

Aus dem Institut für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde / Abteilung für
zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin und der Klinik für
Psychiatrie und Psychotherapie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Orale Gesundheit und Kognition – Bedeutung für
gustatorische und olfaktorische Perzeption**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

Von

Sabrina Lange

aus Berlin

Gutachter

1. PD Dr. I. Peroz
2. PD Dr. A. Friedmann
3. Prof. Dr. K. Böning

Datum der Disputation: 16.06.2009

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	5
1.1 Problemstellung	5
1.2 Alterszahnmedizin.....	8
1.3 Theoretische Grundlagen	9
1.3.1 Geschmackssinn	10
1.3.1.1 Aufbau des Geschmacksorgans, Geschmackstransduktion sowie Geschmacksbahnen und kortikale Projektionen	10
1.3.1.2 Gustatorische Störungen	13
1.3.1.3 Altersbedingte Veränderungen des Geschmacksorgans	14
1.3.1.4 Gustatorische Störungen beim Vorliegen einer Demenz	15
1.3.1.5 Gustometrische Testverfahren	17
1.3.2 Geruchssinn	18
1.3.2.1 Aufbau des menschlichen Riechorgans, Geruchstransduktion und kortikale Projektionen	18
1.3.2.2 Störungen des olfaktorischen Systems.....	21
1.3.2.3 Altersbedingte Veränderungen des Riechorgans	22
1.3.2.4 Olfaktorische Dysfunktionen bei Patienten mit neurodegenerativen Erkrankungen	23
1.3.2.5 Verfahren zum Screening der Riechfunktionen	25
1.3.3 Einfluss von oralen Erkrankungen auf Geschmack und Geruch	26
2 FRAGESTELLUNG	28
3 MATERIAL UND METHODE	29
3.1 Auswahl der Patienten und Probanden	29
3.1.1 Zahnärztliche Untersuchung	30
3.1.2 Probandenfragebogen.....	31
3.2 Beschreibung der Versuchsdurchführung	31
3.2.1 Allgemeine Testkonditionen	31
3.2.2 Mini – Mental – State Examination (MMSE)	32
3.2.3 Syndrom – Kurz – Test (SKT).....	33
3.2.4 Olfaktometrie	35
3.2.5 Gustometrie	36
3.2.6 Beck – Depression – Inventar (BDI)	37
3.2.7 Statistische Auswertung	38
4 ERGEBNISSE	40
4.1 Allgemeine Charakteristika der Stichprobe.....	40
4.2 Untersuchung der Kognitiven Leistungsfähigkeit.....	41
4.2.1 Ergebnisse des MMSE.....	41
4.2.2 Ergebnisse des SKT	42

4.3 Zahnärztliche Untersuchungsergebnisse	44
4.3.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und orale Gesundheit	47
4.4 Gustometrische Testergebnisse	50
4.4.1 Altersabhängigkeit.....	51
4.4.2 Beziehung zu kognitiven Funktionen.....	51
4.5 Olfaktorische Testergebnisse	52
4.5.1 Beziehung zum Faktor Rauchen	53
4.5.2 Beziehung zu kognitiven Funktionen.....	53
4.6 Beziehungen zwischen gustometrischen und olfaktorischen Testergebnissen	55
4.7 Einfluss oraler Gesundheit auf gustatorische und olfaktorische Funktionen	57
4.7.1 Mundhygiene und Erkennung der Geschmacksqualität „salzig“	57
4.7.2 Mundhygiene und Geruchsidentifizierung.....	58
4.7.3 Orale Gesundheit und Altersabhängigkeit der gustatorischen Funktionen	59
4.7.4 Orale Gesundheit und olfaktorische Funktionen	61
5 DISKUSSION	63
5.1 Kognitive Funktionen	63
5.2 Orale Gesundheit	66
5.3 Gustatorische Funktionen, Geschlecht und Alter	67
5.4 Gustatorische Funktionen, orale Gesundheit und kognitive Leistungsfähigkeit	72
5.5 Olfaktorische Funktionen	76
6 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK	80
7 ZUSAMMENFASSUNG	83
8 LITERATURÜBERSICHT	87
CURRICULUM VITAE	98
ERKLÄRUNG AN EIDES STATT	99
DANKSAGUNG	100

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die demographische Entwicklung in Deutschland bringt für die Zahnmedizin neue gewaltige Herausforderungen. Der wachsende Anteil älterer und pflegebedürftiger Menschen, mit ihren speziellen Problemen der Zahn- und Mundgesundheit, wird den Praxisalltag immer mehr prägen.

Im Rahmen der Berliner Altersstudie (Nitschke, 2000) wurde ermittelt, dass die Zahnlosigkeit sich bei den jüngeren Senioren (65 – 74 Jahre) verringert, die verbleibenden Zähne jedoch ein höheres parodontales Risiko aufweisen.

In der Zukunft werden immer weniger Ältere ausschließlich mit Zahnprothesen zurecht kommen müssen.

Die Zahn- und Mundgesundheit älterer Menschen wird häufig vernachlässigt, da vermeintlich wichtigere Gesundheitsprobleme im Vordergrund stehen. Besonders bei Menschen, die an mehreren chronischen Erkrankungen gleichzeitig leiden, treten zahnmedizinische Belange (z.B. intensive Mund- und Prothesenhygiene, Kontrollbesuche mit Prophylaxemaßnahmen beim Zahnarzt und Sanierung bei Zahndefekten) in den Hintergrund. Mundgesundheit ist jedoch ein Teil der allgemeinen Gesundheit. Die Bedeutung der Geschmacks- und Geruchssinne wurde hierbei lange Zeit unterbewertet. Andererseits berichten gerade in der zahnärztlichen Praxis viele ältere Patienten über eine veränderte oder sogar verminderte Geschmackswahrnehmung, die durch vielfältige Faktoren, wie z.B. dem burning mouth syndrom (Knecht et al., 1999) oder dem Tragen von Totalprothesen beeinflusst wird.

Untersuchungen der olfaktorischen Leistung bei 60 – 90 Jährigen (Griep et al., 1997) belegen neben einem Alterseffekt auch Einflüsse des Gesundheitszustandes, des Ernährungsstatus und durch das Tragen von Zahnprothesen. Verminderte Schmecksensitivitäten im Alter über 65 Jahre für die beiden Geschmacksqualitäten bitter und sauer jedoch nicht für süß und salzig, können Ursache dafür sein, dass süße Speisen von älteren Menschen kompensatorisch bevorzugt werden (Weiffenbach et al., 1982; Bartoshuk, 1989).

Das Nachlassen von Riech- und Geschmacksvermögen sind nicht nur Folge von normalen Alterungsprozessen per se. Dazu tragen auch die Ernährungsweise, die

allgemeine Gesundheit sowie Zahn- und Mundgesundheit bei (Schiffman, 1997; Winkler et al., 1999). Es wird angenommen, dass Riechstörungen im Alter weitaus häufiger sind als Schmeckstörungen (Ahne et al., 2000).

Auch die im Alter zunehmenden neurodegenerativen Erkrankungen müssen beachtet werden. Verschiedene Studien belegen Riechstörungen und Geschmacksstörungen bei Patienten mit Alzheimer – Demenz, Parkinson Syndrom, Chorea Huntington, Schizophrenie, Korsakoff – Syndrom und einer Reihe weiterer ZNS – Erkrankungen (Meshulam et al., 1998; Mair, 1986). Bereits im Initialstadium einer Parkinson- und Alzheimererkrankung treten Defizite der Geruchsidentifikation und eine deutlich angehobene Geruchsschwelle auf.

Die klinischen Auswirkungen von Geschmacks- und Geruchsstörungen im Alter werden in erster Linie bei der Nahrungsaufnahme gesehen (Duffy et al., 1999; Klimek et al., 1999).

Überprüfungen der olfaktorischen und gustatorischen Funktionen spielten im zahnärztlichen Alltag bisher keine Rolle. Das mag daran liegen, dass die möglichen Wechselbeziehungen zwischen intakten Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen und der Mund- und Zahngesundheit gerade im Alter noch nicht ausreichend erforscht sind. Zum anderen fehlte es an geeigneten Testinstrumenten. Die neueren Entwicklungen der letzten 10 – 15 Jahre auf diesem Gebiet machen es möglich, dass auch in einer zahnärztlichen Praxis Geruchsprüfungen durchgeführt werden können.

Für die vorliegende Untersuchung wurden Patienten aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin des Zentrums für Zahnmedizin der Charité für Geschmacks- und Geruchsprüfungen rekrutiert. Nicht eingeschlossen waren Patienten mit bekannten, durch Fachärzte diagnostizierte Riech- und Schmeckstörungen bzw. degenerativen Erkrankungen des ZNS oder psychiatrischen Erkrankungen. Ziel der Studie war es zunächst zu prüfen, wie häufig gustatorische und olfaktorische Funktionsstörungen bei den ausgesuchten Patienten des Bereichs Prothetik auftreten, ob diese Störungen eine Altersabhängigkeit aufweisen und mit der Mund- und Zahngesundheit assoziiert sind. Da es bis jetzt keine Belege dafür gibt, dass im normalen Alterungsprozess das Nachlassen kognitiver Leistungsfähigkeit und Veränderungen im Schmeck- und Riechvermögen parallel einhergehen, sollte in der vorliegenden Studie versucht werden, dieser Frage nachzugehen. Deshalb wurden

neben den gustatorischen und olfaktorischen Testungen auch neuropsychologische Untersuchungen (Syndrom – Kurz – Test nach Erzigkeit, Mini – Mental – Status – Examination nach Folstein) (Erzigkeit, 1977; Folstein et al., 1975) zur Messung von Aufmerksamkeit- und Gedächtnis-störungen angewendet.

1.2 Alterszahnmedizin

Der Anteil der betagten und hochbetagten Menschen an der Gesamtbevölkerung ist in den Industrienationen weiterhin stark steigend.

