

„Veränderung des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie“

DISSERTATIONSSCHRIFT

zur

Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät „Carl Gustav Carus“
der Technischen Universität Dresden

vorgelegt von

Patrick Dietmar Boeßert

geb. am 12.06.1978

in Görlitz

Aus der Hals-, Nasen-, Ohrenklinik
der Medizinischen Fakultät „Carl Gustav Carus“
der Technischen Universität Dresden
– Direktor: Prof. Dr. Th. Zahnert–

Gutachter: 1. Prof. Dr. T. Hummel
2.

Datum der Einreichung:

Datum der Promotion:

gez. _____

Vorsitzender der Prüfungskommission

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| Abkürzungsverzeichnis | 3 |
| 1 Einleitung | 5 |
| 1.1 Der Geschmackssin..... | 6 |
| 1.2 Periphere Anatomie des Schmeckens..... | 7 |
| 1.2.1 Die Geschmacksknospe | 8 |
| 1.2.2 Geschmacksqualitäten und Rezeptoren | 9 |
| 1.2.3 Signalübertragungswege | 11 |
| 1.2.4 Psychophysik des Geschmacks..... | 13 |
| 1.3 Zentrale Verarbeitung des Schmecksinnes..... | 16 |
| 1.3.1 Die menschliche Schmeckbahn | 16 |
| 1.3.2 Geschmacksphysiologie | 17 |
| 1.4 Psychophysische Untersuchungsmethoden des Schmecksinnes..... | 19 |
| 1.4.1 Identifikation | 23 |
| 1.4.2 Schwelle | 23 |
| 1.4.3 Diskrimination..... | 24 |
| 1.5 Elektrophysiologische Untersuchungen des Geschmackssinnes..... | 24 |
| 1.5.1 Theoretischer und Technischer Hintergrund..... | 25 |
| 1.5.2 Gustatorisch evozierte Potenziale..... | 26 |
| 1.6 Anatomische Grundlagen und Technik der Tonsillektomie | 27 |
| 1.7 Peripherer Verlauf der Hirnnerven VII und IX und deren Funktion..... | 27 |
| 1.8 Anatomie der Tonsillenloge und topografische Beziehung zum N. IX | 30 |
| 1.9 Techniken der Tonsillektomie | 33 |
| 1.10 Gefährdung des Schmecksinnes durch die Tonsillektomie..... | 35 |
| 1.10.1 Gefährdungsmechanismen durch die Tonsillektomie | 37 |
| 2 Patienten, Probanden, Material und Methoden | 39 |
| 2.1 Studiendesign | 39 |
| 2.2 Patienten..... | 39 |
| 2.3 Probanden | 41 |
| 2.4 Herstellung der Schmeckstreifen „Taste Strips“ | 43 |
| 2.5 Durchführung des Schmecktests..... | 43 |
| 2.6 Durchführung des Riechtests | 45 |
| 2.7 Statistische Analyse..... | 46 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3 | Ergebnisse | 47 |
| 3.1 | Einfluss der Tonsillektomie auf das Schmeckvermögen | 47 |
| 3.1.1 | Subjektive Veränderung des Schmeckens nach Tonsillektomie | 47 |
| 3.1.2 | Bereich des N. VII | 49 |
| 3.1.3 | Bereich des N. IX | 52 |
| 3.2 | Einfluss der Tonsillektomie auf das Schmecken – Häufigkeitszählung | 55 |
| 3.2.1 | Häufigkeit signifikanter Änderungen des Schmeckwertes | 56 |
| 3.2.2 | Einfluss der OP – Parameter auf das Schmeckergebnis | 58 |
| 3.3 | Unterschied Schmecken N. VII und N.IX..... | 59 |
| 3.3.1 | Unterschied Schmecken Männer , N. VII vs N. IX | 60 |
| 3.3.2 | Unterschied Schmecken Frauen , N. VII vs N. IX | 62 |
| 3.3.3 | Unterschied Schmecken Männer versus Frauen | 65 |
| 3.4 | Ergebnisse der Riechtestung..... | 66 |
| 3.4.1 | Ergebnisse Patienten | 66 |
| 3.5 | Interaktion Riechen und Schmecken | 67 |
| 3.6 | Zusammenfassung der Ergebnisse | 68 |
| 4 | Diskussion | 71 |
| 4.1 | Diskussion der Testmethoden und Ergebnisse | 71 |
| 4.1.1 | Testdurchführung | 71 |
| 4.1.2 | Ergebnisse | 72 |
| 5 | Zusammenfassung | 76 |
| 6 | Thesen | 78 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 79 |
| 8 | Abbildungsverzeichnis | 93 |
| 9 | Tabellenverzeichnis | 94 |
| 10 | Lebenslauf | 96 |
| 11 | Danksagung | 97 |
| 12 | Eidesstattliche Erklärung | 98 |
| 13 | Anhang | 99 |
| 13.1 | Fragebogen zum Schmecksinn | 99 |
| 13.2 | Schmecklösungen für die Schmeckstreifenherstellung | 101 |
| 13.3 | Ausdruck Schmecktest..... | 102 |
| 13.4 | Ausdruck Riechtest | 103 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| A | Arteria |
| ATP | Adenosintriphosphat |
| cAMP | zyklisches Adenosinmonophosphat |
| df | Degrees of Freedom |
| EP | evozierte Potentiale |
| EEG | Elektoenzephalogramm |
| F | F-Wert |
| GABA | Gamma-Ammino-Butter-Säure |
| GEP | gustatorisch evozierte Potentiale |
| GII | Glandulae |
| GPCRs | G-Protein gekoppelte Rezeptoren |
| HNO | Hals-Nasen-Ohren |
| Hz | Hertz |
| IP3 | Inositol-1,4,5-triphosphat |
| IP3R | Inositoltriphosphatrezeptor |
| Lig | Ligamentum |
| Mm | Musculi |
| MW | Mittelwert |
| MRT | Magnetresonanztomographie |
| N. IX | Nervus glossopharyngeus |
| N. VII | Nervus facialis |
| N. X | Nervus vagus |
| N. XII | Nervus hypoglossus |
| Na | Natrium |
| Na ⁺ | Natrium-Ion |
| Nn | Nerven |
| NO | Stickstoffmonoxyd |
| NTS | Nucleus Tractus Solitarii |
| OFC | Orbitofrontaler Kortex |
| OP | Operation |
| P | Signifikanzwert |
| Ph | Pondus Hydrogenii |
| PKA | Proteinkinase A |

| | |
|----------------|---------------------------------------|
| s | Sekunden |
| S | Standardabweichung |
| TE | Tonsillektomie |
| T2R | Typ 2 Rezeptor für bitteren Geschmack |
| SNPs | Single Nucleotide Polymorphisms |
| VAS | Visuelle Analogskala |
| V ₃ | Nervus mandibularis |
| vs | versus |
| ZNS | Zentralnervensystem |
| μ | Mittelwert |
| σ | Standardabweichung |

1 Einleitung

Die Tonsillektomie gehört zu den am meisten durchgeführten HNO-Eingriffen. Dabei ist die Komplikationsrate im Vergleich zur durchgeführten Anzahl der Eingriffe gering. Der größte Anteil der Zwischenfälle mit tödlichem Ausgang ist auf Anästhesiekomplikationen zurückzuführen, am zweithäufigsten finden wir Nachblutungen, wobei das generelle Nachblutungsrisiko nach TE mit 0,7 bis 4,6% angegeben wird. (Jakse 1981) Die Mortalitätsrate liegt zwischen 0,1 und 0,6 Promille. (Jakse 1981) Durch verbesserte Narkosetechniken und strengere Indikationsstellung zur Tonsillektomie ist die Mortalitätsrate in den letzten Jahrzehnten weiter gesunken. Infolge dessen und der hohen Elektivität des Eingriffes treten in jüngerer Zeit die seltenen Komplikationen wie Veränderungen des Resonanzraumes, Minderung der Velumbeweglichkeit, Schädigung der Nerven glossopharyngeus, lingualis, hypoglossus, recurrens und facialis vermehrt in den Vordergrund, da sie einen immensen Verlust an Lebensqualität verursachen können. (Richstein 1981; Goins et al 2004) Parallel dazu haben sich die Meßmethoden z.B. der Gustometrie in den letzten Jahren verbessert und vereinfacht, was eine Erhebung psychophysischer Parameter wie der Schmeckempfindung an größeren Patienten- und Probandenkollektiven ermöglicht. (Mueller et al 2003)

Die internationale Literatur zum Thema Schmeckstörung nach Tonsillektomie beschränkt sich im Wesentlichen auf Kasuistiken im Sinne von retrospektiven Untersuchungen bei Patienten die nach Tonsillektomie einen Arzt wegen Schmeckstörungen aufsuchten. Es existieren drei prospektiv angelegte Studien die prä- und postoperativ Geschmacksprüfungen beinhalten. In zwei dieser Studien konnten relevante Hypogeusien nach Tonsillektomie nicht nachgewiesen werden. (Arnhold-Schneider und Bernemann 1987; Mueller, Khatib et al. 2007) In der Studie von Tomofuji et al konnten bei einem Patienten (2,9%) nach Tonsillektomie keine Elektrogustometrie Schwellenwerte erhoben werden. In der weiteren Literatur werden Schmeckstörungen nach Tonsillektomie mit bis zu 22% angegeben. Von allen Patienten die sich mit Geschmacksstörungen in spezialisierten Einrichtungen vorstellen scheint die Anzahl der durch TE hervorgerufenen Geschmacksstörungen äußerst gering zu sein. Tomita et al geben sie mit 0,31% an ihrer Klinik an. (Tomita und Ohtuka 2002)

Seit 2003 ist mit den Taste Strips eine verlässliche, einfach anzuwendende und reproduzierbare Meßmethode für den Geschmackssinn etabliert. Vorteil dieser Methode ist weiterhin die Möglichkeit der genau lokalisierten Geschmacksprüfung auf 2cm². (Mueller, Kallert et al. 2003)

Die widersprüchlichen Angaben zur Inzidenz der Schmeckstörung nach TE, die große Bedeutung des Geschmackssinnes für die Lebensqualität und der neuerlich verfügbare Geschmackstest mittels den Taste Strips veranlassten uns eine prospektive, kontrollierte Studie an einem umfangreichen Patienten- und Probandenkollektiv durchzuführen. Ziel dieser Studie sollte es sein die Veränderung des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie zu evaluieren und somit Aussagen über deren Inzidenz und Wesen treffen zu können.

1.1 DER GESCHMACKSSIN

Der Geschmackssinn vereinigt die Chemosensorik der Qualitäten süß, sauer, salzig bitter und umami. Er stellt die primäre Sinneswahrnehmung dar, mit Hilfe welcher wir zwischen geeigneter und möglicherweise giftiger Nahrung unterscheiden können. Zur weiteren Feinuntersuchung einer potentiellen Nahrungsquelle sind allerdings Aroma, Oberfläche, Konsistenz und Schmerzauslösung von wichtiger Bedeutung. Reflexmechanismen wird die exokrine und endokrine Sekretion gesteuert, welche die Verdauung ermöglicht. (Katschinski 2000; Teff 2000) Die Annahme süßer Speisen als kalorienreich und das Ablehnen bitterer Speisen als giftig sind Hirnstammreflexe die bereits vor der Geburt ausgeprägt sind. (Steiner 1973; Steiner 1974) Die Geschmackspräferenzen Erwachsener gründen sich auf diese Hirnstammreflexe und können durch Lernen modifiziert aber nicht vollständig unterdrückt werden. Menschen die ihren Geschmackssinn egebüßt haben, wie z.B. nach einer Radiochemotherapie bei Kopf-Hals-Tumoren, erfahren eine Beeinträchtigung ihres Essverhaltens. (Maes, Huygh et al. 2002) Anosmiker schmecken deutlich schlechter als Gesunde, was möglicherweise auf fehlenden Verstärkungsmechanismen beruht. Diese s.g. bimodale Integration wird zum Teil dadurch erklärt, dass bei Wahrnehmung eines Teilreizes eines kongruenten Reizpaares, wie z.B. dem Geruch von Erdbeeren und dem Geschmack süß, die Amygdala die Reizschwelle für den 2. Teilreiz senkt. Demzufolge

kann eine Senkung der Reizschwelle für gustatorische Reize bei Anosmie durch olfaktorische Reize nicht erfolgen. Dabei spielt die Dauer der Anosmie keine Rolle. Warum bei Anosmikern das Schmeckvermögen auch ohne olfaktorischen Reiz schlechter als bei Normosmikern ist, ist bislang nicht bekannt. (Hummel, Neszler et al. 2001; Gudziol, Rahneberg et al. 2007) Gegenstand neuerer Forschung ist die Untersuchung eines möglicherweise 5. Geschmackssinnes – Fettgeschmack. (Mattes 2005) Während des Schmeckvorganges werden neben der Qualität des Geschmacks, Intensität, Zeitverlauf der Geschmacksattribute und Ort des Schmeckens detektiert und ermöglichen eine stufenlose Bewertung des potentiellen Nahrungsmittels von lecker bis ekelig. Schmecken fungiert somit als Wahrnehmung, die wesentlich zur Lebensqualität des Menschen beiträgt.

1.2 PERIPHERE ANATOMIE DES SCHMECKENS

Der Mensch besitzt Geschmacksrezeptoren in der Mundhöhle, hier insbesondere an den Rändern der Zunge und auf dem Zungenrücken sowie auf dem weichen Gaumen, im Bereich des Schlundes und Kehlkopfes. Die Geschmacksrezeptoren finden sich vornehmlich in rosettenartigen Anordnungen – den Geschmacksknospen. (Smith und Margolskee 2001; Northcutt 2004) Auf den vorderen zwei Dritteln der Zunge formen die Geschmacksknospen die Papillae fungiformae, an den hinteren Seitenrändern die Papillae foliatae und am hinteren Ende der Zunge einen Kreis aus ca. 9 Papillae vallatae. (Smith und Margolskee 2001) Eine Papilla fungiformis enthält im Durchschnitt 5 Geschmacksknospen, die Papillae vallatae und foliatae enthalten oft Dutzende davon. Auf der Zunge befinden sich allerdings überwiegend Papillae filiformes die im Gegensatz zu den anderen Papillen keine Geschmacksknospen enthalten und lediglich dazu dienen die Zungenoberfläche anzurauhen, was für die Nahrungszerkleinerung wichtig ist. Die Geschmacksknospen stehen in räumlich engem Zusammenhang zu den von Ebner Drüsen, welche Speichel und Proteine sezernieren. (Spielman, D'Abundo et al. 1993; Sbarbati, Crescimanno et al. 1999) Die Geschmackszellen sind keine Nervenzellen, ihnen fehlt das Axon. Innerhalb der Geschmacksknospen wird die afferente Geschmacksinformation auf Nervenfasern der Hirnnerven VII, IX und X übertragen, deren Kerne im Hirnstamm lokalisiert sind. Dort wird die Information auf den Kern des Tractus solitarius weitergeleitet und über den Thalamus sowie die Rinden der Inselregion und des „primary opercular cortex“ nach kortikal

weitergegeben. (Smith, Li et al. 1998) Weiterhin steuern Geschmacksinformationen den Orbitofrontalen Kortex, den Gyrus cinguli und weitere integrative Areale an. (Sewards 2004) Zusätzlich gibt es auch eine weiter ventral gelegene Schmeckbahn die Anteile der Stria terminalis, des Hippocampus, der Amygdala, der Corpora mammillaria sowie des limbischen Systems durchquert. Afferent werden die Geschmacksinformationen der vorderen zwei Drittel der Zunge und damit der Papillae fungiformes sowie der vorderen Papillae foliatae über die Chorda tympani des Nervus facialis in das Ganglion geniculi transportiert. Der weiche Gaumen wird vom Nervus petrosus major superficialis, einem weiteren Ast des Nervus facialis, somatosensorisch innerviert.

Der Nervus glossopharyngeus leitet die Geschmacksinformationen der meisten Papillae foliatae und vallatae über den Nervus lingualis ins Ganglion petrosum. Die somatosensorischen Areale des Pharynx und Larynx werden via dem Nervus laryngeus superior des Nervus vagus, dessen Neurone im Ganglion petrosum liegen, versorgt. (Trepel 1999) Eine einzelne Axonfaser versorgt mehrere Geschmackszellen in einer Geschmacksknospe und kann auch mehrere Geschmacksknospen ansteuern. Hier findet die erste Geschmacksintegration statt. Sehr selten kreuzen die Nervenfasern dabei die Mittellinie der Zunge was zu einer stark seitenabhängigen peripheren Innervation der Zunge führt. Demzufolge finden sich symmetrische beidseitige Ageusien im Regelfall bei chemischen oder physikalischen Alterationen der Geschmacksknospen. Periphere oder zentrale Nervenschäden verursachen meist einen einseitigen Ausfall der Geschmacksempfindung. Zusätzlich sind die Nervenfasern somato- und thermosensibel.

1.2.1 DIE GESCHMACKSKNOSPE

Die Geschmacksknospe stellt sich mikroskopisch als rosenknospenartige Struktur dar, die zwischen 60 und 120 Zellen enthält. (Smith und Margolskee 2001) Es besteht ein direkter Kontakt zum Speichel über Mikrovilli, die sich am oberen Ende der Zellen befinden. Jede Geschmacksknospe besitzt eine ca. 20µm durchmessende Geschmackspore an ihrer Spitze. Die Zellen an der Spitze der Geschmackspore sind eng miteinander durch tight junctions verbunden, weswegen nur sehr kleine Moleküle den Weg in die Pore finden können. Innerhalb der Geschmacksknospe finden sich vier verschiedene Zelltypen, die Basalzellen sowie Zellen des Typs I - III. Die Basalzellen

besitzen eine eher runde Form. Von ihnen erstrecken sich die länglichen Typ I-III Zellen nach apikal in Richtung Geschmackspore. Die Typ II Zellen beinhalten Signalübertragungsstrukturen wie Rezeptoren und Effektorenzyme wogegen die Typ III Zellen die meisten Synapsen mit den afferenten Neuronen haben. (Azzali, Gennari et al. 1996; Azzali 1997) Die Frage wie die Information von den Typ II zu den Typ III Zellen gelangt ist noch nicht abschließende geklärt. Am wahrscheinlichsten jedoch findet die Kommunikation über Botenstoffe wie Serotonin, Glutamat oder Stickstoffmonoxid statt. Möglich wäre auch eine Übertragung via gap junctions. (Paran, Mattern et al. 1975; Azzali, Gennari et al. 1996; Azzali 1997) Denkbar wären geschmacksqualitätsspezifische Botenstoffe wie z.B. Glutamat für die Übertragung der Information bitter. (Herness, Zhao et al. 2005) Die Regeneration der Geschmacksknospenzellen erfolgt im Durchschnitt alle 10 Tage, wobei es wahrscheinlicher ist, dass die Typ I-III Zellen nicht aus den Basalzellen hervorgehen sondern verschiedene Stammzelllinien die sich um die Geschmacksknospe herum im Stratum germinativum befinden, kontinuierlich in die Geschmacksknospen wandern und dort deren Regeneration bewirken. (Farbman 1980; Stone, Tan et al. 2002)

1.2.2 GESCHMACKSQUALITÄTEN UND REZEPTOREN

1.2.2.1 Bitter und T2R-Rezeptoren

Der Fortschritt im Humangenomsequenzierungsprojekt machte es möglich eine neue Unterfamilie der G-Protein gekoppelten Rezeptoren, die sogenannten Typ 2 Geschmacksrezeptoren, zu identifizieren. (Adler, Hoon et al. 2000; Chandrashekar, Mueller et al. 2000; Matsunami, Montmayeur et al. 2000) Die Expression dieser Rezeptoren konnte in einer Unterfamilie der Geschmacksknospenzellen gezeigt werden. Jeder T2R-Rezeptor kann nur von einigen Bitterstoffen selektiv aktiviert werden. Da die Geschmacksknospenzelle durchaus viele verschiedene dieser T2R-Rezeptoren enthalten kann, ist es verständlich, dass sie ein breites Spektrum an Bitterstoffen erkennen kann. Allerdings scheint es nicht möglich zu sein diese Selektivität durch spezifische Signale weiterzugeben, weswegen die verschiedenen Substanzen einen ähnlichen Bittergeschmack hervorrufen. Mittlerweile ist eine große Anzahl verschiedener Bitterrezeptoren entdeckt worden. Beispielhaft seien hier die Rezeptoren T2R43 und T2R44 genannt, die sowohl auf Bitterstoffe als auch auf Zuckerersatzstoffe, z.B. Na-Saccharin reagieren, weswegen Zuckerersatzstoffe in

hohen Konzentrationen bitter schmecken. (Kuhn, Bufe et al. 2004; Pronin, Tang et al. 2004) Die menschlichen T2R-Rezeptoren werden hauptsächlich auf den Chromosomen 7, 12 und 5 kodiert, wobei bisher 25 Gene und 8-11 Pseudogene entdeckt wurden. (Bufe, Hofmann et al. 2002; Conte, Ebeling et al. 2002; Conte, Ebeling et al. 2003; Shi, Zhang et al. 2003) Anhand der Ähnlichkeit der T2R Gene sind verwandtschaftliche Beziehungen zwischen verschiedenen Spezies ableitbar. In Vergleichsanalysen konnte so festgestellt werden, dass seitdem sich die menschliche Linie von den Schimpansen trennte wahrscheinlich zwei T2R Rezeptoren inaktiviert wurden, was wiederum Rückschlüsse auf die Veränderung des Lebensstils und der Nahrungszusammensetzung zulässt. (Wang, Thomas et al. 2004) Eine große Variabilität in SNPs innerhalb der T2R Pseudogene kann interindividuell innerhalb der menschlichen Spezies festgestellt werden. (Kim, Wooding et al. 2005) Die Rolle der Pseudogene ist noch nicht vollständig geklärt.

1.2.2.2 Süß, Umami und T1R-Rezeptoren

Es wird angenommen, dass der Süß- und Umamigeschmack dazu dienen, den Kohlenhydrat- und Aminosäuregehalt der potentiellen Nahrung zu detektieren. Weiterhin ist bekannt, dass der süße Geschmack durch membrangebundene Proteinrezeptoren übertragen werden muss, da die Behandlung der Zungenoberfläche mit Proteolytika vorübergehend die Süßwahrnehmung verhindert. (Hiji 1975) Für den Menschen konnten bis jetzt drei GPCRs, allesamt auf dem Chromosom 1 lokalisiert, gefunden werden. (Liao und Schultz 2003) Sie werden als T1R 1-3 bezeichnet. Alle 3 T1R-Rezeptoren haben eine ähnliche genetische Struktur bestehend aus jeweils 6 kodierenden Exons. Alle T1R gehören zur Unterfamilie der Klasse C GPCR, deren bestimmendes Merkmal die Dimerbildung der Rezeptoren ist. (Pin, Galvez et al. 2003) Zu dieser Unterfamilie gehören z.B. auch GABA und Rezeptoren zur Erkennung von Kalzium. Einige Geschmackszellen exprimieren T1R3 allein während andere T1R1 oder T1R2 jeweils zusammen mit T1R3-Rezeptoren ausbilden. Die T1R2/T1R3 Heterodimere können von allen süß schmeckenden Substanzen wie z.B. Zuckern, verschiedenen Aminosäuren, süßen Proteinen und künstlichen Süßstoffen aktiviert werden. Der Umamigeschmack wird durch das Rezeptordimer T1R1/T1R3 vermittelt, welches von vielen L-Aminosäuren aktiviert werden kann. Die Bindungsmöglichkeit so vieler verschiedener Liganden unterschiedlichster Struktur an die Rezeptordimere wird mit der sterischen und chemischen Struktur des Rezeptors erklärt. Es ist anzunehmen,

dass Polymorphismusanalysen der T1R-Rezeptorgene helfen werden, interindividuelle Unterschiede der Sensitivität und damit des Geschmacksempfindens herauszustellen.

1.2.2.3 Salzig und Sauer

Der Salzgeschmack wird durch Na^+ und andere Kationen ausgelöst und versetzt den Menschen in die Lage mineralreiche Nahrung zu erkennen und versalzene Kost zu meiden. Da der Mensch wie alle Landlebewesen nicht in der Lage ist Natrium zu speichern, ist eine regelmäßige und ausreichende Zufuhr für das Ionengleichgewicht unabdingbar. Verschiedene Rezeptoren sind bisher widersprüchlich diskutiert worden, den Salzgeschmack zu detektieren. (Schiffman, Lockhead et al. 1983; Li, Blackshaw et al. 1994; Kretz, Barbry et al. 1999; Lin, Finger et al. 1999; Lyall, Heck et al. 2004)

Der Sauergeschmack einer anorganischen Säure ist direkt proportional zu ihrer Protonenkonzentration, dem PH-Wert. Dies gilt erstaunlicherweise nicht für die Sauerheit organischer Substanzen, wie z.B. der von Orangen. Hier scheinen weitere Faktoren, am wahrscheinlichsten weitere Anionen, zum sauren Geschmack beizutragen. (Ganzevles und Kroeze 1987; DeSimone, Lyall et al. 2001) Es wird angenommen, dass auch der Geschmack sauer durch Ionenkanäle übertragen wird, wobei endgültig noch keine Einigkeit über den genauen Rezeptor besteht. Dies hat möglicherweise mit der Reaktivität der Protonen zu tun, die an vielen Strukturen wirken können. (DeSimone, Lyall et al. 2001) Beispielhaft für mögliche Überträger seien hier Kalium- und epitheliale Natriumkanäle genannt. (Kinnamon, Dionne et al. 1988; Gilbertson, Avenet et al. 1992)

1.2.3 SIGNALÜBERTRAGUNGSWEGE

Wie bereits erwähnt sind die Rezeptoren für bitter, süß und umami G-Protein gekoppelte Rezeptoren, deren Aktivierung G-Protein vermittelte Signalkaskaden in Gang setzt. Viele G-Protein Untereinheiten konnten identifiziert werden, darunter auch α -Transducin und α -Gustducin. Im Folgenden soll exemplarisch an der Geschmackszelle für bitter die Signalübertragung dargelegt werden. Nahezu alle

Bitter Rezeptorzellen exprimieren α -Gustducin, wohingegen Süß- und Umamirezeptorzellen zusätzlich noch α -Transducin synthetisieren. (McLaughlin, McKinnon et al. 1992; Ruiz-Avila, McLaughlin et al. 1995; Kusakabe, Yasuoka et al. 2000) Im Falle der heterotrimeren T2Rs aktiviert das Monomer α -Gustducin die Phosphodiesterase und damit über cAMP die PKA, was zur Phosphorylierung von Ionenkanalproteinen und über den Einstrom von Ionen zur Depolarisation der Zellmembran führt. α -Transducin vermag möglicherweise über die Aktivierung der Guanylatzyklase die NO-Produktion anzuregen und damit einen weiteren Messenger zu produzieren. Der T2R zerfällt bei Aktivierung neben der α -Gustducin Untereinheit auch in eine β -Untereinheit, welche die Phospholipase β_2 aktiviert. Dadurch können die Messenger Inositoltriphosphat und Diazylglyzerol produziert werden. IP3 bindet an den IP3R des endoplasmatischen Retikulums und sorgt über die dortige Freisetzung von Ca^{2+} für die Öffnung eines nichtselektiven Kationenkanals für einwertige Ionen. Dies wiederum depolarisiert die Zelle. Diazylglyzerol aktiviert seinerseits die Proteinkinase C, welche Proteine u.a. von Ionenkanälen phosphoryliert, diese damit öffnet und wiederum die Zellmembran depolarisiert. (Rossler, Kroner et al. 1998; Huang, Shanker et al. 1999; Clapp, Stone et al. 2001; Perez, Huang et al. 2002; Zhang, Hoon et al. 2003) Nahezu identisch läuft die Signalübertragung bei den T1R1/T1R3 und T1R2/T1R3 exprimierenden Geschmackszellen ab. Die Depolarisation des Rezeptormembranpotentials wird auch in sauer und salzig detektierenden Zellen postuliert. Noch immer ist nicht sicher geklärt wie die Depolarisation der Geschmackszellen zur Entstehung eines Aktionspotentials an der afferenten Geschmacksnervenfasern führt, zumal die Rezeptorzellen typischerweise nicht die Zellen innerhalb der Geschmacksknospe sind, die über eine afferente neuronale Anbindung verfügen. Ausgegangen wird von einer Freisetzung von Neurotransmittern durch die von den Geschmacksstoffen angesteuerten Geschmackszellen selbst oder durch andere Zellen innerhalb der Geschmacksknospe die durch ausgesandte Botenstoffe, z.B. ATP und Serotonin, aus den Geschmackszellen dazu angeregt werden. Es konnte nachgewiesen werden, dass für den modulierenden Einfluss der Geschmackszellen auf andere Geschmacksknospenzellen auch interzelluläre Kontakte im Sinne von gap junctions eine wesentliche Rolle spielen.

(Onoda und Ikeda 1999; Zhang, Hoon et al. 2003)

1.2.4 PSYCHOPHYSIK DES GESCHMACKS

Die Psychophysik beschreibt die Beziehung zwischen physikalischen Reizen und deren Wahrnehmung, d.h. die Abhängigkeit der empfundenen Geschmacksintensität von der physikalischen Reizstärke.

1.2.4.1 Intensitätsbewertung des Geschmacks

Für verschiedene Sinneswahrnehmungen konnte eine individuell unterschiedliche und über eine breite Reizintensität konstante Funktion zur Wahrnehmung von Intensitätsunterschieden ermittelt werden. Dabei wurde festgestellt, dass individuell unterschiedliche unabhängig von der Startreizstärke jeweils konstante Reizzu- oder Abnahme zur Detektion eines Intensitätsunterschiedes führt. Ausnahmen in der Weber Fraktion betreffen die sehr hohen oder niedrigen Reizintensitäten. So kann es z.B. möglich sein, dass ein Individuum die Zu- oder Abnahme von 10% der Reizintensität als minimale Zu- oder Abnahme des Geschmacks wahrnimmt. (Holway und Hurvich 1938; Breslin, Beauchamp et al. 1996) Die Zunahme der Intensität eines Geschmacks in Abhängigkeit von der Reizkonzentration ist eine Exponentialfunktion, wobei der Exponent durch Vorgänge an der Geschmacksrezeptorzelle, z.B. die Molekülbindungskinetik am speziellen Geschmacksrezeptor, bestimmt wird. Sie ist somit nicht abhängig von der Art des Geschmacks. (Stevens 1969)

1.2.4.2 Adaptation

Adaptation bezeichnet die Abnahme der Wahrnehmungssensitivität auf einen dauerhaft überschwellig dargebotenen Reiz. So wird z.B. der Speichel als geschmacklos empfunden, obwohl er per se viele schmeckbare Bestandteile beinhaltet, da er kontinuierlich dargeboten wird. Nach vollständiger Adaptation an einen Geschmacksreiz ist es nötig eine höhere Konzentration des Geschmacksstoffes anzubieten, um einen Schmeckeindruck zu erzeugen. Interessanterweise lösen dann dargebotene Geschmacksreize unterhalb der Adaptationskonzentration auch Schmeckempfindungen aus, allerdings von unterschiedlicher Qualität im Vergleich zum primär dargebotenen Adaptationsgeschmack. Je höher der Grad der Adaptation an einen Geschmacksreiz ist, desto größer wird der Exponent in der Geschmacksintensitätsfunktion und damit die Steilheit der Funktion. (McBurney 1976) Adaptation hat sowohl periphere als auch zentrale Komponenten. Dies konnte bestätigt

werden, da die Adaptation eines kleinen Bereiches der Zunge auf einen Schmeckreiz auch zur Sensitivitätsabnahme der Zunge auf den selben Schmeckstoff auf der anderen Zungenhälfte führte. (Kroeze und Bartoshuk 1985)

1.2.4.3 Kreuzadaptation

Die Kreuzadaptation bezeichnet die Abnahme der Wahrnehmungsintensität auf einen Geschmacksstoff nach Adaptation auf einen anderen. Normalerweise ist die Kreuzadaptation nicht so ausgeprägt wie die Adaptation. Aufgrund der komplexen Aktivierungsmuster der meisten Geschmacksstoffe, kommt es oft nur zur Kreuzadaptation für Teilqualitäten des Stoffes. (Smith und McBurney 1969; Smith und van der Klaauw 1995) Sehr unterschiedliche Geschmacksqualitäten wie z.B. bitter und süß werden nur in geringem Masse kreuzadaptiert. Umgekehrt gibt es aber auch Stoffe, die einen sehr ähnlichen Geschmack bewirken aber untereinander keine Kreuzadaptation bewirken. Als ursächlich dafür konnten unterschiedliche Signalübertragungsmechanismen herausgefunden werden. (McBurney und Bartoshuk 1973) Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass sollte eine vollständige Kreuzadaptation erfolgen, die getesteten Schmeckstoffe die identischen Signalübertragungswege beanspruchen.

