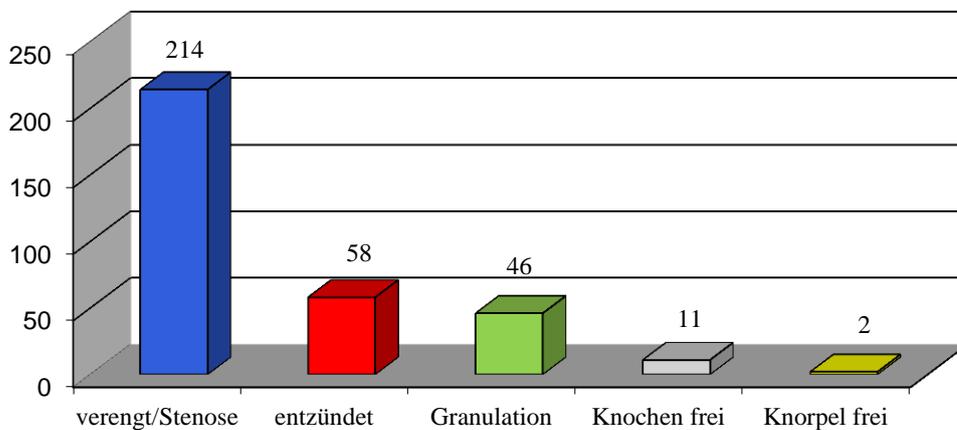
Im folgenden Kreisdiagramm wird die intraoperativ geprüfte Tubendurchgängigkeit veranschaulicht:



**Grafik 5:** Intraoperative Tubendurchgängigkeit in % (bei 1093 Behandlungsfällen)

### 2.1.3.5 Gehörgang

Auch der Gehörgang kann Ausgangspunkt von Paukenpathologien (z.B. Gehörgangscholesteatom, Gehörgangsabszess bzw. Otitiden) sein. Zudem ist eine Beteiligung der Gehörgangswand (z.B. Otitis externa bei chron. mesotympanaler Otitis media) bei Erkrankungen, die ihren Primärherd in der Pauke haben, nicht selten. Des Weiteren nimmt die anatomische Konfiguration des Gehörgangs Einfluss auf das operative Vorgehen. So ist z.B. bei einer Stenose eine Erweiterung des Gehörgangs erforderlich. In 331 der 1093 Fälle liegen Gehörgangsauffälligkeiten vor. Die folgende Grafik zeigt den pathologischen, präoperativen Gehörgangsbefund.



**Grafik 6:** Präoperative Auffälligkeiten des Gehörgangs, differenziert nach Befunden. Sie lagen bei 331 von 1093 Behandlungsfällen vor.

### 2.1.3.6 Präoperativer Ohrzustand nach Bellucci

Mit der Bellucci-Klassifikation wird der aktuelle Ohrzustand beschrieben. Die Vorgeschichte und der klinische Befund sollen nach Bellucci Hinweise auf das zu erwartende Operationsresultat einer Tympanoplastik geben. Relevante Kriterien sind u.a. die Mittelohrbelüftung (Tuben-Mittelohrfunktion), die quantitative und qualitative Charakteristik von Mittelohrentzündungen in der Patientenhistorie sowie die anatomischen Gegebenheiten des Nasopharynx.<sup>38</sup>

Bellucci teilt vier Typen ein:

- Typ I: „Good prognosis“

Dieser Typ entspricht einem gut belüfteten Mittelohr, das eine lange infektfreie Periode aufweist und bei dem keinerlei relevante Missbildung vorliegt. Laut Bellucci besteht eine gute Prognose.

- Typ II: „Fair prognosis“

Hier werden Patienten eingeordnet, die in Verbindung mit infektfreien Intervallen unter suppurativer (eitrigen) Otitis media leiden, aber frei von Missbildungen sind. Es wird eine eingeschränkt positive Prognose gestellt.

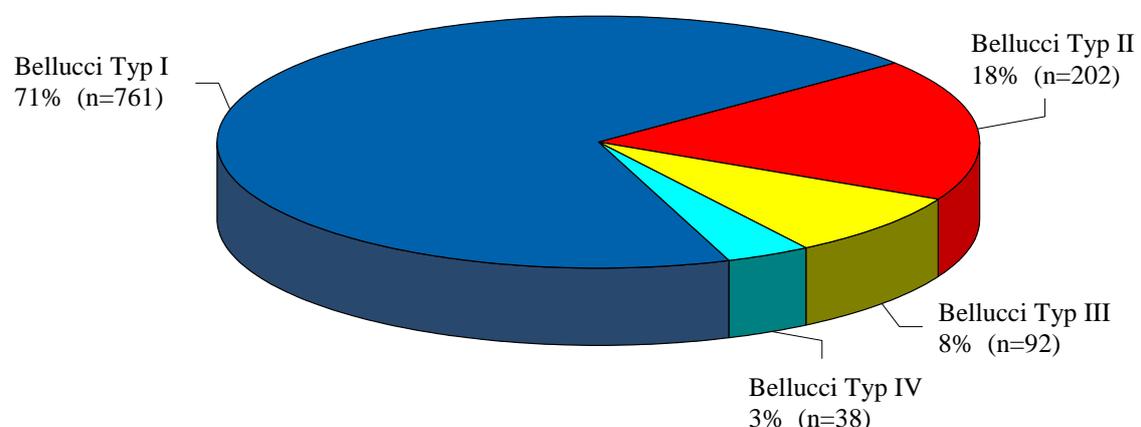
- Typ III: „Poor prognosis“

Liegt eine stetige Infektion des Mittelohres ohne Missbildungen vor, ist ein stabiles und dauerhaft gutes Operationsergebnis eher wenig wahrscheinlich.

- Typ IV: „Very poor prognosis“

Ein Ohr des Typs IV steht in Verbindung mit einem abnorm konfigurierten Nasopharynx, dessen Missbildung zum Beispiel die Paukenbelüftung stark beeinträchtigt (z.B. Gaumenspalte), so dass die Progression von Mittelohrinfektionen getriggert wird. In solch einem Fall kann nach Bellucci nur eine eher schlechte Prognose gestellt werden.

Das Kreisdiagramm veranschaulicht den präoperativen Ohrzustand nach Bellucci:



**Grafik 7:** Präoperative Zuordnung der Fälle nach der Bellucci-Klassifikation (n=1093)

#### **2.1.4 Operationsmethode**

Die Tympanoplastik Typ III Patienten der HNO-Klinik des Städtischen Klinikums Solingen werden in Allgemein- oder Lokalanästhesie operiert, wobei letzteres Verfahren auf Einzelfälle beschränkt bleibt. Die Patienten werden stationär behandelt.

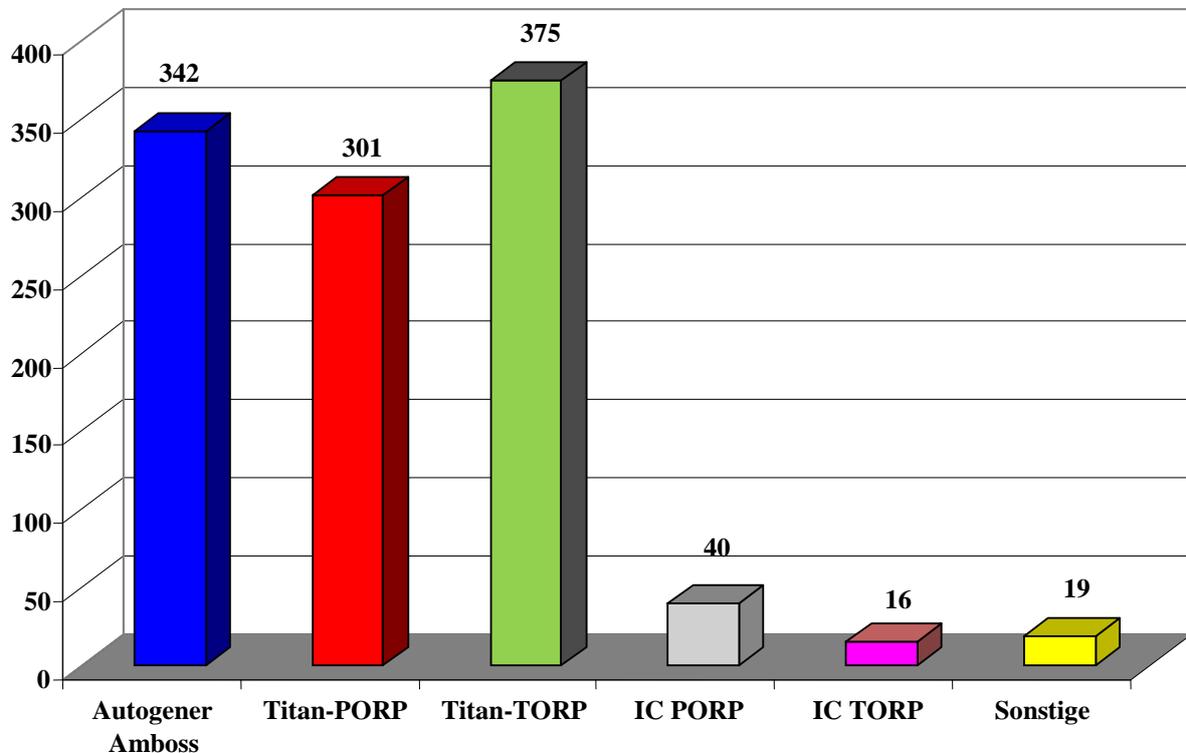
##### **2.1.4.1 Operativer Zugang**

Zwei operative Zugangswege zum Mittelohr und somit für die Ossikelkettenrekonstruktion sind üblich. Beim enauralen Zugang verläuft der Hautschnitt rostral der Ohrmuschel. Dieser Zugang wird gewählt, wenn das Trommelfell vollständig überschaubar ist und der pathologische Mittelohrprozess gut erreichbar erscheint.<sup>8</sup> Diese Bedingungen waren jedoch nur in 109 von 1093 Fällen (10%) gegeben. Retroaurikulär wurde bei 984 Fällen (90%) des Patientenkollektivs vorgegangen. Dabei liegt der Hautschnitt hinter dem Ohr in der retroaurikulären Furche. Man verlagert die Ohrmuschel nach vorne. Dadurch lässt sich eine bessere intraoperative Darstellung der Paukenhöhle (speziell vorne) erzielen, was zur sichereren Entfernung der pathologischen Prozesse im Mittelohr dient. Beim retroaurikulären Zugang ist zudem die oftmals notwendige Erweiterung zur Mastoidektomie einfacher.

##### **2.1.4.2 Verwendete Rekonstruktionsmaterialien**

Bei den 1093 Eingriffen sind zur Ossikelkettenrekonstruktion autogene Transplantate sowie alloplastische Implantate verwendet worden. In 342 Fällen ist der Amboss individuell beschliffen und reimplantiert worden (Ambosstransposition). 676mal ist eine Titanprothese eingesetzt worden, davon 301 PORPs und 375 TORPs. Zu Beginn des Beobachtungszeitraums sind 56 Ionomerzementprothesen implantiert worden, so dass 40 Ionomerzement-PORP (IC PORP) und 16 Ionomerzement-TORP (IC TORP) in dieser Untersuchung berücksichtigt werden konnten. In 19 Fällen sind sonstige Methoden zur Gehörknöchelchenkettenrekonstruktion gewählt worden, darunter fällt zum Beispiel die Stapesüberhöhung mit autogenem Knorpel.

Die Grafik verdeutlicht die Verteilung der zur Verwendung gekommenen Implantate und Transplantate.

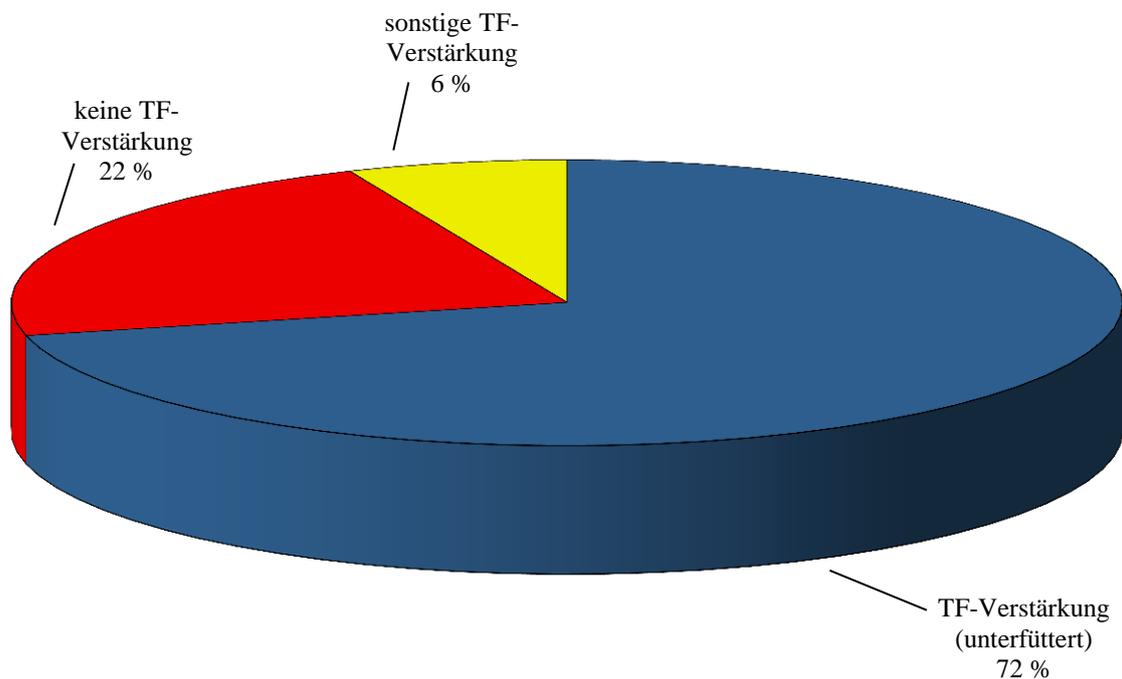


**Grafik 8:** Verwendete Implantate und Transplantate zur Tympanoplastik Typ III  
Dargestellt sind die absoluten Fallzahlen (n=1093).

### 2.1.4.3 Kontakt der Implantate und Transplantate mit der Paukenabdeckung

Mögliche unerwünschte Ereignisse bei der Tympanoplastik Typ III bestehen z.B. darin, dass das Transplantat/Implantat verkippt oder das Trommelfell durchwandert bzw. perforiert. In diesen Fällen ist meist eine Revision indiziert. Um dieser Entwicklung vorzubeugen, gibt es intraoperative Techniken, das Implantat/Transplantat zu befestigen. Es ist häufig notwendig, die Paukenabdeckung zu verstärken. Die Kontaktstelle Ossikellersatz/Paukenabdeckung lässt sich z.B. durch autogenen Knorpel aus der Ohrmuschel stabilisieren.

Die prozentuale Häufigkeit der verschiedenen Implantat/Transplantatkontakte beim untersuchten Patientenkollektiv wird in der Grafik dargestellt.



**Grafik 9:** Kontaktmethode des Ossikelkettenersatzes mit der Paukenabdeckung in Prozent (n= 1093), unabhängig vom Rekonstruktionsmaterial (TF= Trommelfell)

#### 2.1.4.4 Mastoidhöhle

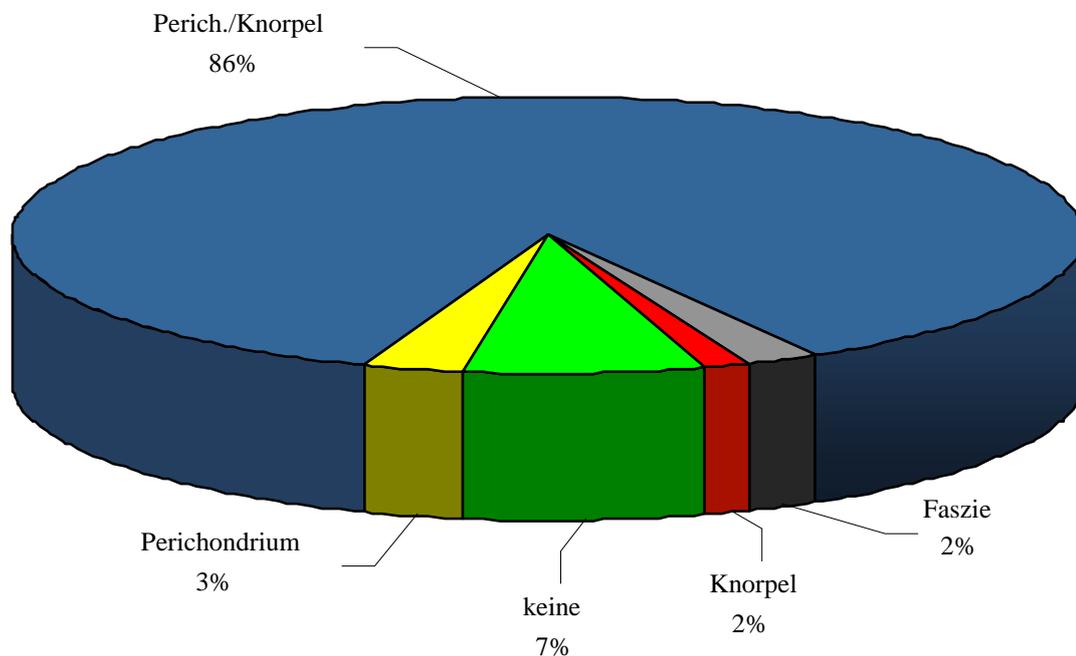
Bei einem ausgedehnten pathologischen Prozess muss häufig eine Mastoidhöhle angelegt werden. Der häufigste Grund für ein derartiges operatives Vorgehen ist die chronische Knocheneiterung (Cholesteatom).

Zur Sanierung des Ohres muss das Cholesteatom oft bis ins Mastoid (Warzenfortsatz) verfolgt und ausgeräumt werden. Im Falle eines fortgeschrittenen Cholesteatoms wird dabei gelegentlich die Gehörgangshinterwand mit entfernt. Der so entstandene Hohlraum wird als Mastoidhöhle bezeichnet. Beim untersuchten Patientenkollektiv musste sie in 296 Fällen angelegt werden. Abhängig von Mastoidgröße und Belüftungssituation kann die hintere Gehörgangswand wiederhergestellt werden oder ggf. die Mastoidhöhle verkleinert werden, was eher den physiologischen Verhältnissen entspricht.<sup>56</sup> Dies ist in 236 Fällen durchgeführt worden. In 60 Fällen ist die Mastoidhöhle belassen bzw. lediglich verkleinert worden.

### 2.1.4.5 Paukenabdeckung

Nach Beseitigung der Mittelohrerkrankung wird der plastische Verschluss des Trommelfells vorgenommen. Als Materialien werden üblicherweise Temporalisfaszie, Perichondrium, Knorpel oder eine Kombination verwendet. Damit wird die Paukenabdeckung im Endplattenbereich der Prothese verstärkt. So soll einer Durchwanderung vorgebeugt werden.

Die prozentuale Häufigkeitsverteilung der verwendeten Materialien wird in der folgenden Grafik aufgeschlüsselt:



**Grafik 10:** Materialien zur Rekonstruktion des Trommelfells/Paukenabdeckung in Prozent, unabhängig vom Ossikelkettenersatzmaterial (n= 1093)

## 2.2 Untersuchungsmethode

Der präoperativ ohrmikroskopische Befund gibt Hinweise auf die zu erwartenden pathologischen Veränderungen im Mittelohr. Die Tubenfunktion wird mit dem Valsalva-Versuch geprüft. Eine Operationsplanung erfolgt unter Berücksichtigung der Bellucci-Klassifikation.

Wesentlicher Bestandteil der präoperativen Diagnostik ist die Hörprüfung. Sie besteht aus einem obligatorischen Versuch nach Rinne und Weber mit den C2- und C3-Stimmgabeln sowie einem Tonschwellenaudiogramm. Der Versuch nach Rinne gibt Hinweise zur Differenzierung von Schallempfindungs- und Schallleitungsstörungen. Mit dem ergänzenden Versuch nach Weber kann einerseits die Innenohr-Funktion getestet werden; bei guter Innenohrfunktion lässt sich eine Schallleitungskomponente nachweisen.

### **2.2.1 Ohrnachsorgebogen**

Das Tonschwellenaudiogramm und der intraoperativ erhobene Mittelohrbefund werden in einem einheitlichen Ohrnachsorgebogen festgehalten. Zum Teil wird zudem die operative Vorgeschichte des Ohres in diesem Formular dokumentiert. Dieses orientiert sich an dem sog. „Würzburger Ohrdokumentationsbogen“, der bereits 1988 durch Müller et al. an der HNO-Klinik der Universität Würzburg zur computergestützten Ohrdokumentation konzipiert wurde.<sup>57</sup> Dieses Formular liegt für alle Patienten dieser Studie vor. Zur postoperativen Nachsorge erhalten die Patienten das „Ohrnachsorgebuch“. Dieses enthält die Ohrnachsorgebögen (siehe Abb. 11) mit dreifachen Durchschlägen. Es weist die Patienten darauf hin, in welchen Abständen sie sich einer HNO-Nachuntersuchung unterziehen sollten. Zudem bietet es den Vorteil, dass die Nachsorgeuntersuchung standardisiert ist und somit der Qualitätssicherung dient.