Im Rahmen der Berliner Altersstudie (Nitschke, 2000) wurde ermittelt, dass im Vergleich zu früheren Untersuchungen nur noch ein Drittel der 70 – 74 Jährigen zahnlos sind und immer weniger Ältere in Zukunft ausschließlich mit den „Dritten Zähnen“ zurecht kommen müssen. Auf Grund dieser steigenden Zahnzahlen beim älteren Menschen, müssen sich Zahnärzte, Ärzte und Pflegepersonal auf eine wachsende Anzahl bezahnter, älterer und multimorbider Patienten einstellen. Aus diesem Grund hat sich in der Zahnmedizin eine eigenständige Fachrichtung, die Alterszahnmedizin, entwickelt. Diese wird wiederum in drei Bereiche unterschieden. Der Bereich „Orale Gerontologie“ bezieht sich auf altersabhängige Strukturveränderungen der Speicheldrüsen und Veränderungen der Zellstrukturen, die in Zusammenhang mit dem gesamten physiologischen Alterungsprozess des Körpers stehen. Der Bereich „Orale Geriatrie“ beschäftigt sich mit Veränderungen des stomatognathen Systems, deren Ursprung in krankhaften Veränderungen des Gesamtorganismus beim älteren Menschen liegen. Die zur allgemeinmedizinischen Therapie verordneten Medikamente können z. B. eine Speichelreduktion hervorrufen und damit das Kariesrisiko erheblich steigern. Der allgemeine Gesundheitszustand der älteren Menschen an sich hat jedoch keinen direkten Einfluss auf die Zahnzahl. Das heißt, dass auch nicht belastbare oder chronisch erkrankte Ältere Zähne zur Verfügung haben und diese dahingehend versorgt werden müssen. Als weiteres Feld in der Alterszahnmedizin ist der Bereich der „Gerodontologischen Gesundheitswissenschaften“ zu nennen. Hier werden Einflüsse und Zusammenhänge auf die zahnmedizinische Betreuung eines alternden Menschen dargestellt, analysiert und gegebenenfalls versucht Einfluss auf notwendige Veränderungen zu nehmen. Als wichtiger Aspekt ist natürlich die Versorgung und Betreuung in Senioreneinrichtungen und geriatrischen Rehabilitationskliniken zu nennen. Dabei ist die Einstellung des Pflegepersonals und der Heimleitung zur zahnmedizinischen Versorgung von großer Bedeutung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit den Zahnärzten. Gerodontologen fordern, dass jeder Bewohner in den ersten Tagen nach Aufnahme in eine solche Einrichtung dem Konsiliararzt vorgestellt wird. So kann dieser eine individuelle Einschätzung der Gebissituation vornehmen, um spätere größere Schäden effektiv vermeiden zu können. Besonders bei

dem multimorbiden Patient treten zahnmedizinische Belange oft in den Hintergrund. So weisen diese bei Aufnahme in Pflegeeinrichtungen häufig massiv desolante Gebissituationen auf. Eine eingeschränkte Kaufunktion, die vom gesunden Menschen noch kompensiert werden kann, tritt bei Erkrankten als Co – Faktor für die Minder – bzw. Unterernährung in den Vordergrund. (Kämpf, 1995; Sullivan et al., 1993). Weiterhin weisen Studien darauf hin, dass es Zusammenhänge zwischen der pathogenen Besiedlung der Mundhöhle und Erkrankungen des Respirationstraktes bei Senioren mit eingeschränktem Gesundheitszustand gibt (Mojon et al., 1997). So stellt die mangelnde oder gar nicht stattfindende Mundhygiene beim multimorbiden Patienten einen erheblichen Risikofaktor für weitere Erkrankungen dar.

Grundlegend ist die Gruppe der älteren Menschen sehr inhomogen in Hinblick auf die Inanspruchnahme zahnärztlicher Betreuung. Die Forderung nach einer halbjährlichen Kontrolle erfüllte laut Berliner Altersstudie keine der untersuchten Altersgruppen. Besonders die Gruppe der Hochbetagten wiesen im Mittel den letzten Zahnarztbesuch vor 2 – 3 Jahren aus. Deshalb ist eine gute Zusammenarbeit zwischen Arzt und Zahnarzt wichtiger denn je, da die älteren Menschen einen Arzt fast regelmäßig aufsuchen, bzw. unter ärztlicher Kontrolle stehen. Der Arzt sollte einfache zahnmedizinische Zusammenhänge erkennen, so dass er bei Bedarf den ihm anvertrauten Älteren zur zahnmedizinischen Behandlung auffordern und motivieren kann.

1.3 Theoretische Grundlagen

Neben dem gustatorischen System gehört das olfaktorische System zu den phylogenetisch ältesten Sinnessystemen. Ein weiteres System, das auch teilweise an der Geruchswahrnehmung beteiligt ist und ebenfalls zur Verarbeitung chemischer Reize beiträgt, ist das trigeminale System.

Während der Geschmackssinn fünf (Smith et al., 2001) verschiedene Geschmacksqualitäten unterscheiden kann, differenziert der menschliche Geruchssinn bis zu 10 000 verschiedene Duftnoten, ohne diese benennen zu können (Axel, 1995). Düfte werden in 7 typische Duftklassen eingeteilt: blumig, ätherisch, Moschus – artig, Kampfer – artig, faulig, stechend und schweißig.

1.3.1 Geschmackssinn

1.3.1.1 Aufbau des Geschmacksorgans, Geschmackstransduktion sowie Geschmacksbahnen und kortikale Projektionen

Das Geschmacksorgan bildet als Pforte zum Verdauungstrakt den Rezeptorteil von zentralnervösen Kontrolleinrichtungen, die über die „Schmackhaftigkeit“ – dem Körper auf dem Speiseweg zugeführten – Stoffen urteilen und entscheiden. Auf hoher Ebene wird dieses Urteil noch durch das limbische System verifiziert, wohingegen auf niedriger Ebene die Aufnahme oder Nichtaufnahme von Stoffen durch entscheidende Reflexe (Würgreflex, Brechreiz) ausgelöst werden. Das Geschmacksorgan ist hierin dem Geruchsorgan am Eingang in den Atemtrakt vergleichbar. Zwischen beiden Organen besteht eine so enge Kooperation, dass in vielen Fällen die Beteiligung des einen Organs bei einem Sinneseindruck nicht oder nur schwer von der des anderen Organs abgegrenzt werden kann (de Araujo et al., 2003).

Die Wahrnehmung der vier Geschmacksqualitäten süß, sauer, bitter und salzig findet in den Geschmackspapillen auf der Zunge statt. Vornehmlich im japanischen und amerikanischen Raum wird eine fünfte Geschmacksqualität erforscht, die als „umami“ oder „savory taste“ bezeichnet wird und durch Natriumglutamat ausgelöst wird (Chandrashekar et al., 2006; Bachmanov et al., 2007).

Das Organum gustatorium setzt sich aus einer Vielzahl von Geschmacksknospen zusammen. Diese sind beim Erwachsenen weitgehend auf den weichen Gaumen und das Papillenepithel der Zunge beschränkt, wo man Pilz-, Blätter- und Wallpapillen voneinander unterscheiden kann. Eine detaillierte Übersicht des Aufbaus der Geschmacksknospen findet sich bei NELSON (Nelson, 1998). Der Mensch besitzt etwa 10000 Geschmacksknospen, davon die meisten in den Wall- und Blattpapillen. Eine Knospe setzt sich je nach Spezies aus 50 – 150 Schmeckrezeptorzellen zusammen (Chandrashekar et al., 2006), deren Lebensdauer jedoch nur gering ist, da sie bereits nach 10 – 20 Tagen durch eine nachrückende Zelle ersetzt werden (Heckmann et al., 2003).

Afferente Nervenfasern innervieren sowohl die Geschmacksknospen (intragemnale Fasern), als auch das umgebende Epithel (extragemnale Fasern). Für die Encodierung der einzelnen Geschmacksqualitäten in der Peripherie gibt es zur Zeit zwei gängige Hypothesen: Beim „labelled – line model“ geht man davon aus, dass eine Rezeptorzelle jeweils nur für eine der fünf Geschmacksmodalitäten empfänglich ist und individuell

innerviert wird. Das „across – fibre model“ hingegen begründet sich auf der Vorstellung, dass eine encodierende Nervenfasern mehrere Geschmackseindrücke fort leiten kann. Dies wiederum wird möglich, indem die Nervenfasern durch Divergenz mehrere Rezeptorzellen innerviert oder die Sinneszelle mit mehreren Rezeptoren für verschiedene Geschmacksqualitäten ausgestattet ist (Chandrashekar et al., 2006).

Die Geschmacksleitung der vorderen zwei Drittel der Zunge wird von afferenten Nervenfasern der Chorda tympani (7. Hirnnerv) übernommen. Der linguale Ast des N. trigeminus übermitteln Schmerz, Textur und Temperaturinformationen derselben Region. Das hintere Drittel versorgt der N. glossopharyngeus, wobei Zungengrund und tiefere Regionen über den N. vagus innerviert werden. Gustatorische Empfindungen vom Gaumen werden durch den N. petrosus superficialis (7. Hirnnerv) weitergeleitet (Pritchard et al., 1999).

Die Informationen werden in die Hirnrinde übertragen und dabei im Thalamus umgeschaltet.

Die Geschmacksfasern sammeln sich dafür von beiden Seiten im Tractus solitarius, welcher im rostralen Bereich der Pars gustatoria als Ncl. (Nucleus) Tractus solitarius endet (Torvik, 1956). Die Axone der die Geschmacksinformation tragenden Neurone der Pars gustatoria teilen sich auf und ziehen zum einen teils kontralateral, teils ipsilateral, als Faserzug eines Lemniscus medialis in den ventralen Thalamus. Dort enden die Axone an Neuronen des Ncl. ventralis posteromedialis (Ganchrow et al., 1972). Sie bilden einen eigenen, nur dem Geschmack vorbehaltenen „Unterkern“ aus besonders kleinzelligen Neuronen. Von hier werden Verbindungen zu kortikalen Assoziationsgebieten wie Insula, frontalem Operculum, dem temporalen und postzentralen Gyrus hergestellt (Heckmann et al., 2003). Der andere Teil der Fasern projiziert unter Umgehung des Thalamus zu weiteren Geschmacksarealen des Hypothalamus, der Amygdala und der Striata terminalis (Norgren, 1976) und trifft dort auf gemeinsame Projektionsgebiete mit olfaktorischen Informationen.

Hier beginnt die emotionale Analyse der Geschmacksempfindung, die auch im präfrontalen und besonders im orbitalen Frontalkortex erfolgt.

Lange Zeit nahm man an, dass eine genaue Zuordnung bestimmter Areale der Zunge zu einer Geschmacksqualität möglich sei. Dies beruhte jedoch nur auf einer Missinterpretation der Arbeit von Hänig 1901, der Geschmacksschwellen für verschiedene Zungenregionen untersuchte. Die vorderen Abschnitte galten als besonders empfindlich für süß und salzig, die seitlichen für sauer und der hintere

Zungenabschnitt für bitter. Man weiß heute, dass nur geringe Unterschiede in der Empfindlichkeit der einzelnen Qualitäten auf der Zungenoberfläche bestehen, mit Ausnahme des Bittergeschmacks, der bevorzugt, aber keineswegs ausschließlich, am Zungengrund lokalisiert ist (Nelson et al., 2001; Nelson et al., 2002).

Die Geschmackstransduktion beginnt mit der Bindung eines Moleküls an ein Rezeptorprotein in der apikalen Membran der Mikrovilli einer Schmeckzelle. Diese Ankopplung des Liganden an seinen Membranrezeptor löst eine Öffnung von Membrankanälen (Poren) aus. Der resultierende Ionenstrom führt zu einem depolarisierenden Sensorpotential in der Geschmackszelle. Da die afferenten Nervenfasern spontan aktiv sind, kommt es bei einer Transmitterfreisetzung, hervorgerufen durch ein depolarisierendes Sensorpotential, zu einer Änderung in der Aktionspotentialfrequenz. Die Transformation besteht also in der Modulation der Spontanfrequenz.

Die beiden hedonisch belegten Modalitäten „süß“ und „umami“ werden von einer Gruppe von G – Protein gekoppelten, metabotropen Rezeptoren (engl. GPCRs) – T1R1, TR1R2 und TR1R3 vermittelt, die an das PLC – β 2 (Phospholipase C) und Adenylatcyclase abhängige Second – Messenger – System gekoppelt sind (Zhang et al., 2003; Rossler et al., 1998). Diese Rezeptoren erscheinen in homodimeren und heterodimeren Komplexen (Pin et al., 2002) und sind durch eine große N – terminale, extrazelluläre Domäne gekennzeichnet (Kunishima et al., 2000). Aktivierende Liganden für die „Süßrezeptoren“ (T1R2/T1R3) sind natürliche Zucker und Zuckerderivate sowie D – Aminosäuren. Die „Umamirezeptoren“ (T1R1/T1R3) werden durch nicht essentielle L – Aminosäuren, wie Aspartat und Glutamat angesprochen.