1.2.4.4 Interaktionen in Geschmacksstoffmischungen

Prinzipiell sind alle möglichen Interaktionen zwischen Geschmacksstoffen in einer Mischung möglich. Die Konzentrations-Intensitätsbeziehung eines einzelnen Geschmackes stellt sich im allgemeinen als sigmoide Kurve da. Demzufolge gibt es einen konkaven Anstieg der Geschmacksintensität im niedrigen Konzentrationsbereich, eine lineare Funktion im mittleren Konzentrationsbereich und eine konvexen langsamen Intensitätsanstieg im hohen Konzentrationsbereich. Geschmacksstoffe können die Wahrnehmung anderer Stoffe im Sinne der Links- oder Rechtsverschiebung sowie Abflachung oder Versteilerung des Kurvenverlaufes bewirken. Verstärkung bezeichnet dabei die Linksverschiebung der sigmoiden Kurve also den sigmoiden Intensitätsverlauf bei insgesamt niedrigerer Konzentration des verstärkten Stoffes im Gemisch im Gegensatz zur alleinigen Darbietung. Verstärkung findet sich vornehmlich bei Stoffen, welche die gleiche Geschmacksqualität auslösen. Synergie bezeichnet sowohl die Linksverschiebung als auch die Versteilerung der Konzentrations-Intensitätskurve. Es kommt zur Verstärkung der Wahrnehmung des

synergistisch beeinflussten Geschmacksstoffes bei Anwesenheit des zweiten Geschmacksstoffes in jedweder Konzentration. Dieser Effekt ist sehr selten und kann z.B. bei den zwei Süßstoffen Aspartam und Acesulfam beobachtet werden. Das Gegenstück zur Verstärkung ist die Unterdrückung also die Rechtsverschiebung der Konzentrations-Intensitätskurve. Dieser Effekt ist sehr häufig in Mischungen unterschiedlicher Geschmacksqualitätskomponenten. Die Maskierung stellt das Gegenteil zur Synergie dar und bezeichnet die Rechtsverschiebung und Abflachung der Konzentrations-Intensitätsfunktion. Die Effekte Maskierung und Synergie werden durch periphere pharmakologische Wirkungen an den Geschmackszellen hervorgerufen, die häufigeren Effekte der Verstärkung und Unterdrückung sind auf kognitive Leistungen zurückzuführen. (Kamen, Pilgrim et al. 1961; Bartoshuk 1975; Breslin und Beauchamp 1995)

1.2.4.5 Schmeckstörungen

Von den chemosensorischen Wahrnehmungen Geschmack und Geruch scheint der Geschmack insgesamt deutlich weniger von Störungen betroffen zu sein als der Geruch. Deems et. al fanden bei 750 Patienten, die sich im Schmeck- und Riechcenter der University of Pennsylvania, PA, USA, vorstellten nur bei 4% der Patienten eine Schmeckstörung. Schmeckstörungen betreffen meistens den Verlust von einzelnen Geschmacksqualitäten, wohingegen Phantomgeschmäcker (Phantogeusie) seltener auftreten. Die zwei Hauptsäulen der Schmeckstörungen sind die medikamenten- und giftassoziierten sowie die krankheitsbedingten Dysgeusien. Bei den Erkrankungen handelt es sich um eine breite Palette von Infektions- und Nervenerkrankungen sowie Ernährungsstörungen und endokrinen Leiden. Diese großen Gruppen von Erkrankungen vermögen den Geschmack auf allen Stufen der Perzeption zu beeinflussen. Auch das Altern ist mit einer verminderten Sensibilität auf Schmeckreize verbunden, wobei Schmecken im Vergleich zum Riechen als relativ robuste Wahrnehmung gilt. Insbesondere die Wahrnehmung von bitter und salzig sind im Alter eingeschränkt. Dabei ist allerdings nicht die Wahrnehmung aller Bitterstoffe gleichermaßen betroffen. So bleibt die Wahrnehmung von Harnstoff relativ gut erhalten, wohingegen die Sensitivität auf Chinin deutlich abnimmt. Trotzdem sind ältere Menschen in der Lage Freude am Essen und Schmecken zu verspüren. (Coward 1981; Goodspeed, Gent et al. 1987; Bartoshuk 1989; Murphy und Gilmore 1989; Deems,

Doty et al. 1991; Stevens, Cain et al. 1991; Cowart, Yokomukai et al. 1994; Ackerman und Kasbekar 1997; Cowart, Young et al. 1997)

1.3 ZENTRALE VERARBEITUNG DES SCHMECKSINNES

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die zentrale Verarbeitung des Schmecksinnes im menschlichen Gehirn gegeben werden. Dabei stützen sich unsere Informationen auf das Tiermodell der Primaten. Aussagen über die Repräsentation von Schmeckintensität, Qualität und Verarbeitung werden dargestellt.

1.3.1 DIE MENSCHLICHE SCHMECKBAHN

Die Schmeckinformation wird über die Hirnnerven VII, IX und X ipsilateral zum NTS (Nucleus tractus solitarii) weitergeleitet. Vom NTS steigen Sekundärfasern in Richtung Pons auf und schließen sich dem Tractus tectalis centralis an. Die derzeitige Datenlage deutet darauf hin, dass es keine Verschaltung in der Pons gibt. (Topolovec, Gati et al. 2004) Die nächste Synapse befindet sich im Geschmackskern des Thalamus, dem ventroposterioren Anteil des Nucleus medialis. (Beckstead, Morse et al. 1980; Pritchard, Hamilton et al. 2000) Von dort aus verläuft die Schmeckbahn weiter in die anteriore Insel und das frontale Operkulum, den primären gustatorischen Kortex. Weitere Projektionen konnten im Gyrus praecentralis nachgewiesen werden. Der primäre gustatorische Kortex unterscheidet sich auch zytoarchitektonisch vom übrigen Kortex. Die Zellschichten II und IV sind dort deutlich dicker und enthalten fein granuliert Zellen. (Sanides 1968; Ogawa, Ito et al. 1985) Zur Zeit wird kontrovers diskutiert, ob der orbitofrontale Kortex der sekundäre gustatorische Kortex ist oder es sich eher um die Regionen medial oder anterior davon handelt. (Frey und Petrides 1999; Small, Zald et al. 1999) Auf kortikalem Niveau wird die Schmeckinformation bilateral repräsentiert, weswegen davon ausgegangen wird, dass in der Schmeckbahn kontralaterale Projektionen vorhanden sind. Es ist weiterhin noch unklar, wo die Verschaltung auf kontralaterale Bahnen stattfindet. Ebenso kontrovers wird die Frage diskutiert, welche Hemisphäre die dominante Seite darstellt. (Small, Jones-Gotman et al. 1997; O'Doherty, Rolls et al. 2001; Del Parigi, Chen et al. 2002)

1.3.2 GESCHMACKSPHYSIOLOGIE

Die Schmeckschwelle bezeichnet die minimale Konzentration einer Schmeckschubstanz in Lösung die nötig ist, um vom Probanden mit überzufälliger Wahrscheinlichkeit erkannt zu werden. In Tierexperimenten konnte bei Läsionen innerhalb der Schmeckbahn und auch beim Menschen nach neurochirurgischer Resektion von Teilen des Inselkortex eine erhöhte Schmeckschwelle gefunden werden. (Small, Jones-Gotman et al. 1997) Für die Wahrnehmung überschwelliger Schmeckreize gilt, dass die Antwort auf allen Stufen der Schmeckbahn mit zunehmender Reizstärke zunimmt. (Rolls, Yaxley et al. 1990; Small, Gregory et al. 2003) In Studien an Patienten mit Läsionen der Inselregion konnte herausgefunden werden, dass es subjektiv zu einer ipsilateralen Geschmacksminderung kommt. Dieser Effekt beruht auf einer kontralateralen Steigerung des Schmeckempfindens. Eine möglicher Erklärung hierfür wäre eine verminderte Hemmung des Schmeckempfindens der kontralateralen Seite. (Pritchard, Macaluso et al. 1999) Diese Beziehung konnte auch anhand der selektiven Blockade der Chorda tympani und Stimulation der Geschmacksareale des N. glossopharyngeus nachgewiesen werden. (Kveton und Bartoshuk 1994)

1.3.2.1 Kodierung der Geschmacksqualität

Zwei Theorien versuchen die Kodierung der Geschmacksqualität zu erklären. Die so genannte „labeled line“-Theorie geht davon aus, dass es für die 5 Geschmacksqualitäten einen jeweils spezifischen neuronalen Weg der Kodierung gibt. Die „across –fiber pattern“- Theorie propagiert, dass alle Neurone zu gleichen Anteilen an der Geschmackskodierung beteiligt sind, es aber für die verschiedenen Geschmacksqualitäten spezifische Aktivierungsmuster gibt. In jüngster Zeit hat sich die „across- fiber pattern“-Theorie durchgesetzt. (Smith und St John 1999; Smith, John et al. 2000) Studien an den verschiedenen Stationen der Schmeckbahn haben beim Affen unterschiedliche Spezifitäten hinsichtlich der Geschmacksqualität gezeigt. Dafür wurde ein Spezifitätskoeffizient zwischen 0,0 und 1,0 definiert, wobei 0,0 die absolute Spezifität und 1,0 die Reaktion auf alle Geschmacksqualitäten repräsentiert. Dabei stellten die peripheren Geschmacksnerven mit 0,54 und der OFC mit 0,39 die spezifischeren und die Neurone des NTS den unspezifischsten Anteil mit 0,87. (Scott, Yaxley et al. 1986; Pritchard, Hamilton et al. 1989; Rolls, Yaxley et al. 1990) Psychophysische Messungen an Menschen und elektrophysiologische Messungen

beim Affen weisen eine hohe Korrelation auf, so dass davon ausgegangen werden kann, dass beim Menschen ähnliche Spezifitäten an den verschiedenen Stationen der Schmeckbahn zu finden sind. (Kuznicki und Ashbaugh 1979) Obwohl anzunehmen ist, dass die Geschmacksqualitäten in der Insel und im Operculum errechnet werden, sind Motivation, Angenehmheit des Geschmacks und der Nahrungsaufnahme ebenso von wichtiger Bedeutung. (Small, Jones-Gotman et al. 1997) Eine weitere Annahme ist, dass die geschmacksvermittelnden Zellen einer Qualität auch räumlich in den verschiedenen Stationen der Schmeckbahn benachbart sind. Bestätigende Studien stehen allerdings noch aus. (Small, Zatorre et al. 2001)

1.3.2.2 Geschmacksbewertung

Die Geschmacksbewertung wird durch eine Reihe von Einflussfaktoren bestimmt. Einige dieser Qualitäten, z.B. Geschmacksqualität, Intensität und physiologische Bedeutung, sind dem Schmeckreiz eigen. Andere wiederum hängen vom schmeckenden Individuum selbst ab. Hierzu gehören der augenblickliche Zustand, die Erfahrung und Vorlieben des Schmeckenden. Steiner beobachtete an Neugeborenen angeborene Verhaltensmuster auf bestimmte Geschmacksqualitäten und Intensitäten. So lösen z.B. süße und leicht salzige Schmeckproben Schmatzbewegungen, Lächeln und Zuwendung zum Schmeckreiz aus. Hingegen bewirken bitter, sauer oder stark salzige Proben ein Abwenden vom Reiz, Grimassen und Wegdrücken der Reizquelle mit den Händen. (Steiner, Glaser et al. 2001) Viele Untersuchungen haben den Einfluss von kulturell typischer Ernährung, Verfügbarkeit der Nahrung, Erziehung und Nahrungsmangelsituationen auf die Bewertung des Geschmacks belegt. (Rolls, Rolls et al. 1983; Hill, Mistretta et al. 1986; Hill und Przekop 1988; McCaughey und Scott 2000; McCaughey und Tordoff 2001) Zu den verschiedenen Vorlieben für unterschiedliche Geschmacksqualitäten scheinen auch genetische Unterschiede beizutragen. Geschmacksvorlieben können auch ein Prädiktor für Erkrankungen wie z.B. die Vorliebe für starke Zuckerlösungen bei Alkoholikern sein. (Kampov-Polevoy, Tsoi et al. 2001) Eine Schlüsselrolle bei der Integration von Schmeckinformationen wie der Intensität mit intrinsischen Faktoren und der Bekanntheit des Reizes spielt die Amygdala, wobei unangenehmem Geschmack eine höhere Intensität zugewiesen wird. (Small, Gregory et al. 2003) Der OFC wird bei gustatorischen Reizen in Abhängigkeit von ihrer Angenehmheit, dem Sättigungszustand und unabhängig von der Intensität aktiviert. Dabei scheint der OFC der rechten Hemisphäre vermehrt auf angenehme

Reize zu reagieren. (Zald, Lee et al. 1998; O'Doherty, Rolls et al. 2001; Zald, Hagen et al. 2002) Weitere Regionen auch außerhalb der Schmeckbahn, wie z.B. der Gyrus cinguli und das Striatum, werden regelmäßig durch Schmeckreize aktiviert. Der Geschmack ist im Gegensatz zu anderen Sinnen von der Integration vieler verschiedener Sinnesreize wie der Textur des Stoffes, dem Sehen und dem ortho- und retronasalem Riechen abhängig. Dies liegt an der überlappenden Präsentation all dieser Wahrnehmungen im paralimbischen Kortex. (Zatorre, Jones-Gotman et al. 1992; Savic, Gulyas et al. 2000; Poellinger, Thomas et al. 2001; Gottfried, Deichmann et al. 2002) Dabei konnte nachgewiesen werden, dass komplexe Stimuli bestehend aus mehreren Reizen, also z.B. eine Lösung mit Geschmack und Geruch, einen überadditiven Effekt bewirken. (Small, Voss et al. 2004) Dies beruht auf der Präsentation kongruenter Reize wie z.B. dem Geschmack süß mit dem Geruch von Erdbeeren und der gezielten Aufmerksamkeit auf das Ereignis. (Frank, van der Klaauw et al. 1993; Djordjevic, Zatorre et al. 2004; Prescott, Johnstone et al. 2004) Zusammenfassend kann zum jetzigen Zeitpunkt gesagt werden, dass wichtige erste Schritte im Verstehen der kortikalen Repräsentation von Geschmack und Aroma gemacht, viele grundsätzliche Fragen aber noch unbeantwortet sind.

1.4 PSYCHOPHYSISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN DES SCHMECKSINNES

Psychophysische Testmethoden messen die Beziehung zwischen physikalischen Reizen und deren Wahrnehmung, d.h. die Abhängigkeit der empfundenen Intensität von der Reizstärke. Diese subjektive Empfindung wird durch die Reaktion auf bestimmte standardisierte Fragestellungen gemessen. Psychophysische Testmethoden setzen also die Mitarbeit des Probanden voraus und sind durch ihn manipulierbar. In gutachterlichen Fragestellungen und bei Verdacht auf Aggravation empfiehlt sich die Kontrolle der Messergebnisse mit objektivierenden Verfahren. Bei guter Kooperation kann allerdings eine sehr gut reproduzierbare Messung der individuellen Sinnesempfindlichkeit erfolgen.

Anforderungen an einen geeigneten, modernen psychophysischen Test sind neben hoher Validität und Reproduzierbarkeit, die einfache und schnelle Durchführbarkeit, lange Haltbarkeit des Testsystems, Kosteneffizienz und fragestellungsspezifische Einsetzbarkeit. (Ahne, Erras et al. 2000) Dabei kann prinzipiell zwischen zwei

verschiedenen Verfahren unterschieden werden, nämlich zum Einen der Bestimmung des regionalen Schmeckvermögens auf der Zunge (Nn.VII, IX) und zum Anderen der Bestimmung des Gesamtmundschmeckvermögens, wobei alle Schmecknerven zugleich getestet werden. (Nn.VII, IX und X) Beispielhaft für die regionale Messung auf der Zunge seien die Drei-Tropfen-Methode nach Henkin et. al., die Filterpapier- und Waffelscheibentests nach Hummel et al. sowie die Taste Strips nach Müller et al. genannt. (Henkin, Gill et al. 1963; Hummel, Erras et al. 1997) Mit den Schmecktabletten sei ein Gesamtmundtest erwähnt. (Ahne, Erras et al. 2000)

Im Weiteren soll kurz auf die Vor- und Nachteile der Testverfahren eingegangen werden. Der Test mit essbaren Waffelscheiben mit einer Grundfläche von ca. 6,6 cm² und überschwelliger Reizstärke für die 4 Geschmacksrichtungen süß, sauer, salzig und bitter ermöglicht die orientierende überschwellige Geschmacksprüfung sowohl grob regional als auch nach Zerkauen der Waffelscheibe im gesamten Mund. Dabei wird die Waffelscheibe für 4-5s auf die ausgestreckte Zunge bei offenem Mund gelegt, um regional das Schmeckempfinden zu testen. Nach Festlegung des Probanden auf eine Geschmacksqualität im Forced-Choice-Verfahren kann die Waffelscheibe zerkaut und gelutscht werden, um den Schmeckeindruck im gesamten Mund zu bewerten. Vorteile der Methode sind die einfache und schnelle Anwendbarkeit, lange Testhaltbarkeit von 2-3 Jahren und kostengünstige Herstellung. Die Nachteile des Tests liegen in der unzulänglichen regionalen Genauigkeit auf Grund der großen Grundfläche und dem lediglich überschwelligen Testansatz.

Die am längsten etablierte aber erst 2006 von Gudziol et al. an einem großen Probandenkollektiv validierte Methode eines Schmecktests ist die Drei-Tropfen-Methode nach Henkin et al. Dabei werden frisch hergestellte, verschieden konzentrierte Schmecklösungen der vier Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig und bitter durch Applikation eines Tropfens Schmecklösung und zweier Tropfen Lösungsmedium (destilliertes Wasser) auf die Mittellinie des vorderen Zungendrittels aufgebracht. Der Proband muss sich im Multiple-Forced-Choice-Verfahren für eine der vier Geschmacksqualitäten entscheiden. Im pseudorandomisierten Test mit Beginn mit der kleinsten Konzentration des Schmeckstoffes kann der Schwellenwert für die Geschmacksqualitäten bestimmt und mit Normwerten verglichen werden. (Gudziol und Hummel 2007) Vorteil dieses Tests sind die vorliegenden Normwerte und die Bestimmung von Schwellenwerten. Als nachteilig erscheinen die aufwendige und

regelmäßig neu durchzuführende Präparation der Schmecklösungen, die Notwendigkeit speziell geschulten Personals, eingeschränkte regionale Aussagekraft des Tests und Schwankungsbreite der auf der Zunge ankommenden Mischkonzentration der Schmecklösung bei interindividuell unterschiedlichem Lösungs- und Verteilungsverhalten.

Der Filterpapierscheibentest bedient sich frisch mit Schmecklösungen benetzter Filterpapierscheiben. Vorteilhaft im Vergleich zum Drei-Tropfen-Test sind die höhere regionale Genauigkeit und verminderte Abdiffusion der Schmecklösung durch die Anbindung an das Filterpapiermedium. Allerdings müssen die Schmecklösungen auch frisch hergestellt und die Filterpapierscheiben benetzt werden. (Hummel, Erras et al. 1997)

In Weiterentwicklung der Filterpapierscheiben wurde schließlich der Schmecktest der Taste Strips – Schmeckstreifen entwickelt. Bei diesem Testverfahren werden 8 cm lange, mit einer 2 cm² großen mit eingetrockneter Schmecklösung versehenen Fläche endenden Filterpapierstreifen regional pseudorandomisiert für ca. 3-4 s auf die Zunge aufgelegt und der Patient im Forced-Multiple-Choice-Verfahren zu seinem Schmeckeindruck befragt. Dieser Test wurde an einem großen Probandenkollektiv validiert und korreliert gut mit den Ergebnissen der Drei-Tropfen-Methode. Vorteile dieses Tests sind die einfache Anwendung, vorhandenen Normwerte, lange Haltbarkeit, kurze Testdauer (ca. 10 min), genaue regionale Prüfung und Kosteneffizienz der Methode. Durch diesen Test sind die Messung der Schwelle und Identifikation der Schmecksubstanzen möglich. Möglicherweise als Nachteil könnten sich die gelegentlich inhomogene Verteilung der Schmecksubstanzen auf der Schmeckfläche und Kürze der Streifen für die Austestung der hinteren Zungenabschnitte herausstellen. Aufgrund der unbestrittenen Vorteile scheint sich der Test breit zu etablieren. (Mueller, Kallert et al. 2003)

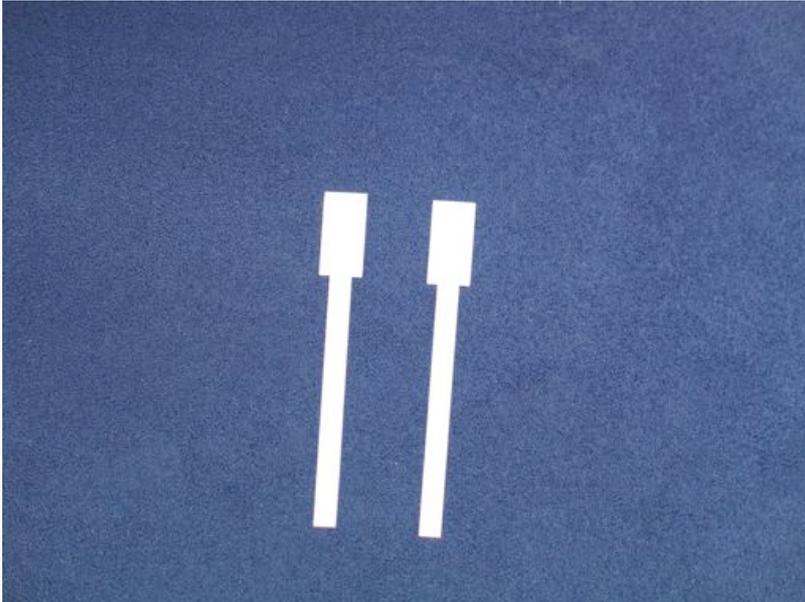


Abbildung 1: Taste Strips
8cm lang, Schmeckfläche 2x1cm

Als überschwelliger, quantitativer Gesamtmundscreeningtest kann der Test mit den Taste Tablets angesehen werden. Hierbei werden dem Probanden verschieden konzentrierte Schmecksubstanzen randomisiert in Form von süßstofftablettenähnlichen Tabletten mit einem Durchmesser von 4 mm in den Mund gegeben. Der Proband kann dann auf den Tabletten lutschen und im Multiple-Forced-Choice-Verfahren den Geschmack angeben. Dieser Test wurde validiert und Normwerte aufgestellt. Somit ist eine schnelle Gesamtmundschmeckschwelle mit einem langlebigen, einfach anzuwendenden und verlässlichen, preiswerten Testverfahren möglich. (Ahne, Erras et al. 2000)

In den 50er Jahren wurde die Elektrogustometrie in den klinischen Gebrauch eingeführt und wird seitdem zur Schmeckprüfung verwendet. Bei dieser Methode werden schwache Anodenströme auf die Zunge appliziert. Es wird postuliert, dass z.B. der Geschmack sauer durch Wasserstoff-Ionen ausgelöst wird und somit elektrisch auslösbar ist. Kritische Studien belegen eine gute Test-Retest-Reliabilität zweifeln aber die Wertigkeit als Schmecktest an, da von den Probanden oft eine vibrierende, kribbelnde Sensation anstatt eines Geschmacks beschrieben wird. Der Vorteil der Methodik besteht in der schnellen Anwendbarkeit und guten Test-Retest-Reliabilität. Allerdings können nicht alle Geschmacksqualitäten gemessen werden. Die Methode korreliert nur schlecht mit den durch chemische Reize hervorgerufenen Schmecktests

und es ist noch nicht sicher, ob wirklich der Geschmack gemessen wird. (Murphy, Quinonez et al. 1995; Stillman, Morton et al. 2000)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass besonders in jüngerer Zeit einfach anzuwendende Tests für die Schmeckschwelle, regionale Testung und für die Identifikation von Geschmacksqualitäten entwickelt und verfügbar gemacht worden sind. Somit ist dem Untersucher ein verlässliches klinisches Messinstrument für die Evaluation des Schmeckempfindens an die Hand gegeben.

1.4.1 IDENTIFIKATION

Die Identifikation einer Schmecksubstanz bezeichnet die Auswahl derjenigen aus einer vorgegebenen Anzahl möglicher Antworten. Hierbei hat sich das Multiple-Forced-Choice Verfahren als geeignet herausgestellt. Die Testperson muss sich in einem vorgegebenen Zeitintervall für eine Antwort entscheiden, Enthaltungen oder die Angabe „nicht geschmeckt“ sind nicht zulässig. Je nach Testprotokoll ist eine unterschiedliche Anzahl von Messungen vorgesehen. Beispielfhaft sei hier das Verfahren mit den Taste Strips angeführt, wobei für die vorderen zwei Drittel und das hintere Drittel der Zunge jeweils 32 Schmeckstreifen getestet werden.

Vorteilhaft sind bei dieser Methode die leichte Verständlichkeit der Aufgabenstellung, unkomplizierte Auswertbarkeit sowie die im Allgemeinen kulturell und Altersstufen unabhängige Bekanntheit der Geschmacksqualitäten. (Mattes 1988; Mueller, Kallert et al. 2003)

1.4.2 SCHWELLE

Die Wahrnehmungsschwelle eines Schmeckstoffes bezeichnet die erforderliche Reizstärke die nötig ist, um einen gustatorischen Reiz gerade zu benennen.

Bei der Testung von schwelennahen Reizen existiert das Phänomen, dass die Detektion gleichartiger schwelennaher Reize nur teilweise gelingt. Daher können Inkonsistenzen im Antwortverhalten der Versuchspersonen auftreten, so dass die Empfindungsschwelle einer Person definiert werden muss. Im Folgenden soll kurz erklärt werden, wie die heute gültige Theorie der Signalentdeckung dieses Phänomen erklärt. (Goldstein 2002) Sie löst die klassische Schwellentheorie nach Fechner ab. Die Signalentdeckungstheorie nach Goldstein geht davon aus, dass die

Wahrnehmungsschwelle kein starrer Absolutwert ist. Vielmehr postuliert sie, dass die Wahrscheinlichkeit der Erkennung eines Reizes individuell um eine Reizintensität schwankt und mit steigender Reizstärke die Wahrscheinlichkeit im Sinne einer sigmoiden Funktion zunimmt und sich schließlich der einhundert Prozent Trefferwahrscheinlichkeit nähert. Die Empfindungsschwelle einer Person wird als die Reizstärke definiert, bei der die Erkennungsrate des Reizes fünfzig Prozent beträgt.

Von der Wahrnehmungsschwelle unterscheidet man außerdem die Erkennungsschwelle, welche vorrangig in Schmecktests abgeprüft wird. Dieser Begriff beschreibt die Reizintensität welche mindestens erforderlich ist, um eine Geschmacksqualität gerade zu erkennen. Diese ist deutlich höher als die Wahrnehmungsschwelle für einen generellen Schmeckreiz

1.4.3 DISKRIMINATION

Das Diskriminationsvermögen bezeichnet die Fähigkeit zur Abgrenzung unterschiedlicher Geschmacksqualitäten. Die Unterscheidungsfähigkeit hat in die zur Zeit angewandten Tests noch keinen Einzug gehalten und wird lediglich in gezielten Anamnesen abgefragt. Die Weiterentwicklung der Testverfahren hinsichtlich dieser Teilfähigkeit erscheint bei insgesamt positiven Erfahrungen aus der Riechdiagnostik sinnvoll. Ein Grund für die noch fehlenden Verfahren mag die relative Unterbewertung des Schmeckens gegenüber z.B. dem Riechen sein.

1.5 ELEKTROPHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DES GESCHMACKSSINNES

Die Ableitung von so genannten evozierten Potenzialen (Trepel) mithilfe des Elektroenzephalogramms (EEG) spielt schon seit vielen Jahren eine Rolle in der Erforschung zentralnervöser Informationsverarbeitungsprozesse und in der Diagnostik zentralnervöser Abläufe. In der Riechforschung ist dieses Verfahren bereits gut etabliert. Ziel ist es ein objektives Testverfahren an der Hand zu haben, um bei ungenügender oder unmöglicher Mitarbeit des Patienten bei psychophysischen Verfahren dennoch Aussagen über den Geschmackssinn treffen zu können. Mittels der Elektroenzephalographie werden neuronale Reaktionen im Sinne von elektrischen Potenzialen auf gustatorische Reize an standardisierten Elektrodenpositionen abgeleitet.

1.5.1 THEORETISCHER UND TECHNISCHER HINTERGRUND

Das aus ca. 10^{12} Neuronen bestehenden Gehirn erzeugt eine niederfrequente nicht periodische Spannung, die an der Haut des Kopfes als Elektroenzephalogramm (EEG) ableitbar ist. Dieses Ruhe-EEG ist Folge der postsynaptischen exzitatorischen und inhibitorischen Potenziale von Neuronen. (Trepel 1999) Frequenz und Amplitude stellen die wichtigste Information des EEG dar. Die Amplituden der Spannungen im Spontan-EEG liegen normalerweise in einem Bereich von 10 bis $150\mu\text{V}$. Der Wachheitsgrad des Patienten bestimmt die Frequenz der Spannungsänderung zwischen 1 und 40 Hz. Mittels des EEG ist es möglich so genannte ereigniskorrelierte Potenziale abzuleiten. Unter diesen versteht man die ortsspezifische Spannungsänderung auf Grund spezifischer Reize. Die ereigniskorrelierten Potenziale ermöglichen so die Darstellung der Art und Höhe der Spannungsänderung sowie des zeitlichen Zusammenhangs zum Reiz. Eine häufige Anwendung ist z.B. die Messung visuell, auditorisch und somatosensorisch evozierter Potenziale mit Hilfe von Lichtblitzen, akustischen „Clicks“ und elektrischen Hautreizen. Voraussetzung zur Registrierung dieser auch s.g. evozierten Potenziale ist die Aktivierung hinreichend großer Neuronenverbände, so dass die Potenzialänderung aus dem Grundrauschen zu extrahieren ist. Für die genauere Einteilung und Analyse der erzeugten Spannungsänderungen existiert keine einheitliche Nomenklatur. Jedoch hat es sich durchgesetzt die Spezifika des evozierten Potenzials nach Polarität, Latenz und Ort der Ableitung einzuteilen. So ist es üblich positive Potenzialänderungen mit P, negative mit N und die Zeit der Latenz zum Ereignis mit einer Zahl zu bezeichnen. Beispielhaft bedeutet die Bezeichnung N400 eine negative Potenzialänderung 400ms nach dem Reiz. Für den Ort der Ableitung werden die Buchstaben Z für zentral, F für frontal, P für parietal, T für temporal und O für occipital verwendet. Die Abbildung 2 gibt einen Überblick über die gängigen Elektrodenpositionen.

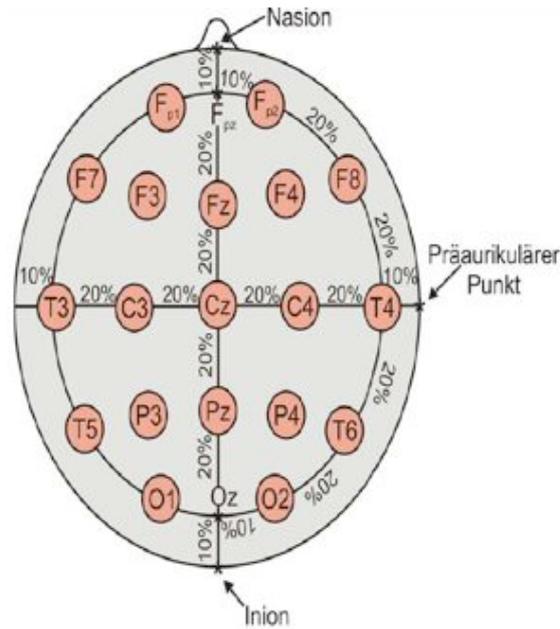


Abbildung 2: Standard-Elektrodenpositionen nach dem internationalen 10/20-System
aus: Bertram Opitz, Physiologische Grundlagen des EEG.

1.5.2 GUSTATORISCH EVOZIERTE POTENZIALE

Die Ableitung gustatorisch evozierter Potenziale (GEP) wurde erstmals 1971 von Funakoshi und Kawamura beschrieben. Diese Potenziale konnten von Schaupp 1971 und Bujas 1980 nicht nachvollzogen werden. Die Problematik in der Messung gustatorisch evozierter Potenziale liegt in der Innervation der Zunge für mannigfaltige Reize und deren Filterung. So müssen annehmbare Potenziale für taktile Reize, Temperatur und Bewegung ausgeschlossen werden, um die reine Antwort auf den gustatorischen Reiz zu ermitteln. Kobal entwickelte erstmals 1985 eine Messanordnung die für die wissenschaftliche Auswertung von GEP brauchbar erscheint. Um die Störreize zu umgehen, wurde ein geschmackloser Gummischlauch mit einem konstanten Flow wohltemperierter und angefeuchteter Luft in den Mund eingebracht und gasförmige Geschmacksstoffe wie z.B. Chloroform und Ammoniumchlorid auf die Zunge appliziert. Die Probanden mussten, um eine Geruchswahrnehmung auszuschließen, eine spezielle Atemtechnik trainieren. Des weiteren wurden der Hautwiderstand sowie Augenbewegungen registriert und die Teilnehmer akustisch abgeschirmt. Mit dieser Anordnung gelangen die Nachweise GEP in Abhängigkeit von der Reizstärke sowie deren Abwesenheit bei einem Patienten nach lokaler Bestrahlung. Eine regionale Messung war so nicht möglich. (Funakoshi und Kawamura

1971; Schaupp 1971; Kobal 1985) Mit einer weiterentwickelten Apparatur, welche die laserkontrollierte und mit Magnetventil gesteuerte Applikation von Schmecklösungen sowie geschmacklosem Kontrollspeichel ermöglichte, war es Min und Sakamoto 1997 möglich, bereinigte Peakzeiten zu gewinnen. So konnte ermittelt werden, dass GEP auf die vier Basisqualitäten nach ca. 150-200ms ausgelöst werden und das somatosensible Potenzial auf den Zungenkontakt mit dem Kontrollspeichel nach ca. 50ms auftritt. Die beste Ableitbarkeit GEP liegt über der Elektrodenposition Cz also zentral. Die genaue regionale Messung auf der Zunge auch im Bereich des N. IX und Normwerte liegen allerdings noch nicht vor.

Zusammenfassend kann man davon ausgehen, dass sich in nächster Zeit die Methode der GEP für spezielle, insbesondere medicolegale Fragestellungen etablieren wird.

(Min und Sakamoto 1998) Aufgrund des hohen technischen und zeitlichen Aufwandes sind die elektrophysiologischen Messverfahren jedoch nicht für Routinefragestellungen anwendbar und sollten immer im Vergleich mit psychophysischen Messungen ausgewertet werden.

1.6 ANATOMISCHE GRUNDLAGEN UND TECHNIK DER TONSILLEKTOMIE

Zum besseren Verständnis der Zusammenhänge von Tonsillektomie und Geschmack scheint ein Exkurs in die Anatomie der Tonsillenloge sowie des Verlaufs der Hirnnerven VII und IX von Vorteil. Die Technik der Tonsillektomie soll dem Leser die Möglichkeiten der Gefährdung geschmacksvermittelnder nervaler Strukturen näher bringen und damit die Problematik, warum Schmeckstörungen nach Tonsillektomie auftreten können, erhöhen.

1.7 PERIPHERER VERLAUF DER HIRNNERVEN VII UND IX UND DEREN FUNKTION

In unserer Studie wurde das Schmeckvermögen der gesamten Zunge sowohl der vorderen zwei als auch des hinteren Drittels ermittelt. Somit sind die Hirnnerven VII und IX an der Geschmacksweiterleitung beteiligt und sollen in ihrem peripheren Lauf kurz beschrieben werden.