Es hat sich bewährt, Nachsorgeuntersuchungen nach 3 Wochen sowie nach 3 und 6 Monaten durchzuführen. Anschließend werden jährliche Nachsorgen angestrebt. Die Nachsorgeuntersuchungen werden in Einzelfällen in der HNO-Ambulanz des Klinikums durchgeführt. Es ist üblich, dass die Nachsorge von einem niedergelassenen Hals-Nasen-Ohrenarzt vorgenommen wird. Dabei sollte ein Durchschlag jeder Nachsorgeuntersuchung zu Studienzwecken sowie zur internen Qualitätssicherung der HNO-Klinik des Städtischen Klinikums Solingen zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise ist es möglich gewesen, in einem Zeitraum von ca. 15 Jahren eine Nachsorgesammlung - bestehend aus 2000 Einzelnachsorgen - zu archivieren, die in diese Untersuchung eingeflossen ist.

Um die Nachsorgefallzahlen besonders bei Patienten mit einem großen zeitlichen Abstand zum operativen Eingriff erhöhen zu können, wurden 113 dieser Patienten angeschrieben. Einer zusätzlichen Untersuchung haben sich jedoch nur 14 Personen unterzogen.

|   |   |  |   |  |  |
|---|---|--|---|--|--|
| <b>Städtisches Klinikum Solingen<br/>Hals-Nasen-Ohren-Klinik<br/>Ohrnachsorgebogen</b>  |   |  | <b>Nachsorgeuntersuchung</b><br><input type="checkbox"/> 3 Wochen <input type="checkbox"/> 5 Jahre<br><input type="checkbox"/> 3 Mon. <input type="checkbox"/> 6 Jahre<br><input type="checkbox"/> 6 Mon. <input type="checkbox"/> 7 Jahre<br><input type="checkbox"/> 1 Jahr <input type="checkbox"/> 8 Jahre<br><input type="checkbox"/> 2 Jahre <input type="checkbox"/> 9 Jahre<br><input type="checkbox"/> 3 Jahre <input type="checkbox"/> 10 Jahre<br><input type="checkbox"/> 4 Jahre <input type="checkbox"/> 11 Jahre |  |  |
| Name:   |   |  | Datum:  |  |  |
| Vorname:  |   |  |   |  |  |
| geb.:   |   |  |   |  |  |
| Operation re / li am:   |   |  |   |  |  |
| Bitte den Ohrbogen vollständig ausfüllen. Danke!  |   |  |   |  |  |
| Lokalisation  | Paukenabdeckung   | Prothese   | Paukenbelüftung (spontan)   | Röntgenbefund  | Nachoperation  |
| links <input type="checkbox"/><br>rechts <input type="checkbox"/>   | intakt <input type="checkbox"/><br>reizlos <input type="checkbox"/><br>entzündet <input type="checkbox"/><br>retrahiert <input type="checkbox"/><br>adhaerent <input type="checkbox"/><br>atrophiert <input type="checkbox"/><br>sklerotisch <input type="checkbox"/><br>Granulation <input type="checkbox"/><br>zentrl. Perf. <input type="checkbox"/><br>randst. Perf.: <input type="checkbox"/><br>pars tensa <input type="checkbox"/><br>pars flacci <input type="checkbox"/> | keine <input type="checkbox"/><br>reizlos <input type="checkbox"/><br>verkippt <input type="checkbox"/><br>prominent <input type="checkbox"/><br>penetriert <input type="checkbox"/><br>abgestoßen <input type="checkbox"/>  | vollständ. <input type="checkbox"/><br>vorne, oben <input type="checkbox"/><br>fraglich <input type="checkbox"/><br>nicht <input type="checkbox"/><br>unbekannt <input type="checkbox"/>  | kein <input type="checkbox"/><br>WARZENFORTSATZ <input type="checkbox"/><br>groß <input type="checkbox"/><br>mittel <input type="checkbox"/><br>klein <input type="checkbox"/><br>MASTOIDHÖHLE <input type="checkbox"/><br>groß <input type="checkbox"/><br>mittel <input type="checkbox"/><br>klein <input type="checkbox"/>      | nein <input type="checkbox"/><br>ja <input type="checkbox"/><br>unbestimmt <input type="checkbox"/>            |
| <b>Op Wunde</b>   |   |  |   |  | <b>Rinne</b>   |
| reizlos <input type="checkbox"/><br>entzündet <input type="checkbox"/><br>Fistel <input type="checkbox"/>   |   |  |   |  | positiv <input type="checkbox"/><br>negativ <input type="checkbox"/><br>+/- <input type="checkbox"/>           |
| <b>Gehörgang</b>  |   | <b>Mastoidhöhle</b>  | <b>Paukenschleimhaut</b>  |  |  |
| reizlos <input type="checkbox"/><br>entzündet <input type="checkbox"/><br>verengt <input type="checkbox"/><br>Stenose <input type="checkbox"/><br>Atresie <input type="checkbox"/><br>Granulation <input type="checkbox"/><br>Cholesteatom <input type="checkbox"/><br>Knorpel frei <input type="checkbox"/><br>Knochen frei <input type="checkbox"/><br>Fremdmat.: <input type="checkbox"/><br>1/3 frei <input type="checkbox"/><br>2/3 frei <input type="checkbox"/><br>3/3 frei <input type="checkbox"/> | <b>Perforation</b>  | keine <input type="checkbox"/><br>reizlos <input type="checkbox"/><br>entzündet <input type="checkbox"/><br>Granulation <input type="checkbox"/><br>Knorpel frei <input type="checkbox"/><br>Knochen frei <input type="checkbox"/><br>Fremdmat.: <input type="checkbox"/><br>1/3 frei <input type="checkbox"/><br>2/3 frei <input type="checkbox"/><br>3/3 frei <input type="checkbox"/> | unsichtbar <input type="checkbox"/><br>unauffäll. <input type="checkbox"/><br>verdickt <input type="checkbox"/><br>entzündet <input type="checkbox"/><br>polypös <input type="checkbox"/>   | <b>Dokumentation</b>   | <b>Transplantat</b>  |
|   | keine <input type="checkbox"/><br>kleine <input type="checkbox"/><br>25 Prozent <input type="checkbox"/><br>50 Prozent <input type="checkbox"/><br>75 Prozent <input type="checkbox"/><br>100 Prozent <input type="checkbox"/>  |  | <b>Valsalva</b>   | keine <input type="checkbox"/><br>bakteriell <input type="checkbox"/><br>histo/eigen <input type="checkbox"/><br>histo/fremd <input type="checkbox"/><br>Foto <input type="checkbox"/><br>Film <input type="checkbox"/><br>Video <input type="checkbox"/><br>Röntgen <input type="checkbox"/><br>Sonstige <input type="checkbox"/> | normal <input type="checkbox"/><br>lateralisiert <input type="checkbox"/><br>blunting <input type="checkbox"/> |
| <b>Audiogramm</b>   | 0,25      0,50      1,0      2,0      4,0      8,0 kHz  |  |   |  | <b>Untersucher</b><br><br>_____<br>Stempel / Unterschrift  |
|   | Knochenleitung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/><br>Luftleitung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |  |   |  |  |
| Bitte die 1. Seite des Ohrnachsorgebogens an das Städt. Klinikum einsenden (Adresse umseitig); die 2. Seite ist für Ihren behandelnden HNO-Arzt gedacht, die 3. Seite verbleibt im Buch. Danke.   |   |  |   |  |  |

**Grafik 11:** Formblatt Ohrnachsorgebogen des Klinikums Solingen

### 2.2.2 Tonschwellenaudiogramm

Beim Tonschwellenaudiogramm handelt es sich um ein apparatives, subjektives Testverfahren zur Überprüfung der Hörleistung.<sup>58</sup> Die subjektive Hörprüfung ist auf die Mitarbeit der Patienten angewiesen. Diesen werden reine Sinustöne in den Frequenzstufen 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz und 8000Hz angeboten. Dabei wird die Schallintensität jeder einzelnen Frequenz so lange erhöht, bis der Untersuchte diesen Ton gerade wahrnimmt und somit seine frequenzabhängige Hörschwelle erreicht ist. Diese Hörschwelle wird im Vergleich zu einer Nulllinie, die der normalen Hörleistung entspricht, angegeben. Man erhält somit die Abweichung der Schallintensität in Dezibel (dB). Definitionsgemäß entspricht der Hörverlust im Vergleich zum normalen Hören einem positiven Dezibelwert.<sup>59</sup>

Die Hörschwelle wird getrennt für die Luftleitung (LL) und die Knochenleitung (KL) ermittelt. Bei der LL-Messung wird die Schallquelle (Luftleitungshörer) vor dem äußeren Gehörgang positioniert, so dass die Schallwellen über das Mittelohr ins Innenohr geleitet werden. Diese Messung gibt Auskunft über die Funktion des äußeren Gehörgangs, Mittelohrs und Innenohrs. Die KL wird hingegen über eine Schallquelle ermittelt, die den Schall „direkt“ ins Innenohr sendet. Bei dieser Methode wird die Fähigkeit des Schädelknochens, Schallwellen ans Innenohr weiterzuleiten, genutzt. Der sogenannte „Knochenleitungshörer“ wird auf dem Planum mastoideum aufgesetzt.

Für jede Frequenz erhält man somit für jedes untersuchte Ohr zwei Werte. Diese werden in die Hörschwellenkurve eingezeichnet. Besteht eine Abweichung zwischen der LL und KL, so handelt es sich um die sogenannte Schalleitungskomponente. Sie entspricht dem Hörverlust, der vom Mittelohr verursacht wird und als Differenz von LL zu KL ermittelt wird. Es ist auszuschließen, dass die Schalleitung behindernde Vorgänge des äußeren Gehörgangs vorliegen, welche die LL beeinträchtigen. Liegt eine Schalleitungskomponente vor, wird von einer Schalleitungsschwerhörigkeit gesprochen. Liegt die LL- Kurve auf der KL-Kurve ist nach pathologischen Veränderungen zu suchen, die unter anderem das Innenohr oder die weiterführende Hörbahn betreffen können. Dabei handelt es sich um eine Schalleitungsempfindungsstörung. Zudem besteht häufig eine Kombination aus Schalleitungs- und Schallempfindungsstörung.

Um den durch das Mittelohr verursachten Hörverlust darzustellen, wird in dieser Arbeit - wie in vergleichbaren Studien - die Schalleitungskomponente genutzt.

### **2.3 Statistisches Verfahren zur Datenanalyse**

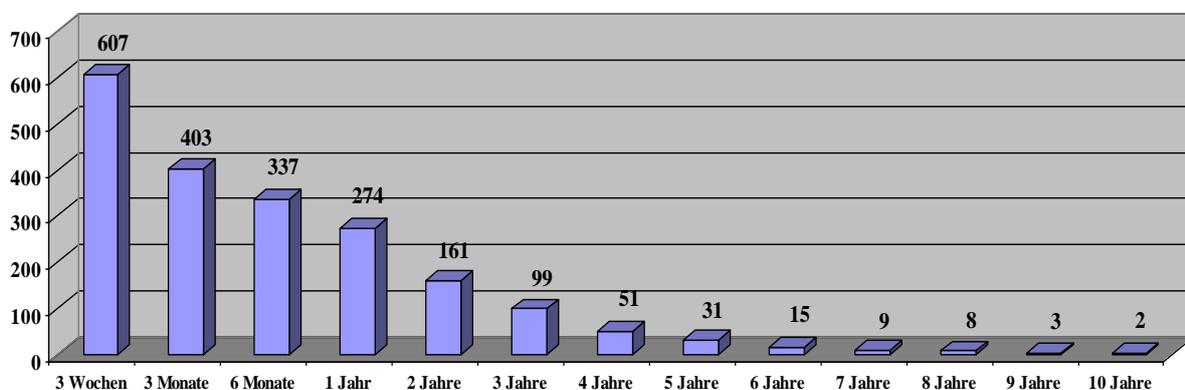
Die statistische Analyse für den Vergleich von prä- und postoperativen Resultaten erfolgte mit Hilfe des gepaarten t-Tests. Dabei wird getestet, ob zwei Stichproben aus zwei Grundgesamtheiten mit demselben Mittelwert stammen. Der gepaarte t-Test ist in dieser Untersuchung als zweiseitiger Test durchgeführt worden. Ein signifikantes Ergebnis wird jeweils bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,05$  definiert. Zur Darstellung der Daten in Diagrammen und Grafiken wurde das Programm Microsoft Excel 2003® verwendet.

### 3. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchung im Einzelnen dargestellt. Zunächst wird die Nutzung des Nachsorgeangebots durch die Patienten analysiert. Im Folgenden werden die Resultate des über 15jährigen Beobachtungszeitraums beschrieben. Dabei werden das In-Situ-Prothesenverhalten, die Belüftung des Mittelohres sowie das audiologische Ergebnis betrachtet.

#### 3.1 Nachsorgeverhalten

Alle Patienten sind präoperativ über die Relevanz einer fachkundigen und regelmäßigen Nachsorge des Ohres im Anschluss an einen mittelohrchirurgischen Eingriff aufgeklärt worden. Das den Patienten der HNO-Klinik des Städtischen Klinikums Solingen zur Verfügung gestellte Ohrnachorgebuch dient zur Nachsorgestandardisierung sowie zur Erhöhung der Nachsorgecompliance. Die Nachuntersuchungen sind üblicherweise von niedergelassenen Facharzt-Kollegen vorgenommen worden. Lediglich die erste Nachsorgeuntersuchung nach etwa drei Wochen, bei der die Gehörgangstamponade entfernt wird, ist - falls möglich - im Krankenhaus durchgeführt worden. Viele niedergelassene Kollegen haben dankenswerterweise ihre im Ohrnachorgebuch festgehaltenen Untersuchungsergebnisse der Solinger Datenbank zur Verfügung gestellt und so die folgende Untersuchung ermöglicht. Im mehr als 15jährigen Beobachtungszeitraum sind insgesamt 2000 Nachsorgen der 957 Patienten (Anzahl unter Berücksichtigung der mehrfach operierten) nach einer Tympanoplastik Typ III archiviert worden.



**Grafik 12:** Von Patienten wahrgenommene Nachsorgen im Laufe von 10 Jahren

Wie die vorstehende Grafik 12 zeigt, sinkt die Nutzung des Nachsorgeangebotes mit zeitlichem Abstand von der Operation deutlich, so dass die statistische Auswertung auf die ersten postoperativen Jahre beschränkt werden muss. Die Betrachtung der Folgejahre kann lediglich Tendenzen aufzeigen.

Aufgrund des Operationszeitpunktes konnten nur von denjenigen Patienten viele Nachsorgebefunde in diese Studie einfließen, die in den ersten Jahren dieser Erfassung operiert worden sind. Weitere Gründe für die sinkenden Nachsorgefälle in Korrelation mit dem zeitlichen Abstand sind nur zu vermuten. So fallen einerseits Patienten durch Reoperation, Umzug oder Tod aus der Studie heraus, andererseits sinkt für die Patienten die Relevanz einer Nachuntersuchung bei niedrigem Leidensdruck und größer werdendem zeitlichen Abstand zum Operationsereignis. Zudem ist zu betonen, dass das Einzugsgebiet der HNO-Klinik Solingen überregional ist und somit auch räumliche Distanz als Hemmnis wirken kann.

Diese Gründe mögen dazu geführt haben, dass nur wenige der für diese Studie ergänzend angeschriebenen Patienten zu einer zusätzlichen Nachsorge erschienen sind. Zielsetzung der additiven schriftlichen Einbestellung dieser Patienten sollte die Erhöhung der Fallzahlen sein. Von 113 einbestellten Patienten - als Auswahlkriterium hat ein möglichst großer zeitlicher Abstand zum Operationsereignis gedient - sind nur 14 (12%) zu einer außerplanmäßigen Nachsorgeuntersuchung erschienen.

## **3.2 Prothesenverhalten**

Als Prothesenverhalten wird hier der In-Situ-Zustand der Implantate bezeichnet. Bei der ohrmikroskopischen Untersuchung wird laut Ohrnachsorgebuch dabei zwischen folgenden Prothesenstellungen unterschieden:

- reizlos
- verkippt
- prominent
- penetriert
- abgestoßen

### **3.2.1 Autogener Amboss**

Im Nachbeobachtungszeitraum von bis zu sieben Jahren zeigt der Großteil der Ambossrestkörper nach Transposition ein unauffälliges Verhalten. Bei der ersten Nachsorgeuntersuchung nach drei Wochen fällt bei zwei (1%) der zur Nachsorge erschienenen Patienten (n=201) ein otoskopisch als prominent einzustufendes Ambossimplantat auf. In einem Fall (0,5%) wird eine Verkipfung des Ambossrestkörpers festgestellt.

Bei der zweiten Nachsorge drei Monate postoperativ erweisen sich zwei (1,7%) der 115 Transplantate als prominent. Bei einem Patienten (0,9%) wird ein verkippter Amboss festgestellt. Sechs Monate nach der Operation werden zwei prominente Ambossrestkörper (1,8%) diagnostiziert (n=109).

Nach einem Jahr stellen sich zwei Patienten (2,8%) mit verkipptem und einer (1,4%) mit prominentem Implantat vor (n=70). Zwei Jahre postoperativ fallen bei 49 erschienenen Patienten zwei als prominent einzustufende Ambosstranspositionen (4%) auf. Bei den Nachsorgen der Folgejahre werden bei sinkenden Fallzahlen keinerlei Auffälligkeiten bezüglich des Lageverhaltens des autogenen Ambosses nachgewiesen.

### **3.2.2 Titan-TORP**

Drei Wochen nach der Operation fallen bei 203 Titan-TORPs zwei Penetrationen (1%) und jeweils eine prominente (0,5%) und eine verkippte Prothese (0,5%) auf. Zur Nachsorge nach drei Monaten erscheinen 162 Patienten. Auffällig sind eine Person, bei der die Prothese penetriert ist (0,6%), sechs Personen mit prominenter TORP (3,7%) und zwei mit verkippter Prothese (1,2%).

Bei der dritten Nachsorgeuntersuchung (n=100), die am Ende des sechsten postoperativen Monats durchgeführt wird, stellen sich vier Patienten mit einer Penetration des Trommelfells (4%), sechs mit prominenter (6%) sowie fünf mit verkippter Prothese (5%) vor.

Ein Jahr nach der Operation nehmen 74 Patienten die Möglichkeit zur Ohrachsorge wahr, dabei werden eine Penetration (1,3%), sechs prominente (8,1%) sowie drei verkippte Prothesen (4%) diagnostiziert. 45 Patienten mit TORP unterziehen sich der Nachuntersuchung nach zwei Jahren. Bemerkenswert sind vier (8,8%) prominente sowie eine verkippte Prothese (2,2%). Nach drei Jahren (n=23) wird eine Prothese diagnostiziert, die das Trommelfell penetriert hat (4,3%).

### **3.2.3 Titan-TORP bei intakter Stapesstruktur**

Bei den Patienten, die bei einer intakten Stapessuprastruktur mit einer Titan-Total-Prothese versorgt worden sind (n=21), wird bei einem maximalen Nachsorgezeitraum von drei Jahren lediglich eine prominente Prothese verzeichnet.

### **3.2.4 Titan-PORP**

Beim ersten Nachsorgetermin nach drei Wochen haben drei Titan-PORP (n=198) das Neotrommelfell penetriert (1,5%). Dreimal ist die Prothese verkippt (1,5%). Bei vier Patienten ist die PORP prominent (2%).

Nach drei Monaten erscheinen 115 Patienten zur Nachsorge. Davon weisen drei eine penetrierende (2,6%), 13 eine prominente (11,3%) und sechs eine verkippte Prothese (5,2%) auf. Die Nachsorge nach sechs Monaten nehmen 101 Patienten wahr, bei denen fünf mit penetriertem Trommelfell auffallen (5%). In sechs Fällen ist die Prothese verkippt (5,9%) und 10mal prominent (10%).

Bei der Nachsorgeuntersuchung nach einem Jahr gibt es bei drei von 87 Patienten eine Penetration des Trommelfells (3,4%), achtmal ist die PORP verkippt (9,2%) und viermal prominent (4,6%). Nach zwei Jahren sind zwei Fälle einer Penetration (5,2%), vier Fälle mit einer Verkipfung (10,5%) und vier prominente Prothesen (10,5%) zu verzeichnen (n=38). Drei Jahre postoperativ fallen je ein Patient (5,9%) mit einer penetrierenden, verkippten oder prominenten PORP auf (n=17).

### **3.2.5 Ionomerzement-TORP**

Von den wenigen Patienten, die mit einer Ionomerzement-TORP versorgt worden sind (n=16), erscheinen nur einzelne regelmäßig zur Nachsorgeuntersuchung, so dass nach drei Wochen bei 11 nachuntersuchten Patienten nur eine verkippte Prothese (9%) aufgefallen ist.

Nach drei Monaten ist eine von sieben prominent (14%) und eine verkippt (14%). In der Folgezeit werden bei nur noch vereinzelter Frequentierung der Nachsorge keine Auffälligkeiten mehr registriert.

