

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie
„Otto Körner“ der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock
(Univ.-Prof. Dr. med. Robert Mlynki)

**Schmeckvermögen vor und nach Cochlea Implantation in Abhängigkeit von der
Chorda tympani Manipulation**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)
der Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
Marcus P. Drewniak, geb. am 09.03.1989 in Neubrandenburg
aus Stralsund

eingereicht im Oktober 2020,
Verteidigung im Juli 2021

Dekan: Prof. Dr. med. univ. Emil C. Reisinger

1. Gutachter: Prof. Dr. med. T. Just, KMG Klinikum Güstrow, Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie
2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. M. Witt, Universität Rostock, Institut für Anatomie
3. Gutachter: Prof. Dr. med. Th. Hummel, Technische Universität Dresden, Klinik für HNO-Heilkunde

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1. Anatomie der Schmeckbahn.....	2
1.1.1. Die Geschmacksknospen.....	3
1.1.2. Die Geschmackspapillen	4
1.1.3. Innervation und Verschaltung der Geschmacksknospen.....	5
1.1.4. Die peripheren Geschmacksnerven	5
1.1.5. Verlauf der Chorda tympani.....	6
1.2. Psychophysik des Geschmacks	8
1.2.1. Psychophysische Schmecktestung.....	8
1.2.2. Ganzmundtests	9
1.2.3. Regionale Tests	10
1.3. Ablauf der Cochlea Implantation	11
2. Patienten, Material und Methoden	12
2.1. Studienaufbau	12
2.1.1. Studiendesign	12
2.1.2. Einschlusskriterien	12
2.1.3. Ausschlusskriterien	12
2.2. Patienten	13
2.3. Studienablauf.....	14
2.4. Einteilung der Chorda tympani Manipulation während der Operation	14
2.5. Fragebogen	15
2.6. Schmecktest.....	15
2.7. Durchführung des Schmecktests	16
2.8. Statistische Analyse.....	17
3. Ergebnisse	17

3.1. Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens im Fragebogen.....	17
3.1.1. Einschränkungen des subjektiven Schmeckempfindens präoperativ und postoperativ laut Fragebogen.....	17
3.1.2. Subjektive Symptome (Dysgeusie und Hypogeusie) präoperativ, 4 Tage, 4 Wochen und 2 Jahre postoperativ	19
3.1.3. Subjektive Einschränkung der Lebensqualität und Stärke der Schmeckprobleme	20
3.1.4. Subjektive Symptome in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation.....	21
3.2. Schmecktestung vor und nach Cochlea Implantation	23
3.2.1. Schmeckscores der operierten und nicht operierten Seite im zeitlichen Verlauf..	23
3.2.2. Chordomanipulation und Schmecken auf der ipsilateralen Seite	25
3.2.3. Chordomanipulation und Schmecken auf der kontralateralen Seite.....	32
3.3. Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens und Resultate der Schmecktestung im Vergleich	38
3.3.1. Resultate des Schmecktests mit flüssigen Lösungen bei Patienten mit und ohne subjektiven Symptomen.....	38
3.3.2. Vergleich Fragebogen und Schmecktestung	39
3.3.3. Zusammenhang zwischen subjektiver Beeinträchtigung des Schmeckvermögens und Schmecktestung	41
3.3.4. Zusammenhang zwischen subjektiver Einschränkung und Schmecktestung nach leichter Manipulation der Chorda tympani	42
3.3.5. Korrelation zwischen Ganzmundschmeckscores und Beeinträchtigung.....	44
3.4. Abhängigkeit des Schmeckens nach Cochlea Implantation von weiteren Faktoren	46
3.4.1. Geschlecht	46
3.4.2. Operationsseite	49
3.4.3. Alter.....	49
4. Diskussion	50
4.1. Betrachtung der Studiengruppe	50
4.2. Diskussion der Testmethoden und Operationstechnik	51
4.2.1. Die Selbsteinschätzung mittels Fragebogen	51

4.2.2. Die Schmecktestung	51
4.2.3. Operationstechnik und Schädigungsmechanismen der CTN	52
4.3. Einfluss der Cochlea Implantation auf das Schmeckvermögen	54
4.3.1. Vergleich zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite	54
4.3.2. Vergleich des präoperativen und postoperativen Schmeckvermögens	55
4.3.3. Vergleich Selbsteinschätzung mit Schmecktestung	63
4.3.4. Empfehlung zum Erhalt der CTN	65
5. Zusammenfassung	65
6. Schlusswort	67
7. Thesen	68
8. Abbildungsverzeichnis	69
9. Tabellenverzeichnis	71
10. Curriculum vitae	73
11. Danksagung	75
12. Eidesstattliche Erklärung	75
13. Anhang	76
13.1. Tabellen	76
13.2. Fragebogen zum Schmeckvermögen.....	80
13.3. Schmecktestungsprotokoll.....	82
14. Literaturverzeichnis	83

Abkürzungsverzeichnis

a.e.	am ehesten
ca.	circa
CI	Cochlea Implantat
CTN	Chorda tympani
d.h.	das heißt
EGM	Elektrogustometrie
GEP	gustatorisch evozierte Potentiale
g/ml	Gramm pro Milliliter
i.S.	im Speziellen
K-S	Kolmogorov-Smirnov
μl	Mikroliter
μm	Mikrometer
MTA	medizinisch-technische Assistentin
N.	Nervus
N. VII	Nervus facialis
N. IX	Nervus glossopharyngeus
N. X	Nervus vagus
NaCl	Natriumchlorid
P.	Papillae
R ²	Bestimmtheitsmaß
SD	Standardabweichung
S-W	Shapiro-Wilk
s. Tab.	siehe Tabelle
Tab.	Tabelle
Vgl.	Vergleich
z.Vgl.	zum Vergleich
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

Eine Mittelohroperation mit dem Schmeckvermögen in Verbindung zu bringen erscheint zunächst nicht unbedingt intuitiv. Die Durchführung einer Mittelohroperation, hier die Cochlea Implantation, birgt jedoch immer das Risiko den durch das Mittelohr verlaufenden Schmecknerven, die Chorda tympani, zu verletzen.

In der internationalen Literatur werden Schmeckstörungen immer wieder als Komplikation der Cochlea Implantation beschrieben [2–9]. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse sind jedoch nicht einheitlich und erfordern weitere Abklärung.

So herrscht weiterhin Uneinigkeit, ob die Chorda tympani, falls sie im direkten Operationsfeld liegt, möglichst um jeden Preis erhalten oder frühzeitig durchtrennt werden sollte [10]. Einige Autoren berichten eine glatte Durchtrennung der CTN würde zu weniger Schmeckstörungen führen, als eine Überdehnung [11, 12]. Andere Studien kommen zu dem Schluss, ein Erhalt der CTN sei eindeutig zu favorisieren [13, 14].

Die Messmethoden zum Eruieren einer vorliegenden Schmeckstörung, wie z.B. die Gustometrie, haben sich in den letzten Jahren enorm verbessert und ermöglichen damit den komfortableren Einsatz psychophysischer Tests und hierdurch beispielsweise die Untersuchung von Schmeckstörungen bei verschiedenen Patientenkollektiven [16, 17, 18].

In der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde “Otto Körner” der Universitätsmedizin Rostock wird seit mehr als 30 Jahren die regionale Schmecktestung mit flüssigen Lösungen durchgeführt. Dieser Test ermöglicht die Detektierung von lokalisierten bzw. seitengrenzenden Schmeckstörungen und ist der Ganzmundtestung in dieser Hinsicht überlegen. Mit Hilfe von flüssigen Lösungen konnte schon in früheren Untersuchungen eine Verringerung der Schmeckempfindung nach Durchtrennung der Chorda tympani zuverlässig angezeigt werden [18, 19].

Die vielfältigen Symptome, welche nach Manipulation der CTN auftreten, umfassen postoperativ auftretende Mundtrockenheit, Parästhesien und Schmeckstörungen und sind in der vorliegenden Untersuchung gut im zeitlichen Verlauf nachvollziehbar [20, 21].

Bei gleichzeitig vorliegenden unterschiedlichen Angaben zur Inzidenz von Schmeckstörungen nach Cochlea Implantationen, der nicht eindeutigen Empfehlung zum intraoperativen Umgang mit der CTN und der großen Bedeutung des Schmeckvermögens für die Lebenssituation [22], erfolgte in der vorliegenden Studie die Unterteilung nach Schweregrad der Manipulation der

Chorda tympani während der Cochlea Implantation sowie die Evaluierung des Einflusses auf die Lebensqualität der Patienten im Rahmen einer prospektiven Untersuchung.

Folgende Fragen sollten hierbei beantwortet werden:

1. Wie ist das Schmeckvermögen bei Patienten vor der Cochlea Implantation?
2. Ändert sich das Schmeckvermögen nach Cochlea Implantation im zeitlichen Verlauf und kann man dies messen?
3. Wie wird die Lebensqualität der Patienten hierdurch beeinflusst und gibt es einen Zusammenhang zwischen subjektivem und objektivem Schmeckvermögen?
4. Hat das Ausmaß der CTN-Manipulation einen Einfluss auf das Schmeckvermögen und gibt es seitenspezifische Unterschiede?

1.1. Anatomie der Schmeckbahn

Die Geschmacksempfindung ist einer von 5 Sinnen, mit denen wir unsere Umwelt wahrnehmen und vermeintlich schädliche Stoffe erkennen können. Chemische Reagenzien lösen auf dem Epithel der Mund und Rachenschleimhaut an spezialisierten Geschmacksorganen bestimmte Reaktionen aus. Fünf Schmeckqualitäten werden beschrieben und unterschieden: süß, sauer, salzig, bitter und Umami [23]. Süße wird durch Zucker oder künstliche Süßstoffe, wie Saccharin, erzeugt und repräsentiert gemeinsam mit Umami, welches durch Natriumglutamat erzeugt wird, Energiequellen und Belohnung. Saurer Geschmack wird durch organische und anorganische Säuren erzeugt und repräsentiert Fäulnis. Salz steht für die Ausgewogenheit der Mineralien und wird durch NaCl und Lithiumchlorid erzeugt [24]. Ein bitterer Geschmack gilt als Warnhinweis, steht für die meisten Toxine und wird durch vielfältige Substanzen, wie z.B. Harnstoff und Chinin, erzeugt. In Untersuchungen an Säuglingen konnte gezeigt werden, dass die Wahrnehmung bestimmter Schmeckqualitäten, als nützlich oder potentiell schädlich, Hirnstammreflexen entspricht [20]. Hierbei stammt ein Großteil unserer Erkenntnisse über das Schmecken und die zugrunde liegenden Verschaltungsmechanismen jedoch nicht von Menschen, sondern von Nagern und Affen [25].

Ab 1901 wurde postuliert, dass verschiedene Stellen in Mund und Gaumen besonders affin für bestimmte Geschmacksstoffe sind [26]. Auf Basis eines Übersetzungsfehlers durch Boring im Jahr 1942 wurde diese besondere Affinität als isolierte Wahrnehmung verschiedener Schmeckqualitäten an unterschiedlichen Stellen der Zunge gedeutet, woraus seit dem Jahr 1942 die weitverbreitete Geschmackskarte der Zunge entstand [27]. Diese galt jedoch bereits seit 1901 respektive den 1960er Jahren als überholt [28]. Bereits im Mundraum beginnt durch

komplexe Verschaltungsmechanismen und Reflexbahnen die Steuerung der Verdauungsprozesse durch aufgenommene Schmeckkreize und damit die Vorbereitung der weiteren Metabolisierungsprozesse [29].

1.1.1. Die Geschmacksknospen

Die Geschmacksknospen sind die wahren Geschmacksrezeptoren. Sie befinden sich auf Zunge, Gaumen und im Bereich des Rachens und ermöglichen uns in diesen Bereichen das Schmecken. Mit dem Elektronenmikroskop ist erkennbar, dass die Geschmacksknospen aus 30-80 länglichen Zellen bestehen, die von einer Kapsel umgeben sind [25]. Die Gesamtgröße einer Geschmacksknospe beträgt ca. 70 µm in der Länge und 40 µm in der Breite [25]. Innerhalb der Geschmacksknospe lassen sich elektronenmikroskopisch 4 unterschiedliche Zelltypen erkennen. Einer von diesen ist die Basalzelle, welche sich nach Stimulierung in die 3 anderen Zelltypen verwandeln kann. Am oberen Pol tragen die 3 Zelltypen Mikrovilli, welche zur Geschmackspore, also der Öffnung zur Mundhöhle, zwischen dem Epithel, ausgerichtet sind. Diese misst im Durchmesser ca. 20 µm. Die dort befindlichen Zellen sind durch Tight Junctions (Zonulae occludentes) verbunden und lassen deshalb nur sehr kleine Moleküle passieren. Am basalen Ende der Geschmacksknospen treten Nervenfasern durch die basale Pore der Kapsel in die Geschmacksknospe ein [25]. Die Lebensdauer der Zellen in der Geschmacksknospe ist mit 10-14 Tagen sehr kurz [30] [31]. Die Zellen werden entweder aus den Basalzellen ständig erneuert oder aber durch verschiedene Stammzelllinien, die aus dem um die Geschmacksknospe befindlichen Stratum germinativum kontinuierlich einwandern und dort deren Regeneration bewirken [32]. Anzahl und Volumen der Geschmacksknospen variieren im zeitlichen Verlauf stark [30].

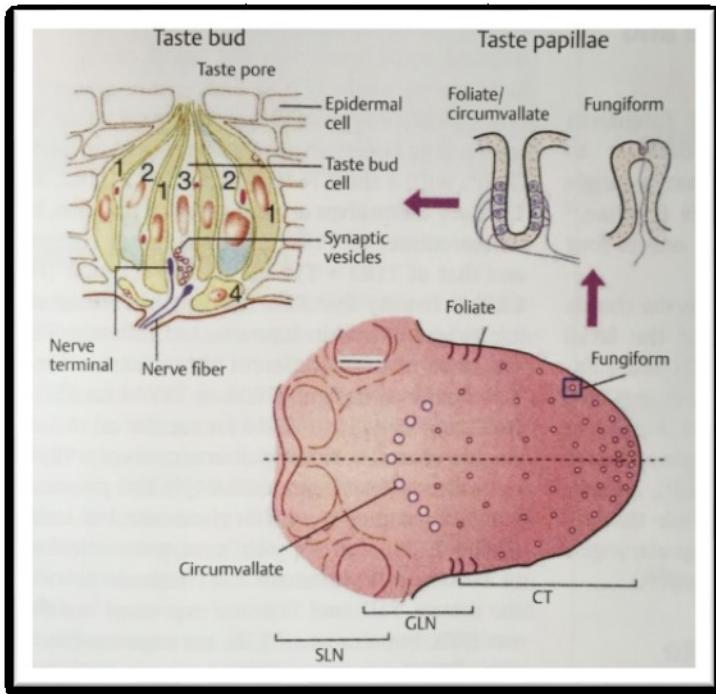


Abbildung 1: Geschmacksorgane. Geschmacksknospe, Geschmackspapille und ihre Lage auf der Zunge sowie ihre Innervation sind abgebildet. CT, Chorda tympani; GLN, Nervus Glossopharyngeus; SLN, Nervus Supralingualis; 1-4, 4 Typen von Geschmacksknospenzellen, von Ogawa [1]

1.1.2. Die Geschmackspapillen

Die Geschmacksknospen sind auf der Zunge im Allgemeinen in Geschmackspapillen angeordnet. Es gibt vier verschiedene Typen von Papillen auf der Zunge, wovon 3 zu den Geschmackspapillen gerechnet werden: Papillae fungiformes, P. vallatae und P. foliatae. Die P. fungiformes befinden sich bevorzugt auf den vorderen zwei Dritteln der Zunge und enthalten im Durchschnitt 3,5 Geschmacksknospen [33]. Die P. foliatae befinden sich beidseits am hinteren Rand der Zunge und enthalten etwa 20 Geschmacksknospen. Der Mensch besitzt vor dem Sulcus terminalis der Zunge zwischen 4 – 18 P. vallatae und auch diese besitzen eine große Anzahl an Geschmacksknospen [33]. Die P. filiformes sind nicht mit Geschmacksknospen bestückt und dienen vielmehr durch ihre raue Oberfläche der Nahrungszerkleinerung auf der Zunge.

Die Gesamtanzahl der Geschmacksknospen beträgt bei Menschen auf der Zunge bis zu 4600, wovon die Mehrzahl auf der hinteren Zunge lokalisiert ist [33]. Der größte Teil der P. fungiformes kann dabei mehrere Geschmacksrichtungen wahrnehmen, genauer gesagt nahmen 66 % mehr als drei der vier angebotenen Geschmacksrichtungen wahr [34].

Chandrashekhar konnte 2006 zeigen, dass Geschmacksknospen entgegen dem lang andauernden Missverständnis alle 5 Schmeckqualitäten wahrnehmen konnten [35].

1.1.3. Innervation und Verschaltung der Geschmacksknospen

In jede Geschmackspapille dringen mehrere Nervenfasern ein, hierbei geben sie auch Kollateralen zu benachbarten Geschmackspapillen ab, wodurch eine einzelne Nervenfaser mehrere Geschmacksknospen innerviert [36]. Die Geschmackszellen selbst sind keine Nervenzellen, da sie kein Axon besitzen. Durch ihre unterschiedliche Lage auf der Zunge gehören die einzelnen Geschmackspapillen zu verschiedenen neuralen Versorgungsgebieten. Hierbei werden P. fungiformes durch die Chorda tympani versorgt. Sie ist ein Ast des Nervus facialis. Die P. foliatae werden sowohl durch den Nervus glossopharyngeus, bzw. seinen lingualen Ast, als auch durch die Chorda tympani versorgt, da sie an der Grenze beider Versorgungsgebiete liegen (Vgl. Abb. Nr.1). Die P. vallatae befinden sich ausschließlich im Innervationsareal des N. glossopharyngeus. Die tiefer im Rachen liegenden Geschmacksknospen werden durch den Nervus vagus versorgt. Geschmacksrezeptoren, die sich im weichen Gaumen befinden, werden durch einen weiteren sensorischen Ast des N. facialis, dem N. petrosus major superficialis, versorgt.

1.1.4. Die peripheren Geschmacksnerven

Wie bereits angesprochen wird die Geschmacksinformation von den Geschmacksknospen in den Geschmackspapillen über 3 Hirnnerven, den Nerven VII, IX und X ins zentrale Nervensystem geleitet. Des Weiteren scheinen durch die komplexe multiple (viscero)sensorische Versorgung der Zunge durch N. lingualis (N. trigeminus), N. glossopharyngeus, N. vagus und CTN (N. facialis) Kreuzinnervationen, vor allem mit dem N. lingualis, möglich [20]. Im Weiteren wird besonders auf den Verlauf der Chorda tympani eingegangen, welche die vorderen zwei Drittel der Zunge versorgt, da sie bei der Cochlea Implantation gefährdet ist und in der vorliegenden Studie während der Schmecktestung überprüft wurde.

Bereits 1869 beobachtete Lussana, dass die Geschmackswahrnehmung der vorderen 2/3 der Zunge über die Chorda tympani übertragen werden müsste und stellte sich somit gegen die herrschende Meinung, der N. lingualis würde die Geschmackswahrnehmung übertragen [37]. Ihr Verlauf als Ast des N. facialis ist sehr komplex und wird nun näher erläutert.

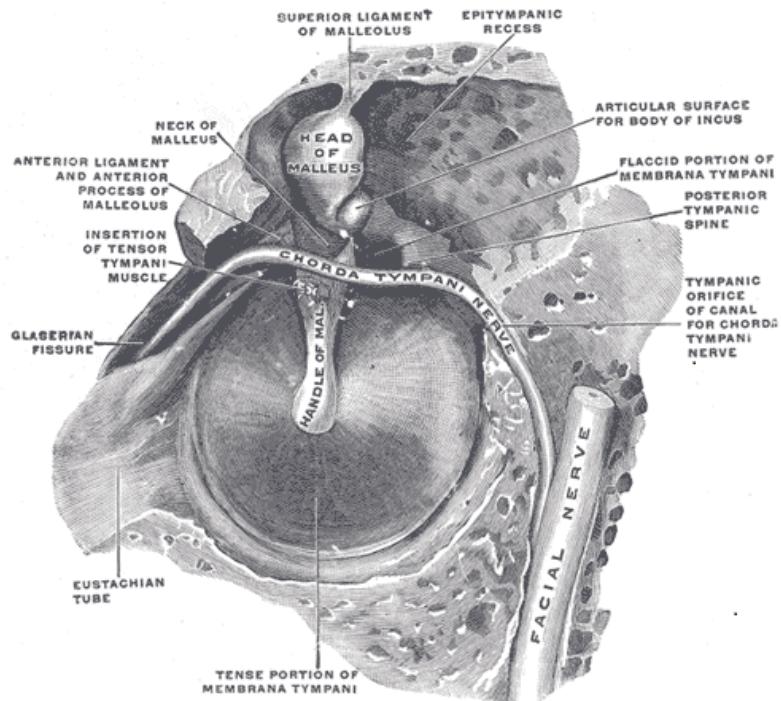


Abbildung 2: rechte Membrana tympani mit Hammer und Chorda tympani abgebildet von Innen, oben und hinten Aus Henry Gray, Anatomy of the Human Body, 20th edition (1918) Abbildung 912

1.1.5. Verlauf der Chorda tympani

Die Chorda tympani enthält sowohl parasympathische-als auch sensorische Fasern und stellt einen Ast des N. facialis dar. Er zweigt vom N. facialis ab, kurz bevor dieser durch das Foramen stylomastoideum die Schädelhöhle verlässt. Zuerst läuft er als Nervus intermedius zusammen mit dem Nervus petrosus major bis zum Ganglion geniculatum. Nach der Abzweigung zieht die CTN von posterior nach anterior durch die Cavitas tympanica. Hierbei befindet sie sich auf Höhe des oberen Trommelfells und durchkreuzt die Gehörknöchelchen Malleus und Incus. Die größten Abweichungen des Verlaufs der CTN von Standardbeschreibungen gibt es im Bereich des Mittelohres, was den Verlauf von Mittelohroperationen deutlich beeinflussen kann und Ott et al. dazu veranlasste, eine klinische Klassifikation des Verlaufes der Chorda tympani im Mittelohr zu etablieren [38]. Zur Außenseite des Schädels gelangt die Chorda tympani durch

die Fissura petrotympanica und schließt sich hier, in der Fossa infratemporalis, mit dem Nervus lingualis zusammen, um mit ihm das Ganglion submandibulare zu erreichen. In diesem Ganglion werden die präganglionären Neuronen des parasympathischen Anteils der Chorda, welche aus dem Nucleus salivatorius superior stammen, auf postganglionäre Neuronen umgeschaltet. Diese dienen der Innervation der Glandula submandibularis und Glandula sublingualis und verlaufen eben genau zu diesen beiden Speicheldrüsen hin. Der sensorische Anteil der Chorda tympani, welcher die vorderen zwei Drittel der Zunge sensorisch, d.h. speziell viscerosensibel versorgt, läuft mit dem Nervus lingualis ohne Umschaltung weiter in die Zunge. Der N. lingualis enthält dabei als Ast des N. submandibularis somatosensible Fasern, welche den vorderen zwei Dritteln der Zunge zur Wahrnehmung von Berührung, Schmerz und Temperatur dienen. Die Übertragungsgeschwindigkeit von Geschmacksfasern (speziell viscerosensiblen Fasern) ist der Geschwindigkeit von myelinisierten Fasern gleich [39]. In der Zunge ist die CTN dann für die Übertragung von Schmeckinformationen der ipsilateralen Zunge zuständig, bis auf ein Gebiet an der Zungenspitze von ca. 2 cm, in dem die Chorda tympani zur Gegenseite kreuzt und diese mitinnerviert [40]. Interindividuell gibt es bei der Größe des Innervationsgebiet der CTN große Unterschiede [21].

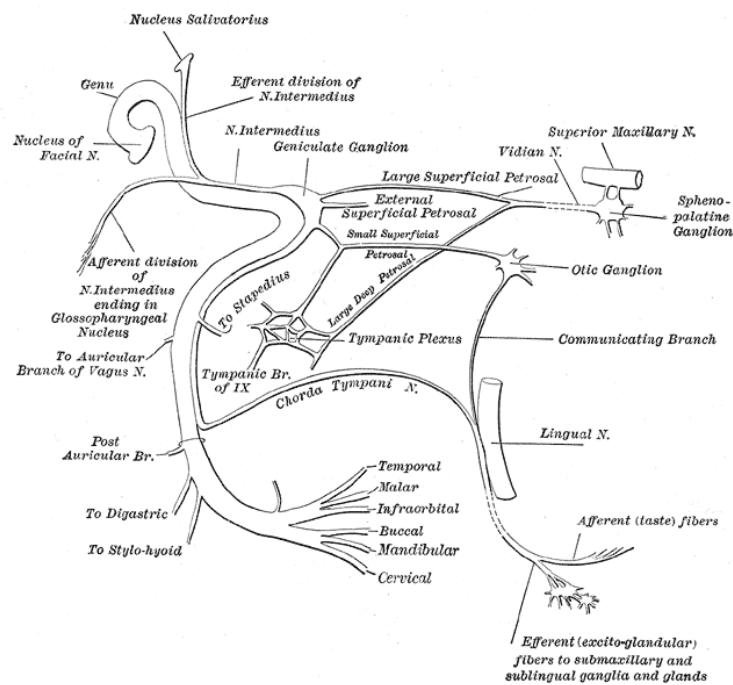
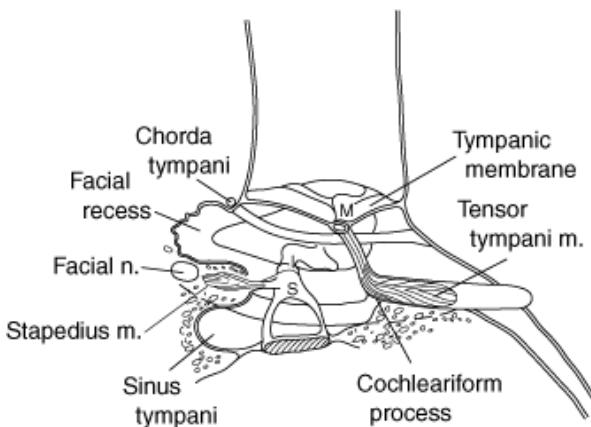


Abbildung 3: Verlauf des N. facialis und der Chorda tympani mit Verzweigungen. Aus Gray's Anatomy Tafel 788 (Henry Gray, Anatomy of the Human Body, 20th edition (1918) Abbildung 788)



Source: Lalwani AK: *Current Diagnosis & Treatment in Otolaryngology—Head & Neck Surgery*, 2nd Edition: <http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Abbildung 4: Recessus facialis eines linken Ohres von innen abgebildet aus Current Diagnosis & Treatment in Otolaryngology -Head and Neck Surgery, 2nd Edition

1.2. Psychophysik des Geschmacks

Die Psychophysik beschreibt das subjektive Erleben von objektiv messbaren Reizstärken. Bezogen auf das Schmeckvermögen bedeutet dies, wie stark ein Proband oder Patient eine definierte Konzentration eines Geschmacksstoffes wahrnimmt.

1.2.1. Psychophysikalische Schmecktestung

Viele verschiedene Schmecktests wurden eingeführt, um die periphere Sensitivität des Schmecksinnes erfassen zu können. Diese können zunächst in 2 Gruppen eingeteilt werden. In der ersten Gruppe werden natürliche Stimulanzien genutzt, um die Schmeckfähigkeit für süß, sauer, salzig, bitter und umami zu testen. In der zweiten Gruppe wird elektrischer Strom eingesetzt, um das Schmeckvermögen einzuschätzen. Dieses Verfahren wird Elektrogustometrie genannt. Zurzeit geht man jedoch davon aus, dass durch die EGM neben den gustatorischen Fasern auch trigeminale Fasern aktiviert werden, da diese in der Peripherie gemeinsam wirken [20, 41]. Als objektive Methode zur regionalen Schmecktestung können unter speziellen Umständen z.B. bei medikolegalen Fragestellungen auch gustatorisch evozierte Potentiale eine Rolle spielen [42].

Die Gruppe der Schmecktests mit natürlichen Stimulanzien kann weiterhin in Ganzmundtests und regionale Tests untergliedert werden.

Bei den Ganzmundtests unterscheidet man die 3 Tropfen Methode, die Schmecktabletten sowie die Schmeckwaffeln.

1.2.2. Ganzmundtests

3-Tropfen-Methode

Während der 3-Tropfen-Methode werden verschiedene Konzentrationen von Schmecklösungen mit einer 10 µl Pipette in pseudorandomisierter Form auf die vordere Zungenmittellinie aufgetragen [43]. Hierbei jeweils ein Tropfen Schmecklösung und 2 Tropfen Lösungsmittel (destilliertes Wasser). Nachdem der Patient die Tropfen im geschlossenen Mund verteilt hat, wird er mittels eines Multiple-forced-choice-Verfahrens gebeten sich für eine der Schmeckqualitäten, süß, sauer, salzig, bitter zu entscheiden. Die Konzentration wird nach und nach in 8 Stufen erhöht, bis der Patient die Substanz in 2 aufeinanderfolgenden Versuchen richtig erkennt. Somit kann der Score für jede Schmeckqualität zwischen 1 und 9 liegen. Zwischen den Versuchen wird der Mund mit Wasser ausgespült. Um den Gesamtscore zu erhalten werden die einzelnen Ergebnisse der Schmeckqualitäten addiert. Normwerte sind für die einzelnen Qualitäten, als auch die Gesamtscores erhältlich, was neben der Feststellung des Schwellenwertes als vorteilhaft zu erachten ist [43].

Schmeckwaffeln

Bei dieser Version der Ganzmundtestung werden Waffeln mit 6 Konzentrationen von Zucker, Zitronensäure, NaCl sowie Coffein dargeboten, als auch Waffeln ohne Geschmack. Auch hier wird eine pseudorandomisierte Reihenfolge mit steigender Konzentration gewählt. Zuerst wird der Proband angehalten, die Geschmacksrichtung der Tablette bei ausgestreckter Zunge im Forced-choice-Verfahren zu benennen, danach darf diese im Mund zerkaute werden. Hiermit ist eine grob regionale Einschätzung sowie auch Ganzmundtestung nach Zerkauen mit orientierend überschwelligen Reizen möglich. Nachteile sind die unzureichende regionale Zuordnung, sowie der überschwellige Testansatz [15].