N. glossopharyngeus (N. IX)

Der N. IX tritt zwischen den Hirnnerven vestibulocochlearis und vagus unterhalb der Pons aus dem Hirnstamm aus. Nach einem abwärts gerichteten Verlauf verlässt er die Schädelhöhle durch das Foramen jugulare zusammen mit den Hirnnerven X und XI. Vor dem Schädelaustritt bildet er das sensible Ganglion superius, danach das sensible und parasympathische Ganglion inferius. Im weiteren Verlauf zieht er in einem Bogen zwischen den Muskeln stylopharyngeus und styloglossus zur Zungenwurzel, wo er sich im hinteren Drittel der Zunge in seine Endäste verzweigt. Vom Ganglion inferius zweigt der N. tympanicus ab, welcher durch den Canaliculus tympanicus ins Mittelohr zieht und die Paukenschleimhaut sowie die Tuba auditiva sensibel versorgt. Vom Plexus tympanicus ausgehend versorgt er über den N. petrosus minor nach erneutem Eintritt in die Schädelhöhle und verlassen der selben durch das Foramen lacerum das Ganglion oticum in der Fossa infratemporalis, wovon seine präganglionären parasympathischen Fasern verschaltet werden und die Glandula parotis sekretorisch versorgen. Damit hat er Bedeutung für 25% der Mundspeichelproduktion. Im weiteren Verlauf des Hauptstammes gibt der N. IX Fasern zur sensiblen und viszeromotorischen Versorgung der Schlundmuskulatur, Gaumenmandel und Gaumensegelheber ab und spielt damit beim Schluckakt insbesondere beim Verschluss des Oro- zum Nasopharynx eine wichtige Rolle. Die Endverzweigung seiner Fasern im hinteren

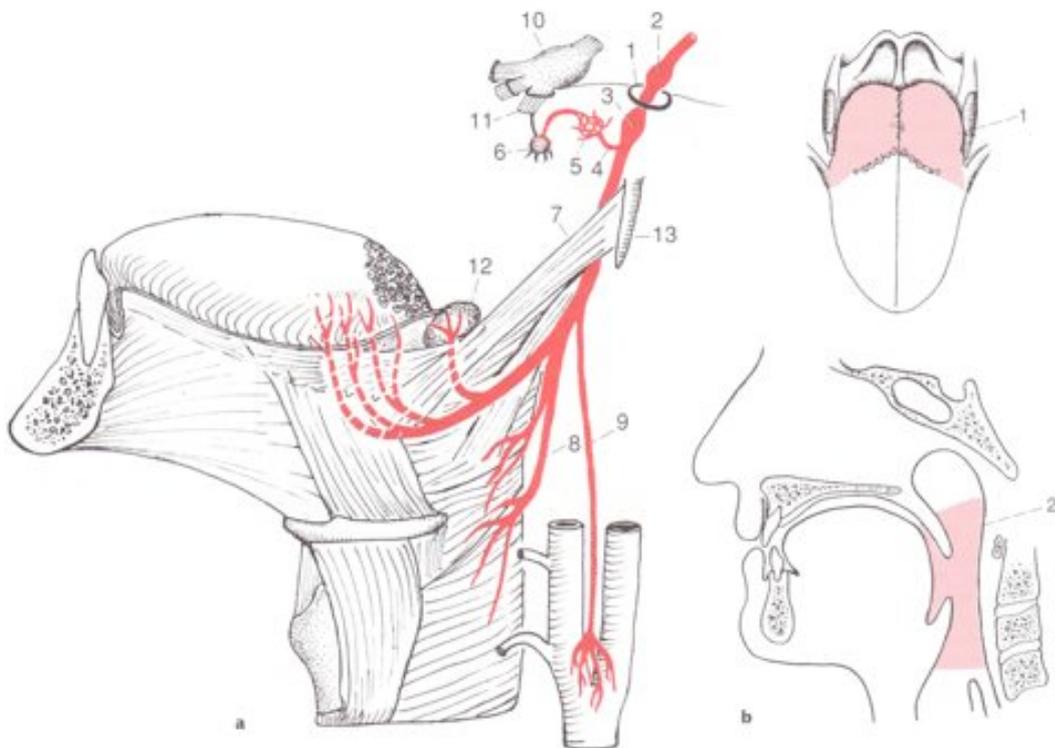


Abbildung 3: Verlauf und Versorgungsgebiete des Nervus glossopharyngeus

Linke Abbildung: 1 Foramen jugulare, 2 Ganglion superius, 3 Ganglion inferius, 4 N. tympanicus, 5 Plexus tympanicus, 6 Ganglion oticum, 7 M. styloglossus, 8 Rami pharyngei, 9 Ramus sinus carotici, 10 Ganglion trigeminale, 11 N. mandibularis des N. trigeminus, 12 Tonsilla palatina, 13 Processus styloideus

Rechte obere Abbildung: 1 rot markiert: sensibles und sensorisches Areal hinteres Drittel der Zunge

Rechte untere Abbildung: 2 rot markiert: sensibles Areal des Pharynx

Aus: (Trepel 1999) Seite 66

Drittel der Zunge garantiert für die Sensibilität und Geschmackswahrnehmung (Papillae vallatae) des hinteren Drittels der Zunge. Mit dem Ramus sinus carotici werden Sinus caroticus und Glomus caroticum gemeinsam mit dem N. vagus viszerosensibel versorgt.

Hinsichtlich der Untersuchung zu Schmeckstörungen nach Tonsillektomie erscheinen die Endverzweigungen des N. IX und damit die Geschmacks- und Sensibilitäts-wahrnehmung des hinteren Drittels der Zunge von Bedeutung. Im Rahmen der täglichen klinischen Untersuchung der Mundhöhle nach Tonsillektomie wird ebenfalls auf Lähmungen der durch den N. IX versorgten Gaumensegel- und Schlundmuskulatur Wert gelegt. (Trepel 1999; Lippert 2000)

N. facialis (N. VII)

Die zwei Anteile des N. VII, nämlich der Fazialisanteil im engeren Sinne und der Intermediusanteil, verlassen den Hirnstamm am Unterrand der Pons um dann gemeinsam mit dem N. VIII durch den Porus acusticus internus in den inneren Gehörgang zu ziehen. Im Felsenbein biegt der Nerv im Canalis facialis nach hinten um, weswegen diese Stelle als äußeres Fazialisknie bezeichnet wird. Hier liegt das Ganglion geniculi für die Geschmacksfasern. Über die Paukenhöhle hinweg zieht der Nerv in einem Bogen abwärts, um im Foramen stylomastoideum wieder auszutreten. Die hier erscheinenden motorischen Anteile verzweigen sich im Plexus intraparotideus und versorgen die mimische Muskulatur sowie die Mm. digastricus und stylohyoideus. In Höhe des Ganglion geniculi verlassen die präganglionären parasymphatischen Fasern des Intermediusanteils den Hauptnervenstamm und ziehen als N. petrosus major retrograd in die Schädelbasis, um schließlich diese wieder im Foramen lacerum zu verlassen. Im Ganglion pterygopalatinum werden die Fasern auf das zweite parasymphatische Neuron verschaltet. Die postganglionären Fasern ziehen dann dem N. zygomaticus angelagert zur Tränendrüse, um diese sekretorisch zu innervieren. Die für diese Studie interessanten sensorischen Fasern des Nervus facialis zweigen sich kurz vor Verlassen des Canalis facialis als Chorda tympani vom Hauptstamm ab und führen auch parasymphatisch sekretorische Fasern mit sich. In einem eigenen

Knochenkanal zieht die Chorda tympani retrograd zurück zur Paukenhöhle, um dort in einer Schleimhautfalte zwischen Hammergriff und Amboss abwärts zu ziehen und schließlich in der Fossa infratemporalis zu erscheinen. Dort schließen sich die Fasern dem N. lingualis aus V_3 an, um in einem Bogen zwischen den beiden Mm. pterygoidei zum Zungengrund herab und sich in diesem von lateral kommend zu verzweigen.

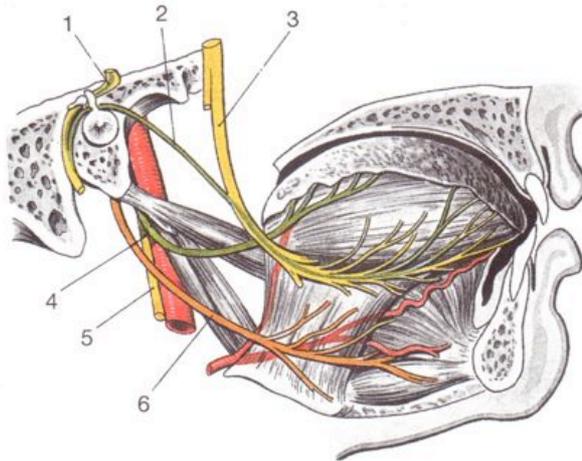


Abbildung 4: Mundboden
1 N. facialis, 2 Chorda tympani, 3 N. lingualis, 4 N. glossopharyngeus, 5 N. vagus,
6 N. hypoglossus
aus: (Lippert 2000), S. 642

Im Verlauf gibt der Nerv die sekretorischen Fasern an das Ganglion submandibulare ab, von wo sie postganglionär zu den Gll. submandibularis, sublingualis und den kleinen Zungendrüsen ziehen und diese sekretorisch versorgen. Die Fasern der Chorda tympani versorgen die vorderen zwei Drittel der Zunge sensorisch und die Anteile des N. lingualis dieselben sensibel. (Trepel 1999; Lippert 2000)

1.8 ANATOMIE DER TONSILLENLOGE UND TOPOGRAFISCHE BEZIEHUNG ZUM N. IX

Die Hauptgefährdungsstelle des N. glossopharyngeus bei der Tonsillektomie in Dissektionstechnik und Blutstillung mittels Elektrokauterisation liegt in der topografischen Beziehung des Tonsillenbettes zum N. IX.

Vielzählige Studien sind zu diesem Thema durchgeführt worden. Daraus leiten sich zwei Hauptmeinungen ab. Nach der ersten ist das Tonsillenbett durch den M. constrictor pharyngis superior und den darunter liegenden M. styloglossus nach lateral begrenzt. Der N. IX verläuft dann am Unterrand des M. constrictor pharyngis superior

direkt unterhalb der Schleimhaut und ist dort am unteren Tonsillenpol relativ exponiert. Möglich ist auch ein einstrahlen der Mm. palatoglossus und palatopharyngeus in das Tonsillenbett. Diese Betrachtung wird in zahlreichen Anatomielehrbüchern vertreten. Die zweite Hauptmeinung beschreibt, dass zwischen den Mm. constrictor pharyngis superior und medius eine große Lücke besteht, der N. IX am unteren Ende des M. styloglossus Richtung Zunge verläuft und dann nach medial in die o.g. Muskellücke zieht. Die Möglichkeit des Anhängens an der Tonsillenkapsel ist nach dieser Meinung noch höher. (Ohtsuka, Tomita et al. 2002)

Makroskopisch verläuft der N. IX zwischen den Mm. styloglossus und stylopharyngeus beginnend, absteigend am unteren Ende des M. styloglossus. Der M. styloglossus tritt durch eine kleine Lücke im M. constrictor pharyngis und verläuft dann weiter nach anteroinferior, kreuzt das hintere Bündel des M. hyoglossus, um schließlich in die Zunge einzustrahlen. Der N. IX läuft am Zungengrund entlang und hat keinen direkten Kontakt zu den Mm. constrictores pharyngei in diesem Anteil seines Verlaufs. Oft ist in dessen unmittelbarer Nähe das Lig. stylohyoideum direkt unterhalb zu identifizieren.

Ohtsuka et al konnten in ihrer Studie das Tonsillenbett in drei Typen unterteilen. Das Typ A Tonsillenbett konnte in ca. 23% der Kadaver gefunden werden und passte am besten zu den Beschreibungen aus den Anatomielehrbüchern. Bei dieser Variante gab es nahezu keine Lücke zwischen den Mm. constrictores pharyngei und der M. constrictor pharyngeus superior lag unter einem Großteil des Tonsillenbettes. Der N. IX trat in diesen Fällen nie durch die Submukosa und folgte dem M. styloglossus.

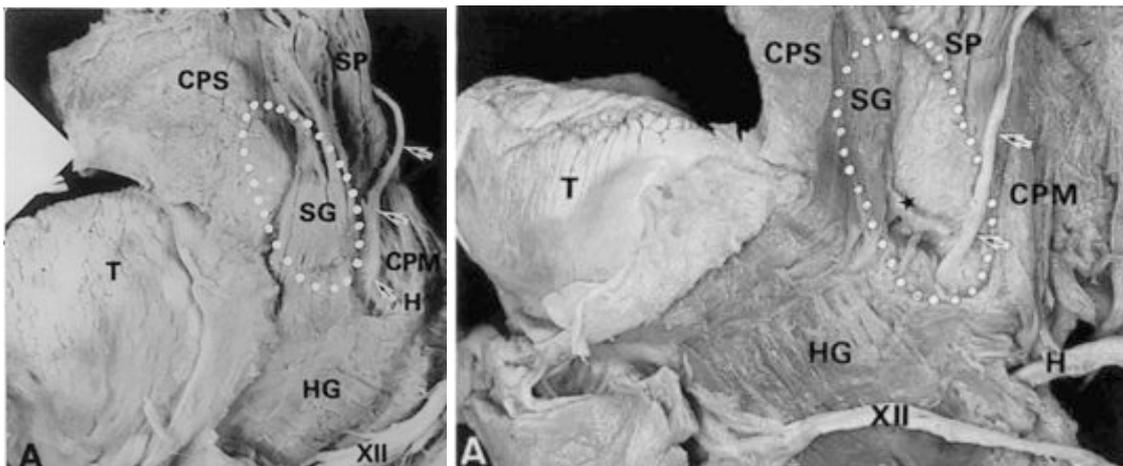


Abbildung 5: Tonsillenbetten Typ A und B
Links: Tonsillenbett Typ A, rechts: Tonsillenbett Typ B
CPS M. constrictor pharyngis superior, CPM M. constrictor pharyngis medius, SG M. styloglossus, SP M. stylopharyngeus, HG M. hyoglossus, T Zunge, H Hyoid, Pfeile N. IX, gepunktete Linie nach Entfernung Tonsilla palatina, Stern Ast A. pharyngea ascendens, XII N. XII
Aus: (Ohtsuka, Tomita et al. 2002)

Somit lag er relativ „tief“ im Tonsillenbett. Das Typ B Tonsillenbett konnte in 55% der Fälle beobachtet werden und beschreibt eine Variante, wo zwischen den Mm. constrictores pharyngei eine Lücke gefunden wurde, die aber teilweise durch die Mm. stylopharyngeus, palatopharyngeus oder Faserbündel des M. constrictor pharyngis superior bedeckt wurde. Es besteht die Möglichkeit der Adhärenz des N.IX an die Tonsillenkapsel im nichtbedeckten Teil des Tonsillennettes. Im Mittel lag dort die Entfernung der Tonsille zum N. IX bei 2-3mm. Hinsichtlich des Typ C Tonsillennettes und damit den übrigen 21,5% war die Lücke zwischen den Mm. constrictores pharyngei noch größer und das Tonsillennett teilweise gar nicht mit Muskel unterlegt. Der Abstand der Tonsille zum N. IX betrug dort im Mittel nur 1-2mm und der Nerv war oft durch loses Bindegewebe an der Tonsille anhängig. Innerhalb eines Individuums korrelierten die Tonsillennetttypen nicht miteinander.

Mikroskopisch konnte die am besten ausgebildete Tonsillenkapsel in den Fällen ohne Lücke zwischen den Mm. constrictors pharyngei nachgewiesen werden.

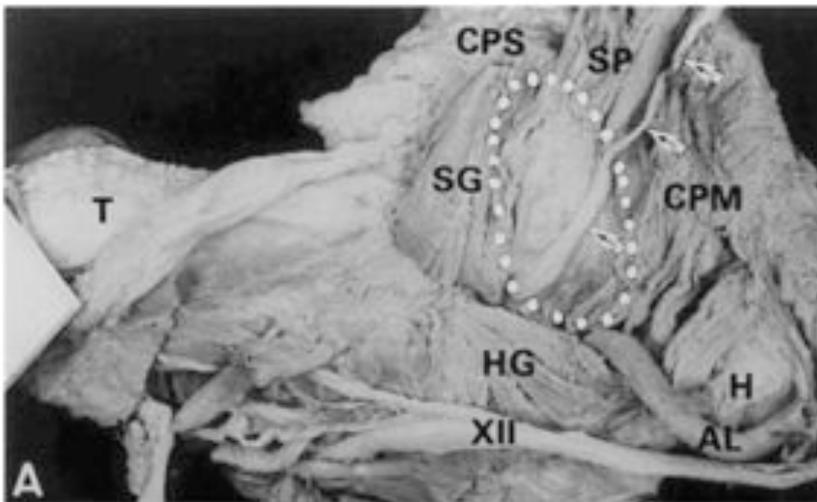


Abbildung 6: Typ C Tonsillennett
Abkürzungen siehe Abb. 5, AL Arteria lingualis
Aus: (Ohtsuka, Tomita et al. 2002)

In vielen Fällen und insbesondere dort wo das Tonsillennett offen zum parapharyngealen Raum war, konnte oft nur loses Bindegewebe anstelle von straffen kollagenen Fasern identifiziert werden. Der Verlauf des N. IX im Bereich des Tonsillennettes konnte am ehesten dem unteren Tonsillennettpol zugeordnet werden. (Ohtsuka, Tomita et al. 2002)

1.9 TECHNIKEN DER TONSILLEKTOMIE

Die Tonsillektomie ist eine der am häufigsten durchgeführten Operationen weltweit. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass sich im Laufe der Zeit verschiedene Operationstechniken etabliert haben und neue Verfahren entwickelt wurden. Die klassische Methode ist die Tonsillektomie in Dissektionstechnik, wobei die Tonsille mit Kapsel durch Dissektion mittels konventionellem chirurgischen Instrumentarium vom peritonsillären Gewebe gelöst wird. (Ashbach, Ostrower et al. 2007; Burton und Doree 2007; Lee, Jeon et al. 2008) Neuere Verfahren beinhalten die Elektrochirurgie mit Anwendung von Radiofrequenzenergie in verschiedenen Varianten z.B. monopolar, bipolar, Guillotine Tonsillektomie, Laser Dissektionen mittels verschiedener Laser, das Harmonic Scalpel, wobei die Klinge mit ca. 55000 Schwingungen pro Sekunde vibriert und somit Schneiden und Koagulieren gleichzeitig möglich sind sowie die Coblationstonsillektomie. Hauptunterschiede in den Techniken bestehen in der Wärmeentwicklung bei der Blutstillung, wobei die kalten und heiße Verfahren unterschieden werden können, je nachdem, bei welcher Temperatur der Gefäßverschluss stattfindet. Das prinzipielle Vorgehen der klassischen Tonsillektomie bleibt davon nahezu unberührt. Viele Studien haben das Schmerzempfinden, den Blutverlust und die postoperativen Komplikationen der verschiedenen Techniken untereinander verglichen, kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen und lassen sich schwer miteinander vergleichen. (Ashbach, Ostrower et al. 2007; Burton und Doree 2007) Da an unserer Klinik die klassische Dissektionstechnik mit bipolarer Koagulation zur Blutstillung durchgeführt wird, soll diese Technik näher erläutert werden.

Zur Tonsillektomie in Dissektionstechnik wird der Patient in Rückenlage mit in einem Gelring fixierten, rekliniertem Kopf auf dem OP Tisch gelagert. Es erfolgt eine chirurgische Abdeckung zur Fokussierung des OP Gebietes. Nach dem vorsichtigen Öffnen des Mundes mit dem Kreuzgriff wird der Mclvor Mundsperrer in entsprechender Größe vorsichtig eingeführt und geöffnet, so dass der Tubus in der dafür vorgesehenen Rinne mittig auf der Zunge lagert und nicht abgknickt wird. Dabei werden Zähne und Gaumen geschont. Der Mundsperrer wird mit Gummibändern am Haltebügel fixiert. Nun sollten die Tonsillen gut bis zum Sulcus glossotonsillaris einsehbar sein. Im nächsten Schritt wird das Tonsillengewebe nach mediokaudal luxiert und die Schleimhaut des vorderen Gaumenbogens nach bipolarer Kauterisation inzidiert.

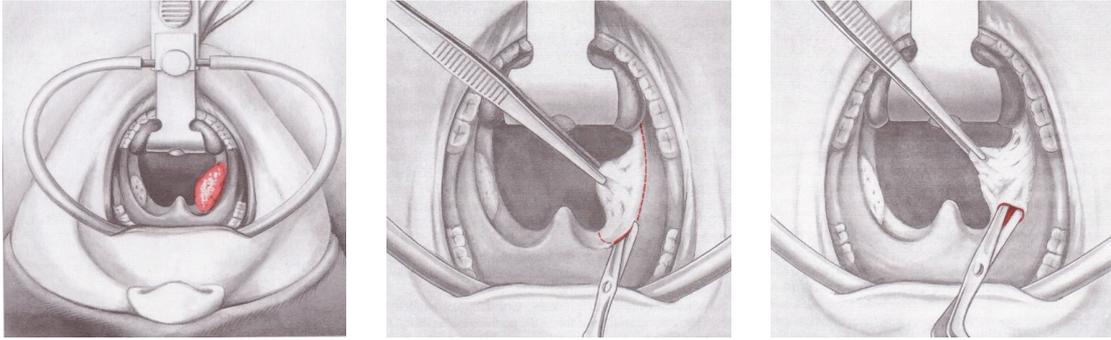


Abbildung 7: Tonsillektomie in Dissektionstechnik I

Links: eingesetzter McIvor-Spatel, Kopf rekliniert, Tonsille gut exponiert
Mitte: Luxation Tonsille nach mediokaudal und Inzision vorderer Gaumenbogen
Rechts: tangentielle Präparation
Aus: (Theissing 2006), S. 157-160

Durch vorsichtiges, tangenciales Aufspreizen und laterales Abschieben der Muskulatur kann nun die Tonsillenkapsel dargestellt werden. Nach sicherer Darstellung erfolgt die Inzision des vorderen Gaumenbogens nach Kauterisation bis zum Zungenansatz und nach erfolgter Luxation der Tonsille der Protektionsschnitt am hinteren Gaumenbogen, um ein Einreißen des Gewebes bis in die Uvula zu vermeiden. Mit dem Henke-Raspatorium kann nun streng an der Tonsille ausgerichtet das Abstreifen des peritonsillären Gewebes erfolgen. Die Tonsille wird vollständig nach kaudal präpariert und die Plica triangularis bis an den Zungengrund gestielt.

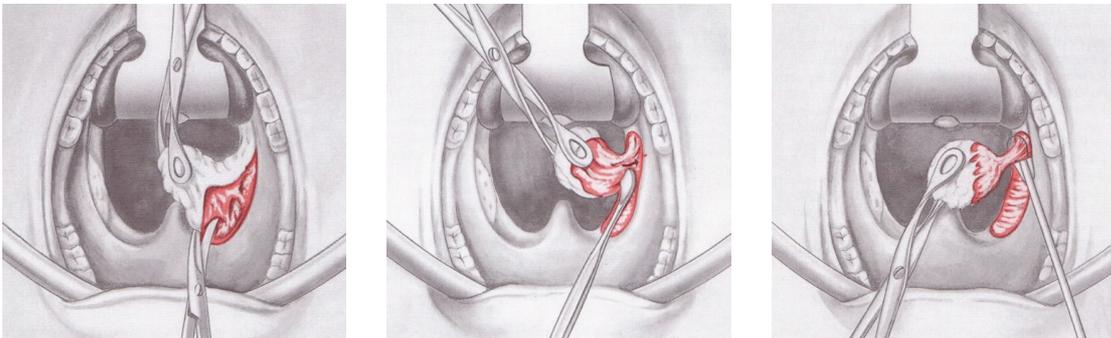


Abbildung 8: Tonsillektomie in Dissektionstechnik II

Links: Uvulaprotektionsschnitt
Mitte: Präparation mit dem Henke-Raspatorium, Tonsillenfasszange
Rechts: Absetzen mit der Röder-Schlinge
Aus: (Theissing 2006), S. 157-160

Nach bipolarer Kauterisation derselben kann die Tonsille mit der Röder-Schlinge abgesetzt werden. Eröffnete Gefäße werden mittels o.g. Kauterisation verodet wobei eine Leistung zwischen 20 und 30 Watt gewählt wird. Das gleiche Vorgehen erfolgt auf der Gegenseite.

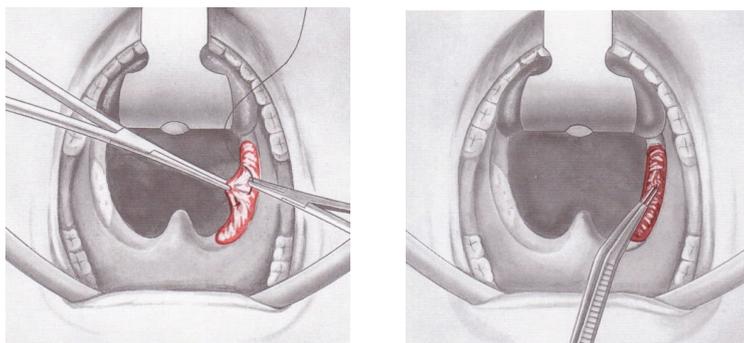


Abbildung 9: Tonsillektomie in Dissektionstechnik III
Links: Umstechung eines Gefäßes
Rechts: Bipolare Kauterisation
Aus: (Theissing 2006), S. 157-160

Nach Schließen des Mundes, Klopfprobe und erneuter Kontrolle auf Bluttrocken- und Vollständigkeit der Instrumente und Tupfer können die OP beendet und der Spatel vorsichtig entfernt werden, wobei auf den Verbleib des Tubus in korrekter Lage geachtet wird.(Theissing 2006)

1.10 GEFÄHRDUNG DES SCHMECKSINNES DURCH DIE TONSILLEKTOMIE

Die Literaturrecherche zum Thema Schmeckstörung nach Tonsillektomie erbringt drei prospektive Studien und eine geringe Anzahl von Fallberichten. Hinsichtlich einer Aussage zur Inzidenz einer Schmeckstörung nach Tonsillektomie erscheinen nur die prospektiven Studien sinnvoll, weswegen auf diese primär weiter eingegangen werden soll.

Arnhold-Schneider und Bernemann veröffentlichten 1987 eine Studie zur Häufigkeit von Schmeckstörungen nach Tonsillektomie. Es wurden 150 nicht ausgewählte Patienten prä- sowie am dritten, fünften und siebenten Tag postoperativ auf die Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig und bitter mit der Tropfenmethode psychophysisch untersucht. Eine echte sensorisch bedingte Minderung des Schmeckempfindens konnte nicht festgestellt werden. (Arnhold-Schneider und Bernemann 1987)

Die zweite prospektive Studie, von Mueller et al 2007 veröffentlicht, betrachtet 32 Patienten die prä- und im Mittel am 105 Tag postoperativ mittels der Taste Strips auf die Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig und bitter untersucht wurden. Dabei wurden je 4 verschiedene Konzentrationen jeder der vier Geschmacksrichtungen auf jeweils beide Seiten der vorderen zwei Drittel und das hintere Drittels der Zunge

aufgelegt. Um anderweitige Geschmacksbeeinträchtigungen zu evaluieren, wurden eine ausführliche Anamnese und vollständige HNO-ärztliche Untersuchung durchgeführt. Die Patienten wurden anhand einer VAS von Null bis Einhundert zu ihrem Geruchs- und Schmeckempfinden jeweils prä- und postoperativ befragt. Von den ursprünglich 65 in die Studie eingeschlossenen Patienten konnten nur 32 auch postoperativ getestet werden. Es konnten signifikant bessere Schmeckergebnisse auf den vorderen zwei Dritteln der Zunge im Vergleich zum hinteren Drittel eruiert werden. Die prä- und postoperativen Testungen ergaben keine signifikanten Unterschiede wohingegen das subjektive Schmeckempfinden der Patienten nach TE signifikant schlechter war. Weder Alter noch Geschlecht hatten einen signifikanten Effekt auf die Testresultate. (Mueller, Khatib et al. 2007)

Tomofuji et al untersuchten Schmeckveränderungen an 35 Patienten vor und nach TE. Dabei wurden die Patienten mit einem Fragebogen vor und nach TE zum Schmecken befragt sowie mittels Elektrogustometrie Schmeckschwellenwerte bestimmt. Des weiteren wurden Zink, Kupfer und Eisen Serumwerte ermittelt. Von den 35 Patienten konnten postoperativ drei (8,6%) mit verschlechterter Schmeckempfindung herausgefiltert werden, wobei nur einer eine vorübergehende Erhöhung der elektrogustometrisch bestimmten Schwellenwerte aufwies. Diese normalisierten sich nach elf Tagen und der Patient schmeckte am 25. postoperativen Tag normal. Zwei weitere Patienten die eine postoperative Schmeckstörung beklagten, wiesen keine signifikant erhöhten Schwellenwerte auf. Bei beiden konnte ein postoperativer Zinkmangel festgestellt werden und die Schmeckstörung verschwand nach 11 bzw. 21 Tagen. Die Filterung erfolgte auf Grund der Befragung der Patienten. Insgesamt waren die Schwellenwerte der Elektrogustometrie postoperativ nicht signifikant erhöht. Wertet man den einen Fall mit erhöhten Schwellenwerten in der Elektrogustometrie als druckbedingte nervale Schmeckstörung, so wären das immerhin rund 3,1% der Patienten. (Tomofuji, Sakagami et al. 2005)

Tomita und Ohtuka schrieben 11 Fälle von 3583 Patienten die sich wegen Schmeckstörungen in ihrer Ambulanz vorstellten einer TE zu. Allerdings waren drei der elf Fälle wiederum auf einen alimentären Zink-Mangel nach TE zurückzuführen. Somit wären das immerhin 0,22 Prozent dieses stark selektierten Patientenlientels. (Tomita und Ohtuka 2002) Diese Betrachtungen sind, wie die vereinzelt weiteren Berichte von Schmeckstörungen nach Tonsillektomie, Fallberichte und entbehren der präoperativen Schmeckdiagnostik. Samuel et al kommen in ihrem Review zu seltenen Komplikationen nach TE zu dem Schluss, dass ausreichend umfangreiche, prospektive

und vergleichbar angelegte Studien noch immer ausstehen. (Leong, Karkos et al. 2007)

1.10.1 GEFÄHRDUNGSMECHANISMEN DURCH DIE TONSILLEKTOMIE

In den vorliegenden Studien ist von der Schmeckstörung hauptsächlich der hintere Anteil der Zunge, also das Versorgungsgebiet des Nervus IX betroffen. (Beck 1979; Rieder 1981; Dressler und Conrad 1989; Uzun, Adali et al. 2003; Goins und Pitovski 2004; Oluwasanmi 2004; Collet, Eloy et al. 2005) Eine Rarität scheinen Schädigungen der Nervi lingualis, hypoglossus und phrenicus im Zusammenhang mit der TE zu sein. So berichten Chilla und Limberg über einen Fall einer isolierten Läsion des N. lingualis nach Tonsillektomie, die sie mittels trigemino-fazialer Reflexe objektivierten. Aufgrund des Verlaufs des N. lingualis ist eine Verletzung durch die Operation nur durch seine relativ oberflächliche Lage neben dem Weisheitszahn in der Region des Unterkieferastes durch irregulär ausgeübten Druck des Mundsperrers denkbar. Eine Tangierung des Nerven im tiefen Tonsillenbett zwischen den beiden Mm pterygoidei erscheint eher unrealistisch. (Chilla und Limberg 1980; Richstein 1981) Somit ergeben sich Gefährdungspotentiale durch die TE für den Geschmack der vorderen zwei Drittel der Zunge im Sinne einer Schädigung der Chorda tympani durch eine geringe Wahrscheinlichkeit der Verletzung der Chorda tympani im tiefen Tonsillenbett bei möglicher schlechter muskulärer Protektion desselben, durch indirekte Wirkung des Koagulationsstromes und durch die Druckwirkung des Mundsperrers auf die Zunge und Zungengrund. Dabei ist in der Literatur eine scharfe Läsion durch das chirurgische Instrumentarium nicht beschrieben. Die indirekte Tiefenwirkung der Elektrokoagulation hängt von der gewählten Leistung ab, wobei bei niedriger Leistung eine generell höhere Wärme in der Tiefe erreicht wird, wohingegen bei einer hohen Leistung eine mehr oberflächliche Karbonisierung des Gewebes stattfindet. Die monopolare Technik bedingt dabei eine unpräzisere Applikation der Stromdichte als die bipolare. (Bran, Moch et al. 2007)

Die Mehrzahl der Fälle beschriebener Schmeckstörungen nach TE werden dem Innervationsgebiet des N. IX zugeordnet. Dies lässt sich durch eine direkte Schädigung desselben wegen seiner anatomischen Nähe zur Tonsillenkapsel erklären. So konnten Ohtsuka et al in ca. 75% der durch sie untersuchten Kadaver eine Entfernung des N. IX zur Tonsillenkapsel zwischen eins und drei Millimeter feststellen. Dies entspricht den

| | | |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Infektionen | Vitaminmangel | Genetische Erkrankungen |
| Glossitis, Stomatitis | Elektrolytmangel | Alterung |
| Sjörgen Syndrom | Alkohol, Rauchen | Psychiatrische Leiden |
| Mukoviszidose | Stoffwechselleiden | Tumorerkrankungen |

Tonsillenbetypen B und C. Besonders bei nicht ausreichender muskulärer Protektion ist eine direkte Schädigung denkbar, eine indirekte Beeinträchtigung durch die Tiefenwirkung der Elektrokoagulation erscheint leicht möglich. (Ohtsuka, Tomita et al. 2002) Diese Untersuchung fand allerdings an japanischen Kadavern statt, was die Frage aufwirft, ob es sich im kaukasischen Patientengut ähnlich darstellen würde. Des weiteren erscheint eine Traumatisierung durch Quetschung der Endfasern im Bereich des hinteren Drittels der Zunge möglich. Hier könnte das Schädigungspotential von der gewählten Größe des Mundsperrers, Operationsdauer und Lage des Sperrers abhängen.

**Tabelle 1: Gründe für eine generalisierte Schmeckstörung
Modifiziert nach (Uzun, Adali et al. 2003)**

Einen Überblick über die Ätiologie der generalisierten Schmeckstörung ermöglicht die Tabelle 1. Hier sind besonders auch die nichttraumatischen Auslöser wie z.B. Elektrolytungleichgewichte- und Mangel, Infektionen, Vitaminmangel, pharmakoinduzierte Dysgeusie sowie die lokale Irritation der Zunge als weitere Ursachen einer Schmeckstörung nach TE zu bedenken.