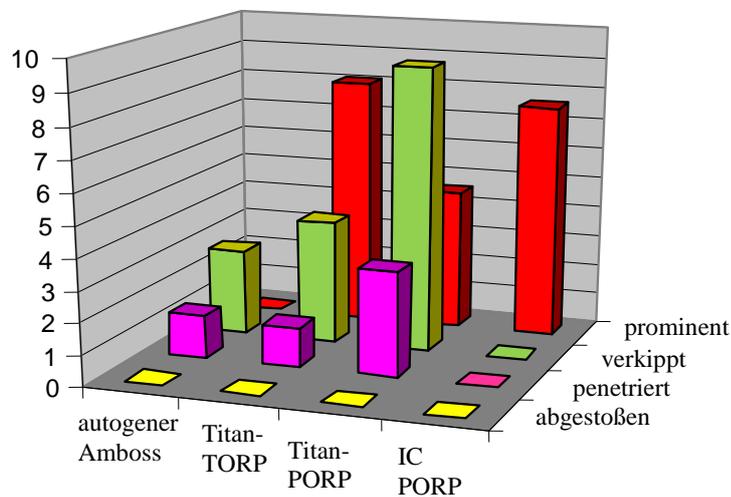
### **3.2.6 Ionomerzement-PORP**

Drei Wochen nach der Operation kommen 31 der mit einer Ionomerzement-PORP versorgten Patienten (n=40) zur Nachsorge, bei welcher sich eine PORP als verkippt herausstellt (3%).

Nach drei Monaten (n=26) erweisen sich fünf Prothesen als prominent (19,2%) sowie eine als verkippt (3,8%). Sechs Monate nach der Operation (n=20) sind drei Prothesen prominent (15%) und eine Prothese verkippt (5%). Bei einem Patienten (5%) ist es zu einer Abstoßung des Implantats gekommen.

Ein Jahr nach der Operation fällt bei 13 Untersuchten eine prominente Prothese (7,6%) auf. Alle 15 Patienten stellen sich nach zwei Jahren mit einem regelrechten postoperativen Befund vor. Nach drei Jahren (n=13) werden eine prominente (7,6%) sowie eine penetrierende Prothese (7,6%) diagnostiziert.

Die folgende Abbildung visualisiert den graphischen Vergleich des Prothesenverhaltens ein Jahr nach dem operativen Eingriff. Die IC TORPs und Titan-TORPs bei intaktem Staples sind dabei nicht berücksichtigt. Diese kleinen Patientenkollektive weisen ein Jahr postoperativ keine Auffälligkeiten auf.

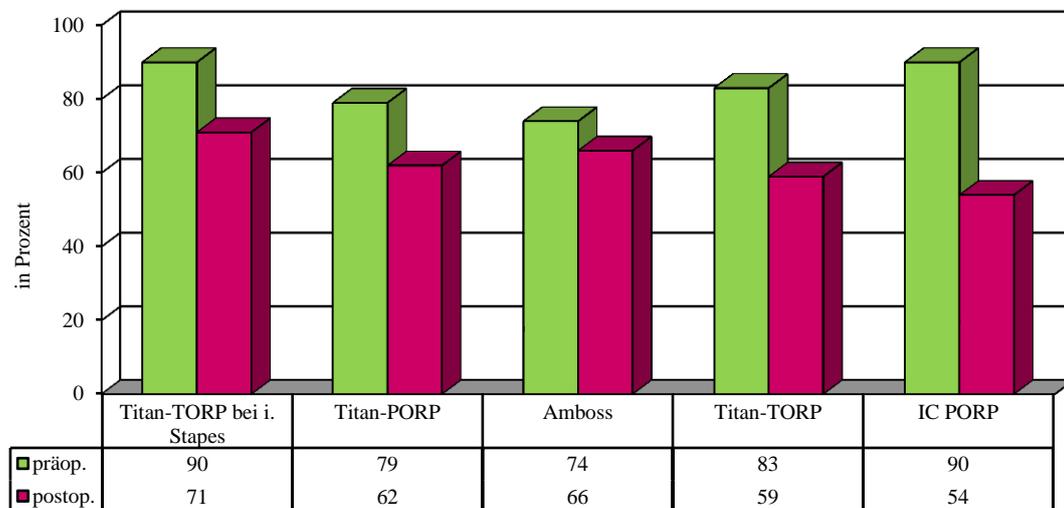


|              | autogener Amboss | Titan-TORP | Titan-PORP | IC PORP |
|--------------|------------------|------------|------------|---------|
| ■ abgestoßen | 0                | 0          | 0          | 0       |
| ■ penetriert | 1,4              | 1,3        | 3,4        | 0       |
| ■ verkippt   | 2,8              | 4,0        | 9,2        | 0       |
| ■ prominent  | 0                | 8,1        | 4,6        | 7,6     |

**Grafik 13:** Prothesenverhalten 1 Jahr postoperativ ohne IC TORPs  
 Ordinate: Prozentuelle Angaben in Bezug auf die zu diesem Zeitpunkt Untersuchten  
 (autogener Amboss n=70; Titan-TORP n=74; Titan-PORP n=87; IC PORP n=13)

### 3.3 Paukenbelüftung

Der entscheidende Parameter für ein gesundes Mittelohr und somit für ein erfolgreiches Ossikelkettenersatzverfahren ist die Mittelohrbelüftung, da eine ausreichend belüftete Paukenhöhle Erkrankungen des Mittelohres vorbeugt. In der nachfolgenden Grafik wird vergleichend prothesenabhängig die Einschätzung der Paukenbelüftung präoperativ und ein Jahr nach der Operation veranschaulicht. Der prozentuale Anteil der vom Untersuchenden als „gut“ belüftet eingeschätzten Paukenhöhlen sinkt, wie die folgende Abbildung zeigt, bei allen betrachteten Tympanoplastik Typ III–Verfahren von präoperativ zu einem Jahr postoperativ. So fällt der Anteil bei Titan-TORP mit intaktem Stapes um 19%. Bei Titan-PORP beträgt der Abfall 17%, beim autogenen Amboss 8%. Bei Titan-TORP verringert sich der prozentuale Anteil um 24% und bei IC PORP um 46%. Die IC TORP ist aufgrund der zu geringen Zahl der Fälle hier nicht betrachtet worden.



**Grafik 14:** Prozentualer Anteil „gut“ belüfteter Paukenhöhlen präoperativ/ein Jahr postoperativ bezogen auf die Gesamtheit der jeweils zu diesen Zeitpunkten untersuchten Patienten  
Stichprobengrößen:  
Titan-TORP (intakter Stapes): präop.: n= 21 postop.: n= 7  
Titan-PORP: präop.: n=301 postop.: n=87  
autogener Amboss: präop.: n=342 postop.: n=70  
Titan-TORP: präop.: n=375 postop.: n=74  
IC PORP: präop.: n= 40 postop.: n=13

### **3.4 Audiologische Resultate**

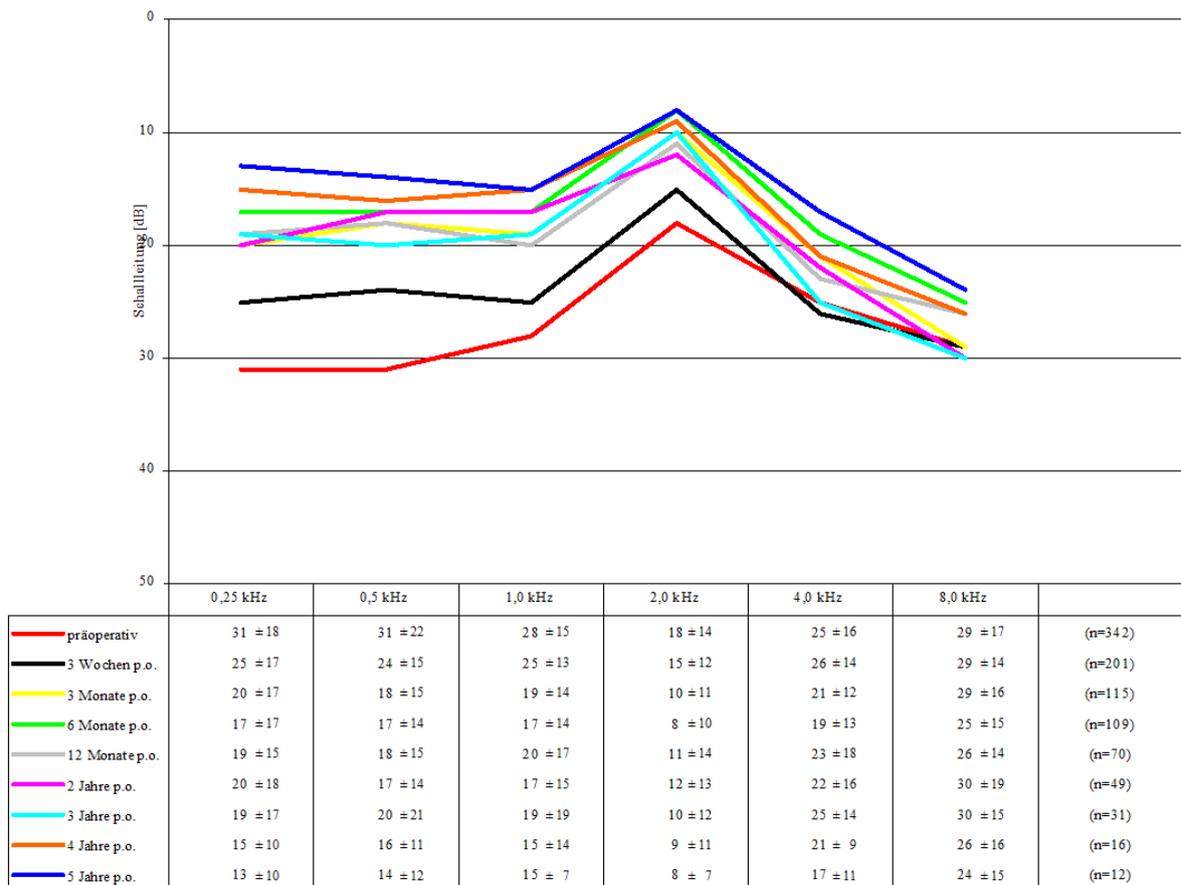
Die folgenden Audiogramme geben die durchschnittliche Schalleitungskomponente, also die Differenz der von den Patienten wahrgenommenen Schalldruckpegel zwischen KL und LL, für verschiedene Frequenzen in dB wieder. Dabei werden jeweils in einem Audiogramm der präoperative Befund sowie die Befunde bei sämtlichen Nachsorgeterminen der jeweiligen Implantat-/Transplantattypen dargestellt. Die Schalleitungskomponente - auch Schalleitung oder „Air-Bone-Gap“ genannt – liegt bei einem gesunden Mittelohr theoretisch bei 0 dB und sollte somit nach einer erfolgreichen Operation einen möglichst kleinen Wert annehmen. Die das Audiogramm begleitenden Tabellen geben die Anzahl der Patienten der einzelnen Nachsorgetermine sowie den auf ein ganzes Dezibel gerundeten Mittelwert und die Standardabweichung der Schalleitungskomponente wieder. Zur statistischen Auswertung wird die Schalleitung als Durchschnittswert der mittleren Frequenzen (0,5 kHz bis 4,0 kHz) angegeben.

#### **3.4.1 Autogener Amboss (Ambosstransposition)**

Von 342 Patienten, bei denen eine Tympanoplastik Typ III unter Verwendung des Ambossrestkörpers erfolgt ist, kommen 201 nach drei Wochen, 115 nach drei Monaten und 70 in Jahresfrist zur Nachsorge. Die Nachsorgezahlen der anschließend jährlichen Nachsorgeuntersuchungen sinken kontinuierlich, so dass nach drei Jahren nur noch 31 der operierten Patienten erschienen sind. Zum Abschluss der Erhebung nach fünf Jahren nehmen lediglich 12 Patienten den Nachsorgetermin wahr.

Der präoperative Wert der Schalleitungskomponente liegt bei dem untersuchten Patientenkreis im tieferen Frequenzbereich (0,25 kHz – 1,0 kHz) bei ca. 30 Dezibel. Ähnlich ist der Wert bei 4,0 kHz (25 dB) und bei 8,0 kHz (29 dB). Wesentlich besser präsentiert sich das Gehör der Patienten nur bei 2 kHz, die Schalleitung liegt bei 18 dB.

Drei Wochen nach der Operation hat sich die Schalleitung bei 0,25 und 0,5 kHz um 5 bzw. 6 dB und bei 1,0 und 2,0 kHz um 3 dB verringert. Im höheren Frequenzbereich hat sich die Mittelohrfunktion nicht verbessert.



**Grafik 15:** Schallleitungskomponente vor und nach Ambosstransposition  
(Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

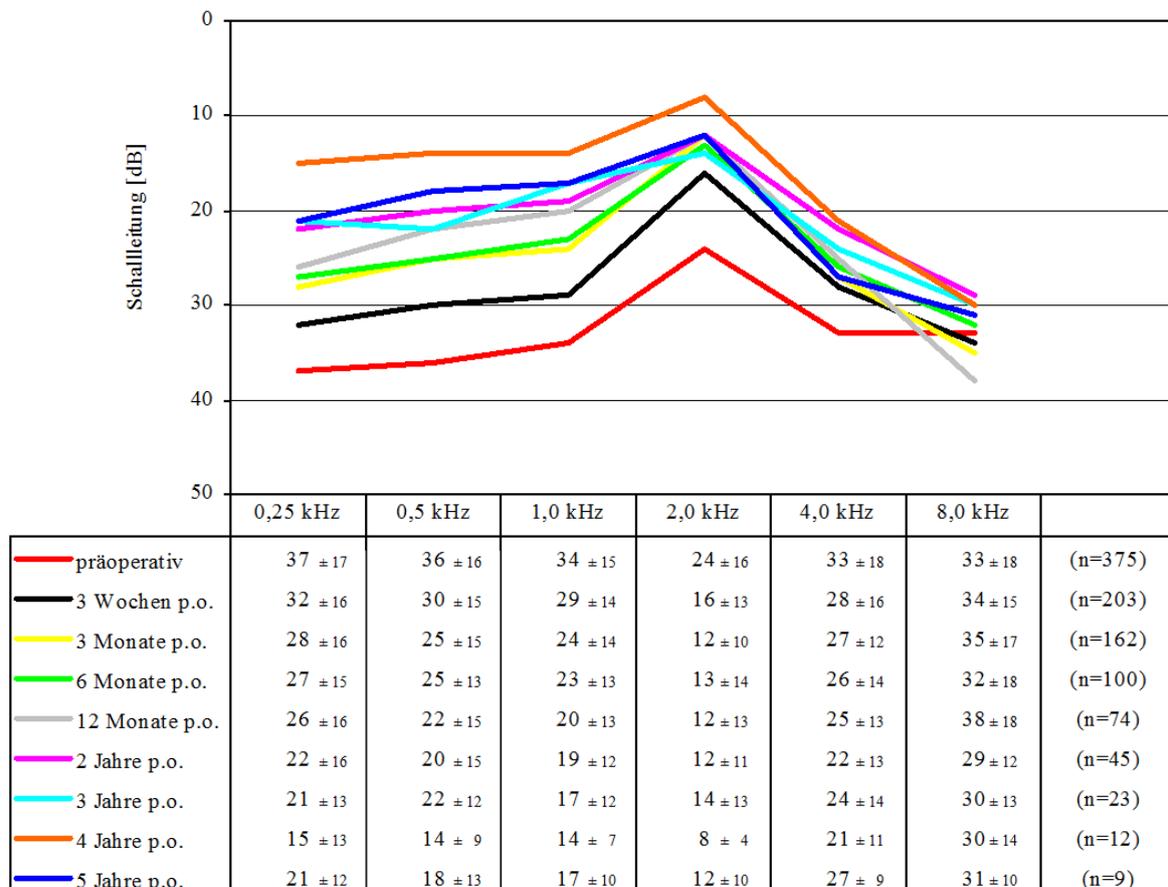
Drei Monate postoperativ hat sich die Schallleitungskomponente in fast allen Frequenzbereichen um weitere 5 bis 6 Dezibel verkleinert, lediglich bei 8 kHz bleibt die präoperative Schallleitung von 29 dB bestehen. Nach weiteren drei Monaten hat die Schallleitung im gesamten Frequenzbereich erneut um 2-3 dB abgenommen, wobei sich der 8 kHz-Wert um 4 dB verschlechtert.

Gegen den Trend vergrößert sich die „Air-Bone-Gap“ nach einem Jahr frequenzbereichsübergreifend um 2 bis 4 dB. In den folgenden Jahren des Untersuchungszeitraumes schwanken die Ergebnisse nur noch geringfügig, wobei sich die Schallleitungskomponente nach längerem postoperativen Intervall tendenziell weiter geringfügig verringert.

Bei der Nachsorge nach sechs Monaten präsentiert sich das Kollektiv „autogener Amboss“ mit einer mittleren frequenzübergreifenden (0,5 bis 4,0 kHz) Schallleitungskomponente von ca. 16 dB. Die mittlere präoperative „Air-Bone-Gap“ dieser Patienten liegt bei 27 dB. Somit existiert bei den 109 statistisch relevanten Patienten eine mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die Transposition des autogenen Amboss verursachte signifikante Schallleitungsverbesserung von durchschnittlich 12 dB.

### 3.4.2 Titan-TORP

Von den 375 Operierten sind 203 nach drei Wochen, 162 nach drei Monaten, 100 nach sechs Monaten, 74 nach einem Jahr, 45 nach zwei Jahren, 23 nach drei Jahren, 12 nach vier Jahren und nur noch 9 nach fünf Jahren zur Nachsorge erschienen. Die präoperativen Audiogramme dieser Patienten haben im Durchschnitt eine Schallleitung von 33 bis 37 dB bei den tiefen und hohen Frequenzen sowie bei 2,0 kHz von 24 dB ergeben.



**Grafik 16:** Schallleitungskomponente vor und nach Implantation einer Titan-TORP (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Bei sämtlichen Nachsorgeterminen dieses Kollektivs fällt auf, dass im sehr hohen Frequenzbereich von 8,0 kHz die Schallleitung weitestgehend unverändert bleibt. Bei den Frequenzen von 0,25 kHz bis 4,0 kHz hat die Versorgung mit einer Titan-Totalprothese jedoch eine Verbesserung mit sich gebracht. So verringert sich die Schallleitungskomponente in diesem Bereich nach drei Wochen postoperativ um 5 bis 8 dB.

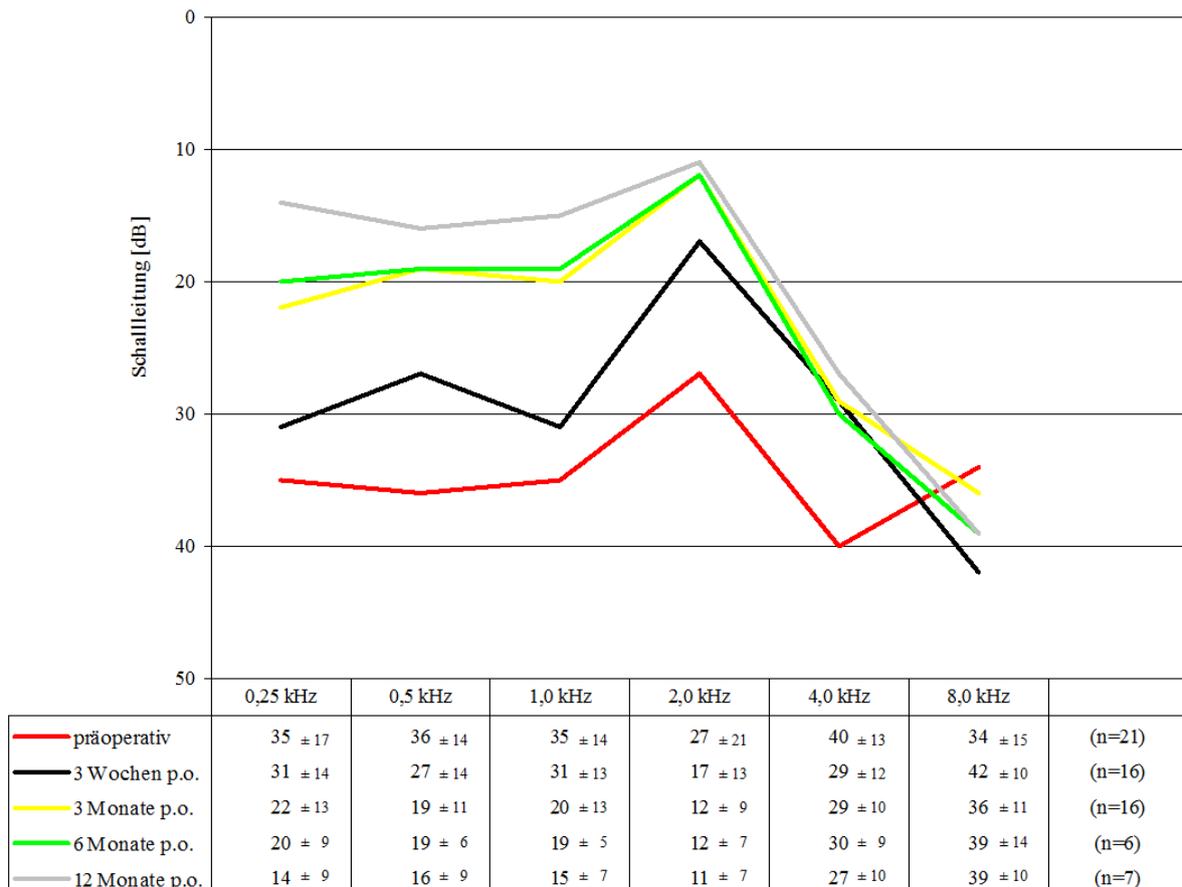
Eine weitere Verbesserung der Schallleitung wird nach drei Monaten gemessen. Hier hat die Schallleitungskomponente bei Frequenzen zwischen 0,25 kHz und 2,0 kHz um 4 dB bzw. 5 dB und bei 4 kHz geringfügig um 1 dB abgenommen. In den folgenden zwei Nachsorgen findet keine bedeutende Änderung der „Air-Bone-Gap“ statt. Nach zwei Jahren und in den Folgejahren kommt es zu einem weiteren Abfall der Schallleitung im Bereich von 0,25 kHz bis 4 kHz. Bei stark sinkenden Fallzahlen darf diese Beobachtung lediglich als Trend gewertet werden.