1.2.3. Regionale Tests

Die Grundlage aller regionalen Tests ist, dass sie auf einer kleinen vorbestimmten Fläche aufgetragen werden. Unterschieden werden Taste strips nach Mueller [17], Filter paper discs nach Tomita [44] und flüssige Lösungen mit evaluierten Normwerten z.B. nach Pingel [18]. Die Test-Retest-Reliability beträgt bei flüssigen Lösungen $r = 0,77$ und ist damit höher als bei taste strips ($r = 0,68$) und der 3-Tropfen-Methode ($r = 0,69$) [17]. Der Ablauf ist bei den regionalen Tests im Wesentlichen gleich, wobei sich nur die Konzentrationen und Verdünnungen unterscheiden. (s.Tab. 1)

Tabelle 1: Schmecklösungen und Konzentrationen der verschiedenen regionalen Schmecktests adaptiert nach Welge-Luessen [45]

	Süß	Sauer	Salzig	Bitter
Taste strips[17]	Glucose (0,05; 0,1; 0,2; 0,4 g/ml)	Zitronensäure (0,05; 0,09; 0,165; 0,3 g/ml)	NaCl (0,016; 0,04; 0,1;0,25 g/ml)	Chininhydrochlorid (0,0004; 0,0009; 0,0024; 0,006 g/ml)
Filter paper discs[44]	Glucose (0,3; 2,5; 10; 20; 80 %)	Weinsäure (0,02; 0,2; 2; 4; 8 %)	NaCl (0,3;1,25;5; 10; 20 %)	Chininhydrochlorid (0,001; 0,02; 0,1; 4 %)
Flüssige Lösungen[18]	Glucose (0,03; 0,1; 0,4; 2 g/ml)	Zitronensäure (0,01; 0,05; 0,1; 0,15 g/ml)	NaCl (0,025; 0,075; 0,15;0,36 g/ml)	Chininhydrochlorid (0,0002; 0,0005; 0,001; 0,01 g/ml)

In steigender Konzentration wird das jeweilige Schmeckmedium, also Schmecktabletten, Taste strips oder die flüssige Lösung in pseudorandomisierter Reihenfolge auf beide Zungenseiten aufgetragen bis der Patient in einem Multiple-forced-choice-Verfahren die Schmecklösung richtig erkennt. Zwischen den unterschiedlichen Konzentrationen kann der Mund jeweils mit destilliertem Wasser ausgespült werden. Es existieren jeweils Normwerte, mit denen dann die individuellen Testergebnisse verglichen werden können.

1.3. Ablauf der Cochlea Implantation

Die Cochlea Implantation ist ein hoch standardisierter operativer Eingriff, bei dem in einer 1-2 stündigen Operation das Cochlea Implantat in ein Knochenbett hinter das Ohr eingesetzt wird und die Elektrode in der Regel über das Mastoid in die Cochlea eingebracht wird.

Da eine Vielzahl von Unterschieden hinsichtlich des operativen Vorgehens existieren, wird hier das rein chirurgische Vorgehen beschrieben, wie im Rahmen der Studie die Cochlea Implantation von ein und demselben Operateur (T. J.) vorgenommen wurde. Einzige Ausnahme zur sonstigen CI-OP außerhalb der Studie war die intraoperative Einschätzung der CTN-Manipulation und intraoperative Beurteilung des Nerven nach Insertion der Cochlea Elektrode. Nach Rasur, Desinfektion und sterilem Abdecken wurde eine retroaurikuläre Inzision etwa 0,5 cm dorsal der retroaurikulären Umschlagfalte auf einer Länge von 6 cm vorgenommen und ein nach vorn gestielter Periost/Muskellappen angelegt und das Planum mastoideum freigelegt. Danach wurde die Mastoidektomie ausgeführt, der kurze Ambosschenkel und der horizontale Bogengang dargestellt. Es folgte der für die Studie relevante Teil der Operation mit Ausführung der posterioren Tympanotomie, Darstellung des Fazialiskanals im Mastoid, der Chorda tympani sowie Fotodokumentation des Nerven. Nach Darstellung des Processus pyramidalis, der Stapediussehne und der Rundfenstermembran wurde das Wechseltaktphänomen durch Berührung des Steigbügels als Nachweis einer flüssigkeitsgefüllten Cochlea geprüft. Es folgten das Bohren des Implantatbettes und der Knochenkanäle zur Fadenfixation des Implantates. Das Cochlea Implantat wurde in das gefräste Knochenbett gelegt und mit einem monofilen Faden fixiert. Bei einem Hersteller musste die Referenzelektrode unter dem Musculus temporalis platziert werden. Bei allen Patienten erfolgte die Elektrodeninsertion über die runde Fensternische. Anterior inferior des runden Fensters wurde die Cochlea eröffnet und die Elektrode über die Scala tympani langsam in die Cochlea eingeführt. Die Abdichtung der Cochleostomiestelle bzw. der runden Fensternische wurde mit Temporalisfaszie vorgenommen. Nach Messung der Impedanzen und Stapediusreflexe erfolgte die Messung und Registrierung der neuronalen Antworten nach Stimulation aller Elektroden.

Vor endgültiger Platzierung und Fixation des Elektrodenkabels wurde abschließend nochmals die Integrität und Beschaffenheit der CTN beurteilt und dokumentiert. Abschließend erfolgte der schichtweise Wundverschluss und die Anlage eines sterilen Kompressionsverbandes.

2. Patienten, Material und Methoden

2.1. Studienaufbau

2.1.1. Studiendesign

Die vorliegende Studie wurde in der Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde der Universitätsmedizin Rostock als eine prospektive Studie durchgeführt. Der klinische Untersuchungszeitraum betrug hierbei von Januar 2014 bis November 2014. Telefonische Interviews wurden bis zum November 2016 durchgeführt. Alle Untersuchungen wurden in Beachtung der Grundsätze der revidierten Deklaration von Helsinki durchgeführt. Das Studiendesign wurde von der Ethik Kommission des Landes Mecklenburg-Vorpommern unter der Nummer (A2013-0088) anerkannt und bewilligt.

2.1.2. Einschlusskriterien

Folgende Einschlusskriterien mussten erfüllt werden, um an der Studie teilnehmen zu dürfen: Eine Cochlea Implantation musste indiziert sein und es musste ein subjektiv normales Riechvermögen gegeben sein. Zudem sollte die Altersspanne 18 - 90 Jahre nicht überschritten werden.

2.1.3. Ausschlusskriterien

Zu den Ausschlusskriterien zählte die Einnahme von Medikamenten oder Substanzen, die zu einer Verminderung des Schmeckvermögens führen können [46] [47]. Wenn Krankheiten, wie z.B. Demenz, Delir oder chronisch entzündliche Begleiterkrankungen, vorlagen, führte dies auch zum Ausschluss von der Studie. Weitere Gründe für die Ausgrenzung aus der Studie waren der tägliche Konsum scharfer Nahrungsmittel [48, 49], als auch akute orale Infektionen, Hyposmie sowie Weisheitszahn-, Nasennebenhöhlen- oder vorangegangene Mittelohroperationen.

2.2. Patienten

Es wurden 21 Patienten befragt und untersucht, darunter befanden sich 11 Männer und 10 Frauen, im Alter von 19 bis 89 Jahren. Das Durchschnittsalter der untersuchten Patienten betrug 62,9 Jahre ($\pm 14,7$ Jahre SD). Operiert wurden 11 rechte und 10 linke Ohren. Alle Patienten hatten gemein, dass sie sich einer Cochlea Implantation in der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“ der Universitätsmedizin Rostock unterziehen wollten und vom gleichen Untersucher befragt und untersucht wurden sowie vom gleichen Operateur operiert wurden.

Die Abgrenzung von Normogeusie und Hypogeusie erfolgte nach altersentsprechenden Normwerten wie von Pingel et al. beschrieben [18]. Hierbei wurden Patienten in 4 Altersgruppen eingruppiert, um dem altersabhängigen individuellen Schmeckniveau Rechnung zu tragen.

Diese Gruppen wurden nach Pingel et al. wie folgt abgegrenzt:

Gruppe A: Patienten bis 15 Jahre, Gruppe B: 16-35 Jahre, Gruppe C: 36-55 Jahre und Gruppe D: 56 Jahre und älter. Auf Grund der vorliegenden Einschlusskriterien fand sich in Gruppe A kein Patient.

Als hypogeusisch wurde gewertet wer Schmecktestresultate unterhalb der 10. Perzentile erreichte [18]. Diese, als Cut off genutzten, altersabhängigen, Schmeckscores an der 10. Perzentile sind in Klammern in der untenstehenden Tabelle Nr. 2 zusammen mit der Anzahl der in der vorliegenden Studie untersuchten Patienten abgebildet.

Tabelle 2: Anzahl der untersuchten Patienten in der jeweiligen Altersgruppe mit altersspezifischem Schmeckscore an der 10. Perzentile als Hypogeusie Cut off (Ganzmundtestung) nach Pingel et al. [18]

	Altersgruppe mit Hypogeusie Cut off				Gesamt
	A <16 (28)-	B 16-35 (26,1)	C 36-55 (25)	D >56 (24)	
männlich	0	1	1	9	11
weiblich	0	0	3	7	10
Gesamt	0	1	4	16	21

2.3. Studienablauf

Die Schmecktestungen wurden mit flüssigen Schmecklösungen jeweils einmalig vor der Operation und zweimalig nach vorausgegangener Cochlea Implantation (nach 4 Tagen und nach 4 Wochen) durchgeführt. Zur weiteren Untersuchung zählten Vorstellungen in der Riech- und Schmecksprechstunde des Arbeitsbereiches Olfaktologie und Gustologie der HNO-Universitätsklinik Rostock sowie eine HNO ärztliche Beratung und Untersuchung.

Es erfolgte eine ausführliche anamnestische Befragung hinsichtlich des Alters, Geschlechts, Rauchverhaltens, regelmäßiger Einnahme von Medikamenten, Vorerkrankungen, bereits erfolgter Operationen im Kopf-und Mundbereich sowie eine gezielte Schmeckanamnese anhand eines eigens entwickelten Fragebogens zur Selbsteinschätzung. Die nasale chemosensorische Funktion wurde durch Befragung abgeschätzt, wobei der Patient sein Riechvermögen insgesamt und im Vergleich zu anderen Personen in seinem Umfeld einschätzen sollte. Bei den Patienten die nach 4 Wochen noch eine symptomatische Verschlechterung des Schmeckens wahrnahmen, wurden zwei Jahre nach dem Eingriff telefonische Befragungen, mit dem eigens entwickelten Fragebogen zur Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens, durchgeführt. Besonderer Wert wurde hierbei auch auf die Beeinflussung der Lebensqualität gelegt.

2.4. Einteilung der Chorda tympani Manipulation während der Operation

Vom Operateur Prof T.J. wurden 3 Stufen der Chordomanipulation unterschieden: geringe Manipulation, starke Manipulation (bei makroskopisch erkennbarer Einblutung oder Schwellung des Nerven) und Chordadurchtrennung [19]. Das Ziel war es, bei allen Patienten die Manipulation der Chorda tympani möglichst gering zu halten und den Nerv zu erhalten. Das Ausmaß der CTN-Manipulation war maßgeblich durch Lagevarianten der CTN im Mittelohr beeinflusst [38]. Diese machten eine Manipulation in ausgewählten Fällen unausweichlich. Am Ende der Cochlea Implantation wurde vom Operateur der Grad der Manipulation der Chorda tympani eingeschätzt und dokumentiert.

2.5. Fragebogen

Die 21 untersuchten Patientinnen und Patienten wurden in einem zu jeder Schmecktestung parallel auszufüllenden Fragebogen (siehe Anlage) befragt, wie Sie selbst ihr Schmeckvermögen einschätzten.

Diese Befragung wurde wie die Untersuchung mit flüssigen Schmecklösungen zu je 3 Zeitpunkten durchgeführt (präoperativ, 4 Tage postoperativ und 4 Wochen postoperativ) sowie in einem telefonischen Interview 2 Jahre nach der Implantation. Hierbei wurde den Patienten die Möglichkeit gegeben, selbst ihr Schmeckvermögen in einer zeitlichen Entwicklung zu beurteilen und den individuellen Einfluss auf ihre Lebensumstände einzuschätzen.

Die Auswahlmöglichkeiten für den Einfluss waren: „gar nicht“, „kaum“, „mäßig“, „mittel“, „stark“, „sehr stark“. Auch wurde nach Problemen, wie Mundtrockenheit, tauben Arealen im Mund, metallischem Geschmack, brennendem Gefühl, Alltagsrelevanz und Grad der Einschränkung durch diese Symptome, gefragt.

2.6. Schmecktest

Die Prüfung der gustatorischen Sensibilität erfolgte mittels Schmecklösungen [18]. Diese Schmecklösungen wurden in unterschiedlichen Konzentrationen in den vier Schmeckqualitäten süß, salzig, sauer und bitter hergestellt. Vor der Durchführung des Testes wurde den Patienten der Ablauf der Testung genau erklärt. Wichtige Details, als auch Hinweise wurden genau erläutert und konnten bei Bedarf nochmals erfragt werden. Auf eine Probetestung wurde verzichtet.

Tabelle 3: Konzentration der verwendeten flüssigen Schmecktestlösungen jeweils in g/ml [18]

Qualität	Konzentration 1	Konzentration 2	Konzentration 3	Konzentration 4
Süß	0,03	0,1	0,4	2
Salzig	0,025	0,075	0,15	0,36
Sauer	0,01	0,05	0,1	0,15
Bitter	0,0002	0,0005	0,001	0,01

Herstellung der Schmecktestlösungen:

Um die gustatorische Sensibilität im Seitenvergleich ermitteln zu können, wurden vier verschiedene Konzentrationen der Testlösungen hergestellt. Zur Herstellung der Schmecklösungen wurden die Grundsubstanzen Saccharose (süß), Natriumchlorid (salzig), Zitronensäure (sauer) und Chininhydrochlorid (bitter) verwendet. Zur Lösung der genannten Substanzen diente destilliertes Wasser. Um der unterschiedlichen Sensibilität der Geschmacksknospen Rechnung zu tragen, wurden die Schmecklösungen jeweils in einem für sie speziellen Verhältnis verdünnt. Diese waren wie folgt: süß: 0,03; 0,1; 0,4; 2 g/ml Saccharoselösung; salzig 0,025; 0,075; 0,15; 0,36 g/ml Natriumchlorid; sauer: 0,01; 0,05; 0,1; 0,15 g/ml Zitronensäure und bitter: 0,0002; 0,0005; 0,001; 0,01 g/ml Chininhydrochlorid (s. Tab. 3)

2.7. Durchführung des Schmecktests

Bevor die flüssigen Lösungen aufgetragen wurden, spülten die Patienten ihren Mund mit raumtemperiertem, destilliertem Wasser. Mit Hilfe eines Glasstabes (18 cm lang, 0,4 cm Durchmesser) wurde ein Tropfen (ca. 20 µl) der jeweiligen Schmecklösung auf beide Seiten der ausgestreckten Zunge getropft. Hierbei wurde in pseudorandomisierter Form mit einer, für den Patienten unbekannten Lösung, in kleinster Konzentration begonnen. Die Prüfung erfolgte seitentrennt und unter Steigerung der Konzentration des Agens bis hin zur höchsten Konzentration der jeweiligen Schmecklösung. Jede Schmecklösung wurde etwa 10 Sekunden lang aufgetragen. Zwischen den einzelnen Proben wurde hierbei ein Abstand von 30 Sekunden gewahrt. Der Ort des Auftragens, war bei herausgestreckter Zunge abhängig von der Lösung. So wurden die saure, süße und salzige Lösung jeweils auf beiden Seiten des vorderen Zungendrittels (süß auf der Zungenspitze, sauer und salzig auf dem Zungenrand), die bittere Lösung hingegen auf beiden Seiten des hinteren Zungendrittels aufgetragen.

Um eine Mitwirkung des Ganzmundschmeckens zu vermeiden, wurde der Patient angehalten, noch bei ausgestreckter Zunge zu beschreiben, um welchen der fünf Deskriptoren „süß“, „sauer“, „salzig“, „bitter“, „Wasser/kein Geschmack“ es sich handelte. Bei diesem Schmecktest konnten maximal 32 Punkte in der Ganzmundtestung, beziehungsweise 16 Punkte in der getrennten Seitentestung, erreicht werden und minimal 0 Punkte.

2.8. Statistische Analyse

Zur Statistischen Analyse wurde das Statistikprogramm SPSS 20.0 (Statistical Package for the social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) verwendet. Bei Normalverteilung wurden t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt; bei nicht vorhandener Normalverteilung wurden Friedmann- und Wilcoxon-Test genutzt. Um nicht verbundene Stichproben zu vergleichen, verwandten wir den Mann-Whitney-U-Test. Zusammenhänge zwischen ordinalskalierten Variablen wurden mit Vierfeldertafeln und dem hierbei berechneten Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (ρ) betrachtet. Die Übereinstimmung von Merkmalen wurde durch Vierfeldertafeln dargestellt und durch Division von Merkmalshäufigkeiten als Quotient abgebildet.

Für Korrelationen bei metrisch skalierten Merkmalen nutzten wir die Pearson-Korrelation mit r als Maß für die Effektstärke. (siehe Tabelle 4) Das Signifikanzniveau wurde für alle Tests auf 0,05 festgelegt.

Tabelle 4: Einteilung der Effektstärke [50]

$r = 0,10$	schwacher Effekt
$r = 0,30$	mittlerer Effekt
$r = 0,50$	starker Effekt

3. Ergebnisse

3.1. Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens im Fragebogen

3.1.1. Einschränkungen des subjektiven Schmeckempfindens präoperativ und postoperativ laut Fragebogen

Präoperativ gaben im Fragebogen 3 von 21 Patienten an, Einschränkungen des Schmecksinns wahrzunehmen. Etwaige Symptome, wie taubes Gefühl, Kribbeln, metallischer Geschmack etc., wurden hierbei präoperativ verneint. Tabelle 5 zeigt die Anzahl bzw. den Anteil der

Patienten mit Verminderung des Schmeckempfindens (Hyogeusie) laut Fragebogen im zeitlichen Verlauf.

Tabelle 5: Patienten mit Verminderung des Schmeckempfindens (Hyogeusie) laut Fragebogen im zeitlichen Verlauf

	Verminderung des Schmeckens (Anteil und in %)		Keine Verminderung des Schmeckens (Anteil und in %)	
Präoperativ (z.Vgl.)	3/21	14,2 %	18/21	85,8 %
4 Tage postoperativ	5/21	23,8 %	16/21	76,2 %
4 Wochen postoperativ	9/21	42,9 %	12/21	57,1 %
2 Jahre postoperativ	1/20	5 %	19/20	95 %

Abbildung 5 stellt diese Entwicklung grafisch in Form eines Balkendiagrammtes dar.

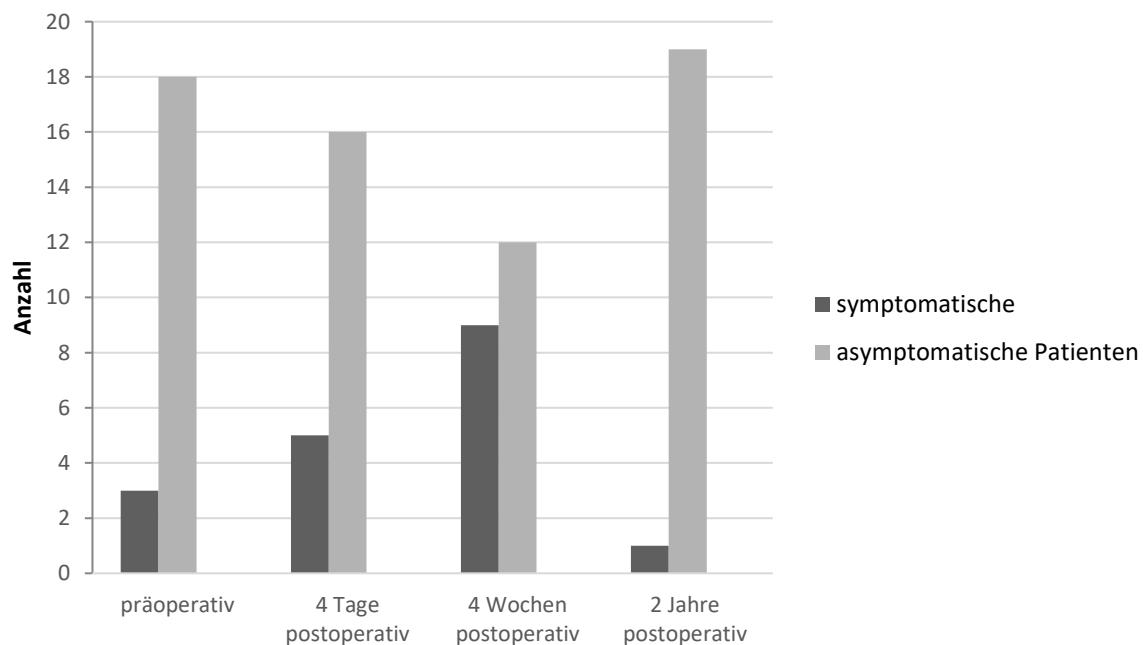


Abbildung 5: Anzahl der Patienten mit Hyogeusie laut Fragebogen: präoperativ, 4 Tage postoperativ, 4 Wochen postoperativ und 2 Jahre postoperativ

Im Test nach Wilcoxon zeigt sich eine signifikante Zunahme der Patienten mit Hyogeusie im Fragebogen zwischen den Zeitpunkten präoperativ und 4 Wochen postoperativ. ($p = 0,034$) Zwischen den Zeitpunkten 4 Wochen postoperativ und 2 Jahre postoperativ zeigt sich hingegen

eine signifikante Abnahme der symptomatischen Patienten. ($p = 0,034$) Die weiteren paarweise ermittelten Unterschiede sind lediglich deskriptiven Charakters jedoch ohne Signifikanz. Überschneidungen mit der Schmecktestung sind in den 4 Felder Tafeln Tabelle 26, 27 und 28 im Anhang dargestellt.

3.1.2. Subjektive Symptome (Dysgeusie und Hypogeusie) präoperativ, 4 Tage, 4 Wochen und 2 Jahre postoperativ

In dem jeweils zu den Schmecktests durchgeföhrten Fragebogen und dem Telefoninterview wurde auch nach weiteren Symptomen gefragt, welche mit ihrer Auftretenshäufigkeit in der untenstehenden Tabelle festgehalten wurden. Es waren Doppelbenennungen möglich, wenn ein Patient mehrere Symptome, wie Kribbeln und Taubheitsgefühl auf der Zunge, angab.

Tabelle 6: Subjektive Symptome, präoperativ, 4 Tage, 4 Wochen und 2 Jahre postoperativ nach Cochlea Implantation

Subjektive Symptome	präoperativ	4 Tage p.o.*	4 Wochen p.o.*	2 Jahre p.o.*
Schmeckverlust	3/21 14,3%	5/21 23,8%	9/21 42,8 %	1/20 5 %
Trockener Mund	0/21 0%	2/21 9,5 %	4/21 19 %	1/20 5 %
Salziger Geschmack	0/21 0%	1/21 4,8 %	0/21 0 %	0/20 0 %
Saurer Geschmack	0/21 0%	0/21 0 %	1/21 4,8 %	0/20 0 %
Bitterer Geschmack	0/21 0%	0/21 0 %	2/21 9,5 %	0/20 0 %
Fremdkörpergefühl	0/21 0%	1/21 4,8 %	3/21 14,3%	0/20 0 %
Brennen	0/21 0%	1/21 4,8 %	2/21 9,5%	0/20 0 %
Kribbeln	0/21 0%	1/21 4,8 %	1/21 4,8%	0/20 0 %
Patienten mit Beschw.	3/21 14,3%	06/21 28,5%	10/21 48 %	1/20 5%

*doppelte Erwähnung/ Erfassung ist möglich, 4 Tage p.o. = 4 Tage postoperativ, 4 Wochen p.o. = 4 Wochen postoperativ, 2 Jahre p.o. = 2 Jahre postoperativ

Abbildung 6 und Tabelle 6 zeigen die Häufigkeit der beschriebenen Symptome zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Gab es vor der Cochlea Implantation lediglich 3 von 21 Patienten, die über subjektive Probleme klagten, waren es 4 Tage nach der Operation schon 6 von 21 Patienten. Von diesen klagten 5 neben subjektiven Problemen des Schmeckvermögens auch über andere Symptome, wie oben in der Tabelle ersichtlich wird. Nach 4 Wochen

beschrieben 10 von 21 Patienten subjektive Probleme, von denen alle neben dem subjektiv schlechteren Schmeckvermögen noch mindestens ein anderes Symptom angaben. Diese Beschwerdezunahme ist im Vergleich zur präoperativen Situation signifikant ($p= 0,034$). In entgegengesetzter Richtung entwickelte sich die Anzahl symptomfreier Patienten von präoperativ 18 auf 15 (4 Tage p.o.) bzw. 10 (4 Wochen p.o.) zurück.

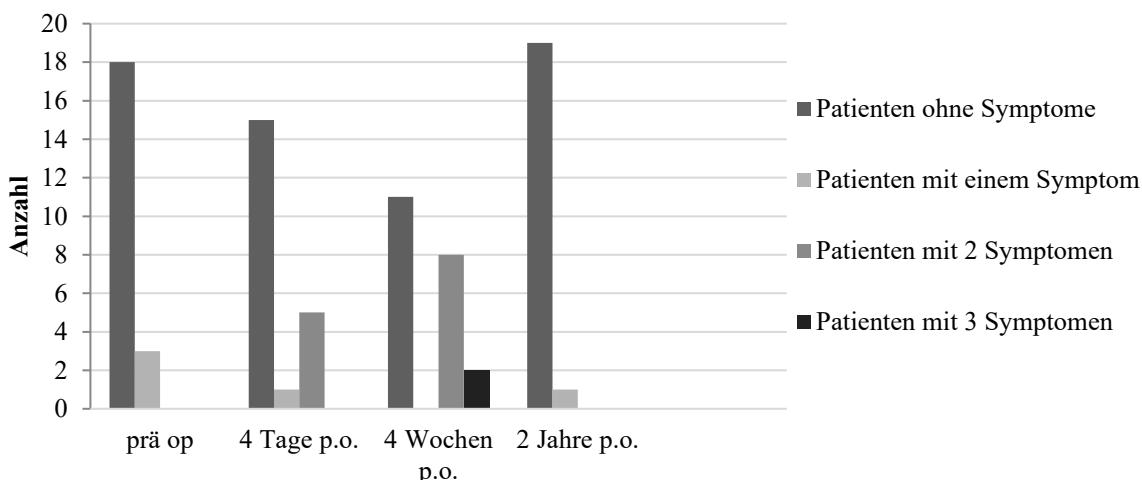


Abbildung 6: Progredienz der Symptome zu den 4 Untersuchungszeitpunkten

Das häufigste Symptom war mit 23,8 % 4 Tage postoperativ und mit 42,8 % 4 Wochen postoperativ ein gefühlter Schmeckverlust/ Taubheitsgefühl der ipsilateralen vorderen 2/3 der Zunge.

Die Langzeitentwicklung wurde in der vorliegenden Studie durch die Datenerhebung nach 2 Jahren erfasst. Zu diesem Zeitpunkt gab nur 1 Patient von 20 telefonisch kontaktierbaren Patienten an, weiterhin subjektive Schmeckveränderungen wahrzunehmen. Dies entspricht hierbei einer signifikanten Abnahme der subjektiven Symptome im Vergleich zum Zeitpunkt 4 Wochen p.o. ($p= 0,034$).

3.1.3. Subjektive Einschränkung der Lebensqualität und Stärke der Schmeckprobleme

Bei der Befragung der Patienten zu ihrem Schmeckvermögen vor und nach der Cochlea Implantation konnten diese auch angeben, ob und in wie weit sie sich durch Schmeckprobleme

in ihrer Lebensqualität eingeschränkt fühlten. Das Ergebnis ist in untenstehender Tabelle 7 festgehalten.

Es ist zu erkennen, dass die Anzahl der Patienten, die sich gar nicht eingeschränkt fühlen, im Verlauf der Untersuchungsreihe, von 18 präoperativ auf 11 postoperativ abfällt. Hingegen nimmt die Anzahl derer Patienten, die auf die Frage der Einschränkung mit mäßig, mittel oder stark antworteten, postoperativ zu. Nach 2 Jahren gaben von den 20 befragten Patienten 19 an, keinerlei Einschränkungen für ihr tägliches Leben wahrzunehmen. 1 Patient fühlte sich kaum eingeschränkt.

Im Wilcoxon-Test ist eine signifikante Zunahme der subjektiven Einschränkung der Lebensqualität durch die Schmeckprobleme zwischen der präoperativen Situation, 4 Tage postoperativ sowie 4 Wochen postoperativ darstellbar ($p_{T4} = 0,01$; $p_{W4} = 0,001$), jedoch nicht zwischen den Zeitpunkten 4 Tage und 4 Wochen postoperationem ($p=0,2$). Ab 4 Wochen nach Operation bis 2 Jahre nach Operation zeichnet sich eine signifikante Abnahme der subjektiven Einschränkung durch die Schmeckprobleme ab ($p=0,002$). Im Vergleich zwischen präoperativer Befragung und der Befragung 2 Jahre postoperativ ergab sich keine signifikante Veränderung ($p= 0,180$).

Tabelle 7: Subjektive Stärke der Einschränkung der Lebensqualität durch Schmeckprobleme präoperativ, 4 Tage , 4 Wochen und 2 Jahre postoperativ

Beeinträchtigung	präoperativ	4 Tage postoperativ	4 Wochen postoperativ	2 Jahre postoperativ
0 gar nicht	18 85,7 %	15 71,4 %	11 52,4 %	19 95 %
1 kaum	3 14,3 %	1 4,8 %	2 9,6 %	1 5 %
2 mäßig	0 0 %	2 9,6 %	2 9,6 %	0 0 %
3 mittel	0 0 %	3 14,3 %	5 23,8 %	0 0 %
4 stark	0 0 %	0 0 %	1 4,8 %	0 0 %
5 sehr stark	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %
Gesamt	21 100 %	21 100 %	21 100,0 %	20 100 %

3.1.4. Subjektive Symptome in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation

In Tabelle 8 ist die Entwicklung der subjektiven Symptome im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation dargestellt. Ersichtlich ist eine Zunahme der

subjektiven Einschränkungen bis 4 Wochen nach der Operation und nachfolgender Abnahme für die Patienten mit leichter Manipulation und CTN-Durchtrennung. In der Gruppe der starken CTN-Manipulation kam es lediglich 4 Wochen nach Operation zu subjektiven Symptomen. Auf Signifikanztests wurde hier wegen der zu kleinen Gruppengrößen bewusst verzichtet.