2 Patienten, Probanden, Material und Methoden

2.1 STUDIENDESIGN

Ziel der Studie sollte es sein Aussagen über Veränderungen des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie treffen zu können. Zur Schmeckdiagnostik sollten die Taste Strips und zur orientierenden Riechprüfung die Sniffin`Sticks eingesetzt werden, wobei der Schmecktest die lokale Prüfung der Nn. IX und VII ermöglichen sollte. Es erfolgten zwei Testdurchläufe, jeweils prä- und postoperativ. Vor Studienbeginn wurden ein- und Ausschlusskriterien festgelegt. Zur vergleichenden Untersuchung wurden neben den 135 Patienten auch 32 Probanden in die Studie eingeschlossen. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS. Nähere Angaben finden sie in den nächsten Abschnitten.

2.2 PATIENTEN

Die Patienten wurden aus dem stationären Patientengut der Universitäts-HNO-Klinik Carl-Gustav-Carus der TU-Dresden sowie des Bundeswehrkrankenhauses Berlin rekrutiert. Auf Grund des Studiendesigns konnten die Messungen nach ausführlicher Erläuterung des Studienablaufes sowie Einholen des mündlichen und schriftlichen Einverständnisses zur Durchführung und Veröffentlichung der Daten in anonymisierter Form während des regulären stationären Aufenthaltes durchgeführt werden. Besonderer Wert wurde auf die Betonung der Freiwilligkeit der Teilnahme und Möglichkeit des Abbruches zum beliebigen Zeitpunkt ohne Nachteile gelegt. Während der stationären Aufnahme durchliefen die Patienten eine ausführliche HNO-ärztliche Untersuchung sowie ein Anamnesegespräch. Die 59 Jungen und Männer sowie 76 Mädchen und Frauen waren auf Grund chronischer Tonsillitis oder Tonsillenhyperplasie zur TE eingewiesen worden. Bei den minderjährigen Teilnehmern wurden die Eltern im Rahmen des präoperativen Aufklärungsgespräches über die Studie unterrichtet und deren Einverständnis eingeholt.

Die Auswahlkriterien für die Teilnahme an der Untersuchung wurden vor Studienbeginn festgelegt und mittels des Fragebogens zum Schmecksinn überprüft. Der Fragebogen ist im Anhang auf Seite 99 einsehbar. Patienten mit schweren Allgemeinerkrankungen wie Stoffwechselerkrankungen, Tumor- oder psychiatrischen Leiden und Mittelohroperationen wurden bei primär auffälligem Schmecktest aus der Auswertung

ausgeschlossen, wobei ihnen die weitere Teilnahme auf Wunsch bei eigenem Interesse ermöglicht wurde. Es wurden Patienten mit einem Alter von 14 bis 69 Jahren in die Studie eingeschlossen. Alle Patienten wurden durch den gleichen Untersucher befragt, aufgeklärt und gemessen.

Die Probanden wurden in drei Altersgruppen unterteilt, um mögliche altersabhängige Unterschiede in der Häufigkeit eventuell auftretender Schmeckstörungen nachvollziehen zu können.

- **Gruppe A:** 14 bis 25 Jahre
- **Gruppe B:** 26 bis 35 Jahre
- **Gruppe C:** 36 bis 69 Jahre

| | Altersgruppen | | | gesamt |
|----------|---------------|---------------|---------------|--------|
| | 14 – 25 Jahre | 26 – 35 Jahre | 36 – 69 Jahre | |
| männlich | 39 | 13 | 7 | 59 |
| | 45,3 % | 37,1% | 50% | 43,7% |
| weiblich | 47 | 22 | 7 | 76 |
| | 54,7% | 62,9% | 50% | 56,3% |
| | 86 | 35 | 14 | 135 |

Tabelle 2: Anzahl und Altersverteilung Patienten

Bei 135 Patienten konnte die Testung durchgeführt werden. Davon waren 43,7 Prozent männlichen und 56,3% weiblichen Geschlechts. Einen Überblick über die Alters- und Geschlechtsverteilung geben Tabelle 2 und Abbildung 10.

Patienten

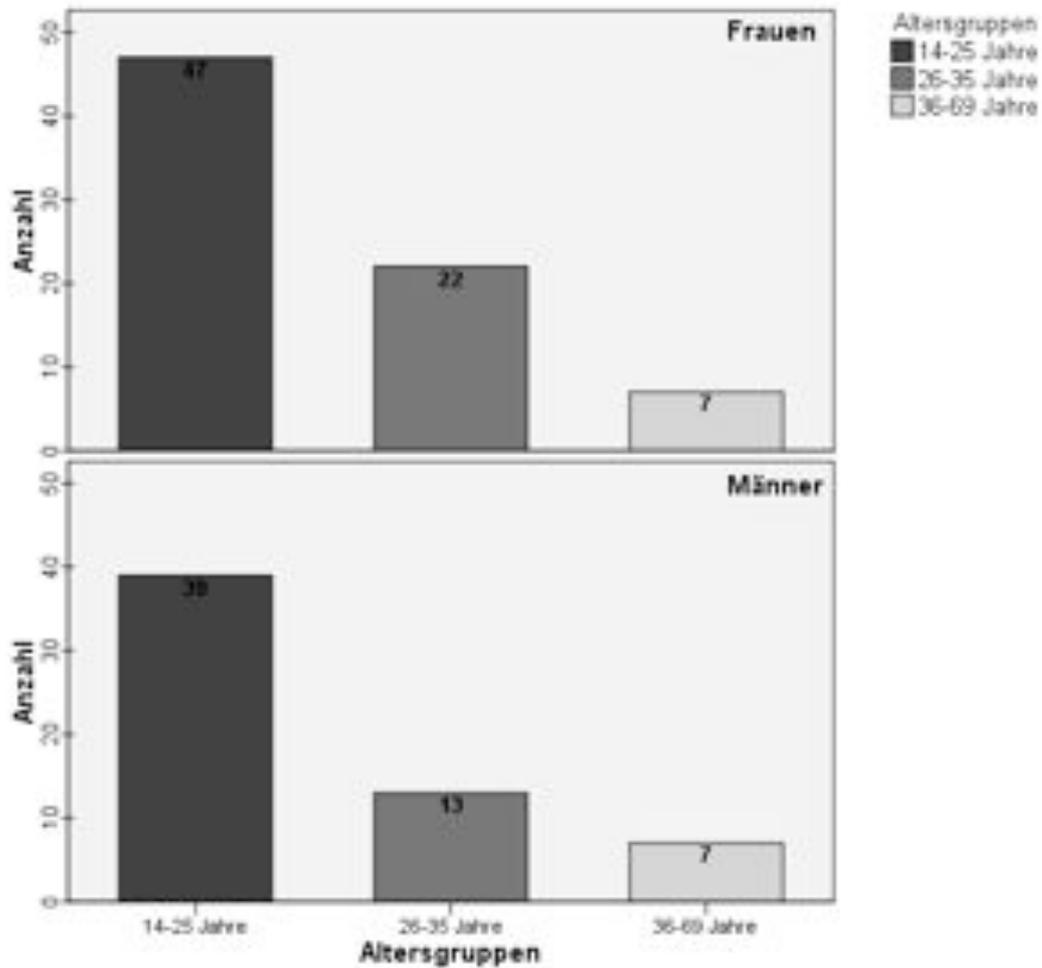


Abbildung 10: Alters- und Geschlechtsverteilung Patienten

2.3 PROBANDEN

Zur vergleichenden Untersuchung wurden 32 Probanden rekrutiert. Die Probanden nahmen abgesehen von einer HNO-ärztlichen Untersuchung und TE an den gleichen Tests wie die Patienten teil. Auf Grund von Motivationsproblemen konnten allerdings nur 26 Probanden die Studie abschließen. Einen Überblick über die Alters- und Geschlechtsverteilung geben Abbildung 11 und Tabelle 3.

Gesunde Probanden

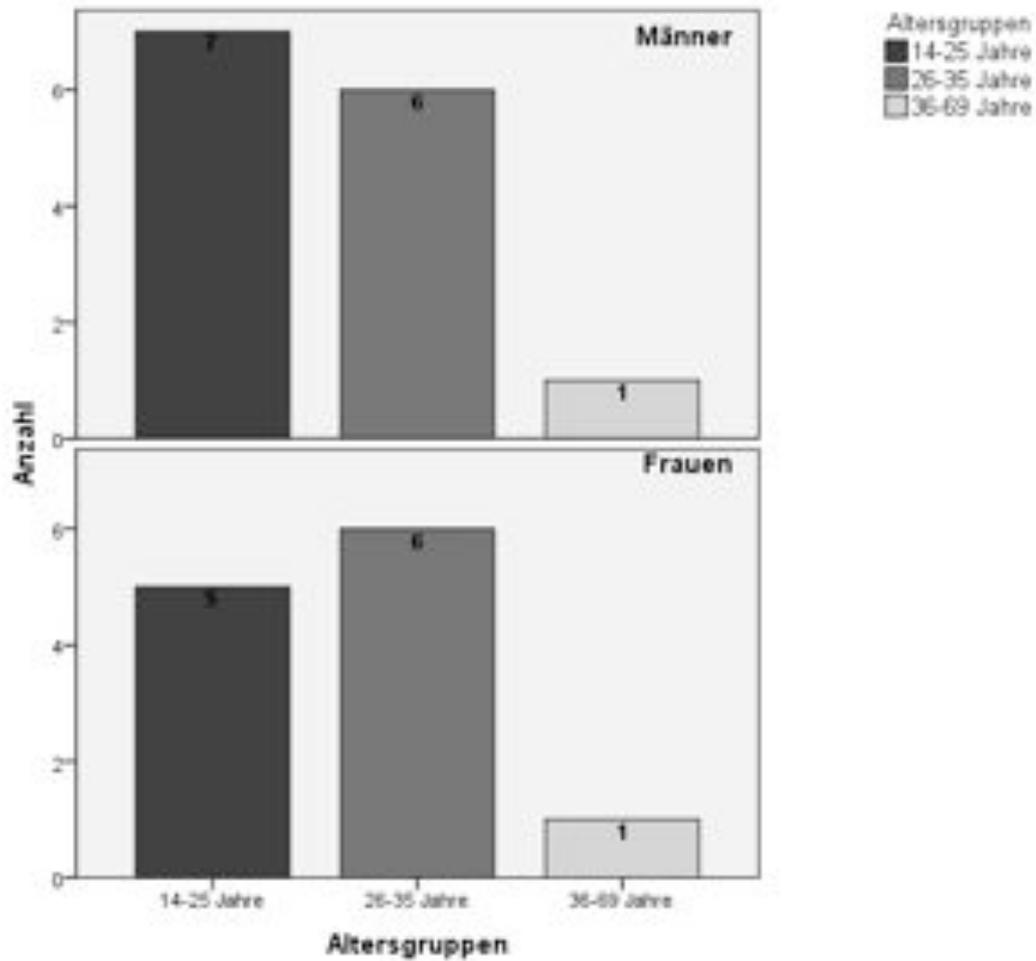


Abbildung 11: Alters- und Geschlechtsverteilung Probanden

| | Altersgruppen | | | gesamt |
|----------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| | 14 – 25 Jahre | 26 – 35 Jahre | 36 – 69 Jahre | |
| männlich | 7 58,3% | 6 50% | 1 50% | 14 53,8% |
| weiblich | 5 41,7% | 6 50% | 1 50% | 12 46,2% |
| | 12 | 12 | 2 | 26 |

Tabelle 3: Geschlechts- und Altersverteilung Probanden

2.4 HERSTELLUNG DER SCHMECKSTREIFEN „TASTE STRIPS“

Der Schmecktest „Taste Strips“ wurde modifiziert nach dem Standardprotokoll von Mueller, Kallert et al. durchgeführt. (Mueller, Kallert et al. 2003) Die dafür benötigten ca. 22 000 Schmeckstreifen wurden selbst hergestellt. Dabei wurden die 8 cm langen mit einer 2cm² großen rechteckigen (2x1cm) Auflagefläche versehenen Filterpapierschmeckstreifen für 5 s in die frisch präparierten Schmecklösungen getaucht und anschließend an einem langsam rotierenden Rad befestigt und getrocknet. Die verwendeten Konzentrationen sind in Tabelle drei ersichtlich.

| Qualität | Konzentration 1 (g/ml) | Konzentration 2 (g/ml) | Konzentration 3 (g/ml) | Konzentration 4 (g/ml) |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Süß | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,05 |
| Sauer | 0,3 | 0,165 | 0,09 | 0,05 |
| Bitter | 0,006 | 0,0024 | 0,0009 | 0,0004 |
| Salzig | 0,25 | 0,1 | 0,04 | 0,016 |

Tabelle 4: Konzentrationen der Schmecklösungen

Für die Qualität Süß wurde Saccharose, für Sauer Zitronensäure, für Bitter Chininhydrochlorid und für Salzig Natriumchlorid verwandt. Die Verdünnungen wurden mit kaltem Leitungswasser hergestellt und die bis zur vollständigen Lösung zugegebenen Substanzen mittels Magnetrührer gequirlt. Die Mengen der Schmeckstoffe wurden mit dementsprechend genauen Waagen bestimmt. Das Verdünnungsprotokoll befindet sich im Anhang auf Seite 101.

2.5 DURCHFÜHRUNG DES SCHMECKTESTS

Der Schmecktest wurde präoperativ sowie zwischen dem dritten und fünften Tag postoperativ durchgeführt. Die Patienten bzw. Probanden wurden dazu aufgefordert eine Stunde vor Testbeginn nichts zu essen, nicht zu rauchen und nur stilles Wasser zu trinken. Vor dem ersten Test wurde gemeinsam mit dem Untersucher das Anamneseprotokoll ausgefüllt, die Patienten noch einmal über die Testdurchführung und die Möglichkeit des jederzeitigen Abbruches informiert. Teil der Studie war auch ein Screening der Riechleistung mittels des Sniffin`Sticks Identifikationstestes mit 12 Riechstiften. Der Patient wurde am Untersuchungstisch so platziert dass er auf die Behältnisse, welche die Schmeckstreifen enthielten, keine Sicht hatte. Die

Schmeckstreifen waren zudem noch in 16 identische Becher gefüllt und sehen alle gleich aus. Die Unterscheidung der Streifen erfolgte an einer kleinen Nummer, welche für den Patienten nicht sichtbar am Becher angebracht war. Siehe dazu auch Abbildung 12.



Abbildung 12: Taste Strips und Testgefäße
links: Taste Strips: 8cm lang, 2cm² Schmeckfläche; rechts: Testgefäße

Dem Patienten wurde ein Glas stilles Leitungswasser zum Test gereicht und er dazu aufgefordert wenn immer Bedarf dazu bestehe zu spülen. Die Schmeckstreifen wurden dem Patienten in pseudorandomisierter Reihenfolge im Forced-Choice-Verfahren mit der kleinsten Konzentration beginnend für ca. 5 s auf die herausgestreckte Zunge gelegt. Die Patienten wurden bei geöffnetem Mund dazu aufgefordert sich für eine der Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig oder bitter zu entscheiden. Aus Praktikabilitätsgründen wurden dabei die Qualitäten bei jedem Streifen durch den Untersucher erneut aufgezählt, wobei auf eine nicht wertende Intonation geachtet wurde.



Abbildung 13: Auflegen der Taste Strips

links: vordere zwei Drittel der Zunge, rechts: hinteres Drittel der Zunge

Es wurde je ein Teststreifen jeder Konzentration der vier Qualitäten auf jede Zungenseite jeweils auf den vorderen zwei Dritteln sowie auf dem hinteren Drittel in der Nähe der Wallpapillen platziert. Das sind insgesamt 16 Teststreifen pro Zungenquadrant.

| lfd. Nr. | links | lfd. Nr. | rechts | lfd. Nr. | links | lfd. Nr. | rechts |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | süß 4 | 2 | sauer 4 | 3 | bitter 4 | 4 | salzig 4 |
| 5 | salzig 4 | 6 | bitter 4 | 7 | sauer 4 | 8 | süß 4 |
| 9 | sauer 3 | 10 | salzig 3 | 11 | süß 3 | 12 | bitter 3 |
| 13 | bitter 2 | 14 | süß 3 | 15 | salzig 3 | 16 | sauer 3 |
| 17 | salzig 2 | 18 | bitter 2 | 19 | sauer 2 | 20 | süß 2 |
| 21 | süß 2 | 22 | sauer 2 | 23 | sauer 1 | 24 | salzig 2 |
| 25 | salzig 1 | 26 | süß 1 | 27 | bitter 2 | 28 | sauer 1 |
| 29 | bitter 1 | 30 | salzig 1 | 31 | süß 1 | 32 | bitter 1 |

Tabelle 5: pseudorandomisierte Testabfolge Taste Strips
 Die Zahlen hinter der Qualität bezeichnen die Konzentration der Schmecksubstanzen . 4 = schwächste, 1 = stärkste

Einen Überblick über die Testabfolge gibt Tabelle 5. Die Daten wurden parallel in das Computerprogramm GUSTAF (Cornelia Hummel, Dresden) eingegeben und konnten somit nachher bequem ausgewertet werden. Zur Auswertung wurde ein Testscore kleiner als 16 bei anteriorer bzw. posteriorer Messung als pathologisch gewertet. Ein Beispielausdruck ist im Anhang auf Seite 102 zu finden. Der postoperative Test wurde in der selben Weise durchgeführt, die Patienten vor dem Test erneut zu ihrem subjektiven Riech- und Schmeckvermögen befragt.

2.6 DURCHFÜHRUNG DES RIECHTESTS

Der orientierende Riechtest mittels der Sniffin`Sticks als Version mit 12 Riechstiften wurde für beide Nasenseiten getrennt und vor den Schmecktests durchgeführt. Dafür drückten sich die Probanden eine Nasenseite zu. Die Riechstifte wurden randomisiert jeweils im Abstand von 2cm ca. 3s lang unter die noch offene Nasenseite gehalten und der Proband zum aktiven Schnüffeln aufgefordert. Zur gleichen Zeit wurden vier Antwortmöglichkeiten computergestützt auf dem Monitor angezeigt und der Proband

musste sich im Forced-Choice-Verfahren für einen Geruch entscheiden. Zwischen zwei Riechstiften wurde 30s Zeit gelassen, um eine Riechdesensibilisierung zu vermeiden. Nach Abschluss des Tests für eine Seite wurden dem Probanden die Ergebnisse vorenthalten und die zweite Nasenseite in gleicher Weise getestet. (Hummel, Sekinger et al. 1997; Kobal, Klimek et al. 2000)

Der erreichbare Maximalwert pro Nasenseite liegt dementsprechend bei 12 richtig erkannten Stiften, ein Wert kleiner neun legt den Verdacht auf eine Riechstörung nahe. Folgende Gerüche waren durch den Probanden zu erkennen: Orange, Schuhleder, Zimt, Pfefferminz, Banane, Zitrone, Lakritz, Kaffee, Gewürznelke, Ananas, Rose und Fisch. (siehe auch Tabelle 6)

| Nr. | Duftstoffe | Angebotene Alternativen | | |
|------------|--------------------|--------------------------------|-----------|-------------|
| 1 | Orange | Brombeere | Erdbeere | Ananas |
| 2 | Schuhleder | Rauch | Klebstoff | Gras |
| 3 | Zimt | Honig | Vanille | Schokolade |
| 4 | Pfefferminz | Schnittlauch | Fichte | Zwiebel |
| 5 | Banane | Kokos | Walnuss | Kirsche |
| 6 | Zitrone | Pfirsich | Apfel | Grapefruit |
| 7 | Lakritz | Gummibärchen | Kaugummi | Kekse |
| 8 | Kaffee | Zigarette | Wein | Kerzenrauch |
| 9 | Gewürznelke | Pfeffer | Zimt | Senf |
| 10 | Ananas | Birne | Pflaume | Pfirsich |
| 11 | Rose | Kamille | Himbeere | Kirsche |
| 12 | Fisch | Brot | Käse | Schinken |

Tabelle 6: Duftstoffe und Alternativen, Sniffin`Sticks 12er Identifikationstest

Die Dauer der Durchführung des Identifikationstestes belief sich auf ca. zwölf Minuten. Ein Ausdruck der computerbasierten Auswertung mit dem Programm OLAF (Cornelia Hummel, Dresden) findet sich im Anhang auf Seite 103.

2.7 STATISTISCHE ANALYSE

Die statistische Auswertung und die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe von SPSS Version 11.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Es wurden parametrische und nichtparametrische Tests verwendet. Das Signifikanzniveau (α -Level) wurde für alle Tests auf 0,05 festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 EINFLUSS DER TONSILLEKTOMIE AUF DAS SCHMECKVERMÖGEN

3.1.1 SUBJEKTIVE VERÄNDERUNG DES SCHMECKENS NACH TONSILLEKTOMIE

Die Patientinnen und Patienten wurden jeweils vor dem präoperativen und postoperativen Test zu ihrem Schmeckvermögen befragt. Diesbezüglich waren Angaben von 5 = nicht geschmeckt bis 1 = sehr guter Geschmack möglich.

| Schmecken | sehr gut | gut | mittel | schlecht | gar nicht |
|-----------|----------|-----|--------|----------|-----------|
| Wert | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Tabelle 7: Einteilung subjektives Schmeckempfinden

Es soll nun innerhalb der Patientengruppe untersucht werden, wie sich das subjektive Schmeckempfinden nach TE verändert. Dabei konnten die Bereiche des N.VII und des N. IX nicht getrennt betrachtet werden, da das Gesamtmundempfinden abgefragt wurde.

| Patientengruppe | N | MW | Median | S | Max. | Min. |
|-----------------|----|------|--------|-------|------|------|
| Männer vor TE | 59 | 2,15 | 2 | 0,551 | 3 | 1 |
| Männer nach TE | 59 | 2,41 | 2 | 0,722 | 4 | 1 |
| Frauen vor TE | 76 | 2,14 | 2 | 0,534 | 3 | 1 |
| Frauen nach TE | 76 | 2,45 | 2 | 0,620 | 4 | 1 |

Tabelle 8: subjektives Schmeckempfinden Patienten vor vs nach TE

Betrachtet man Tabelle 8 so fällt auf, dass der Mittelwert des subjektiven Schmeckempfindens nach TE sowohl bei den Männern ($MW_1 = 2,15 \rightarrow MW_2 = 2,41$) als auch bei den Frauen ($MW_1 = 2,14 \rightarrow MW_2 = 2,45$) zunimmt. Die Spannweite der Werte nimmt von 2 auf 3 zu, d.h. vor TE gab es nur sehr gute, gute und mittlere Schmeckerinnen und Schmecker, nach TE kamen die subjektiv schlechten Schmeckerinnen und Schmecker dazu.

| Männer | Frauen |
|--------|--------|
|--------|--------|

| | vor TE | nach TE | vor TE | nach TE |
|-----------|--------|---------|--------|---------|
| sehr gut | 5 | 4 | 6 | 2 |
| gut | 40 | 31 | 53 | 41 |
| mittel | 14 | 20 | 17 | 30 |
| schlecht | 0 | 4 | 0 | 3 |
| gar nicht | 0 | 0 | 0 | 0 |
| gesamt | 59 | 59 | 76 | 76 |

Tabelle 9: Häufigkeiten subjektives Schmeckempfinden vor und nach TE

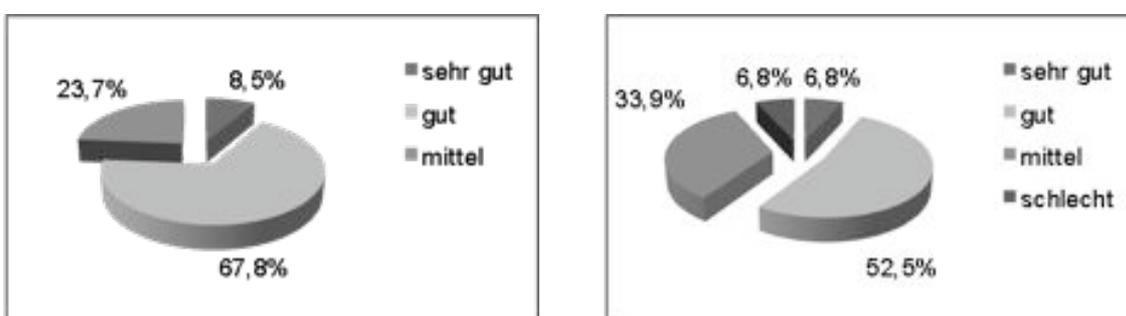


Abbildung 14: Häufigkeiten subjektives Schmeckempfinden Männer vor und nach TE
Links: vor TE (Häufigkeiten in Prozent), rechts: nach TE (Häufigkeiten in Prozent)

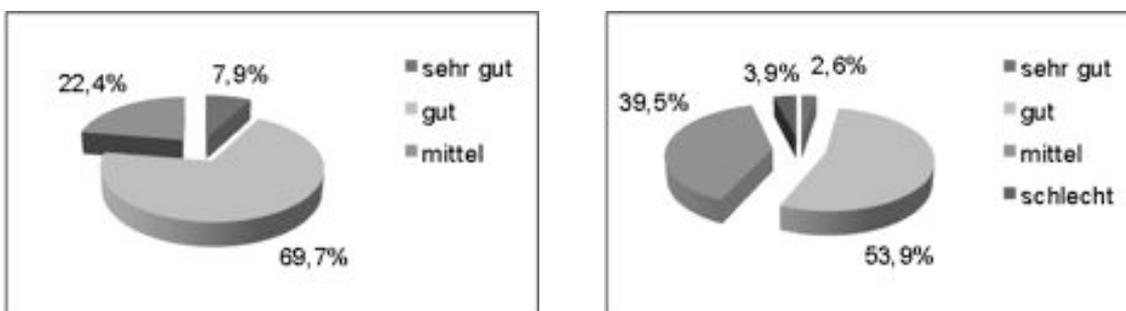


Abbildung 15: Häufigkeiten subjektives Schmeckempfinden Frauen vor und nach TE
Links: vor TE (Häufigkeiten in Prozent), rechts: nach TE (Häufigkeiten in Prozent)

Visualisiert sind die subjektiven Änderungen des Schmeckempfindens nach TE in Tabelle 9 sowie in Abbildung 14 und Abbildung 15. Im nichtparametrischen Test nach Wilcoxon sollen nun diese Unterschiede auf Signifikanz untersucht werden. Für die Frauen erbringt der Wilcoxon-Test eine zweiseitige asymptotische Signifikanz von $p < 0,001$ und damit ist das Schmeckempfinden postoperativ signifikant geringer. Das subjektive Schmeckempfinden der Männer ist mit $p = ,002$ signifikant schlechter nach TE im selbigen Testverfahren.

3.1.2 BEREICH DES N. VII

Es sollen Aussagen zur Veränderung des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie im Bereich der vorderen zwei Drittel der Zunge getroffen werden. Der maximal mögliche Schmeckscore beträgt 32, 16 pro Zungenseite. Um einen Überblick zu gewinnen werden zuerst die Gesamtscores für die vorderen zwei Drittel der Zunge der Patienten in Abhängigkeit von der Altersgruppe und dem Geschlecht mittels einer univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholungen geprüft. Dabei ergaben sich ein signifikanter Unterschied der Werte prä- und postoperativ sowie ein jeweils signifikanter Einfluss des Geschlechts und der Altersgruppe auf die Ergebnisse. Da keine Varianzhomogenität der Fehlervarianzen und Normalverteilung der Schmeckscores vorliegen, ist das Ergebnis so nicht verwertbar.

Es fiel daher die Entscheidung Männer und Frauen getrennt voneinander in Abhängigkeit von der Altersgruppe und dem Teilnehmerstatus Patient oder Proband zu untersuchen. Für dieses Verfahren eignet sich die Varianzanalyse für Messwiederholungen soweit die Fehlervarianzen gleich verteilt und für die Untergruppen eine Normalverteilung vorlag. Auf Grund der geringen Fallzahl in der Altersgruppe 36 bis 69 Jahre musste diese aus der vergleichenden Statistik zwischen Patienten und Probanden ausgeschlossen werden.

3.1.2.1 Ergebnisse Männer, N.VII, Altersgruppen A und B

Geprüft wurden in einer univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholungen 52 Patienten und 11 Probanden der Altersgruppen A und B. Die abhängige Variable war der Schmeckwert der vorderen zwei Drittel der Zunge prä- und postoperativ bzw. des ersten und zweiten Tests bei den Probanden. Als Zwischensubjektfaktoren wurden der Teilnehmerstatus und die Altersgruppen angegeben. Die deskriptiven Daten sind in Tabelle 10 aufgeführt.

| | Gruppe | Altersgruppe | μ | S | N |
|--|---------|---------------|-------|------|----|
| Präoperativ bzw 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patient | 14 – 25 Jahre | 24,05 | 4,77 | 39 |
| | | 26 – 35 Jahre | 21,92 | 4,75 | 13 |
| | | gesamt | 23,52 | 4,81 | 52 |
| | Proband | 14 – 25 Jahre | 25,20 | 3,56 | 5 |
| | | 26 – 35 Jahre | 24,50 | 5,39 | 6 |
| | | gesamt | 24,82 | 4,45 | 11 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 24,18 | 4,63 | 44 |
| | | 26 – 35 Jahre | 22,74 | 4,96 | 19 |
| | | gesamt | 23,75 | 4,74 | 63 |
| Postoperativ bzw 2. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patient | 14 – 25 Jahre | 25,49 | 4,97 | 39 |
| | | 26 – 35 Jahre | 23,85 | 5,20 | 13 |
| | | gesamt | 25,08 | 5,03 | 52 |
| | Proband | 14 – 25 Jahre | 26,60 | 3,36 | 5 |
| | | 26 – 35 Jahre | 25,33 | 4,60 | 6 |
| | | gesamt | 25,91 | 3,94 | 11 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 25,61 | 4,80 | 44 |
| | | 26 – 35 Jahre | 24,32 | 4,93 | 19 |
| | | gesamt | 25,22 | 4,84 | 63 |

Tabelle 10: Deskriptive Statistik Schmecken Männer N. VII, 1. Vs 2. Test

Es ist zu beobachten, dass der zweite Test sowohl in der Patienten- als auch in der Probandengruppe in beiden Altersgruppen höhere Mittelwerte liefert. In der Varianzanalyse sollte nun dieser Effekt auf Signifikanz und der Einfluss der Altersgruppen sowie des Teilnehmerstatus (Patient vs Proband) auf den Effekt untersucht werden.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|---|------------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1./2. Test | Pillai-Spur | 0,800 | 5,103 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,028 |
| | Wilks- Lambda | 0,920 | 5,103 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,028 |
| | | | | | | |
| 1./2.Test * Teilnehmerstatus | Pillai-Spur | 0,003 | 0,207 ^a | 1,000 | 59,00 | 0,651 |
| | Wilks- Lambda | 0,997 | 0,207 ^a | 1,000 | 59,00 | 0,651 |
| | | | | | | |
| 1./2.Test* Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,000 | 0,001 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,974 |
| | Wilks- Lambda | 1,000 | 0,001 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,974 |
| | | | | | | |
| 1./2.Test*Teilnehmer- status*Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,003 | 0,181 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,672 |
| | Wilks- Lambda | 0,997 | 0,181 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,672 |
| | | | | | | |

Tabelle 11: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Männer N. VII
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: 1./2. Test, Design: konstanter
Term+Teilnehmerstatus+Altersgruppen+Teilnehmerstatus*Altersgruppen

In der Varianzanalyse zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Faktors 1./2. Test ($p = ,028$) wobei weder der Teilnehmerstatus noch die Altersgruppen einen signifikanten Effekt auf das Ergebnis hatten. Demzufolge war das signifikant bessere zweite Testergebnis nicht auf die Tonsillektomie sondern lediglich auf die Wiederholung des Tests zurückzuführen, da es in der Probandengruppe ebenfalls auftrat. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zu sehen.

3.1.2.2 Ergebnisse Frauen, N. VII, Altersgruppen A und B

Wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben sollte nun auch mit den Schmeckwerten der Frauen verfahren werden. In die Statistik flossen insgesamt 69 Frauen der Patienten- und 13 Frauen der Kontrollgruppe ein. Die Altersgruppen- und Teilnehmerstatus Verteilung sind in Tabelle 12 aufgeführt.

| | Gruppe | Altersgruppe | μ | S | N |
|--|-----------|---------------|-------|------|----|
| Präoperativ bzw 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patientin | 14 – 25 Jahre | 27,47 | 2,53 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,41 | 3,19 | 22 |
| | | gesamt | 27,13 | 2,78 | 69 |
| | Probandin | 14 – 25 Jahre | 27,14 | 1,68 | 7 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,33 | 3,62 | 6 |
| | | gesamt | 26,77 | 2,66 | 13 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 27,43 | 2,42 | 54 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,39 | 3,21 | 28 |
| | | gesamt | 27,10 | 2,74 | 82 |
| Postoperativ bzw 2. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patientin | 14 – 25 Jahre | 27,91 | 2,94 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,82 | 2,91 | 22 |
| | | gesamt | 27,57 | 2,95 | 69 |
| | Probandin | 14 – 25 Jahre | 29,29 | 2,23 | 7 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,67 | 4,18 | 6 |
| | | gesamt | 28,08 | 3,43 | 13 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 28,09 | 2,88 | 54 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,79 | 3,13 | 28 |
| | | gesamt | 27,65 | 3,02 | 82 |

Tabelle 12: Deskriptive Statistik Schmecken Frauen, N. VII, 1. Vs 2. Test

In Analogie zu den Männern finden sich sowohl bei den Patientinnen sowie bei den Probandinnen beider Altersgruppen höhere Schmeckwerte im zweiten Test. Es sollte nun wiederum mit einer Varianzanalyse für Messwiederholungen und dem Innersubjektfaktor 1./2. Test sowie den Zwischensubjektfaktoren Altersgruppe und Teilnehmerstatus überprüft werden, ob dieses Unterschied signifikant und die Tonsillektomie oder Altersgruppe einen Einfluss auf dieses Ergebnis hatten.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|--|------------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1./2. Test | Pillai-Spur | 0,063 | 5,242 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,025 |
| | Wilks- Lambda | 0,937 | 5,242 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,025 |
| 1./2. Test * Teilnehmerstatus | Pillai-Spur | 0,016 | 1,239 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,269 |
| | Wilks- Lambda | 0,984 | 1,239 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,269 |
| 1./2. Test* Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,020 | 1,611 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,208 |
| | Wilks- Lambda | 0,980 | 1,611 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,208 |
| 1./2. Test*Teilnehmer- status*Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,019 | 1,482 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,227 |
| | Wilks- Lambda | 0,981 | 1,482 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,227 |

Tabelle 13: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Frauen N. VII
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: 1./2. Test, Design: konstanter
Term+Teilnehmerstatus+Altersgruppen+Teilnehmerstatus*Altersgruppen

Das Ergebnis gestaltete sich ähnlich wie bei den Männern. Der zweite Test ist signifikant besser mit $p = ,025$. Weder die Altersgruppe noch ob der Teilnehmer eine Tonsillektomie im Studienverlauf erhielt oder nicht, hatten einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis. Demzufolge bleibt nur die Schlussfolgerung, dass das zweimalige Durchführen des Schmecktests zu einer signifikanten Verbesserung des Ergebnisses führt oder unberücksichtigte Faktoren zu diesem Effekt beitragen.