Der Geschmacksqualität „bitter“ hingegen kommt eine besondere Warnfunktion bei der Aufnahme von gesundheitsschädlichen Nahrungskomponenten zu. Auf Grund der großen Bandbreite von potentiell toxischen Substanzen wird das Erkennen, nicht aber deren Differenzierung, durch 25 derzeit bekannte G – Protein gekoppelte und ebenfalls PLC – β 2 (Dotson et al., 2005) abhängige T2R – Rezeptoren in der Peripherie gesichert. Die zugehörigen Genloci werden nur in einer speziellen Subpopulation der Geschmackssinneszellen exprimiert (Adler et al., 2000; Matsunami et al., 2000). Ligandenverbindungen wie Chinin, Strychnin und Atropin aktivieren die o.g. Rezeptortypen.

„Salzig“ und „sauer“ hingegen sind zwei Modalitäten, die einem völlig anderen Perzeptionsmechanismus unterliegen. Mehrere Studien haben gezeigt, dass bei „salzig“

der direkte Einstrom von Natriumionen durch Amilorid – sensitive Natrium – Ionenkanäle zu einer Membrandepolarisation führt (Heck et al., 1984; Avenet et al., 1988). Jedoch wird die Identität eines so genannten Salzrezeptors noch sehr kontrovers diskutiert (Lyll et al., 2004).

Bei PKD2L1 handelt es sich um einen Rezeptor einer Ionenkanal – Familie, der nach Ansicht einer Vielzahl von Autoren für die Geschmacksqualität „sauer“ zuständig sein soll (Huang et al., 2006; Ishimaru et al., 2006). Liganden für diesen Rezeptortyp stellen Zitronensäure, Weinsteinsäure und Essigsäure dar.

1.3.1.2 Gustatorische Störungen

Geschmacksstörungen sind im Vergleich zur Häufigkeit von Riechstörungen wesentlich seltener, was u.a. mit der redundanten gustatorischen Innervation der Zunge zusammenhängt. Eine Studie von KNECHT et al. (Knecht et al., 1999) hat gezeigt, dass bei Patienten, die sich wegen Riech- oder Schmeckstörungen in HNO – Kliniken vorstellen, nur bei 5% eine tatsächlich messbare Schmeckstörung vorliegt. Nach neueren Untersuchungen leiden 60% der 65 bis 80 Jährigen und etwa 75% der über 80 Jährigen an klinisch relevanten Riech- und Schmeckstörungen (Schiffman, 1997; Ship et al., 1993).

Kommt es z.B. nach einseitiger Durchtrennung der Chorda tympani zu einer Ageusie, wird dies subjektiv oft nicht bemerkt.

Hauptursachen für Geschmacksbeeinträchtigungen sind Schädel – Hirn – Traumen, gefolgt von Infektionen des oberen Respirationstraktes, Exposition zu toxischen Substanzen, iatrogene Ursachen, Medikamente und das „burning mouth syndrom“ (BMS). Auch Radiatio, Chemotherapie, schlechte Zahnpflege und ein desolater Gebisszustand können Geschmacksveränderungen hervorrufen (Ahne et al., 2000; Nelson, 1998). Ebenso physiologische Prozesse, wie Altern, Schwangerschaft und Menopause haben Einfluss auf unser gustatorisches Empfinden (Forabosco et al., 1992; Wardrop et al., 1989; Grushka et al., 2006).

Zur Erfassung von Veränderungen des Schmeckvermögens wird zwischen qualitativen und quantitativen Dysgeusien unterschieden. Hypergeusie, Hypogeusie und Ageusie zählen zu den quantitativen Schmeckstörungen, wobei die Ageusie nochmals in komplette, funktionelle und partielle differenziert werden kann. Zu den qualitativen

Störungen werden Parageusien und Phantogeusien gezählt. Sie finden sich bei 34% aller Patienten und stellen mit Abstand die häufigsten beklagten Schmeckstörungen dar (Deems et al., 1991). Schmeckreize werden dabei anders als gewöhnlich wahrgenommen. Oft klagen die Betroffenen über einen metallischen oder bitteren Geschmack im Mund, der vor allem bei BMS – Patienten häufig auftritt (Grushka et al., 2006).

1.3.1.3 Altersbedingte Veränderungen des Geschmacksorgans

In der Literatur wird übereinstimmend berichtet, dass im Alterungsprozess die Riechempfindlichkeit stärker abnimmt, als die des Geschmacks (Finkelstein et al., 1999; Kaneda et al., 2000; Boyce et al., 2006). Trotzdem ist das Nachlassen der Geschmackswahrnehmung ebenfalls von großer Bedeutung, da es vielfältige Auswirkungen auf die Lebensqualität hat. Nach TIJHUIS et al. (Tijhuis et al., 1999), können Senioren, die selbstständig leben, besser schmecken und riechen, als Senioren, die in Betreuungseinrichtungen untergebracht sind.

Wie Bestimmungen von Schmeckschwellen in verschiedenen Altersgruppen gezeigt haben, sind Verluste in der Wahrnehmung von süß, sauer, bitter, salzig und umami nicht gleichmäßig betroffen (Murphy et al., 1989; Ahne et al., 2000; Mojet et al., 2001). Altersbedingte Schmeckschwellenveränderungen werden häufiger bei sauren und bitteren Stimuli beobachtet als bei salzigem und süßen. Dies konnte in der Studie von AHNE et al. (Ahne et al., 2000) an 101 gesunden Probanden gezeigt werden.

Verschiedene andere Studien fanden keinerlei signifikante Altersabhängigkeit bei der Wahrnehmung von „süß“ (Murphy et al., 1989; Weiffenbach et al., 1982). Die Untersuchung von GERAN et al. (Geran et al., 2000) konnte zeigen, dass die Erkennungsschwellen von Geschmacksstoffen in Lebensmitteln höher liegen, als für den einzelnen Geschmacksstoff in wässriger Lösung.

CLARKE et al. (Clarke et al., 1999) vermuten, dass die altersbedingte Geschmacksbeeinträchtigung auf Veränderungen in der Zellmembran sowie auf eine verringerte Funktion der Ionenkanäle und Rezeptoren zurückzuführen ist. Gegensätzlich zu dieser Hypothese gibt es Studien, die altersbedingte Geschmacksbeeinträchtigungen auf morphologische Gründe zurückführen. Demnach verringert sich die Anzahl der Geschmacksknospen im Alter von 10000 auf 2000 – 3000. Genauere Zahlenangaben

sind jedoch schwierig, da starke individuelle Unterschiede zwischen einzelnen Personen existieren (Frank et al., 1992). Es konnte jedoch bis heute keine signifikante Abhängigkeit zwischen der Abnahme der Papillenanzahl und des verringerten Geschmacksempfindens bewiesen werden (Mavi et al., 1999; Boyce et al., 2006).

Geschlechtsspezifische Unterschiede wurden von HUMMEL et al. (Hummel et al., 1997) beschrieben. Demnach sind Frauen beim Schmecken wie auch beim Riechen sensibler als Männer. Dies konnte jedoch in der Studie von LANG et al. (Lang et al., 2006) nicht bestätigt werden.

Es wird weiterhin diskutiert, ob eine verminderte Geschmacksperezeption im Alter durch Rauchen und eine Vielzahl von Medikamenten verstärkt wird (Heckmann et al., 2003; Schiffman et al., 2002; Doty et al., 2003).

Eine altersbedingte Reduktion der Speichelmenge wird ebenfalls für die Einschränkungen des Schmeckvermögens verantwortlich gemacht, da ältere Menschen häufig über Mundtrockenheit klagen. WEIFFENBACH et al. (Weiffenbach et al., 1982) haben beschrieben, dass die Altersabhängigkeit der Geschmackswahrnehmung durch die Speichelproduktion beeinflusst wird.

Bei Schmeckstörungen sind auch der Zahnstatus und die Mundhygiene zu beachten, da die gustatorischen Rezeptorzellen durch mikrobielle Zersetzungsprodukte beeinflusst werden können.

1.3.1.4 Gustatorische Störungen beim Vorliegen einer Demenz

Eine der ersten Studien, durchgeführt in den USA, verglich insgesamt 54 Patienten mit Demenzen unterschiedlicher Genese mit einer altersentsprechenden Kontrollgruppe und konnte einen signifikanten Verlust der Fähigkeit die Geschmacksqualität „umami“ (Glutamat) zu erkennen, feststellen (Schiffman et al., 1990). Die Wahrnehmungsschwelle für „bitter“ war bei dementen Patienten nicht signifikant höher als bei der altersangepassten Kontrollgruppe, war aber höher als die Schwelle bei jungen Probanden.

MURPHY (Murphy, 1993) untersuchte Erkennungsschwellen für Geruchs- und Geschmacksstimuli bei 20 Patienten mit einer Alzheimer – Demenz (Mini – Mental – Status – Test: $20,6 \pm 4,0$). Während die Geruchsschwellen der Alzheimer – Patienten signifikant höher waren als bei der Kontrollgruppe und mit dem Ausprägungsgrad der

Demenz korrelierten, gab es bei der Geschmackswahrnehmung keine Unterschiede zwischen Patienten und Kontrollen.

In einer Untersuchung an der Berliner Charité konnten WRONSKI et al. (Wronski et al., 2003) zeigen, dass bei 13 dementen Patienten (4 Alzheimer – Demenz und 9 vaskuläre Demenz) die Konzentrationsschwellen für die Wahrnehmung von „bitter“ und „salzig“ signifikant höher lagen als bei altersangepassten gesunden Probanden oder depressiven Patienten ohne kognitive Störungen.

Neuere und differenziertere Untersuchungsergebnisse an Patienten mit verschiedenen Demenzformen lassen den Schluss zu, dass es wahrscheinlich keine einheitliche gustatorische Störung in der heterogenen Gruppe von Demenzerkrankungen gibt (Broggio et al., 2001; Reuber et al., 2001; Schiffman et al., 2002; Heckmann et al., 2003; Lang et al., 2006).

So untersuchten BROGGIO (Broggio et al., 2001) an 20 Alzheimer – Patienten mit unterschiedlichen Schweregraden, ob Geschmacksbeeinträchtigungen mit bestimmten kognitiven Defiziten zusammenhängen. Er unterteilte dabei in Störungen bei der peripheren, physiologischen Wahrnehmung, in Defizite beim Erkennen oder gedanklichen Verknüpfen und in Beeinträchtigungen beim verbalen Umsetzen der wahrgenommenen Geschmacksqualität. Bereits bei milden Formen der Alzheimer – Erkrankung traten Defizite im Bereich des Erkennens bzw. beim gedanklichen Verknüpfen auf.

Es gibt ebenfalls Hinweise darauf, dass Störungen in der Innervation der Geschmacksknospen und ein reduziertes Geschmacksgedächtnis bei dementen Patienten vorliegen (Yamagishi et al., 1995; Schiffman et al., 2002). Inwieweit der Geschmack beeinträchtigt ist, scheint auf der einen Seite von der chemischen Zusammensetzung der Prüfsubstanzen und auf der anderen Seite von der Art der Demenz abhängig zu sein (Schiffman et al., 1990).