Tabelle 8: Anzahl und Anteil der Patienten mit wahrgenommener Dysgeusie und/oder Hypogeusie in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation

	Leichte Manipulation		Starke Manipulation		CTN-Durchtrennung	
Präoperativ	3/15	20 %	0/3	0 %	0/3	0 %
4 Tage p.o.	5/15	33,3 %	0/3	0 %	1/3	33,3 %
4 Wochen p.o.	7/15	46,6 %	1/3	33,3 %	2/3	66,6 %
2 Jahre p.o.	0/14	0%	0/3	0 %	1/3	33,3 %

3.2. Schmecktestung vor und nach Cochlea Implantation

3.2.1. Schmeckscores der operierten und nicht operierten Seite im zeitlichen Verlauf

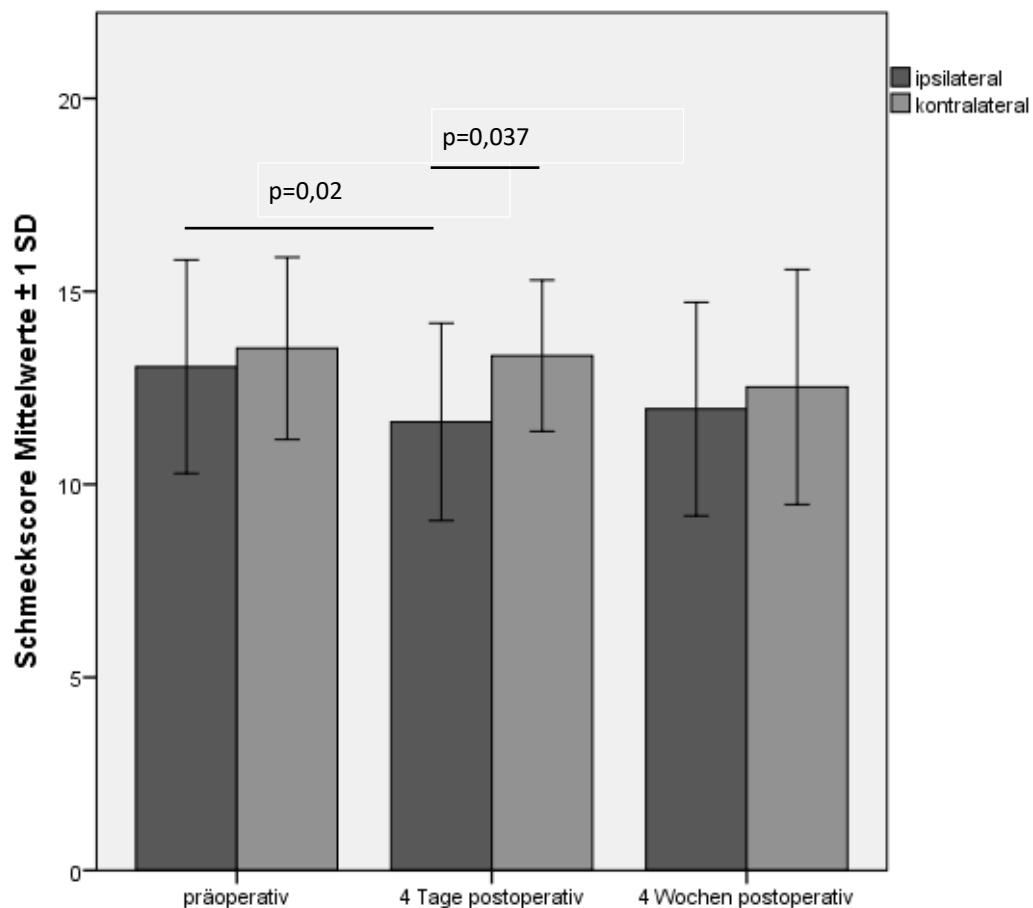


Abbildung 7: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen und kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf $\pm 1 \text{ SD}$ ($n=21$)

Tabelle 9: Schmeckscore Mittelwerte $\pm 1 \text{ SD}$

	Operierte Seite	Nicht operierte Seite
Präoperativ	13,1 ($\pm 2,77$)	13,5 ($\pm 2,36$)
4 Tage p.o.	11,6 ($\pm 2,36$)	13,3 ($\pm 1,96$)
4 Wochen p.o.	11,9 ($\pm 2,77$)	12,5 ($\pm 3,04$)

Zu den 3 Untersuchungszeitpunkten zeigten sich folgende Mittelwerte für die Schmeckscores nach seitentrennem Test mit flüssigen Schmecklösungen, welche auch in Abb. 7 und Tab. 9

dargestellt sind. Auf der operierten Seite verringerte sich der Mittelwert von 13,1 (\pm 2,8) präoperativ auf 11,6 (\pm 2,6) 4 Tage bzw. 11,9 (\pm 2,8) 4 Wochen postoperativ. Auf der kontralateralen Seite betrug der ermittelte Mittelwert 13,5 (\pm 2,4) bzw. 13,3 (\pm 2,0) und 12,5 (\pm 3,0) zu den gleichen Zeitpunkten.

Im Test nach Kolmogorov-Smirnov sprachen Signifikanzen von $p= 0,19; 0,52;$ bzw. $0,51$ auf der operierten Seite zu den 3 Messpunkten und $p= 0,16; 0,34$ bzw. $0,41$ auf der kontralateralen Seite nicht gegen eine Normalverteilung. In allen Fällen war das Signifikanzniveau von $p<0,05$ nicht erfüllt, sodass eine Normalverteilung angenommen wurde.

Im t-Test für verbundene Stichproben zeigte sich lediglich am 4. Tag postoperativ auf der operierten Seite ein signifikanter Unterschied zur präoperativen Situation ($p=0,02$) und damit eine zwischenzeitliche signifikante Verschlechterung des Schmeckscores. Auf der kontralateralen Seite ergab der t-Test für verbundene Stichproben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten.

Der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben wies für den Zeitpunkt 4 Tage nach Operation auf einen signifikanten Seitenunterschied zwischen operierter und nichtoperierter Seite hin ($p= 0,037$). Präoperativ und 4 Wochen postoperativ wurden keine signifikanten Seitenunterschiede gefunden.

3.2.2. Chordomanipulation und Schmecken auf der ipsilateralen Seite

Schmeckscores der ipsilateralen Seite in Abhängigkeit von der Manipulation

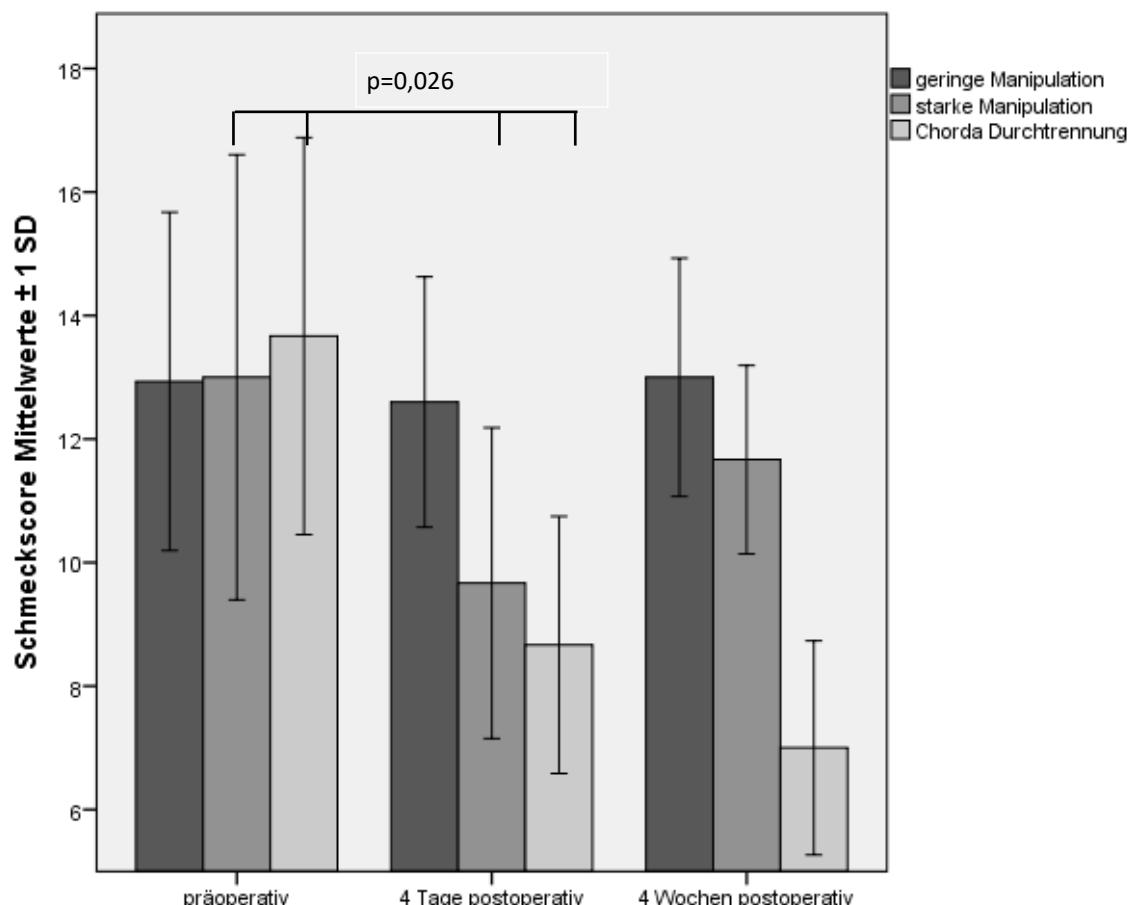


Abbildung 8: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite prä-und postoperativ ± 1 SD in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation (geringe Manipulation ($n = 15$), starke Manipulation ($n = 3$) und Chorda Durchtrennung ($n = 3$)). Für die zusammengefassten Gruppen starke Manipulation und Chorda Durchtrennung ($n=6$) ergibt sich ein signifikanter Unterschied ($p= 0,026$) zwischen der präoperativen Situation und der Messung 4 Tage postoperativ.

In Abbildung 8 sind zu den 3 Messzeitpunkten die errechneten Mittelwerte der Schmeckscores (± 1 SD) der ipsilateralen Seite abgebildet.

In der Gruppe mit leichter Manipulation befanden sich 15/21 Patienten, 3/21 wurden der Gruppe starke Manipulation zugewiesen. Bei den verbleibenden 3/21 Patienten war eine Durchtrennung der Chorda tympani nötig geworden. Die Messwerte waren in der Gruppe mit leichter Manipulation normalverteilt, hierbei traten im Friedmann-Test keine signifikanten Unterschiede auf ($p=0,444$).

Auf einen Test der Normalverteilung wurde bei den verbleibenden 2 Gruppen verzichtet, da die Anzahl der Patienten zu gering war. Deskriptiv ist zu erkennen, dass die Unterschiede der Schmeckscores in der Gruppe mit Chorda Durchtrennung am größten sind. Hierbei fiel der Mittelwert der Schmeckscores auf der operierten Seite von 13,7 (\pm 3,22) auf 7 (\pm 1,73) nach 4 Wochen ab. Für die Gruppe der Patienten mit starker Manipulation zeigte sich ein Abfall von 13 (\pm 3,61) auf 9,67 (\pm 2,52) 4 Tage nach der OP sowie ein anschließender Anstieg auf 11,7 (\pm 1,53) 4 Wochen nach der Operation. Um allgemeingültige Aussagen treffen zu können, wurden die 6 Patienten mit starker Manipulation und Chorda Durchtrennung zusammengefasst. In dieser neuen Gruppe zeigte sich im Wilcoxon-Test ein signifikanter Unterschied ($p=0,026$) zwischen der präoperativen Situation und der Messung 4 Tage postoperativ. Die tabellarische Aufstellung der erhaltenen Mittelwerte (\pm 1 SD) erfolgt in Tabelle 10.

Tabelle 10: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite \pm 1 SD aufgeteilt nach operativem Interventionsgrad der CTN im zeitlichen Verlauf

Manipulation und Anzahl	leichte Manipulation (n = 15)	starke Manipulation (n = 3)	CTN-Durchtrennung (n = 3)	starke CTN-Durchtrennung (n = 6)
Schmeckscore prä op \pm 1 SD	12,9 (2,74)	13 (3,61)	13,7 (3,22)	13,3 (3,08)
Schmeckscore 4 Tage p.o. \pm 1 SD	12,6 (2,03)	9,67 (2,52)	8,67 (2,08)	9,17 (2,14)
Schmeckscore 4 Wochen p.o. \pm 1 SD	13 (1,93)	11,7 (1,53)	7 (1,73)	9,33 (2,94)

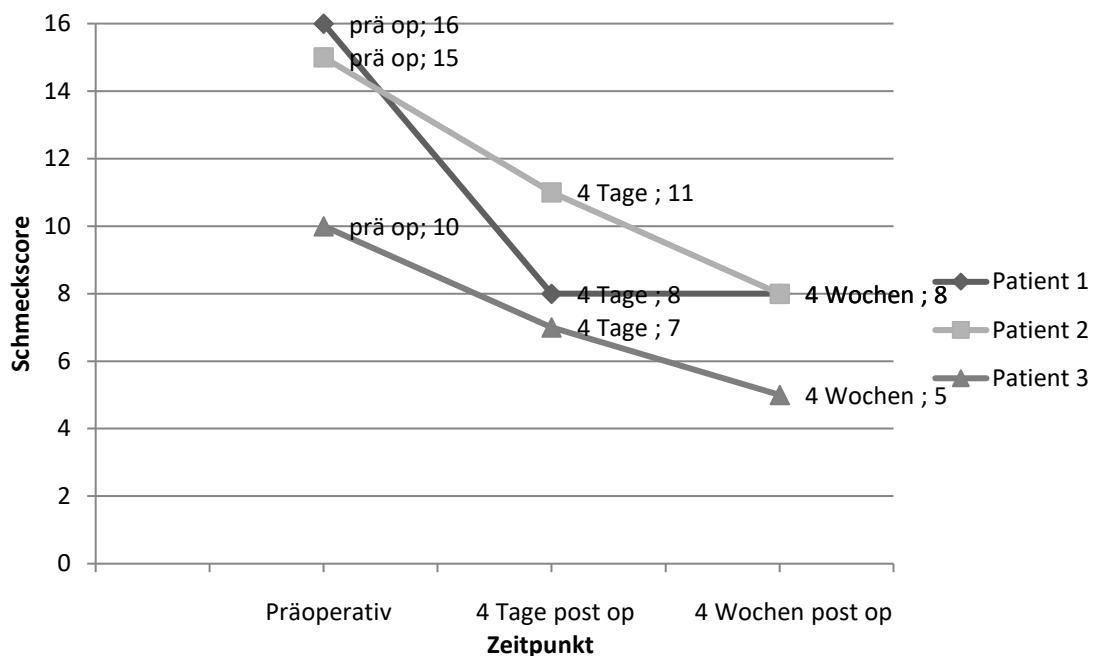


Abbildung 9: Schmeckscores der 3 Patienten mit durchtrennter Chorda tympani auf der ipsilateralen Zungenseite in der Einzelfallbeschreibung: präoperativ, 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o.

In obenstehender Einzelfallbeschreibung (Abbildung 9) zeigt sich die individuelle Verschlechterung der Schmeckscores nach CTN-Durchtrennung. Deskriptiv lässt sich eine Verschlechterung bei 2/3 Patienten (66%) bis 4 Wochen post operationem festhalten.

Die einzelnen Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite im Verlauf

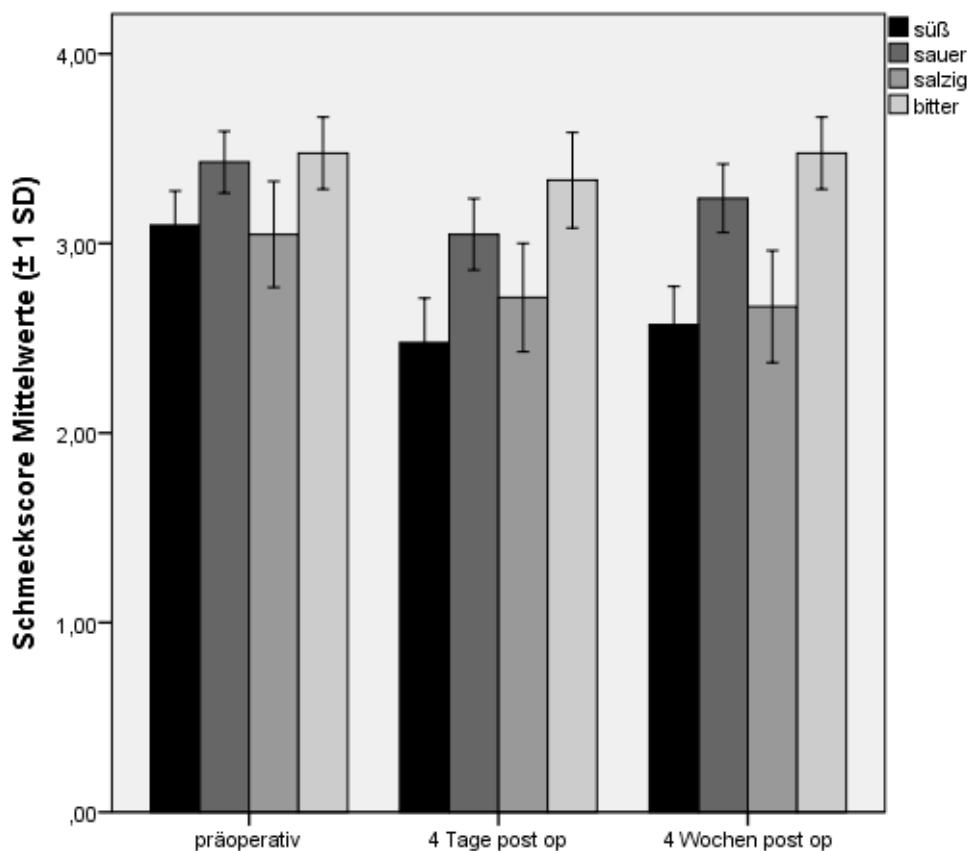


Abbildung 10: Schmeckscores der einzelnen Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite im zeitlichen Verlauf. (n = 21)

In Abbildung 10 werden die Schmeckscore Mittelwerte der einzelnen Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite in Form eines Balkendiagrammes dargestellt.

Die ermittelten Werte sind im Kolmogorov-Smirnov-Test nicht normalverteilt. Im Friedmann-Test konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten ausgemacht werden, sodass für keine Schmeckqualität eine signifikante Verschlechterung der Wahrnehmung ausgemacht werden konnte. Deskriptiv war der Mittelwertunterschied, im zeitlichen Verlauf, am deutlichsten für die Schmeckqualität süß (3,1 auf 2,48) ($p=0,123$) und am geringsten für die Schmeckqualität bitter (3,48 auf 3,33) ausgeprägt.

Einen signifikanten Seitenunterschied gab es im Mann-Whitney-U-Test lediglich für „süß“ 4 Tage nach der Operation ($p= 0,013$), wobei die ipsilaterale Seite geringere Schmeckscores als die kontralaterale erreichte. Die aufgeschlüsselten Werte lassen sich in Tabelle 17 im Anhang nachvollziehen.

Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf

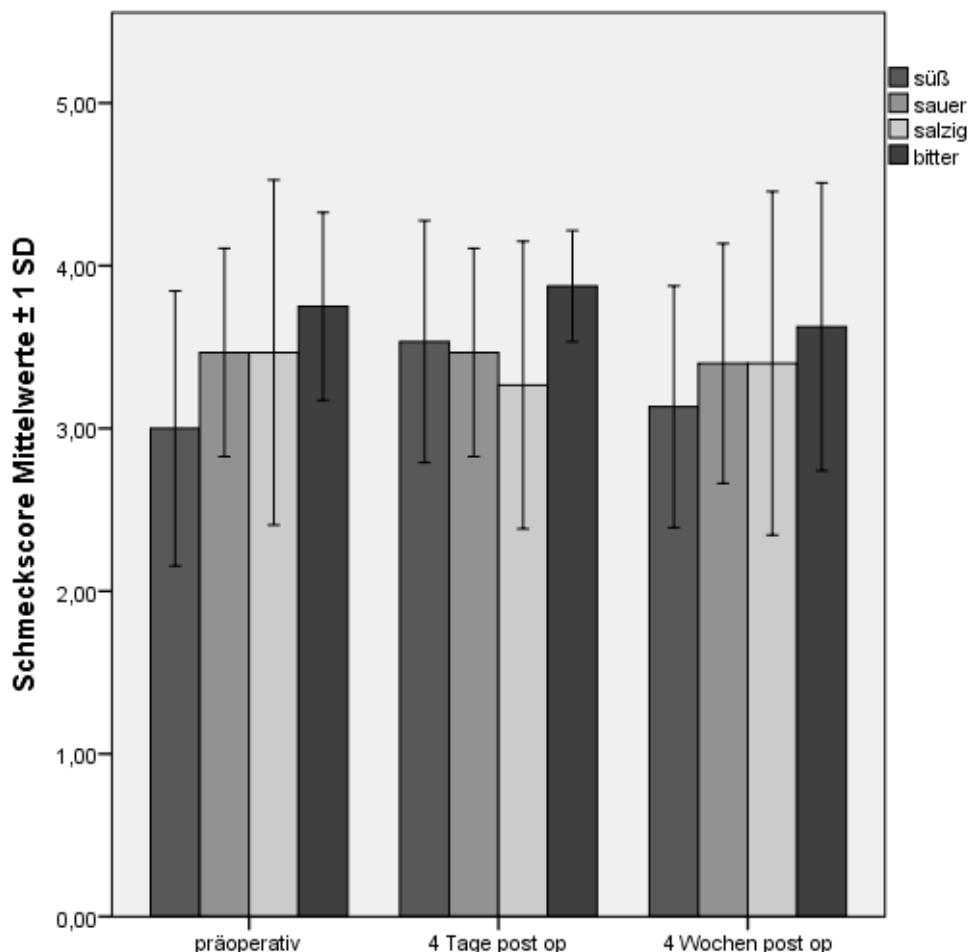


Abbildung 11: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD ($n = 15$)

Eine Normalverteilung der Schmeckscore Mittelwerte liegt bei leichter Manipulation auf der ipsilateralen Seite für alle Schmeckqualitäten sowohl nach Shapiro-Wilk als auch Kolmogorov-Smirnov nicht vor. Im Friedmann-Test zeigten sich für alle Schmeckqualitäten gemittelt eine Entwicklung der Mittelwerte von $3,23 (\pm 1,0)$ über $3,13 (\pm 1,03)$ hin zu $3,25 (\pm 0,86)$ zu den drei Untersuchungszeitpunkten und somit minimalste Veränderungen welche nicht signifikant waren ($p=0,832$).

Für die einzelnen Schmeckqualitäten ergaben sich ebenfalls minimalste Änderungen, die ebenfalls nicht signifikant waren (süß $p= 0,66$; sauer $p= 0,69$; salzig $p= 0,97$ bitter $p= 0,94$). Die genauen Werte wurden in Tabelle 18 im Anhang dargestellt.

Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf

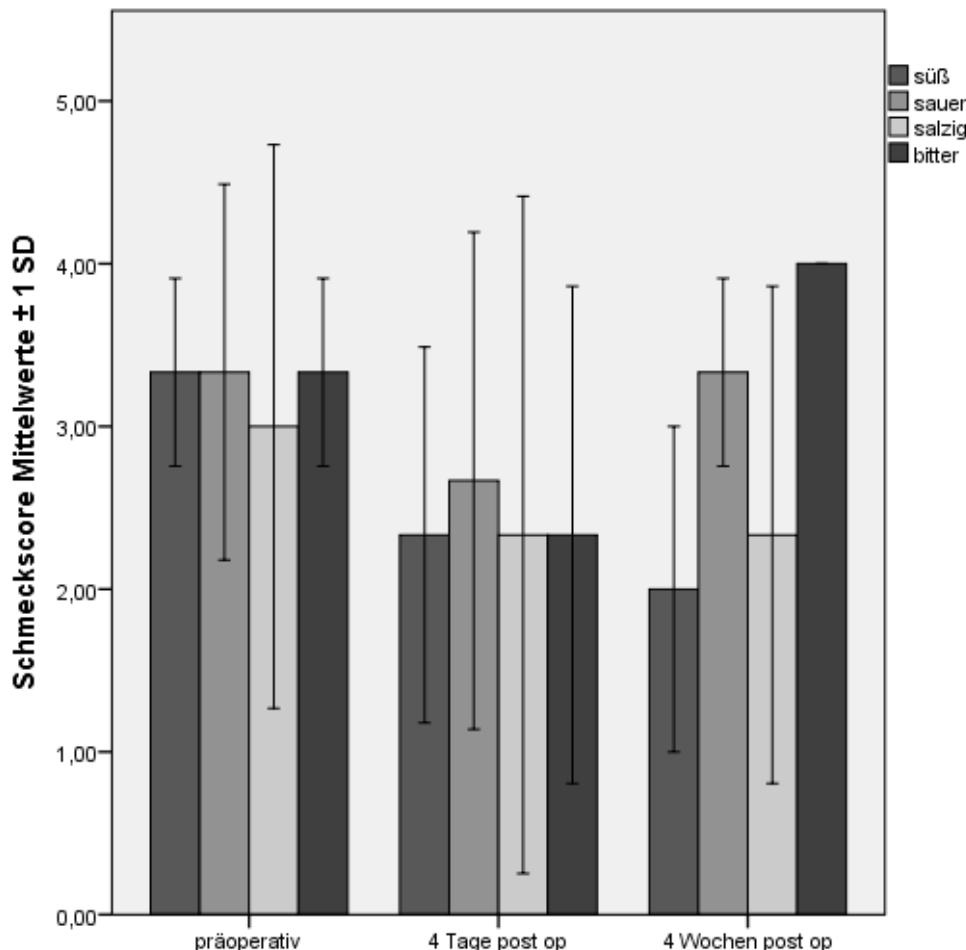


Abbildung 12: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD ($n = 3$)

Abbildung 12 zeigt die Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf. Eine Normalverteilung liegt nach Kolmogorov-Smirnov nicht vor. Alle Schmeckqualitäten gemittelt, erhält man eine Mittelwertentwicklung von 3,26 ($\pm 0,97$) über 2,42 ($\pm 1,38$) auf 2,92 ($\pm 1,16$) zu den drei Untersuchungszeitpunkten. Auf Grund der geringen Fallzahl ($n=3$) wurden keine Signifikanztests durchgeführt. Deskriptiv war der Abfall des Schmeckscore-Mittelwertes bei „süß“ am deutlichsten. Die einzelnen Schmecktestresultate lassen sich in Tabelle 19 im Anhang nachlesen.

Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite nach Chorda Durchtrennung im zeitlichen Verlauf

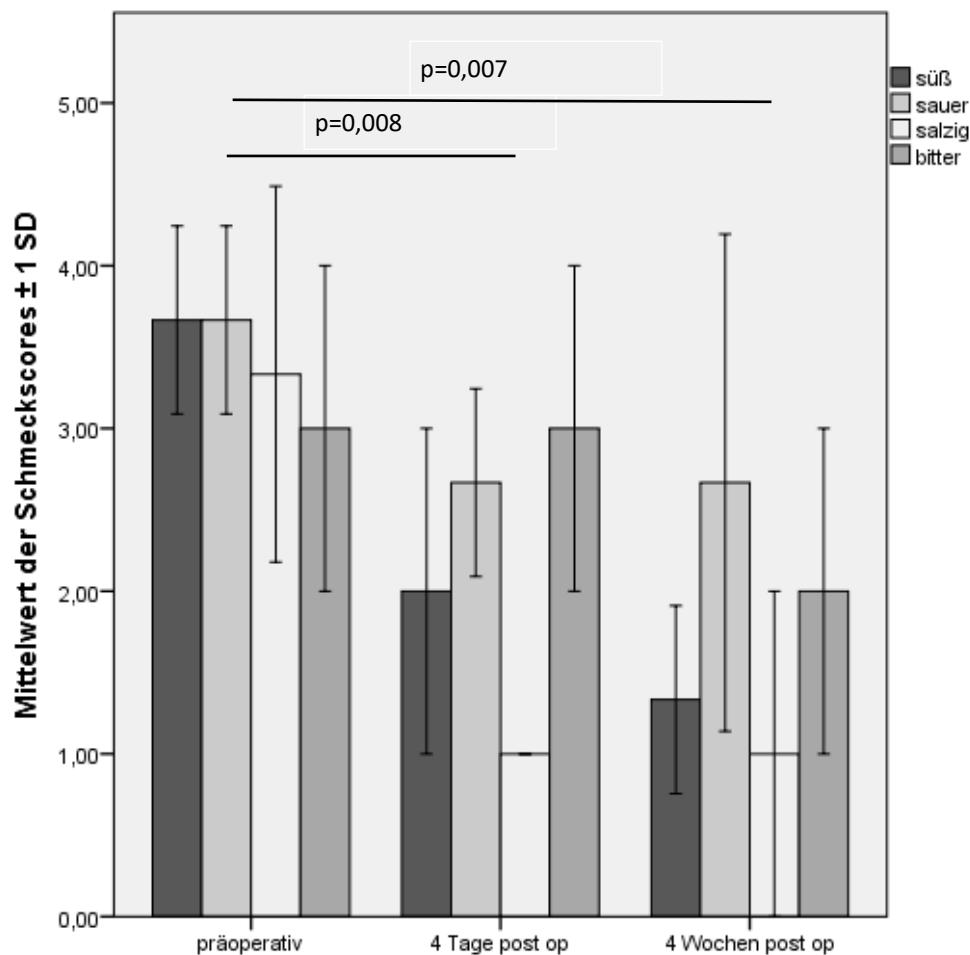


Abbildung 13: Schmeckscores der ipsilateralen Seite nach Chorda Durchtrennung (n = 3)

In dieser Betrachtung wurden nur die 3 Patienten berücksichtigt, bei denen während der Operation die CTN durchtrennt wurde. Eine Normalverteilung lag nach Kolmogorov-Smornov nicht vor. Auf Signifikanztestungen wurde auf Grund der kleinen Untersuchungsgruppe für die einzelnen Schmeckqualitäten verzichtet. Erhaltene Mittelwerte sind in Tabelle 20 im Anhang und Abbildung 13 abzulesen.

Betrachtet man jedoch die Schmeckqualitäten gemeinsam (n=12), so fällt der erhaltene Mittelwert von 3,42 ($\pm 0,79$) über 2,17 ($\pm 1,03$) auf 1,75 ($\pm 1,14$) 4 Wochen nach Operation. Dieser Mittelwertabfall ergibt im Friedmann-Test eine Signifikanz von $p= ,001$ und ist damit hochsignifikant. Auch im angeschlossenen Wilcoxon Test zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen präoperativer Situation und 4 Tage p.o. ($p=0,008$) sowie zwischen der präoperativen Situation und 4 Wochen p.o. ($p= 0,007$). Kein signifikanter Unterschied ergab

sich zwischen den Messpunkten 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o. ($p=0,096$), jedoch ist deskriptiv eine weitere Verschlechterung auszumachen.