3.1.3 BEREICH DES N. IX

Auf Grund der potentiellen Schädigungsmechanismen ist der Bereich des N. glossopharyngeus sicher der interessantere. Die statistische Analyse wurde in analoger Weise zu den vorangegangenen Untersuchungen der vorderen zwei Drittel der Zunge durchgeführt.

3.1.3.1 Ergebnisse Männer, N. IX, Altersgruppen A und B

Die deskriptiven Daten finden sich in Tabelle 14. Insgesamt zeigten sich die Mittelwertänderungen vom 1. zum 2. Test hier uneinheitlicher. In der Patientengruppe sanken die Werte von 22,15 auf 21,85 bei den 14 bis 25 Jährigen und sogar von 20,46 auf 19,00 bei den 26 bis 35 Jährigen.

| | Gruppe | Altersgruppe | μ | S | N |
|--------------------|---------|---------------|-------|------|----|
| Präoperativ bzw 1. | Patient | 14 – 25 Jahre | 22,15 | 6,22 | 39 |
| | | 26 – 35 Jahre | 20,46 | 4,10 | 13 |

| | | | | | |
|---|---------------|---------------|-------|------|----|
| Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | gesamt | | 21,73 | 5,76 | 52 |
| | Proband | 14 – 25 Jahre | 21,00 | 7,48 | 5 |
| | | 26 – 35 Jahre | 20,00 | 8,10 | 6 |
| | gesamt | | 20,45 | 7,44 | 11 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 22,02 | 6,29 | 44 |
| | | 26 – 35 Jahre | 20,32 | 5,40 | 19 |
| gesamt | | 21,51 | 6,04 | 63 | |
| Postoperativ bzw 2. Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | Patient | 14 – 25 Jahre | 21,85 | 5,70 | 39 |
| | | 26 – 35 Jahre | 19,00 | 6,73 | 13 |
| | gesamt | | 21,13 | 6,00 | 52 |
| | Proband | 14 – 25 Jahre | 23,00 | 6,00 | 5 |
| | | 26 – 35 Jahre | 19,17 | 9,62 | 6 |
| | gesamt | | 20,91 | 8,03 | 11 |
| Gesamt | 14 – 25 Jahre | 21,98 | 5,63 | 44 | |
| | 26 – 35 Jahre | 19,05 | 7,48 | 19 | |
| gesamt | | 21,10 | 6,33 | 63 | |

Tabelle 14: Deskriptive Statistik Schmecken Männer N. IX, 1. vs 2. Test

In der Probandengruppe stieg der Mittelwert von 21,00 auf 23,00 bei den 14 bis 25 Jährigen und fiel leicht von 20,00 auf 19,17 bei den 26 bis 35 Jährigen.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|---|--------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1./2. Test | Pillai-Spur | 0,001 | 0,031 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,860 |
| | Wilks-Lambda | 0,999 | 0,031 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,860 |
| 1./2. Test * Teilnehmerstatus | Pillai-Spur | 0,012 | 0,741 ^a | 1,000 | 59,00 | 0,393 |
| | Wilks-Lambda | 0,988 | 0,741 ^a | 1,000 | 59,00 | 0,393 |
| 1./2. Test* Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,023 | 1,367 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,247 |
| | Wilks-Lambda | 0,977 | 1,367 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,247 |
| 1./2. Test*Teilnehmerstatus*Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,004 | 0,243 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,624 |
| | Wilks-Lambda | 0,996 | 0,243 ^a | 1,000 | 59,000 | 0,624 |

Tabelle 15: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Männer N. IX
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: 1./2. Test, Design: konstanter Term+Teilnehmerstatus+Altersgruppen+Teilnehmerstatus*Altersgruppen

Die o.g. Mittelwertänderung waren jedoch in der Varianzanalyse nicht signifikant und sowohl der Teilnehmerstatus als auch die Altersgruppen beeinflussten das Ergebnis nicht. Zur Kontrolle wurden die Veränderungen im Schmeckwert bei den 26 bis 35 jährigen Patienten und 14 bis 25 jährigen Probanden einem T-Test für verbundene Stichproben unterzogen und es ergaben sich mit $p = ,268$ und $p = ,275$ ebenfalls keine signifikanten Veränderungen. Somit konnte ermittelt werden, dass in den zwei

Altersgruppen keine wesentliche Veränderung des Schmeckwertes nach TE im Bereich des N. IX auftritt.

3.1.3.2 Ergebnisse Frauen, N. IX, Altersgruppen A und B

Die Vortests für die Gruppe der 69 Patientinnen und 13 Probandinnen erbrachten Normalverteilungen der Schmeckwerte des 1. und 2. Tests im Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest sowie Varianzenhomogenität des 1. Tests mit $p = ,061$ und Varianzenheterogenität des zweiten Tests mit $p = ,004$. Dementsprechend wurde die Varianzanalyse ausgeführt und mittels T-Tests für verbundene Stichproben kontrolliert.

| Gruppe | | Altersgruppe | μ | S | N |
|--|---------------|---------------|-------|-------|----|
| Präoperativ bzw 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | Patientin | 14 – 25 Jahre | 26,02 | 3,72 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 25,50 | 3,79 | 22 |
| | | gesamt | 25,86 | 3,72 | 69 |
| | Probandin | 14 – 25 Jahre | 28,29 | 1,89 | 7 |
| | | 26 – 35 Jahre | 28,17 | 1,94 | 6 |
| | | gesamt | 28,23 | 1,833 | 13 |
| Gesamt | 14 – 25 Jahre | 26,31 | 3,607 | 54 | |
| | 26 – 35 Jahre | 26,07 | 3,62 | 28 | |
| | gesamt | 28,23 | 1,83 | 82 | |
| Postoperativ bzw 2. Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | Patientin | 14 – 25 Jahre | 26,45 | 3,24 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 24,64 | 5,08 | 22 |
| | | gesamt | 25,87 | 3,97 | 69 |
| | Probandin | 14 – 25 Jahre | 30,00 | 1,29 | 7 |
| | | 26 – 35 Jahre | 27,50 | 2,81 | 6 |
| | | gesamt | 28,85 | 2,41 | 13 |
| Gesamt | 14 – 25 Jahre | 26,91 | 3,28 | 54 | |
| | 26 – 35 Jahre | 25,25 | 4,79 | 28 | |
| | gesamt | 26,34 | 3,91 | 82 | |

Tabelle 16: Deskriptive Statistik Schmecken Frauen, N. IX, 1. vs 2. Test

In der deskriptiven Statistik der Tabelle 16 fällt auf, dass die Patientinnen nach Tonsillektomie in der Altersgruppe 14 bis 25 Jahre bessere ($\mu_1 = 26,02 \rightarrow \mu_2 = 26,45$) in der Altersgruppe von 26 bis 35 Jahre schlechtere ($\mu_1 = 25,50 \rightarrow \mu_2 = 24,64$) Schmeckwerte aufwiesen. Die Probandinnen der Altersgruppe 14 bis 25 Jahre steigerten sich von $\mu_1 = 28,29$ auf $\mu_2 = 30,00$ richtig erkannte Schmeckstreifen und die Probandinnen der Altersgruppe 26 bis 35 Jahre verschlechterten sich von $\mu_1 = 28,17$ auf $\mu_2 = 27,50$ richtig erkannte Schmeckstreifen bei allerdings kleiner Probandinnenzahl. Die Varianzanalyse für Messwiederholungen und den Innersubjektfaktoren 1. und 2. Test sowie den Zwischensubjektfaktoren Teilnehmerstatus und Altersgruppe sollte diesen Sachverhalt weiter aufklären.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|--|--------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1./2. Test | Pillai-Spur | 0,002 | 0,131 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,718 |
| | Wilks-Lambda | 0,998 | 0,131 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,718 |
| 1./2. Test * Teilnehmerstatus | Pillai-Spur | 0,010 | 0,780 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,269 |
| | Wilks-Lambda | 0,990 | 0,780 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,380 |
| 1./2. Test* Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,057 | 4,758 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,032 |
| | Wilks-Lambda | 0,943 | 4,758 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,032 |
| 1./2. Test*Teilnehmer- status*Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,005 | 0,421 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,518 |
| | Wilks-Lambda | 0,995 | 0,421 ^a | 1,000 | 78,000 | 0,518 |

Tabelle 17: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Frauen N. IX
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: 1./2. Test, Design: konstanter
Term+Teilnehmerstatus+Altersgruppen+Teilnehmerstatus*Altersgruppen

Aus der Varianzanalyse lies sich ableiten, dass der zweite Test nicht signifikant vom ersten Test unterschiedlich war aber die Altersgruppe einen signifikanten Einfluss hatte. Der Test der Zwischensubjekteffekte erbrachte einen signifikanten ($p = ,007$) Einfluss des Teilnehmerstatus. Führt man für die Altersgruppen und Teilnehmerstatus nun getrennt T-Tests für verbundene Stichproben hinsichtlich des Unterschiedes 1. und 2. Test aus, so waren diese alle nicht signifikant bis auf den der Probandinnen der Altersgruppe 14 bis 25 Jahre. In dieser Gruppe ($\mu_1 = 28,29$ auf $\mu_2 = 30,00$) war die Zunahme des Schmeckscores signifikant mit $p = ,037$ bei einer allerdings geringen Teilnehmerzahl von 7 Probandinnen. Zusammenfassend lässt sich auch für die Gruppe der Frauen sagen, dass eine relevante Veränderung des Schmeckens nach TE nicht stattgefunden hat.

3.2 EINFLUSS DER TONSILLEKTOMIE AUF DAS SCHMECKEN – HÄUFIGKEITZÄHLUNG

In den vorangegangenen Abschnitten wurde der Unterschied der Schmeckwerte anhand von Mittelwertvergleichen bestimmt. Dabei glichen sich Schmeckverbesserungen und Verschlechterungen innerhalb der Gruppen aus. Es konnten somit keine Einzelfälle betrachtet werden. In diesem Abschnitt soll ergründet werden, wie sich das Schmecken der einzelnen Personen durch die Tonsillektomie verändert. Dem Teilnehmer wurden prä- und postoperativ jeweils 32 Schmeckstreifen auf die vorderen zwei und auf das hintere Drittel der Zunge gelegt. War der Schmeckwert kleiner gleich 16 von 32 so sprechen wir von einem pathologischen

Schmecktest. Eine signifikante Änderung des Schmeckvermögens liegt allerdings auch bei einer Änderung von größer, gleich 6 Schmeckstreifen vor. Beispielfhaft sei hier der Abfall des Schmeckwertes von 26 auf 19 Schmeckstreifen der vorderen zwei Drittel der Zunge genannt. In diesem Fall ist der Test an sich nicht pathologisch, die Abnahme des Schmeckwertes jedoch signifikant.

3.2.1 HÄUFIGKEIT SIGNIFIKANTER ÄNDERUNGEN DES SCHMECKWERTES

Zuerst sollen die Patienten betrachtet werden. In Tabelle 18 sind die Angaben zum subjektiven Schmeckempfinden der Patienten dargestellt. In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits ausgeführt, dass das subjektive Schmeckempfinden nach TE signifikant schlechter war.

| | präoperatives subjektives Schmeckempfinden (%) | postoperatives subjektives Schmeckempfinden (%) |
|-----------|---|--|
| sehr gut | 11 (8,1) | 6 (4,4) |
| gut | 93 (68,9) | 72 (53,3) |
| mittel | 31 (23,0) | 50 (37,0) |
| schlecht | 0 | 7 (5,2) |
| gar nicht | 0 | 0 |
| gesamt | 135 | 135 |

Tabelle 18: subjektives Schmeckempfinden Patienten prä- vs postoperativ

In Tabelle 19 wird ersichtlich, dass 5 Patienten postoperativ vorn und 11 Patienten hinten signifikant schlechter schmeckten. Das sind 8,1 Prozent aller Patienten, die hinten und 4,4 Prozent vorn, postoperativ signifikant schlechter schmeckten. Wir wollen nun weiter untersuchen, wie viele dieser 5 und 11 Patienten sowohl signifikant schlechter schmeckten als auch beim postoperativen Test einen pathologischen Schmeckwert (≤ 16) boten.

| Unterschied Schmeckwerte prä- vs postoperativ vorn gesamt | | Unterschied Schmeckwerte prä- vs postoperativ hinten gesamt | |
|--|---------|---|---------|
| Häufigkeit | Prozent | Häufigkeit | Prozent |
| | | | |

| | | | | |
|--------------------------------|-----|------|-----|------|
| nicht signifikant | 121 | 89,6 | 116 | 85,9 |
| signifikant post OP schlechter | 5 | 3,7 | 11 | 8,1 |
| signifikant post OP besser | 9 | 6,7 | 8 | 5,9 |
| gesamt | 135 | 100 | 135 | 100 |

Tabelle 19: Unterschied Schmeckwerte vor und nach TE, Patienten

Im Bereich der vorderen zwei Drittel der Zunge fand sich ein männlicher Patient (0,7% aller Patienten), der sowohl postoperativ einen signifikant schlechteren Schmeckwert als auch einen pathologischen Schmecktest aufwies. Subjektiv hatte der Patient das Gefühl, bei beiden Tests mittel zu schmecken. Im Bereich des hinteren Drittels der Zunge fanden sich 7 (5,2% aller Patienten), 5 (3,7%) männliche und 2 (1,5%) weibliche Patienten, die sowohl postoperativ einen schlechteren Schmeckwert als auch einen pathologischen Schmecktest hatten. Alle diese Patienten hatten vor der OP keinen pathologischen Schmecktest. Der Patient mit dem postoperativ pathologischen Schmecktest der vorderen zwei Drittel der Zunge hatte auch postoperativ einen pathologischen Schmecktest des hinteren Drittels der Zunge.

| | Unterschied Schmeckwerte 1. vs 2. Test vorn gesamt | | Unterschied Schmeckwerte 1. vs 2. Test hinten gesamt | |
|--------------------------------|---|---------|---|---------|
| | Häufigkeit | Prozent | Häufigkeit | Prozent |
| nicht signifikant | 23 | 88,5 | 23 | 88,5 |
| 2. Test signifikant schlechter | 0 | 0 | 1 | 3,8 |
| 2. Test signifikant besser | 3 | 11,5 | 2 | 7,7 |
| gesamt | 26 | 100 | 26 | 100 |

Tabelle 20: Unterschied Schmeckwerte 1. und 2. Test, Probanden

Bei den Probanden, siehe Tabelle 20, war nur 1 Testergebnis des hinteren Drittels der Zunge beim 2. Test signifikant schlechter. Die Häufigkeit eines pathologischen neuen Schmecktestes im 2. Test ist zwischen Probandengruppe und Patientengruppe nicht signifikant unterschiedlich. ($p=0,77$) Untersucht man die Häufigkeiten pathologischer Schmecktests bei den Patienten vor und nach TE, so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Siehe dazu Tabelle 21.

| | pathologischer Schmecktest vor TE vorn (%) | pathologischer Schmecktest nach TE vorn (%) | pathologischer Schmecktest vor TE hinten (%) | pathologischer Schmecktest nach TE hinten (%) |
|---------------------|---|--|---|--|
| ja | 6 (4,4) | 6 (4,4) | 15 (11,1) | 18 (13,3) |
| nein | 129 (95,6) | 129 (95,6) | 120 (88,9) | 117 (86,7) |
| gesamt | 135 (100) | 135 (100) | 135 (100) | 135 (100) |
| Wilcoxon Z | | ,000 | | -,775 |
| asympt. Signifikanz | | 1,000 | | ,439 |

Tabelle 21: Häufigkeiten pathologischer Schmecktests vor und nach TE, Patienten

3.2.2 EINFLUSS DER OP – PARAMETER AUF DAS SCHMECKERGEBNIS

Betrachtet man die im vorangegangenen Kapitel genannten 7 Patienten (5 Männer, 2 Frauen) , die sowohl einen signifikant schlechteren Schmeckwert (≥ 6 Taste Strips Differenz) postoperativ als auch einen neuen pathologischen Schmecktest (≤ 16 Taste Strips) nach TE aufweisen, so fallen im wesentlichen zwei mögliche Ursachen ins Auge. Zum einen war die Intubationsdauer verlängert ($p = ,045$) und zum anderen traten mehr OP-Komplikationen ($p = ,003$) auf. Siehe auch Tabelle 22. Allerdings konnten nur die Daten von 4 betroffenen Patienten mit den Daten von über 120 nicht betroffenen Patienten verglichen werden.

| | | Nichtbetroffene Patienten | Patienten mit neuem pathologischen Schmecktest |
|-----------|---|------------------------------|---|
| OP- Dauer | N | 121 | 4 |
| | MW | 32,88 | 46,00 |
| | Median | 26,00 | 52,00 |
| | S | 18,00 | 18,90 |
| | Asymptotische Signifikanz ^a | | 0,160 |
| | N | 119 | 4 |
| | MW | 53,88 | 83,00 |

| | | | |
|--|--|-------|-------|
| Intubationsdauer | Median | 50,00 | 83,50 |
| | S | 20,95 | 31,08 |
| Asymptotische Signifikanz ^a | | 0,045 | |
| N (gesamt) | | 121 | 4 |
| N | | 9 | 2 |
| OP-Komplikationen | (Komplikationen) Prozent | 7,4 | 50,0 |
| | Asymptotische Signifikanz ^a | 0,003 | |

Tabelle 22: Einfluss von OP-Parametern auf pathologische Schmecktests
^aMann-Whitney-U-Test

Die Häufung von OP-Komplikationen, die bei den 2 betroffenen Patienten zum einen eine Vernähung beider Gaumenbögen bei starker Blutung und zum anderen eine Umstechung am rechten unteren Tonsillenpol bei ebenfalls starker Blutung waren, sowie die damit verbundene längere Intubations- und OP-Dauer scheinen einen Einfluss auf den postoperativen Schmecktest zu haben. Am wahrscheinlichsten scheint eine vermehrte bipolare Kauterisation bei starker Blutung die Ursache einer postoperativen Hypogeusie zu sein.

3.3 UNTERSCHIED SCHMECKEN N. VII UND N.IX

Im folgenden Abschnitt soll untersucht werden, ob es Unterschiede in der Wahrnehmung von Schmeckreizen zwischen den Versorgungsgebieten des N. VII (vordere zwei Drittel der Zunge) und N. IX (hinteres Drittel der Zunge) gibt. Dafür werden die Schmeckscores des 1. Tests der vorderen zwei Drittel der Zunge mit den Scores für das hintere Drittel der Zunge verglichen. Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung der Scores für beide Geschlechter zusammen erbringt signifikante Ergebnisse, nämlich $p = ,000$ für die richtig erkannten Schmeckstreifen im Bereich N. VII und $p = ,004$ für den Bereich N. IX. Es bestehen also für beide Tests keine Normalverteilungen, was auf den Unterschied zwischen Frauen und Männern und deren ungleiche Anzahl am Gesamtklientel zurückzuführen ist. Daher werden im Folgenden die Geschlechter getrennt voneinander analysiert.

3.3.1 UNTERSCHIED SCHMECKEN MÄNNER , N. VII vs N. IX

Zur Untersuchung kam die Varianzanalyse für Messwiederholungen, den Innersubjektfaktoren Schmeckwerte vordere zwei Drittel und hinteres Drittel der Zunge sowie den Zwischensubjektfaktoren Altersgruppe und Teilnehmerstatus zum Einsatz. Die deskriptiven Daten sind in Tabelle 23 zu sehen.

| | | Gruppe | Altersgruppe | μ | S | N |
|---|---------|--------|---------------|-------|------|----|
| 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patient | | 14 – 25 Jahre | 24,05 | 4,77 | 39 |
| | | | 26 – 35 Jahre | 21,92 | 4,76 | 13 |
| | | | 36 – 69 Jahre | 21,57 | 3,41 | 7 |
| | | | gesamt | 23,29 | 4,68 | 59 |
| | Proband | | 14 – 25 Jahre | 25,20 | 3,56 | 5 |
| | | | 26 – 35 Jahre | 24,50 | 5,39 | 6 |
| | | | 36 – 69 Jahre | 20,00 | | 1 |
| | | | gesamt | 24,42 | 4,46 | 12 |
| | Gesamt | | 14 – 25 Jahre | 24,18 | 4,63 | 44 |
| | | | 26 – 35 Jahre | 22,74 | 4,97 | 19 |
| | | | 36 – 69 Jahre | 21,38 | 3,20 | 8 |
| | | | gesamt | 23,48 | 4,64 | 71 |
| 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | Patient | | 14 – 25 Jahre | 22,15 | 6,22 | 39 |
| | | | 26 – 35 Jahre | 20,46 | 4,10 | 13 |
| | | | 36 – 69 Jahre | 16,00 | 5,71 | 7 |
| | | | gesamt | 21,05 | 6,01 | 59 |
| | Proband | | 14 – 25 Jahre | 21,00 | 7,48 | 5 |
| | | | 26 – 35 Jahre | 20,00 | 8,01 | 6 |
| | | | 36 – 69 Jahre | 18,00 | | 1 |
| | | | gesamt | 20,25 | 7,12 | 12 |
| | Gesamt | | 14 – 25 Jahre | 22,02 | 6,29 | 44 |
| | | | 26 – 35 Jahre | 20,32 | 5,39 | 19 |
| | | | 36 – 69 Jahre | 16,25 | 5,34 | 8 |
| | | | gesamt | 20,92 | 6,16 | 71 |

Tabelle 23: Deskriptive Statistik Männer N. VII vs N. IX

Betrachtet man die Ergebnisse in Tabelle 23, so waren in der Patienten- und Probandengruppe unabhängig vom Alter die Mittelwerte des Tests der vorderen zwei Drittel der Zunge höher als die des hinteren Drittels. Es fällt weiterhin auf, dass die Mittelwerte der Patientengruppe allgemein niedriger als die der Probandengruppe waren und mit steigendem Alter in beiden Vergleichsgruppen abnehmen.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|-----------------|--------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| N. VII vs N. IX | Pillai-Spur | 0,115 | 8,459 ^a | 1,000 | 65,000 | 0,005 |
| | Wilks-Lambda | 0,885 | 8,459 ^a | 1,000 | 65,000 | 0,005 |

| | | | | | | |
|---|--------------|-------|--------------------|-------|--------|-------|
| N. VII vs N. * Teilnehmerstatus | Pillai-Spur | 0,001 | 0,069 ^a | 1,000 | 65,000 | 0,794 |
| | Wilks-Lambda | 0,999 | 0,069 ^a | 1,000 | 65,000 | 0,794 |
| N. VII vs N. * Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,001 | 0,034 ^a | 2,000 | 65,000 | 0,967 |
| | Wilks-Lambda | 0,999 | 0,034 ^a | 2,000 | 65,000 | 0,967 |
| N. VII vs N. * *Teilnehmerstatus*Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,017 | 0,565 ^a | 2,000 | 65,000 | 0,571 |
| | Wilks-Lambda | 0,983 | 0,565 ^a | 2,000 | 65,000 | 0,571 |

Tabelle 24: multivariate Tests: Unterschied N. VII und N. IX, Männer
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: N. VII und N. IX Test, Design: konstanter Term+Teilnehmerstatus+Altersgruppen+Teilnehmerstatus*Altersgruppen

In Tabelle 24 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse zu sehen. Der Unterschied der Schmeckscores N. VII und N. IX war mit $p = ,005$ signifikant, wobei die Werte im Bereich der vorderen zwei Drittel höher waren. Weder der Teilnehmerstatus noch die Altersgruppe beeinflussten dieses Ergebnis.

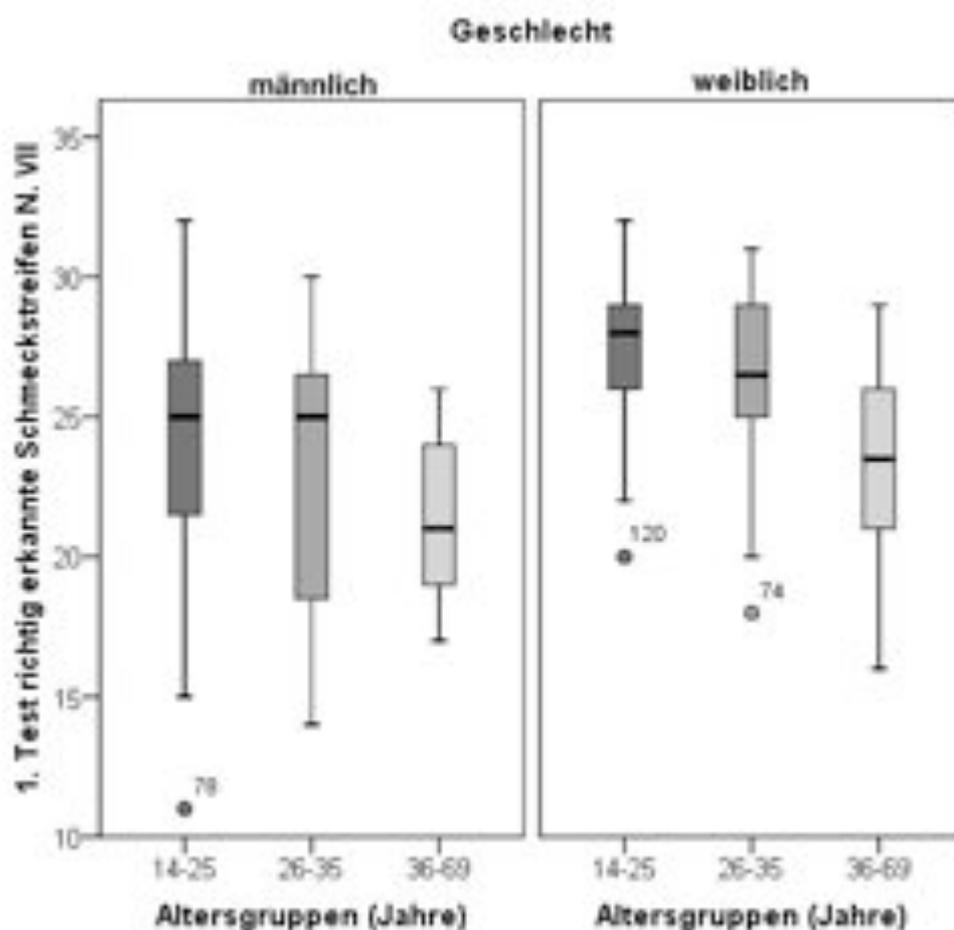


Abbildung 16: Schmeckwerte 1. Test N. VII männliche vs weibliche Teilnehmer
Fette Linie = Median, obere / Untere Boxränder = Interquartilgrenzen 1. / 3. Quartil, Ausläufer = Minimum und Maximum, Punkt = Ausreißer mit Teilnehmernummer

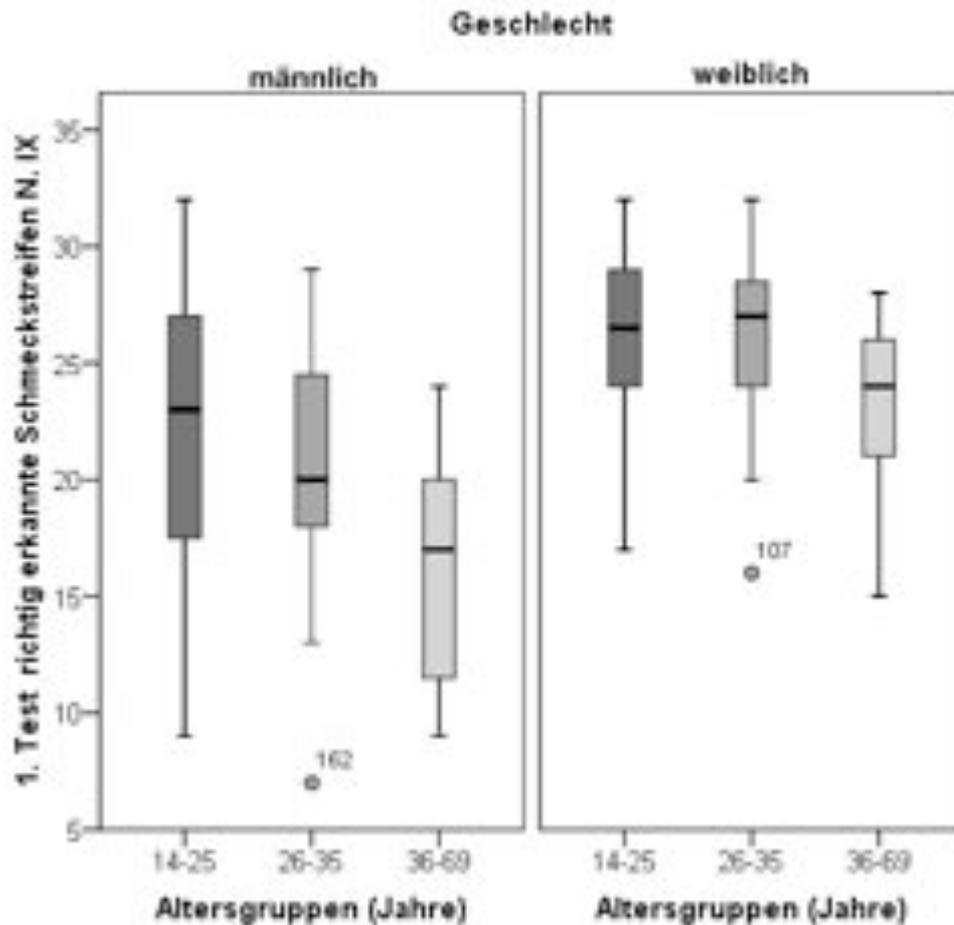


Abbildung 17: Schmeckwerte 1. Test N. IX männliche vs weibliche Teilnehmer
Fette Linie = Median, obere / Untere Boxränder = Interquartilgrenzen 1. / 3. Quartil,
Ausläufer = Minimum und Maximum, Punkt = Ausreißer mit Teilnehmernummer

Abbildung 16 und Abbildung 17 ermöglichen einen visuellen Eindruck der Unterschiede der Schmeckwerte sowohl der Bereiche der Nn. VII und IX als auch zwischen den Geschlechtern. Diese Grafiken berücksichtigen allerdings nicht den Teilnehmerstatus aber die Unterschiede der Altersgruppen.

3.3.2 UNTERSCHIED SCHMECKEN FRAUEN , N. VII vs N. IX

In Analogie zum Kapitel 3.3.1 sollten die Schmeckwerte der 90 Frauen der Studie auf Unterschiede zwischen den Nn. VII und IX untersucht werden. Es kam die Varianzanalyse für Messwiederholungen, den Innersubjektfaktoren Schmeckwerte vordere zwei Drittel und hinteres Drittel der Zunge sowie den Zwischensubjektfaktoren

Altersgruppe und Teilnehmerstatus zum Einsatz. Die deskriptiven Daten sind in Tabelle 25 zu sehen.

| Gruppe | | Altersgruppe | μ | S | N |
|---|--------------|---------------|-------|-------|----|
| 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patientinnen | 14 – 25 Jahre | 27,47 | 2,53 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,41 | 3,19 | 22 |
| | | 36 – 69 Jahre | 23,29 | 4,35 | 7 |
| | | gesamt | 26,78 | 3,12 | 76 |
| | Probandinnen | 14 – 25 Jahre | 27,14 | 1,68 | 7 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,33 | 3,62 | 6 |
| | | 36 – 69 Jahre | 23,00 | | 1 |
| | | gesamt | 26,50 | 2,74 | 14 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 27,43 | 2,42 | 54 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,39 | 3,21 | 28 |
| | | 36 – 69 Jahre | 23,25 | 4,03 | 8 |
| | | gesamt | 26,73 | 3,05 | 90 |
| 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | Patientinnen | 14 – 25 Jahre | 26,02 | 3,72 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 25,50 | 3,79 | 22 |
| | | 36 – 69 Jahre | 23,00 | 4,47 | 7 |
| | | gesamt | 25,59 | 3,86 | 76 |
| | Probandinnen | 14 – 25 Jahre | 28,29 | 1,89 | 7 |
| | | 26 – 35 Jahre | 28,17 | 1,94 | 6 |
| | | 36 – 69 Jahre | 24,00 | | 1 |
| | | gesamt | 27,93 | 2,10 | 14 |
| | Gesamt | 14 – 25 Jahre | 26,31 | 3,61 | 54 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,07 | 3,62 | 28 |
| | | 36 – 69 Jahre | 23,13 | 4,155 | 8 |
| | | gesamt | 25,96 | 3,73 | 90 |

Tabelle 25: Deskriptive Statistik Frauen N. VII vs N. IX

In der deskriptiven Statistik fiel auf, dass die Patientinnen im Bereich des N. IX verglichen zum Bereich des N. VII kleinere Schmeckwerte und die Probandinnen dagegen höhere Ergebnisse erreichten.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|------------------------------------|--------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| N. VII vs N. IX | Pillai-Spur | 0,001 | 0,113 ^a | 1,000 | 84,000 | 0,737 |
| | Wilks-Lambda | 0,999 | 0,113 ^a | 1,000 | 84,000 | 0,737 |
| N. VII vs N. * Teilnehmerstatus | Pillai-Spur | 0,032 | 2,788 ^a | 1,000 | 84,000 | 0,099 |
| | Wilks-Lambda | 0,968 | 2,788 ^a | 1,000 | 84,000 | 0,099 |
| N. VII vs N. * Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,005 | 0,203 ^a | 2,000 | 84,000 | 0,817 |
| | Wilks-Lambda | 0,995 | 0,203 ^a | 2,000 | 84,000 | 0,817 |
| N. VII vs N. *Teilnehmer- | Pillai-Spur | 0,002 | 0,077 ^a | 2,000 | 84,000 | 0,926 |
| | Wilks-Lambda | 0,998 | 0,077 ^a | 2,000 | 84,000 | 0,926 |

status*Altersgruppen Lambda

Tabelle 26: multivariate Tests: Unterschied N. VII und N. IX, Frauen
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: N. VII und N. IX Test, Design: konstanter
Term+Teilnehmerstatus+Altersgruppen+Teilnehmerstatus*Altersgruppen

Im Kontrast zu den Männern gab es bei den Frauen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Nerven. Was auffiel war der Effekt des Teilnehmerstatus auf den Unterschied zwischen den Schmeckwerten der Nn. VII und IX. Dies kam durch den besseren Schmecktest der Probanden im Bereich des hinteren Drittels der Zunge zustande. Auf Grund dessen und des doch deutlichen Unterschiedes der Schmeckwerte der Altersgruppen A und B sollten diese noch einmal gesondert betrachtet werden.

| | Gruppe | Altersgruppe | μ | S | N |
|---|--------------|---------------|-------|------|----|
| 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen vorn gesamt | Patientinnen | 14 – 25 Jahre | 27,47 | 2,53 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 26,41 | 3,19 | 22 |
| | | gesamt | 27,13 | 2,78 | 69 |
| 1. Test richtig erkannte Schmeckstreifen hinten gesamt | Patientinnen | 14 – 25 Jahre | 26,02 | 3,72 | 47 |
| | | 26 – 35 Jahre | 25,50 | 3,79 | 22 |
| | | gesamt | 25,86 | 3,72 | 69 |

Tabelle 27: Deskriptive Statistik Frauen N. VII vs N.IX

Die Unterschiede im Schmeckwert der 69 Patientinnen zwischen N.VII und N.IX betragen in Altersgruppe A 1,45 und in Altersgruppe B 0,91. Siehe dazu auch Tabelle 27.

| Effekt | | Wert | F | Hypothese df | Fehler df | P |
|---------------------------------|-------------|-------|--------------------|-----------------|--------------|-------|
| N. VII vs N. IX | Pillai-Spur | 0,101 | 7,496 ^a | 1,000 | 67,000 | 0,008 |
| | Wilks- | 0,899 | 7,496 ^a | 1,000 | 67,000 | 0,008 |
| | Lambda | | | | | |
| N. VII vs N. * Altersgruppen | Pillai-Spur | 0,006 | 0,390 ^a | 1,000 | 67,000 | 0,534 |
| | Wilks- | 0,994 | 0,390 ^a | 1,000 | 67,000 | 0,534 |
| | Lambda | | | | | |

Tabelle 28: multivariate Tests: Unterschied N. VII und N. IX, Frauen Altersgruppen A und B
a: exakte Statistik, Innersubjektfaktor: N. VII und N. IX Test, Design: konstanter
Term+ Altersgruppen

Die Ergebnisse der Varianzanalyse sind in Tabelle 28 zu sehen. Mit $p = ,008$ zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Schmeckwerte zwischen N. VII und N.IX beim ersten

Test. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellt.