LANG et al. (Lang et al., 2006) untersuchten 52 Patienten, die an einer manifesten Demenz erkrankt waren. Hierbei dominierten vor allem Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung zwischen Parkinsonpatienten und anderen Demenzerkrankten. Da eine Reduzierung des Geruchssinnes bei Parkinson hinlänglich bekannt ist (Daum et al., 2000) wird nun auch über eine stärkere Geschmacksbeeinträchtigung als bei anderen Demenzformen diskutiert (Sienkiewicz-Jarosz et al., 2005).

1.3.1.5 Gustometrische Testverfahren

Die Überprüfung des Schmeckvermögens kann global als „full – mouth – test“ oder regional auf einzelne gustatorische Areale beschränkt angewendet werden.

Die Untersuchung der globalen Wahrnehmung kann durch die klinisch beliebte Drei – Tropfen – Methode (Henkin et al., 1963) oder als Eintropfen – Test erfolgen. Die erste der o.g. Methoden, erlaubt die Bestimmung der Erkennungsschwellen für süß, sauer, salzig und bitter. Die zunächst unterschwellige Schmeckstoffkonzentration wird so lange gesteigert, bis der Patient die gleiche Konzentration einer Schmeckqualität bei drei Versuchen mindestens zweimal richtig benennt. Im Gegensatz dazu können beim Eintropfen – Test schwellennahe und überschwellige Schmecklösungen nach einer feststehenden Frequenz pseudorandomisiert angeboten werden.

Zur Überprüfung des Identifikationsvermögens werden unterschiedlich viele Schmeckstoffkonzentrationen für jede Schmeckqualität angeboten. Die Applikation geschieht sowohl in flüssiger als auch in fester Form („taste – strips“) (Mueller et al., 2003).

Eine weitere Testvariante für die Beurteilung des Schmeckvermögens stellen Intensitätsschätzungen der angebotenen Schmeckkonzentrationen entsprechend einer Skalierung von schwach bis stark dar (Bartoshuk, 1989).

Die Untersuchung des regionalen Schmeckvermögens findet insbesondere Anwendung bei Verdacht auf nervale Schädigungen. Die schnellste und einfachste Methode ist dabei die schon seit 1955 existierende Elektrogustometrie. Auch adäquate Reizung durch Schmecklösungen oder Filterpapierstreifen („taste – strips“) sind möglich. Die Schmecklösungen können entweder mit einem Wattestäbchen aufgepinselt werden, mit einer Ohrsonde nach Tröltzsch oder mit Filterpapierscheibchen appliziert werden.

Bei der Kontaktendoskopie handelt es sich um ein aus der gynäkologischen Kolpohysteroskopie abgeleitetes Verfahren. Nach Anfärben der zu untersuchenden Oberfläche mit Methylenblau, wird die Endoskopoptik direkt auf die Region aufgesetzt und die Befunde durch eine integrierte Videokamera festgehalten (Huttenbrink, 1997).

1.3.2 Geruchssinn

1.3.2.1 Aufbau des menschlichen Riechorgans, Geruchstransduktion und kortikale Projektionen

Das menschliche Geruchssystem kann ca. 10000 verschiedener Duftstoffe unterscheiden (Buck et al., 1991). Die Geruchsempfindungen werden über Riechzellen des Geruchsorgans vermittelt. Sie sind jedoch viel schwerer zu benennen als Geschmacksreize, adaptieren wesentlich rascher und sind kaum örtlich zu lokalisieren, wenn nicht Zusatzreize aus anderen Sinnen vorhanden sind. Zusätzlich führen manche Stoffe zu stechenden oder brenzligen Geruchsempfindungen. Diese Reize werden nicht vom eigentlichen Geruchsorgan, sondern von freien Nervenendigungen des N. trigeminus aufgenommen (Kobal et al., 1988). Im Rachenraum sprechen auch afferente Nervenfasern des N. glossopharyngeus und des N. vagus auf Geruchsreize an.

Der Geruchssinn nimmt seinen Anfang in Riechzellen (Sensoren), die auf ein interindividuell stark variierendes, bräunlich – gelb aussehendes Schleimhautareal beschränkt sind. Dieses Riechepithel stellt kein homogenes Feld inmitten der Nasenschleimhaut dar. Vielmehr verteilt es sich flickenteppichartig und wird immer wieder unterbrochen von respiratorischem Epithel und altersbedingten Metaplasien (Hummel et al., 2007). Das annähernd dreireihige Flimmerepithel umfasst u.a. eine obere Kernreihe aus Stützzellen, welche Tonofilamente, Lysosomen und Pigmenteinschlüsse beinhaltet. Sie schützen die olfaktorischen Neurone vor äußeren Einflüssen, deaktivieren Duftstoffe und beseitigen Zellreste untergegangener Neurone (Albrecht et al., 2006). Die mittlere Reihe wird gebildet aus Rezeptorzellen (Riechzellen), die eine Lebensdauer von einigen Monaten haben und dann aus der unteren Kernreihe umfassenden Basalzellen neu gebildet werden (Beites et al., 2005). Die Basalmembran der Regio olfactoria stellt eine Barriere zwischen Riechepithel und Lamina propria dar. In der Lamina propria befinden sich neben zahlreichen Blutgefäßen und Nervenfasern die Glandulae olfactoriae, welche maßgeblich an der Bildung des Riechschleims beteiligt sind. Der Schleim, zusammen mit einem oberflächlichen Fluid, besteht aus ionischen und biochemischen Kompartimenten. Dieser Fakt ist entscheidend für die Signaltransduktion olfaktorischer Reize (Reuter et al., 1998), da es bei Störungen in der Fluidkonzentration zu pathologischen Folgen für die Riechempfindlichkeit kommen kann (Tarran et al., 2006).

Die olfaktorischen Neurone, insgesamt 10 – 30 Millionen, sind ihrer Entstehung und Differenzierung nach bipolare Nervenzellen, deren apikale Dendriten in einer Auftreibung feiner Sinneshärchen in der das Epithel bedeckenden Schleimschicht enden (Albrecht et al., 2006). Sie repräsentieren damit primäre Sinneszellen, die an der Körperoberfläche liegen.

Der Neurit hingegen geht basal der Rezeptorzelle ab und vereinigt sich an der Epithelbasis mit ca. 10 – 100 anderen Neuriten. Anschließend werden diese von spezialisierten Gliazellen eingehüllt und durchqueren als Nn. olfactorii die Lamina cribrosa, um zum Bulbus olfactorius, dem primär olfaktorischen Kortex zu ziehen (Weismann et al., 2001). Dort enden sie synaptisch, als Glomeruli olfactorii, an den Mitralzellen, welche das 2. Neuron in der Riechbahn darstellen (Firestein, 2001). Auf eine Mitralzelle konvergieren etwa 1000 Riechzellaxone. Zum einen bedeutet dies eine Informationsreduktion und dient der Identifikation einzelner Gerüche, zum anderen können schwache Signale integriert werden, was die Sensitivität für gering konzentrierte Duftstoffe erhöht (Albrecht et al., 2006). An den sekundären Dendriten der Mitralzellen bilden Interneurone, wie periglomeruläre Zellen oder Körnerzellen ebenfalls in beide Richtungen wirksame Synapsen aus, die auf die Mitralzellen wirkenden Synapsen hemmend wirken können (Albrecht et al., 2006). Die Axone der Mitralzellen des Bulbus olfactorius bilden zusammen den Tractus olfactorius, der zu verschiedenen Gebieten des sekundär olfaktorischen Kortex zieht. Ein Teil der Axone bildet dabei rückläufige Kollateralen, die über die vordere Kommissur als zentripetale Fasern zum kontralateralen Bulbus ziehen und sich dort an der efferenten Kontrolle beteiligen. Die kortikal beteiligten Areale, Nucleus olfactorius anterior, Tuberculum olfactorium, die Area praepiriformis, ein Teil der Amygdala, der Cortex periamygdaloideus sowie die Regio entorhinalis gehören zum Typ des dreischichtigen Allokokortex. Innerhalb dieser Riechhirnareale gilt die Area praepiriformis als das wesentliche Zentrum für die Geruchsdiskrimination (Albrecht et al., 2006). Die Verarbeitung der von den Riechzellen stammenden Information endet aber nicht im Riechhirn, sondern sendet wiederum Projektionen zum Cortex orbitofrontalis, Hippokampus, dem ventralen Striatum und Pallidum, zu Teilen des Hypothalamus, Thalamus, Gyrus cinguli und Inselkortex. Die orbitofrontalen Anteile, der tertiären olfaktorischen Hirnareale werden für die Identifikation und Diskrimination von Gerüchen verantwortlich gemacht (Takagi, 1984). Hier werden auch zahlreiche Afferenzen aus limbischen Arealen für Gedächtnisprozesse und Emotionalität verarbeitet. Durch enge Beziehungen zu angrenzenden

Assoziationsarealen anderer sensorischer Qualitäten kann im orbitofrontalen Kortex auch die Integration mit anderen Sinnen erfolgen. Weiterhin unklar bleibt die Aktivierung des Cerebellums bei olfaktorischer Stimulation (Sobel et al., 1998; Weismann et al., 2001). Es wird aktuell über einen Feedback – Mechanismus diskutiert, der das Einatemvolumen beim Riechen, in Abhängigkeit von der Duftstoffkonzentration regelt (Sobel et al., 1998).

Wie beim Geschmackssinn beginnt die Transduktion in den Riechzellen damit, dass sich in der Schleimschicht der Regio olfactoria Riechstoffmoleküle an so genannte „odorant – binding – proteins“ heften (Buck et al., 1991), die mit hoher Affinität Geruchsstoffe zu den Geruchsrezeptoren transportieren (Tegoni et al., 2000). Normalerweise synthetisiert jede Riechsinneszelle nur einen Rezeptortyp (Malnic et al., 1999). Jedoch konnte kürzlich gezeigt werden, dass ein Teil der Rezeptoren auch durch alternatives Splicing entsteht und so mehrere Varianten eines Geruchsrezeptors möglich sind (Volz et al., 2003). Bislang sind etwa 360 funktionstüchtige Geruchsrezeptortypen beim Menschen bekannt (Malnic et al., 2004; Niimura et al., 2005). Ein Geruch entsteht, wenn ein Duftstoffmolekül mit seinen funktionellen Gruppen mehrere Geruchsrezeptoren mit unterschiedlicher Intensität aktiviert und dadurch ein für diesen Duftstoff charakteristisches Muster an aktivierten Rezeptoren auftritt (Malnic, 1999). Olfaktorische Rezeptoren sind G – Protein gekoppelt (Ronnott et al., 2002), so dass es bei der Bindung eines Duftstoffes zur Auslösung einer cAMP oder cGMP – vermittelten Signalkaskade kommt (Lin et al., 2004), die zur Öffnung von nukleotidabhängigen Kationenkanälen führt (Kaupp et al., 2002). Dabei kommt es zu einem Einstrom von Calcium und Natrium in die Zelle und zu einem Ausstrom von Chlorid. Durch die resultierenden Ionenflüsse kommt es zu einem depolarisierenden Sensorpotenzial, welches die Aktionspotenzialfrequenz der spontan aktiven Riechzellen erhöht.

Neben diesem gängigen Model für den Transduktionsprozess existiert noch eine weitere Hypothese, die IP₃ als weiteren second messenger für das Riechen beinhaltet (Schild et al., 1998; Breer, 1991).

Die Botenstoffkaskade besitzt einen großen Verstärkungsfaktor, so dass ein einziges Duftmolekül viele Ionenkanäle öffnen kann.