3.2.3. Chordomanipulation und Schmecken auf der kontralateralen Seite

Schmeckscores der kontralateralen Seite in Abhängigkeit von der Intervention

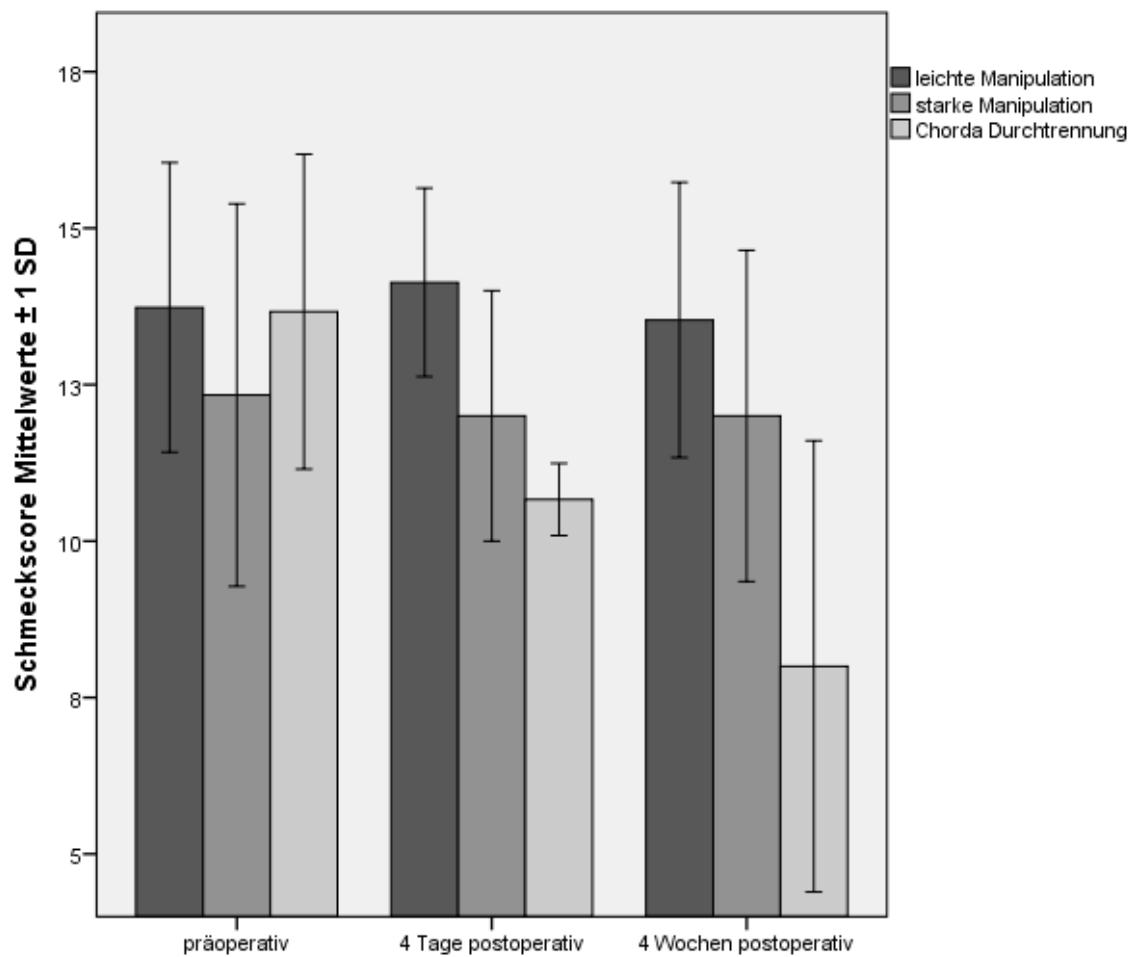


Abbildung 14: Schmeckscore-Mittelwerte der kontralateralen Seite prä-und postoperativ ± 1 SD, nach leichter Manipulation (n = 15), starker Manipulation (n = 3) und Chorda Durchtrennung (n = 3)

Tabelle 11: Schmeckscore-Mittelwerte der kontralateralen Seite \pm 1 SD, aufgeteilt nach Interventionsgrad im zeitlichen Verlauf

CTN-Manipulation und Anzahl	leichte Manipulation (n = 15)	starke Manipulation (n = 3)	Chorda Durchtrennung (n = 3)	starke Chorda Durchtrennung (n = 6)
Schmeckscore prä op \pm 1 SD	13,7 (2,31)	12,3 (3,06)	13,7 (2,52)	13 (2,61)
Schmeckscore 4 Tage p.o. \pm 1 SD	14,1 (1,51)	12 (2,0)	10,7 (0,58)	11,3 (1,51)
Schmeckscore 4 Wochen p.o. \pm 1 SD	13,5 (2,2)	12 (2,65)	8 (3,61)	10 (3,58)

Die Unterteilung der Patienten in die bereits oben genannten 3 Gruppen je nach Interventionsgrad ist in Tabelle 11 und Abbildung 14 dargestellt. Die Schmeckscores der Patienten mit leichter Manipulation waren normalverteilt. Um allgemeingültige Aussagen machen und einen Test auf Signifikanzen durchführen zu können, wurden die Gruppen „starke Manipulation“ und „Chorda Durchtrennung“ zusammengefasst. In Friedmann- sowie Wilcoxon-Test zeigten sich für keine der Interventionsgruppen signifikante Unterschiede. Deskriptiv war der stärkste Mittelwertabfall des Schmeckscores in der Gruppe der Chorda Durchtrennung nachzuweisen. Hierbei fiel der Schmeckscoremittelwert von 13,7 (\pm 2,52) über 10,7 (\pm 0,58) 4 Tage nach der Operation auf 8 (\pm 3,61) 4 Wochen nach Operation.

In Abbildung 15 ist eine Einzelfallbetrachtung der 3 Patienten vor und nach CTN-Durchtrennung dargestellt. Zu erkennen ist hierbei ein deutlicher Abfall der Schmeckscores kontralateral bei 2 von 3 Patienten bis 4 Wochen nach Operation im Vergleich zur präoperativen Situation. Bei dem verbleibenden Patienten blieben die Schmeckscores der kontralateralen Seite hingegen stabil.

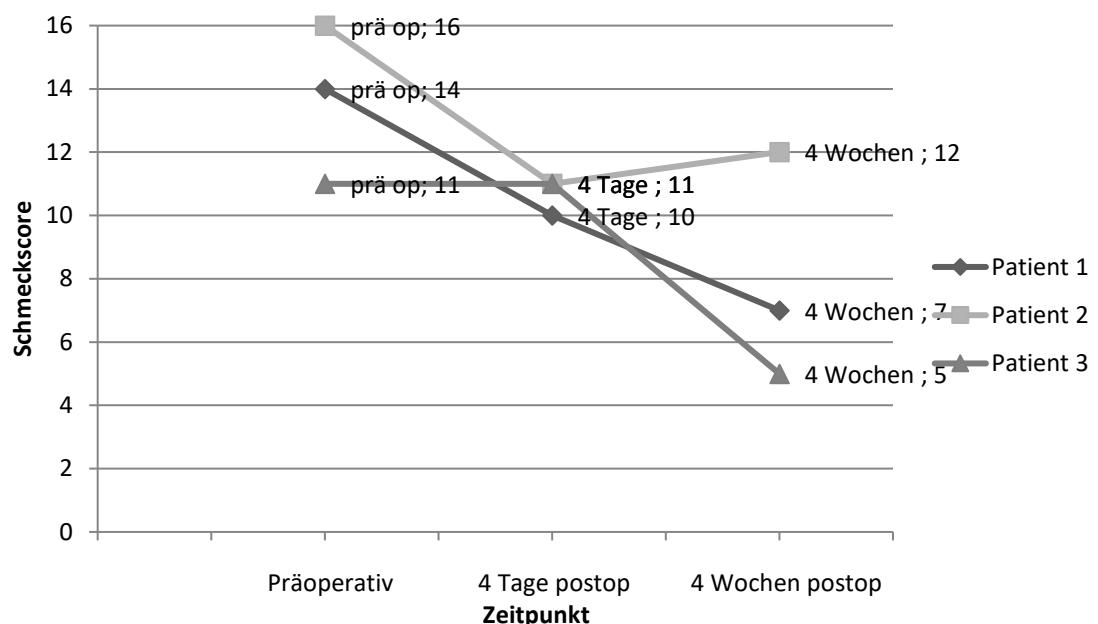


Abbildung 15: Schmeckscores der 3 Patienten mit durchtrennter Chorda tympani auf der kontralateralen Seite in der Einzelfallbeschreibung: präoperativ, 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o.

Die einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im Verlauf

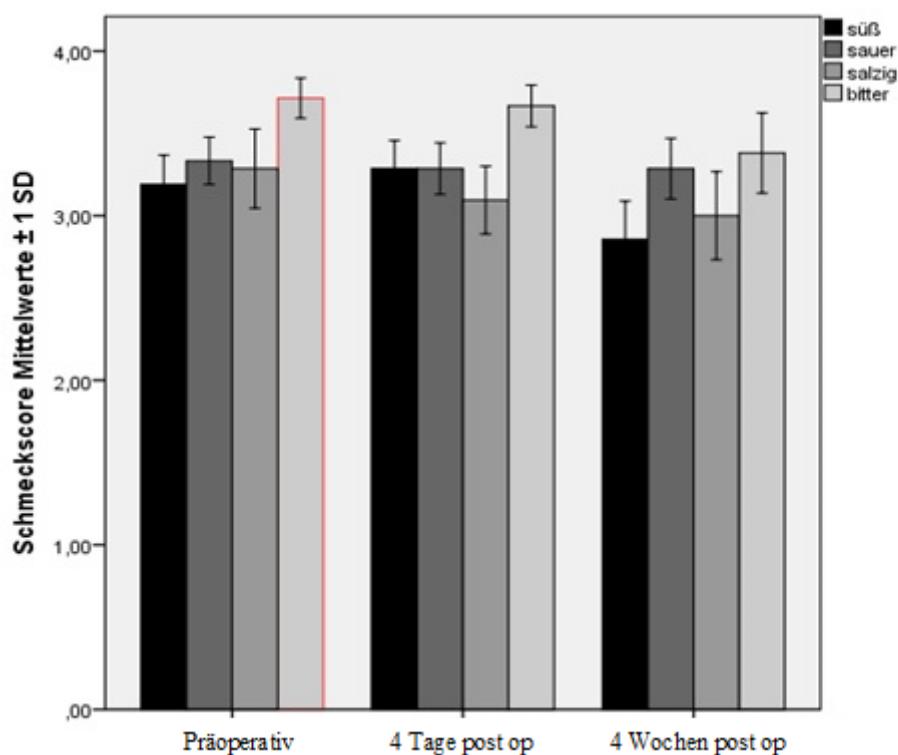


Abbildung 16: Schmeckscores der einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf. (n = 21)

In Abbildung 16 sind die einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf ohne Unterscheidung nach dem Interventionsgrad grafisch dargestellt.

Eine Normalverteilung lag in der durchgeführten Testung nach Kolmogorov-Smirnov für keine der Schmeckqualitäten vor.

Deskriptiv verringerten sich die Mittelwerte jeweils für jede Schmeckqualität, jedoch war keine dieser Veränderungen im Friedmann-Test signifikant. Die größte Veränderung wurde wie auch auf der operierten Seite für „süß“ beobachtet, wobei der Schmeckscoremittelwert von 3,19 präoperativ auf 2,86 4 Wochen postoperativ abfiel. Jedoch war auch diese nicht signifikant ($p= 0,239$). Erhaltene Mittelwerte sind in Tabelle 22 im Anhang abgebildet.

Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf

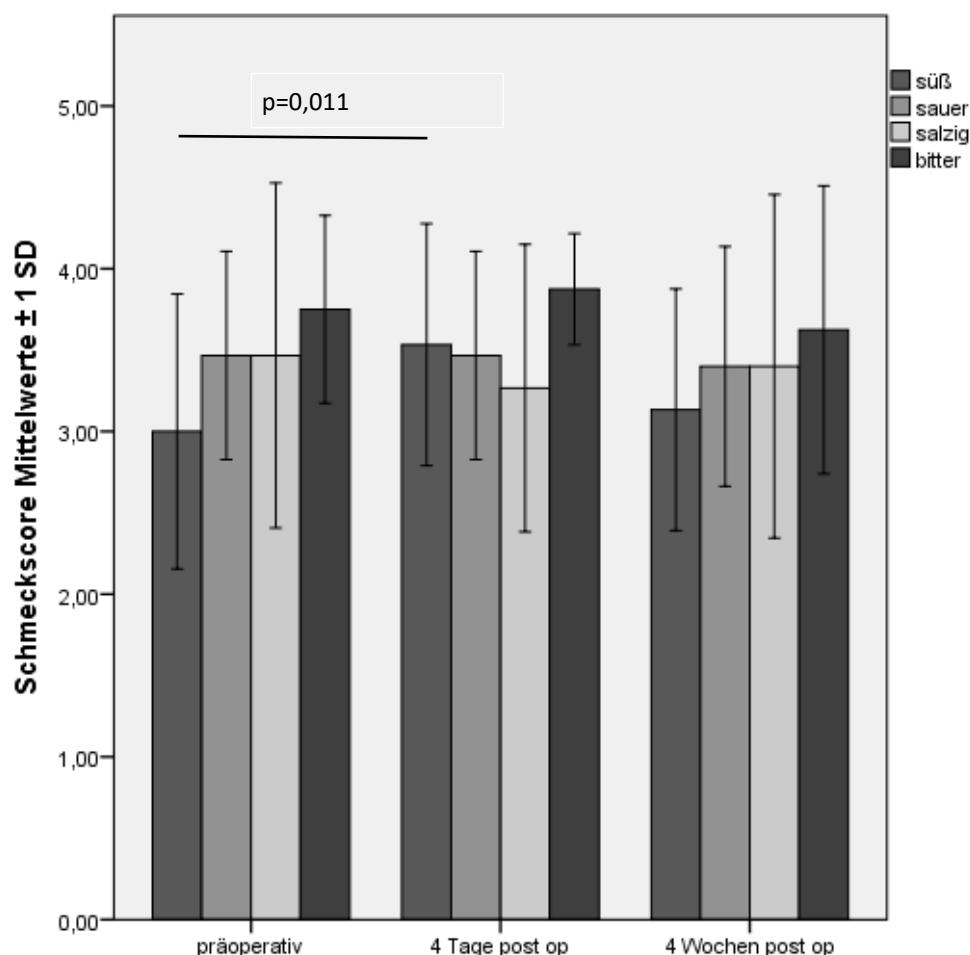


Abbildung 17: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD ($n = 15$)

In Abbildung 17 sind die einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf nach leichter Manipulation der CTN grafisch dargestellt. Eine Normalverteilung lag, wie auch auf der operierten Seite, in der Testung nach Kolmogorov-Smirnov nicht vor. Die Mittelwerte aller Schmeckqualitäten gemittelt blieben auch hier im Verlauf nahezu konstant 3,43 ($\pm 0,83$) präoperativ, 3,53 ($\pm 0,70$) 4 Tage p.o., 3,38 ($\pm 0,87$) 4 Wochen p.o. und änderten sich somit nicht signifikant. Lediglich für „süß“ zeigte sich 4 Tage postoperativ eine signifikante Verbesserung ($p=0,011$) des ermittelten Schmeckscore Mittelwertes.

Keine signifikanten Veränderungen ergaben sich bei sauer ($p= 0,846$), salzig ($p= 0,542$) und bitter ($p= 0,449$). Die errechneten Mittelwerte können im Anhang in Tabelle 23 nachvollzogen werden.

Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf

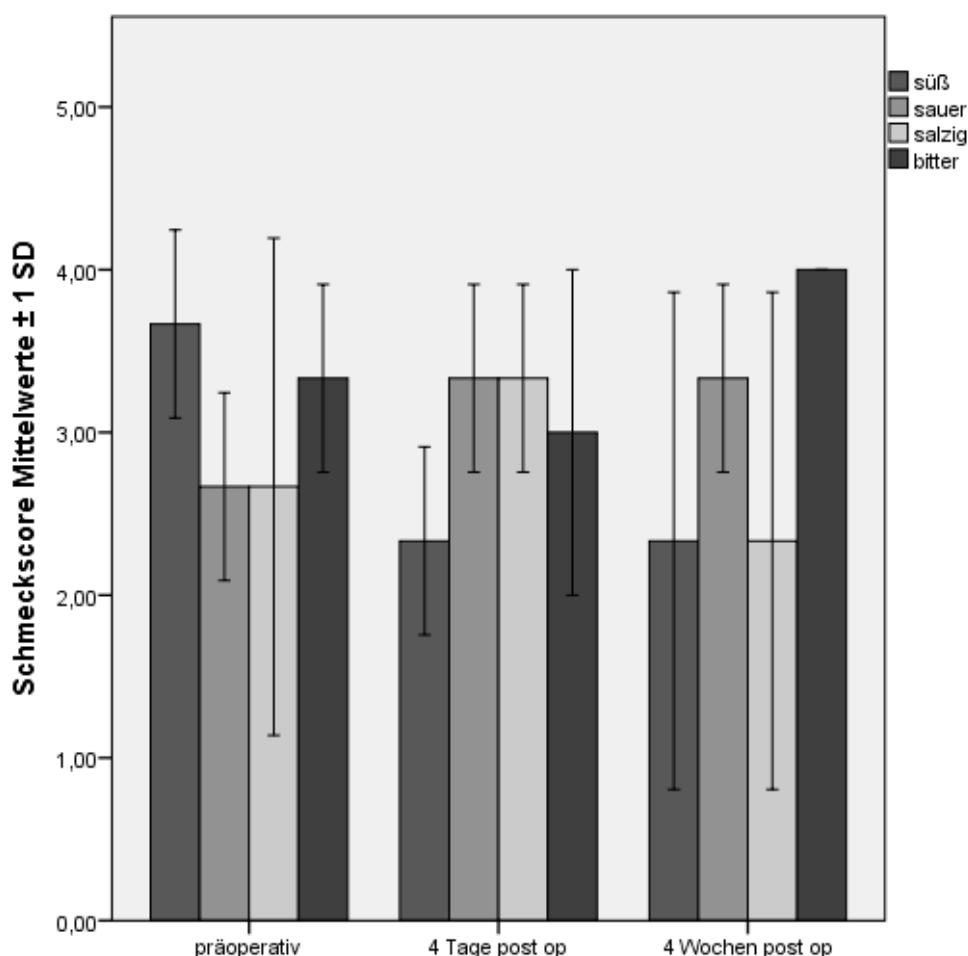


Abbildung 18: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD ($n = 3$)

In Abbildung 18 sind die einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf nach starker Manipulation der CTN grafisch dargestellt. Eine Normalverteilung lag in der Testung nach Kolmogorov-Smirnov nicht vor.

Alle Schmeckqualitäten zusammen gemittelt ergab sich ein fast unveränderter Mittelwertverlauf von $3,08 (\pm 0,90)$ über $3,0 (\pm 0,74)$ hin zu $3,0 (\pm 1,21)$. Im Friedmann-Test war diese Veränderung nicht signifikant ($p= 0,972$). Am stärksten waren die Veränderungen abermals bei der Schmeckqualität „süß“. Jedoch wurde bei der vorliegenden Fallzahl ($n=3$) auf Signifikanztests der einzelnen Schmeckqualitäten verzichtet.

Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite nach Chorda Durchtrennung im zeitlichen Verlauf

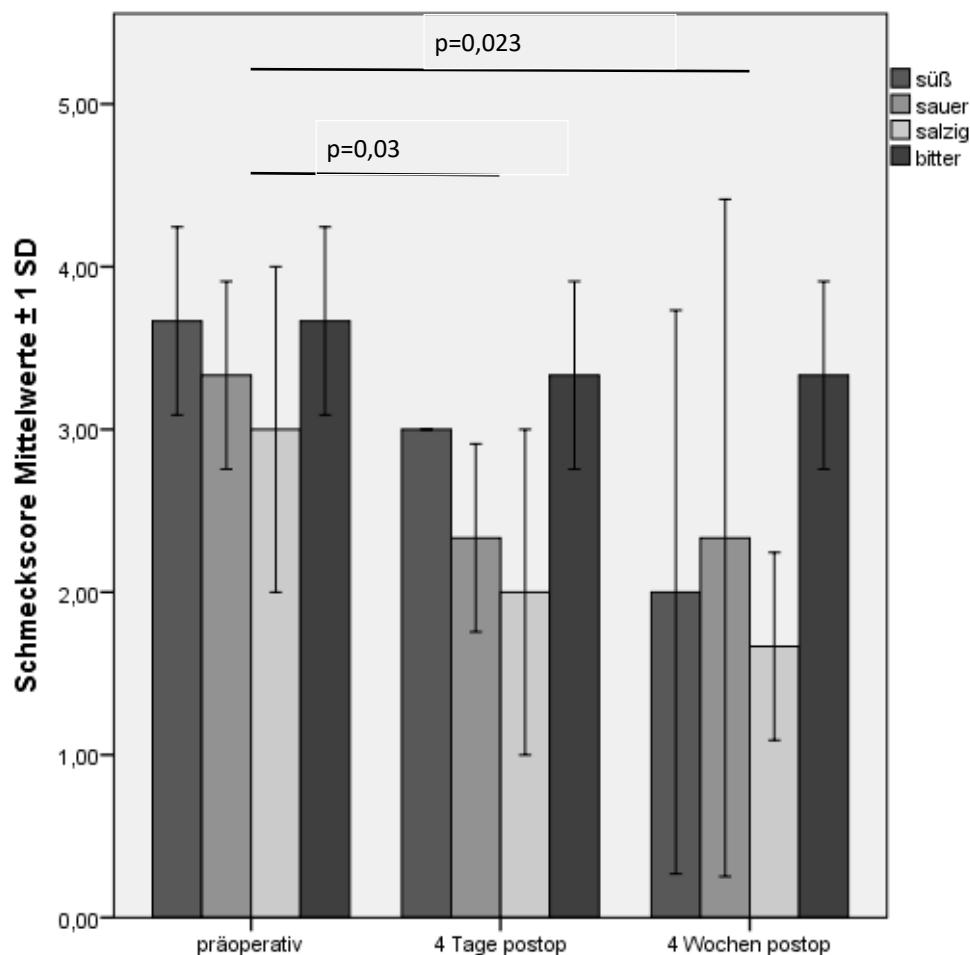


Abbildung 19: Schmeckscores der kontralateralen Seite nach Chorda Durchtrennung ($n = 3$)

In Abbildung 19 sind die einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf nach CTN-Durchtrennung grafisch dargestellt. Eine Normalverteilung lag in der Testung nach Kolmogorov-Smirnov nicht vor.

Unter einer gemeinsamen Betrachtung der einzelnen Schmeckqualitäten ($n = 12$) fällt der erhaltene Mittelwert von $3,42 (\pm 0,67)$ präoperativ über $2,67 (\pm 0,78)$ 4 Tage postoperativ auf $2,33 (\pm 1,37)$ 4 Wochen postoperativ. Dieser Mittelwertabfall ist im Friedmann-Test signifikant ($p= 0,037$). Der angeschlossene Wilcoxon-Test zeigte hierbei jeweils signifikante Unterschiede zwischen der präoperativen Situation und 4 Tage p.o. ($p= 0,030$) als auch der präoperativen Situation und 4 Wochen p.o. ($p= 0,023$). Der Unterschied 4 Tage und 4 Wochen p.o. war hingegen nicht signifikant ($p= 0,260$). Deskriptiv wurden die Schmeckscore Mittelwerte postoperativ für jede einzelne Schmeckqualität schlechter, wobei der Unterschied bei „süß“ am stärksten ausfiel und „bitter“ am stabilsten verblieb. Die einzelnen Werte sind in Tabelle 25 im Anhang dargestellt.

3.3. Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens und Resultate der Schmecktestung im Vergleich

3.3.1. Resultate des Schmecktests mit flüssigen Lösungen bei Patienten mit und ohne subjektiven Symptomen

Tabelle 12: Anzahl von Patienten mit und ohne Symptome(n) (Hypo- und Dysgeusie) im Fragebogen sowie pathologischen und normwertigen Schmecktests in der Ganzmundtestung im zeitlichen Verlauf

Zeit	Gruppe	<u>Chemische Schmecktestscores</u>		N
		Pathologisch	Normwerte	
Präoperativ	Patienten <i>mit</i> Symptomen	1/3	2/3	3 (14,3%)
	Patienten <i>ohne</i> Symptome	2/18	16/18	18 (85,7%)
4 Tage postoperativ	Patienten <i>mit</i> Symptomen	0/6	6/6	6 (28,5%)
	Patienten <i>ohne</i> Symptome	7/15	8/15	15 (71,5%)
4 Wochen postoperativ	Patienten <i>mit</i> Symptomen	4/10	6/10	10 (48 %)
	Patienten <i>ohne</i> Symptome	4/11	7/11	11 (52 %)

Präoperativ gaben 3 Patienten (14,3 %) Symptome an, 4 Tage bzw. 4 Wochen postoperativ waren es 6 (28,5 %) bzw. 10 (48 %). Von diesen hatte ein Patient präoperativ, kein Patient 4 Tage bzw. 4 Patienten 4 Wochen postoperativ ein pathologisches Schmecktestresultat in der Ganzmundtestung. Die Anzahl der Patienten ohne Symptome aber mit pathologischen Schmecktestresultaten ist in Tabelle 12 abgebildet.

In Analogie hierzu zeigt Tabelle 13 die Resultate für die ipsilaterale Schmecktestung und die subjektiven Symptome. Von den symptomatischen Patienten im Fragebogen hatten hier ein Patient präoperativ, 2 Patienten und 5 Patienten 4 Tage bzw. 4 Wochen postoperativ pathologische Schmecktestscores auf der ipsilateralen Seite.

Tabelle 13: Anzahl von Patienten mit und ohne Symptom(e)n (Hypo- und Dysgeusie) im Fragebogen sowie pathologischen und normwertigen Schmecktests in der ipsilateralen Schmecktestung im zeitlichen Verlauf

Zeit	Gruppe	Chemische Schmecktestscores		N
		Pathologisch	Normwerte	
Präoperativ	Patienten <i>mit</i> Symptomen	1/3	2/3	3 (14,3%)
	Patienten <i>ohne</i> Symptome	2/18	16/18	18 (85,7%)
4 Tage postoperativ	Patienten <i>mit</i> Symptomen	2/6	4/6	6 (28,5%)
	Patienten <i>ohne</i> Symptome	12/15	3/15	15 (71,5%)
4 Wochen postoperativ	Patienten <i>mit</i> Symptomen	5/10	5/10	10 (48 %)
	Patienten <i>ohne</i> Symptome	8/11	3/11	11 (52 %)

3.3.2. Vergleich Fragebogen und Schmecktestung

Präoperativ gaben 3 Patienten an, subjektiv ein vermindertes Schmeckvermögen wahrzunehmen. Von diesen war ein Patient in der Schmecktestung hypogeusisch. 4 Tage post operationem fanden sich 5 von 21 Patienten, die angaben, subjektiv schlechter zu schmecken als vor der Cochlea Implantation. Von diesen waren im Schmecktest jedoch alle Patienten in der Ganzmundtestung normogeus. Hinzu kamen (doppelte Erwähnungen möglich) 6 Patienten mit subjektiven Symptomen, wie trockenem Mund (2/21), salzigem Geschmack (1/21), Fremdkörpergefühl (1/21), Brennen (1/21) und Kribbeln (1/21).

Nach 4 Wochen hatten 9 von 21 Patienten in der Selbsteinschätzung bemerkt, schlechter zu schmecken als vor der Operation. Von diesen hatten 4 von 9 ebenfalls einen Hypogeusienachweis im Schmecktest mit flüssigen Lösungen.

Die zugehörigen 4 Felder Tafeln sind im Anhang als Tabelle Nr 26, 27 und 28 hinterlegt.

In den untenstehenden Abbildungen Nr. 20 und 21 zeigt sich die Entwicklung der normogeusen Patienten im zeitlichen Verlauf. Ersichtlich wird, dass die normogeusen Patienten in Fragebogen und Schmecktestung im Verlauf zunächst bis 4 Wochen postoperativ abnehmen. In Abbildung 21 wird gezeigt, bei welchem Anteil der Patienten es im zeitlichen Verlauf in Fragebogen und Schmecktestung zu übereinstimmenden Ergebnissen kommt. Dieser Anteil erreicht 4 Tage p.o. mit 56 % den niedrigsten Wert (Vgl. Tabelle 26, 27 und 28 im Anhang).

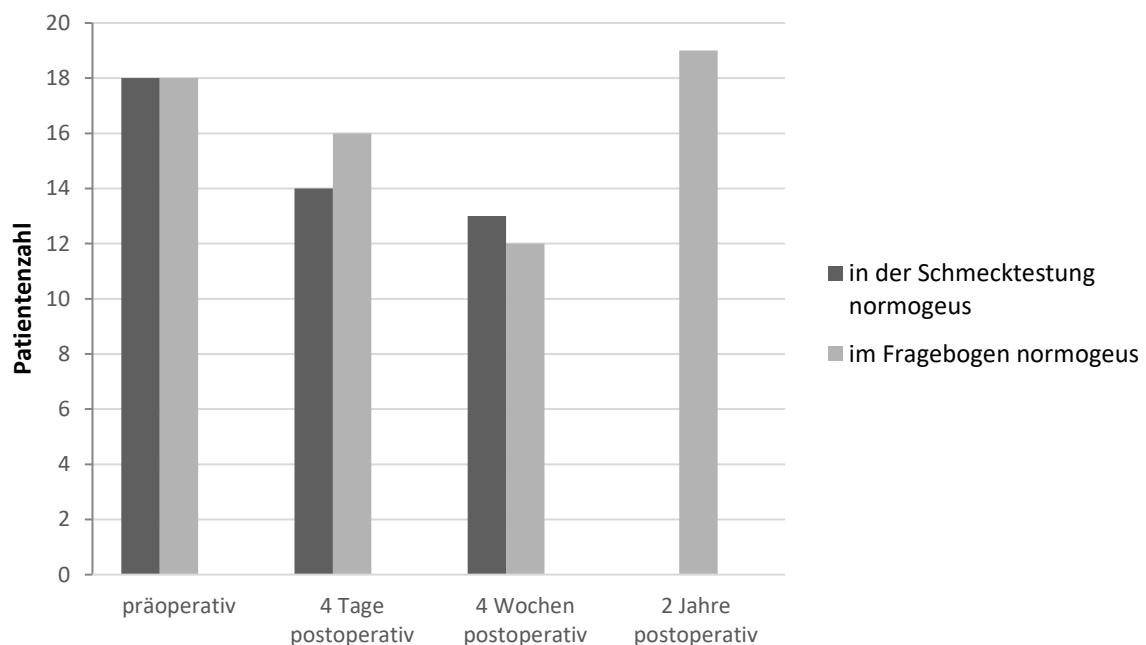


Abbildung 20: Anzahl der normogeusen Patienten zu den Untersuchungszeitpunkten im Vgl. zwischen Fragebogen und Schmecktestung (Ganzmundtestung) (n= 21)

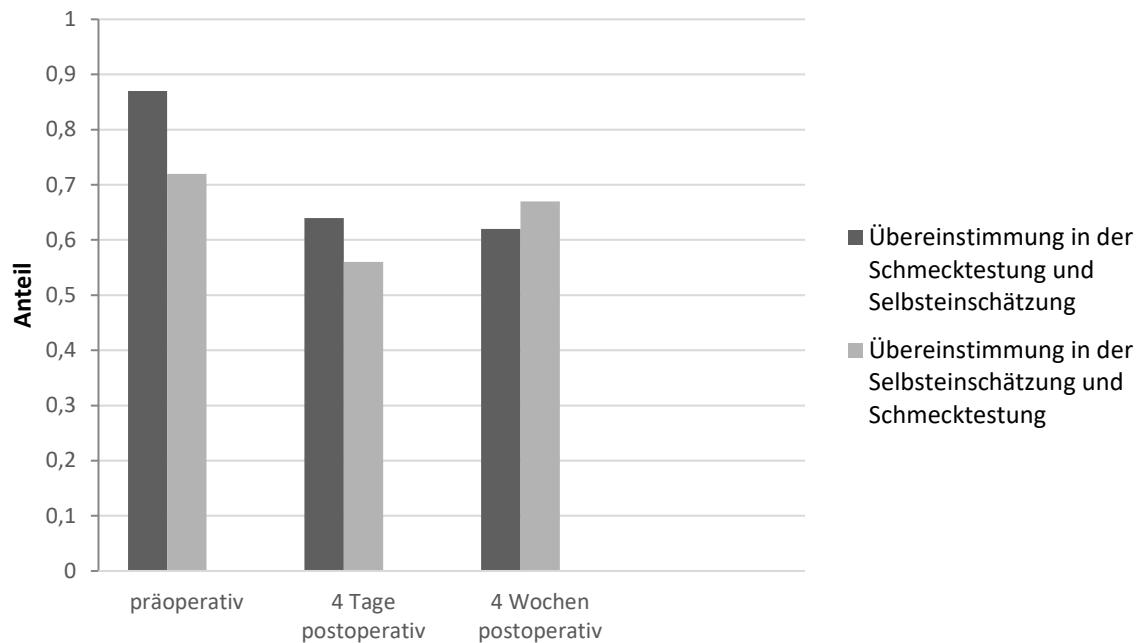


Abbildung 21: Anteil der Übereinstimmung zwischen Schmecktestung (Ganzmundtestung) und Selbsteinschätzung im Fragebogen für normogeuse Patienten

3.3.3. Zusammenhang zwischen subjektiver Beeinträchtigung des Schmeckvermögens und Schmecktestung

Bei der Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens konnten die Patienten, ihrer Selbsteinschätzung nach angeben, ob sie persönlich das Gefühl hatten normal oder vermindert zu schmecken und wie stark ihr Schmeckvermögen subjektiv beeinträchtigt war.