100 Patienten haben präoperativ eine über den Frequenzbereich von 0,5 bis 4,0 kHz gemittelte Schallleitungskomponente von 29 dB. Nach sechs Monaten bleibt bei dieser Gruppe eine Schallleitungskomponente von durchschnittlich 21 dB bestehen. So liegt die Verringerung der Schallleitung bei der Verwendung von Titan-TORP hochsignifikant bei 7 dB.

### **3.4.3 Titan-TORP bei intakter Stapessuprastruktur**

Das Kollektiv der Patienten, bei denen zum Ossikelkettenersatz trotz intaktem Steigbügelbogens eine Titan-Totalprothese verwendet worden ist, besteht aus 21 Patienten. Nach drei Wochen und drei Monaten kommen 16 Patienten zur Nachsorge, nach sechs Monaten sind es lediglich noch 6 und nach Jahresfrist sieben Patienten.

Der präoperative Ausgangsbefund hat eine Schallleitungskomponente von 34 bis 36 dB bei 0,25 kHz bis 1,0 kHz und bei 8,0 kHz ergeben. Bei 2,0 kHz liegt sie mit 27 dB deutlich darunter und bei 4,0 kHz mit 40 dB deutlich darüber.



**Grafik 17:** Schallleitungskomponente vor und nach Implantation einer Titan-TORP bei intakter Stapes suprastruktur (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Bei sämtlichen Nachsorgeterminen fällt auf, dass sich bei dieser Operationstechnik eine postoperative Vergrößerung der Schallleitungskomponente bei 8 kHz entwickelt, die nach drei Wochen mit 8 dB besonders deutlich ins Gewicht fällt. Bei den Frequenzen 0,25 kHz und 1,0 kHz verkleinert sich die Schallleitung nach drei Wochen im Vergleich zum präoperativen Befund um 4 dB. Bei 0,5 kHz und 4,0 kHz tritt eine deutlich messbare Verbesserung um 10 bzw. 11 dB ein. Drei Monate nach der Operation präsentiert sich das Kollektiv mit einer weiter verringerten „Air-Bone-Gap“: bei 0,25 kHz um weitere 9 dB, bei 0,5 kHz um 8 dB, bei 1,0 kHz um 11 dB, bei 2,0 kHz um 10 dB. Die Schallleitung bei 4,0 kHz hat sich nicht verändert. Nach sechs Monaten bleibt die Schallleitung weitgehend unverändert. Nach einem Jahr verringert sich die Schallleitung vor allem im Bereich von 0,25 bis 1,0 kHz jedoch nochmals. Die bei den letzten beiden beschriebenen Nachsorgeterminen erhobenen Befunde werden jedoch durch die geringe Teilnehmerzahl relativiert.

Nach sechs Monaten besteht bei den sechs erschienenen Patienten eine gemittelte Schalleitungskomponente im Bereich von 0,5 kHz bis 4,0 kHz von 20 dB. Die präoperative Ausgangsschalleitung dieser Patienten hat bei 25 dB gelegen. Somit hat sich die Schalleitung bei diesen sechs Patienten nicht signifikant um 5 dB verringert. Betrachtet man jedoch die Nachsorgeuntersuchung nach drei Monaten, so zeigt sich bei den dort erschienenen 16 von 21 operierten Patienten eine deutliche Verringerung der gemittelten Schalleitung um 12 dB.

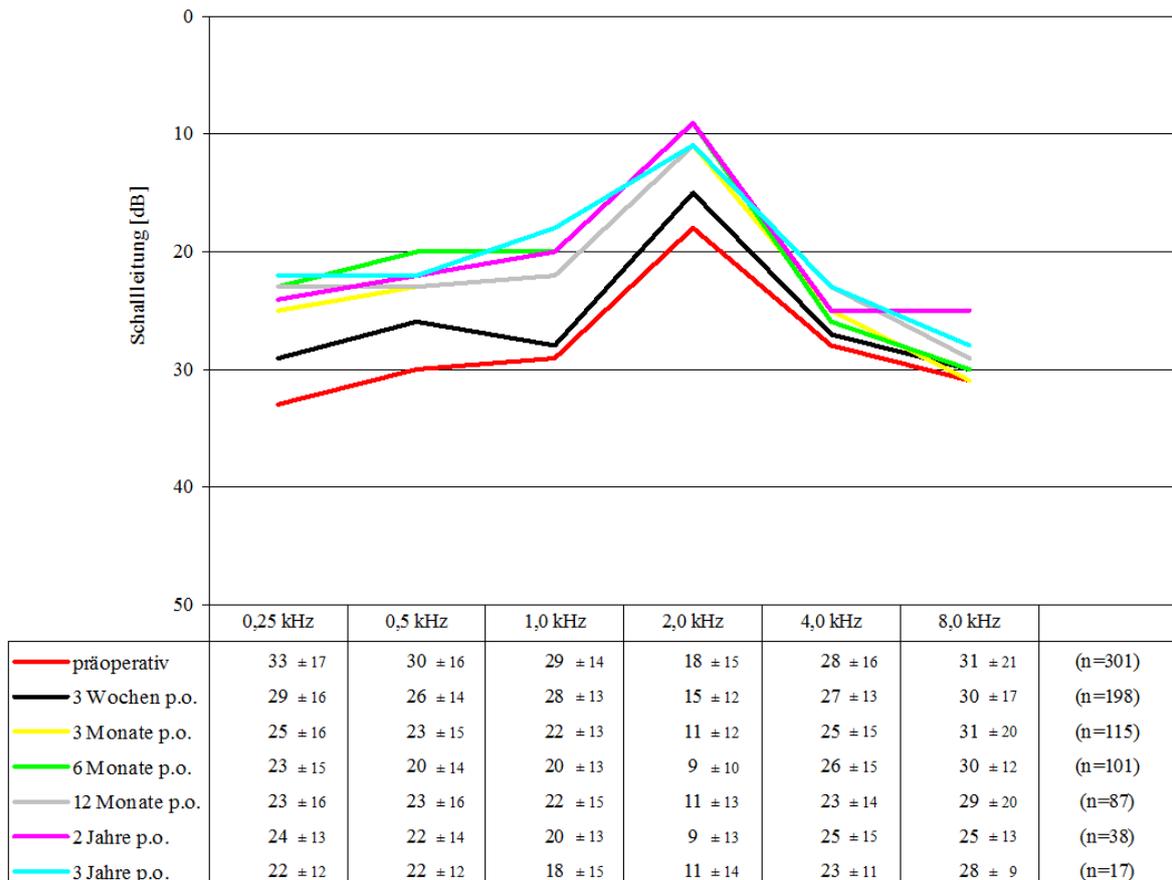
#### **3.4.4 Titan-PORP**

Von den insgesamt 301 Titan-PORP-Patienten sind 198 nach drei Wochen, 115 nach drei Monaten, 101 nach sechs Monaten, 87 nach 12 Monaten, 38 nach zwei Jahren und nur noch 17 nach drei Jahren audiometrisch untersucht worden.

Bei den meisten Frequenzen ist vor der Operation eine Schalleitungskomponente von durchschnittlich 30 dB diagnostiziert worden, lediglich bei 2,0 kHz hat sie mit 18 dB deutlich niedriger gelegen.

Nach drei Wochen kann eine Verbesserung der Schalleitung von 3 bis 4 dB bei 0,25 kHz, 0,5 kHz und 2,0 kHz festgestellt werden. Bei den übrigen erfassten Frequenzen besteht lediglich eine sehr geringfügige Änderung von 1 dB.

Nach drei Monaten ist die Schalleitungskomponente im Bereich von 0,25 bis 4,0 kHz weiter gesunken, diese Verringerung fällt bei 1,0 kHz mit 6 dB am größten und bei 4,0 kHz mit 2 dB am kleinsten aus. Bei 8,0 kHz hat sich die Schalleitung um einen Dezibelwert vergrößert und liegt damit wieder auf dem präoperativen Ausgangslevel von 31 dB. Im tiefen und mittleren Frequenzbereich (0,25 kHz bis 2,0 kHz) hat sich die Schalleitung nach sechs Monaten weiter um bis zu 3 dB verkleinert, im hohen Frequenzbereich kann keine deutliche Veränderung erfasst werden. Bei den folgenden Nachsorgeterminen der mit Titan-Partialprothesen versorgten Patienten schwanken die Werte nur noch geringfügig um das Ergebnis der 6-Monats-Nachsorge.

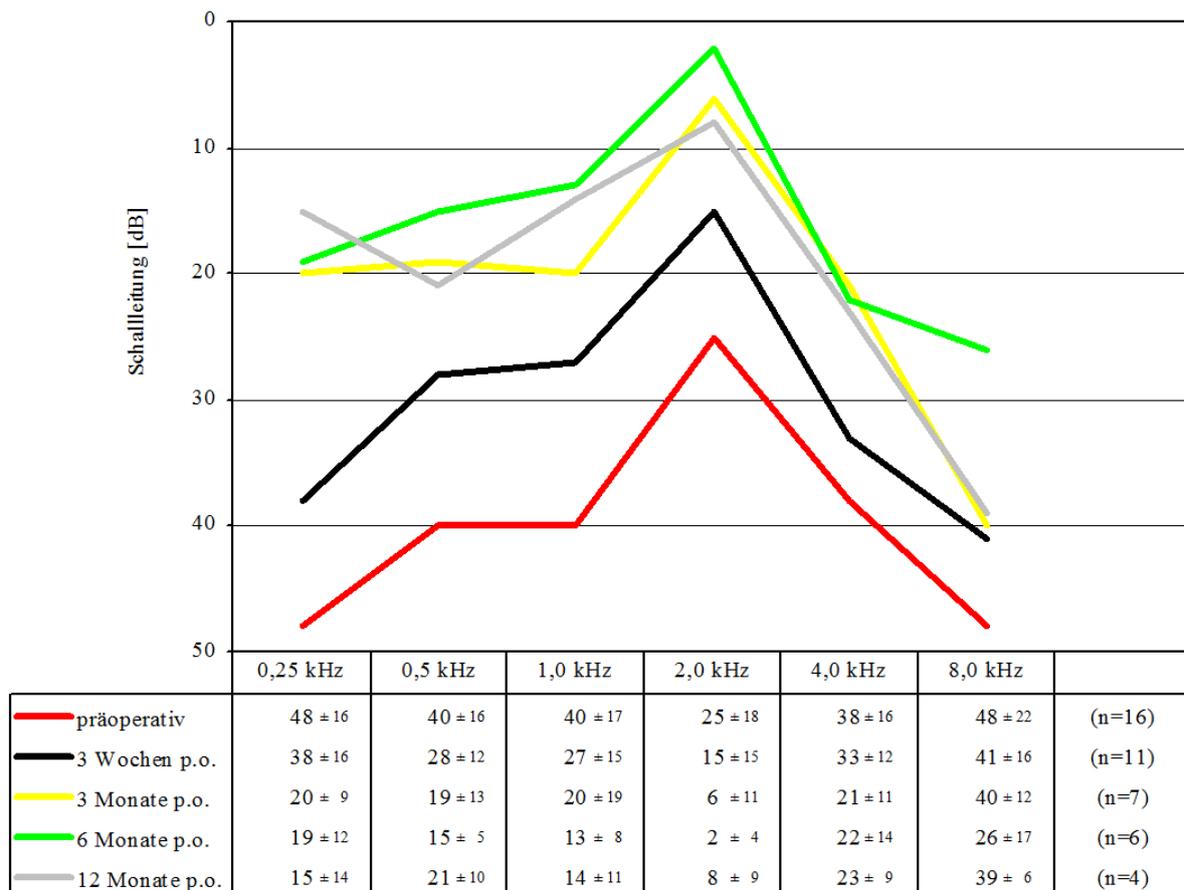


**Grafik 18:** Schallleitungskomponente vor und nach Implantation einer Titan-PORP (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Nach sechs Monaten verbleibt eine durchschnittliche „Air-Bone-Gap“ (0,5 bis 4,0 kHz) von 19 dB. Diese 101 Patienten haben präoperativ einen audiologischen Mittelohrfunktionsverlust von 25 dB aufgewiesen. Die hochsignifikante Verringerung der Schallleitungskomponente bei mit Titan-PORP versorgten Patienten liegt somit bei 6 dB.

### 3.4.5 Ionomerzement-TORP

Das kleine Kollektiv (n=16) der mit einer Ionomerzement-TORP versorgten Patienten präsentiert sich präoperativ mit einer vergleichsweise deutlich ausgeprägten Schallleitungskomponente von frequenzabhängig 25 dB bis 48 dB.



**Grafik 19:** Schallleitungskomponente vor und nach Implantation einer Ionomerzement-TORP  
(Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

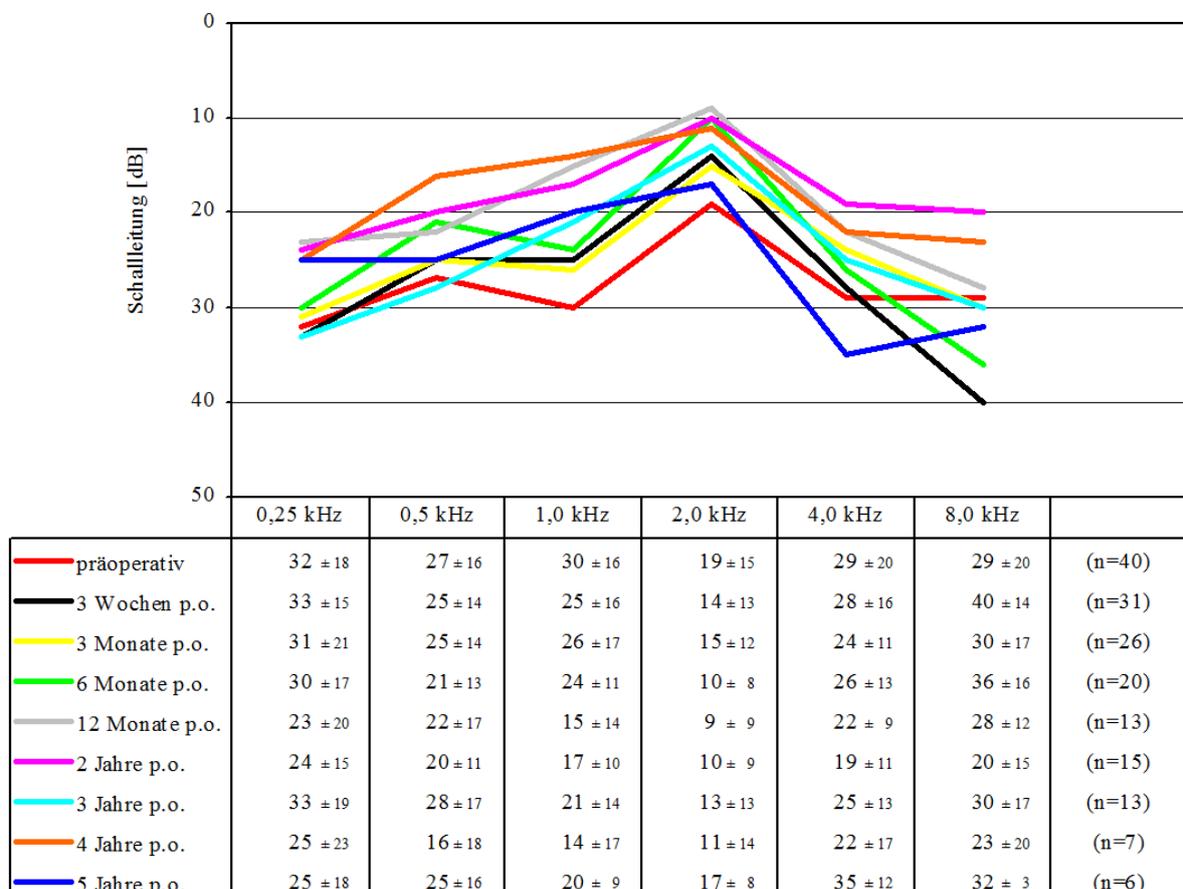
Die „Air-Bone-Gap“ hat sich nach drei Wochen um bis zu 13 dB verringert. Bei der folgenden Nachsorge nach drei Monaten zeigt sich eine weitere Verkleinerung der Schallleitung von 7 bis 18 dB, wobei bei 8 kHz die Verringerung mit 1 dB marginal ausfällt.

Vor allem im tiefen und sehr hohen Frequenzbereich verringert sich die Schallleitungskomponente nach sechs Monaten weiter. Die mittlere frequenzübergreifende Schallleitung beträgt zu diesem Zeitpunkt 13 dB. Die präoperative „Air-Bone-Gap“ der zur Nachsorge nach sechs Monaten erschienenen Patienten liegt im beschriebenen mittleren Frequenzbereich bei 31 dB. Die IC TORP hat folglich die audiologische Mittelohrfunktion in den Frequenzen von 0,5 bis 4,0 kHz um 18 dB verbessert. Bei der angenommenen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p < 0,05$ ) kann bei dem kleinen Kollektiv keine Signifikanz nachgewiesen werden. Dennoch handelt es sich um ein tendenziell positives Ergebnis.

### 3.4.6 Ionomerzement-PORP

Von insgesamt 40 Patienten mit Ionomerzement-PORPs sind nach drei Wochen 31, nach drei Monaten 26 und nach sechs Monaten 20 audiologisch erfasst worden. Die Nachsorgefrequenz sinkt bis auf sechs Patienten nach fünf Jahren ab.

Bei nahezu allen erfassten Frequenzen liegt die präoperative Schallleitung bei ca. 30 dB, nur der 2,0 kHz-Wert liegt bei 19 Dezibel.



**Grafik 20:** Schallleitungskomponente vor und nach Implantation einer PORP aus Ionomerzement (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Nach drei Wochen beobachtet man bei 0,25 kHz, 0,5 kHz und 4,0 kHz nur eine geringfügige Verbesserung. Bei 8,0 kHz hat sich die Schallleitung sogar um 11 dB verbessert. Bei 1,0 und 2,0 kHz ist eine Verringerung der Schallleitungskomponente um 5 dB messbar.

Bei der zweiten postoperativen Nachsorge nach drei Monaten verändert sich das audiologische Resultat im Vergleich zur ersten Nachsorge bei den niedrigeren Frequenzen kaum. Nur im hohen Frequenzbereich (4,0 kHz / 8,0 kHz) hat sich die Schallleitung merklich verringert. Bei den folgenden Nachuntersuchungen kommt es bei stark abnehmender Teilnehmerzahl im niedrigen bis mittleren Frequenzbereich tendenziell zu einer weiteren Verkleinerung der Schallleitung. Die Ergebnisse der höheren Frequenzen zeigen deutliche Schwankungen.

Nach sechs Monaten ist bei den 20 untersuchten Patienten eine über den Frequenzbereich von 0,5 bis 4,0 kHz gemittelte Schallleitungskomponente von 20 dB messbar. Vor der operativen Versorgung mit einer IC PORP hat im selben Frequenzbereich eine Schallleitung von 23 dB vorgelegen. Damit ergibt sich eine statistisch nicht signifikante Verbesserung der Schallleitung von 3 dB.

### **3.5 Resultate differenziert nach Bellucci – Klassifikation**

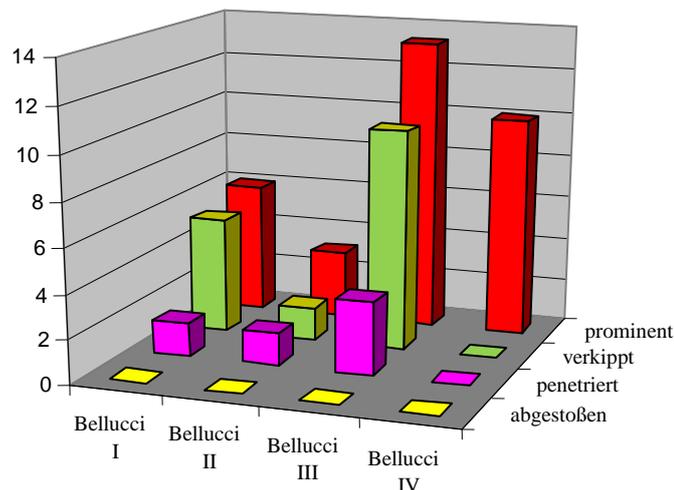
Im folgenden Kapitel wird das Patientenkollektiv hinsichtlich der präoperativen Bellucci-Einteilung der Patienten untersucht. Dabei soll die Aussagekraft der präoperativen Bellucci-Einteilung bezüglich In-Situ-Verhalten und audiologischem Resultat der Implantate und Transplantate sowie der Ausheilungstendenz der operierten Ohren bewertet werden.