3.3.3 UNTERSCHIED SCHMECKEN MÄNNER VERSUS FRAUEN

In diesem Abschnitt soll der Unterschied der Schmeckleistung zwischen Männern und Frauen betrachtet werden. In die Untersuchung wurden 59 Männer und 76 Frauen eingeschlossen. Betrachtet wurden jeweils die ersten Tests für das Schmecken der zwei vorderen und des hinteren Drittels der Zunge. Der Mittelwert für den N.VII lag bei den Männern bei 23,29, der Median bei 24,00 Schmeckstreifen, für den N.IX ergab sich ein Mittelwert von 21,05 und ein Median von 22,00. Die Frauen lagen mit einem MW von 26,78 , einem Median von 27,00 für die vorderen zwei Drittel sowie einem MW von 25,59 und einem Median von 26,00 für das hintere Drittel der Zunge deutlich über den Schmeckwerten der Männer. Da die Schmeckwerte bei den Frauen nicht normal verteilt waren, wurde auf die nichtparametrischen Tests zurückgegriffen. (Bühl 2002) Die Daten sind in Tabelle 29 zu sehen.

| | Männer | | Frauen | |
|----------------------|--------|-------|--------|-------|
| | N. VII | N. IX | N. VII | N. IX |
| Anzahl | 59 | 59 | 76 | 76 |
| Mittelwert | 23,29 | 21,05 | 26,78 | 25,59 |
| Median | 24,00 | 22,00 | 27,00 | 26,00 |
| S | 4,68 | 6,01 | 3,12 | 3,86 |
| Shapiro-Wilk P | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,02 |
| Kolmogorov-Smirnov P | 0,24 | 0,15 | 0,02 | 0,02 |

Tabelle 29: Deskriptive Daten und Normalverteilungstests Männer vs Frauen Schmecken

Die Unterschiede zwischen Männern und Frauen sind sowohl im Mann-Whitney als auch im Kolmogorov-Smirnov-Test bei zwei unabhängigen Stichproben mit einer zweiseitigen asymptotischen Signifikanz von $p < 0,001$ signifikant.

| | Männer vs Frauen N. VII | Männer vs Frauen N. IX |
|----------------|-------------------------|------------------------|
| Mann-Whitney-U | 1204,50 | 1212,50 |
| Wilcoxon-W | 2974,50 | 2982,50 |
| Z | -4,62 | -4,58 |

| | | |
|---------------------------|------|------|
| Asymptotische Signifikanz | 0,00 | 0,00 |
| Kolmogorov-Smirnov-Z | 2,23 | 2,11 |
| Asymptotische Signifikanz | 0,00 | 0,00 |

Tabelle 30: Nonparametrische Tests Schmecken Männer vs Frauen

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Frauen unabhängig vom Schmeckort besser schmeckten als die Männer. Die Zahlenwerte finden sich in Tabelle 30.

3.4 ERGEBNISSE DER RIECHTESTUNG

Bei jedem Teilnehmer der Studie wurde vor den Schmecktests jeweils ein Identifikationstest mit der Sniffin´ Sticks 12er Testbatterie pro Nasenseite durchgeführt. Ein Gesamtergebnis von <18 wurde als pathologisch im Sinne des Verdachts auf eine Hyposmie gewertet.

3.4.1 ERGEBNISSE PATIENTEN

Bei allen 135 Patienten konnten die Riechtests erfolgreich durchgeführt werden. Es ist zu bemerken, dass ein leichter Anstieg des Mittelwertes vom ersten auf den zweiten Test stattfand ($p < 0,001$). Präoperativ hatten 16,3% und postoperativ 12,6% einen pathologischen Identifikationstest ($p < 0,001$). Die Daten sind in Tabelle Tabelle 31 dargestellt.

| | Präoperativ richtig erkannte Gerüche gesamt | Postoperativ richtig erkannte Gerüche gesamt | Differenz (postoperativ – präoperativ) |
|---------------------|---|--|--|
| N | 135 | 135 | 135 |
| MW | 19,81 | 20,44 | 0,63 |
| Median | 20 | 21 | |
| S | 2,67 | 2,73 | 1,91 |
| Min | 8,00 | 10,00 | - 8,00 |
| Max | 24,00 | 24,00 | 8,00 |
| Pathologischer Test | 22 (16,3%) | 17 (12,6%) | |
| Differenz > -1 | | | 13 (9,6%) |
| Differenz > +1 | | | 34 (25,2%) |

Tabelle 31: Ergebnisse Riechtests Patienten

Eine relevante Veränderung des Identifikationswertes besteht, wenn sich dieser um mehr als eins verändert. Diesbezüglich hatten 9,6% der Patienten im zweiten Test schlechter und 25,2% besser gerochen als im ersten. Insgesamt hatten 7 Patienten postoperativ einen neuen pathologischen Riechtest, 10 blieben unverändert pathologisch und 5 verbesserten sich auf einen nicht pathologischen Identifikationstest. Zusammenfassend fand sich ein statistisch signifikanter leichter Anstieg der Mittelwerte vom ersten auf den zweiten Identifikationstest sowie eine statistisch signifikante Abnahme der pathologischen Riechtests vom prä- zum postoperativen Test.

3.5 INTERAKTION RIECHEN UND SCHMECKEN

Hyp- und Anosmiker schmecken schlechter als Gesunde. (Hummel, Nesztler et al. 2001; Gudziol, Rahneberg et al. 2007) Daher sollen die Daten der Riechtests der Patienten, die postoperativ sowohl einen signifikant schlechteren Schmeckwert als auch einen neuen pathologischen Schmecktest hatten und die Schmeckwerte der Patienten, die postoperativ einen neuen pathologischen Riechtest hatten, näher betrachtet werden.

| Patient Nr. | Riechen präOP (subjektiv) | Riechen postOP (subjektiv) | Differenz (postOP-präOP) | Geschlecht | Alter | Schmeckwert | |
|-------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|------------|-------|-----------------------|----------|
| | | | | | | präOP | postOP |
| 1 | 18 (gut) | 10 (gut) | -8 | m | 24 | N.VII: 25 N.IX: 26 | 28 20 |
| 12 | 18 (gut) | 16 (gut) | -2 | m | 36 | N.VII: 18 N.IX: 13 | 17 14 |
| 68 | 20 (gut) | 17 (gut) | -3 | w | 66 | N.VII: 26 N.IX: 20 | 24 23 |
| 103 | 18 (mittel) | 17 (mittel) | -1 | w | 31 | N.VII: 27 N.IX: 23 | 27 24 |
| 111 | 19 (gut) | 16 (gut) | -3 | w | 21 | N.VII: 30 N.IX: 24 | 31 27 |
| 112 | 18 (mittel) | 16 (gut) | -2 | m | 25 | N.VII: 24 N.IX: 20 | 28 16 |

| | | | | | | | |
|-----|----------|----------|----|---|----|-----------|----|
| 119 | 19 (gut) | 16 (gut) | -3 | w | 16 | N.VII: 26 | 29 |
| | | | | | | N.IX: 26 | 27 |

Tabelle 33: Schmeckwerte Patienten mit neuem pathologischen Riechtest

Nur ein Patient (Nr. 112) verschlechtert sich von einem präoperativ normalen auf einen postoperativ pathologischen Schmecktest im Bereich des hinteren Drittels der Zunge. Siehe Tabelle 33. Die kurzfristige Verschlechterung des Riechtests hat keinen großen Einfluss auf das Schmeckvermögen in der untersuchten Patientengruppe.

| Patienten Nr. | Riechen präOP (subjektiv) | Riechen postOP (subjektiv) | Differenz (postOP- präOP) | Schmeckwert schlechter | Alter | Geschlecht |
|------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------|------------|
| 5 | 19 (mittel) | 21 (mittel) | 2 | N.IX | 30 | m |
| 17 | 22 (gut) | 22 (gut) | 0 | N.IX | 34 | m |
| 20 | 23 (gut) | 22 (gut) | -1 | N.IX | 28 | w |
| 25 | 17 (mittel) | 23 (mittel) | 6 | N.IX | 31 | w |
| 30 | 22 (mittel) | 21 (mittel) | -1 | N.IX | 23 | m |
| 44 | 21 (gut) | 22 (gut) | 1 | N.IX | 40 | m |
| 85 | 15 (mittel) | 14 (mittel) | -1 | N.IX und VII | 25 | m |

Tabelle 34: Riechtests der Patienten mit neuem pathologischen und signifikant schlechterem Schmecktest postoperativ

Von den Patienten mit einem postoperativ neu aufgetretenen signifikant schlechteren Schmeckwert (≥ -6 zum Vortest) und einem neuen pathologischen Schmecktest (Schmeckwert ≤ 16) hatte keiner einen postoperativ neuen pathologischen Riechtest. Siehe Tabelle 34. Demzufolge ist das schlechtere Schmeckergebnis postoperativ nicht auf eine neue Schädigung der Riechwahrnehmung zurückzuführen.

Zusammenfassend scheinen kurzfristige Verschlechterungen der Riechleistung keinen relevanten Einfluß auf das Schmeckvermögen und Verschlechterungen des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie keinen starken Einfluß auf den orientierenden Riechtest in der untersuchten Patientengruppe zu haben.

3.6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

- Frauen und Männer schmecken nach der Tonsillektomie subjektiv signifikant schlechter.
- Anhand der Häufigkeitsvergleiche ergeben sich Hinweise, dass bei etwa 5% der Patienten 2-5 Tage nach Tonsillektomie eine leichte Änderung des Schmeckvermögens auftreten kann.
- Es wurde kein kompletter Schmeckverlust nach Tonsillektomie beobachtet.
- OP-Komplikationen scheinen einen Einfluss auf das postoperative Schmeckvermögen zu haben.
- Patienten und Probanden schmecken im Bereich N. VII signifikant besser als im Bereich N. IX.
- Patientinnen der Altersgruppen A und B schmecken im Bereich des N. VII signifikant besser als im Bereich des N. IX.
- Frauen schmecken sowohl im Bereich des N.VII als auch im Bereich des N. IX besser als Männer.
- Männer und Frauen der Altersgruppen A und B haben in den Mittelwerttests im zweiten Test unabhängig ob mit oder ohne TE einen signifikant besseren Schmeckwert im Bereich N. VII
- Im Bereich des N. IX haben Männer und Frauen, abgesehen von den Probandinnen der Altersgruppe 14-25 Jahre, ob mit oder ohne TE in den Mittelwerttests keinen signifikant unterschiedlichen Schmeckwert im zweiten Test; die Probandinnen der Altersgruppe 14-25 Jahre schmecken im zweiten Test signifikant besser.
- Mit den Mittelwerttests lässt sich keine Schmeckstörung nach Tonsillektomie herausarbeiten.

- Kurzfristige Verschlechterungen der Riechleistung haben keinen relevanten Einfluss auf den Schmeckwert und Verschlechterungen des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie keinen Einfluss auf den orientierenden Riechtest in der Patientengruppe.

4 Diskussion

4.1 DISKUSSION DER TESTMETHODEN UND ERGEBNISSE

Ziel dieser Promotionsarbeit war es, die Beziehung zwischen Schmeckstörungen und Tonsillektomie genauer zu untersuchen. Die bisherigen Ergebnisse zur Inzidenz von Schmeckstörungen nach TE sind uneinheitlich. (Arnhold-Schneider und Bernemann 1987; Collet, Eloy et al. 2005; Tomofuji, Sakagami et al. 2005; Mueller, Khatib et al. 2007) Zudem existieren nur 3 prospektive Untersuchungen zu dieser Fragestellung mit teilweise sehr geringen Patientenzahlen. Siehe dazu auch Kapitel 1.10. Im Rahmen der Studie wurden bei 135 Patienten und 26 Probanden umfangreiche psychophysische Schmecktests sowie orientierende Riechtests durchgeführt. Dabei konnte die etablierte Methodik der Taste Strips und Sniffin`Sticks angewandt werden. (Hummel, Sekinger et al. 1997; Mueller, Kallert et al. 2003) Auf Grund des deutlichen Einflusses von Schmeckstörungen auf die Lebensqualität und Ernährung sowie die hohe Elektivität des Eingriffes der Tonsillektomie erscheinen Daten zur Inzidenz der Schmeckstörung nach TE für die Patienteninformation nützlich und im medikolegalen Zusammenhang sinnvoll. (Chilla und Limberg 1980; Maes, Huygh et al. 2002)

Die Auswertung der Schmecktests erfolgte an Hand zuvor festgelegter Grenzwerte. Zwischenzeitlich wurden neue Grenzwerte für die Schmeckstreifen veröffentlicht, die an einer großen Probandengruppe evaluiert worden waren. (Landis, Welge-Luessen et al. 2009) Bei den Frauen zwischen 18. und 40. Lebensjahr konnte nun ein Schmeckwert kleiner 19 als pathologisch definiert werden, während in dieser Studie von kleiner 17 ausgegangen wurde. Die Nachschau der Daten brachte aber keine Änderung der hier dargestellten Ergebnisse.

4.1.1 TESTDURCHFÜHRUNG

Die Herstellung der Taste Strips und die vollständige Testdurchführung oblag dem Promovenden allein. Diesbezüglich ist ein systematischer Fehler auf Grund mehrerer Durchführender ausgeschlossen. Da es sich bei dem Schmecktest um einen psychophysischen Test handelt, spielt die Tagesform und Motivation der Teilnehmenden ebenfalls eine Rolle für das Ergebnis. (Mattes 1988) Im Testdesign war ein Konzentrationstest zur Kontrolle der Vigilanz der Patienten nicht anwendbar und

ein objektiver Test, wie z.B. gustatorisch evozierte Potentiale als Kontrolle, z.Z. nicht klinisch nutzbar. (Kobal 1985; Min und Sakamoto 1998) Die Wiederholung der Tests erfolgte zwischen dem 3. und 5. Tag nach den initialen Tests. Diesbezüglich ist ein Lerneffekt nicht auszuschließen. Naturgemäß gestaltet sich die Auflage der Schmeckstreifen auf das hintere Drittel der Zunge patientenabhängig nicht immer einfach. Dies hängt auch mit dem unterschiedlichen Schmerzempfinden und daran gekoppeltem Öffnungsverhalten des Mundes zusammen. Insgesamt war die Platzierung der Streifen aber bei allen Patienten zufriedenstellend möglich. Zur genaueren Betrachtung könnte in folgenden Studien eine Erfassung der aktuellen Schmerzen des Patienten z.B. als VAS und die Mundöffnung in Zentimeter sinnvoll sein. Möglicherweise erklären die postoperativen Schmerzen die subjektive Hypogeusie. (Mueller, Khatib et al. 2007) In der Studie wurden keine Serumelektrolytwerte gemessen um eventuelle alimentär bedingte Schmeckstörungen auszuschließen. Diese erscheinen dem Autor aber bei sichergestellter Vollwertkost im klinischen Setting als eher unwahrscheinlich. (Yoshida, Endo et al. 1991; Tomofuji, Sakagami et al. 2005)

4.1.2 ERGEBNISSE

4.1.2.1 Schmeckstörungen nach Tonsillektomie - Mittelwertvergleiche

Alle Teilnehmer wurden prä- und postoperativ zum subjektiven Schmeckempfinden befragt und gaben dies auf einer 5-stufigen Skala an. Statistisch ergab sich für die Frauen ein mit $p < 0,001$ und für die Männer mit $p = ,002$ signifikanter Unterschied im Sinne eines postoperativ schlechteren Schmeckempfindens. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Studie von Mueller et al, in der eine ebenfalls signifikante subjektive Verschlechterung des Geschmacks nach TE ($p < 0,001$) auffiel. (Mueller, Khatib et al. 2007) Befragte man die Patienten genauer zu ihrer „Schmeckstörung“ beschrieben sie dies oft als eigenartiges Gefühl, teilweise Taubheit auf der Zunge. Sicherlich spielt der postoperative Schmerz ebenfalls eine wichtige Rolle für das subjektive Schmeckempfinden und sollte in zukünftigen Studien registriert werden. Desweiteren wurde oft der durch die Beläge der Wundbetten evidente unangenehme Geruch als schlechter Geschmack interpretiert. Sinnvoll wäre sicher eine Sensibilitätstestung der Zunge nach TE.

Betrachtet man die Mittelwerte der Schmeckwerte vor und nach Tonsillektomie im Bereich des N. VII so schmecken Männer und Frauen im Alter von 14 bis 35 Jahren

unabhängig vom Teilnehmerstatus Proband oder Patient im zweiten Test signifikant besser. ($p = ,028$ Männer, $p = ,025$ Frauen) Im Bereich des N. IX schmecken die Patienten im zweiten Test nicht signifikant unterschiedlich und lediglich in der Probandinnengruppe der 14 bis 25 Jährigen findet sich ein signifikant besserer zweiter Schmecktest. ($p = ,037$) Das Ergebnis ist konsistent mit der Studie von Mueller et al, die ebenfalls keine signifikante Verschlechterung des Schmecktestes nach TE fanden. Der unabhängig vom Teilnehmerstatus bessere 2. Schmecktest im Bereich des N. VII beschreibt möglicherweise einen Trainingseffekt. Dies erscheint bei Unterschieden von im Mittel ein bis zwei Schmeckstreifen gut möglich. Eine Reevaluierung der Test-Retest-Reliabilität der Taste Strips an einem großen Probandenkollektiv erscheint daher sinnvoll.

Zusammenfassend kann bei Betrachtung der Mittelwerte der Schmeckwerte zumindest keine Verschlechterung des Schmeckens nach TE gefunden werden.

4.1.2.2 Schmeckstörungen nach Tonsillektomie – Häufigkeitsvergleiche

Betrachtet man die Änderung des Schmeckwertes personenbezogen, bietet sich ein anderes Bild, da dann die Patienten mit besserem Schmeckwert im zweiten Test nicht die vorhandenen signifikant schlechteren Schmeckwerte ausgleichen. Im Bereich des N. VII schmeckten 3,7% der Patienten signifikant schlechter (≥ 6 Taste Strips weniger) und 6,7% besser (≥ 6 Taste Strips mehr als im ersten Test). Auf dem hinteren Drittel der Zunge schmeckten 8,1% der Patienten signifikant schlechter und 5,9% signifikant besser. Von den 11 Patienten mit postoperativ schlechterem Schmeckergebnis schmeckten 7 (5 Männer, 2 Frauen) sowohl signifikant schlechter (≥ 6 Tast Strips) und hatten postoperativ einen neu aufgetretenen pathologischen Schmecktest (≤ 16 Taste Strips). Ein Patient hatte dieselbe Konstellation im Bereich N. VII. Statistisch bestand allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen der Häufigkeit neu aufgetretener pathologischer und signifikant schlechterer Schmecktests zwischen der Patienten und Probandengruppe. Am wahrscheinlichsten ist dies auf die zu kleine Probandengruppe von unter 30 Probanden zurückzuführen. Die Anzahl der pathologischen Schmecktests zwischen präoperativem und postoperativem Test blieb konstant bei 6 im Bereich des N. VII und stieg von 15 auf 18 im Bereich des N.IX.

Mueller et al und Arnhold-Schneider et al konnten in ihren Studien keine Schmeckstörungen nach TE feststellen, wobei sich Mueller et al nur auf Mittelwerte psychophysischer Schmecktests bezogen. Tomofuji et al fanden bei 1 von 35

Patienten (2,9%) vorübergehend erhöhte Schwellenwerte in der Elektrogustometrie nach TE. (Arnhold-Schneider und Bernemann 1987; Tomofuji, Sakagami et al. 2005; Mueller, Khatib et al. 2007) Die Ergebnisse dieser Studie liegen mit 5,2% der Patienten mit neu aufgetretenem pathologischen und signifikant schlechterem 2 Schmecktest nach TE in ähnlicher Größenordnung. Zur endgültigen Klärung ob diese Häufigkeiten zufällig sind oder nicht, muss die Probandengruppe deutlich vergrößert werden.

4.1.2.3 OP- Komplikationen und Schmeckstörungen

Von insgesamt 4 von 7 Patienten mit postoperativ neu aufgetretenem pathologischen Schmecktest und signifikant schlechterem Schmeckscore lagen die Daten der OP-Dokumentation (OP-Dauer, Intubationszeit, OP-Komplikationen) vor. In die Gruppe der Patienten ohne neuen pathologischen Schmecktest konnten 121 und 119 Patienten integriert werden. Bei den Patienten mit neuem pathologischen Schmecktest gab es in 50% der Fälle OP-Komplikationen und in der Vergleichsgruppe nur bei 7,4%. (Ohtuka, Tomita et al. 1994) Dokumentiert wurden starke intraoperative Blutungen, Vernähung der Gaumenbögen, Umstechungen und ähnliches. Die Intubationsdauer war in der Gruppe der Betroffenen signifikant länger. ($p = ,045$) Auf Grund dieser Ergebnisse erscheint eine Hypogeusie durch die TE möglich. Der Verdacht einer Beeinträchtigung des Schmeckvermögens durch die Tiefenwirkung der Elektrokauterisation sowie des langen Verbleibs des Tubus und Mundsperrers erhärten sich, können anhand dieser Studie aber nicht bewiesen werden. Ähnliche Vermutungen äußerten auch Tomofuji et al und Mueller et al. Da das Muskelbett der Tonsillenloge in der Untersuchung von Ohtuka et al nur in 23% lückenlos war und in 22% sogar große Lücken zwischen den Mm. constrictores aufwies, scheint eine Beeinträchtigung des N. IX durch die Elektrokauterisation naheliegend. (Ohtuka, Tomita et al. 1994; Tomofuji, Sakagami et al. 2005; Mueller, Khatib et al. 2007)

4.1.2.4 Schmecken N. VII vs N. IX und Geschlechtsunterschiede

Die Schmeckwerte aller 71 untersuchten Männer waren für den Bereich des N. VII höher als für den Bereich des N. IX. ($p = ,005$) Dies war durch alle Altersgruppen hinweg zu beobachten, wobei der Unterschied in der Gruppe der 14 bis 25 Jährigen am deutlichsten war. Dies deckt sich mit den Angaben der Literatur. (Bartoshuk 1989; Mojet, Heidema et al. 2003; Tomofuji, Sakagami et al. 2005; Mueller, Khatib et al. 2007) Auch bei den Patientinnen der Altersgruppen A und B fanden sich bessere

Schmeckwerte für die vorderen zwei Drittel der Zunge. ($p = ,008$) Die größte Differenz fand sich wiederum in der Altersgruppe A. Im Gegensatz dazu fielen die Schmeckwerte der Probandinnen im Bereich des N. IX höher aus als im Bereich des N. VII. Dies ist möglicherweise ein Effekt der geringen Anzahl von nur 14 Probandinnen.

Die Schmeckwerte der 59 Männer fielen geringer aus als die der 76 Frauen. ($p < 0,001$) Dies betraf sowohl den Bereich des Nervus VII als auch den des N. IX. Die Unterschiede zeigten sich auch klinisch relevant mit mehr als 3 Schmeckstreifen im Bereich des N. VII und sogar mehr als 4 Schmeckstreifen Unterschied zwischen den Geschlechtern im Bereich des N.IX. Wiederum waren diese Ergebnisse mit den Angaben der Literatur in Übereinstimmung. (Yamauchi, Endo et al. 1995)

4.1.2.5 Interaktion Riechen und Schmecken

Hummel et al konnte nachweisen, dass Probanden mit einer Hyposmie signifikant schlechter schmeckten als Normosmiker. (Hummel, Nesztler et al. 2001) Gudziol et al fanden diesen Zusammenhang bei Anosmikern. (Gudziol, Rahneberg et al. 2007) In der hier untersuchten Patientengruppe konnte ein relevanter Einfluss eines postoperativ neu aufgetretenen pathologischen Riechscreeningtests auf das Schmeckergebnis nicht beobachtet werden. Zudem war bei den Patienten mit postoperativ neu aufgetretenem pathologischen und signifikant schlechterem Schmecktest ebenfalls kein Einfluss auf das Riechergebnis zu beobachten. Womöglich hat eine so kurzfristige Änderung einer der beiden chemosensorischen Sinne noch keine Einwirkung auf den anderen Sinn. Der Screeningtest mit der 12er Testbatterie der Sniffin`Sticks erlaubt auch keine genaue Aussage über den Grad der Riechfunktion, so dass möglicherweise die pathologischen Identifikationstests durch bessere Schwellen- und Diskriminationstests ausgeglichen worden wären und in dem Sinne keine Hyposmiker damit erfasst worden sind.

5 Zusammenfassung

Das Thema der Dissertation war die Untersuchung von Veränderungen des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie. Durch den Einsatz psychophysischer Testverfahren sollte ein umfassendes Bild der präoperativen sowie postoperativen Schmeckleistungen gewonnen werden. Im statistischen Vergleich sollten die Daten hinsichtlich einer Änderung des Schmeckvermögens nach Tonsillektomie untersucht werden. Desweiteren war ein Vergleich bekannter Phänomene wie Geschlechts- und Lokalisationsabhängigkeit der Schmeckleistung mit den vorhandenen neueren Daten der Literatur angestrebt.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass eine postoperative Messung des Geschmacks auch schon zwischen dem dritten und fünften Tag möglich ist.

Weiterhin zeigte sich, dass das subjektive Schmeckempfinden der Patienten postoperativ schlechter ist als präoperativ. Hinsichtlich der Mittelwerte der Schmeckwerte für die vorderen zwei Drittel und das hintere Drittel der Zunge konnte herausgefunden werden, dass Männer und Frauen im Alter von 14 bis 35 unabhängig von ihrem Teilnehmerstatus Patient oder Proband im zweiten Schmecktest im Bereich des N. VII signifikant bessere Schmeckwerte erreichten. Für den Bereich des N. IX ergab sich kein signifikanter Unterschied der beiden durchgeführten Testungen in der Patientengruppe von 14 bis 35 Jahren. Bei den Probandinnen zwischen 14 und 25 Jahren fand sich ein signifikant besserer zweiter Schmecktest im Bereich des N. IX.

Bei Betrachtung der Häufigkeitsauszählung für signifikante Veränderungen der Schmecktests zwischen dem ersten und zweiten Test ergibt sich ein differenzierteres Bild. In der Patientengruppe schmeckten im Bereich des N. VII 3,7% der Patienten postoperativ signifikant schlechter und 6,7% signifikant besser. Im Bereich des N. glossopharyngeus schmeckten sogar 8,1% der Patienten signifikant schlechter und 5,9% besser. Die Auszählung pathologischer Schmecktests vor und nach TE für die gesamte Patientengruppe erbrachte allerdings keinen signifikanten Unterschied. Bei den Patienten mit postoperativ signifikant schlechterem und neu aufgetretenem pathologischen Schmecktest ließ sich eine signifikante Abhängigkeit von der Intubationsdauer und Häufigkeit der OP-Komplikationen bei insgesamt kleiner Anzahl von betroffenen Patienten erkennen. Insgesamt ergaben sich Hinweise, dass ca. 5% der Patienten 3 bis 5 Tage nach TE eine leichte Schmeckstörung aufwiesen. Ein

kompletter Schmeckverlust konnte nicht beobachtet werden. Wie in der internationalen Literatur beschrieben sind die Ergebnisse der Schmecktests der Frauen besser als die der Männer. Im Bereich des N. VII fanden sich präoperativ in der Patientengruppe bessere Schmeckwerte als im Bereich des N. IX. Auf Grund der geringen Anzahl an Patienten der Altersgruppe älter als 35 Jahre konnten für diese keine repräsentativen Aussagen gewonnen werden.

6 Thesen

1. Psychophysische Schmecktests sind auch sehr früh nach der Tonsillektomie durchführbar.
2. Die Mittelwertvergleiche für die Schmeckwerte vor und nach TE erbringen keinen Hinweis auf postoperative Schmeckstörungen.
3. Subjektiv haben die Patienten das Gefühl nach der Tonsillektomie schlechter zu schmecken.
4. Die Häufigkeitsauszählung signifikanter Schmeckwertveränderungen nach TE gibt einen Hinweis auf ca. 5% neu aufgetretene Schmeckstörungen 3-5 Tage nach TE besonders auf dem hinteren Drittel der Zunge.
5. Postoperativ neu aufgetretene pathologische und signifikant schlechtere Schmecktests scheinen mit einer gehäuften OP-Komplikationsrate und längeren Intubationsdauer einherzugehen.
6. Frauen schmecken besser als Männer.
7. Der Bereich des N. VII ist sensibler für Schmeckreize als der Bereich des N. IX.
8. Das subjektiv schlechtere Schmeckempfinden nach TE hängt wahrscheinlich mit dem postoperativem Schmerz, Fötör ex ore und möglicherweise mit transitorischen Hypästhesien und Quetschbeeinträchtigungen der Zunge zusammen.

7 Literaturverzeichnis

Ackerman, B. H. and N. Kasbekar (1997). "Disturbances of taste and smell induced by drugs." Pharmacotherapy 17(3): 482-96.

Adler, E., M. A. Hoon, et al. (2000). "A novel family of mammalian taste receptors." Cell 100(6): 693-702.

Ahne, G., A. Erras, et al. (2000). "Assessment of gustatory function by means of tasting tablets." Laryngoscope 110(8): 1396-401.

Arnhold-Schneider, M. and D. Bernemann (1987). "[Incidence of taste disorders following tonsillectomy]." HNO 35(5): 195-8.

Ashbach, M. N., S. T. Ostrower, et al. (2007). "Tonsillectomy techniques and pain: a review of randomized controlled trials and call for standardization." ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 69(6): 364-70.

Azzali, G. (1997). "Ultrastructure and immunocytochemistry of gustatory cells in man." Ann Anat 179(1): 37-44.

Azzali, G., P. U. Gennari, et al. (1996). "Vallate, foliate and fungiform human papillae gustatory cells. An immunocytochemical and ultrastructural study." Minerva Stomatol 45(9): 363-79.

Bartoshuk, L. M. (1975). "Taste mixtures: is mixture suppression related to compression?" Physiol Behav 14(5): 643-9.

Bartoshuk, L. M. (1989). "Taste. Robust across the age span?" Ann N Y Acad Sci 561: 65-75.

Beck, C. (1979). "[N. glossopharyngeus and tonsillectomy (author's transl)]." Laryngol Rhinol Otol (Stuttg) 58(5): 463-5.

Beckstead, R. M., J. R. Morse, et al. (1980). "The nucleus of the solitary tract in the monkey: projections to the thalamus and brain stem nuclei." J Comp Neurol 190(2): 259-82.

- Bran, G. M., M. Moch, et al. (2007). "[Electrosurgical concepts in ENT medicine. History, fundamentals and practice]." HNO 55(11): 899-911; quiz 912-3.
- Breslin, P. A. and G. K. Beauchamp (1995). "Suppression of bitterness by sodium: variation among bitter taste stimuli." Chem Senses 20(6): 609-23.
- Breslin, P. A., G. K. Beauchamp, et al. (1996). "Monogeusia for fructose, glucose, sucrose, and maltose." Percept Psychophys 58(3): 327-41.
- Bufe, B., T. Hofmann, et al. (2002). "The human TAS2R16 receptor mediates bitter taste in response to beta-glucopyranosides." Nat Genet 32(3): 397-401.
- Bühl, A. (2002). SPSS 11 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, Pearson Studium.
- Burton, M. J. and C. Doree (2007). "Coblation versus other surgical techniques for tonsillectomy." Cochrane Database Syst Rev(3): CD004619.
- Chandrashekar, J., K. L. Mueller, et al. (2000). "T2Rs function as bitter taste receptors." Cell 100(6): 703-11.
- Chilla, R. and C. Limberg (1980). "[Lingual nerve paresis following tonsillectomy: objective assessment by means of trigemino-facial reflexes (author's transl)]." HNO 28(12): 413-5.
- Clapp, T. R., L. M. Stone, et al. (2001). "Immunocytochemical evidence for co-expression of Type III IP3 receptor with signaling components of bitter taste transduction." BMC Neurosci 2: 6.
- Collet, S., P. Eloy, et al. (2005). "Taste disorders after tonsillectomy: case report and literature review." Ann Otol Rhinol Laryngol 114(3): 233-6.
- Conte, C., M. Ebeling, et al. (2002). "Identification and characterization of human taste receptor genes belonging to the TAS2R family." Cytogenet Genome Res 98(1): 45-53.
- Conte, C., M. Ebeling, et al. (2003). "Evolutionary relationships of the Tas2r receptor gene families in mouse and human." Physiol Genomics 14(1): 73-82.