Tabelle 14: Übersicht der Korrelationen zwischen subjektiver Einschätzung des Schmeckvermögens und der Ganzmundschmecktestung

	Spearmans ρ	Signifikanz p	Anzahl n
präoperativ	0,240	0,294	21
4 Tage postoperationem	-0,533	0,013	21
4 Wochen postoperationem	0,055	0,813	21

Die genaue Darstellung der Verteilung von Hypogeusie und Normogeusie ist in Vierfeldertafeln in den Tabellen Nr 26, 27 und 28 im Anhang hinterlegt.

Es bestand lediglich zum Zeitpunkt 4 Tage post operationem ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen subjektiver Einschränkung und Schmecktestung ($\rho = -0,533$; $p= 0,013$; $n = 21$).

3.3.4. Zusammenhang zwischen subjektiver Einschränkung und Schmecktestung nach leichter Manipulation der Chorda tympani

Um diese Unterschiede und Zusammenhänge ohne Beeinflussung durch den Interventionsgrad darzustellen, wurden nur die Patienten mit leichter Manipulation der Chorda tympani während der Cochlea Implantation dargestellt ($n= 15$). Auf eine gesonderte Darstellung der Zusammenhänge zwischen subjektiver Einschränkung und Schmecktestung wurde für die Patienten mit starker Manipulation ($n = 3$) und Chorda Durchtrennung ($n = 3$) verzichtet, da die Untersuchungsgruppen zu klein waren.

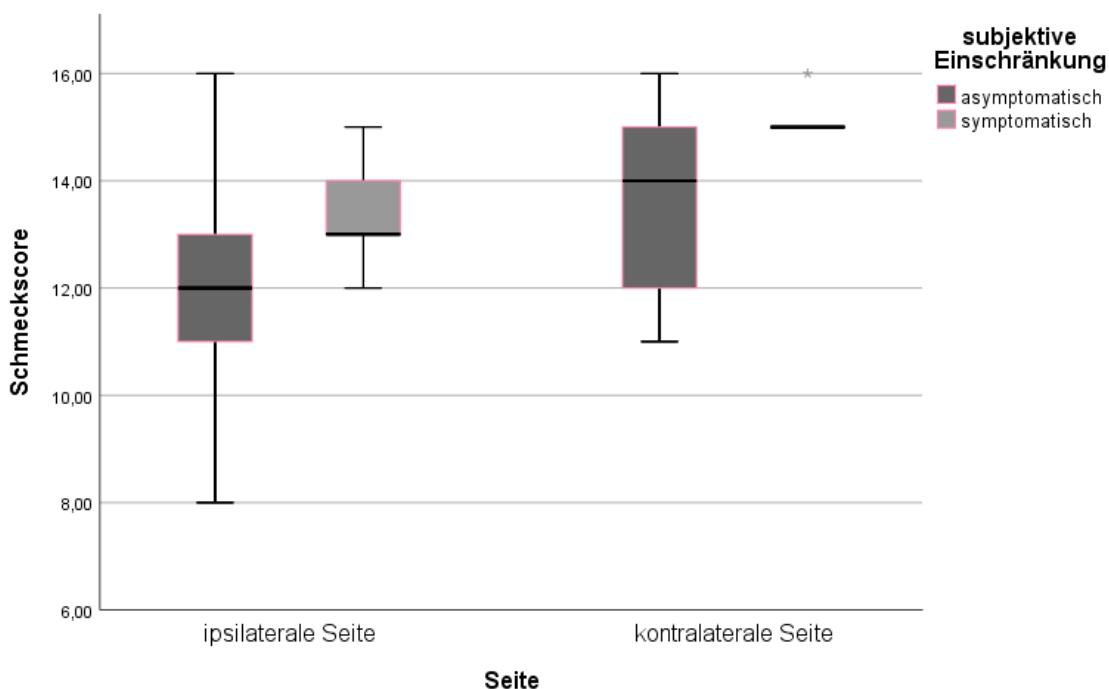


Abbildung 22: Verteilung der Schmeckscores von symptomatischen und asymptomatischen Patienten 4 Tage post operationem nach leichter CTN-Manipulation auf der ipsilateralen und kontralateralen Seite ($n = 15$)

In Abbildung 22 sind die unterschiedlichen Verteilungen der Schmeckscores grafisch in Form von Box-Whisker-Plots für ipsilaterale und kontralaterale Zungenseite, gruppiert nach subjektiver Einschränkung, dargestellt.

Gut zu erkennen ist hierbei, dass die Mediane auf der kontralateralen Seite sowohl für die symptomatischen ($n = 5$) als auch asymptomatischen Patienten ($n = 10$) höher sind. Jedoch war dieser Unterschied auf Grund der kleinen Untersuchungsgruppe nur bei der Gruppe der asymptomatischen Patienten im Mann-Whitney-U-Test signifikant ($p= 0,04$; $n=10$). Von den 5 symptomatischen Patienten hatten 4 kontralateral einen Schmeckscore von 15 somit wurde der verbliebene Patient mit einem Schmeckscore von 16 als Ausreißer gewertet. Weitere deskriptive Statistik ist in Tabelle 29 im Anhang festgehalten.

In Abbildung 23 sind in Analogie die Ergebnisse für die Schmecktestung und Befragung 4 Wochen nach OP festgehalten (Vgl. Tabelle 30 im Anhang). Bei den asymptomatischen Patienten ($n = 8$) zeigten sich sowohl ipsilateral als auch kontralateral niedrigere Schmeckscoremedianen im Vergleich zu den symptomatischen Patienten ($n =7$). Ein signifikanter Unterschied bestand jedoch nicht ($pi= 0,610$; $pk= 0,699$). Für die symptomatischen Patienten zeigt sich kontralateral ein höherer Median, bei gleichzeitig größerer Streuung jedoch gleichem Mittelwert.

Ein signifikanter Unterschied besteht weder für symptomatische ($n =7$; $p=1,000$) noch für die asymptomatischen Patienten ($n=8$; $p=0,293$) zwischen der ipsilateralen und kontralateralen Zungenseite.

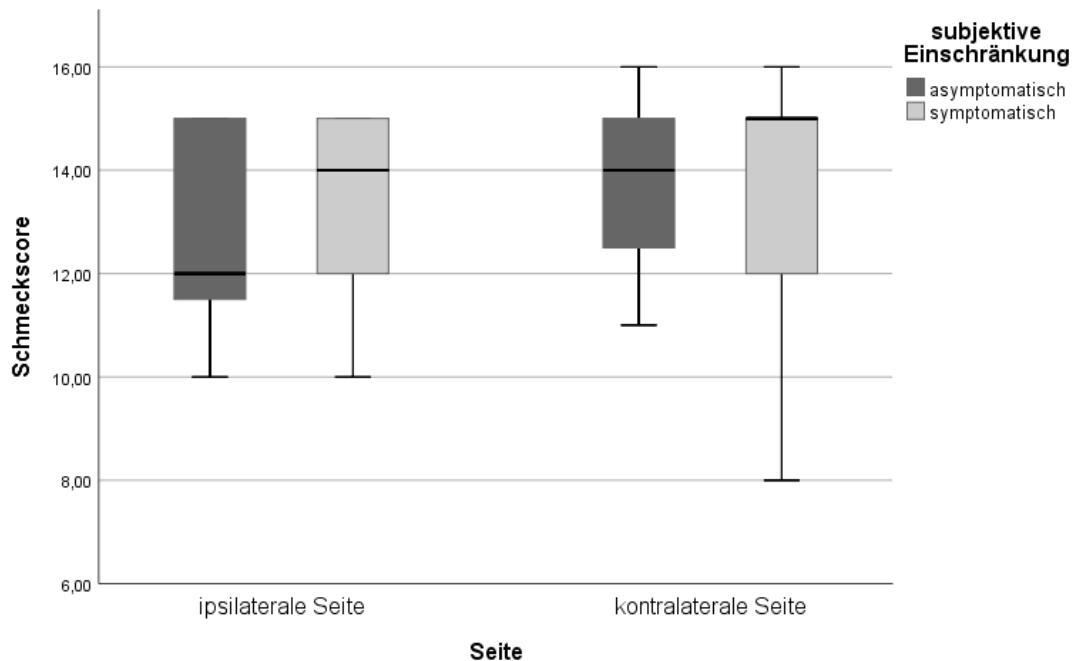


Abbildung 23: Verteilung der Schmeckscores von symptomatischen und asymptomatischen Patienten 4 Wochen post operationem nach leichter CTN-Manipulation (n = 15)

3.3.5. Korrelation zwischen Ganzmundschmeckscores und Beeinträchtigung

Um zu untersuchen ob es einen Zusammenhang zwischen messbaren Schmeckscores in der Ganzmundtestung und dem subjektiven Grad der Beeinträchtigung gibt, wurde eine Pearson Korrelation des gemessenen Ganzmundschmeckscores mit der subjektiv empfundenen Beeinträchtigung, zu den drei Untersuchungs-und Befragungszeitpunkten durchgeführt.

Hierbei zeigte sich lediglich 4 Wochen nach Operation eine signifikante negative Korrelation ($r = -0,554$, $p = 0,009$), sodass höhere ermittelte Schmeckscores mit einer niedrigeren subjektiven Beeinträchtigung einhergingen.

Präoperativ ($r = 0,044$; $p = 0,849$, $n = 21$) und 4 Tage nach Operation ($r = -0,180$; $p = 0,436$, $n = 21$) zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen den Ganzmundschmeckscores und der subjektiv erfragten Beeinträchtigung.

In untenstehenden Abbildungen Nr. 24, 25 und 26 sind diese Zusammenhänge in Form von Punktwolken dargestellt. Zu den postoperativen Zeitpunkten wurde ebenfalls eine Regressionsgerade dargestellt. Hierauf wurde präoperativ verzichtet.

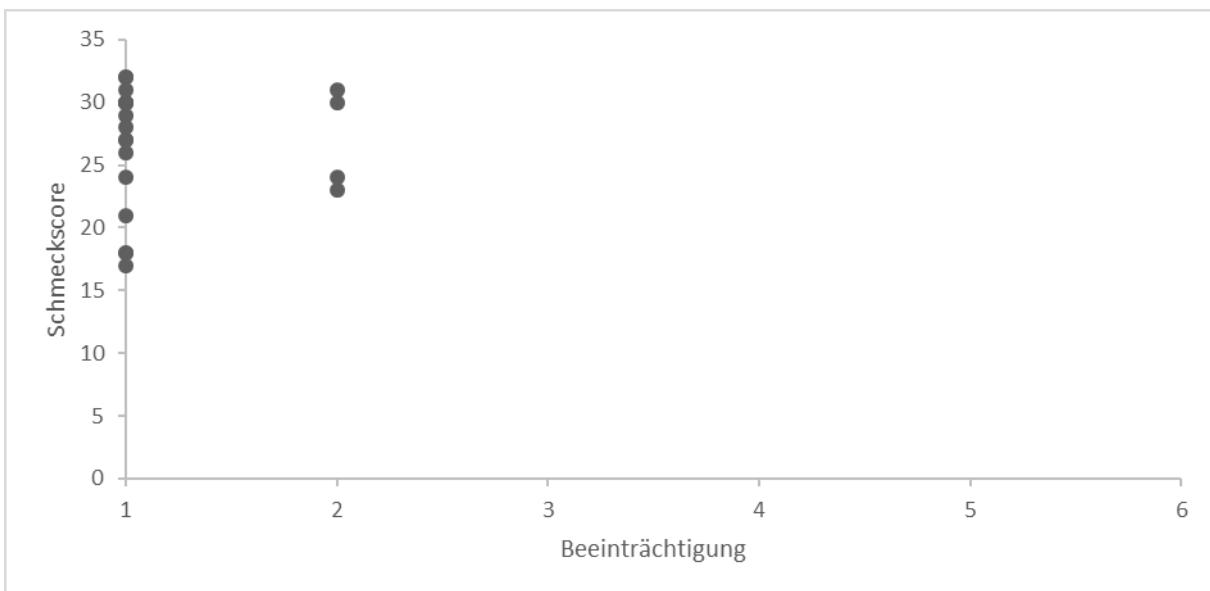


Abbildung 24: Punktwolke zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Beeinträchtigung und Ganzmundschmeckscore präoperativ ($r = 0,044$; $p = 0,849$, $n = 21$)

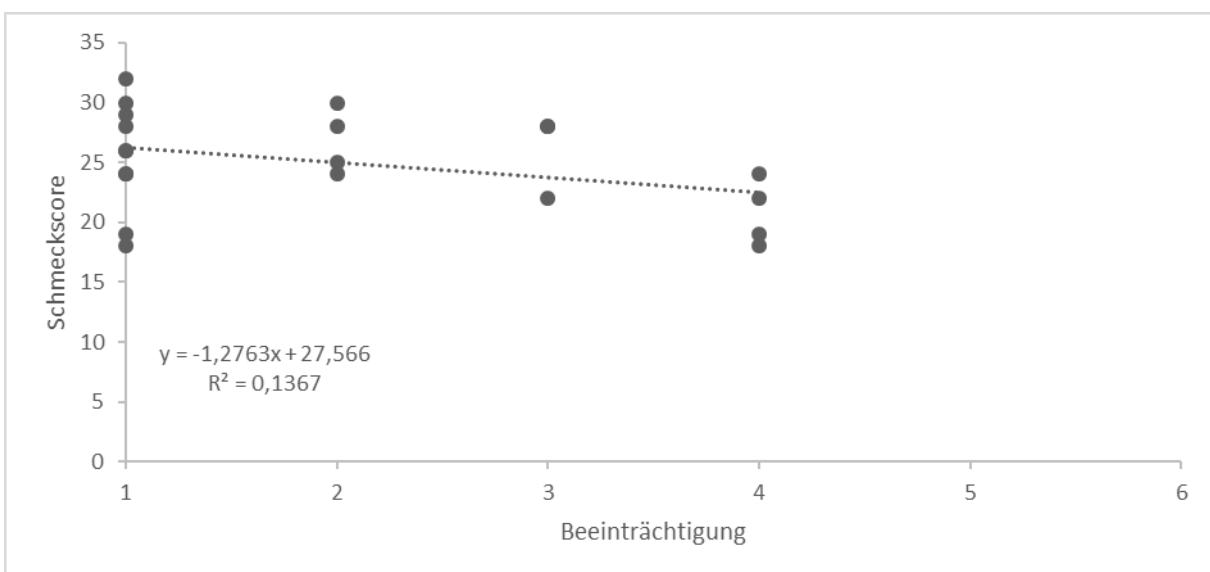


Abbildung 25: Punktwolke zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Beeinträchtigung und Ganzmundschmeckscore zusätzlich mit Angabe der Regressionsgeraden und Regressionsgleichung 4 Tage nach Operation. ($r = -0,180$; $p = 0,436$, $n = 21$)

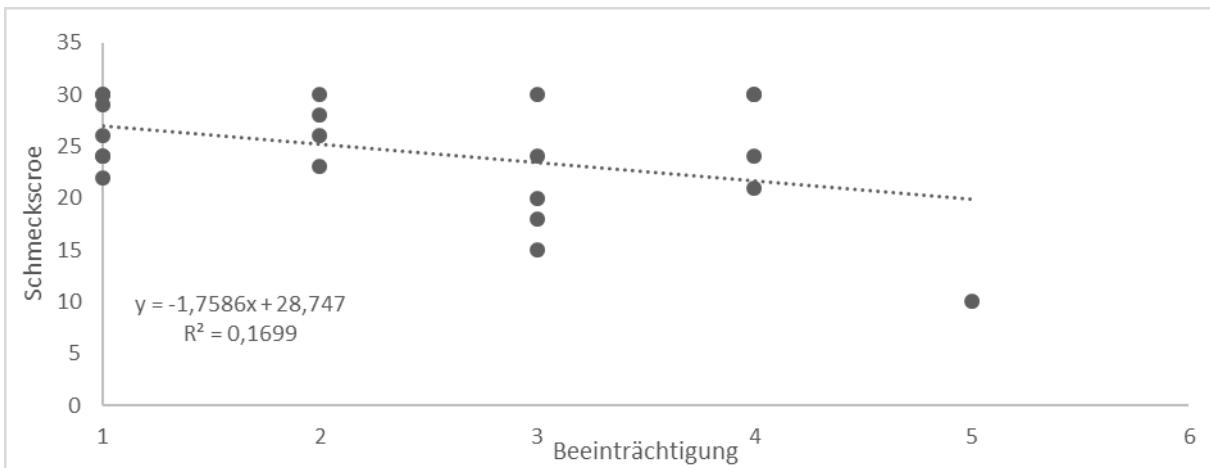


Abbildung 26: Punktwolke zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Beeinträchtigung und Ganzmundschmeckscore zusätzlich mit Angabe der Regressionsgeraden und Regressionsgleichung 4 Wochen nach Operation. ($r = -0,554$; $p = 0,009$, $n = 21$)

3.4. Abhängigkeit des Schmeckens nach Cochlea Implantation von weiteren Faktoren

3.4.1. Geschlecht

Tabelle 15 stellt die Anzahl der Patienten mit der jeweiligen CTN-Manipulation unterteilt nach ihrem Geschlecht dar. Eine Vergleichbarkeit des Schmeckens nach Cochlea Implantation in Abhängigkeit vom Geschlecht war nur für Patienten mit leichter CTN-Manipulation möglich ($n=15$), da für die weiteren Interventionsgruppen jeweils nur Daten für ein Geschlecht vorhanden waren. Somit wurden die zugehörigen Patienten nicht berücksichtigt.

Tabelle 15: Anzahl der Patienten mit jeweiliger Intervention unterteilt nach Geschlecht

Geschlecht	Chordomanipulation			Gesamt
	leichte Manipulation	starke Manipulation	Chorda Durchtrennung	
männlich	8	0	3	11
weiblich	7	3	0	10
Gesamt	15	3	3	21

In Abbildung 27 und 28 sind die erhaltenen Schmeckscore Mittelwerte für die ipsilaterale und kontralaterale Seite in Form von, nach Geschlecht gruppierten, Säulendiagrammen dargestellt. Eine Normalverteilung der erhaltenen Schmeckscore Mittelwerte lag bis auf die Schmecktestung 4 Wochen p.o., auf der ipsilateralen Seite, sowohl bei den Frauen als auch den Männern, vor.

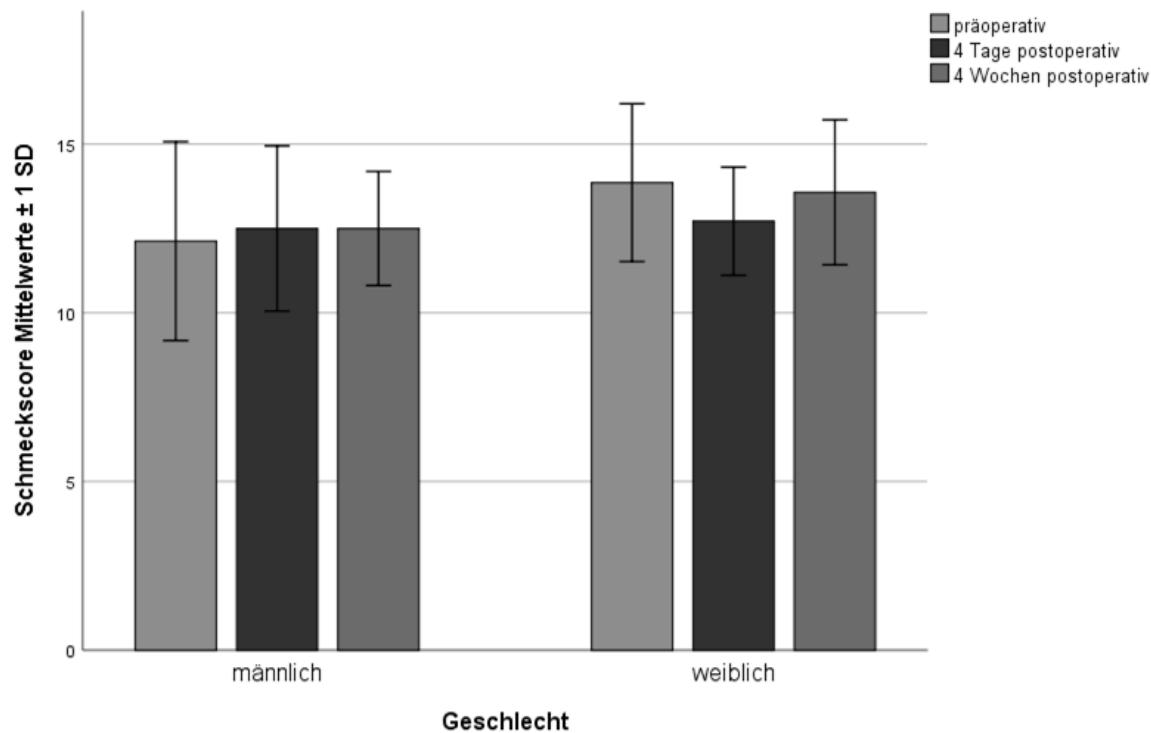


Abbildung 27: Schmeckscore Mittelwerte ± 1 SD der ipsilateralen Seite gruppiert für Männer(n = 8) und Frauen (n = 7) zu den drei Untersuchungszeitpunkten.

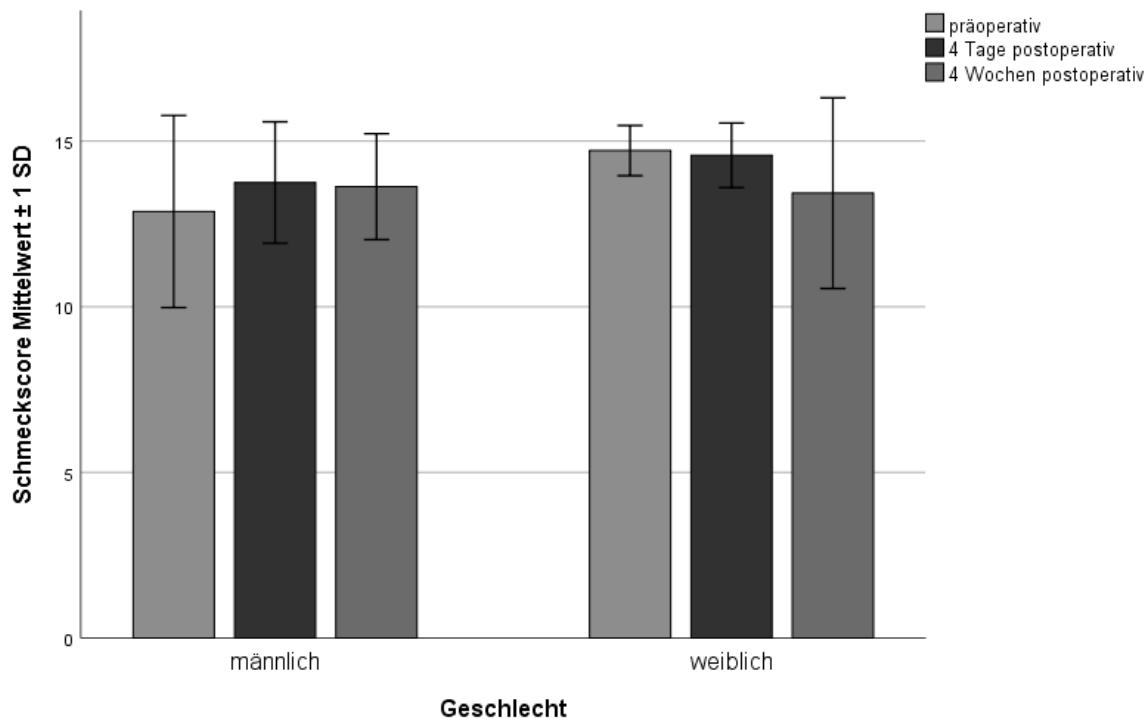


Abbildung 28: Schmeckscore Mittelwerte ± 1 SD der kontralateralen Seite gruppiert für Männer(n =8) und Frauen (n =7) zu den drei Untersuchungszeitpunkten

Die Schmeckscore Mittelwerte bei Männern und Frauen fielen jeweils auf der ipsilateralen Seite geringer aus als auf der kontralateralen Seite, mit einer Ausnahme für die Testung 4 Wochen postoperativ bei den Frauen.

Ein signifikanter Unterschied zwischen der ipsilateralen und kontralateralen Seite ergab sich lediglich bei den Frauen 4 Tage nach der Operation (n= 7, p= 0,026), nicht jedoch bei den Männern. Auch die Gesamtheit der Patienten mit leichter Manipulation betrachtet ergab sich 4 Tage postoperativ ein signifikanter Unterschied zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite, was der größeren Untersuchungsgruppe zuzusprechen ist (n= 15, p= 0,037).

Weiterhin war erkennbar, dass die erhaltenen Mittelwerte der männlichen Patienten, bis auf eine Ausnahme auf der kontralateralen Seite nach 4 Wochen, niedriger waren als bei den weiblichen Patienten. Jedoch waren diese Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Mann-Whitney-U-Test zu keinem Zeitpunkt, auf keiner Seite, signifikant (p= 0,23 – p= 0,87). Somit konnten für das Schmeckvermögen nach leichter CTN-Manipulation nach Cochlea Implantation keine signifikanten Geschlechtsunterschiede nachgewiesen werden. Die erhaltenen Mittelwerte wurden in Tabelle 31 im Anhang hinterlegt.

3.4.2. Operationsseite

In der vorliegenden Studie erfolgte die Cochlea Implantation an 11 rechten- und 10 linken Ohren. In der Testung nach Kolmogorov-Smirnov bestand für beide Seiten zu jedem Untersuchungszeitpunkt eine Normalverteilung der erhaltenen Schmeckscore Mittelwerte. Signifikante Unterschiede der Schmeckscore Mittelwerte in Abhängigkeit von der operierten Seite fanden sich zu keinem Zeitpunkt weder für die ipsilaterale-, kontralaterale-noch für die Ganzmundschmecktestung (t-Test, $p=0,302$ – $p= 0,966$).

3.4.3. Alter

In Tabelle 15 ist exemplarisch die Korrelation der Ganzmundschmeckscores mit dem Patientenalter zu den 3 Untersuchungszeitpunkten dargestellt. Es ergab sich jeweils für die ipsilateralen, die kontralateralen und die Ganzmundschmeckscores eine deskriptiv negative Korrelation zu allen Untersuchungszeitpunkten, wobei postoperativ nur die Patienten mit leichter Manipulation der CTN berücksichtigt wurden. Diese Korrelation war jedoch nur für die ipsilaterale ($r= -0,641$; $p= 0,01$, $n =15$) und die Ganzmundtestung ($r= -0,580$; $p= 0,023$, $n= 15$) 4 Wochen p.o. signifikant.

Tabelle 16: Korrelation der Ganzmundschmeckscores mit dem Patientenalter präoperativ, 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o

	Pearson r	Signifikanz p	Anzahl n
Präoperativ	-0,203	0,378	21
4 Tage postoperationem	-0,243	0,383	15
4 Wochen postoperationem	-0,580	0,023	15

4. Diskussion

Das Ziel dieser Untersuchung war, das Schmeckvermögen vor und nach Cochlea Implantation zu untersuchen und festzustellen, ob Schmeckstörungen nach CI-Operation auftreten und ob sich hierbei Zusammenhänge zwischen dem Grad der CTN-Manipulation und einer möglichen Schmeckstörung nachweisen lassen. Zuvor durchgeführte Studien zeigen hierzu ein uneinheitliches Bild [5, 7, 51–54]. Da Schmeckstörungen einen starken Einfluss auf Lebensgefühl und Ernährungsgrundlagen haben [22] und der Schmecknerv durch das Mittelohr zieht, scheint eine genauere Betrachtung der Schmeckstörungen und ihrer Auswirkungen nach Cochlea Implantation sinnvoll.

4.1. Betrachtung der Studiengruppe

Im Rahmen der Studie wurden 21 Patienten, 11 Männer und 10 Frauen, zu drei bzw. vier Zeitpunkten untersucht und befragt. Die Patienten waren zwischen 19 und 89 Jahren alt. Das Durchschnittsalter der untersuchten Patienten betrug 62,9 Jahre ($\pm 14,7$ Jahre SD). In ähnlich angelegten Studien betrug die Patientenzahl zwischen 13 [6] und 95 [7] sowie das Durchschnittsalter zwischen 40,5 [2] und 54 [51] Jahren. Hierbei sind die in der vorliegenden Studie involvierten Patienten im Durchschnitt etwas älter als in vergleichbaren Studien.