#### **3.5.1 Prothesenverhalten**

Um das Verhalten der Prothesen unabhängig von deren Art in Abhängigkeit von der präoperativen Bellucci-Einstufung des Ohres zu untersuchen, wurde beispielhaft der Zeitpunkt der Nachsorge „ein Jahr postoperativ“ gewählt. Nach einem Jahr sind die Ein- und Umbauprozesse weitgehend abgeschlossen.

Wie Grafik 21 zeigt, hat sich kein Patient in diesem Zeitraum mit einer Abstoßung der Prothese vorgestellt. Am häufigsten wird eine prominente Prothese hinter dem Neotrommelfell festgestellt. Bei Bellucci I liegt dies bei 6% der Nachuntersuchten vor (n=155), bei Bellucci II sind es 3,1% (n=80), bei Bellucci III 13,3% (n=32) und bei Bellucci IV 10% (n=12). Die übrigen Nachuntersuchten der Bellucci IV-Gruppe zeigen ein unauffälliges Prothesenverhalten.

Eine Penetration des Prothesentellers durch die Paukenabdeckung zeigt sich in den Gruppen Bellucci I und Bellucci II bei 1,5% der Patienten und mehr als doppelt so häufig in der Bellucci III Gruppe mit 3,3% der Nachuntersuchten. 5,3% der Bellucci I-Fälle, 1,5% der Bellucci II-Fälle und 10% der Bellucci III-Fälle sind Patienten mit einer verkippten Prothese.



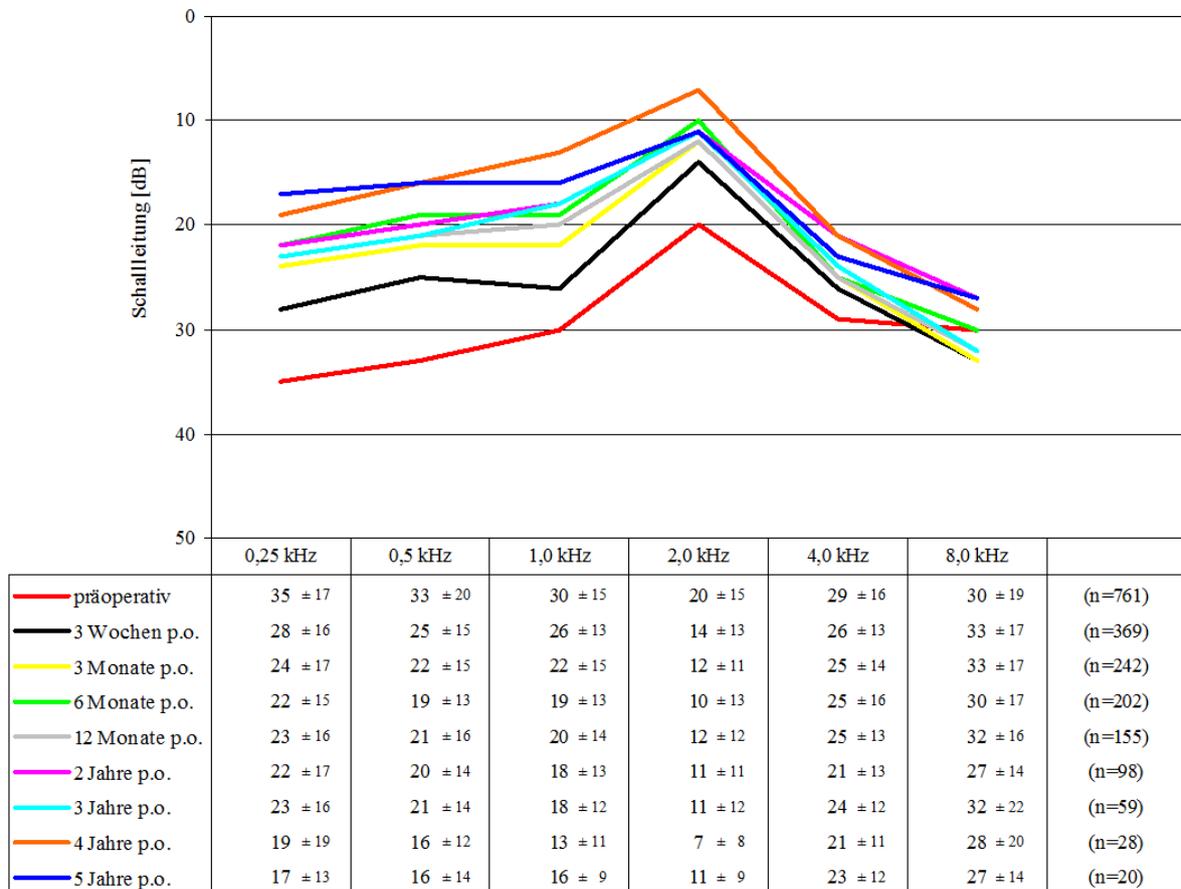
|              | Bellucci I | Bellucci II | Bellucci III | Bellucci IV |
|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| ■ abgestoßen | 0          | 0           | 0            | 0           |
| ■ penetriert | 1,5        | 1,5         | 3,3          | 0           |
| ■ verkippt   | 5,3        | 1,5         | 10           | 0           |
| ■ prominent  | 6          | 3,1         | 13,3         | 10          |

**Grafik 21:** Prothesenverhalten 1 Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Bellucci-Klassifikation  
 Ordinate: Prozentualer Anteil auffälliger Nachuntersuchungsbefunde  
 in Bezug auf die zu diesem Zeitpunkt Untersuchten

Bellucci I      n=155  
 Bellucci II     n=80  
 Bellucci III    n=32  
 Bellucci IV    n=12

### 3.5.2 Audiologische Resultate

#### 3.5.2.1 Bellucci Typ I



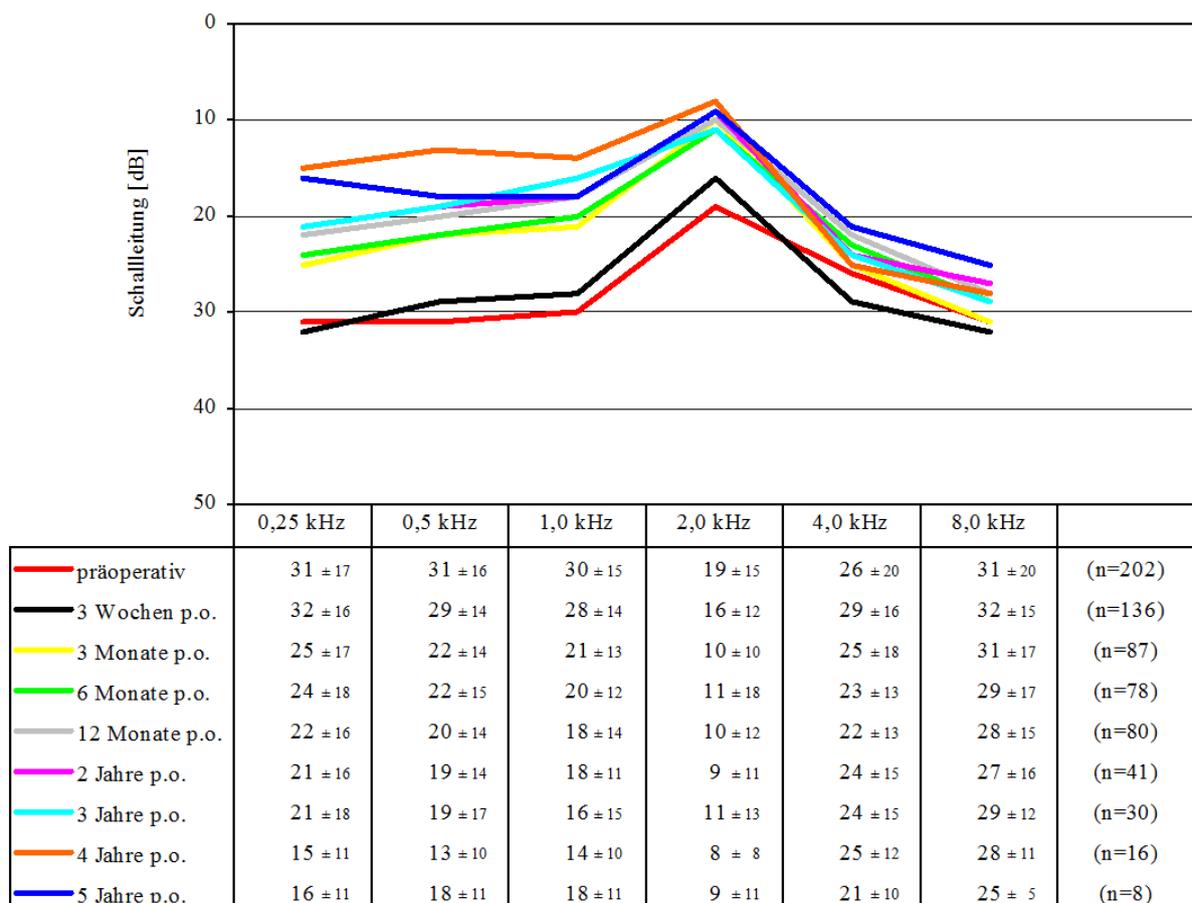
**Grafik 22:** Entwicklung der Schallleitung aller Patienten mit präoperativer **Bellucci Typ I** – Klassifikation (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Das präoperative Audiogramm der 761 mit Bellucci Typ I eingestufteten Patienten weist je nach Frequenz eine durchschnittliche Schallleitungskomponente von 20 bis 35 dB auf. Auch bei diesem Kollektiv ist die Teilnahme an der Nachsorge kontinuierlich gesunken, so erscheinen 369 Patienten nach drei Wochen, 242 nach drei Monaten, 202 nach sechs Monaten, 155 nach einem Jahr, 98 nach zwei Jahren, 59 nach drei Jahren, 28 nach vier Jahren und 20 nach fünf Jahren. In diesem Kollektiv verbessert sich das audiologische Ergebnis schon drei Wochen postoperativ: bei 0,25 kHz und 0,5 kHz um 7 bzw. 8 dB, bei 1,0 kHz und 2,0 kHz um 4 bzw. 6 dB. Im hohen Frequenzbereich ist die Verbesserung geringer ausgeprägt und liegt bei 4,0 kHz nur bei 3 dB, bei 8,0 kHz verschlechtert sich das audiologische Resultat sogar um durchschnittlich 3 dB.

Nach drei Monaten zeigt sich - verglichen mit dem Ergebnis bei drei Wochen - eine zunehmend verbesserte Schalltransmission der „Bellucci-Typ-I-Patienten“, bei 0,25 kHz um 4 dB, bei 0,5 kHz bis 2,0 kHz um 2 bis 3 dB, bei 4 kHz um 1 dB. Nach sechs Monaten verringert sich die Schallleitungskomponente im tiefen bis mittleren Frequenzbereich um 2 bzw. 3 dB. Die nachfolgenden Nachsorgen zeigen nur noch leichte Schwankungen der audiologischen Ergebnisse.

Es verbleibt nach sechs Monaten eine gemittelte Schallleitungskomponente von 18 dB im Frequenzbereich von 0,5 bis 4,0 kHz. Verglichen mit dem Ausgangswert von ca. 27 dB ergibt sich eine signifikante Verbesserung der Schallleitungskomponente von ca. 9 dB.

### 3.5.2.2 Bellucci Typ II



**Grafik 23:** Entwicklung der Schallleitung aller Patienten mit präoperativer **Bellucci Typ II** – Klassifikation (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Von den 202 Patienten, die präoperativ als Bellucci Typ II eingestuft worden sind, sind 136 nach drei Wochen, 87 nach drei Monaten, 78 nach sechs Monaten, 80 nach einem Jahr, 41 nach zwei Jahren, 30 nach drei Jahren, 16 nach vier Jahren und 8 nach fünf Jahren erfasst worden.

Als präoperative Schallleitungskomponente ist bei 0,25 kHz bis 1,0 kHz und bei 8,0 kHz 30 dB bzw. 31 dB gemessen worden. Die Ausgangswerte haben 19 dB bei 2,0 kHz und 26 dB bei 4,0 kHz betragen.

Drei Wochen nach der Operation ist die Schallleitungskomponente dieses Kollektivs kaum verändert. Eine deutliche Hörverbesserung tritt nach drei Monaten ein. In Bezug auf die präoperativen Werte ist die Schallleitungskomponente bei 0,25 kHz um 6 dB, bei 0,5 kHz bis 2,0 kHz um 9 dB und bei 4,0 kHz um 1 dB gesunken. Im höchsten erfassten Frequenzbereich (8,0 kHz) wird erneut keine Reduktion der Schallleitungskomponente festgestellt. Die Ergebnisse der folgenden Nachsorgen zeigen frequenzbereichübergreifend eine weitere kontinuierliche Schallleitungsverbesserung im niedrigen einstelligen Dezibelbereich.

Nach sechs Monaten liegt die durchschnittliche „Air-Bone-Gap“ im Bereich von 0,5 bis 4,0 kHz bei 19 dB. Vor der Versorgung hat bei diesen 78 Patienten in diesem Frequenzbereich eine Schallleitungskomponente von gemittelt 26 dB bestanden, sodass sich diese um ca. 7 dB verringert hat.

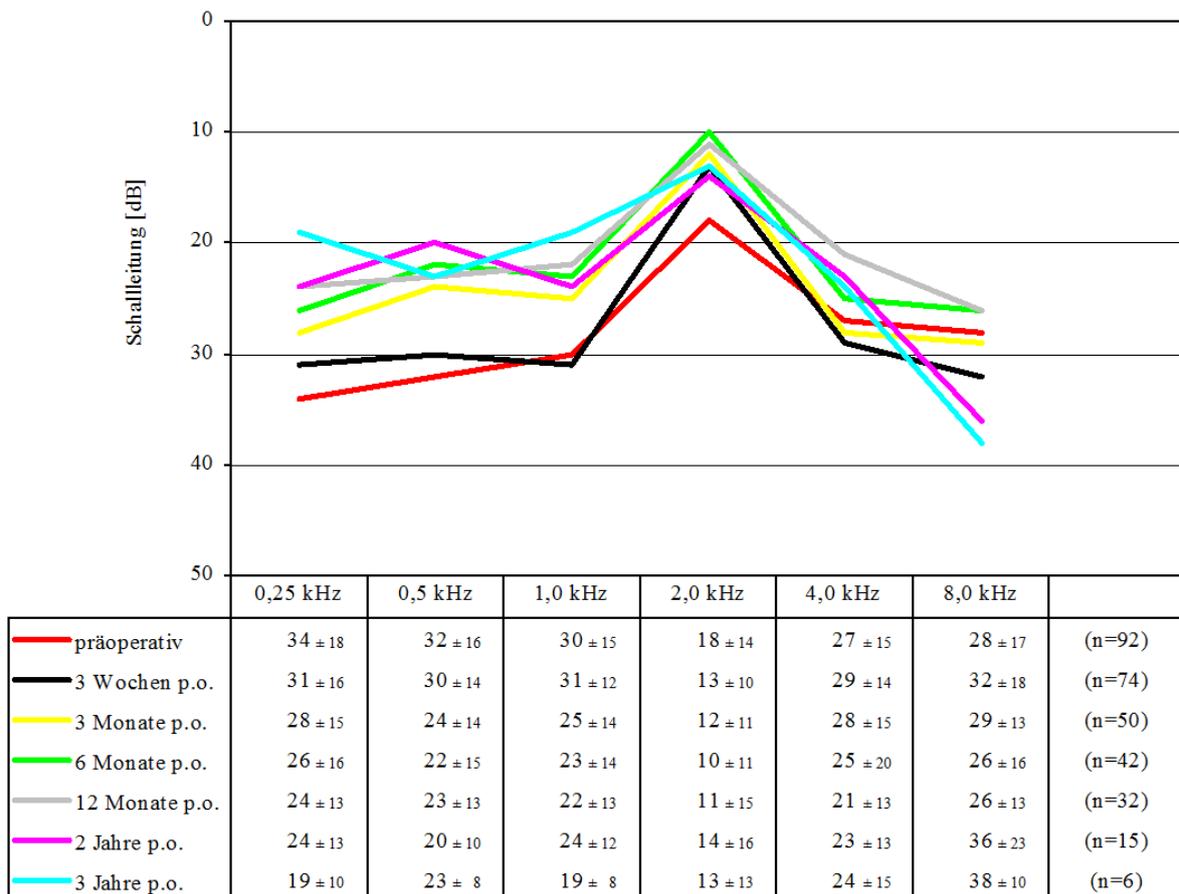
### **3.5.2.3 Bellucci Typ III**

92 Patienten sind präoperativ als Bellucci Typ III eingestuft worden. Die Nachuntersuchungen nehmen nach drei Wochen 74, nach drei Monaten 50, nach sechs Monaten 42, nach einem Jahr 32, nach zwei Jahren 15 und nach drei Jahren sechs Patienten wahr.

Vor der Operation hat die durchschnittliche Schallleitungskomponente im Frequenzbereich von 0,25 kHz bis 1,0 kHz 30 bis 34 dB, bei 2,0 kHz 18 dB, bei 4,0 kHz 27 und bei 8,0 kHz 28 dB betragen.

Die Schallleitung verbessert sich drei Wochen nach dem operativen Eingriff bei 0,25 kHz um 3 dB, bei 0,5 kHz um 2 dB und bei 2,0 kHz um 5 dB. Die Schallleitungskomponente vergrößert sich hingegen bei 1,0 kHz, 4,0 kHz sowie 8,0 kHz um 1 bis 4 dB. Eine den gesamten erfassten Frequenzbereich betreffende Schallleitungsverbesserung tritt nach drei Monaten ein. Sie schwankt je nach Frequenz zwischen 1 und 6 dB. Nach sechs Monaten ist eine weitere frequenzübergreifende Verminderung der Schallleitungskomponente um 2 bis 3 dB festgestellt worden. Die Nachsorge nach einem Jahr bestätigt weitgehend das Ergebnis der vorhergehenden, lediglich bei 2,0 kHz liegt eine weitere deutliche Verringerung von 4 dB vor.

Die audiologischen Ergebnisse der folgenden Nachsorgen haben aufgrund der niedrigen Fallzahlen wenig Aussagekraft.

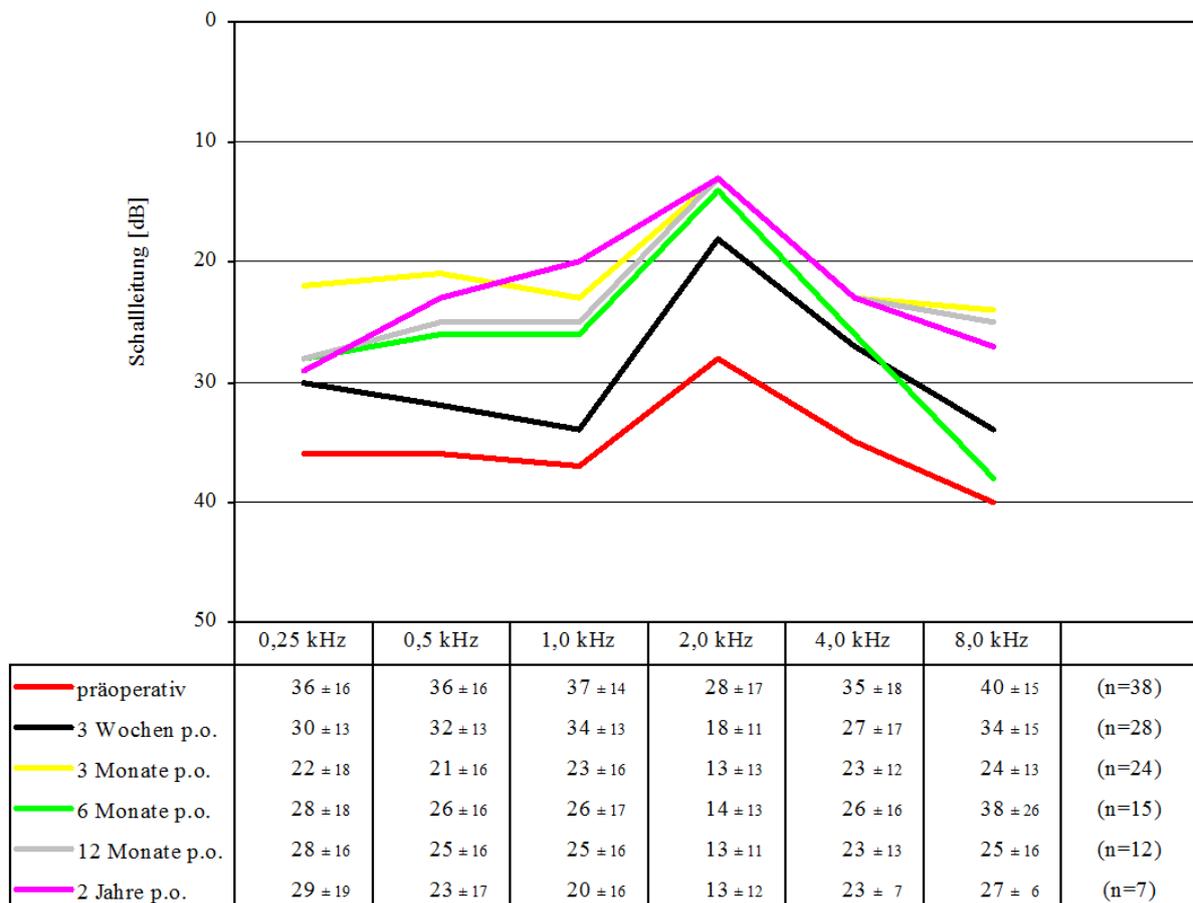


**Grafik 24:** Entwicklung der Schallleitung aller Patienten mit präoperativer **Bellucci Typ III** – Klassifikation (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Nach sechs Monaten verbleibt ein frequenzübergreifend (0,5 bis 4,0 kHz) gemittelt Schallleitungsdefizit von 20 dB. Präoperativ hat diese bei 26 dB gelegen. Damit hat sich eine durchschnittliche Verbesserung der Schallleitung von ca. 6 dB eingestellt.