- Cowart, B. J. (1981). "Development of taste perception in humans: sensitivity and preference throughout the life span." Psychol Bull 90(1): 43-73.
- Cowart, B. J., Y. Yokomukai, et al. (1994). "Bitter taste in aging: compound-specific decline in sensitivity." Physiol Behav 56(6): 1237-41.
- Cowart, B. J., I. M. Young, et al. (1997). "Clinical disorders of smell and taste." Occup Med 12(3): 465-83.
- Deems, D. A., R. L. Doty, et al. (1991). "Smell and taste disorders, a study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center." Arch Otolaryngol Head Neck Surg 117(5): 519-28.
- Del Parigi, A., K. Chen, et al. (2002). "Tasting a liquid meal after a prolonged fast is associated with preferential activation of the left hemisphere." Neuroreport 13(9): 1141-5.
- DeSimone, J. A., V. Lyall, et al. (2001). "Acid detection by taste receptor cells." Respir Physiol 129(1-2): 231-45.
- Djordjevic, J., R. J. Zatorre, et al. (2004). "The mind's nose: Effects of odor and visual imagery on odor detection." Psychol Sci 15(3): 143-8.
- Dressler, D. and B. Conrad (1989). "[Taste disorders following tonsillectomy. A rare complication of a common operation]." Nervenarzt 60(9): 572-5.
- Farbman, A. I. (1980). "Renewal of taste bud cells in rat circumvallate papillae." Cell Tissue Kinet 13(4): 349-57.
- Frank, R. A., N. J. van der Klaauw, et al. (1993). "Both perceptual and conceptual factors influence taste-odor and taste-taste interactions." Percept Psychophys 54(3): 343-54.
- Frey, S. and M. Petrides (1999). "Re-examination of the human taste region: a positron emission tomography study." Eur J Neurosci 11(8): 2985-8.
- Funakoshi, M. and Y. Kawamura (1971). "Summated cerebral evoked responses to taste stimuli in man." Electroencephalogr Clin Neurophysiol 30(3): 205-9.

- Ganzevles, P. G. and J. H. Kroeze (1987). "Effects of adaptation and cross-adaptation to common ions on sourness intensity." *Physiol Behav* 40(5): 641-6.
- Gilbertson, T. A., P. Avenet, et al. (1992). "Proton currents through amiloride-sensitive Na channels in hamster taste cells. Role in acid transduction." *J Gen Physiol* 100(5): 803-24.
- Goins, M. R. and D. Z. Pitovski (2004). "Posttonsillectomy taste distortion: a significant complication." *Laryngoscope* 114(7): 1206-13.
- Goldstein, E. B. (2002). "Wahrnehmungspsychologie." 2: 811.
- Goodspeed, R. B., J. F. Gent, et al. (1987). "Chemosensory dysfunction. Clinical evaluation results from a taste and smell clinic." *Postgrad Med* 81(1): 251-7, 260.
- Gottfried, J. A., R. Deichmann, et al. (2002). "Functional heterogeneity in human olfactory cortex: an event-related functional magnetic resonance imaging study." *J Neurosci* 22(24): 10819-28.
- Gudziol, H. and T. Hummel (2007). "Normative values for the assessment of gustatory function using liquid tastants." *Acta Otolaryngol* 127(6): 658-61.
- Henkin, R. I., J. R. Gill, et al. (1963). "Studies on Taste Thresholds in Normal Man and in Patients with Adrenal Cortical Insufficiency: The Role of Adrenal Cortical Steroids and of Serum Sodium Concentration." *J Clin Invest* 42(5): 727-35.
- Herness, S., F. L. Zhao, et al. (2005). "Communication routes within the taste bud by neurotransmitters and neuropeptides." *Chem Senses* 30 Suppl 1: i37-8.
- Hiji, T. (1975). "Selective elimination of taste responses to sugars by proteolytic enzymes." *Nature* 256(5516): 427-9.
- Hill, D. L., C. M. Mistretta, et al. (1986). "Effects of dietary NaCl deprivation during early development on behavioral and neurophysiological taste responses." *Behav Neurosci* 100(3): 390-8.

- Hill, D. L. and P. R. Przekop, Jr. (1988). "Influences of dietary sodium on functional taste receptor development: a sensitive period." Science 241(4874): 1826-8.
- Huang, L., Y. G. Shanker, et al. (1999). "Ggamma13 colocalizes with gustducin in taste receptor cells and mediates IP3 responses to bitter denatonium." Nat Neurosci 2(12): 1055-62.
- Hummel, T., M. Bensafi, et al. (2007). "Olfactory function in children assessed with psychophysical and electrophysiological techniques." Behav Brain Res 180(2): 133-8.
- Hummel, T., A. Erras, et al. (1997). "A test for the screening of taste function." Rhinology 35(4): 146-8.
- Hummel, T., B. Sekinger, et al. (1997). "'Sniffin' sticks': olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold." Chem Senses 22(1): 39-52.
- Jakse, R. (1981). "Zur Verhütung von Komplikationen, insbesondere Nachblutung, bei Tonsillektomie und Adenotomie." Laryng.Rhinol. 60: 345-350.
- Kamen, J. M., F. J. Pilgrim, et al. (1961). "Interactions of suprathreshold taste stimuli." J Exp Psychol 62: 348-56.
- Kampov-Polevoy, A. B., M. V. Tsoi, et al. (2001). "Sweet liking and family history of alcoholism in hospitalized alcoholic and non-alcoholic patients." Alcohol Alcohol 36(2): 165-70.
- Katschinski, M. (2000). "Nutritional implications of cephalic phase gastrointestinal responses." Appetite 34(2): 189-96.
- Kim, U., S. Wooding, et al. (2005). "Worldwide haplotype diversity and coding sequence variation at human bitter taste receptor loci." Hum Mutat 26(3): 199-204.

Kinnamon, S. C., V. E. Dionne, et al. (1988). "Apical localization of K⁺ channels in taste cells provides the basis for sour taste transduction." Proc Natl Acad Sci U S A 85(18): 7023-7.

Knecht, M., J. Nikolaus, et al. (2004). "Das Riechvermögen von Kindern – Ergebnisse psychophysischer und elektrophysiologischer Untersuchungen " Laryngo-Rhino-Otologie 2.

Kobal, G. (1985). "Gustatory evoked potentials in man." Electroencephalogr Clin Neurophysiol 62(6): 449-54.

Kobal, G., L. Klimek, et al. (2000). "Multicenter investigation of 1,036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds." Eur Arch Otorhinolaryngol 257(4): 205-11.

Kretz, O., P. Barbry, et al. (1999). "Differential expression of RNA and protein of the three pore-forming subunits of the amiloride-sensitive epithelial sodium channel in taste buds of the rat." J Histochem Cytochem 47(1): 51-64.

Kroeze, J. H. and L. M. Bartoshuk (1985). "Bitterness suppression as revealed by split-tongue taste stimulation in humans." Physiol Behav 35(5): 779-83.

Kuhn, C., B. Bufe, et al. (2004). "Bitter taste receptors for saccharin and acesulfame K." J Neurosci 24(45): 10260-5.

Kusakabe, Y., A. Yasuoka, et al. (2000). "Comprehensive study on G protein alpha-subunits in taste bud cells, with special reference to the occurrence of Galphai2 as a major Galpha species." Chem Senses 25(5): 525-31.

Kuznicki, J. T. and N. Ashbaugh (1979). "Taste quality differences within the sweet and salty taste categories." Sens Processes 3(2): 157-82.

Kveton, J. F. and L. M. Bartoshuk (1994). "The effect of unilateral chorda tympani damage on taste." Laryngoscope 104(1 Pt 1): 25-9.

- Laing, D. S., C; Fark, T; Laing, ON; Jinks, AL; Nikolaus, J; Hummel, T (2007). "Tests for screening olfactory and gustatory function in school-aged children." American Journal of Otolaryngology and Head-Neck Surgery
- Lee, S. W., S. S. Jeon, et al. (2008). "A comparison of postoperative pain and complications in tonsillectomy using BiClamp forceps and electrocautery tonsillectomy." Otolaryngol Head Neck Surg 139(2): 228-34.
- Leong, S. C., P. D. Karkos, et al. (2007). "Unusual complications of tonsillectomy: a systematic review." Am J Otolaryngol 28(6): 419-22.
- Li, X. J., S. Blackshaw, et al. (1994). "Expression and localization of amiloride-sensitive sodium channel indicate a role for non-taste cells in taste perception." Proc Natl Acad Sci U S A 91(5): 1814-8.
- Liao, J. and P. G. Schultz (2003). "Three sweet receptor genes are clustered in human chromosome 1." Mamm Genome 14(5): 291-301.
- Lin, W., T. E. Finger, et al. (1999). "Epithelial Na⁺ channel subunits in rat taste cells: localization and regulation by aldosterone." J Comp Neurol 405(3): 406-20.
- Lippert, H. (2000). Lehrbuch Anatomie, Urban und Fischer.
- Lyall, V., G. L. Heck, et al. (2004). "The mammalian amiloride-insensitive non-specific salt taste receptor is a vanilloid receptor-1 variant." J Physiol 558(Pt 1): 147-59.
- Maes, A., I. Huygh, et al. (2002). "De Gustibus: time scale of loss and recovery of tastes caused by radiotherapy." Radiother Oncol 63(2): 195-201.
- Matsunami, H., J. P. Montmayeur, et al. (2000). "A family of candidate taste receptors in human and mouse." Nature 404(6778): 601-4.
- Mattes, R. D. (1988). "Reliability of psychophysical measures of gustatory function." Percept Psychophys 43(2): 107-14.
- Mattes, R. D. (2005). "Fat taste and lipid metabolism in humans." Physiol Behav 86(5): 691-7.
-

- McBurney, D. H. (1976). "Temporal properties of the human taste system." *Sens Processes* 1(2): 150-62.
- McBurney, D. H. and L. M. Bartoshuk (1973). "Interactions between stimuli with different taste qualities." *Physiol Behav* 10(6): 1101-6.
- McCaughey, S. A. and T. R. Scott (2000). "Rapid induction of sodium appetite modifies taste-evoked activity in the rat nucleus of the solitary tract." *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 279(3): R1121-31.
- McCaughey, S. A. and M. G. Tordoff (2001). "Calcium deprivation alters gustatory-evoked activity in the rat nucleus of the solitary tract." *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 281(3): R971-8.
- McLaughlin, S. K., P. J. McKinnon, et al. (1992). "Gustducin is a taste-cell-specific G protein closely related to the transducins." *Nature* 357(6379): 563-9.
- Min, B. C. and K. Sakamoto (1998). "Influence of sweet suppressing agent on gustatory brain evoked potentials generated by taste stimuli." *Appl Human Sci* 17(1): 9-17.
- Mojet, J., J. Heidema, et al. (2003). "Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities?" *Chem Senses* 28(5): 397-413.
- Mueller, C., S. Kallert, et al. (2003). "Quantitative assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated "taste strips"." *Rhinology* 41(1): 2-6.
- Mueller, C. A., S. Khatib, et al. (2007). "Gustatory function after tonsillectomy." *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 133(7): 668-71.
- Murphy, C. and M. M. Gilmore (1989). "Quality-specific effects of aging on the human taste system." *Percept Psychophys* 45(2): 121-8.
- Murphy, C., C. Quinonez, et al. (1995). "Reliability and validity of electrogustometry and its application to young and elderly persons." *Chem Senses* 20(5): 499-503.

- Northcutt, R. G. (2004). "Taste buds: development and evolution." Brain Behav Evol 64(3): 198-206.
- O'Doherty, J., E. T. Rolls, et al. (2001). "Representation of pleasant and aversive taste in the human brain." J Neurophysiol 85(3): 1315-21.
- Ogawa, H., S. Ito, et al. (1985). "Two distinct projection areas from tongue nerves in the frontal operculum of macaque monkeys as revealed with evoked potential mapping." Neurosci Res 2(6): 447-59.
- Ohtsuka, K., H. Tomita, et al. (2002). "Anatomy of the tonsillar bed: topographical relationship between the palatine tonsil and the lingual branch of the glossopharyngeal nerve." Acta Otolaryngol Suppl(546): 99-109.
- Ohtuka, K., H. Tomita, et al. (1994). "[Taste disturbance after tonsillectomy]." Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho 97(6): 1079-88.
- Oluwasanmi, A. F. (2004). "Unusual complication of tonsillectomy: taste disturbance and the lingual branch of the glossopharyngeal nerve." J Laryngol Otol 118(3): 248-9; author reply 249.
- Paran, N., C. F. Mattern, et al. (1975). "Ultrastructure of the taste bud of the human fungiform papilla." Cell Tissue Res 161(1): 1-10.
- Perez, C. A., L. Huang, et al. (2002). "A transient receptor potential channel expressed in taste receptor cells." Nat Neurosci 5(11): 1169-76.
- Pin, J. P., T. Galvez, et al. (2003). "Evolution, structure, and activation mechanism of family 3/C G-protein-coupled receptors." Pharmacol Ther 98(3): 325-54.
- Poellinger, A., R. Thomas, et al. (2001). "Activation and habituation in olfaction--an fMRI study." Neuroimage 13(4): 547-60.
- Prescott, J., V. Johnstone, et al. (2004). "Odor-taste interactions: effects of attentional strategies during exposure." Chem Senses 29(4): 331-40.

- Pritchard, T. C., R. B. Hamilton, et al. (1989). "Neural coding of gustatory information in the thalamus of Macaca mulatta." J Neurophysiol 61(1): 1-14.
- Pritchard, T. C., R. B. Hamilton, et al. (2000). "Projections of the parabrachial nucleus in the old world monkey." Exp Neurol 165(1): 101-17.
- Pritchard, T. C., D. A. Macaluso, et al. (1999). "Taste perception in patients with insular cortex lesions." Behav Neurosci 113(4): 663-71.
- Pronin, A. N., H. Tang, et al. (2004). "Identification of ligands for two human bitter T2R receptors." Chem Senses 29(7): 583-93.
- Richstein, A. (1981). "[Speech and language disorders following adenoidectomy and tonsillectomy (author's transl)]." Laryngol Rhinol Otol (Stuttg) 60(7): 351-4.
- Rieder, C. (1981). "[A rare complication: disorder of taste-function after tonsillectomy (author's transl)]." Laryngol Rhinol Otol (Stuttg) 60(6): 342.
- Rolls, E. T., B. J. Rolls, et al. (1983). "Sensory-specific and motivation-specific satiety for the sight and taste of food and water in man." Physiol Behav 30(2): 185-92.
- Rolls, E. T., S. Yaxley, et al. (1990). "Gustatory responses of single neurons in the caudolateral orbitofrontal cortex of the macaque monkey." J Neurophysiol 64(4): 1055-66.
- Rosler, P., C. Kroner, et al. (1998). "Identification of a phospholipase C beta subtype in rat taste cells." Eur J Cell Biol 77(3): 253-61.
- Ruiz-Avila, L., S. K. McLaughlin, et al. (1995). "Coupling of bitter receptor to phosphodiesterase through transducin in taste receptor cells." Nature 376(6535): 80-5.
- Sanides, F. (1968). "The architecture of the cortical taste nerve areas in squirrel monkey (Saimiri sciureus) and their relationships to insular, sensorimotor and prefrontal regions." Brain Res 8(1): 97-124.
-

- Savic, I., B. Gulyas, et al. (2000). "Olfactory functions are mediated by parallel and hierarchical processing." *Neuron* 26(3): 735-45.
- Sbarbati, A., C. Crescimanno, et al. (1999). "The anatomy and functional role of the circumvallate papilla/von Ebner gland complex." *Med Hypotheses* 53(1): 40-4.
- Schaupp, H. (1971). "[Problems of objective gustometry]." *Z Laryngol Rhinol Otol* 50(3): 208-13.
- Schiffman, S. S., E. Lockhead, et al. (1983). "Amiloride reduces the taste intensity of Na⁺ and Li⁺ salts and sweeteners." *Proc Natl Acad Sci U S A* 80(19): 6136-40.
- Scott, T. R., S. Yaxley, et al. (1986). "Gustatory responses in the nucleus tractus solitarius of the alert cynomolgus monkey." *J Neurophysiol* 55(1): 182-200.
- Shi, P., J. Zhang, et al. (2003). "Adaptive diversification of bitter taste receptor genes in Mammalian evolution." *Mol Biol Evol* 20(5): 805-14.
- Small, D. M., M. D. Gregory, et al. (2003). "Dissociation of neural representation of intensity and affective valuation in human gustation." *Neuron* 39(4): 701-11.
- Small, D. M., M. Jones-Gotman, et al. (1997). "A role for the right anterior temporal lobe in taste quality recognition." *J Neurosci* 17(13): 5136-42.
- Small, D. M., J. Voss, et al. (2004). "Experience-dependent neural integration of taste and smell in the human brain." *J Neurophysiol* 92(3): 1892-903.
- Small, D. M., D. H. Zald, et al. (1999). "Human cortical gustatory areas: a review of functional neuroimaging data." *Neuroreport* 10(1): 7-14.
- Small, D. M., R. J. Zatorre, et al. (2001). "Changes in brain activity related to eating chocolate: from pleasure to aversion." *Brain* 124(Pt 9): 1720-33.
- Smith, D. V., S. J. John, et al. (2000). "Neuronal cell types and taste quality coding." *Physiol Behav* 69(1-2): 77-85.

Smith, D. V. and R. F. Margolskee (2001). "Making sense of taste." Sci Am 284(3): 32-9.

Smith, D. V. and D. H. McBurney (1969). "Gustatory cross-adaptation: does a single mechanism code the salty taste?" J Exp Psychol 80(1): 101-5.

Smith, D. V. and S. J. St John (1999). "Neural coding of gustatory information." Curr Opin Neurobiol 9(4): 427-35.

Smith, D. V. and N. J. van der Klaauw (1995). "The perception of saltiness is eliminated by NaCl adaptation: implications for gustatory transduction and coding." Chem Senses 20(5): 545-57.

Spielman, A. I., S. D'Abundo, et al. (1993). "Protein analysis of human von Ebner saliva and a method for its collection from the foliate papillae." J Dent Res 72(9): 1331-5.

Steiner, J. E. (1973). "The gustofacial response: observation on normal and anencephalic newborn infants." Symp Oral Sens Percept(4): 254-78.

Steiner, J. E. (1974). "Discussion paper: innate, discriminative human facial expressions to taste and smell stimulation." Ann N Y Acad Sci 237(0): 229-33.

Steiner, J. E., D. Glaser, et al. (2001). "Comparative expression of hedonic impact: affective reactions to taste by human infants and other primates." Neurosci Biobehav Rev 25(1): 53-74.

Stevens, J. C., W. S. Cain, et al. (1991). "On the discrimination of missing ingredients: aging and salt flavor." Appetite 16(2): 129-40.

Stillman, J. A., R. P. Morton, et al. (2000). "Automated electrogustometry: a new paradigm for the estimation of taste detection thresholds." Clin Otolaryngol Allied Sci 25(2): 120-5.

Stone, L. M., S. S. Tan, et al. (2002). "Analysis of cell lineage relationships in taste buds." J Neurosci 22(11): 4522-9.

- Teff, K. (2000). "Nutritional implications of the cephalic-phase reflexes: endocrine responses." *Appetite* 34(2): 206-13.
- Theissing, J. (2006). *HNO-Operationslehre*, Thieme.
- Tomita, H. and K. Ohtuka (2002). "Taste disturbance after tonsillectomy." *Acta Otolaryngol Suppl*(546): 164-72.
- Tomofuji, S., M. Sakagami, et al. (2005). "Taste disturbance after tonsillectomy and laryngomicrosurgery." *Auris Nasus Larynx* 32(4): 381-6.
- Topolovec, J. C., J. S. Gati, et al. (2004). "Human cardiovascular and gustatory brainstem sites observed by functional magnetic resonance imaging." *J Comp Neurol* 471(4): 446-61.
- Trepel, M. (1999). *Neuroanatomie*, Urban und Fischer.
- Trepel, M. (1999). *Neuroanatomie*, Urban&Fischer.
- Uzun, C., M. K. Adali, et al. (2003). "Unusual complication of tonsillectomy: taste disturbance and the lingual branch of the glossopharyngeal nerve." *J Laryngol Otol* 117(4): 314-7.
- Wang, X., S. D. Thomas, et al. (2004). "Relaxation of selective constraint and loss of function in the evolution of human bitter taste receptor genes." *Hum Mol Genet* 13(21): 2671-8.
- Yamauchi, Y., S. Endo, et al. (1995). "[Whole mouth gustatory test (Part 2)--Effect of aging, gender and smoking on the taste threshold]." *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 98(7): 1125-34.
- Yoshida, S., S. Endo, et al. (1991). "A double-blind study of the therapeutic efficacy of zinc gluconate on taste disorder." *Auris Nasus Larynx* 18(2): 153-61.
- Zald, D. H., M. C. Hagen, et al. (2002). "Neural correlates of tasting concentrated quinine and sugar solutions." *J Neurophysiol* 87(2): 1068-75.
- Zald, D. H., J. T. Lee, et al. (1998). "Aversive gustatory stimulation activates limbic circuits in humans." *Brain* 121 (Pt 6): 1143-54.
-

Zatorre, R. J., M. Jones-Gotman, et al. (1992). "Functional localization and lateralization of human olfactory cortex." Nature 360(6402): 339-40.

Zhang, Y., M. A. Hoon, et al. (2003). "Coding of sweet, bitter, and umami tastes: different receptor cells sharing similar signaling pathways." Cell 112(3): 293-301.

8 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Taste Strips..... | 22 |
| Abbildung 2: Standard-Elektronenpositionen nach dem internationalen 10/20-System..... | 26 |
| Abbildung 3: Verlauf und Versorgungsgebiete des Nervus glossopharyngeus | 28 |
| Abbildung 4: Mundboden | 30 |
| Abbildung 5: Tonsillenbetten Typ A und B..... | 31 |
| Abbildung 6: Typ C Tonsillenbett | 32 |
| Abbildung 7: Tonsillektomie in Dissektionstechnik I | 34 |
| Abbildung 8: Tonsillektomie in Dissektionstechnik II | 34 |
| Abbildung 9: Tonsillektomie in Dissektionstechnik III | 35 |
| Abbildung 10: Alters- und Geschlechtsverteilung Patienten | 41 |
| Abbildung 11: Alters- und Geschlechtsverteilung Probanden..... | 42 |
| Abbildung 12: Taste Strips und Testgefäße..... | 44 |
| Abbildung 13: Auflegen der Taste Strips | 45 |
| Abbildung 14: Häufigkeiten subjektives Schmeckempfinden Männer vor und nach TE..... | 48 |
| Abbildung 15: Häufigkeiten subjektives Schmeckempfinden Frauen vor und nach TE..... | 48 |
| Abbildung 16: Schmeckwerte 1. Test N. VII männliche vs weibliche Teilnehmer..... | 61 |
| Abbildung 17: Schmeckwerte 1. Test N. IX männliche vs weibliche Teilnehmer..... | 62 |

9 Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Gründe für eine generalisierte Schmeckstörung..... | 38 |
| Tabelle 2: Anzahl und Altersverteilung Patienten | 40 |
| Tabelle 3: Geschlechts- und Altersverteilung Probanden..... | 42 |
| Tabelle 4: Konzentrationen der Schmecklösungen | 43 |
| Tabelle 5: pseudorandomisierte Testabfolge Taste Strips..... | 45 |
| Tabelle 6: Duftstoffe und Alternativen, Sniffin`Sticks 12er Identifikationstest..... | 46 |
| Tabelle 7: Einteilung subjektives Schmeckempfinden | 47 |
| Tabelle 8: subjektives Schmeckempfinden Patienten vor vs nach TE..... | 47 |
| Tabelle 9: Häufigkeiten subjektives Schmeckempfinden vor und nach TE | 48 |
| Tabelle 10: Deskriptive Statistik Schmecken Männer N. VII, 1. Vs 2. Test..... | 50 |
| Tabelle 11: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Männer N. VII..... | 50 |
| Tabelle 12: Deskriptive Statistik Schmecken Frauen, N. VII, 1. Vs 2. Test | 51 |
| Tabelle 13: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Frauen N. VII | 52 |
| Tabelle 14: Deskriptive Statistik Schmecken Männer N. IX, 1. vs 2. Test | 53 |
| Tabelle 15: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Männer N. IX..... | 53 |
| Tabelle 16: Deskriptive Statistik Schmecken Frauen, N. IX, 1. vs 2. Test..... | 54 |
| Tabelle 17: multivariate Tests: Einfluss 1./2. Test auf den Schmeckwert, Frauen N. IX..... | 55 |
| Tabelle 18: subjektives Schmeckempfinden Patienten prä- vs postoperativ | 56 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabelle 19: | Unterschied Schmeckwerte vor und nach TE, Patienten..... | 57 |
| Tabelle 20: | Unterschied Schmeckwerte 1. und 2. Test, Probanden..... | 57 |
| Tabelle 21: | Häufigkeiten pathologischer Schmecktests vor und nach TE, Patienten..... | 58 |
| Tabelle 22: | Einfluss von OP-Parametern auf pathologische Schmecktests..... | 59 |
| Tabelle 23: | Deskriptive Statistik Männer N. VII vs N. IX..... | 60 |
| Tabelle 24: | multivariate Tests: Unterschied N. VII und N. IX, Männer..... | 61 |
| Tabelle 25: | Deskriptive Statistik Frauen N. VII vs N. IX..... | 63 |
| Tabelle 26: | multivariate Tests: Unterschied N. VII und N. IX, Frauen | 64 |
| Tabelle 27: | Deskriptive Statistik Frauen N. VII vs N.IX..... | 64 |
| Tabelle 28: | multivariate Tests: Unterschied N. VII und N. IX, Frauen Altersgruppen A und B..... | 64 |
| Tabelle 29: | Deskriptive Daten und Normalverteilungstests Männer vs Frauen Schmecken | 65 |
| Tabelle 30: | Nonparametrische Tests Schmecken Männer vs Frauen | 66 |
| Tabelle 31: | Ergebnisse Riechtests Patienten | 66 |
| Tabelle 32: | Schmeckwerte Patienten mit neuem pathologischen Riechtest | 68 |
| Tabelle 33: | Riechtests der Patienten mit neuem pathologischen und signifikant schlechterem Schmecktest postoperativ | 68 |

10 Lebenslauf

Patrick Dietmar Boeßert, geboren am 12.06.1978 in Görlitz

Schulbildung:

1985- 91 Grundschule und Orientierungsstufe POS Görlitz
1991- 97 Joliot-Curie-Gymnasium Görlitz; Abitur

Studium:

1999- 2005 Medizinstudium in an der Medizinischen Fakultät „Carl Gustav
Carus“ der Technischen Universität Dresden

10/ 04- 10/05 Praktisches Jahr (HNO,Innere Medizin,Chirurgie)
DAAD Stipendiat für ein PJ-Tertial an der Universtät von Sydney,
Innere Medizin

11/ 2005 3. Staatsexamen und Approbation als Arzt

11/05-02/08 Assistenzarztausbildung HNO-Heilkunde und Anästhesie am
Bundeswehrkrankenhaus Berlin

03 - 12/2008 Truppenarzt Sanitätszentrum Mittenwald

seit 08.12.2008 Assistenzarzt für HNO-Heilkunde am Universitätsklinikum Essen

11 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Thomas Hummel für die Überlassung dieses interessanten Themas sowie die Begeisterung für das Schmecken und Riechen, die er in mir geweckt hat. Ich bedanke mich für die hervorragende Zusammenarbeit, die jederzeitige Kommunikation und die kritische Diskussion mit der er diese Arbeit begleitete. Weiterhin danke ich für die Möglichkeit der Präsentation der Arbeit auf wissenschaftlichen Tagungen.

Ich danke allen Probanden, die an den Untersuchungen teilnahmen. Danke für die die großartige Mitarbeit, das Verständnis und den Zuspruch zu dieser Arbeit

Meinen Freunden, insbesondere Alexandra, danke ich für die Geduld und Motivation die zur Fertigstellung dieser Arbeit nötig waren.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, die mich während meiner Ausbildung und der darauf folgenden ereignisreichen Zeit meines Lebens jederzeit mit Wort und Tat unterstützten und ein willkommener Ort der Ruhe und Harmonie sind.

12 Eidesstattliche Erklärung

Diese Arbeit wurde an der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde der Medizinischen Fakultät „Carl Gustav Carus“ der Technischen Universität Dresden sowie am Bundeswehrkrankenhaus Berlin unter der wissenschaftlichen Betreuung von Prof. Dr. med. Thomas Hummel angefertigt.

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel verfasst habe.

Die Dissertation wurde in dieser oder ähnlicher Form an keiner anderen Stelle zum Zweck eines Promotions- oder anderen Prüfungsverfahrens eingereicht. Die Antragstellung auf Eröffnung eines Promotionsverfahrens ist ausschließlich bei der Medizinischen Fakultät „Carl Gustav Carus“ erfolgt.

Essen, 10.03.2009

Patrick Boeßert

13 Anhang

13.1 FRAGEBOGEN ZUM SCHMECKSINN

Fragebogen zum Schmecksinn

Allgemeine Angaben

Datum: Patient: Geburtsdatum:

Adresse:

Körpergröße (in cm): Körpergewicht (in kg): Alter (Jahre): Geschlecht: m w

Beruf: Ausbildung: z.Z. beschäftigt als:

Bittre beschreiben Sie Ihre Tätigkeit:

Vorgeschichte

Bestehen oder bestanden folgende Krankheitsbilder?

nein

ja, folgende

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Unfall/Verletzung mit Kopfbeteiligung? | <input type="checkbox"/> Häufige Erkältungen/ Grippe/ Schnupfen? |
| <input type="checkbox"/> Nerven-/ Hirnerkrankung? | <input type="checkbox"/> Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus)? |
| <input type="checkbox"/> Kopfschmerzen? | <input type="checkbox"/> Schilddrüsenüberfunktion? |
| <input type="checkbox"/> Schilddrüsenunterfunktion? | <input type="checkbox"/> Gelbsucht / Leberentzündung (Hepatitis)? |
| <input type="checkbox"/> Nierenerkrankung? | <input type="checkbox"/> Tumorerkrankung? |
| <input type="checkbox"/> Häufige Mittelohrentzündung? | <input type="checkbox"/> Psychiatrische Leiden? |
| <input type="checkbox"/> Andere (Welche?): | |

Sind Sie im **Kopfbereich** operiert worden?

nein

ja, an

| | |
|---|-------------|
| <input type="checkbox"/> Nasennebenhöhlen | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Nasenscheidewand | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Nasenmuscheln | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Gaumenmandeln | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Rachenmandeln („Polypen“) | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Mittelohr <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Größere Zahnoperationen | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Operation an der Zunge | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Operation an den Speicheldrüsen | Wann? |

Haben oder hatten Sie jemals Probleme mit Ihrem **Speichel** oder **Speicheldrüsen**?

nein

ja, folgende

| | |
|--|------------------|
| <input type="checkbox"/> Speicheldrüsenentzündung | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Speicheldrüsensteine | Wann? |
| <input type="checkbox"/> Trockener Mund (Xerostomie) | Seit wann? |
| <input type="checkbox"/> Vermehrter Speichelfluss | Seit wann? |
| <input type="checkbox"/> Zu dickflüssiger Speichel | Seit wann? |
| <input type="checkbox"/> Übel schmeckender Speichel | Seit wann? |

Haben Sie jemals eine Störung Ihres Schmecksinnes (süß, sauer, salzig, bitter) oder außergewöhnliche Schmeckempfindungen auf der Zunge wahrgenommen? Ja Nein

Wie schätzen Sie Ihren Schmecksinn (süß, sauer, salzig, bitter) ein?

| | |
|-----------|--------------------------|
| Sehr gut | <input type="checkbox"/> |
| Gut | <input type="checkbox"/> |
| Mittel | <input type="checkbox"/> |
| Schlecht | <input type="checkbox"/> |
| Gar nicht | <input type="checkbox"/> |

Trinken Sie Alkohol?

nein

ja gelegentlich regelmäßig

Rauchen Sie?

- nein, noch nie
- nein, nicht mehr seit Jahren
- ja, seit Jahren
- ja, Zigaretten pro Tag

Trinken Sie Kaffee?

- nein
- ja gelegentlich regelmäßig(Tassen/d)

Sind Sie Chemikalien / Stäuben / Gasen besonders ausgesetzt bzw. ausgesetzt gewesen?

- nein, noch nie
- ja, gegenüber welchen?

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein?

- nein
- ja, folgende:
 - Medikamentennahme: Dosierung:
 - Medikamentennahme: Dosierung:
 - Medikamentennahme: Dosierung:
 - Medikamentennahme: Dosierung:

Sind bei Ihnen Schmeck- oder Riechstörungen in der Familie bekannt?

- nein
- ja, folgende:
 - Art der Störung: Familienmitglied:
 - Art der Störung: Familienmitglied:
 - Art der Störung: Familienmitglied:

Bitte bei Schmeckstörung ausfüllen.