In verschiedenen Studien wird von einer Prävalenz von Schmeckstörungen in der Normalbevölkerung zwischen 5% [55] und 19,8 % [46] ausgegangen. In der hier präsentierten Studie fanden sich im psychophysischen Schmecktest bei drei von 21 Patienten, ein Schmeckscore unter der 10. Perzentile und damit im hypogeusen Bereich, d.h. ca. bei 15%. Hierbei kann also trotz des höheren Durchschnittsalters und einer für die Normalbevölkerung nicht repräsentativen Studienpopulation von einem repräsentativen Abbild ausgegangen werden.

Die Unterteilung der Studiengruppe in die drei Interventionsstufen leichte CTN-Manipulation (n=15), starke Manipulation (n=3) und CTN-Durchtrennung (n=3) konnte signifikante Änderungen des Schmeckvermögens nach CI-Operation zeigen. Welche Auswirkung eine stärkere Manipulation der CTN hatte, konnte auf Grund der Patientenzahl für starke Manipulation und CTN-Durchtrennung, unter der Maxime den Nerven intraoperativ zu schonen, lediglich deskriptiv festgestellt werden.

4.2. Diskussion der Testmethoden und Operationstechnik

4.2.1. Die Selbsteinschätzung mittels Fragebogen

Ein Vergleich zwischen psychophysischer Schmecktestung und Selbsteinschätzung des Patienten mittels eines Fragebogens ist sinnvoll, um hieraus die Beeinflussung der Lebensqualität des Patienten und die Alltagsrelevanz einschätzen zu können. Oft sind Selbsteinschätzung und Schmecktestung jedoch nicht übereinstimmend [56–58]. Dies kann unterschiedliche Gründe haben.

In dem genutzten Fragebogen wurden neben der Einschränkung der Lebensqualität und dem subjektiven Schmeckvermögen ebenfalls zusätzlich aufgetretene Symptome erfasst. Häufige Symptome waren hierbei Taubheit, Kribbeln, metallischer Geschmack oder ein wahrgenommenes Brennen [3, 6, 13, 20, 51, 59, 60].

Fragebögen, das Schmeckvermögen betreffend, haben einen niedrigen positiven prädiktiven Wert, jedoch einen hohen negativen prädiktiven Wert [51] a.e. wegen einer insgesamt geringen Prävalenz von Schmeckstörungen in der Bevölkerung und den sekundär empfundenen Schmeckeinschränkungen bei primär vorliegenden olfaktorischen Einschränkungen.

Für den Patienten ist vor allem das subjektive Gefühl seines Schmeckvermögens und die dadurch beeinflusste Lebensqualität entscheidend, welches durch den Fragebogen erfasst wird. So ist vor allem erfreulich, dass 2 Jahre nach Operation lediglich ein Patient angibt, weiterhin Einschränkungen des Schmeckvermögens zu verspüren.

4.2.2. Die Schmecktestung

Die Schmecktestung mit flüssigen Testlösungen ist ein etabliertes regionales Testverfahren. Es liegen alters- und geschlechtsspezifische, evaluierte Normwerte z.B. nach Pingel vor [18]. Die Grundlage aller regionalen Tests ist, dass sie auf einer kleinen vorbestimmten Fläche der Zunge aufgetragen werden. Neben der Schmecktestung mit flüssigen Lösungen existieren ebenfalls Taste strips nach Mueller [17] und Filter paper discs nach Tomita [44]. Die Test-Retest-Reliability beträgt bei flüssigen Lösungen $r = 0,77$ und ist damit höher als bei taste strips ($r = 0,68$) und der 3 Tropfen Methode ($r = 0,69$) [17].

Es handelt es sich bei dem Test mit flüssigen Schmecklösungen um einen psychophysischen Test, bei welchem allerdings die Motivation und Mitarbeit der Patienten erforderlich ist [52]. Die Schmecktestung mit flüssigen Lösungen ist als regionale Schmecktestung ideal geeignet, um Seitenunterschiede, wie für die vorliegende Fragestellung, zu detektieren und zu quantifizieren [19]. Im Gegensatz dazu führt die Testung des Ganzmundschmeckvermögens zu verzerrten Ergebnissen, welche eine seitengetrennte Darstellung von etwaigen Defiziten naturgemäß nicht erlauben. Objektivere Verfahren, wie die gustatorisch evozierte Potentiale (GEP), werden nur in wenigen Zentren angeboten und standen für die Untersuchung nicht zur Verfügung [40]. Tomita et al. diskutierten bereits die Vor- und Nachteile der Elektrogustometrie und der GEP und resümierten, dass beide Verfahren ihre Stärken und Schwächen hätten, insgesamt aber die EGM überzeugender wäre. Die Vorteile der EGM seien die höhere Auflösung, durch die höhere Bandbreite an möglichen Ergebnissen sowie die schnellere Durchführbarkeit. Jedoch ist die EGM bei der Beobachtung der Entwicklung einer Schmeckstörung nicht nützlich, da beispielsweise nur eine Schmeckqualität (sauer) in ihrer Quantität detektiert werden kann, somit ist eine suffiziente Prüfung verschiedener Schmeckqualitäten nicht möglich [53]. Hierbei sind andere lokale chemische Verfahren überlegen [40]. Des Weiteren wird bei der EGM kontrovers diskutiert, ob nicht auch eine gleichzeitige Aktivierung trigeminaler Fasern erfolgt [53].

In der vorliegenden Studie wird sich Ott et al. angeschlossen, wobei die durchgeführten mehrmaligen Schmecktestungen mit Hilfe flüssiger Lösungen für am sinnvollsten gehalten werden, um Unterschiede zwischen der präoperativen und der postoperativen Situation, den Schmeckqualitäten sowie zwischen den Zungenseiten zu detektieren [38]. Die in der vorliegenden Studie gewählten Untersuchungszeitpunkte: präoperativ, 4 Tage postoperativ und 4 Wochen postoperativ wurden in ähnlichen Studien mit leichten Abwandlungen ebenfalls verwandt und können somit als etabliert angesehen werden [5].

4.2.3. Operationstechnik und Schädigungsmechanismen der CTN

In der vorliegenden Studie erfolgte der Zugang zum Mittelohr über den MPTA (Mastoidectomy posterior tympanotomy approach). Hierbei wird über eine Mastoidektomie, wie in der Einleitung beschrieben (Vgl.1.3.) und eine Bohrung durch den Recessus facialis das Mittelohr eröffnet. Während der Mastoidektomie besteht das Risiko, die CTN beim Eröffnen des Mittelohres durch den Recessus facialis zu schädigen. Hierbei ist allerdings die anatomische

Variabilität des Abgangs der CTN vom Nervus facialis zu beachten [38]. Daher ist zu verstehen, weshalb trotz des gleichen Zugangs über die posteriore Tympanotomie die ungünstige Lage des Nerven die Sicht auf das Promontorium und insbesondere auf das runde Fenster behindern kann. Operateure versuchen intraoperativ, den Recessus facialis soweit aufzubohren, dass der Nerv verlagert werden kann. Hierzu wird der Nerv gedehnt und mitunter verletzt.

Eine Alternative stellt nach Migirov et al. [2, 54] die SMA (suprameatal approach, nonmastoidectomy approach) dar. Bei diesem Zugang kann die Schädigung der CTN durch Bohrarbeiten im Felsenbein ausgeschlossen werden. Allerdings muss dennoch die Rundfensterregion erreicht werden. Hier kann trotzdem die Verlagerung des Nerven, wie bei einer Tympanoplastik, nötig werden. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass 15 % der Patienten eine zeitweilige Schmeckstörung hatten. Ein Patient litt an einer permanenten Schmeckstörung. Probleme, die auftraten, könnten mit einer Neuropraxie der CTN zusammenhängen. Ein Vorteil dieser Variante ist, dass die Identifizierung und eventuelle Durchtrennung der CTN, um adäquaten Zugang zum Mittelohr zu erhalten, vermieden werden kann. Dies habe laut Migirov deutlich weniger Komplikationen zur Folge und verkürze zudem auch die Operationsdauer [54]. Xu et al. führten eine Metaanalyse von verfügbaren Studien zu SMA und MPTA durch und schlussfolgerten dass die SMA eine gute Alternative zum MPTA zu sein scheint, da weniger Verletzungen des Nervus facialis und der CTN auftreten [61].

Durch die exponierte Lage der Chorda tympani im Tympanon ist sie während einer Mittelohroperation hohen Risiken ausgesetzt. Verletzungen, die auf Grund von Lageanomalien nötig werden sowie das Bohren und die thermischen Wirkungen, können zu Schmeckstörungen führen [4, 7, 51]. Durch unterschiedliche Lagevarianten der Chorda tympani im Mittelohr, kann es zu erschwertem Operationsszenarien kommen [38].

Ott et al. fanden heraus, dass eine der häufigsten Lagevarianten der CTN auf Grund der Lage nahe der lateralen Attikwand große Schwierigkeiten bei der Darstellung und Mobilisation der CTN darstellen kann und deshalb überdurchschnittlich häufig mit postoperativen Schmeckstörungen assoziiert sein könnte. Ein Zusammenhang zwischen Lagevarianten der CTN und der Häufigkeit postoperativer Schmeckstörungen wird somit für möglich erachtet [38]. Die CTN kann während Mittelohroperationen durch unterschiedliche Prozesse beeinträchtigt werden. Diese umfassen: Dehnung, Temperaturschäden, Austrocknung, Ischämie und Durchtrennung [14]. Schon eine Dehnung von 15 % der Länge des Nerven kann zu Störungen der Mikrozirkulation in dem betreffenden Nerven führen [56]. Für die CTN steht kein operatives Tool zur Verfügung, dass eine Schädigung durch Austrocknung oder Dehnung anzeigt. Winzige Einblutungen oder Ausdünnungen des Nerven können zudem auf Grund der

engen anatomischen Situation nicht immer genau beurteilt werden. Daher beruht die Einschätzung des Ausmaßes der intraoperativen Schädigung allein auf der Beurteilung durch den Operateur. Im Gegensatz hierzu kann die Facialisschädigung als Major-Komplikation durch intraoperatives Facialismonitoring gezielt detektiert und vermieden werden. Weitere Major-Komplikationen bei der CI-Operation sind die Implantatdislokation, Sondendislokation, Implantatsepsis, Lappennekrose oder dauerhafte auditorische Fehlstimulation und treten in 6% der Fälle auf [57].

Die Wahrscheinlichkeit für Minor-Komplikationen nach CI-Operation wird mit 25 % angegeben [57] und umfassen Schmeckeinschränkungen, transiente Missemmpfindungen der Zunge, transienten Schwindel, Perforation des Trommelfelles und leichte Wundinfektionen.

4.3. Einfluss der Cochlea Implantation auf das Schmeckvermögen

4.3.1. Vergleich zwischen ipsilateraler und kontralateraler Seite

Ein Ziel der vorliegenden Studie war es, den Einfluss der Cochlea Implantation auf das Schmeckvermögen zu eruieren und im Speziellen Seitenunterschiede zu erörtern. In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich für die Gesamtheit der Patienten (n =21), sowohl auf der operierten als auch auf der nicht operierten Seite postoperativ abfallende Schmeckscore Mittelwerte.

Die präoperativ ermittelten Schmeckscore Mittelwerte liegen mit 13,1 ($\pm 2,77$) ipsilateral und 13,5 ($\pm 2,4$ SD) kontralateral im normogeusischen Bereich [55]. 4 Tage nach der CI-Operation ergibt sich ein signifikanter ($p=0,02$; $n=21$) Schmeckscoremittelwertabfall auf der ipsilateralen Seite in den hypogaeischen Bereich. Die abfallenden Schmeckscore Mittelwerte auf der kontralateralen Seite sind nicht signifikant, sondern lediglich deskriptiven Charakters und verbleiben im normogeusischen Bereich. Hierbei steigt der kontralaterale Schmeckscore bei einzelnen Patienten auch an.

4 Tage nach Operation ergibt sich ein signikanter Seitenunterschied ($p= 0,037$, $n=21$) zwischen den Schmeckscores der ipsilateralen und der kontralateralen Seite, wobei die ipsilateralen Schmeckscore Mittelwerte niedriger ausfallen. Präoperativ und 4 Wochen postoperativ ergibt sich kein signikanter Seitenunterschied. Im nach Schweregrad der Intervention gruppierten Seitenvergleich ergab sich lediglich nach leichter Manipulation der Chorda tympani ($n= 15$) ein

signifikanter Seitenunterschied zum Zeitpunkt 4 Tage nach OP, wobei Frauen ($p=0,026$, $n=8$) und die Patienten insgesamt ($p=0,037$, $n=15$) ipsilateral niedrigere Schmeckscore Mittelwerte erhielten. Deskriptiv wurden die Unterschiede bei zunehmendem Schweregrad der Intervention im Seitenvergleich jeweils größer. Hierbei waren die ipsilateralen Schmeckscores jeweils niedriger als die Kontralateralen. Bei jeweils nur 3 Patienten mit starker Manipulation und 3 Patienten mit Chorda-Durchtrennung ergab sich jedoch keine Signifikanz. Anzunehmen wäre in Analogie, bei einer größeren Untersuchungsgruppe und in dieser Studie deskriptiv erfassten größeren Schmeckscoremittelwertabfällen, ein ebenfalls signifikanter Unterschied wie er bereits bei leichter Manipulation nachgewiesen werden konnte.

Die einzelnen Schmeckqualitäten betreffend gab es einen signifikanten Seitenunterschied im Mann-Whitney-U-Test lediglich für „süß“ 4 Tage nach der Operation ($p=0,013$), wobei die ipsilaterale Seite geringere Schmeckscores als die kontralaterale erreichte.

Eine zeitweilige Reduktion des Schmeckvermögens nach operativen Manipulationen im Bereich des Mittelohres ist weithin bekannt [8, 19]. In der vorliegenden Studie ließ sich dies bestätigen. Nahm der Abfall des Schmeckscore Mittelwertes mit zunehmendem Schweregrad der CTN-Manipulation zu, so wurde auch der Seitenunterschied zwischen operierter und nicht operierter Seite größer. Hierbei wurde auch ein Abfall der Schmeckscore Mittelwerte der Gegenseite beobachtet, wobei bei einzelnen Patienten die Schmeckscores kontralateral ebenfalls anstiegen, sodass auf der kontralateralen Seite dieser Abfall nur deskriptiv war. Bei insgesamt zu geringer Patientenzahl lässt sich jedoch nur ein signifikanter Seitenunterschied für die größte Interventionsgruppe mit leichter CTN-Manipulation nachweisen. Ebenfalls scheint sich das Schmeckvermögen kontralateral später zu verringern als ipsilateral, wobei dies nicht signifikant war.

4.3.2. Vergleich des präoperativen und postoperativen Schmeckvermögens

4.3.2.1. Selbsteinschätzung im Fragebogen

In der vorliegenden Studie zeigte sich bis 4 Wochen p.o. sowohl ein Anstieg der qualitativen als auch der quantitativen Schmeckstörungen. Die quantitativen Schmeckstörungen, insbesondere die wahrgenommene Hypogeusie, nahm in den Fragebögen von 3 Patienten (14 %) präoperativ auf 9 (43 %) 4 Wochen postoperationem zu. Es wurde jedoch lediglich 3 malig (14 %) eine CTN-Durchtrennung nötig.

Dies entspricht auch den Ergebnissen von Lloyd et al. [7], bei denen in 14,6 % der Fälle die Durchtrennung der Chorda tympani im Verlauf der Cochlea Implantation nötig wurde. Jedoch waren deutlich mehr Patienten symptomatisch, von denen viele keinerlei dokumentierte Schäden an der Chorda tympani hatten. Die Schlussfolgerung Lloyds war, dass während der Operation eventuell nicht dokumentierte Mikrotraumata, Läsionen oder Durchtrennungen der CTN auftraten, welche nicht entdeckt wurden. Diese Meinung wurde ebenfalls von Migirov et al. unterstützt [2].

Gab es vor der Cochlea Implantation lediglich 3 von 21 Patienten die über subjektive Probleme klagten, waren es 4 Tage nach der Operation schon 6 von 21 Patienten. Von diesen klagten 5 neben einem Schmeckverlust auch über andere Symptome. Führendes Symptom war 4 Tage nach Operation neben dem Schmeckverlust das Gefühl eines trockenen Mundes (9,5%). Nach 4 Wochen beschrieben 10 von 21 Patienten subjektive Probleme, von denen alle neben dem subjektiv schlechteren Schmeckvermögen noch mindestens ein anderes Symptom angaben, wobei das Gefühl eines trockenen Mundes (19%) und ein Fremdkörpergefühl (14,3%) führend waren. Diese Beschwerdezunahme ist im Vergleich zur präoperativen Situation signifikant ($p= 0,034$; $n=21$). Diese Beschwerden sind in Tabelle 6 detailliert aufgelistet und umfassen auch Wahrnehmungen wie „Brennen“, „Kribbeln“ oder ein „taubes Gefühl“ (Vgl. Tabelle 6). Diese sind jedoch eher auf eine Reaktion des N. lingualis also des N. trigeminus zurückzuführen. Da dieser jedoch nicht im Mittelohr geschädigt werden kann, vermuten Berteretche et al. hierbei eine neurophysiologische Interaktion auf peripherer oder zentraler Ebene [58].

In den meisten vorhandenen Studien zum Thema der Schmeckstörung nach Chorda tympani Manipulation ist im Verlauf eine deutliche Besserung der unmittelbar post operationem festgestellten Schmeckstörungen dokumentiert [5, 8, 12]. Dies lässt sich auch in den 2 Jahre post operationem durchgeführten Patientenbefragungen bestätigen. In der vorliegenden Studie stieg die Zahl der Patienten, die im Fragebogen angab eine Verschlechterung des Schmeckens wahrzunehmen bis 4 Wochen postoperationem auf 9 (43 %) an, jedoch gab 2 Jahre postoperationem lediglich ein Patient (5 %) an, weiterhin Einschränkungen beim Schmecken wahrzunehmen. Dies entspricht hierbei einer signifikanten Abnahme der subjektiven Symptome im Vergleich zum Zeitpunkt 4 Wochen p.o. ($p= 0,034$; $n=20$). Ein Grund hierfür könnte das durch Berling et al. erstmalig elektronenmikroskopisch, beim Menschen, nachgewiesene Aussprossen der Chorda tympani nach Schädigung sein [62].

Nin et al. haben die Selbsteinschätzung und EGM Testung von Patienten nach einseitiger oder beidseitiger CTN-Durchtrennung über 2 Jahre nach Operation untersucht. 2 Wochen nach

CTN-Durchtrennung gaben 19/32 (59 %) Schmeckstörungen an, nach 2 Jahren erklärten lediglich 2/32 noch an Schmeckstörungen zu leiden [3]. Im Kontrast hierzu erholte sich der Grenzwert für die EGM nicht. Die Hypothese von Nin et al. war hierzu, dass die subjektive Schmeckwahrnehmung als Ganzmundsensation wahrgenommen wird und deshalb der Ausfall einer Seite kompensiert werden könne. Jedoch wurden in der Studie von Nin et al. ausschließlich Patienten mit chronisch vorgeschädigten Mittelohren (chronische Otitis media, Cholesteatom) untersucht, was die Vergleichbarkeit einschränkt. So ist bekannt, dass die subjektive Wahrnehmung von Schmeckstörungen nach Mittelohroperationen größer ist, wenn vorher kein chronisch inflammatorischer Prozess vorlag. Als Grund wird auf Basis histopathologischer Studien der CTN angenommen, dass durch enzymatische Reaktionen bei chronischer Inflammation bereits eine Vorschädigung des Nerven vorlag [6, [62, 63]].

Guinand und Just et al. konnten nach beidseitiger Durchtrennung der CTN ebenfalls deutliche Einschränkungen der Speichelproduktion und damit eine teils persistierende Xerostomie nachweisen, was die Bedeutung der parasympathischen Funktionsanteile der CTN unterstreichen sollte [64].

Ebenfalls konnte in der vorliegenden Studie eine deutliche Erholung des wahrgenommenen Schmeckverlustes und der Auswirkungen auf die Lebensqualität gezeigt werden. Gaben 4 Wochen postoperativ 10/ 21 (48 %) Patienten an, eine Einschränkung ihres Schmeckvermögens zu verspüren und auch eine Auswirkung auf ihre Lebensqualität wahrzunehmen, so klagte 2 Jahre post operationem lediglich einer der nachuntersuchten Patienten (5%) über eine Einschränkung seines Schmeckvermögens, was bei einem hohen negativen prädiktiven Wert des Fragebogens glaubhaft und nachvollziehbar erscheint. Die Beeinträchtigung der eigenen Lebensqualität wurde von diesem Patienten nach 2 Jahren als „kaum“ vorhanden beschrieben.

Nachweisbar ist eine signifikante Zunahme der subjektiven Einschränkung der Lebensqualität durch die Schmeckprobleme zwischen der präoperativen Situation, 4 Tage postoperativ sowie 4 Wochen postoperativ ($p_{T4}=0,01$; $p_{W4}=0,001$) jedoch nicht zwischen den Zeitpunkten 4 Tage und 4 Wochen postoperationem ($p= 0,2$). Ab 4 Wochen nach Operation bis 2 Jahre nach Operation scheint ein Anpassungsprozess oder Regenerationsprozess zu einer signifikanten Abnahme der subjektiven Einschränkung durch die Schmeckprobleme zu führen ($p=0,002$). Zwischen präoperativer Befragung und der Befragung 2 Jahre postoperationem ergab sich keine signifikante Veränderung ($p= 0,180$). Ähnliche Tendenzen zeigten sich ebenfalls in vergleichbaren Studien, ohne den Aspekt der Auswirkung auf die Lebensqualität zu erfassen [8, 65, 66].

Die Stärke der wahrgenommenen Schmeckstörung die einer CTN Verletzung bzw. Durchtrennung folgt, scheint hierbei abhängig von der Grunderkrankung zu sein. So fanden Galindo et al. keinen signifikanten Unterschied zwischen Durchtrennung der CTN und CTN Erhalt während Mittelohroperationen im Rahmen einer vorliegenden Otosklerose [66]. Die Otosklerose wurde hierbei als chronischer Prozess mit chronisch progredienter Schädigung der CTN gewertet und hatte somit im Verlauf eine weniger große Auswirkung auf die Schmeckwahrnehmung als die Manipulation oder Durchtrennung der CTN im Falle eines vorliegenden reizlosen Mittelohres wie z.B. bei der Cochlea Implantation oder der Stapes OP. Patienten mit chronisch vorliegenden Mittelohrprozessen wurden in der vorliegenden Studie durch die Ausschlusskriterien exkludiert, sodass die wahrgenommenen Schmeckstörungen nach entsprechender CTN-Manipulation in der vorliegenden Studie stärker ausgeprägt waren. In Abhängigkeit von der CTN-Manipulation konnten für die subjektiv wahrgenommenen Schmeckstörungen in der vorliegenden Studie lediglich Tendenzen ohne signifikanten Charakter dargestellt werden. Dies ist am ehesten auf die zu kleinen Untersuchungsgruppen für die Interventionsgrade starke CTN-Manipulation und CTN-Durchtrennung zurückzuführen. Konkret hatten 4 Wochen nach Operation 47% der Patienten mit leichter Manipulation der CTN, 0% der Patienten mit starker CTN-Manipulation und 67% der Patienten mit CTN-Durchtrennung eine Verschlechterung des Schmeckens bemerkt. Ein Patient, bei dem eine CTN-Durchtrennung nötig geworden war, gab in der Befragung nach 2 Jahren an, weiterhin schlechter zu schmecken als vor der Operation, was in dieser Gruppe 33% der Patienten entspricht. Hierdurch fühlte er sich in seiner Lebensqualität kaum beeinträchtigt. Auf Signifikanztests wurde hier auf Grund der Gruppengröße bewusst verzichtet.

In vergleichbaren Studien wird von 16 bis 73 % subjektiven Schmeckstörungen nach leichter CTN-Manipulation und 10 bis 95 % subjektiven Schmeckstörungen nach CTN-Verletzung berichtet [10, 12, 13, 58].

4.3.2.2. Kompensation und Regeneration des Schmeckvermögens

Zur Erklärung der oft beobachteten Kompensation oder Regeneration des Schmeckvermögens nach Mittelohroperationen gibt es in der Literatur unterschiedliche Standpunkte. Tomita et al. fanden heraus, dass sich der Bereich der betroffenen Zunge, welcher nach CTN-Durchtrennung von Schmeckstörungen betroffen war, im Verlauf von wenigen Jahren noch ändern konnte. Das Ausmaß der Schmeckstörung war jedoch nach wenigen Monaten unveränderbar [40]. Des

Weiteren wurde postuliert, dass eine überkreuzende Innervation der Zungenspitze stattfindet [44, 55] und der eigentlich dominierende Zungennerv, nach CTN-Durchtrennung, der Nervus IX ist. Somit bliebe das denervierte Areal nach unilateraler CTN-Durchtrennung klein. Weitere Kompensationsmechanismen einer ipsilateralen CTN Schädigung, die in der Diskussion stehen, sind die Erweiterung des Innervationsgebietes der kontralateralen Zungenseite [59] oder aber die Erweiterung des Innervationsgebietes des Nervus glossopharyngeus, welche durch eine Enthemmung nach Wegfall des hemmenden Einflusses der CTN auf den N. IX eintritt [60]. Auch zusätzliche Leitungsbahnen über den Nervus trigeminus werden von einigen Autoren für möglich gehalten [67, 68]. Ein weiterer Grund könnte das erstmalig histologisch nachgewiesene Aussprossen der CTN nach Durchtrennung sein [62]. Diese Redundanz führt zu insgesamt geringeren klinischen Vorstellungsraten mit dem Problem des Schmeckverlustes als beispielweise dem Riechverlust.

Chilla et al. fanden des Weiteren heraus, dass sich die Funktion der Gl. submandibularis nach Durchtrennung der CTN nach 4 Jahren wieder gebessert hatte, jedoch niemals den Ausgangswert der präoperativen Leistung erreichte. Dafür fiel auf, dass die Gegenseite eine wohl kompensatorische Hypertrophie mit Leistungssteigerung durchgemacht hatte [69].

In Untersuchungen von Shibamori et al. [70] zeigte sich bei Patienten, die zuvor am Mittelohr operiert wurden, in einer erneuten Operation zwischen 11 und 65 Monaten nach der ersten Operation eine Regeneration der CTN in 42 %. Hierbei war auffällig, dass bei 5 Patienten die zuvor eine End-zu-End-Anastomose erhalten hatten, in 100 % eine Regeneration stattgefunden hatte, jedoch lediglich bei 17 von 47 Patienten mit zuvor belassenem Nervendefekt. In 70 % der Patienten bei denen eine Regeneration stattgefunden hatte, konnten auch die präoperativen Schwellenwerte in der Elektrogustometrie wieder erreicht werden.

Durch Untersuchungen an Mäusen zeigten Guagliardo et al. [71] dass sich die Geschmacksknospen nach Durchtrennung der CTN bis zum 15. Tag postoperationem auf der ipsilateralen Seite in Anzahl und Größe verringerten. Auf der kontralateralen Seite fanden sie 15 Tage postoperativ eine Vergrößerung der bestehenden fungiformen Geschmacksknospen. Durch konfokale Mikroskopie mit Volumetrie konnte jedoch *in vivo* an menschlichen Geschmacksknospen der fungiformen Papillae nachgewiesen werden, dass das Volumen und die Anzahl unabhängig von äußeren Einwirkungen in einem Zeitraum von 10 Wochen relevant schwankten [30].

Segerstad zeigte dass nach Durchtrennung der CTN die Anzahl der Geschmacksknospen zunächst bis auf 3 % abnahm jedoch nach 100 Tagen wieder 23 % der Geschmacksknospen ausgebildet waren [68]. Segerstad postulierte hierbei, dass eine Einsprössung von Seiten des N.

lingualis, also im weiteren Sinne vom N. trigeminus stattfindet. Hierbei zeigte er auf, dass wenn sowohl N. lingualis als auch CTN durchtrennt wurden, deutlich weniger Geschmacksknospen nachgebildet wurden. Diese Ergebnisse sind durch die Kenntnis einer sich auch bei gesunden Patienten stetig ändernden Anzahl und Volumen der Geschmacksknospen zu interpretieren. Eine andere Erklärungsmöglichkeit wäre der im Tierexperiment an Ratten nachgewiesene Anstieg der Aktivität des Growth factors im Ganglion geniculatum nach CTN Verletzung [72]. All dies lässt die Annahme einer neuralen Regeneration auf Ebene der CTN oder zumindest ausgeprägte kompensatorische neuronale Prozesse als sehr plausibel erscheinen.

4.3.2.3. Schmecktestung

Bei Pingel et al. wurde eine Unterteilung der Patienten in 4 Altersklassen vorgenommen, für die altersentsprechende Normalwerte für das Schmecken ermittelt wurden [18]. Mit einem Durchschnittsalter der an der Studie teilnehmenden Patienten von 62,9 Jahre ($\pm 14,7$ Jahre SD) liegen diese im Durchschnitt in der Altersgruppe D > 56 Jahre. Für die Altersgruppe D wurden bei Pingel et al. seitengetrennte Schmeckscore Mittelwerte von 14,5 – 14,9 bei Männern und bei Frauen berechnet. Unter einem Schmeckscore von 12 galten Patienten in dieser Altersgruppe als hypogeusisch [18]. (Vgl. Kapitel 2.2.)

Die in der vorliegenden Studie präoperativ ermittelten Schmeckscore Mittelwerte liegen mit 13,1 ($\pm 2,77$) ipsilateral und 13,5 ($\pm 2,4$) kontralateral leicht unter den in o.g. Studie ermittelten Schmeckscore Mittelwerten, jedoch im normogaeischen Bereich. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass die untersuchten Patienten in der vorliegenden Studie nicht der Zusammensetzung der Normalbevölkerung entsprachen und im Vergleich zu Pingel et al. ein deutlich höheres Durchschnittsalter aufwiesen (62,9 Jahre vs. 45 Jahre bei Pingel et al.).

Deskriptiv konnte in der vorliegenden Studie dargestellt werden, dass mit zunehmender Manipulation an der CTN die postoperative Verminderung der gustatorischen Sensibilität sowohl ipsilateral als auch kontralateral zunahm. Hierbei galt, je stärker die CTN-Manipulation, desto geringer der postoperative Schmeckscore.

Das gesamte Studienkollektiv betrachtet, zeigte sich 4 Tage nach der Intervention auf der ipsilateralen Seite ein signifikanter ($p:0,02$, $n = 21$) Abfall des mittleren Schmeckscores von 13,1 ($\pm 2,77$) auf 11,6 ($\pm 2,56$) und somit in den hypogaeischen Bereich. 4 Wochen postoperativ ließ sich deskriptiv ein leichter Anstieg auf 11,95 ($\pm 2,8$) nachvollziehen, welcher nicht signifikant war.