### 3.5.2.4 Bellucci Typ IV

Von den 38 in die Bellucci Typ IV Gruppe eingeteilten Patienten sind 28 nach drei Wochen, 24 nach drei Monaten, 15 nach sechs Monaten, 12 nach einem Jahr und sieben nach zwei Jahren nachuntersucht worden.



**Grafik 25:** Entwicklung der Schallleitung aller Patienten mit präoperativer **Bellucci Typ IV** – Klassifikation (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Audiologisch hat sich das Kollektiv vor der Operation mit einer Schalleitungskomponente von 36 dB bis 37 dB im Frequenzbereich von 0,25 kHz bis 1,0 kHz, von 28 dB bei 2,0 kHz, von 35 dB bei 4,0 kHz und von 40 dB bei 8,0 kHz präsentiert.

Nach drei Wochen ist schon eine deutliche Schalleitungsverbesserung von 6 dB (0,25 kHz), von 4 dB (0,5 kHz), von 3 dB (1,0 kHz), von 10 dB (2,0 kHz), von 8 dB (4,0 kHz) und von 6 dB (8,0 kHz) messbar. Diese Tendenz hält auch bei der Nachsorge nach drei Monaten an. Im Frequenzbereich von 0,25 bis 1,0 kHz verringert sich die Schalleitungskomponente um weitere 8 bzw. 11 dB, bei 2,0 kHz um 5 dB, bei 4,0 kHz um 4 dB und bei 8,0 kHz um 10 dB.

Bei sinkender Nachsorgefallzahl verschlechtert sich das audiologische Ergebnis des Kollektivs nach sechs Monaten deutlich. Nach einem Jahr verkleinert sich die Schalleitungskomponente jedoch wieder und liegt dann ungefähr auf dem Niveau der Nachsorge nach drei Monaten. Die folgenden Nachsorgeergebnisse sind aufgrund der geringen Fallzahl kaum zu deuten.

Nach sechs Monaten verbleibt eine frequenzübergreifend (0,5 kHz bis 4,0 kHz) gemittelte Schalleitung von durchschnittlich 23 dB. Präoperativ hat diese bei ca. 34 dB gelegen. Die Schalleitungskomponente hat sich somit im Vergleich von präoperativ zu sechs Monaten postoperativ deutlich um ca. 11 dB verringert.

## **4. Diskussion**

### **4.1 Ausgangslage**

Ziel der Tympanoplastik ist die operative Sanierung eines pathologischen Prozesses im Mittelohr. Bei defekter Ossikelkette kann diese unmittelbar oder im Intervall mit Transplantaten oder Implantaten wieder aufgebaut werden (Tympanoplastik Typ III). In der Vergangenheit wurden unterschiedliche Materialien getestet und verwendet. Voraussetzung ist die Biokompatibilität und die Biostabilität des Materials.<sup>59</sup> Das Implantatlager „Mittelohr“ stellt mit seinen wechselnden Belüftungsverhältnissen und gelegentlichen bakteriellen Infektionen höchste Ansprüche an die Biostabilität eines Implantats.<sup>60;61;62;63</sup> Als Prothesentyp stehen totale (TORP) sowie partielle Prothesen (PORP) zur Wahl; dabei wird die TORP üblicherweise zwischen Paukenabdeckung und Stapesfußplatte und die PORP zwischen Paukenabdeckung und Stapesköpfchen gestellt.

Die (Nach-)Untersuchung umfasst 957 Patienten, die im Zeitraum vom 21.12.1995 bis 30.04.2011 in der HNO-Klinik des Städtischen Klinikums Solingen operiert worden sind. Bei dem Kollektiv sind in diesem Zeitraum insgesamt 1093 Tympanoplastiken Typ III vorgenommen worden. Der jüngste Patient war 3, der älteste Patient 88 Jahre alt. Das Mittel liegt bei 43 Jahren. Damit entspricht die Altersverteilung dieser Studie vielen anderen Arbeiten.<sup>64;65;66;67</sup> Die mögliche Auswirkung des Patientenalters auf das Operationsergebnis sind auch in diesen Studien nicht betrachtet worden.

### **4.2 Compliance bei der Ohrnachsorge**

Die „Compliance“ wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Neben der Ausdehnung des Einzugsgebiets und der Altersstruktur des Patientenkollektivs ist die subjektive Patientenzufriedenheit ein entscheidender Faktor. Erfahrungsgemäß besteht bei einer Nachuntersuchung eine „Negativ-Selektion“ innerhalb des Patientenkollektivs. Es ist anzunehmen, dass ein mit dem Ergebnis zufriedener Patient eine regelmäßige Nachuntersuchung nicht als sonderlich dringlich ansieht.

Die flächendeckende Anwendung des für das Klinikum Solingen modifizierten „Würzburger Ohrnachsorgebuches“ (Grafik 11) unterstützt eine turnusmäßige Kontrolle nach tympanoplastischen Eingriffen. Standardisierte Nachuntersuchungskriterien verbessern die Vergleichbarkeit (auch mit Untersuchungen an anderen Kliniken). Bei jedem Nachsorgetermin wird im Durchschriftverfahren der erhobene Befund dokumentiert. Den niedergelassenen Kollegen wird es auf diese Weise erleichtert, die Resultate an die operierende Klinik weiterzuleiten. Durch ihre rege Beteiligung ist es in der Solinger Klinik gelungen, eine Nachsorge-Datenbank zu etablieren, deren Inhalte zum Teil in dieser Arbeit ausgewertet worden sind.

### **4.3 Transplantat- / Implantattypen**

#### **4.3.1 Autogener Amboss**

Neben der aufgegebenen Verwendung von allogenen Ambossen wird auch die Wiederverwendung von autogenen Ossikeln kritisch diskutiert.<sup>43;68;69;70</sup> Unbeschadet der guten funktionellen Ergebnisse kritisieren manche Operateure das „aufwändige“ intraoperative „Zurechtschleifen“ des Transplantats.<sup>71</sup> Die Transposition eines nicht oder nur partiell pathologisch veränderten und somit verwendbaren autogenen Ambosses wird im Klinikum Solingen nach individueller intraoperativer Anpassung an die anatomischen Gegebenheiten angestrebt.

Im oben genannten Studienzeitraum sind 342 Ambosse reimplantiert worden. Bereits nach drei Monaten war der erste Hinweis auf das audiologische Resultat zu erkennen. Die Hörergebnisse bei den folgenden Nachsorgeuntersuchungen ändern sich nur geringfügig. Nach zwei Jahren präsentiert sich das Kollektiv „autogener Amboss“ mit einer mittleren frequenzübergreifenden (0,5 bis 4,0 kHz) Schalleitungskomponente von 17 dB. Nur in Einzelfällen ist das Transplantat erkennbar verkippt.

Einige Autoren beobachten eine Wiedervergrößerung der Schalleitungskomponente nach ca. fünf postoperativen Jahren in Verbindung mit einer trommelfellnahen Resorption des Ambosstransponats.<sup>42;72;73;74</sup> Bei den eigenen Patienten ist keine Vergrößerung der Schalleitung messbar gewesen.

### 4.3.2 Titanimplantate

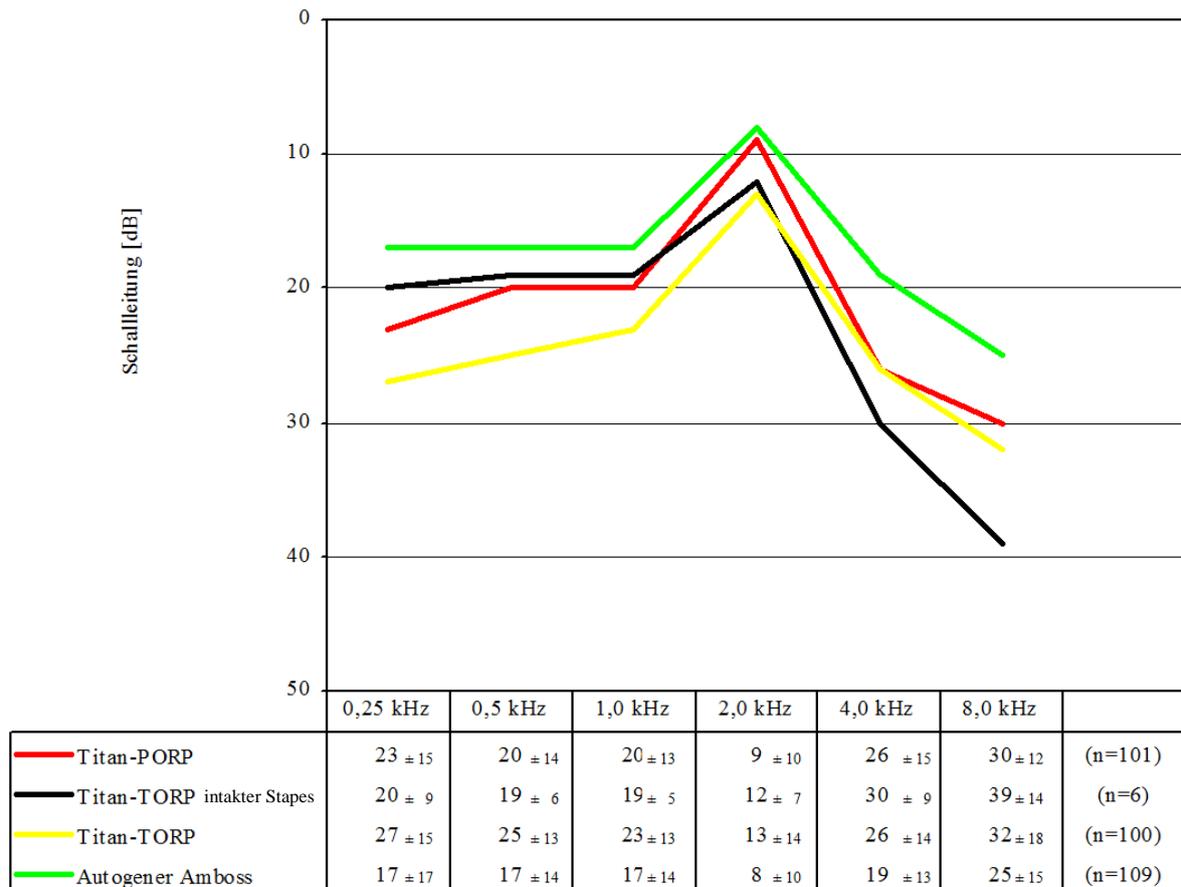
In der Mund-Kiefer-Gesicht-Chirurgie hat sich der Werkstoff Titan seit Jahren ausgezeichnet bewährt. In zahlreichen Untersuchungen sind die hervorragenden Eigenschaften hinsichtlich Biostabilität und Biokompatibilität bewiesen worden.<sup>75;76;77</sup> In der HNO-Chirurgie haben zahlreiche Autoren diese Erfahrungen mit Titanimplantaten bestätigen können.<sup>51;78</sup> Tierexperimentell wird von Schwager eine gute Mittelohrverträglichkeit nachgewiesen.<sup>79</sup>

Die Verbesserung der Schallleitung ist bei der Verwendung von totalen Titan-Prothesen (TORP) ausgeprägter als bei partiellen Titan-Prothesen (PORP). Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass das „TORP-Kollektiv“ präoperativ eine größere Schallleitungsschwerhörigkeit aufgewiesen hat. Diese Beobachtung ist von anderen Autoren bestätigt worden.<sup>80;81</sup> Die endgültige durchschnittliche Schallleitungskomponente nach sechs Monaten ist mit 18 bzw. 19 dB bei beiden Prothesentypen nahezu gleich.

Wegen der guten Ergebnisse mit Total-Prothesen ist damit begonnen worden, bei intakter Stapessuprastruktur statt einer PORP eine TORP zu verwenden. Durch die Anlehnung der Prothese an den Steigbügelbogen soll eine höhere Stabilität mit geringerer Neigung zu einer Prothesen-Dislokation erzielt werden.<sup>82;83</sup> Insbesondere bei den Titan-PORPs zeigt sich mit 9,2% Verkippungsneigung ein Jahr postoperativ eine tendenziell höhere Instabilität als bei den Titan-Total-Prothesen (4%). TORPs bei intakter Stapessuprastruktur weisen bei relativ kleinem Kollektiv hingegen keine Verkippung auf.

Funktionell ist die TORP bei intaktem Stapes mit einer gemittelten Schallleitungskomponente von 20 dB sechs Monate postoperativ mit den o.g. PORP- und TORP-Prothesen gleichwertig. Dabei ist die eigentliche Verringerung der Schallleitungskomponente bei den TORPs bei intakter Stapessuprastruktur mit 12 dB jedoch wesentlich größer als bei den PORP-Prothesen mit 6 dB. Bei einem anderen Kollektiv konnten Henke et al. mit einer Restschallleitungskomponente von 18,2 dB ein vergleichbares audiologisches Resultat erzielen.<sup>83</sup> Die Verwendung einer TORP anstelle einer PORP erscheint somit auch bei intakter Stapesstruktur bei annähernd gleichwertigem audiologischem Resultat aufgrund der geringeren Dislokationsgefahr erstrebenswert.

Zum besseren Vergleich der audiologischen Resultate der Transplantats- und Implantatstypen werden die Ergebnisse ergänzend in einem Diagramm dargestellt. Beispielhaft wird auch hier die Schallleitungskomponente der Nachsorgeuntersuchungen sechs Monate postoperativ herangezogen. Die Ergebnisse mit Ionomerzementimplantaten werden aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht dargestellt, da dieses Material aktuell nicht mehr zur Verwendung kommt.



**Grafik 26:** audiologischer Vergleich der Transplantats- und Implantatstypen (ohne Ionomerzement) sechs Monate postoperativ (Werte in Dezibel unter Angabe der Standardabweichung)

Die Annahme, dass Titanprothesen aufgrund ihres geringen Gewichts (ca. 4 mg) im Vergleich zu anderen Werkstoffen insbesondere im hohen Frequenzbereich eine herausragende Schallleitung ermöglichen,<sup>82;84</sup> kann durch die eigenen Untersuchungsergebnisse nicht bestätigt werden. Dennoch scheint eine möglichst filigrane Schaftdicke der TORP (auch aus Überichtsgründen) erstrebenswert.

Es wurde nachgewiesen, dass die Schädigung bzw. das Frakturrisiko der Fußplatte nicht mit der Schaft- bzw. Prothesenfußdicke einer Titan-TORP korreliert.<sup>85</sup>

Die Neigung zur Neotrommelfell-Durchwanderung durch Titan-Implantate ist bei dieser Untersuchung bei ausreichender Unterfütterung des Prothesentellers der Titan-Prothesen im Vergleich zu anderen Materialien nicht signifikant erhöht. In weiteren Studien wird dies bestätigt.<sup>86;87;88;89;90</sup>

Um die Dislokationsgefahr der Prothesen zu reduzieren sind ergänzende Implantate entwickelt worden, welche die Auflage des Titanfußes vergrößern. Dies soll eine Stabilisierung der Prothese auf der Fußplatte begünstigen. Durch diese „Connectoren“ verspricht man sich insbesondere bei Revisionseingriffen eine verbesserte Stabilität. Erste Kurzzeit-Kontrollen nach ca. drei Monaten postoperativ haben bisher noch keinen audiologischen Vorteil dieser Titanfüße ergeben.<sup>91</sup>

### **4.3.3 Ionomerzement**

Von verschiedenen Autoren ist auf die gute Biokompatibilität und Biostabilität von Ionomerzement nach tierexperimentellen und klinischen Untersuchungen hingewiesen worden.<sup>32;34;92</sup> Die spezielle Eignung zur Verwendung des aus der Zahnmedizin entlehnten Materials im menschlichen Mittelohr ist mehrfach histologisch und rasterelektronen-mikroskopisch bestätigt worden.<sup>93;94</sup>

Ionomerzement ist wegen unsachgemäßer Anwendung im flüssigen Aggregatzustand in Verruf gelangt und deshalb 1995 vom Markt genommen worden.<sup>54;55</sup> Bei den bereits ausgehärteten Rohlingen für den Ossikelkettenersatz ist keine gewebsschädigende Wirkung nachweisbar gewesen.<sup>95</sup>

Die Dislokationshäufigkeit der Ionomerzement-Prothesen wird unterschiedlich angegeben. Ehsani und Collo verzeichnen keine Dislokation bei einem Kollektiv von 156 Patienten.<sup>96</sup> In einer weiteren Studie mit nur 22 Patienten werden hingegen drei Dislokationen beschrieben.<sup>92</sup> Hillmanns Untersuchung berichtet von 21 Dislokationen bei 343 Patienten.<sup>65</sup>

Beim Literaturvergleich der Penetrationsraten zeichnet sich ein ähnlich inhomogenes Bild ab. So liegen nur zwei Penetrationen bei einer multizentrischen Studie mit 80 Implantationen vor.<sup>92</sup> Hillmann beschreibt 12 Extrusionen bei 343 implantierten Prothesen.<sup>65</sup> Bei Kuppermann und Tange hat sich bei einem kleinen Kollektiv von sechs Patienten eine Penetration entwickelt.<sup>97</sup> Die eigene Untersuchung zeigt bei 56 mit Ionomerzement versorgten Patienten postoperativ lediglich zwei Penetrationen bzw. Abstoßungen.

Die audiologischen Resultate mit einer durchschnittlichen postoperativen Schalleitungskomponente von ca. 20 dB (PORP) und 31 dB (TORP) entsprechen größtenteils den in der Vergangenheit veröffentlichten Resultaten.<sup>31;34;65</sup>

Aufgrund der einfachen intraoperativen Anpassungsmöglichkeit der Prothesen an den spezifischen Situs wären aus chirurgischer Sicht die Ionomerzement-Mittelohr-Prothesen auch weiterhin gut zum Ersatz der Ossikelkette geeignet.

#### **4.4 Bellucci-Klassifikation**

Bellucci postuliert, dass eine Korrelation zwischen einer präoperativen Einstufung des Ohrzustandes der Patienten und ihrem postoperativen Resultat besteht.<sup>38</sup> Dabei werden in der nach ihm benannten Klassifikation Anamnese sowie Voruntersuchungsbefunde berücksichtigt. Die vierstufige Klassifikation beschreibt den präoperativen Ohrzustand von leicht bis hoch-pathologisch verändert. Von dieser Einteilung verspricht man sich eine genauere Voraussagbarkeit des Operationsergebnisses. Bellucci hat es jedoch versäumt, den Wert seiner Klassifikation anhand einer Untersuchung statistisch zu untermauern.<sup>38</sup>

Dennoch ist die präoperative Bewertung des Ohrbefundes unter Anwendung der Bellucci-Klassifikation in vielen Kliniken üblich. So sind auch im Klinikum Solingen sämtliche Patienten präoperativ anhand der von ihm aufgestellten Kriterien erfasst worden (siehe 2.1.3.6). Für das Patientenkollektiv der HNO-Klinik Solingen konnte keine eindeutige Korrelation zwischen präoperativer Bellucci-Einstufung und postoperativem OP-Resultat festgestellt werden.

So liegt eine Auffälligkeit (Prothesenverkipfung, Prothesenprominenz, Penetration) 1 Jahr postoperativ bei 12,8% der Bellucci I (n=155), bei 6,1% der Bellucci II (n=80), bei 26,6% der Bellucci III (n=32) und bei 10% der Bellucci IV-Patienten (n=12) vor. Ähnliche Beobachtungen bezüglich des Prothesenverhaltens sind schon bei einigen vergleichbaren Studien gemacht worden.<sup>65;98</sup>

Die audiologischen Resultate der vier „Bellucci-Gruppen“ sind unabhängig vom Prothesentyp 6 Monate postoperativ ausgewertet worden. Hierbei zeigen sich folgende durchschnittliche Schalleitungskomponenten:

|              |       |          |
|--------------|-------|----------|
| Bellucci I   | 18 dB | (n= 202) |
| Bellucci II  | 19 dB | (n= 78)  |
| Bellucci III | 20 dB | (n= 42)  |
| Bellucci IV  | 23 dB | (n= 15)  |

Diese Ergebnisse bestätigen das Postulat von Bellucci, dass der präoperative Paukenzustand entscheidenden Einfluss auf das funktionelle Ergebnis nehmen kann. Allerdings ist das Operationsresultat nicht nur vom präoperativen Ohrstatus und der Wahl der Prothesenart abhängig. Weitere Faktoren, die das postoperative Hörvermögen beeinflussen, sind u.a. die Erfahrung des Operateurs<sup>99</sup>, die Innenohrfunktion und insbesondere die postoperative Belüftung der Paukenhöhle. So empfehlen viele Autoren die Herstellung einer Korrelation des Tonschwellenaudiogramms zum tympanometrischen Ergebnis für die Resultatbewertung von mittelohrchirurgischen Verfahren.<sup>100;101</sup> Die chirurgisch kaum zu beeinflussende Tuben-Mittelohr-Funktion ist ein limitierender Faktor bei der Hörverbesserung durch Tympanoplastiken.<sup>102;103;104</sup> Der prognostische Wert der Bellucci-Klassifikation ist sicher begrenzt. Durch eine sachgerechte Ohroperation kann ein präoperativ nach Bellucci ungünstig beurteiltes Ohr ausheilen und sich auch die Tuben-Mittelohr-Funktion entscheidend bessern.