1. Beeinflusst Ihre Schmeckstörung Ihren Tagesablauf?
2. Beeinflusst Ihre Schmeckstörung Ihr generelles Wohlbefinden?
3. Beeinflusst Ihre Schmeckstörung Ihre Lebensqualität?
4. Beeinträchtigt Ihre Schmeckstörung den Nahrungsmittelgenuss?
5. Beeinträchtigt Ihre Schmeckstörung Ihren Appetit?
6. Haben Sie seit Bestehen Ihrer Schmeckstörung abgenommen?

| JA | NEIN |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Erhoben am:

Untersucher:

Unterschrift:

13.2 SCHMECKLÖSUNGEN FÜR DIE SCHMECKSTREIFENHERSTELLUNG

| Schwellentest/ Streifenherstellung | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Datum | | | ChNr. | |
| süß 0,5 | 1.Stufe (Ursprung) | 2.Stufe (1. Verdünnung) | 3.Stufe (2. Verdünnung) | 4.Stufe (3. Verdünnung) |
| | Soll: 80g Saccharose Ist: g Ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 120 ml Aqua) entnommen: g | Vorgabe : 100g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 40g Saccharose) Zugabe 100 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 100g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 20g Saccharose) Zugabe 100 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 100g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 10g Saccharose) Zugabe 100 g Lsg. entnommen: g |
| Anzahl Streifen | Streifen | Streifen | Streifen | Streifen |
| sauer 0,55 | Soll: 60g Citrat Ist: g Ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 140 ml Aqua) entnommen: g | Vorgabe : 90g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 33g Citrat) Zugabe 110 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 90g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 18,15g Citrat) Zugabe 110 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 90g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 9,9825g Citrat) Zugabe 110 g Lsg. entnommen: g |
| | Anzahl Streifen | Streifen | Streifen | Streifen |
| salzig 0,4 | Soll: 50g NaCl Ist: g Ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 150 ml Aqua) entnommen: g | Vorgabe : 120g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 20g NaCl) Zugabe 80 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 120g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 8g NaCl) Zugabe 80 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 120g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 3,2g NaCl) Zugabe 80 g Lsg. entnommen: g |
| | Anzahl Streifen | Streifen | Streifen | Streifen |
| bitter 0,4 | Soll: 1,2g Chinin Ist: g Ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 198,8 ml Aqua) entnommen: g | Vorgabe : 120g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 0,48g Chinin) Zugabe 80 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 120g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 0,192g Chinin) Zugabe 80 g Lsg. entnommen: g | Vorgabe : 120g Aqua Ist: g ad 200g Aqua Ist: g(ges.) (= 0,0768g Chinin) Zugabe 80 g Lsg. entnommen: g |
| | Anzahl Streifen | Streifen | Streifen | Streifen |

13.3 AUSDRUCK SCHMECKTEST

Vorfürhversion
Version for demonstration purposes only

E

GustaF

Datum 08.01.07
Pat. [REDACTED]
19 Jahre, männlich
Bemerkung präkop v23 gut

| Probe Nr. | Testseite | Zuordnung | | | | Ergebnisse | | |
|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|--|
| | | süß | sauer | bitter | salzig | links | rechts | |
| 1 | 4 | links | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2 | 8 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 3 | 12 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 4 | 16 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 5 | 16 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 6 | 12 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 7 | 8 | links | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 8 | 4 | rechts | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 9 | 7 | links | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 10 | 15 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 11 | 3 | links | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 12 | 11 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 13 | 11 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 14 | 3 | rechts | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 15 | 15 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 16 | 7 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 17 | 14 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 18 | 10 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 19 | 6 | links | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 20 | 2 | rechts | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 21 | 2 | links | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 22 | 6 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 23 | 5 | links | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 24 | 14 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 25 | 13 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 26 | 1 | rechts | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 27 | 10 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 28 | 5 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 29 | 9 | links | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 30 | 13 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 31 | 1 | links | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 32 | 9 | rechts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |

| | | | |
|--------|--|----|----|
| Summen | | 16 | 15 |
| gesamt | | 31 | |

eingerahmt: dargebotene Qualität
markiert: Patientenangabe

Unterschrift
BoeBert

b

Schmecktest: Geschmacksqualitäten mit je 4 Konzentrationen getestet (hohe, niedrige Konzentration): 1, 4 = süß, 5, 8 = sauer, 9, 12 = bitter, 13, 16 = salzig

13.4 AUSDRUCK RIECHTEST

Vorfürversion
For demonstration purposes only

Olaf - Riechtest mit Sniffin' Sticks

| Screening-Test | | | | | | |
|----------------|--|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| Datum | 08.01.07 | | | | | |
| Patent | [REDACTED] 1988, 19 Jahre, männlich | | | | | |
| Seite | rechts | | | | | |
| Abschwellung | nein | | | | | |
| Bemerkung | präop gut | | | | | |
| Ergebnis | Normalbefund | | | | | |
| Stift Nr. | Darb.Nr. | | | | | Punktwert |
| 1 | 3 | Orange | • Brombeere | • Erdbeere | • Ananas | 0 |
| 2 | 11 | Rauch | • Klebstoff | • Schokolade | • Gras | 1 |
| 3 | 9 | • Honig | • Vanille | • Schokolade | • Zimt | 0 |
| 4 | 10 | Schnittlauch | • Pfefferminz | • Fichte | • Zwiebel | 1 |
| 5 | 5 | Kokos | • Banane | • Walnuss | • Kirsche | 1 |
| 6 | 2 | Pfirsich | • Apfel | • Zitrone | • Grapefruit | 1 |
| 7 | 1 | • Lakritz | • Gummirollen | • Kaugummi | • Kirsche | 1 |
| 8 | 7 | Zigarette | • Kaffee | • Wein | • Kerzenrauch | 1 |
| 9 | 6 | • Gewürznelke | • Pfeffer | • Zimt | • Senf | 1 |
| 10 | 8 | Birne | • Pfirsich | • Pfirsich | • Ananas | 1 |
| 11 | 4 | Kamille | • Himbeere | • Kirsche | • Rose | 1 |
| 12 | 12 | Brot | • Käse | • Fleisch | • Schinken | 1 |
| | | | | | Summe | 10 |
| Unterschrift | | Boeßert | | | | |

Screening-Test: 12 Riechproben, verbale Identifikation aus Listen mit je 4 Begriffen. Zutreffende Felder hinterlegt, erhaltene Antworten mit Punkt markiert. Kursiv: Darbietungsnummern bei Zufallsfolge.
zuletzt geändert am 30. 01. 2007

Ackerman, B. H. und N. Kasbekar (1997). "Disturbances of taste and smell induced by drugs." Pharmacotherapy **17**(3): 482-96.

Adler, E., M. A. Hoon, K. L. Mueller, J. Chandrashekar, N. J. Ryba und C. S. Zuker (2000). "A novel family of mammalian taste receptors." Cell **100**(6): 693-702.

Ahne, G., A. Erras, T. Hummel und G. Kobal (2000). "Assessment of gustatory function by means of tasting tablets." Laryngoscope **110**(8): 1396-401.

Arnhold-Schneider, M. und D. Bernemann (1987). "[Incidence of taste disorders following tonsillectomy]." HNO **35**(5): 195-8.

Ashbach, M. N., S. T. Ostrower und S. R. Parikh (2007). "Tonsillectomy techniques and pain: a review of randomized controlled trials and call for standardization." ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec **69**(6): 364-70.

Azzali, G. (1997). "Ultrastructure and immunocytochemistry of gustatory cells in man." Ann Anat **179**(1): 37-44.

Azzali, G., P. U. Gennari, G. Maffei und T. Ferri (1996). "Vallate, foliate and fungiform human papillae gustatory cells. An immunocytochemical and ultrastructural study." Minerva Stomatol **45**(9): 363-79.

Bartoshuk, L. M. (1975). "Taste mixtures: is mixture suppression related to compression?" Physiol Behav **14**(5): 643-9.

Bartoshuk, L. M. (1989). "Taste. Robust across the age span?" Ann N Y Acad Sci **561**: 65-75.

Beck, C. (1979). "[N. glossopharyngeus and tonsillectomy (author's transl)]." Laryngol Rhinol Otol (Stuttg) **58**(5): 463-5.

Beckstead, R. M., J. R. Morse und R. Norgren (1980). "The nucleus of the solitary tract in the monkey: projections to the thalamus and brain stem nuclei." J Comp Neurol **190**(2): 259-82.

Bran, G. M., M. Moch, K. Hormann und B. A. Stuck (2007). "[Electrosurgical concepts in ENT medicine. History, fundamentals and practice]." HNO **55**(11): 899-911; quiz 912-3.

Breslin, P. A. und G. K. Beauchamp (1995). "Suppression of bitterness by sodium: variation among bitter taste stimuli." Chem Senses **20**(6): 609-23.

Breslin, P. A., G. K. Beauchamp und E. N. Pugh, Jr. (1996). "Monogeusia for fructose, glucose, sucrose, and maltose." Percept Psychophys **58**(3): 327-41.

Bufe, B., T. Hofmann, D. Krautwurst, J. D. Raguse und W. Meyerhof (2002). "The human TAS2R16 receptor mediates bitter taste in response to beta-glucopyranosides." Nat Genet **32**(3): 397-401.

Bühl, A. (2002). SPSS 11 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, Pearson Studium.

Burton, M. J. und C. Doree (2007). "Coblation versus other surgical techniques for tonsillectomy." Cochrane Database Syst Rev(3): CD004619.

Chandrashekar, J., K. L. Mueller, M. A. Hoon, E. Adler, L. Feng, W. Guo, C. S. Zuker und N. J. Ryba (2000). "T2Rs function as bitter taste receptors." Cell **100**(6): 703-11.

Chilla, R. und C. Limberg (1980). "[Lingual nerve paresis following tonsillectomy: objective assessment by means of trigemino-facial reflexes (author's transl)]." HNO **28**(12): 413-5.

Clapp, T. R., L. M. Stone, R. F. Margolskee und S. C. Kinnamon (2001). "Immunocytochemical evidence for co-expression of Type III IP3 receptor with signaling components of bitter taste transduction." BMC Neurosci **2**: 6.

Collet, S., P. Eloy, P. Rombaux und B. Bertrand (2005). "Taste disorders after tonsillectomy: case report and literature review." Ann Otol Rhinol Laryngol **114**(3): 233-6.

Conte, C., M. Ebeling, A. Marcuz, P. Nef und P. J. Andres-Barquin (2002). "Identification and characterization of human taste receptor genes belonging to the TAS2R family." Cytogenet Genome Res **98**(1): 45-53.

Conte, C., M. Ebeling, A. Marcuz, P. Nef und P. J. Andres-Barquin (2003). "Evolutionary relationships of the Tas2r receptor gene families in mouse and human." Physiol Genomics **14**(1): 73-82.

Cowart, B. J. (1981). "Development of taste perception in humans: sensitivity and preference throughout the life span." Psychol Bull **90**(1): 43-73.

Cowart, B. J., Y. Yokomukai und G. K. Beauchamp (1994). "Bitter taste in aging: compound-specific decline in sensitivity." Physiol Behav **56**(6): 1237-41.

Cowart, B. J., I. M. Young, R. S. Feldman und L. D. Lowry (1997). "Clinical disorders of smell and taste." Occup Med **12**(3): 465-83.

Deems, D. A., R. L. Doty, R. G. Settle, V. Moore-Gillon, P. Shaman, A. F. Mester, C. P. Kimmelman, V. J. Brightman und J. B. Snow, Jr. (1991). "Smell and taste disorders, a study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center." Arch Otolaryngol Head Neck Surg **117**(5): 519-28.

Del Parigi, A., K. Chen, A. D. Salbe, J. F. Gautier, E. Ravussin, E. M. Reiman und P. A. Tataranni (2002). "Tasting a liquid meal after a prolonged fast is associated with preferential activation of the left hemisphere." Neuroreport **13**(9): 1141-5.

DeSimone, J. A., V. Lyall, G. L. Heck und G. M. Feldman (2001). "Acid detection by taste receptor cells." Respir Physiol **129**(1-2): 231-45.

Djordjevic, J., R. J. Zatorre, M. Petrides und M. Jones-Gotman (2004). "The mind's nose: Effects of odor and visual imagery on odor detection." Psychol Sci **15**(3): 143-8.

Dressler, D. und B. Conrad (1989). "[Taste disorders following tonsillectomy. A rare complication of a common operation]." Nervenarzt **60**(9): 572-5.

Farbman, A. I. (1980). "Renewal of taste bud cells in rat circumvallate papillae." Cell Tissue Kinet **13**(4): 349-57.

Frank, R. A., N. J. van der Klaauw und H. N. Schifferstein (1993). "Both perceptual and conceptual factors influence taste-odor and taste-taste interactions." Percept Psychophys **54**(3): 343-54.

Frey, S. und M. Petrides (1999). "Re-examination of the human taste region: a positron emission tomography study." Eur J Neurosci **11**(8): 2985-8.

Funakoshi, M. und Y. Kawamura (1971). "Summated cerebral evoked responses to taste stimuli in man." Electroencephalogr Clin Neurophysiol **30**(3): 205-9.

Ganzevles, P. G. und J. H. Kroeze (1987). "Effects of adaptation and cross-adaptation to common ions on sourness intensity." Physiol Behav **40**(5): 641-6.

Gilbertson, T. A., P. Avenet, S. C. Kinnamon und S. D. Roper (1992). "Proton currents through amiloride-sensitive Na channels in hamster taste cells. Role in acid transduction." J Gen Physiol **100**(5): 803-24.

Goins, M. R. und D. Z. Pitovski (2004). "Posttonsillectomy taste distortion: a significant complication." Laryngoscope **114**(7): 1206-13.

Goldstein, E. B. (2002). "Wahrnehmungspsychologie." **2**: 811.

Goodspeed, R. B., J. F. Gent und F. A. Catalanotto (1987). "Chemosensory dysfunction. Clinical evaluation results from a taste and smell clinic." Postgrad Med **81**(1): 251-7, 260.

Gottfried, J. A., R. Deichmann, J. S. Winston und R. J. Dolan (2002). "Functional heterogeneity in human olfactory cortex: an event-related functional magnetic resonance imaging study." J Neurosci **22**(24): 10819-28.

Gudziol, H. und T. Hummel (2007). "Normative values for the assessment of gustatory function using liquid tastants." Acta Otolaryngol **127**(6): 658-61.

Gudziol, H., K. Rahneberg und S. Burkert (2007). "Anosmics are more poorly able to taste than normal persons." Laryngo-Rhino-Otol **86**: 640-643.

Henkin, R. I., J. R. Gill und F. C. Bartter (1963). "Studies on Taste Thresholds in Normal Man and in Patients with Adrenal Cortical Insufficiency: The Role of Adrenal Cortical Steroids and of Serum Sodium Concentration." J Clin Invest **42**(5): 727-35.

Herness, S., F. L. Zhao, N. Kaya, T. Shen, S. G. Lu und Y. Cao (2005). "Communication routes within the taste bud by neurotransmitters and neuropeptides." Chem Senses **30 Suppl 1**: i37-8.

Hiji, T. (1975). "Selective elimination of taste responses to sugars by proteolytic enzymes." Nature **256**(5516): 427-9.

Hill, D. L., C. M. Mistretta und R. M. Bradley (1986). "Effects of dietary NaCl deprivation during early development on behavioral and neurophysiological taste responses." Behav Neurosci **100**(3): 390-8.

Hill, D. L. und P. R. Przekop, Jr. (1988). "Influences of dietary sodium on functional taste receptor development: a sensitive period." Science **241**(4874): 1826-8.

Holway, A. und L. Hurvich (1938). "On the psychophysics of taste." J Exp Psychol **23**: 191-198.

Huang, L., Y. G. Shanker, J. Dubauskaite, J. Z. Zheng, W. Yan, S. Rosenzweig, A. I. Spielman, M. Max und R. F. Margolskee (1999). "Ggamma13 colocalizes with gustducin in taste receptor cells and mediates IP3 responses to bitter denatonium." Nat Neurosci **2**(12): 1055-62.

Hummel, T., A. Erras und G. Kobal (1997). "A test for the screening of taste function." Rhinology **35**(4): 146-8.

Hummel, T., C. Neszler, S. Kallert, M. Bende, G. Kobal und S. Nordin (2001). "Gustatory sensitivity in patients with anosmia." Chem Senses **26**: 1118.

Hummel, T., C. Neszler, S. LKallert, M. Bende, G. Kobal und S. Nordin (2001). "Gustatory sensitivity in patients with anosmia." Chem Senses **26**: 1118.

Hummel, T., B. Sekinger, S. R. Wolf, E. Pauli und G. Kobal (1997). "'Sniffin' sticks': olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold." Chem Senses **22**(1): 39-52.

Jakse, R. (1981). "Zur Verhütung von Komplikationen, insbesondere Nachblutung, bei Tonsillektomie und Adenotomie." Laryng.Rhinol. **60**: 345-350.

Kamen, J. M., F. J. Pilgrim, N. J. Gutman und B. J. Kroll (1961). "Interactions of suprathreshold taste stimuli." J Exp Psychol **62**: 348-56.

Kampov-Polevoy, A. B., M. V. Tsoi, E. E. Zvartau, N. G. Neznanov und E. Khalitov (2001). "Sweet liking and family history of alcoholism in hospitalized alcoholic and non-alcoholic patients." Alcohol Alcohol **36**(2): 165-70.

Katschinski, M. (2000). "Nutritional implications of cephalic phase gastrointestinal responses." Appetite **34**(2): 189-96.

Kim, U., S. Wooding, D. Ricci, L. B. Jorde und D. Drayna (2005). "Worldwide haplotype diversity and coding sequence variation at human bitter taste receptor loci." Hum Mutat **26**(3): 199-204.

Kinnamon, S. C., V. E. Dionne und K. G. Beam (1988). "Apical localization of K⁺ channels in taste cells provides the basis for sour taste transduction." Proc Natl Acad Sci U S A **85**(18): 7023-7.

Kobal, G. (1985). "Gustatory evoked potentials in man." Electroencephalogr Clin Neurophysiol **62**(6): 449-54.

Kobal, G., L. Klimek, M. Wolfensberger, H. Gudziol, A. Temmel, C. M. Owen, H. Seeber, E. Pauli und T. Hummel (2000). "Multicenter investigation of 1,036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds." Eur Arch Otorhinolaryngol **257**(4): 205-11.

Kretz, O., P. Barbry, R. Bock und B. Lindemann (1999). "Differential expression of RNA and protein of the three pore-forming subunits of the amiloride-sensitive epithelial sodium channel in taste buds of the rat." J Histochem Cytochem **47**(1): 51-64.

Kroeze, J. H. und L. M. Bartoshuk (1985). "Bitterness suppression as revealed by split-tongue taste stimulation in humans." Physiol Behav **35**(5): 779-83.

Kuhn, C., B. Bufe, M. Winnig, T. Hofmann, O. Frank, M. Behrens, T. Lewtschenko, J. P. Slack, C. D. Ward und W. Meyerhof (2004). "Bitter taste receptors for saccharin and acesulfame K." J Neurosci **24**(45): 10260-5.

Kusakabe, Y., A. Yasuoka, M. Asano-Miyoshi, K. Iwabuchi, I. Matsumoto, S. Arai, Y. Emori und K. Abe (2000). "Comprehensive study on G protein alpha-subunits in taste bud cells, with special reference to the occurrence of Galphai2 as a major Galpha species." Chem Senses **25**(5): 525-31.

Kuznicki, J. T. und N. Ashbaugh (1979). "Taste quality differences within the sweet and salty taste categories." Sens Processes **3**(2): 157-82.

Kveton, J. F. und L. M. Bartoshuk (1994). "The effect of unilateral chorda tympani damage on taste." Laryngoscope **104**(1 Pt 1): 25-9.

Landis, B., A. Welge-Luessen, A. Brämerson, M. Bende, C. Mueller, S. Nordin und T. Hummel (2009). "Tsate Strips - A rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers." J Neurol **in press**.

Lee, S. W., S. S. Jeon, J. D. Lee, J. Y. Lee, S. C. Kim und Y. W. Koh (2008). "A comparison of postoperative pain and complications in tonsillectomy using BiClamp forceps and electrocautery tonsillectomy." Otolaryngol Head Neck Surg **139**(2): 228-34.

Leong, S. C., P. D. Karkos, S. M. Papouliakos und M. T. Apostolidou (2007). "Unusual complications of tonsillectomy: a systematic review." Am J Otolaryngol **28**(6): 419-22.

Li, X. J., S. Blackshaw und S. H. Snyder (1994). "Expression and localization of amiloride-sensitive sodium channel indicate a role for non-taste cells in taste perception." Proc Natl Acad Sci U S A **91**(5): 1814-8.

Liao, J. und P. G. Schultz (2003). "Three sweet receptor genes are clustered in human chromosome 1." Mamm Genome **14**(5): 291-301.

Lin, W., T. E. Finger, B. C. Rossier und S. C. Kinnamon (1999). "Epithelial Na⁺ channel subunits in rat taste cells: localization and regulation by aldosterone." J Comp Neurol **405**(3): 406-20.

Lippert, H. (2000). Lehrbuch Anatomie, Urban und Fischer.

Lyall, V., G. L. Heck, A. K. Vinnikova, S. Ghosh, T. H. Phan, R. I. Alam, O. F. Russell, S. A. Malik, J. W. Bigbee und J. A. DeSimone (2004). "The mammalian amiloride-insensitive non-specific salt taste receptor is a vanilloid receptor-1 variant." J Physiol **558**(Pt 1): 147-59.

Maes, A., I. Huygh, C. Weltens, G. Vandeveld, P. Delaere, G. Evers und W. Van den Bogaert (2002). "De Gustibus: time scale of loss and recovery of tastes caused by radiotherapy." Radiother Oncol **63**(2): 195-201.

Matsunami, H., J. P. Montmayeur und L. B. Buck (2000). "A family of candidate taste receptors in human and mouse." Nature **404**(6778): 601-4.

Mattes, R. D. (1988). "Reliability of psychophysical measures of gustatory function." Percept Psychophys **43**(2): 107-14.

Mattes, R. D. (2005). "Fat taste and lipid metabolism in humans." Physiol Behav **86**(5): 691-7.

McBurney, D. H. (1976). "Temporal properties of the human taste system." Sens Processes **1**(2): 150-62.

McBurney, D. H. und L. M. Bartoshuk (1973). "Interactions between stimuli with different taste qualities." Physiol Behav **10**(6): 1101-6.

McCaughey, S. A. und T. R. Scott (2000). "Rapid induction of sodium appetite modifies taste-evoked activity in the rat nucleus of the solitary tract." Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol **279**(3): R1121-31.

McCaughey, S. A. und M. G. Tordoff (2001). "Calcium deprivation alters gustatory-evoked activity in the rat nucleus of the solitary tract." Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol **281**(3): R971-8.

McLaughlin, S. K., P. J. McKinnon und R. F. Margolskee (1992). "Gustducin is a taste-cell-specific G protein closely related to the transducins." Nature **357**(6379): 563-9.

Min, B. C. und K. Sakamoto (1998). "Influence of sweet suppressing agent on gustatory brain evoked potentials generated by taste stimuli." Appl Human Sci **17**(1): 9-17.

Mojet, J., J. Heidema und E. Christ-Hazelhof (2003). "Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities?" Chem Senses **28**(5): 397-413.

Mueller, C., S. Kallert, B. Renner, K. Stiasny, A. F. Temmel, T. Hummel und G. Kobal (2003). "Quantitative assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated "taste strips"." Rhinology **41**(1): 2-6.

Mueller, C. A., S. Khatib, B. N. Landis, A. F. Temmel und T. Hummel (2007). "Gustatory function after tonsillectomy." Arch Otolaryngol Head Neck Surg **133**(7): 668-71.

Murphy, C. und M. M. Gilmore (1989). "Quality-specific effects of aging on the human taste system." Percept Psychophys **45**(2): 121-8.

Murphy, C., C. Quinonez und S. Nordin (1995). "Reliability and validity of electrogustometry and its application to young and elderly persons." Chem Senses **20**(5): 499-503.

Northcutt, R. G. (2004). "Taste buds: development and evolution." Brain Behav Evol **64**(3): 198-206.

O'Doherty, J., E. T. Rolls, S. Francis, R. Bowtell und F. McGlone (2001). "Representation of pleasant and aversive taste in the human brain." J Neurophysiol **85**(3): 1315-21.

Ogawa, H., S. Ito und T. Nomura (1985). "Two distinct projection areas from tongue nerves in the frontal operculum of macaque monkeys as revealed with evoked potential mapping." Neurosci Res **2**(6): 447-59.

Ohtsuka, K., H. Tomita und G. Murakami (2002). "Anatomy of the tonsillar bed: topographical relationship between the palatine tonsil and the lingual branch of the glossopharyngeal nerve." Acta Otolaryngol Suppl(546): 99-109.

Ohtuka, K., H. Tomita, Y. Yamauchi und H. Kitagoh (1994). "[Taste disturbance after tonsillectomy]." Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho **97**(6): 1079-88.

Oluwasanmi, A. F. (2004). "Unusual complication of tonsillectomy: taste disturbance and the lingual branch of the glossopharyngeal nerve." J Laryngol Otol **118**(3): 248-9; author reply 249.

Onoda, K. und M. Ikeda (1999). "Gustatory disturbance due to cerebrovascular disorder." Laryngoscope **109**(1): 123-8.

- Paran, N., C. F. Mattern und R. I. Henkin (1975). "Ultrastructure of the taste bud of the human fungiform papilla." Cell Tissue Res **161**(1): 1-10.
- Perez, C. A., L. Huang, M. Rong, J. A. Kozak, A. K. Preuss, H. Zhang, M. Max und R. F. Margolskee (2002). "A transient receptor potential channel expressed in taste receptor cells." Nat Neurosci **5**(11): 1169-76.
- Pin, J. P., T. Galvez und L. Prezeau (2003). "Evolution, structure, and activation mechanism of family 3/C G-protein-coupled receptors." Pharmacol Ther **98**(3): 325-54.
- Poellinger, A., R. Thomas, P. Lio, A. Lee, N. Makris, B. R. Rosen und K. K. Kwong (2001). "Activation and habituation in olfaction--an fMRI study." Neuroimage **13**(4): 547-60.
- Prescott, J., V. Johnstone und J. Francis (2004). "Odor-taste interactions: effects of attentional strategies during exposure." Chem Senses **29**(4): 331-40.
- Pritchard, T. C., R. B. Hamilton und R. Norgren (1989). "Neural coding of gustatory information in the thalamus of *Macaca mulatta*." J Neurophysiol **61**(1): 1-14.
- Pritchard, T. C., R. B. Hamilton und R. Norgren (2000). "Projections of the parabrachial nucleus in the old world monkey." Exp Neurol **165**(1): 101-17.
- Pritchard, T. C., D. A. Macaluso und P. J. Eslinger (1999). "Taste perception in patients with insular cortex lesions." Behav Neurosci **113**(4): 663-71.
- Pronin, A. N., H. Tang, J. Connor und W. Keung (2004). "Identification of ligands for two human bitter T2R receptors." Chem Senses **29**(7): 583-93.
- Richstein, A. (1981). "[Speech and language disorders following adenoidectomy and tonsillectomy (author's transl)]." Laryngol Rhinol Otol (Stuttg) **60**(7): 351-4.
- Rieder, C. (1981). "[A rare complication: disorder of taste-function after tonsillectomy (author's transl)]." Laryngol Rhinol Otol (Stuttg) **60**(6): 342.
- Rolls, E. T., B. J. Rolls und E. A. Rowe (1983). "Sensory-specific and motivation-specific satiety for the sight and taste of food and water in man." Physiol Behav **30**(2): 185-92.

Rolls, E. T., S. Yaxley und Z. J. Sienkiewicz (1990). "Gustatory responses of single neurons in the caudolateral orbitofrontal cortex of the macaque monkey." J Neurophysiol **64**(4): 1055-66.

Rosler, P., C. Kroner, J. Freitag, J. Noe und H. Breer (1998). "Identification of a phospholipase C beta subtype in rat taste cells." Eur J Cell Biol **77**(3): 253-61.

Ruiz-Avila, L., S. K. McLaughlin, D. Wildman, P. J. McKinnon, A. Robichon, N. Spickofsky und R. F. Margolskee (1995). "Coupling of bitter receptor to phosphodiesterase through transducin in taste receptor cells." Nature **376**(6535): 80-5.

Sanides, F. (1968). "The architecture of the cortical taste nerve areas in squirrel monkey (*Saimiri sciureus*) and their relationships to insular, sensorimotor and prefrontal regions." Brain Res **8**(1): 97-124.

Savic, I., B. Gulyas, M. Larsson und P. Roland (2000). "Olfactory functions are mediated by parallel and hierarchical processing." Neuron **26**(3): 735-45.

Sbarbati, A., C. Crescimanno und F. Osculati (1999). "The anatomy and functional role of the circumvallate papilla/von Ebner gland complex." Med Hypotheses **53**(1): 40-4.

Schaupp, H. (1971). "[Problems of objective gustometry]." Z Laryngol Rhinol Otol **50**(3): 208-13.

Schiffman, S. S., E. Lockhead und F. W. Maes (1983). "Amiloride reduces the taste intensity of Na⁺ and Li⁺ salts and sweeteners." Proc Natl Acad Sci U S A **80**(19): 6136-40.

Scott, T. R., S. Yaxley, Z. J. Sienkiewicz und E. T. Rolls (1986). "Gustatory responses in the nucleus tractus solitarius of the alert cynomolgus monkey." J Neurophysiol **55**(1): 182-200.

Sewards, T. (2004). "Dual separate pathways for sensory and hedonic aspects of taste." brain Res Bull **62**: 271-283.

Shi, P., J. Zhang, H. Yang und Y. P. Zhang (2003). "Adaptive diversification of bitter taste receptor genes in Mammalian evolution." Mol Biol Evol **20**(5): 805-14.

Small, D. M., M. D. Gregory, Y. E. Mak, D. Gitelman, M. M. Mesulam und T. Parrish (2003). "Dissociation of neural representation of intensity and affective valuation in human gustation." Neuron **39**(4): 701-11.

Small, D. M., M. Jones-Gotman, R. J. Zatorre, M. Petrides und A. C. Evans (1997). "A role for the right anterior temporal lobe in taste quality recognition." J Neurosci **17**(13): 5136-42.

Small, D. M., J. Voss, Y. E. Mak, K. B. Simmons, T. Parrish und D. Gitelman (2004). "Experience-dependent neural integration of taste and smell in the human brain." J Neurophysiol **92**(3): 1892-903.

Small, D. M., D. H. Zald, M. Jones-Gotman, R. J. Zatorre, J. V. Pardo, S. Frey und M. Petrides (1999). "Human cortical gustatory areas: a review of functional neuroimaging data." Neuroreport **10**(1): 7-14.

Small, D. M., R. J. Zatorre, A. Dagher, A. C. Evans und M. Jones-Gotman (2001). "Changes in brain activity related to eating chocolate: from pleasure to aversion." Brain **124**(Pt 9): 1720-33.

Smith, D., C. Li und B. Davis (1998). "Excitatory and inhibitory modulation of taste responses in the hamster brainstem." Ann N Y Acad Sci **855**: 450-456.

Smith, D. V., S. J. John und J. D. Boughter (2000). "Neuronal cell types and taste quality coding." Physiol Behav **69**(1-2): 77-85.

Smith, D. V. und R. F. Margolskee (2001). "Making sense of taste." Sci Am **284**(3): 32-9.

Smith, D. V. und D. H. McBurney (1969). "Gustatory cross-adaptation: does a single mechanism code the salty taste?" J Exp Psychol **80**(1): 101-5.

Smith, D. V. und S. J. St John (1999). "Neural coding of gustatory information." Curr Opin Neurobiol **9**(4): 427-35.

Smith, D. V. und N. J. van der Klaauw (1995). "The perception of saltiness is eliminated by NaCl adaptation: implications for gustatory transduction and coding." Chem Senses **20**(5): 545-57.

Spielman, A. I., S. D'Abundo, R. B. Field und H. Schmale (1993). "Protein analysis of human von Ebner saliva and a method for its collection from the foliate papillae." J Dent Res **72**(9): 1331-5.

Steiner, J. E. (1973). "The gustofacial response: observation on normal and anencephalic newborn infants." Symp Oral Sens Percept(4): 254-78.

Steiner, J. E. (1974). "Discussion paper: innate, discriminative human facial expressions to taste and smell stimulation." Ann N Y Acad Sci **237**(0): 229-33.

Steiner, J. E., D. Glaser, M. E. Hawilo und K. C. Berridge (2001). "Comparative expression of hedonic impact: affective reactions to taste by human infants and other primates." Neurosci Biobehav Rev **25**(1): 53-74.

Stevens, J. C., W. S. Cain, A. Demarque und A. M. Ruthruff (1991). "On the discrimination of missing ingredients: aging and salt flavor." Appetite **16**(2): 129-40.

Stevens, S. (1969). "Sensory scales of taste intensity." Percept Psychophys **6**: 302-308.

Stillman, J. A., R. P. Morton und D. Goldsmith (2000). "Automated electrogustometry: a new paradigm for the estimation of taste detection thresholds." Clin Otolaryngol Allied Sci **25**(2): 120-5.

Stone, L. M., S. S. Tan, P. P. Tam und T. E. Finger (2002). "Analysis of cell lineage relationships in taste buds." J Neurosci **22**(11): 4522-9.

Teff, K. (2000). "Nutritional implications of the cephalic-phase reflexes: endocrine responses." Appetite **34**(2): 206-13.

Theissing, J. (2006). HNO-Operationslehre, Thieme.

Tomita, H. und K. Ohtuka (2002). "Taste disturbance after tonsillectomy." Acta Otolaryngol Suppl(546): 164-72.

Tomofuji, S., M. Sakagami, K. Kushida, T. Terada, H. Mori und M. Kakibuchi (2005). "Taste disturbance after tonsillectomy and laryngomicrosurgery." Auris Nasus Larynx **32**(4): 381-6.

Topolovec, J. C., J. S. Gati, R. S. Menon, J. K. Shoemaker und D. F. Cechetto (2004). "Human cardiovascular and gustatory brainstem sites observed by functional magnetic resonance imaging." J Comp Neurol **471**(4): 446-61.

Trepel, M. (1999). Neuroanatomie, Urban&Fischer.

Trepel, M. (1999). Neuroanatomie, Urban und Fischer.

Uzun, C., M. K. Adali und A. R. Karasalihoglu (2003). "Unusual complication of tonsillectomy: taste disturbance and the lingual branch of the glossopharyngeal nerve." J Laryngol Otol **117**(4): 314-7.

Wang, X., S. D. Thomas und J. Zhang (2004). "Relaxation of selective constraint and loss of function in the evolution of human bitter taste receptor genes." Hum Mol Genet **13**(21): 2671-8.

Yamauchi, Y., S. Endo und I. Yoshimura (1995). "[Whole mouth gustatory test (Part 2)-Effect of aging, gender and smoking on the taste threshold]." Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho **98**(7): 1125-34.

Yoshida, S., S. Endo und H. Tomita (1991). "A double-blind study of the therapeutic efficacy of zinc gluconate on taste disorder." Auris Nasus Larynx **18**(2): 153-61.

Zald, D. H., M. C. Hagen und J. V. Pardo (2002). "Neural correlates of tasting concentrated quinine and sugar solutions." J Neurophysiol **87**(2): 1068-75.

Zald, D. H., J. T. Lee, K. W. Fluegel und J. V. Pardo (1998). "Aversive gustatory stimulation activates limbic circuits in humans." Brain **121 (Pt 6)**: 1143-54.

Zatorre, R. J., M. Jones-Gotman, A. C. Evans und E. Meyer (1992). "Functional localization and lateralization of human olfactory cortex." Nature **360**(6402): 339-40.

Zhang, Y., M. A. Hoon, J. Chandrashekar, K. L. Mueller, B. Cook, D. Wu, C. S. Zuker und N. J. Ryba (2003). "Coding of sweet, bitter, and umami tastes: different receptor cells sharing similar signaling pathways." Cell **112**(3): 293-301.