Die Veränderungen auf der kontralateralen Seite waren nicht signifikant, zeigten jedoch deskriptiv einen Abfall der Schmeckscore Mittelwerte von präoperativ 13,5 (\pm 2,4) auf 13,3 (\pm 2,0) 4 Tage postoperativ und 12,5 (\pm 3,0) 4 Wochen postoperativ, welcher jedoch nicht in den hypogaeischen Bereich hineinreichte. Ebenfalls bestand zum Zeitpunkt 4 Tage postoperationem zwischen den Schmeckscores der ipsilateralen und kontralateralen Seite ein signikanter Seitenunterschied ($p= 0,037$, $n=21$), wobei die Schmeckscores der ipsilateralen Seite niedriger ausfielen.

Die Unterteilung nach Stärke der CTN-Manipulation ergab für die einzelnen Gruppen, leichte Manipulation ($n= 15$), starke Manipulation ($n=3$) und CTN-Durchtrennung ($n=3$) für die seitengrenzen Schmeckscore Mittelwerte keine signifikanten Schmeckscore-Veränderungen. Deskriptiv ließen sich jedoch zunehmende Schmeckscoreabfälle mit zunehmender Stärke der CTN-Manipulation feststellen. Betrachtete man jedoch die Gruppen starke Manipulation und CTN-Durchtrennung gemeinsam, so zeigte sich im Wilcoxon-Test ein signikanter Unterschied ($p= 0,026$, $n=6$) zwischen der präoperativen Situation und der Messung 4 Tage postoperativ für die ipsilaterale Seite. Wurden die einzelnen Schmeckqualitäten in der Gruppe der Patienten mit CTN-Durchtrennung in ihrer Gesamtheit betrachtet, so ließ sich sowohl ipsilateral ($p_{T4} = 0,008$ $p_{W4}= 0,007$; $n =12$), als auch kontralateral ($p_{T4} = 0,030$ $p_{W4}= 0,023$; $n =12$) eine signifikante Abnahme zwischen präoperativer Situation und 4 Tage postoperativ sowie 4 Wochen postoperativ nachweisen. Die Veränderungen zwischen den postoperativen Zeitpunkten waren hingegen nicht signifikant.

Anzunehmen wäre somit, dass es mit stärkerer Manipulation der CTN zu signifikant größeren Schmeckscoreabfällen kommt, welche auf Grund der zu geringen Gruppengröße (starke Manipulation und CTN-Durchtrennung mit jeweils 3 Patienten) in der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden konnten.

In vergleichbaren Studien ergibt sich beispielsweise bei Mueller et al. bei Patienten mit starker Manipulation ein signikanter Schmeckscoreabfall von 12,0 ($\pm 4,5$) auf 6,9 ($\pm 4,5$) ipsilateral, wobei sich bei geringerer Manipulation der CTN keine signifikanten Schmeckscoreabfälle, von 12,5 ($\pm 3,1$) auf 11,2 ($\pm 3,9$) ipsilateral zeigten [73]. Dies ist mit unseren Ergebnissen durchaus übereinstimmend. Bei Mueller et al. ist jedoch nicht klar zu erkennen wie die Einteilung in starke und geringe Manipulation erfolgt ist.

In der von Pingel et al. durchgeführten Studie erreichte bei den Patienten, bei denen beiderseits die Chorda tympani durchtrennt werden musste, postoperativ kein Patient mehr als 16 Punkte in der Ganzmundtestung, was durch unsere Ergebnisse seitengrenzt bestätigt werden kann [18, 55].

Unter den 4 untersuchten Schmeckqualitäten fiel „süß“ ipsilateral unabhängig von der Stärke der CTN-Manipulation im zeitlichen Verlauf deskriptiv am stärksten ab von 3,1 auf 2,48 , dieser Abfall ist jedoch nicht signifikant ($p=0,123$, $n= 21$). „Bitter“ blieb mit einem Mittelwertabfall von 3,48 auf 3,33 am stabilsten. Ebenfalls sehr stabil verblieb auch „sauer“, was in der Literatur ebenfalls beschrieben wurde [59].

Interessanter Weise zeigte sich auch kontralateral mit zunehmender Stärke der ipsilateralen CTN-Manipulation postoperativ ein deskriptiv stärkerer Schmeckscoreabfall. Signifikante Unterschiede ließen sich zwischen präoperativer und postoperativer Situation auf der kontralateralen Seite jedoch nur für die einzelnen Schmeckqualitäten in ihrer Gesamtheit in der Gruppe der Patienten mit CTN-Durchtrennung ($p_{T4} = 0,030$ $p_{W4} = 0,023$; $n = 12$) nachweisen. Die Schmeckscoreabfälle scheinen hierbei auf der kontralateralen Seite etwas verzögert aufzutreten. In der Literatur konnten nach Stapes und Otosklerose OP bei Guder et al. [6] und bei Maeda et al. [74] keine signifikanten Veränderungen für die kontralaterale Seite ausgemacht werden. Bei Mueller et al. [73] zeigte sich gar eine signifikante Verbesserung der kontralateralen Schmeckscores nach Cochlea Implantation auf der ipsilateralen Seite.

4.3.2.4. Häufigkeit von CTN-Manipulation und Schmeckstörungen im Vergleich zu anderen Studien bei Stapes Operationen und Cochlea Implantationen

Ein Schaden an der Chorda tympani wurde in vergleichbaren Studien in 5 – 20% beschrieben [7, 57]. In der vorliegenden Studie liegt dieser Wert bei 3/21 (14%) für Chorda Durchtrennung respektive 6/21 (28%) wenn die starke Manipulation an der CTN eingeschlossen wird und bewegt sich somit in einem vergleichbaren Rahmen.

Im Rahmen von ohrchirurgischen Eingriffen zeigt unten stehende Tabelle die Heterogenität der gewonnenen Ergebnisse der Inzidenz von Schmeckstörungen mit und ohne CTN-Durchtrennung bei Mittelohroperationen an reizlosen Mittelohren. Tendenziell stellt sich bei allen oben angeführten Studien eine höhere Inzidenz der Dysgeusie nach CTN-Durchtrennung als nach CTN-Erhält, dar. Die hohe Heterogenität ist ggf. auf die unterschiedliche Befragung der Patienten durch die untersuchenden Ärzte zurückzuführen, wobei der Zusammenhang zwischen einer Ohroperation und Alterationen des Schmeckens für die meisten Patienten nicht unmittelbar in Zusammenhang stehen dürfte. Zudem ergeben sich ebenfalls Unterschiede in der Nachuntersuchungslänge und der Methodik, ob zum Beispiel lediglich auf subjektive Befragung oder auch auf objektivere Verfahren gesetzt wurde.

Tabelle 17: Inzidenz von Einschränkungen des Schmeckvermögens nach Mittelohrchirurgie bei reizlosen Mittelohren, adaptiert nach Galindo et al. [66]

Studie	Patienten mit Symptomen CTN durchtrennt	Patienten mit Symptomen CTN erhalten	Patienten insgesamt mit Symptomen	Intervention
Yeo et al. [75]	11/14 (79 %)	10/17 (59%)	21/31 (67,7%)	Stapedektomie
Rice[76]	30/52 (58%)	31/64 (49 %)	61/116 (52,6%)	Stapedektomie
Yung et al. [77]	5/22 (22,7%)	15/137 (10,9%)	20/159 (12,6%)	Stapedektomie
Galindo et al.[66]	7/18 (38,9%)	24/70 (34,4%)	31/88 (35,2%)	Stapedektomie
Mahendran et al. [13]	21/22 (95%)	17/33 (52%)	38/55 (70%)	Stapedektomie
Guder et al.[6]	1/ 1 (100%)	12/17 (71%)	13/18 (72%)	Stapeschirurgie
Drewniak et al.	3/3 (100%)	6/18 (33%)	9/21 (43%)	Cochlea Implantation

4.3.3. Vergleich Selbsteinschätzung mit Schmecktestung

In der vorliegenden Studie zeigte sich eine signifikante schwache bis mittlere negative Korrelation zwischen dem Maß der empfundenen Einschränkung und der Ganzmundtestung, je nach Zeitpunkt. Somit gingen höhere Schmecktestresultate in der Ganzmundtestung mit einer geringer empfundenen Einschränkung des Schmeckvermögens einher.

Fielen zunächst in Selbsteinschätzung und Schmecktestung nach Operation eine zunehmende Anzahl an Schmeckstörungen auf, so zeigte sich in der Schmecktestung bereits 4 Tage postoperationem ein signifikanter Abfall der Schmeckscore Mittelwerte auf der ipsilateralen Seite ($p=0,02$) während die Anzahl der Patienten mit subjektiven Schmeckeinschränkungen erst 4 Wochen postoperationem signifikant zunahm ($p = 0,034$). Die wahrgenommene Einschränkung des Schmeckens scheint also im Vergleich zur Schmecktestung verzögert zu erfolgen, verbessert sich jedoch in der Langzeitbetrachtung erneut signifikant ($p=0,002$), sodass zwischen präoperativer Situation und Einschätzung nach 2 Jahren kein relevanter Unterschied festgestellt werden konnte.

Ebenfalls ist erkennbar, dass die Anzahl der Patienten mit subjektiven Schmeckstörungen oder pathologischem Schmecktest im Verlauf bis 4 Wochen post operationem zunimmt. Hierbei fällt auf, dass die Übereinstimmung zwischen Selbsteinschätzung und den Schmecktestergebnissen der Ganzmundschmecktestung nach der Cochlea Implantation abnimmt. Beträgt diese Übereinstimmung zwischen Selbsteinschätzung und Schmecktestung 4 Tage post operationem lediglich 56 %, so hatte sie präoperativ 94 % betragen. Am ehesten ist dies mit der festgestellten verzögert auftretenden Wahrnehmung der Schmeckstörung in der Selbsteinschätzung zu erklären (Vgl. Tab. 12 und 13).

Dargestellt werden konnte ebenfalls die deutliche Zunahme postoperativer pathologischer Schmecktestresultate auf der ipsilateralen Seite im Vergleich zur Ganzmundtestung. Hiermit wird die Schwäche von Ganzmundschmecktestungen zur Detektion von vorliegenden einseitigen postoperativen Schmeckstörungen verdeutlicht. Ein Grund hierfür könnte die von Bartoshuk et al. beschriebene „Schmeckillusion“ sein [78]. Dabei handelt es sich um eine Verzerrung zwischen Schmeck- und Berührungsempfindung (Chorda tympani und N. lingualis). Ein taktiler Reiz, z.B. durch einen Schmeckstimulus, welcher sich von der normogeusischen Zungenseite auf die hypogeusische Zungenseite bewegt, wird über die gesamte Berührungsfläche mit konstanter Intensität wahrgenommen. Hierdurch wird in der Ganzmundschmecktestung auch auf der hypogeusischen Seite eine konstante Schmeckwahrnehmung empfunden.

Auch Mueller et al. konnten signifikante Veränderungen der gemessenen Schmeckscores nach Cochlea Implantation zeigen, ein Zusammenhang zur Selbsteinschätzung des Patienten konnte jedoch ebenfalls nicht hergestellt werden [73]. Bei Tomita et al. wurde nach einseitiger Chordadurchtrennung während der Tympanoplastik nur bei 18 % der Patienten eine subjektive Schmeckstörung erwähnt, nach beidseitiger Chordadurchtrennung waren sogar nur 10 % der Patienten symptomatisch [40].

Insgesamt zeigt sich in der Literatur ein sehr heterogenes Bild, zum einen da in verschiedenen Studien auf die Selbsteinschätzung vertraut wurde, in anderen auf objektivere Messungen zurückgegriffen wurde. Drei unterschiedliche Studien haben jedoch gezeigt, dass es keine gute Korrelation zwischen subjektiven und objektiven Schmeckstörungen (Fragebogen und Schmecktestung) gibt [13, 45, 75]. Die subjektiven Symptome und die dadurch empfundene Einschränkung besserten sich deutlich schneller als objektivierbare Messungen wie z.B. Schwellenwerte in der EGM [3, 8, 58, 79]. Auch ist zu erkennen, dass viele Patienten keine Verbindung zwischen dem Schmecken und einer Operation des Ohres herstellen [11], was dazu führen könnte, dass diese Symptomatik zu selten Erwähnung findet [80].

In der vorliegenden Studie ist der unterschiedliche Zeithorizont der Durchführung des Fragebogens und der Schmecktestung im Speziellen der telefonischen Befragung nach 2 Jahren nicht optimal. Da hierdurch zwar eine Langzeitnachverfolgung der subjektiven Einschränkungen der Patienten erfolgte, eine erneute Schmecktestung zu diesem Endpunkt jedoch nicht durchgeführt wurde und somit kein Vergleich zum Endpunkt der Studie möglich war.

4.3.4. Empfehlung zum Erhalt der CTN

Die Cochlea Implantation wurde bei allen Patienten unter der Maßgabe der Schonung der CTN durchgeführt. Dennoch war eine intraoperative Manipulation am Nerven durch anatomische Enge und ungünstige Lagevarianten der CTN mit Sichtbehinderung der Rundfensterregion in Einzelfällen unumgänglich.

In der Literatur herrscht Uneinigkeit vor, ob eine klare Durchtrennung der CTN für das Schmeckvermögen besser sei als eine beschädigte CTN. Verfechter einer Durchtrennung der Chorda tympani finden sich in drei Studien [7, 10, 81]. In fünf Studien wird sich jedoch für den Erhalt der Chorda tympani nach Verletzung ausgesprochen [8, 13, 14, 75, 82].

Zwar konnten in der vorliegenden Studie keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen starker Manipulation und CTN-Durchtrennung für die seitengetrennten Schmeckscore Mittelwerte festgestellt werden, jedoch ergibt sich deskriptiv ein deutlich zu favorisierender Erhalt der Chorda tympani wann immer möglich. Entwickelt sich der Schmeckscoremittelwert ipsilateral bei starker Manipulation der CTN von 13 präoperativ über 9,7 4 Tage postoperativ um nach 4 Wochen bereits wieder auf 11,7 anzusteigen, so zeigt sich nach CTN-Durchtrennung eine deutlich schlechtere Tendenz mit einer Entwicklung von 13,7 über 8,7 auf 7 fallend, zu gleichen Untersuchungszeitpunkten. Dies lässt sich nach CTN-Durchtrennung ebenfalls signifikant für die einzelnen Schmeckqualitäten nachweisen. Wohingegen nach starker Manipulation keine signifikante Abnahme nachgewiesen werden konnte.

5. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Dissertation war das Schmeckvermögen vor und nach Cochlea Implantation zu untersuchen und dabei auch den Einfluss auf die Lebensqualität zu eruieren. Durch sowohl

den Einsatz psychophysischer Tests im Speziellen der Schmecktestung mit flüssigen Lösungen und einen Fragebogen sollte ein Vergleich zwischen subjektiver Wahrnehmung des Schmeckvermögens und prä-als auch postoperativer Schmeckleistung möglich werden. Darüber hinaus sollte untersucht werden, welchen Einfluss der Grad der CTN-Manipulation auf das Schmeckvermögen nach CI-OP hat.

In der vorliegenden Studie ließ sich nachweisen, dass einige Patienten ihre präoperativ im Schmecktest nachweisliche Schmeckstörung nicht wahrnehmen und sich deshalb nicht eingeschränkt fühlen. Im postoperativen Verlauf zeigte sich ein signifikanter subjektiver Schmeckverlust und eine dadurch empfundene signifikante Einschränkung der Lebensqualität post operationem. 4 Tage postoperativ ist zudem in der Schmecktestung ein signifikanter Abfall der Schmeckscore Mittelwerte auf der ipsilateralen Zungenseite im Vergleich zur präoperativen Situation und im Vergleich zur kontralateralen Seite nachweisbar. 4 Wochen nach der Operation ergeben sich bei ca. zwei Dritteln bzw. 14 von 21 Patienten in Fragebogen und/oder Schmecktestung Schmeckstörungen. Bleibende Symptome sind 2 Jahre nach Operation lediglich bei 1 von 20 Patienten vorhanden und damit sehr selten. Zu den Hauptsymptomen der Schmeckstörung zählen Schmeckverlust und Mundtrockenheit. Die subjektive Wahrnehmung und Zunahme von Schmeckstörungen erfolgt im Vergleich zur Schmecktestung verzögert und erreicht nach 2 Jahren wieder das präoperative Niveau.

Ein signifikanter Zusammenhang im Sinne einer negativen Korrelation zwischen der wahrgenommenen Beeinträchtigung der Lebensqualität durch die Schmeckstörung (Fragebogen) und dem ermittelten Ganzmundschmeckscore (Schmecktestung) ließ sich lediglich 4 Wochen postoperativ nachweisen. Dies bedeutet, dass Patienten die sich stärker durch die Schmeckstörung beeinträchtigt sahen tendenziell geringere Ganzmundschmeckscores aufwiesen. Im Gegenteil hierzu ließ sich jedoch für die Selbsteinschätzung (ob sich die Patienten hypogeus oder normogeus fühlten) und die Schmecktestung (ob die Patienten hypogeus oder normogeus waren) 4 Tage postoperativ eine signifikant negative Korrelation darstellen, was bedeutet, dass die Patienten bei wahrgenommener Hypogeusie tendenziell eher eine normogeuse Schmecktestung erhielten. Dies entspricht wohl a.e. dem aktuellen Konsens einer schlechten Korrelation zwischen Schmecktestung und Selbsteinschätzung.

Statistische Zusammenhänge zwischen Schmeckvermögen und Alter, Geschlecht und Operationsseite ließen sich u.a. auch wegen der kleinen Untersuchungsgruppe nicht nachweisen. Ebenfalls ließen sich deskriptive Zusammenhänge zwischen Ausmaß der CTN-Schädigung und Schmecktestung darstellen, welche jedoch a.e. auf Grund der zu kleinen Untersuchungsgruppe nicht das geforderte Signifikanzniveau erreichten.

6. Schlusswort

Die vorliegende Studie konnte signifikante Schmeckstörungen nach Cochlea Implantationen zeigen. Die Selbsteinschätzung der Patienten und die Schmecktestung korrelieren hierbei wenig. Es ist anzunehmen, dass die Schmeckstörungen mit zunehmendem Grad der CTN-Manipulation ausgeprägter ausfallen. Um jedoch signifikante Unterschiede des Schmeckvermögens in Abhängigkeit vom Ausmaß der CTN-Manipulation darzustellen, bedarf es einer größeren Studiengruppe, in der präoperative und postoperative trigeminale und gustatorische Testungen erfolgen sollten.

Eine Regeneration des Schmeckvermögens nach CTN-Manipulation erscheint möglich und wahrscheinlich, da persistierende subjektiv wahrnehmende Schmeckprobleme nach 2 Jahren selten sind. Dies ist am ehesten durch Gewöhnung, Inhibition und Desinhibition der kontralateralen CTN und des ipsilateralen N. glossopharyngeus sowie Schmecken als Ganzmundwahrnehmung nachvollziehbar. Deutlich gravierendere Folgen sind jedoch nach beidseitiger Mittelohroperation mit beidseitig möglicher CTN-Manipulation zu erwarten. Präoperativ sollte in jedem Fall standardmäßig eine explizite Aufklärung der Patienten über mögliche Schmeckstörungen nach Mittelohroperationen erfolgen.

7. Thesen

- 1.) Patienten mit Ertaubung, die sich einer Cochlea Implantation unterziehen, können bereits präoperativ Auffälligkeiten in der psychophysischen Schmecktestung haben ohne diese zu bemerken.
- 2.) Nach Cochlea Implantation können trotz intraoperativer Schonung der Chorda tympani passagere, bis zu 2 Jahren anhaltende gustatische Symptome auftreten.
- 3.) Passagere gustatorische Sensationen nehmen bis 4 Wochen nach Cochlea Implantation signifikant zu und betreffen maximal 48 % der Patienten. Bis 2 Jahre nach Cochlea Implantation kommt es zu einer Erholung der gustatorischen Sensationen, sodass wieder das präoperative Niveau erreicht wird.
- 4.) Die häufigsten gustatorischen Sensationen nach Cochlea Implantation sind Schmeckverlust (43 %), Mundtrockenheit (19%) und Fremdkörpergefühl auf der Zunge (14%).
- 5.) Nach Cochlea Implantation kann es ebenfalls zu Auffälligkeiten in der Schmecktestung kommen, welche von den Patienten teilweise unbemerkt bleiben. Diese Auffälligkeiten gehen nur bei einem Teil der Patienten mit gustatorischen Sensationen einher.
- 6.) 4 Tage nach Cochlea Implantation weisen bis zu 66 % der Patienten eine pathologische Schmecktestung auf.
- 7.) Auf der operierten Seite werden 4 Tage nach Cochlea Implantation signifikant niedrigere Schmeckscores im Vergleich zur Gegenseite und zur präoperativen Testung beobachtet.
- 8.) Nach Durchtrennung der Chorda tympani erreichen Patienten ipsilateral deutlich niedrigere Schmeckscoremittelwerte als nach leichter und auch nach starker Manipulation der Chorda tympani.
- 9.) Patienten mit einem höheren Ganzmundschmeckscore fühlen sich signifikant weniger eingeschränkt.
- 10.) Die Chorda tympani sollte bei der Cochlea Implantation geschont werden. Bei einseitiger Durchtrennung des Nerven z.B. wegen einer ungünstigen anatomischen Lage, sollte bei der Operation der Gegenseite eine beiderseitige gustatorische Denervation vermieden werden.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschmacksorgane. Geschmacksknospe, Geschmackspapille und ihre Lage auf der Zunge sowie ihre Innervation sind abgebildet. CT, Chorda tympani; GLN, Nervus Glossopharyngeus; SLN, Nervus Supralingualis; 1-4, 4 Typen von Geschmacksknospenzellen, von Ogawa [1]	4
Abbildung 2: rechte Membrana tympani mit Hammer und Chorda tympani abgebildet von Innen, oben und hinten Aus Henry Gray, Anatomy of the Human Body, 20th edition (1918) Abbildung 912	6
Abbildung 3: Verlauf des N. facialis und der Chorda tympani mit Verzweigungen. Aus Gray's Anatomy Tafel 788 (Henry Gray, Anatomy of the Human Body, 20th edition (1918) Abbildung 788).....	7
Abbildung 4: Recessus facialis eines linken Ohres von innen abgebildet aus Current Diagnosis & Treatment in Otolaryngology -Head and Neck Surgery, 2nd Edition	8
Abbildung 5: Anzahl der Patienten mit Hyogeusie laut Fragebogen: präoperativ, 4 Tage postoperativ, 4 Wochen postoperativ und 2 Jahre postoperativ.....	18
Abbildung 6: Progredienz der Symptome zu den 4 Untersuchungszeitpunkten.....	20
Abbildung 7: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen und kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD (n=21).....	23
Abbildung 8: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite prä-und postoperativ \pm 1 SD in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation (geringe Manipulation (n = 15), starke Manipulation (n = 3) und Chorda Durchtrennung (n = 3)). Für die zusammengefassten Gruppen starke Manipulation und Chorda Durchtrennung(n=6) ergibt sich ein signifikanter Unterschied (p= 0,026) zwischen der präoperativen Situation und der Messung 4 Tage postoperativ.....	25
Abbildung 9: Schmeckscores der 3 Patienten mit durchtrennter Chorda tympani auf der ipsilateralen Zungenseite in der Einzelfallbeschreibung: präoperativ, 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o.....	27
Abbildung 10: Schmeckscores der einzelnen Schmeckqualitäten der ipsilateralen Seite im zeitlichen Verlauf. (n = 21)	28
Abbildung 11: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD (n = 15).....	29
Abbildung 12: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD (n = 3).....	30
Abbildung 13: Schmeckscores der ipsilateralen Seite nach Chorda Durchtrennung (n = 3)...	31

Abbildung 14: Schmeckscore-Mittelwerte der kontralateralen Seite prä- und postoperativ \pm 1 SD, nach leichter Manipulation (n = 15), starker Manipulation (n = 3) und Chorda Durchtrennung (n = 3).....	32
Abbildung 15: Schmeckscores der 3 Patienten mit durchtrennter Chorda tympani auf der kontralateralen Seite in der Einzelfallbeschreibung: präoperativ, 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o.	34
Abbildung 16: Schmeckscores der einzelnen Schmeckqualitäten der kontralateralen Seite im zeitlichen Verlauf. (n = 21)	34
Abbildung 17: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD (n = 15).....	35
Abbildung 18: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD (n = 3).....	36
Abbildung 19: Schmeckscores der kontralateralen Seite nach Chorda Durchtrennung (n = 3)	37
Abbildung 20: Anzahl der normogeusen Patienten zu den Untersuchungszeitpunkten im Vgl. zwischen Fragebogen und Schmecktestung (Ganzmundtestung) (n= 21)	40
Abbildung 21: Anteil der Übereinstimmung zwischen Schmecktestung (Ganzmundtestung) und Selbsteinschätzung im Fragebogen für normogeuse Patienten	41
Abbildung 22: Verteilung der Schmeckscores von symptomatischen und asymptomatischen Patienten 4 Tage post operationem nach leichter CTN-Manipulation auf der ipsilateralen und kontralateralen Seite (n = 15)	42
Abbildung 23: Verteilung der Schmeckscores von symptomatischen und asymptomatischen Patienten 4 Wochen post operationem nach leichter CTN-Manipulation (n = 15).....	44
Abbildung 24: Punktfolke zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Beeinträchtigung und Ganzmundschmeckscore präoperativ ($r = 0,044$; $p = 0,849$, n = 21).....	45
Abbildung 25: Punktfolke zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Beeinträchtigung und Ganzmundschmeckscore zusätzlich mit Angabe der Regressionsgeraden und Regressionsgleichung 4 Tage nach Operation. ($r = -0,180$; $p = 0,436$, n = 21).....	45
Abbildung 26: Punktfolke zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Beeinträchtigung und Ganzmundschmeckscore zusätzlich mit Angabe der Regressionsgeraden und Regressionsgleichung 4 Wochen nach Operation. ($r = -0,554$; $p = 0,009$, n = 21).....	46
Abbildung 27: Schmeckscore Mittelwerte \pm 1 SD der ipsilateralen Seite gruppiert für Männer(n = 8) und Frauen (n =7) zu den drei Untersuchungszeitpunkten.....	47

Abbildung 28: Schmeckscore Mittelwerte \pm 1 SD der kontralateralen Seite gruppiert für Männer(n =8) und Frauen (n =7) zu den drei Untersuchungszeitpunkten 48

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schmecklösungen und Konzentrationen der verschiedenen regionalen Schmecktests adaptiert nach Welge-Luessen [45].....	10
Tabelle 2: Anzahl der untersuchten Patienten in der jeweiligen Altersgruppe mit altersspezifischem Schmeckscore an der 10. Perzentile als Hypogeusie Cut off (Ganzmundtestung) nach Pingel et al. [18]	13
Tabelle 3: Konzentration der verwendeten flüssigen Schmecktestlösungen in g/ml [18]	15
Tabelle 4: Einteilung der Effektstärke [50]	17
Tabelle 5: Patienten mit Verminderung des Schmeckempfindens (Hyogeusie) laut Fragebogen im zeitlichen Verlauf.....	18
Tabelle 6: Subjektive Symptome, präoperativ, 4 Tage, 4 Wochen und 2 Jahre postoperativ nach Cochlea Implantation.....	19
Tabelle 7: Subjektive Stärke der Einschränkung der Lebensqualität durch Schmeckprobleme präoperativ, 4 Tage , 4 Wochen und 2 Jahre postoperativ	21
Tabelle 8: Anzahl und Anteil der Patienten mit wahrgenommener Dysgeusie und/oder Hypogeusie in Abhängigkeit von der CTN-Manipulation	22
Tabelle 9: Schmeckscore Mittelwerte \pm 1 SD.....	23
Tabelle 10: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite \pm 1 SD aufgeteilt nach operativem Interventionsgrad der CTN im zeitlichen Verlauf.....	26
Tabelle 11: Schmeckscore-Mittelwerte der kontralateralen Seite \pm 1 SD, aufgeteilt nach Interventionsgrad im zeitlichen Verlauf.....	33
Tabelle 12: Anzahl von Patienten mit und ohne Symptome(n) (Hypo- und Dysgeusie) im Fragebogen sowie pathologischen und normwertigen Schmecktests in der Ganzmundtestung im zeitlichen Verlauf.....	38
Tabelle 13: Anzahl von Patienten mit und ohne Symptome(n) (Hypo- und Dysgeusie) im Fragebogen sowie pathologischen und normwertigen Schmecktests in der ipsilateralen Schmecktestung im zeitlichen Verlauf.....	39
Tabelle 14: Übersicht der Korrelationen zwischen subjektiver Einschätzung des Schmeckvermögens und der Ganzmundschmecktestung	41

Tabelle 15: Anzahl der Patienten mit jeweiliger Intervention unterteilt nach Geschlecht.....	46
Tabelle 16: Korrelation der Ganzmundschmeckscores mit dem Patientenalter präoperativ, 4 Tage p.o. und 4 Wochen p.o.....	49
Tabelle 17: Inzidenz von Einschränkungen des Schmeckvermögens nach Mittelohrchirurgie bei reizlosen Mittelohren, adaptiert nach Galindo et al. [66].....	63
Tabelle 18: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite ± 1 SD (ohne Unterteilung nach CTN-Manipulation n= 21)	76
Tabelle 19: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD (n = 15).....	76
Tabelle 20: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD.....	76
Tabelle 21: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach Chorda Durchtrennung (n = 3)	76
Tabelle 22: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite ± 1 SD (ohne Unterteilung nach CTN-Manipulation n= 21).....	77
Tabelle 23: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD (n = 15).....	77
Tabelle 24: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD (n = 3).....	77
Tabelle 25: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach Chorda Durchtrennung ± 1 SD (n = 3).....	77
Tabelle 26: Vierfeldertafel der präoperativen Schmecktestung (Ganzmundtestung) und präoperativen Selbsteinschätzung	78
Tabelle 27: Vierfeldertafel der Schmecktestung (Ganzmundtestung) und Selbsteinschätzung 4 Tage p.o	78
Tabelle 28: Vierfeldertafel der Schmecktestung (Ganzmundtestung) und Selbsteinschätzung 4 Wochen p.o.....	78
Tabelle 29: deskriptive Statistik der Schmeckscores symptomatischer und asymptomatischer Patienten 4 Tage nach Operation für Patienten mit leichter CTN-Manipulation (n=15).....	79
Tabelle 30: deskriptive Statistik der Schmeckscores symptomatischer und asymptomatischer Patienten 4 Wochen nach Operation für Patienten mit leichter CTN-Manipulation (n=15) .	79
Tabelle 31: Schmeckscore Mittelwerte der Schmecktests mit flüssigen Lösungen bei Männern und Frauen nach leichter Manipulation der CTN (n=15) ±1 SD	79

10. Curriculum vitae

Marcus Peter Drewniak, geboren am 09.03.1989 in Neubrandenburg

Schulausbildung

-
- 08/1995 - 06/1999: Grundschule Ostseebad Binz
08/1999 - 07/2008: Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium Bergen auf Rügen
mit Abiturbestnote 1,0 (sehr gut) abgeschlossen

Studium

-
- 10/2008 - 12/2014: Studium der Humanmedizin an der Universität Rostock
09/2010: 1. Staatsexamen mit der Note Gut (2,0) abgeschlossen
09/2011 - 04/2012: Erasmus Studium an der Université de Nantes, Pays de la Loire,
Frankreich
12/2014: 2. Staatsexamen mit der Note Gut (2,0) abgeschlossen

Famulaturen

-
- 02/2011: Famulatur in der Kardiologie Südstadtklinikum Rostock bei Dr. med.
Thomas Körber
09/2011: Famulatur in der Pädiatrie im CHU (Universitätskrankenhaus) Nantes
bei Prof. Gras-le Guen
03/2012: Famulatur in der Neurologie CHU Nantes bei Dr. Sandrine Wiertlewski
08/2012: Famulatur in der Anästhesiologie Südstadt Klinikum Rostock
09/2012: Famulatur in der Orthopädischen Praxis Bergen bei MU Dr. Dr. med.
Peter Drewniak

Praktisches Jahr

-
- 08/2013 - 12/2013: DAAD Stipendiat für das Chirurgie Tertial an der Nelson Mandela
School of Medicine, University of Kwa Zulu Natal, Durban,
Südafrika bei MD Subash Chirkut,
12/2013 - 03/2014: Innere Medizin Tertial im Gesundheitszentrum Fricktal, Spital
Rheinfelden, Universität Basel, Schweiz bei Dr. med. Susanne Christen

03/2014 - 06/2014 Orthopädie Tertial in den Helioskliniken Schwerin bei Dr. med.
Michael Biedermann

Weiterbildungsassistent

07/2015 - 12/2016	Innere Medizin im Helios Hanseklinikum Stralsund
01/2017 - 10/2017	Intensivmedizin im Helios Hanseklinikum Stralsund
10/2017 - 12/2018	Orthopädie im Helios Hanseklinikum Stralsund
01/2019 - 03/2021	Unfallchirurgie im Helios Hanseklinikum Stralsund
04/2021 - 04/2023	Orthopädie im Dietrich Bonhoeffer Klinikum Altentreptow (geplant)

Zusatzqualifikationen

10/2018	Taucherarzt (GTUEM Diplom 2a)
01/2020	Zusatzbezeichnung Notfallmedizin

11. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Professor Dr. Tino Just für die Ermöglichung und Betreuung dieser interessanten Dissertation.