## 4.5 Paukenbelüftung

Prothesenübergreifend zeigt der Vergleich der Paukenbelüftung von präoperativ zu einem Jahr postoperativ durchschnittlich eine Verschlechterung der Belüftung auf. Möglicherweise nehmen die Prothesen Einfluss auf die Paukenbelüftung. Darauf weist das Ergebnis hin, dass bei der Transposition des Ambosses die prozentuelle Abnahme der „gut“ belüfteten Pauken am geringsten ist. Gegebenenfalls ist auch die postoperative Bewertung der Paukenbelüftungsverhältnisse aufgrund der Eigenschaften des Neotrommelfells (z.B. verdickt bei Unterfütterung) erschwert. Zudem können die Resultate der Studie statistisch verzerrt sein, weil möglicherweise die Patienten, bei denen die Ohroperation gute Ergebnisse aufweist, subjektiv nicht die Notwendigkeit sehen zur Nachsorgeuntersuchung zu erscheinen.

## 4.6 Ausblick

Aus den zitierten Studien und den eigenen Untersuchungsergebnissen ergibt sich, dass zur Kettenrekonstruktion weiterhin eine Transposition autogener Ossikel angestrebt werden sollte. Autogene Ossikel bieten als körpereigenes Implantatmaterial beste Voraussetzungen zum Wiederaufbau der Ossikelkette, jedoch ist der autogene Amboss nicht in allen Fällen verwertbar.

Bei weitreichenden pathologischen Veränderungen in der Paukenhöhle - bei Befall und Destruktion der Ossikel - scheint die Verwendung von Titan-Prothesen aufgrund ihres hervorragenden In-Situ-Verhaltens sowie der nachgewiesenen guten audiologischen Resultate auf lange Sicht hin der Goldstandard zu sein.

Bei kombinierter Schwerhörigkeit lässt sich zudem in Verbindung mit einer Tympanoplastik Typ III ein aktives Mittelohrimplantat ankoppeln (z.B. „Floating Mass Transducer“ des Vibrant Soundbridge® -Systems) <sup>105;106</sup>

## 5. Zusammenfassung

Nach der Sanierung eines chronisch erkrankten Mittelohres lassen sich tympanoplastische Maßnahmen anschließen. Diese umfassen die Wiederherstellung der Paukenabdeckung und eine partielle, gegebenenfalls komplette Rekonstruktion der Ossikelkette. In den meisten Fällen wird eine Tympanoplastik Typ III durchgeführt. Die hierzu verwendeten autogenen und alloplastischen Werkstoffe sind einer gelegentlichen bakteriellen Besiedlung/Infektion und oft wechselnden Druckverhältnissen im Mittelohr ausgesetzt. Wegen dieser Besonderheiten sind höchste Ansprüche an die Biokompatibilität (speziell Mittelohrkompatibilität) und Biostabilität zu stellen.

Ziel der Arbeit ist es, verschiedene Knochenersatzmaterialien (autogenes Gewebe, Titan, Ionomerzement) bezüglich ihres Langzeitverhaltens im Mittelohr zu vergleichen. Vorwiegend wird das Verhalten der Prothesen aus diesen Materialien sowie deren Funktion (Hörvermögen) überprüft.

Es werden zwischen dem 21.12.1995 und dem 30.04.2011 in der Hals-Nasen-Ohrenklinik des Städtischen Klinikums Solingen operierte Patienten nachuntersucht. Insgesamt handelt es sich um 957 mit einer Tympanoplastik Typ III versorgte Patienten, die in diesem Zeitraum insgesamt 1093mal operiert worden sind. In 342 Fällen konnte der Amboss reimplantiert werden (Ambosstransposition). 676mal ist die Kette mit einer Titanprothese rekonstruiert worden, davon 301mal mit einer PORP und 375mal mit einer TORP (davon 21 bei intakter Stapes suprastruktur). Zu Beginn des Beobachtungszeitraums sind 56 Ionomerzementprothesen eingesetzt worden (Übergangsphase Zement/Titan), so dass 40 Ionomerzement-PORP und 16 Ionomerzement-TORP mit berücksichtigt worden sind. In 19 Fällen sind „sonstige“ Methoden (z.B. Knorpelüberhöhung des Steigbügels) zur Gehörknöchelchenkettensrekonstruktion gewählt worden.

Nach den ersten sechs postoperativen Monaten ergeben sich bei allen verwendeten Materialien erste Hinweise auf das definitive audiologische Resultat. In der Folgezeit ist die Schalleitungskomponente aller Patientengruppen nur noch geringen Schwankungen unterworfen.

Sechs Monate postoperativ zeigt sich im Kollektiv der mit einem „autogenen Amboss“ versorgten Patienten eine mittlere frequenzübergreifende (0,5 bis 4,0 kHz) Schallleitungskomponente von 15 dB. Die mittlere präoperative Schallleitungskomponente dieser Patientengruppe hat bei 27 dB gelegen. Bei den 109 statistisch relevanten Patienten resultiert eine durch die Transposition des autogenen Amboss verursachte Verbesserung der Schallleitung von durchschnittlich 12 dB.

Nach sechs Monaten verbleibt bei den Titan-PORP eine durchschnittliche Schallleitungskomponente (0,5 bis 4,0 kHz) von 19 dB. Die mit einer Titan-PORP versorgten 101 Patienten haben präoperativ einen audiologischen Mittelohrfunktionsverlust von 25 dB aufgewiesen. Die Verringerung der Schallleitungskomponente bei diesen Patienten liegt somit bei 6 dB.

100 Patienten, die mit einer Titan-TORP versorgt worden sind, hatten präoperativ eine gemittelte Schallleitungskomponente von 29 dB. Nach sechs Monaten bleibt bei dieser Gruppe eine durchschnittliche Schallleitungskomponente von durchschnittlich 21 dB bestehen. So liegt die Verringerung der Schallleitungskomponente bei der Verwendung einer Titan-TORP bei 7 dB.

Die Patienten, die bei intakter Stapessuprastruktur mit einer Titan-Total-Prothese versorgt worden sind und nach sechs Monaten zur Nachsorgeuntersuchung erschienen sind, hatten präoperativ einen gemittelten Mittelohrhörverlust von 31 dB. Postoperativ liegt dieser bei durchschnittlich 20 dB und somit auf dem Niveau der Titan-PORP und Titan-TORP bei destrukturierter Stapessuprastruktur. Die Verringerung der Schallleitungskomponente verglichen mit den präoperativen Messergebnissen ist jedoch bei Titan-TORPs bei intakter Stapessuprastruktur in Gegenüberstellung zu den Titan-PORPs mit 12 dB zu 6 dB wesentlich ausgeprägter.

Nach sechs Monaten ist bei den 20 zu diesem Zeitpunkt mit einer Ionomerzement-PORP versorgten Patienten eine über den Frequenzbereich (0,5 bis 4,0 kHz) gemittelte Schallleitungskomponente von 20 dB messbar. Vor der operativen Versorgung hat im gleichen Frequenzbereich eine Schallleitung von 23 dB vorgelegen. Damit ergibt sich eine Verbesserung der Schallleitung von etwa 3 dB.

Die präoperative Schalleitungskomponente der sechs zur Nachsorge nach einem halben Jahr erschienenen Patienten mit Ionomerzement-TORPs hat im beschriebenen mittleren Frequenzbereich bei 31 dB gelegen. Die mittlere frequenzübergreifende Schalleitung liegt nach sechs Monaten bei 13 dB. Die Ionomerzement-Totalprothese verbessert folglich die audiologische Mittelohrfunktion in den Frequenzen von 0,5 bis 4,0 kHz um 18 dB, wobei jedoch wegen des kleinen Kollektivs lediglich eine Tendenz zu erkennen ist.

Sämtliche in die Mittelohren eingesetzten Totalprothesen weisen eine vergleichbar geringe Neigung zur Dislokation auf. Dagegen sind insbesondere die Titan-PORPs am häufigsten verkippt. So haben sich 9,2% der mit Titan-PORP versorgten Patienten ein Jahr postoperativ mit einer ohrmikroskopisch erkennbaren Prothesenverkipfung vorgestellt. Bei ausreichend guten audiologischen Resultaten und bei intakter Paukenabdeckung konnte in den meisten dieser Fälle abgewartet werden. Bei einer bisher geringen Fallzahl von 21 Patienten scheint tendenziell durch die Verwendung einer Titan-TORP bei intakter Stapessuprastruktur eine größere Prothesenstabilität erreichbar. Bei gleichwertigen audiologischen Resultaten der beiden Prothesentypen ist die Titan-TORP eine gute Alternative zur „klassischen“ Titan-PORP.

Nach wie vor sollte zur Kettenrekonstruktion eine Transposition autogener Ossikel angestrebt werden sollte. Stehen diese nicht zur Verfügung, empfiehlt sich die Verwendung von Titan-Prothesen. Aufgrund ihres hervorragenden In-Situ-Verhaltens sowie der nachgewiesenen guten audiologischen Resultate sind sie derzeit das Mittel der Wahl.

## **II Anhänge**

### **A Literaturverzeichnis**

1. **Probst R., Grevers G., Iro H.** (2004)  
Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde  
Thieme Verlag, Stuttgart 2. Auflage, 153-254
2. **Schiebler T.H., Schmidt W.** (2003)  
Anatomie  
Springer-Verlag, Berlin 8. Auflage, 703-718
3. **Silbernagel S., Despopoulos A.** (1983)  
Taschenatlas der Physiologie  
Thieme Verlag, Stuttgart 2. Auflage, 316-319
4. **Boenninghaus H.G., Lenarz T.** (2005)  
HNO, Springer-Verlag, Heidelberg 12. Auflage, 78-92
5. **Zenner H.P.** (1996)  
HNO-Krankheiten  
Schattauer, Stuttgart, 57-61
6. **Habermann J.** (1888)  
Zur Entstehung des Cholesteatoms des Mittelohres  
Arch. Ohrenheilkunde 27, 42
7. **Hildmann H., Sudhoff H.** (2006)  
Middle Ear Surgery  
Springer-Verlag, Berlin, 46-72
8. **Geyer G., Helms J.** (1996)  
Sanierende und rekonstruktive Operationen an Gehörgang, Mittelohr und Felsenbein:  
Rekonstruktive Eingriffe  
Thieme Verlag, Stuttgart, Band 2. Ohr, 110-129
9. **Beck C.** (1995)  
HNO-Therapie  
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 52-80
10. **Wullstein H.** (1953)  
Die Tympanoplastik als gehörverbessernde Operation bei Otitis media chronica und  
ihre Resultate  
Proc. Fifth Internat. Congress Oto- Rhino- Laryngol. 104
11. **Kley W.** (1955)  
Probleme der Tympanoplastik: Ungewöhnliche Resultate mit vereinfachtem  
Schalleitungsapparat; über die Zweckmäßigkeit einer künstlichen Columella.  
Z. Laryngol. Rhinol. Otol. 34(11):719-26

12. **De Sebastian G.** (1960)  
Der Ersatz von Ossicularelementen durch künstliche Substanzen  
Acta Oto-rhino-laryng. 11, 259
13. **Heermann H.** (1961)  
Polyethylenbindegewebscolumella bei Tympanoplastik und Stapesplastiken  
Z. Laryngol. Rhinolog. 40, 531
14. **House H.** (1960)  
Polyethylene in the middle ear surgery  
Arch. Otolaryng. 71, Chicago, 926
15. **Sataloff J.** (1959)  
Repair of ossicular defects with Ostamer  
Arch. Otolaryng. 70, Chicago, 415
16. **Whithers B.T., Hatfield S., Richmond R.W.** (1963)  
Drum and middle ear grafts in cats  
Laryngoscope 73, 1022
17. **Bell H.L.** (1960)  
Prosthetics in the surgical repair of the sound conduction mechanism and the middle ear cavity  
5<sup>th</sup>. Med.J. 53, 720
18. **Farrior J.B.** (1960)  
Ossicular repositioning and ossicular prosthesis in tympanoplasty  
Arch. Otolaryng. 71, Chicago, 443
19. **Mc Gee T.M.** (1965)  
The stainless steel piston  
Arch. Otolaryng. 81, Chicago, 3
20. **Bagot d'Arc M.** (1996)  
Alloplastische Materialien in der Ohrchirurgie  
Aus: Hagen R., Geyer G., Helms J.,  
Knochenersatz in der Mittelohr- und Schädelbasischirurgie  
Sympomed, München, 47-54
21. **Shea J.J., Homsy C.A.** (1974)  
The use of Proplast TM in otologic surgery  
Laryngoscope 84, 1835-1845
22. **Shea J.J., Emmett J.R.** (1978)  
Biocompatible ossicular implants  
Arch. Otolaryng. 104, 191-194
23. **Frootko N.J.** (1984)  
Causes of ossiculoplasty failure using porous polyethylene (Plastipore) prostheses  
Grote J.J., Biomaterials in otology., Nijhoff, Boston, 169-176

24. **Kuijpers W.** (1984)  
Behavior of bioimplants in the middle ear. An experimental study  
Grote J.J., Biomaterials in otology., Nijhoff, Boston, 18-28
25. **Portmann M., Bebear J.P., Bagot d'Arc M., de Paiva D.** (1984)  
Comparative study of different ossicular prostheses in tympanoplasty (Proplast, Plastipore, Ceravital)  
Analysis of clinical results, histopathological and hearing in the long term (250 cases)  
Grote J.J., Biomaterials in otology., Nijhoff, Boston, 177-186
26. **Jahnke K., Möckel C.** (1996)  
Aluminiumoxid-Keramik in der Mittelohrchirurgie  
Aus: Hagen R., Geyer G., Helms J.,  
Knochenersatz in der Mittelohr- und Schädelbasischirurgie  
Sympomed, München, 47-54
27. **Wehrs R. E.** (1989)  
Incus replacement prosthesis of hydroxylapatit in middle ear surgery  
Amer. J. Otol. 3, 181-182
28. **Grote J.** (1996)  
Der Einsatz von Calciumphosphatkeramik in der Chirurgie des Mittelohres und der Schädelbasis  
Knochenersatz in der Mittelohr- und Schädelbasischirurgie  
Sympomed, München, 79-80
29. **Reck R.** (1985)  
5 Jahre klinische Erfahrungen mit Ceravitalprothesen im Mittelohr  
HNO 33, 166-170
30. **Reck R., Störkel S., Meyer A.** (1987)  
Langzeitergebnisse der Tympanoplastik mit Ceravitalprothesen im Mittelohr  
Laryngol Rhinol Otol 66, 373-376
31. **Geyer G.** (1990)  
Glasionomermzement als Knochenersatzmaterial in der Ohrchirurgie- tierexperimentelle und klinische Untersuchungen.  
Habilitationsschrift, Würzburg
32. **Geyer G.** (1997)  
Ionomermzement als Knochenersatzmaterial im Mittelohr des Kaninchens.  
HNO, 45: 222-226
33. **Geyer G.** (1999)  
Materialien zur Rekonstruktion des Schalleitungsapparats  
HNO, 47: 77-91
34. **Geyer G., Helms J.** (1997)  
Ionomermzementprothesen in der rekonstruktiven Mittelohrchirurgie  
HNO, 45: 442-447

35. **Schwager K.** (1996)  
Aus: Hagen R., Geyer G., Helms J.,  
Knochenersatz in der Mittelohr- und Schädelbasischirurgie  
Sympomed, München, 66-69
36. **Schwager K., Geyer G.** (1998)  
Titanium and glass-ionomer cement as ossicular replacement materials:  
biocompatibility results after implantation in the rabbit.  
ORL 60: 322-328
37. **Zöllner F.** (1958)  
Hörverbesserende Operation bei entzündlich bedingten Mittelohrveränderungen  
Arch. Ohren- Nasen- Kehlkopfheilkunde 171, 1-61
38. **Bellucci R.J.** (1973)  
Dual classification of tympanoplasty  
Laryngoscope 83, 1754-1758
39. **Dalchow C.** (1999)  
Ergebnisse rekonstruktiver Mittelohrchirurgie mit Titanimplantaten  
Dissertationsschrift Düsseldorf
40. **Wullstein H.** (1960)  
Principles of tympanoplasty  
Arch Otolaryngol 71:329-37
41. **Zöllner F.** (1966)  
Handbuch der HNO-Heilkunde  
Hrsg. Berendes J., Link R., Zöllner F.,  
Thieme Verlag, Stuttgart, Bd. 3
42. **Eitschberger E.** (1980)  
Gefäßentwicklung in Ossikeltransplantaten und –implantaten.  
Laryngol Rhinol Otol; Stuttgart, 59: 238-243
43. **Hildmann H., Karger B., Steinbach E.** (1992)  
Ossikeltransplantate zur Rekonstruktion der Schallübertragung im Mittelohr  
Laryngorhinootologie , 71: 5-10
44. **Lang J., Kerr A., Smyth G.** (1989)  
Transplanted ossicles after two decades  
Laryngol Otol, 105, 471-472
45. **Lehnhardt E.** (1980)  
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde in Klinik und Praxis  
Hrsg. Berendes J., Link R., Zöllner F.,  
Thieme Verlag, Stuttgart,

46. **Glasscock M., Jackson C., Knox G.** (1988)  
Can acquired immunodeficiency Syndrome and Creutzfeldt-Jacob disease be transmitted via otologic homografts?  
Arch Otolaryngol Head Neck Surg 114: 1253-1255
47. **Branemark P.I.** (1985)  
Tissue-integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry  
Quintessence, Chicago
48. **Baier R.E., Meyer A.E., Carter J.M.** (1984)  
Surface properties determine bioadhesive outcomes: methods und results  
J Biomed Mater Res, 18: 327-355
49. **Schwager K.** (1998)  
Epithelisierung von Titanprothesen im Mittelohr des Kaninchens  
Modellvorstellung zur Mukosaentwicklung  
Laryngo-Rhino-Otol., 77: 38-42
50. **Meister H.** (1998)  
Messung der Schwingungseigenschaften von Mittelohrimplantaten mit einem mechanischen Mittelohrmodell  
HNO, Springer Berlin, 46: 241-245
51. **Tjellström A.** (1989)  
Titan-Implantate in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde  
HNO Springer Berlin 37, 309-314
52. **Geyer G.** (1992)  
Implantate in der Mittelohrchirurgie.  
Eur Arch Otorhinolaryngol Suppl, 1: 185-221
53. **Wilson A.D., MacLean J.W.** (1988)  
Glass-ionomer cement  
Quintessence, Chicago
54. **Hantson P., Mahieu P., Gersdorff M., Sindic C.J., Lauwerys R.** (1994)  
Encephalopathy with seizures after use of aluminium-containing bone cement  
Lancet 1994 December 10;344(8937):1647
55. **Renard J.L., Felten D., Bequet D.** (1994)  
Post-otoneurosurgery aluminium encephalopathy  
Lancet 1994 July 2;344(8914):63-4.
56. **Schwager K., Baier G., Müller J., Helms J.** (2005)  
Rekonstruktion der Gehörgangshinterwand oder Anlegen einer Radikalhöhle?  
Vergleich von zwei klassischen Methoden in der Cholesteatomchirurgie  
HNO-Information (Kongressabstracts) 2005, 84

57. **Müller J., Geyer G., Helms J.** (1992)  
Würzburger Ohrdokumentation (Erhebungsbogen, Nachschaubogen)  
In: Geyer G.: Glasionomerzement als Knochenersatzmaterial in der Ohrchirurgie  
Babelegi, Pretoria, Anhang S. 12-13
58. **Lehnhardt E., Laszig R.** (2001)  
Praxis der Audiometrie  
Thieme, Stuttgart; Auflage: 8.
59. **Wullstein H.L.** (1968)  
Operationen zur Verbesserung des Gehörs  
Thieme, Stuttgart
60. **Beleites E., Rechenbach G.** (1992)  
Implantologie in der Kopf-Hals-Chirurgie
61. **Beutner D., Hüttenbrink K.B.** (2009)  
Passive und aktive Mittelohrimplantate  
Laryngo-Rhino-Otol. 88: S32-S47
62. **Goldenberg R.A., Emmert J.R.** (2001)  
Current use of implants in middle ear surgery  
Otol Neurotol 22: 45-152
63. **Koscielny S., Beleites E.** (2001)  
Untersuchungen zum Einfluss von Biokeramiken auf biologische Leistung von  
Mikroorganismen  
HNO 49(5):367-71
64. **Baumann I., Diedrichs H.W., Plinkert P.K., Zenner H.P.** (1997)  
Autologes Gewebe bei der Tympanoplastikerstoperation Typ I und Typ III bei der  
chronischen Schleimhauteiterung  
HNO 45: 990-996
65. **Hillmann K.** (2005)  
Zum Langzeitverhalten von Glasionomerzement im menschlichen Mittelohr  
Inaugural-Dissertation, Universität Würzburg
66. **Hüttenbrink K.B., Lindorfer H.W.** (1993)  
Zähne als Prothesenmaterial zur Rekonstruktion der zerstörten Ossikelkette  
HNO 41(9):440-445
67. **Kempf H.G., Möckel C., Jahnke K.** (1990)  
Hörvermögen nach Cholesteatomchirurgie  
Laryngo-Rhino-Otol; 69: 625-630
68. **Geyer G., Schott C., Schwarzkopf A.** (1999)  
Zur Beeinflussung des Bakterienwachstums (Agar-Diffusions- und  
Keimsuspensionstest) durch alloplastische Knochenersatzmaterialien (Ionomerzement,  
bioaktive Glaskeramik, Hydroxylapatit).  
HNO, 47: 25-32