1.3.2.2 Störungen des olfaktorischen Systems

Es gibt bis heute weltweit nur wenig epidemiologische Daten über die Häufigkeit von Riechstörungen. In den USA wurde vom National Institute of Health eine repräsentative Umfrage durchgeführt, wonach 1,4% der US – Bürger eine Riechstörung angaben (Hoffman et al., 1998). In Deutschland werden pro Jahr ca. 79000 Patienten mit Riechstörungen in HNO – Kliniken behandelt (Damm et al., 2004). Der Anteil der nicht sinunasalen Riechstörungen beträgt dabei 28%. Bei etwa 5 – 6% der deutschen Gesamtbevölkerung liegt eine funktionelle Anosmie vor (Hummel et al., 2007).

Die mit 72 % Prozent häufigste Ursache stellen sinunasale Erkrankungen dar, gefolgt von postviralen Riechstörungen (11%), idiopathischen (6%), posttraumatischen (5%), iatrogenen (3%), toxischen (2%) und angeborenen Riechstörungen (1%) (Forster et al., 2004).

Man unterscheidet bei der Klassifikation zwischen quantitativen und qualitativen Veränderungen des Riechvermögens. Zu den quantitativen Riechstörungen zählen Hyposmie, Hyposmie und Anosmie, wobei die Anosmien noch in komplette, funktionelle und partielle Anosmien differenziert werden.

Bei einer partiellen Anosmie können noch einige Geruchsqualitäten wahrgenommen werden, jedoch handelt es sich bei einer einseitigen Anosmie meist um ein Meningiom. Von Hyposmie ist auszugehen, wenn die Geruchsempfindlichkeit herabgesetzt ist. Dabei unterscheidet man wiederum zwischen partieller und vollständiger Hyposmie.

Auch Fehlwahrnehmungen, Parosmien, und Geruchswahrnehmungen ohne Vorhandensein von Riechstoffen, also Phantasosmien, kommen vor. Sie zählen zur Gruppe der qualitativen Riechstörungen.

Schließlich werden Geruchsagnosmien beobachtet, bei denen eine fehlende Geruchswahrnehmung nicht durch Störungen in der Geruchsaufnahme und –verarbeitung, jedoch durch Schwierigkeiten im Erkennen von wahrgenommenen Gerüchen vorliegt (Forster et al., 2004).

Bei bestimmten neurodegenerativen Erkrankungen, wie M. Parkinson oder M. Alzheimer treten Riechstörungen regelhaft auf und sind häufig ein Frühsymptom dieser Erkrankungen (Daum et al., 2000; Doty et al., 1987; Muller et al., 2002). Bei M. Alzheimer wurden vor allem Agnosmien häufig beobachtet (Forster et al., 2004).

In der Literatur ist ebenfalls beschrieben, dass Riechstörungen auch im Zusammenhang mit einigen systemischen Erkrankungen (Diabetes mellitus, Hypothyroidismus und Lupus erythematodes) auftreten können (Hummel, 2007).

1.3.2.3 Altersbedingte Veränderungen des Riechorgans

Seit Studien von DOTY et al. (Doty et al., 1984) ist bekannt, dass sich die Geruchswahrnehmung mit dem Alter verändert.

Die beste Geruchssensibilität besitzt der Mensch im Alter zwischen 20 und 40 Jahren (Kovacs, 2004). Etwa 20% der Bevölkerung im Alter von 50 und mehr Jahren zeigen deutliche Riechbeeinträchtigungen (Hummel, 2007). Die olfaktorische Sensitivität ist von Alter und Geschlecht abhängig. Frauen sind Männern in nahezu allen Aspekten olfaktorischer Sensitivität überlegen (Doty et al., 1985; Hummel et al., 1998). Die eigentliche Ursache dafür ist unklar, vermutlich spielen soziale, hormonelle und genetische Faktoren eine Rolle.

In einer Querschnittsstudie von MURPHY et al. (Murphy et al., 2002) mit 2491 Probanden im Alter zwischen 53 und 97 Jahren, zeigten 24,5% von allen Untersuchten und 62,5% der über 80 Jährigen Beeinträchtigungen bei einem Geruchsidentifikationstest. Im Gegensatz dazu, gibt es jedoch auch Untersuchungen an 21 gesunden Hundertjährigen, bei denen die Reizschwellen und die Fähigkeit der Geruchserkennung in Normwertbereichen von jüngeren Probanden lagen (Elsner, 2001). Daraus könnte resultieren, dass altersbedingte Beeinträchtigungen eine Interaktion zwischen dem Alter und anderen Komponenten, wie z.B. Umwelteinflüsse, Erkrankungen des Riechorgans oder dem Rauchen darstellen. Studien konnten zeigen, dass altersabhängige Defizite auf verschiedenen Ebenen der Riechfunktion, wie dem Erkennen von Reizschwellen, der Geruchsidentifikation und in der Diskrimination vorhanden sind. Ältere Personen adaptieren schneller an Düfte und die Resensibilisierungsphase dauert bei ihnen um einiges länger (Rawson, 2006). Dieser Fakt wird beeinflusst durch mukoziliäre Bewegung, der Epithel- und Schleimzusammensetzung sowie deren Trockenheit und Durchblutung der Submukosa (Zhao et al., 2004). Da der körpereigene Wasseranteil im Alter generell abnimmt und ein Wechsel im metabolischen und hormonellen Haushalt hinzukommt, könnte dieses biophysikalische Modell zutreffend sein (Ferry, 2005). In der Literatur wird auch die Zerstörung der

Riechschleimhaut durch neurotoxische Komponenten zahlreich dokumentiert, da die Mukosa im Alter eine verringerte Umsatzrate und damit eine geringere detoxische Kapazität aufweist.

Mit zunehmendem Alter scheint die Riechschleimhaut fortschreitend durch respiratorisches Epithel ersetzt zu werden. Diese respiratorische Metaplasie des ehemals olfaktorischen Epithels ist durch ORN (olfaktorische Rezeptorneurone) – freies Epithel gekennzeichnet. Weiterhin besteht im Alter ein Übergewicht an OMP (olfaktorischer Marker – Protein) – negativen Neuronen, sog. „leerer“ Nervenfasern und Neurinomen (Hummel, 2007).

Neben peripheren Veränderungen im olfaktorischen System, berichteten SMITH et al. (Smith et al., 2001) auch über Atrophien des Bulbus olfactorius. Bei den über 70 Jährigen betrug die altersbedingte Verkleinerung sogar mehr als 60%. Auch die Anzahl der Mitralzellen soll sich im Alter von etwa 60.000 auf 14.500 verringern. Eine weitere Abnormalität des Bulbus, hervorgerufen durch das Altern, sind olfaktorische Nervenfasern, die in tiefere Schichten vordringen und dort ektopische Glomeruliareale ausbilden. Dies kann zu einer Zerstörung der normalen synaptischen Organisation und zur Alteration des olfaktorischen Sinnes führen (Kovacs, 2004). Einige degenerative Erkrankungen des ZNS, wie Alzheimer – Demenz, Parkinson, Creutzfeld – Jacob usw., gehen mit olfaktorischen Defiziten einher (Übersichten: Mesholam et al., 1998; Szirmai et al., 2002).

1.3.2.4 Olfaktorische Dysfunktionen bei Patienten mit neurodegenerativen Erkrankungen

Wie erste Studien an Alzheimer – Demenz (AD) Patienten gezeigt haben, ist die Geruchsidentifizierung bereits in einem frühen, milden Stadium der Erkrankung verändert, während im späterem Stadium eine gestörte Geruchswahrnehmung zum Bild der AD gehört (Serby et al., 1991). Verlust der Fähigkeit Gerüche zu identifizieren korreliert signifikant mit Ergebnissen des Mini – Mental – Testes bei AD Patienten (Serby et al., 1991; Graves et al., 1999). Bei Parkinson – Patienten wurde in 75% der Fälle eine gestörte Geruchswahrnehmung beobachtet, 90% der Patienten konnten die Gerüche nicht identifizieren (Doty et al., 1988). Da die Geruchsidentifizierung eine kognitive Aufgabe ist, wurde ursprünglich angenommen, dass kognitive Defizite, die

häufig mit Parkinson assoziiert sind, für dieses Studienergebnis verantwortlich sind. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die Defizite bei Geruchsidentifizierung nicht vom kognitiven Status der Parkinson – Patienten abhängig sind (Doty et al., 1989).

20 Alzheimer – Patienten erkannten in einer Untersuchung von DUFF et al. (Duff et al., 2002) Gerüche signifikant schlechter als 20 Patienten mit vaskulären Demenzen oder Depressionen. Daraus wurde der Schluss gezogen, dass die Einschätzung des Riechvermögens mit für die Differentialdiagnostik und Abgrenzung der Alzheimer – Erkrankung von den vaskulären Demenzen oder der Depression genutzt werden könnte.

Untersuchungen der letzten 5 – 10 Jahre haben versucht die pathologische Grundlage für diese Befunde zu finden. Postmortale Studien zeigten, dass neurofibrilläre Tangles (hyperphosphoryliertes Tau – Protein) und senile Plaques (β – Amyloid) während des Alterungsprozesses auch bei klinisch unauffälligen Personen im Gehirn nachweisbar waren. Der Bulbus olfactorius ist bei der AD eines der zuerst befallenen Gebiete (Kovacs et al., 2001). Dies würde auch die frühe Beeinträchtigung des Riechsinnes in milden Stadien der Erkrankung erklären. Bei progressivem Erkrankungsverlauf wird der Befall durch NFT (neurofibrilläre Tangles) in 3 Stadien differenziert: erst trans-entorhinaler, dann limbischer und letztendlich neokortikaler Befall (Braak et al., 1991). Bei Untersuchungen des zentralen olfaktorischen Kortex fand man keine überwiegende Beteiligung bei AD. Dies lässt vermuten, dass die Verbreitung von NFTs nicht über synaptische Verschaltungen erfolgt, sondern unabhängig in verschiedenen nicht in Beziehung zueinander stehenden Strukturen abläuft.

In der Literatur wird das Vorliegen von Tau – Proteinen im olfaktorischen Epithel im Zusammenhang mit AD immer noch kontrovers diskutiert. So berichteten TALAMO et al. (Talamo et al., 1989) über neurofibrilläre Tangles im Epithel von AD – Patienten, während HOCK et al. (Hock et al., 1998; Kovacs et al., 1999) keinerlei pathologische Fasern in der olfaktorischen Mucosa bei milden und moderaten Formen der Erkrankung fanden. Bei der Demenz vom Alzheimerstyp sind ebenfalls die Axone der Rezeptorzellen betroffen. Sie formen in unregelmäßigen Abständen ektopische und hyperplastische Glomeruli, die von Amyloidablagerungen umgeben sind (Kovacs et al., 1999).

Wie Verlaufsuntersuchungen an älteren Personen über mehrere Jahre gezeigt haben, können olfaktorische Abweichungen bereits vor den ersten Zeichen einer Gedächtnisstörung vorliegen (Graves et al., 1999). Gegenwärtig wird in der Literatur diskutiert, ob

das Vorliegen olfaktorischer Dysfunktionen bei Personen ohne Zeichen von degenerativen Erkrankungen als ein Risikofaktor für die spätere Entwicklung von AD oder Parkinson verwendet werden könnte.