Des Weiteren möchte ich mich beim gesamten Team der Funktionsabteilung der Otto Körner Klinik Rostock für die Unterstützung mit Rat und Tat herzlichst bedanken.

Auch möchte ich meiner Frau Paulina und meinen Eltern danken, für die grenzenlose Unterstützung nicht nur während meines Medizinstudiums, sondern während meines bisherigen Lebensweges.

Herzlichst sei hier auch den zahlreichen Patientinnen und Patienten gedankt, welche sich auch nach der anstrengenden Operation bereit erklärten, an dieser Studie teilzunehmen und somit erst die Dissertation ermöglichten.

12. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Marcus Drewniak, geboren am 09.03.1989, in Neubrandenburg, an Eides statt, dass ich die eingereichte Dissertation selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe verfasst, andere als die in ihr angegebene Literatur nicht benutzt und dass ich alle ganz oder annähernd übernommenen Textstellen sowie verwendete Grafiken, Tabellen und Auswertungsprogramme kenntlich gemacht habe. Außerdem versichere ich, dass die vorgelegte elektronische mit der schriftlichen Version der Dissertation übereinstimmt und die Abhandlung in dieser oder ähnlicher Form noch nicht anderweitig als Promotionsleistung vorgelegt und bewertet wurde.

Stralsund im Oktober 2020

Marcus P. Drewniak

13. Anhang

13.1. Tabellen

Tabelle 18: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite \pm 1 SD (ohne Unterteilung nach CTN-Manipulation n= 21)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,1 (\pm ,83)	3,43 (\pm ,75)	3,05 (\pm 1,29)	3,48 (\pm ,87)
<i>4 Tage p.o.</i>	2,48 (\pm 1,08)	3,05 (\pm ,87)	2,71 (\pm 1,31)	3,33 (\pm 1,16)
<i>4 Wochen p.o.</i>	2,57 (\pm ,93)	3,24 (\pm ,83)	2,67 (\pm 1,35)	3,48 (\pm ,87)

Tabelle 19: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD (n = 15)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	2,93 (\pm ,88)	3,4 (\pm ,74)	3,0 (\pm 1,31)	3,6 (\pm ,91)
<i>4 Tage p.o.</i>	2,6 (\pm 1,12)	3,2 (\pm ,77)	3,1 (\pm ,99)	3,6 (\pm 1,06)
<i>4 Wochen p.o.</i>	2,93 (\pm ,70)	3,3 (\pm ,72)	3,1 (\pm 1,16)	3,67 (\pm ,62)

Tabelle 20: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf \pm 1 SD

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,33 (\pm ,577)	3,33 (\pm 1,15)	3,0 (\pm 1,73)	3,33 (\pm ,58)
<i>4 Tage p.o.</i>	2,33 (\pm 1,15)	2,67 (\pm 1,53)	2,33 (\pm 2,1)	2,33 (\pm 1,53)
<i>4 Wochen p.o.</i>	2,0 (\pm 1,0)	3,33 (\pm ,58)	2,33 (\pm 1,53)	4,00 (\pm 0,00)

Tabelle 21: Schmeckscore Mittelwerte der ipsilateralen Seite nach Chorda Durchtrennung (n = 3)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,67 (\pm ,58)	3,67 (\pm ,58)	3,33 (\pm 1,15)	3 (\pm 1,0)

<i>4 Tage p.o.</i>	2,00 ($\pm 1,0$)	2,67 ($\pm ,58$)	1,00 ($\pm 0,00$)	3 ($\pm 1,0$)
<i>4 Wochen p.o.</i>	1,33 ($\pm ,58$)	2,67 ($\pm 1,53$)	1,00 ($\pm 1,00$)	2 ($\pm 1,0$)

Tabelle 22: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite ± 1 SD (ohne Unterteilung nach CTN-Manipulation n= 21)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,19 ($\pm ,81$)	3,33($\pm ,66$)	3,29 ($\pm 1,10$)	3,71 ($\pm ,56$)
<i>4 Tage p.o.</i>	3,29 ($\pm ,78$)	3,29($\pm ,72$)	3,1 ($\pm ,94$)	3,67 ($\pm ,58$)
<i>4 Wochen p.o.</i>	2,86 ($\pm 1,06$)	3,29($\pm ,85$)	3,0 ($\pm 1,23$)	3,38 ($\pm 1,12$)

Tabelle 23: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach leichter Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD (n = 15)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,0 ($\pm 0,85$)	3,47 ($\pm 0,64$)	3,47 ($\pm 1,10$)	3,8 ($\pm 0,56$)
<i>4 Tage p.o.</i>	3,53 ($\pm 0,74$)	3,47 ($\pm 0,64$)	3,27 ($\pm 0,88$)	3,87 ($\pm 0,35$)
<i>4 Wochen p.o.</i>	3,13 ($\pm 0,74$)	3,40 ($\pm 0,74$)	3,4 ($\pm 1,06$)	3,6 ($\pm 0,91$)

Tabelle 24: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach starker Manipulation im zeitlichen Verlauf ± 1 SD (n = 3)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,67 ($\pm 0,58$)	2,66 ($\pm 0,58$)	2,67 ($\pm 1,53$)	3,33 ($\pm 0,58$)
<i>4 Tage p.o.</i>	2,33 ($\pm 0,58$)	3,33 ($\pm 0,58$)	3,33 ($\pm 0,57$)	3,00 ($\pm 1,00$)
<i>4 Wochen p.o.</i>	2,33 ($\pm 1,53$)	3,33 ($\pm 0,58$)	2,33 ($\pm 1,53$)	4,0 ($\pm 0,00$)

Tabelle 25: Schmeckscore Mittelwerte der kontralateralen Seite nach Chorda Durchtrennung ± 1 SD (n = 3)

	<i>Süß</i>	<i>Sauer</i>	<i>Salzig</i>	<i>Bitter</i>
<i>Präoperativ</i>	3,67 ($\pm 0,58$)	3,33 ($\pm 0,58$)	3,0 ($\pm 1,0$)	3,67 ($\pm 0,58$)

<i>4 Tage p.o.</i>	3,0 (\pm 0,00)	2,33 (\pm 0,58)	2,0 (\pm 1,0)	3,33 (\pm 0,58)
<i>4 Wochen p.o.</i>	2,0 (\pm 1,73)	2,33 (\pm 2,10)	1,67 (\pm 0,58)	3,33 (\pm 0,58)

Tabelle 26: Vierfeldertafel der präoperativen Schmecktestung (Ganzmundtestung) und präoperativen Selbsteinschätzung

			Präoperative Schmecktestung		
			Normogeusie		
präoperative Selbsteinschätzung	Normogeusie	Anzahl % der Gesamtzahl	16 76,2%	2 9,5%	18 85,7%
	Hypogeusie	Anzahl % der Gesamtzahl	2 9,5%	1 4,8%	3 14,3%
Gesamt		Anzahl % der Gesamtzahl	18 85,7%	3 14,3%	21 100,0%

Tabelle 27: Vierfeldertafel der Schmecktestung (Ganzmundtestung) und Selbsteinschätzung 4 Tage p.o.

			4 Tage p.o. Schmecktestung		
			Normogeusie		
4 Tage p.o. Selbsteinschätzung	Normogeusie	Anzahl % der Gesamtzahl	9 42,9%	7 33,3%	16 76,2%
	Hypogeusie	Anzahl % der Gesamtzahl	5 23,8%	0 0,0%	5 23,8%
Gesamt		Anzahl % der Gesamtzahl	14 66,7%	7 33,3%	21 100,0%

Tabelle 28: Vierfeldertafel der Schmecktestung (Ganzmundtestung) und Selbsteinschätzung 4 Wochen p.o.

			4 Wochen p.o. Schmecktestung		
			Normogeusie		
4 Wochen p.o. Selbsteinschätzung	Normogeusie	Anzahl % der Gesamtzahl	8 38,1%	4 19,0%	12 57,1%
	Hypogeusie	Anzahl % der Gesamtzahl	5 23,8%	4 19,0%	9 42,9%
Gesamt		Anzahl % der Gesamtzahl	13 61,9%	8 38,1%	21 100,0%

Tabelle 29: deskriptive Statistik der Schmeckscores symptomatischer und asymptomatischer Patienten 4 Tage nach Operation für Patienten mit leichter CTN-Manipulation (n=15)

Patienten	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Symptomatisch					
ipsilaterale Seite	5	12	15	13,4	± 1,14
kontralaterale Seite	5	15	16	15,2	± 0,45
Asymptomatisch					
ipsilaterale Seite	10	8	16	12,2	± 2,30
kontralaterale Seite	10	11	16	13,6	± 1,58

Tabelle 30: deskriptive Statistik der Schmeckscores symptomatischer und asymptomatischer Patienten 4 Wochen nach Operation für Patienten mit leichter CTN-Manipulation (n=15)

Patienten	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Symptomatisch					
ipsilaterale Seite	7	10	15	13,3	± 1,98
kontralaterale Seite	7	8	16	13,3	± 2,81
Asymptomatisch					
ipsilaterale Seite	8	10	15	12,8	± 1,98
kontralaterale Seite	8	11	16	13,8	± 1,67

Tabelle 31: Schmeckscore Mittelwerte der Schmecktests mit flüssigen Lösungen bei Männern und Frauen nach leichter Manipulation der CTN (n=15) ±1 SD

Patienten	präoperativ	4 Tage postoperativ	4 Wochen postoperativ
Männlich (n=8)			
ipsilaterale Seite	12,1 ± 2,95	12,5 ± 2,45	12,5 ± 1,69
kontralaterale Seite	12,9 ± 2,90	13,8 ± 1,83	13,6 ± 1,60
Weiblich (n=7)			
ipsilaterale Seite	13,9 ± 2,34	12,7 ± 1,60	13,6 ± 2,15
kontralaterale Seite	14,7 ± 0,76	14,6 ± 0,98	13,4 ± 2,87
Gesamt (n=15)			
ipsilaterale Seite	12,9 ± 2,74	12,6 ± 2,03	13,0 ± 1,93
kontralaterale Seite	13,7 ± 2,31	14,1 ± 1,51	13,5 ± 2,20

13.2. Fragebogen zum Schmeckvermögen

Fragebogen zum Schmeckvermögen vor und nach dem Einsetzen eines Cochlea Implantates

Name des Patienten:

OP Datum:

Auf welcher Seite wurde das CI eingesetzt?

Welche Medikamente nehmen Sie ein?

Hatten Sie bereits eine Zahnextraktion?

Hatten Sie schon mal ein Schädel-Hirn-Trauma?

Hatten Sie jemals das Gefühl dauerhaft schlechter zu riechen als andere Personen in ihrem Umfeld oder insgesamt Gerüche schlecht wahrnehmen zu können?

1) Vor der Operation:

1.2.) Wenn ja vor allem mit dem Wahrnehmen von? Sie können mehrere Angaben machen.
 süß sauer salzig bitter scharf keinem der genannten

1.3.) Welche Zungenseite ist betroffen?

links rechts beide

1.4.) Seit wann besteht dieses Problem?

seit weniger als 3 Monaten seit 3 bis 24 Monaten
 seit mehr als 2 Jahren immer schon / seit ich mich erinnern kann
 weiß nicht

1.5.) Wie begann dieses Problem?

1.6.) Worauf führen Sie Ihr Problem zurück?

- Unfall Erkältung / Infekt
- Medikamenteinnahme Operation
- Nasenatmung/Polypen/Nebenhöhlenentzündung
- Mundtrockenheit Zahnersatz
- anderes (bitte angeben)

1.7.) Ist ihre Störung veränderlich oder konstant?

veränderlich

konstant

- weiß nicht
 wird durch bestimmte Umstände verändert – wenn ja, welche?

1.8.) Wie stark fühlen Sie sich insgesamt durch Ihr Problem beeinträchtigt?
 extrem stark stark mittel
 mäßig kaum gar nicht

1.9.) Haben Sie ständig im Mund eine der folgenden Empfindungen?

Brennen:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
bitterer Geschmack:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
salziger Geschmack:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
saurer Geschmack:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Mundtrockenheit:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Fremdkörpergefühl:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

2) Nach der Operation

2.1.) Haben Sie seit der Cochlea Implantation Probleme mit dem Schmecken?
 Ja Nein (bei Nein ist der Fragebogen beendet)

2.2.) Wie hat sich Ihre Fähigkeit zu Schmecken seit der Cochlea Implantation verändert?
 hat sich gebessert
 unverändert
 hat sich verschlechtert

2.3.) Ist ihre Störung veränderlich oder konstant?

veränderlich
 konstant
 weiß nicht
 wird durch bestimmte Umstände verändert – wenn ja, welche?

2.4.) Wie stark fühlen Sie sich insgesamt durch Ihr Problem beeinträchtigt?
 extrem stark stark mittel
 mäßig kaum gar nicht

2.5.) Haben Sie ständig im Mund eine der folgenden Empfindungen?

Brennen:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
bitterer Geschmack:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
salziger Geschmack:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
saurer Geschmack:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Mundtrockenheit:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Fremdkörpergefühl:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

2.6.) Welche Zungenseite ist betroffen?

links rechts beide

2.7.) Welche Stellen der Zunge sind betroffen? Auch Mehrfachantworten sind möglich.
 Zungenspitze Rand hinterer Zungenteil komplette Fläche

Unterschrift Patient:

Datum:

13.3. Schmecktestungsprotokoll

Schmecktest mit flüssigen Testsubstanzen

Untersuchungsbogen

Untersucher:

Untersuchungsdatum:

Uhrzeit:

männlich

weiblich

Alter:

Jahre

		rechte Zungenseite			linke Zungenseite		
Reihenfolge	Label	Patientenantwort	richtig	falsch	Patientenantwort	richtig	falsch
1.	A4						
2.	D4						
3.	C4						
4.	B4						
5.	B3						
6.	A3						
7.	E1						
8.	D3						
9.	C3						
10.	B2						
11.	A2						
12.	C2						
13.	D2						
14.	A1						
15.	E2						
16.	C1						
17.	B1						
18.	D1						
Ergebnis		rechts			links		
Gesamtscore							

E1 und E2 Blank/ Leerproben: gustatorische Deskription: „süß“, „sauer“, „salzig“, „bitter“
oder „keine Schmeckempfindung“

14. Literaturverzeichnis

- 1 Ogawa H. Taste and Smell: Standard Textbook of Physiology, 7th edn. 2009.
- 2 Migirov L, Drendel M, Kronenberg J. Taste Changes in Patients Who Underwent Cochlear Implantation by the Nonmastoidectomy Approach. *ORL* 2009;71(2):66–69.
- 3 Nin T, Sakagami M, Sone-Okunaka M, et al. Taste function after section of chorda tympani nerve in middle ear surgery. *Auris Nasus Larynx* 2006;33(1):13–17.
- 4 Sakagami M, Sone M, Tsuji K, et al. Rate of recovery of taste function after preservation of chorda tympani nerve in middle ear surgery with special reference to type of disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112(1):52–56.
- 5 Alzhrani F, Lenarz T, Teschner M. Taste sensation following cochlear implantation surgery. *Cochlear Implants International* 2013;14(4):200–06.
- 6 Guder E, Böttcher A, Pau HW, et al. Taste function after stapes surgery. *Auris Nasus Larynx* 2012;39(6):562–66.
- 7 Lloyd S, Meerton L, Di Cuffa R, Lavy J, Graham J. Taste change following cochlear implantation. *Cochlea Implants International* 2007(8(4)):203–10.
- 8 Saito T, Manabe Y, Shibamori Y, et al. Long-Term Follow-up Results of Electrogustometry and Subjective Taste Disorder After Middle Ear Surgery. *The Laryngoscope* 2001;111(11):2064–70.
- 9 Sakagami M. Taste disturbance and its recovery after middle ear surgery. *Chem. Senses* 2005;30 Suppl 1:1.
- 10 Michael P, Raut V. Chorda tympani injury: operative findings and postoperative symptoms. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136(6):978–81.
- 11 Clark MP, O'Malley S. Chorda tympani nerve function after middle ear surgery. *Otol. Neurotol.* 2007(28(3)):335–40.
- 12 Gopalan P, Kumar M, Gupta D, Phillipps JJ. 1. A study of chorda tympani nerve injury and related symptoms following middle-ear surgery. *J. Laryngol. Otol.* 2005(119(3)):189–92.
- 13 Mahendran S, Hogg R, Robinson JM. To divide or manipulate the chorda tympani in stapedotomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005;262(6):482–87.
- 14 McManus LJ, Stringer MD, Dawes PJD. Iatrogenic injury of the chorda tympani: a systematic review. *J Laryngol Otol* 2012;126(1):8–14.
- 15 Ahne G, Erras A, Hummel T, et al. Assessment of gustatory function by means of tasting tablets. *Laryngoscope* 2000;110(8):1396–401.

- 16 Hummel T, Landis BN, Hüttenbrink K-B. Smell and taste disorders. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2011;10:Doc04.
- 17 Mueller C, et al. Quantitative assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated "taste strips". *Rhinology* 2003;41(1):2–6.
- 18 Pingel J, Ostwald J, Pau HW, et al. Normative data for a solution-based taste test. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2010;267(12):1911–17.
- 19 Just T, Homoth J, Graumüller S, et al. Schmeckstörung und Erholung der Schmeckfunktion nach Mittelohroperation. *Laryngorhinootologie* 2003;82(7):494–500.
- 20 Perez R, Fuoco G, Dorion JM, et al. Does the chorda tympani nerve confer general sensation from the tongue? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;135(3):368–73.
- 21 McManus LJ, Dawes PJD, Stringer MD. Clinical anatomy of the chorda tympani: a systematic review. *J Laryngol Otol* 2011;125(11):1101–08.
- 22 Maes A Huygh I, Weltens C, Vandeveld G, Delaere P, Evers G, Van den Bogaert W. De Gustibus: time scale of loss and recovery of tastes caused by radiotherapy. *Radiother Oncol*. 2002(63(2)):195–201.
- 23 Kurihara K. Umami the Fifth Basic Taste: History of Studies on Receptor Mechanisms and Role as a Food Flavor. *Biomed Res Int* 2015;2015:189402.
- 24 Welge-Lüssen A, Hummel T. Management of Smell and Taste Disorders: chapter 13, 150: Thieme 2014.
- 25 Welge-Lüssen A, Hummel T. Management of Smell and Taste Disorders: chapter 13, 150–151: Thieme 2014.
- 26 Häning DP. Zur Psychophysik des Geschmackssinnes; PhD thesis, Leipzig, 1901.
- 27 Boring E. Sensation and Perception in the History of Experimental Psychology: D. Appleton-Century Company, Incorporated, 1942.
- 28 Snyder DJ, Prescott J, Bartoshuk LM. Modern psychophysics and the assessment of human oral sensation. *Adv. Otorhinolaryngol.* 2006;63:221–41.
- 29 Katschinski M. Nutritional implications of cephalic phase gastrointestinal responses. *Appetite* 2000;34(2):189–96.
- 30 Srur E, Stachs O, Guthoff R, et al. Change of the human taste bud volume over time. *Auris Nasus Larynx* 2010;37(4):449–55.
- 31 Beidler L, Smallman R. Renewal of cells within the taste buds, *J Cell Biol* (1965) 27 (2): 263–272.
- 32 Stone L, Tan S, Tam P, et al. Analysis of Cell Lineage Relationships in Taste Buds: *Journal of Neuroscience* 1 June 2002, 22 (11) 4522-4529.

- 33 Getchell TV BLM. Smell and taste in health and disease. *NY Raven Press* 1991:787–802.
- 34 Bealer SL, Smith DV. Multiple sensitivity to chemical stimuli in single human taste papillae. *Physiology & Behavior* 1975;14(6):795–99.
- 35 Chandrashekhar J, Hoon M, Ryba N, et al. The receptors and cells for mammalian taste. *Nature* 2006;444(7117):288–94.
- 36 Doty RL, Bagla R, Morgenson M, et al. NaCl thresholds: Relationship to anterior tongue locus, area of stimulation, and number of fungiform papillae. *Physiology & Behavior* 2001;72(3):373–78.
- 37 Krarup B. Taste Fibres and the Chorda Tympani. *Acta Otolaryngol*. 2009;49(sup140):201–05.
- 38 Ott I, Tebben H, Losenhausen H, et al. Verlauf der Chorda tympani bei Operationen des Mittelohres: Klinische Einteilung und ihre Bedeutung für postoperative Schmeckstörungen. *Laryngorhinootologie* 2009;88(9):592–98.
- 39 Carr DH, Cottrell DF, Iggo A. The afferent innervation of the tongue of the sheep. *Res Vet Sci*. 1987 Jul;43(1):113-21. 1987.
- 40 Tomita H, Ikeda M. Clinical Use of Electrogustometry: Strengths and Limitations. *Acta Otolaryngol*. 2009:27–38.
- 41 Just T, Steiner S, Strenger T, et al. Changes of oral trigeminal sensitivity in patients after middle ear surgery. *The Laryngoscope* 2007;117(9):1636–40.
- 42 Hummel T, Genow A, Landis BN. Clinical assessment of human gustatory function using event related potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010;81(4):459–64.
- 43 Gudziol H, Hummel T. Normative values for the assessment of gustatory function using liquid tastants. *Acta Otolaryngol*. 2007;127(6):658–61.
- 44 Tomita H, Ikeda M, Okuda Y. Basis and practice of clinical taste examinations. *Auris Nasus Larynx* 1986;13 Suppl 1:15.
- 45 Welge-Lüssen A, Hummel T. Management of Smell and Taste disorders: chapter 14, 170 2014.
- 46 Vennemann MM, Hummel T, Berger K. The association between smoking and smell and taste impairment in the general population. *J Neurol* 2008;255(8):1121–26.
- 47 Schiffmann SS, Zervakis J. Taste and smell perception in the elderly: effect of medications and disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1993(33(1)):17–26.
- 48 Lawless H, Stevens DA. Effects of oral chemical irritation on taste *Physiol Behav*. 1984 Jun;32(6):995-8.

- 49 Green BG. Capsaicin sensitization and desensitization on the tongue produced by brief exposures to a low concentration. *Neurosci Lett.* 1989;107(1-3):173–78.
- 50 Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences S.79-80, 2nd edn. Hoboken: Taylor and Francis 2013.
- 51 Soter A, Kim J, Jackman A, et al. Accuracy of Self-Report in Detecting Taste Dysfunction. *Laryngoscope* 2008;118(4):611–17.
- 52 Mattes R. Reliability of psychophysical measures of gustatory function. *Perception & Psychophysics* 1988;43:107–14.
- 53 Stillman JA, Morton RP, Hay KD, et al. Electrogustometry: Strengths, weaknesses, and clinical evidence of stimulus boundaries. *Clin Otolaryngol* 2003;28(5):406–10.
- 54 Migirov L, Yakirevitch A, Kronenberg J. Surgical and Medical Complications following Cochlear Implantation: Comparison of Two Surgical Approaches. *ORL* 2006;68(4):213–19.
- 55 Welge-Lüssen A, Dörig P, Wolfensberger M, et al. A study about the frequency of taste disorders. *J Neurol* 2011;258(3):386–92.
- 56 Lundborg G, Rydevik B. Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit. *J Bone Joint Surg* 1973;390–401.
- 57 Green KM, Bhatt YM, Saeed SR, et al. Complications following adult cochlear implantation: experience in Manchester. *J. Laryngol. Otol.* 2004;118(6):417–20.
- 58 Berteretche M-V, Eloit C, Dumas H, et al. Taste deficits after middle ear surgery for otosclerosis: taste somatosensory interactions. *Eur. J. Oral Sci.* 2008;116(5):394–404.
- 59 Landis BN, Beutner D, Frasnelli J, et al. Gustatory function in chronic inflammatory middle ear diseases. *The Laryngoscope* 2005;115(6):1124–27.
- 60 Kveton JF, Bartoshuk LM. The effect of unilateral chorda tympani damage on taste. *The Laryngoscope* 1994;104(1 Pt 1):25–29.
- 61 Xu B-C, Wang S-Y, Liu X-W, et al. Comparison of complications of the suprameatal approach and mastoidectomy with posterior tympanotomy approach in cochlear implantation: a meta-analysis. *ORL* 2014;76(1):25–35.
- 62 Berling K, Mannström P, Ulfendahl M, et al. The chorda tympani degenerates during chronic otitis media: an electron microscopy study. *Acta Otolaryngol.* 2015;135(6):542–48.
- 63 Guder E, Böttcher A, Just T. Isolierte Schmeckstörung als Primärsymptom einer chronisch-entzündlichen Mittelohrerkrankung. *Laryngorhinootologie* 2012;91(1):34–35.

- 64 Guinand N, Just T, Stow NW, et al. Cutting the chorda tympani: not just a matter of taste. *J Laryngol Otol* 2010;124(9):999–1002.
- 65 Mueller CA, Khatib S, Naka A, et al. Clinical Assessment of Gustatory Function before and after Middle Ear Surgery: A Prospective Study with a Two-Year Follow-up Period. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 2008;117(10):769–73.
- 66 Galindo J, Lassaletta L, Casas P, et al. Clinical implications of iatrogenic lesion in the chorda tympani nerve during otosclerosis surgery. *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)* 2009;60(2):104–08.
- 67 Grant R, Ferguson M, Strang R, et al. Evoked taste thresholds in a normal population and the application of electrogustometry to trigeminal nerve disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*;1987(50):12–21.
- 68 Segerstad C, Hellekant G, Farbman AI. Changes in number and morphology of fungiform taste buds in rat after transection of the chorda tympani or chordal-lingual nerve. *Chem Senses* 1989;14(3):335–48.
- 69 Chilla R, Nicklatsch J, Arglebe C. Late Sequelae of Iatrogenic Damage to Chorda Tympani Nerve. *Acta Otolaryngol* 1982(94(5-6)):461–65.
- 70 Shibamori Y, Igawa H, Saito T, et al. Incidence of Regeneration of the Chorda Tympani Nerve after Middle Ear Surgery. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 2002;111(4):357–63.
- 71 Guagliardo NA, Hill DL. Fungiform taste bud degeneration in C57BL/6J mice following chorda-lingual nerve transection. *J. Comp. Neurol.* 2007;504(2):206–16.
- 72 Tsuzuki K, Noguchi K, Mohri D, et al. Expression of Activating Transcription Factor 3 and Growth-associated Protein 43 in the Rat Geniculate Ganglion Neurons after Chorda Tympani Injury. *Acta Otolaryngol* 2002;122(2):161–67.
- 73 Mueller CA, Khatib S, Temmel AFP, et al. Effects of cochlear implantation on gustatory function. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007;116(7):498–501.
- 74 Maeda E, Katsura H, Nin T, et al. Change of somatosensory function of the tongue caused by chorda tympani nerve disorder after stapes surgery. *Laryngoscope* 2018;128(3):701–06.
- 75 Yeo SB, Loy AH. Chorda tympani trauma--how much does it affect taste? *Singapore Med J* 1997;38(8):329–31.
- 76 Rice JC. The Chorda Tympani in Stapedectomy. *J. Laryngol. Otol.* 1963;77(11):943–44.

- 77 Yung M1, Smith P, Hausler R, Martin C, Offeciers E, Pytel J, Skladzien J, Somers T, Ven de Heyning P. International Common Otology Database: taste disturbance after stapes surgery. *Otology & Neurology* 2008;volume 9 (accessed 9 Dec 2016).
- 78 Todrank J, Bartoshuk LM. A taste illusion: Taste sensation localized by touch. *Physiology & Behavior* 1991;50(5):1027–31.
- 79 Miuchi S, Sakagami M, Tsuzuki K, et al. Taste disturbance after stapes surgery – clinical and experimental study. *Acta Otolaryngol*. 2009;129(sup562):71–78.
- 80 Hansen S, Anthonsen K, Stangerup S-E, et al. Unexpected findings and surgical complications in 505 consecutive cochlear implantations: a proposal for reporting consensus. *Acta Otolaryngol*. 2010;130(5):540–49.
- 81 Kenway B, Kasbekar A, Donnelly N, et al. The effect of early division of the chorda tympani on gustatory function. *Ear Nose Throat J* 2011;90(11):520–25.
- 82 Moon CN, Pullen EW. Effects of Chorda tympani section during middle ear surgery. *Laryngoscope* 1963;73(4):392-405.