69. **Steinbach E.** (1973)  
Vergleichende Untersuchung an Gehörknöchelchen und Knochentransplantaten beim Kaninchen und Menschen  
Habilitationsschrift, Tübingen
70. **Hoppe F., Peng J.C., Geyer G.** (1996)  
Ist die Verwendung autologer Gehörknöchelchen zur Kettenrekonstruktion bei Cholesteatom und chronischer Schleimhauteiterung zulässig?  
In: Hagen R., Geyer G., Helms J., Knochenersatz in der Mittelohr- und Schädelbasischirurgie, Vol. 1, München: Sympomed, 37-40
71. **Folz B.J.** (2011)  
Résumé persönlicher Gespräche, Bad Lippspringe
72. **Farrior J.B., Nichols S.W.** (1996)  
Long-term results using ossicular grafts,  
Amer J Otol, 17, 386-392
73. **Frese K.A., Hoppe F.** (1996)  
Morphologische Untersuchungen an autologen und homologen Ossikeln nach Langzeitimplantation.  
Laryngo-Rhino-Otol, 17, 330-334
74. **Jahnke K., Dazert S., Helms J.** (1993)  
Rekonstruktion des Schalleitungsapparates  
HNO, 41, 25-26
75. **Branemark P.L., Hansson B.O., Adell R., Breine U., Lindström J., Hallén O., Ohman A.** (1977)  
Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw  
Experience from a 10 years period.  
Scand J. Plast Reconstr. Surg. 16, 1-132
76. **Fritzemeier C.U., Kruchen D.L.C.** (1993)  
Technologie und Klinik der Titanobturatoren nach Oberkieferdefekten  
ZWR 102. Nr 7
77. **Fritzemeier C.U., Steffens E.** (1992)  
Titan als Restaurationsmetall in der Zahnärztlichen Prothetik und der Mund-, Kiefer- und Plastischen Gesichtschirurgie  
ZWR, 101. Nr. 8
78. **Stupp C.H., Stupp H.F., Grün D.** (1996)  
Gehörknöchelchenersatz mit Titanprothesen  
Laryngo-Rhino-Otol. 75, 335-337
79. **Schwager K.** (1998)  
Titan als Gehörknöchelchenersatz. In vivo-Untersuchungen im Mittelohr des Kaninchens und Untersuchungen zur Proteinadsorption am Implantatmaterial  
Habilitationsschrift. Universität Würzburg

80. **Begall K., Zimmermann H.** (2000)  
Laryngo-Rhino-Otol, 79, 139-145  
Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette mit Titan-Implantaten  
HNO-Praxis heute 12: 169-199
81. **Stupp C.H., Dalchow C., Grün D., Stupp H.F., Wustrow J.** (1999)  
Titan-Prothesen im Mittelohr - Three Years of Experience with Titanium Implants in the Middle Ear  
Laryngo-Rhino-Otol, 78, 299-303
82. **Geyer G.** (2007)  
Résumé persönlicher Gespräche, Solingen
83. **Henke C.H., Müller J.** (2010)  
Ergebnisse nach Tympanoplastik Typ III TORP bei intaktem Stapes  
78. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
84. **Meister H., Mickenhagen A., Walger M., Dück M., von Wedel H., Stennert E.** (2000)  
Standardisierte Messung der Schallübertragung verschiedener Mittelohrprothesen  
HNO, 48, 204-208
85. **Beutner D., Stumpf R., Preuss S.F., Zahnert T., Hüttenbrink K.B.** (2007)  
Zur Gefahr einer Fraktur der Fußplatte durch unterschiedlich große TORP-Prothesenfüße  
Laryngo-Rhino-Otol 86: 112–116
86. **Ho S.Y., Battista R.A., Wiet R.J.** (2003)  
Early results with titanium ossicular implants  
Otol Neurotol 24: 149-152
87. **Krueger W.W., Feghali J.G., Shelton C., Green J.D., Beatty C.W., Wilson D.F., Thedinger B.S., Barrs D.M., McElveen J.T.** (2002)  
Preliminary ossiculoplasty results using the Kurz titanium prosthesis  
Otol Neurotol 23: 836-839
88. **Martin A.D., Harner S.G.** (2004)  
Ossicular reconstruction with titanium prosthesis  
Laryngoscope 114: 61-64
89. **Neff B.A., Rizer F.M., Schuring A.G., Lippy W.H.** (2003)  
Tympano-Ossiculoplasty Utilizing the Spiggle und Theis Titanium Total Ossicular Replacement Protheses  
Laryngoscope 114: 61-64
90. **Schneider K., Hagen R.** (2003)  
Sind die Titan-Implantate dem Gold im Mittelohr überlegen?  
Laryngol Rhinol Otol 82:486-489

91. **Mlynski R., Rak K., Harnisch W., Radeloff A., Scholtz L.W., Müller J., Hagen R.** (2009)  
TORP- Ossikelrekonstruktion mit dem Omega Connector  
Posterpräsentation, Würzburg
92. **Mc Elveen J.T.** (1994)  
Ossiculoplasty with polymaleinate ionomeric prosthesis  
Otolaryngol Clin North Am 27, 777-784
93. **Dorn M.** (2001)  
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung von langzeit-implantierten  
Glasionomerzementossikeln  
Inaugural-Dissertation, Universität Würzburg
94. **Steinhauser R.** (2001)  
Histologische Befunde von Glasionomerzementossikeln nach Implantation im  
Mittelohr  
Inaugural-Dissertation, Universität Würzburg
95. **Lübber B., Geyer G.** (2001)  
Untersuchungen zur Toxizität von Glasionomerzement  
Laryngo-Rhino-Otologie 80, 214-222
96. **Ehsani B., Collo D.** (1994)  
Drei Jahre Erfahrungen mit Ionomer-Zement in der rekonstruktiven Mittelohrchirurgie  
Laryngol Rhinol Otol 73: 381-384
97. **Kupperman D., Tange R.A.** (2001)  
Ionomeric cement in the human middle ear cavity: long-term results of 23 cases  
Laryngoscope 111: 306-309
98. **Dornhoffer J.L., Gardner E.** (2001)  
Prognostic factors in ossiculoplasty: a statistical staging system  
Otol Neurotol 22: 299-304
99. **Zahnert T., Hüttenbrink K.B.** (2005)  
Fehlermöglichkeiten bei der Ossikelkettenrekonstruktion  
HNO 53: 89-103
100. **Beutner D.** (2011)  
Zur Beurteilung von audiologischen Ergebnissen der Tympanoplastik  
HNO 59: 674-675
101. **Preuss S.F., Luers J.C., Beutner D., Klussmann J.P., Huttenbrink K.B.** (2007)  
Results of a European survey on current controversies in otology  
Otol Neurotol. 28(6):774-7
102. **De Vos C., Gersdorff M., Gérard J.M.** (2007)  
Prognostic factors in ossiculoplasty  
Otol Neurotol. 28(1):61-67

103. **Yung M.W.** (2003)  
Literature review of alloplastic materials in ossiculoplasty  
Laryngol Otol 177: 431-436
104. **Yung M., Vowler S.L.** (2006)  
Long-term results in ossiculoplasty: An analysis of prognostic factors  
Otol Neurotol 27: 874-881
105. **Mosnier I., Sterkers O., Bouccara D., Labassi S., Bebear J.P., Bordure P., Dubreuil C., Dumon T., Frachet B., Fraysse B., Lavieille J.P., Magnan J., Martin C., Meyer B., Mondain M., Portmann D., Robier A., Schmerber S., Thomassin J.M., Truy E., Uziel A., Vanecloo F.M., Vincent C., Ferrary E.** (2008)  
Benefit of the Vibrant Soundbridge device in patients implanted for 5 to 8 years  
Ear Hear; 29(2): 281-4
106. **Schwab B., Kontorinis G., Mojallal H., Hinze A.L., Lenarz T.** (2011)  
Vibrant Soundbridge: Ergebnisse der Erweiterung neuer Anwendungsindikationen  
German Medical Science GMS Publishing House

## **B Verzeichnis der Grafiken**

|   | <b>Kapitel</b> |
|---|----------------|
| <b>Grafik 1:</b> Art der vorausgegangenen Ohroperationen bei Revisionen   | 2.1.1          |
| <b>Grafik 2:</b> Präoperative Diagnosen, aufgrund derer die Tympanoplastik Typ III indiziert wurde                    | 2.1.3.1        |
| <b>Grafik 3:</b> Intraoperativ diagnostizierter Ossikelkettendefekt   | 2.1.3.2        |
| <b>Grafik 4:</b> Trommelfellbefunde ohne Perforationen  | 2.1.3.3        |
| <b>Grafik 5:</b> Intraoperative Tubendurchgängigkeit  | 2.1.3.4        |
| <b>Grafik 6:</b> Präoperative Auffälligkeiten des Gehörgangs, differenziert nach Befunden                             | 2.1.3.5        |
| <b>Grafik 7:</b> Präoperative Zuordnung der Fälle nach Bellucci-Klassifikationen                                      | 2.1.3.6        |
| <b>Grafik 8:</b> Verwendete Implantate und Transplantate zur Tympanoplastik Typ III                                   | 2.1.4.2        |
| <b>Grafik 9:</b> Kontaktmethode des Ossikelkettenersatzes mit der Paukenabdeckung                                     | 2.1.4.3        |
| <b>Grafik 10:</b> Materialien der Rekonstruktion des Trommelfells/Paukenabdeckung                                     | 2.1.4.5        |
| <b>Grafik 11:</b> Formblatt Ohrnachsorgebogen des Klinikums Solingen  | 2.2            |
| <b>Grafik 12:</b> Von Patienten wahrgenommene Nachsorgen im Laufe von 10 Jahren                                       | 3.1            |
| <b>Grafik 13:</b> Auffälliges Prothesenverhalten 1 Jahr postoperativ ohne IC TORPs<br>Prothesen                       | 3.2.6          |
| <b>Grafik 14:</b> Prozentualer Anteil „gut“ belüfteter Paukenhöhlen prä-/ 1 Jahr postoperativ                         | 3.3            |
| <b>Grafik 15:</b> Schalleitungskomponente vor und nach Ambosstransposition  | 3.4.1          |
| <b>Grafik 16:</b> Schalleitungskomponente vor und nach Implantation einer Titan-TORP                                  | 3.4.2          |
| <b>Grafik 17:</b> Schalleitungskomponente vor und nach Implantation einer Titan-TORP bei intakter Stapessuprastruktur | 3.4.3          |
| <b>Grafik 18:</b> Schalleitungskomponente vor und nach Implantation einer Titan-PORP                                  | 3.4.4          |
| <b>Grafik 19:</b> Schalleitungskomponente vor und nach Implantation einer Ionomezement- TORP                          | 3.4.5          |
| <b>Grafik 20:</b> Schalleitungskomponente vor und nach Implantation einer PORP aus Ionomezement                       | 3.4.6          |

|   |       |
|---|-------|
| <b>Grafik 21:</b> Prothesenverhalten 1 Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Bellucci-Klassifikation                    | 3.5.1 |
| <b>Grafik 22:</b> Entwicklung der Schalleitungskomponente aller Patienten mit präoperativer Bellucci Typ I-Klassifikation   | 3.5.2 |
| <b>Grafik 23:</b> Entwicklung der Schalleitungskomponente aller Patienten mit präoperativer Bellucci Typ II-Klassifikation  | 3.5.3 |
| <b>Grafik 24:</b> Entwicklung der Schalleitungskomponente aller Patienten mit präoperativer Bellucci Typ III-Klassifikation | 3.5.4 |
| <b>Grafik 25:</b> Entwicklung der Schalleitungskomponente aller Patienten mit präoperativer Bellucci Typ IV-Klassifikation  | 3.5.5 |
| <b>Grafik 26:</b> audiologischer Vergleich der Transplantats- und Implantatstypen   | 4.3.2 |

## C Glossar

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Adhäsivprozeß           | Schleimhautveränderung mit Vernarbung im Bereich der Paukenhöhle und des Trommelfells bei Tubendysfunktion |
| Air-Bone-Gap            | Schallleitungs-komponente  |
| allergen                | Allergien auslösend  |
| allogen                 | aus einem fremden Körper stammend  |
| alloplastisch           | körperfremd  |
| Ambossstransposition    | Wiedereinbau des körpereigenen Amboss  |
| Anulus                  | Ring   |
| Arteria carotis interna | Innere Halsschlagader  |
| Auris externa           | Äußeres Ohr  |
| Auris media             | Mittelohr  |
| autogen                 | körpereigen  |
| autolog                 | körpereigen  |
| bioinert                | biologisch neutral   |
| Cholesteatom            | chronische Knocheneiterung   |
| Chorda tympani          | Ast des Nervus facialis  |
| Circumferenz            | Umkreis  |
| Cochlear Reserve        | Innenohrreserve  |
| Columella               | Mittelohrknochen bei Vögeln  |
| Compliance              | kooperatives Verhalten des Patienten im Rahmen der Therapie  |
| Destruktion             | Zerstörung   |
| Dislokation             | Ortsveränderung, Verschiebung  |
| disloziert              | verschoben   |
| enaural                 | durch den Gehörgang  |
| Epipharynx              | Nasenteil des Rachens  |
| Epithel                 | Deckgewebe   |
| extrakorporal           | Außerhalb des Körpers  |
| Extrusion               | Abstoßung  |
| Fazialisparese          | Gesichtsnervlähmung  |
| fibrocartilaginös       | faserknorpelig   |
| fibrös                  | faserig  |
| Havers-Kanal            | Knochenkanal   |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Hydroxylapatit           | Hauptbestandteil der anorganischen Substanz des Knochens                    |
| Hyperakusis              | Feinhörigkeit   |
| Impedanz                 | Mechanisch-akustischer Widerstand zwischen Mittel- und Innenohr             |
| Incus                    | Amboss  |
| Interponat               | Überbrückungselement  |
| Ionomerzement (IC)       | Implantatwerkstoff, Reaktionsprodukt von Ca-Al-F-Silikat mit Polyalkensäure |
| kanzerogen               | krebserzeugend  |
| Perichondrium            | Knorpelhaut   |
| kongenital               | angeboren   |
| Malignom                 | bösartige Gewebeneubildung  |
| Malleus                  | Hammer  |
| Mastoid                  | Warzenfortsatz  |
| Meningitis               | Gehirnhautentzündung  |
| Migration                | Ortsveränderung   |
| Musculus stapedius       | Steigbügelmuskel  |
| Musculus tensor tympani  | Mittelohrmuskel   |
| Nasopharynx              | Nasenrachen   |
| Nervus facialis          | Gesichtsnerv  |
| Nervus intermedius       | Teil des Nervus facialis  |
| obsolet                  | nicht mehr gebräuchlich   |
| Os temporale             | Schläfenbein  |
| Ossikel                  | Gehörknöchelchen  |
| Ostamer                  | Polyurethan-Polymer   |
| osteoklastischer Prozess | Knochenabbau  |
| Otitis                   | Ohrentzündung   |
| Otoskopie                | Ohrinspektion   |
| Palavit-Kunststoff       | kaltpolymerisierender Kunststoff  |
| Pars flaccida            | „schlaffer“ Teil des Trommelfells   |
| Pars tensa               | gespannter Teil des Trommelfells  |
| Pars tympanica           | Anteil des Schläfenbeins, das die Ohrstrukturen beinhaltet                  |
| Penetration              | hier: Durchstoßung des Trommelfells   |
| Planum mastoideum        | Teil des Warzenfortsatzes   |

|                        |   |
|------------------------|---|
| Plastipore             | Polyethylenkunststoff                                       |
| Polyethylen            | thermoplastischer Kunststoff                                |
| PORP                   | Partial Ossicular Replacement Prosthesis                    |
| postoperativ           | nach der Operation  |
| präoperativ            | vor der Operation   |
| prominent              | hier: hervorstehend   |
| retroaurikulär         | hinter dem Ohr  |
| Revaskularisierung     | Wiedereinsprossung von Blutgefäßen                          |
| rostral                | in Richtung Mund  |
| Spina tympanica minor  | Knochenvorsprung des Schläfenbeins                          |
| Stapes                 | Steigbügel  |
| Stenose                | Verengung   |
| Sulcus tympanicus      | Furche, in die Teile des Trommelfellrandes eingelassen sind |
| Supramid               | Polyamid-Kunststoff   |
| Tonschwellenaudiogramm | Subjektive Hörprüfung                                       |
| TORP                   | Total Ossicular Replacement Prosthesis                      |
| Transponat             | Transplantat  |
| Tuba auditiva          | Ohrtrumpete   |
| Tubenmittelohrkatarrh  | Tubenfunktionsstörung mit/ohne Erguss im Mittelohr          |
| tympano-meatal         | Zugangsrichtung zur Eröffnung der Paukenhöhle               |
| Tympanoplastik         | Wiederaufbau des Trommelfells                               |
| Valsava-Versuch        | Untersuchungsmethode der Tubenfunktion                      |
| zytotoxisch            | zellschädigend  |

## **D Danksagung**

Herrn Prof. Dr. med. Götz Geyer danke ich herzlich für das freundliche Überlassen der interessanten Thematik. Als hervorragender Betreuer stand er mir stets mit Rat und Tat zur Seite.

Ich möchte mich bei meinen lieben Eltern bedanken, die mir das Studium ermöglichten und mich bei dieser Untersuchung durch geduldiges Korrekturlesen unterstützten.

Natürlich gilt mein Dank auch meiner Ehefrau, die mich stets motiviert hat und so den Fortschritt der Dissertation gesichert hat.

# Curriculum Vitae

## Persönliche Daten

---

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Name                | Valentin Gerken  |
| Geburtsdatum/ -ort  | 10.10.1983, Haan |
| Familienstand       | verheiratet      |
| Staatsangehörigkeit | deutsch          |
| Konfession          | evangelisch      |

## Schulbildung

---

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| 07.1990 – 06.1994 | Grundschule Klauberg (Solingen) |
| 07.1994 – 06.2003 | Gymnasium Vogelsang (Solingen)  |

## Studium

---

|            |  |
|------------|--|
| WS 2003/04 | Beginn des Humanmedizinstudiums an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf |
| 09.2005    | 1. Staatsexamen  |
| WS 2008/09 | Wechsel zur Universität zu Köln  |
| 12.2009    | 2. Staatsexamen  |
| 29.12.2009 | Erhalt der Approbation als Arzt  |

## Famulatur

---

|         |   |
|---------|---|
| 03.2006 | Unfallchirurgie und Orthopädie, Klinikum Solingen (Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln), Prof. Dr. med. Ch. Voigt |
| 03.2007 | Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Klinikum Solingen (Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln), Prof. Dr. med. G. Geyer       |
| 08.2007 | Dermatologie, National Cheng Kung University Hospital Tainan (Taiwan), Prof. J. Yu-Yun Lee                            |
| 03.2008 | Urologie, Klinikum Solingen (Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln), Dr. med. V. Unger                              |

## Praktisches Jahr

---

|                   |  |
|-------------------|--|
| 08.2008 – 12.2008 | Innere Medizin, Klinikum Solingen (Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln)            |
| 12.2008 – 04.2009 | Chirurgie, Klinikum Solingen (Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln)                 |
| 04.2009 – 07.2009 | Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Klinikum Solingen (Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln) |

## Ärztliche Tätigkeit

---

02.2010 – 11.2016

Assistenz- bzw. Facharzt in der HNO-Klinik der Karl-Hansen-Klinik Bad Lippspringe,  
Prof. Dr. med. Benedikt Folz

## Dissertation und Veröffentlichungen

---

04.2013 – 12.2016

*Titel: Vergleichende Untersuchung zum Verhalten von autogenen Ossikeln, Ionomerzement- sowie Titanimplantaten im menschlichen Mittelohr (eine 15-Jahres-Bilanz)*

03.2008

Betreuer: Prof. Dr. med. Götz Geyer  
Teilpublikation im Rahmen der Jahrestagung der Vereinigung Westdeutscher Hals-Nasen-Ohren-Ärzte

06.2011

82. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V.  
Posterpräsentation: *Komplikationen der Ohrakupunktur*

## Zusatzqualifikation

---

10.2004 – 02.2005

Wahlfach: Humangenetik, Universität Düsseldorf, Prof. Dr. med. B. Royer-Pokora

10.2005 – 02.2006

Wahlfach: Tropenmedizin, Universität Düsseldorf, PD Dr. med. J. Richter

## Ehrenamtliche Tätigkeiten

---

09.2005 – 07.2008

Aktives Mitglied der Bundesvertretung der Medizinstudierenden in Deutschland e.V. (Sparte internationaler Famulantenaustausch)

07.2007

Engagement beim „Teddy-Bär-Krankenhaus“  
Projekt der Medizinstudierenden der Universität Düsseldorf

Detmold, im Dezember 2016