1.3.2.5 Verfahren zum Screening der Riechfunktionen

Die Überprüfung des Riechvermögens wird heutzutage in Untersuchungen des orthonasalen und retronasalen Riechens differenziert. Tests zum Screening der orthonasalen Wahrnehmung sollen sicher zwischen „Gesund“ und „Krank“ unterscheiden. Dazu gehören der University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT), ein Kurztest mit „Sniffin´Sticks“, der Zürcher Screening – Test, der Alcohol – Sniff – Test und der Aachener Rhinotest (Doty et al., 1984; Hummel et al., 2001; Briner et al., 1999; Davidson et al., 1997; Kremer et al., 1998). Daneben fanden in den letzten Jahren standardisierte, validierte Tests zur ausführlichen psychophysischen Untersuchung des Riechvermögens vermehrt Anwendung. Hierdurch können häufig verschiedene Funktionen, wie die Wahrnehmungsschwelle, die Fähigkeit, Gerüche zu unterscheiden, das Riechgedächtnis oder die Skalierung überschwelliger Duftstoffkonzentrationen erfasst werden.

Der weltweit am häufigsten verwendete Identifikationstest ist der University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT), bei dem 40 Duftstoffe mikroverkapselt auf Papier aufgetragen sind (Hummel, 2007). Die Gerüche werden durch Aufkratzen freigesetzt („scratch and sniff“) und anhand von Multiple – Choice – Vorlagen identifiziert.

Eine umfassende Beurteilung des Geruchssinnes erlauben auch die wiederverwendbaren Riechstifte „Sniffin´ Sticks“ (Kobal et al., 2000). Dieser Test ist unterteilt in Schwellen-, Diskriminations- und Identifikationstest. Durch die kommerzielle Verfügbarkeit dieser Tests und ihre standardisierte Anwendung wurde eine Vergleichbarkeit verschiedener klinischer Untersuchungen möglich.

Beim retronasalen Riechen handelt es sich im Wesentlichen um die Wahrnehmung der Geruchseindrücke, die beim Essen, Schlucken oder Gurgeln eine Rolle spielen (Small et al., 2005). Dies erklärt auch, weshalb sehr viele Patienten bei denen lediglich das Riechen geschädigt ist, über fehlenden „Geschmack“ klagen (Deems et al., 1991). Zur Untersuchung des retronasalen Riechens steht ein standardisierter Test mit so

genanntem „Schmeckpulver“ zur Verfügung (Hummel, 2007). Dabei werden 20 verschiedene pulverförmige Lebensmittel und Gewürze in den Mund gegeben und vom Patienten anhand einer Liste mit 4 Begriffen identifiziert. Dieses Verfahren erlaubt eine Objektivierung der Aussage von Patienten, dass das „Riechen“ komplett ausgefallen sei, das „Schmecken“ aber nicht oder nur kaum beeinträchtigt wäre (Landis et al., 2005).

Die Ableitung olfaktorisch evozierter Potentiale (OEP) erlaubt eine objektivierende Testung (Welge-Lüssen et al., 2002). Neben der OEP ist es auch möglich durch periphere Schleimhautreizung, Elektro – Olfaktogramme direkt von der Regio olfactoria abzuleiten (Hummel, 2007).

Bei der funktionellen Magnetresonanztomographie wird der „Blood – Oxigenation – Level – Dependant – Effekt“ gemessen (Gottfried, 2006). Hintergrund für dieses Verfahren stellt die erhöhte Blutzufuhr in bestimmten Gebieten des Gehirns bei neuronaler Aktivierung dar.

Die diagnostische Wertigkeit der Bulbusvolumetrie wird gegenwärtig auf der Basis neuerer Studienergebnisse diskutiert (Hummel, 2007).

1.3.3 Einfluss von oralen Erkrankungen auf Geschmack und Geruch

Orale Erkrankungen werden häufig bei älteren Menschen angetroffen und können die chemosensorischen Funktionen beeinträchtigen. Parodontale und gingivale Erkrankungen treten mit einer Prävalenz von fast 90% bei Personen über 65 Jahre auf (Shikama et al., 1996). Dazu zählen auch verschiedene Mundschleimhauterkrankungen, wie z.B. Candida albicans, Pemphigus vulgaris oder der Lichen ruber planus. Beeinflusst werden diese pathologischen Veränderungen durch systemische Erkrankungen, wie z.B. Diabetes mellitus oder HIV und ebenfalls durch damit zusammenhängende Pharmakotherapien. Insgesamt sind aktuell über 250 Medikamente bekannt, die vor allem einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Geschmack haben (Finkelstein et al., 1999).

Durch prothetische Versorgungen im Oberkiefer können die Geschmacksempfindung am Gaumen und die retronasale Geruchsidentifikation erheblich beeinträchtigt werden (Ren et al., 1999).

In der Literatur wird zunehmend über den Einfluss des Rauchens und einer inadäquaten Mundhygiene in Hinblick auf gustatorische und olfaktorische Störungen diskutiert (Hummel, 2007).

Die Beeinträchtigung von motorischen und sensorischen Funktionen bei Patienten mit kognitiven Störungen erhöht nicht nur das Risiko bei insuffizienter Mundhygiene orale Erkrankungen auszubilden, sondern beeinträchtigt die Patienten auch in der Wahrnehmung für Infektionen, die dadurch oft erst sehr spät erkannt werden.

Das „burning mouth syndrom“ nimmt unter allen bereits genannten Faktoren eine dominierende Stellung in Hinblick auf die Beeinträchtigung des Geschmacksempfindens ein (Grushka et al., 2006). Dieses, durch verschiedene Faktoren (Radiatio, Medikamente) ausgelöste Krankheitsbild löst bei den Betroffenen eine manifeste Xerostomie aus und eine damit einhergehende herabgesetzte Pufferfunktion des verbleibenden Speichelangebotes.

2 Fragestellung

Ausgehend von der Hypothese, dass die gustatorischen und olfaktorischen Funktionen wesentlich von der oralen Gesundheit beeinflusst werden, sollen in der vorliegenden Arbeit verschiedene Fragen der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung an einer Patientengruppe aus der Abteilung für zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin des Zentrums für Zahnmedizin der Charité untersucht werden.

- Wie häufig treten gustatorische und olfaktorische Funktionsstörungen bei der Patientengruppe im Alter zwischen 45 und 81 Jahren auf, obwohl keine subjektive Empfindungsstörung vorliegt.
- Existiert eine Altersabhängigkeit bei gustatorischen und olfaktorischen Testergebnissen?
- Wenn ja, sind die Funktionsstörungen vom Zustand der Mundhygiene und der Zahngesundheit abhängig?
- Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen Männern und Frauen?
- Gibt es Wechselbeziehungen zwischen den gustatorischen und olfaktorischen Leistungen?

Da es bis jetzt keine Belege dafür gibt, dass im normalen Alterungsprozess das Nachlassen kognitiver Leistungsfähigkeit und Veränderungen im Schmeck- und Riechvermögen parallel einhergehen, ergaben sich einige zusätzliche Fragen:

- beeinflusst die kognitive Leistungsfähigkeit direkt die gustatorischen und olfaktorischen Funktionen?
- Stehen die orale Gesundheit und kognitive Leistungsfähigkeit in Beziehung zueinander?

3 Material und Methode

3.1 Auswahl der Patienten und Probanden

In diese Studie wurden 58 Probanden mit subjektiv normalem Geruchs- und Geschmackssinn aufgenommen, die in der Abteilung für zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin des Zentrums für Zahnmedizin der Charité im Studentenkurs im Zeitraum von August 2003 bis August 2005 behandelt wurden. Die Altersstratifizierung beinhaltet Personen aller 4 WHO – Gruppen, um ein möglichst großes Spektrum unterschiedlicher Altersklassen berücksichtigen zu können. Für alle Probanden dieser Untersuchung galten die nachfolgend aufgeführten Ausschlusskriterien:

- Alter < 45 Jahre
- Tumorerkrankungen
- Hinweise auf Nasenerkrankungen aus der Anamnese
- Aktuelle oder kurz zurückliegende Infekte der oberen Luftwege
- Vorliegen von bekannten Geschmacks- oder Geruchsstörungen
- Vorliegen von neurodegenerativen oder psychiatrischen Erkrankungen
- Psychopharmaka oder andere Medikamente mit Wirkung auf das ZNS und/oder den Geschmacks- oder Geruchssinn in den letzten 2 Wochen vor der Untersuchung

Die erhobenen Einzeldaten sollten nicht als Ausgangsbasis für individuelle zahnmedizinische oder medizinische Interventionen dienen. Alle Untersuchungsmethoden stellen Routineverfahren dar und bedingen damit keine besondere Belastung für die Probanden. Diese Studie wurde unter Beachtung der Richtlinien der Deklaration von Helsinki (1964) durchgeführt. Sie stellt einen Teil des genehmigten Forschungsprojektes 2003 – 707 „Früherkennung kognitiver Defizite in der Alterszahnmedizin“ dar. Das Votum der Ethikkommission für dieses Projekt wurde eingeholt.

Alter	Alle Probanden	Gruppe 1 (45–59Jahre)	Gruppe 2 (60–64Jahre)	Gruppe 3 (65–69Jahre)	Gruppe 4 (>70Jahre)
N	58	16	19	12	11
Männer	23	6	5	8	4
Frauen	35	10	14	4	7
Mittelwert	63,22 (45,7-81,0)				

Tab. 1: Demographische Daten der Probanden sowie Alters- und Geschlechtsverteilung der untersuchten Stichprobe

3.1.1 Zahnärztliche Untersuchung

Alle Probanden dieser Studie unterzogen sich einer zahnärztlichen Befunderhebung mit Hilfe eines Mundspiegels, einer zahnärztlichen und einer parodontalen Sonde.

Die folgenden Parameter wurden anamnestisch erfasst:

- Gründe für Zahnverlust
- Zahnersatz
- Mundhygiene: Frequenz und Hilfsmittel
- Parodontal – Anamnese
- Erkrankungen der Mundschleimhaut
- Medikamente
- Allgemeine Erkrankungen

Der zahnärztliche Befund umfasst:

- Aufnahmebefund: intraoral / extraoral
- Zahnstatus
- Kariesprävalenz: DMF – T Wert, DMF – S Wert
- Parodontal- und Mundhygienestatus: API, BPI, Taschentiefen,
- Zahnlockerungsgrad
- Gebissklassifikation: nach Eichner

Bei der zahnärztlichen Untersuchung wurde auf Anzeichen einer Mundtrockenheit geachtet: Befeuchtung der Schleimhäute, Entzündungszeichen der Mundschleimhaut sowie das Vorhandensein einer Kopfsteinpflasterzunge.

3.1.2 Probandenfragebogen

Vor Beginn der klinischen Untersuchungen wurde von allen Versuchspersonen ein Fragebogen ohne Zuhilfenahme einer dritten Person ausgefüllt. Dieser Fragebogen sollte neben demographischen und sozioökonomischen Daten die Selbsteinschätzung des Probanden hinsichtlich seiner kognitiven Fähigkeiten und seiner Ernährungsgewohnheiten widerspiegeln.

3.2 Beschreibung der Versuchsdurchführung

3.2.1 Allgemeine Testkonditionen

Die Probanden wurden einer Testbatterie unterzogen, die unter standardisierten Bedingungen und in folgender Reihenfolge durchgeführt wurde:

1. Mini – Mental – State Examination nach Folstein et al. (MMSE)
 2. Syndrom – Kurz – Test nach Erzigkeit (SKT)
 3. Riechtest
 4. Gustometrie
 5. Beck – Depression – Inventar (BDI)
- die Untersuchungen fanden zwischen 8.00 und 11.00 Uhr morgens statt, um den Einfluss tagesrhythmischer Schwankungen auszuschließen
 - am Morgen vor der Testung sollte jeder Proband nur ein niederkalorisches Frühstück zu sich genommen haben
 - die Probanden wurden aufgeklärt eine Stunde vor der Untersuchung nicht mehr zu essen oder zu trinken (außer Wasser), nicht zu rauchen und auch nicht ihre Zähne zu putzen

- um Kalibrierungsprobleme auszuschließen, wurden die Untersuchungen immer von der gleichen Person durchgeführt.

3.2.2 Mini – Mental – State Examination (MMSE)

Die Mini – Mental – State Examination (MMSE) nach Folstein et al. (Folstein et al.,1975) ist ein Verfahren zur Sicherung der Diagnose einer Demenz. Es ist zur Zeit das bekannteste Standardinstrument bei Verdacht auf kognitive Leistungsminderung. Der Test besteht aus 11 Fragen und Aufgaben, die Orientierung, Merkfähigkeit, Rechenfähigkeit, das Sprachverständnis, die Ausführung einer drei – schrittigen Handlungsanweisung und visuo – konstruktive Fähigkeiten überprüfen. Für den Test werden etwa 10 Minuten benötigt und es können maximal 30 Punkte erzielt werden. Bei einer Punktzahl von 24 und weniger (bei Personen mit hohem intellektuellem Ausgangsniveau 26) besteht der dringende Verdacht einer deutlichen kognitiven Beeinträchtigung. Werte unter 20 Punkten weisen auf das Vorliegen einer Demenz oder eines Delirs hin.

Jedoch herrscht Einigkeit darüber, dass dieser Test kein Instrument zur Demenz – Frühdiagnostik darstellt, da Werte oberhalb von 26 kognitive Störungen im Frühstadium keinesfalls ausschließen. Die MMSE wurde nach vorheriger Einweisung durch einen Psychologen bei allen Probanden dieser Studie durchgeführt, um manifeste kognitive Beeinträchtigungen sicher erkennen zu können. Folgende Punkte wurden bei der Durchführung beachtet, um Verfälschungen des Ergebnisses zu verhindern:

1. Gewährleistung einer störungsfreien Atmosphäre während der Untersuchung (Zum Beispiel "hilfsbereite" Angehörige können das Testergebnis in beide Richtungen verfälschen).
2. Sensorische Einschränkungen wie reduzierte Seh- und Hörleistung kann das Testergebnis maßgeblich beeinflussen. Solche Einschränkungen müssen unbedingt vor Testbeginn ausgeschlossen sein oder behoben werden (Brille, Hörgerät).

3. Eine reizlose Krankenhausumgebung kann zu einer Abnahme der Hirnleistung führen (niedrigstes Niveau in der 3. Woche des Krankenhausaufenthalts). Dabei kann sich der messbare Intelligenzquotient um bis zu 20 Punkte verschlechtern.
4. Schmerzen beeinträchtigen die Aufmerksamkeit.
5. Scham oder Scheu in der Untersuchungssituation kann das Ergebnis ebenso negativ beeinflussen wie die parallele Auseinandersetzung mit möglicherweise gerade neu diagnostizierten Erkrankungen.

3.2.3 Syndrom – Kurz – Test (SKT)

Der SKT nach Erzigkeit (Erzigkeit, 1989) ist ein neuropsychologisches Testverfahren, das zur Messung von Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen eingesetzt wird. Dieser Test eignet sich auch für Verlaufsbeobachtungen. Um bei der Verlaufskontrolle Lerneffekte auszuschließen, liegen beim SKT 5 Parallelformen vor.

Die Testdurchführung bleibt jedoch bei allen 5 Formen identisch und kann aufgrund der Einfachheit unproblematisch an größeren Probandenstichproben angewendet werden. Der SKT besteht aus 9 Subtests, die jeweils auf eine maximale Untersuchungsdauer von 60 Sekunden beschränkt werden. Verschiedene Bereiche der kognitiven Fähigkeiten werden mit diesen 9 Subtests untersucht:

ST 1 - Bilderkennen und Wortfindung

Aufgabe: Gegenstände benennen anhand von 12 Abbildungen aus dem Alltag.

ST 2 – aktives bildliches Ultrakurzzeitgedächtnis

Aufgabe: Gegenstände unmittelbar nach Entfernen der Bildertafel reproduzieren (unmittelbares Erinnern der Gegenstände)

Nach dem zweiten Untertest wird die Bildertafel noch einmal kurz gezeigt, dies entspricht einem Auffrischen der erlernten Gedächtnisinhalte.

ST 3 - Wortfindung im Zahlenwortschatz und mathematische Logik im Erfassen und Benennen

Aufgabe: Vorlesen von zehn ungeordneten zweistelligen Zahlen mit gehäuft inversen Zahlenpaaren wie z.B. 39 und 93

ST 4 - Mathematische Logik und Konzentrationsfähigkeit bei der Ausführung mehrerer paralleler Größenvergleiche, Bewegungskoordination

Aufgabe: Ordnen der Zahlen nach der Größe

ST 5 - Schnelligkeit des konzentrierten Arbeitens, Bewegungskoordination

Aufgabe: Die zuvor sortierten Zahlenkarten sollen auf ihren markierten ursprünglichen Standort in einer Tafel zurückgelegt werden.

ST 6 - Symboldiskrimination und konzentriertes Arbeiten

Aufgabe: Anhand einer Tafel mit 7 mal 17 ungeordneten Wiederholungen von drei unterschiedlichen Symbolen soll die Anzahl eines genannten Symbols gezählt werden.

ST 7 - Mentale Flexibilität für kurzfristiges Umbelegen schon lange fixierter Gedächtnisinhalte (sensitivster Test auf mentale Dysfunktion innerhalb der Testbatterie)

Aufgabe: Interferenztest, Anhand einer Tafel mit zwei mal siebzehn ungeordneten Wiederholungen von zwei Buchstaben („O“ und „P“) soll jeder Buchstabe so schnell und fehlerfrei wie möglich laut gelesen werden, jeweils mit dem Namen des entgegengesetzten Buchstaben benannt werden

ST 8 - Aktives Kurzzeitgedächtnis nach Ablenkung

Aufgabe: Es sollen die Gegenstände aus Subtest 1 erinnert werden.

ST 9 - Passives bildliches Kurzzeitgedächtnis

Aufgabe: Gegenstände wieder erkennen

Anhand einer Tafel mit insgesamt 48 alltäglichen Gegenständen sollen die darunter enthaltenen 12 Gegenstände aus Subtest 1 wieder erkannt werden.

Dokumentiert wird im Subtest 1, 3, 4, 5, 6 und 7 die benötigte Bearbeitungszeit, gemessen in Sekunden mit einer Stoppuhr. Nach der maximalen Bearbeitungszeit von 60 sec wird der Subtest abgebrochen. Im Subtest 2, 8 und 9 erfolgt die Dokumentation

der Anzahl der nach einer Erinnerungsphase von 60 sec noch fehlenden Gegenstände zwischen 0 und 12.

Die erhobenen Werte stellen die so genannten Rohwerte dar, bei der Testauswertung werden sie in Normwerte umgewandelt. So ergibt sich dann ein SKT – Gesamtwert, welcher als Indikator für die Schwere vorliegender Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen verwendet wird.

Da ausgeprägte kognitive Leistungsdefizite im Sinne eines hirnorganischen Psychosyndroms oder einer demenziellen Erkrankung ein Ausschlusskriterium der Studie waren, wurden in der vorliegenden Untersuchung bei der Datenauswertung nur die Rohwerte verwendet.

Der SKT wurde nach Einweisung durch einen Psychologen bei allen Probanden dieser Studie durchgeführt. Es wurde bei den Untersuchungen ausschließlich mit der Testform C gearbeitet, um eine einheitliche Ergebnisdarstellung gewährleisten zu können.

3.2.4 Olfaktometrie

Ein validierter Riechtest, der seit 1995 unter den Namen „Sniffin´Sticks“ kommerziell vertrieben wird, stellt eine Riechtestbatterie dar, zu der ein Kurztest für Screeninguntersuchungen sowie die Bestimmung der Wahrnehmungsschwelle für n-Butanol und ein Identifikationstest gehören (Hummel et al., 2001). In der vorliegenden Studie wurde nur der Screeningtest mit 12 Filzstiften verwendet (Firma Burkhardt Medizintechnik). Hierbei handelt es sich um einen überschwelliger Identifikationstest. Jeder Stift enthält 4ml in Propylenglykol gelösten Riechstoff. Durch das Abnehmen der Verschlusskappe wird der Geruchsstoff freigesetzt und der Stift für etwa 3 Sekunden vom Untersucher ca. 2 cm unter beide Nasenlöcher des Patienten gehalten.

Die Probanden haben die Aufgabe 12 alltägliche Gerüche (z.B. Orange, Schuhleder oder Kaffee) zu erkennen, wobei der Test als „Multiple – forced – choice“ Verfahren durchgeführt wird. Für jeden Duftstoff werden auf einer Liste (Abb.1) 4 Optionen an Düften angeboten und es muss jeweils der richtige ausgewählt werden. Entsprechend der Anzahl richtiger erkannter Düfte ergibt sich als Testergebnis eine Zahl zwischen 12 (alle erkannt) und 0 (nichts erkannt). Die Testdauer beträgt 5 Minuten.

beidseitige Testung

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

Ergebnisse (Summe der korrekten Identifikationen)

beidseitig

Abb. 1: Antwortschablone für die Riechprüfung mit Sniffin' Sticks

3.2.5 Gustometrie

Die gustometrische Untersuchung erfolgte für die vier Geschmacksqualitäten „süß“, „sauer“, „salzig“ und „bitter“ mit standardisierten Schmecklösungen in 4 Konzentrationsabstufungen (Tab. 2). Die Schmecklösungen wurden in der Apotheke der Charité, Berlin anhand Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft „Olfaktologie und Gustologie“ der deutschen Gesellschaft für Hals – Nasen – Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals – Chirurgie hergestellt. Die Verdünnungen wurden aus folgenden Grundsubstanzen hergestellt: „süß“: Saccharose, „sauer“: Zitronensäure, „salzig“: Natriumchlorid und „bitter“: Chininhydrochlorid. Die Substanzen hatten bei Versuchsdurchführung eine Temperatur von 18 – 20 Grad Celsius.

Für diese Studie wurde die Drei – Tropfen – Methode (Henkin et al., 1963) verwendet, die eine Bestimmung der Erkennungsschwellen für die einzelnen Qualitäten erlaubt und eine Überprüfung des globalen Schmeckvermögens ermöglicht. Zu Beginn der Untersuchung wurde dem Probanden mitgeteilt, dass er 3 Tropfen auf die Zunge bekommen wird und nach jedem Tropfen einige Sekunden Zeit hat, den Geschmack auf sich „wirken“ zu lassen. Der Proband erhielt auch die Information, dass die Tropfen süß, sauer, salzig oder bitter aber auch völlig neutral („gar nicht“) schmecken können. Nach jedem aufgetragenen Tropfen wurde eine Geschmacksbefragung durchgeführt und das Ergebnis vermerkt. Am Ende einer 3 – Tropfen – Sequenz wurde der Mund zur Neutralisation mit Wasser gespült, bevor nach einer etwa 1 – minütigen Pause die nächste 3 – Tropfen – Testung erfolgte. Es wurde stets mit der niedrigsten

Konzentration begonnen und bei zweimaligem Erkennen der gleichen Konzentration auf ein weiteres Testen dieser Qualität verzichtet. Die Applikation der Schmeckstoffe erfolgte mit einer 10 ml Pipette auf der Mitte der Zunge, etwa 2 cm von der Zungenspitze entfernt. Bei der 3 – Tropfen – Sequenz beinhaltet immer ein Tropfen die Geschmackslösung und die anderen beiden nur destilliertes Wasser.

Geschmacksqualität	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Süß	5% (0,146 M)	10%	20%	40%
Sauer	1,25% (0,0595M)	2,25%	5%	7,5%
Salzig	1,6% (0,102 M)	4	10	25
Bitter	0,01 (0,00028M)	0,02	0,06	0,1

Tab. 2: Schmecklösungen der 3 – Tropfen – Methode (Henkin)

3.2.6 Beck – Depression – Inventar (BDI)

Der Beck – Depression – Inventar (Beck et al., 1961) ist ein international weit verbreitetes und anerkanntes Selbstbeurteilungsinstrument zur Erfassung der Schwere depressiver Symptomatik. Der Fragebogen enthält 21 Gruppen von Aussagen, welche alphabetisch von A bis U geordnet sind. Durch jede Gruppe von Antworten werden typische depressive Symptome erfragt. Jede der 21 Gruppen enthält vier Aussagen, die in einfachen Sätzen die depressiven Symptome in aufsteigender Schwere und zunehmender Beeinträchtigung von 0 = nicht vorhanden, über 1 = leichte Ausprägung, 2 = mäßige Ausprägung, bis 3 = starke Ausprägung beschreiben. Die Probanden füllten diesen Fragebogen im Anschluss an die gustometrischen und olfaktorischen Testungen aus.

Die Items des BDI beziehen sich im Einzelnen auf folgende Symptome:

- (A) Traurige Stimmung
- (B) Pessimismus
- (C) Versagen
- (D) Unzufriedenheit
- (E) Schuldgefühle
- (F) Strafbedürfnis
- (G) Selbsthass
- (H) Selbstanklagen
- (I) Selbstmordimpulse
- (J) Weinen
- (K) Reizbarkeit
- (L) Sozialer Rückzug und Isolierung
- (M) Entschlussfähigkeit
- (N) negatives Körperbild
- (O) Arbeitsunfähigkeit
- (P) Schlafstörungen
- (Q) Ermüdbarkeit
- (R) Appetitverlust
- (S) Gewichtsverlust
- (T) Hypochondrie
- (U) Libidoverlust

Zur Auswertung wird ein Summenwert gebildet, der zwischen 0 und 63 Punkten liegt. Werte unter 11 Punkten können grundsätzlich als unauffällig, im normalen Bereich angesehen werden. Werte zwischen 11 und 17 Punkten weisen auf eine milde bis mäßige Ausprägung depressiver Symptome hin. Als klinisch relevant gilt der Punktwert von 18 und darüber.

3.2.7 Statistische Auswertung

Mit dem Statistikpaket SPSS 14.0 wurde eine explorative Datenanalyse durchgeführt. Ob die Werte der untersuchten Variablen in der Grundgesamtheit normalverteilt sind, wurde mit Hilfe des Kolmogorov – Smirnov – Tests untersucht. Alle ordinal skalierten

Variablen (MMSE, Riechtest, gustatorische Testungen, 3 Untertests vom SKT) waren nicht normalverteilt. Für Gruppenvergleiche wurden daher generell der U – Test nach Mann – Whitney und der Kruskal – Wallis – Test benutzt. Um Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen zu analysieren wurden Spearman – Korrelationskoeffizienten berechnet.

Die Ergebnisse werden als Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben und in Form von Säulendiagrammen oder Boxplots dargestellt.

4 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse gliedert sich in mehrere Abschnitte, wobei mit den allgemeinen Charakteristika und Charakteristika zur kognitiven Leistungsfähigkeit der untersuchten Stichprobe begonnen wird. Es schließen sich zahnärztliche Befunde an, gefolgt von gustometrischen und olfaktorischen Testergebnissen. Zum Schluss wird eine statistische Analyse zu möglichen Zusammenhängen zwischen oraler Gesundheit und gustatorischen sowie olfaktorischen Funktionen durchgeführt.

4.1 Allgemeine Charakteristika der Stichprobe

Das durchschnittliche Alter der untersuchten Stichprobe, Geschlechtsverteilung, Bildung/ Beruf, allgemeine Gesundheit und regelmäßige Einnahme von Medikamenten sind in der Tab. 3 dargestellt.

Zum Zeitpunkt des Einschlusses in die vorliegende Studie, lag bei 35% der Probanden der letzte Zahnarztbesuch mehr als 1 Jahr zurück. 13 Probanden waren Raucher und rauchten zwischen 5 und 20 Zigaretten pro Tag. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren nur 15 Probanden (25,8%) medikamentenfrei. Männer mit internistischen Erkrankungen und regelmäßiger Medikamenteneinnahme ($n = 14$) waren im Durchschnitt signifikant älter als Männer ohne Erkrankungen und ohne Einnahme von Medikamenten ($66,9 \pm 6,8$ vs. $58,9 \pm 9,3$ Jahre, U – Test: $z = -1,953$, $p = 0.051$). Dagegen gab es bei Frauen diesbezüglich keine Altersunterschiede.

Mit Hilfe des BDI wurde ermittelt, dass 8,6% der Studienteilnehmer ausgeprägte, depressive Symptome ($BDI > 18$) aufwiesen, jedoch keiner von ihnen sich in einer psychiatrischen Behandlung befand.

Alter	63,22 ± 17,78Jahre
Männer/Frauen	23 / 35
Bildung/Beruf (höchster berufsbildender Abschluss):	
Keine Ausbildung	2
Lehre	22
Berufsfach-, Handelsschule	10
Fachschule (Meister, Berufsakademie)	6
Fachhoch-, Ingenieursschule	3
Universität/ Hochschule	15
Allgemeine Gesundheit:	
Kardiovaskuläre Erkrankungen	25
Rheumatische Erkrankungen	1
Diabetes mellitus	10
Adipositas	23
Medikamente	
keine	15
1 Präparat	11
2-3 Präparate	16
>3 Präparate	16
Raucher (ja/nein)	13/45
Letzter Zahnarztbesuch	
Vor ½ Jahr	38
Vor > 1 Jahr	20
Beck – Depression – Inventar	
<11	23
11 – 17	30
>18	5
MMSE (Gesamtpunktzahl)	28,7± 2,7 (26 – 30)
Riechtest (Anzahl richtig erkannter Düfte)	10,6± 7,6 (3 – 12)

Tab. 3

4.2 Untersuchung der Kognitiven Leistungsfähigkeit

4.2.1 Ergebnisse des MMSE

Keiner der untersuchten Probanden hatte im MMSE eine Punktzahl unter 26 erreicht. Somit bestand bei keinem der Probanden zum Zeitpunkt der Untersuchung eine deutlich ausgeprägte Störung der kognitiven Funktionen. Auf Grund der geringen Schwankungsbreite der individuellen Punktzahlen (26 bis 30) war ein Effekt des Alters auf die MMSE Punktzahl schwer zu evaluieren. Dennoch konnte bei Frauen ein

schwacher, signifikanter und negativer Zusammenhang gefunden werden ($\rho = -0,346$ $p = 0,042$). Frauen über 70 Jahre zeigten im Durchschnitt niedrigere Gesamtpunktwerte ($n = 7, 28,6 \pm 0,8$) als Frauen in der Altersgruppe 45 – 59 Jahre ($n = 10, 29,3 \pm 1,0$). Die Punktzahlen vom MMSE und BDI korrelierten nicht miteinander ($\rho = -0,062$). Auch eine Trennung der Daten nach dem Geschlecht brachte kein anderes Ergebnis. Somit hatte die deutlich depressive Stimmungslage bei einigen der Probanden keinen Einfluss auf die globale Bewertung der kognitiven Leistungen mit dem MMSE.

4.2.2 Ergebnisse des SKT

Für die Auswertung des SKT wurden nur die Rohwerte verwendet.

Im ersten Schritt wurden die Testergebnisse des SKT auf Altersabhängigkeit untersucht und Spearman – Korrelationskoeffizienten berechnet (Tab. 4). In der Gesamtgruppe von 58 Probanden korrelierten mit dem Alter signifikant die SKT Untertests 2 (Gegenstände unmittelbar reproduzieren), 4 (Zahlen ordnen), 5 (Zahlen zurücklegen) und 7 (Interferenztest). In der Abb. 2 ist als Beispiel die Altersabhängigkeit der Testergebnisse für Konzentration und mathematische Logik (ST 4) als Balkendiagramm für die vier Altersgruppen dargestellt.

SKT	ST 2	ST 4	ST 5	ST 7
Beschreibung	aktives bildliches Ultrakurzzeit- gedächtnis	Math. Logik, Konzentration	Schnelligkeit des konzentrierten Arbeitens	Mentale Flexibilität
alle Probanden N=58	0,274 p=0,037	0,347 p=0,008	0,387 p=0,005	0,298 p=0,03
N=35 (Frauen)	0,410 p=0,014	0,349 p=0,019	0,472 p=0,007	0,469 0,008
N=23 (Männer)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tab. 4: Spearman – Korrelationskoeffizienten zwischen dem Alter und den SKT – Subtests
ST 2: Anzahl nicht reproduzierter Gegenstände
ST 4: Zahlen ordnen (Bearbeitungszeit in sec)
ST 5: Zahlen zurücklegen (Bearbeitungszeit in sec)
ST 7: Interferenz-Test (Bearbeitungszeit in sec)

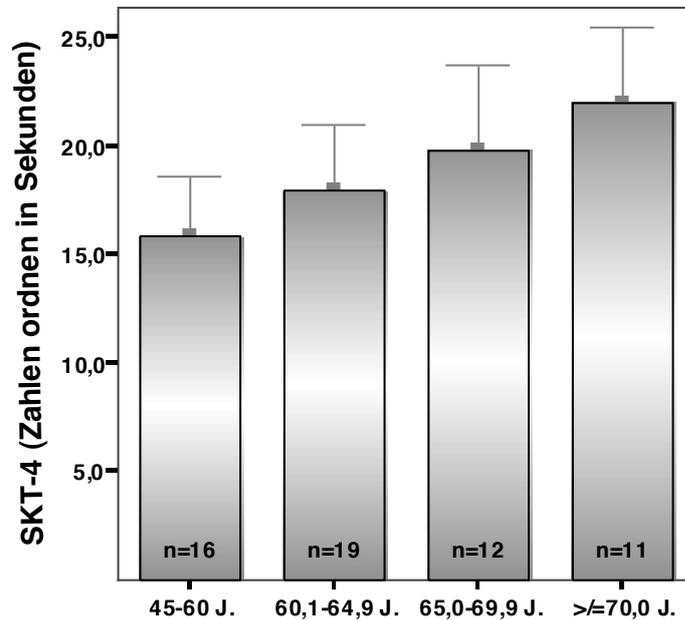


Abb. 2: Effekt des Alters auf die Geschwindigkeit beim Ordnen der Zahlen nach Größe (SKT – Subtest 4) in der Gesamtgruppe der Probanden

Eine getrennte Analyse für Frauen und Männer zeigte, dass nur bei den Frauen eine signifikante Beziehung zwischen den Subtest – Ergebnissen und dem Alter bestand.

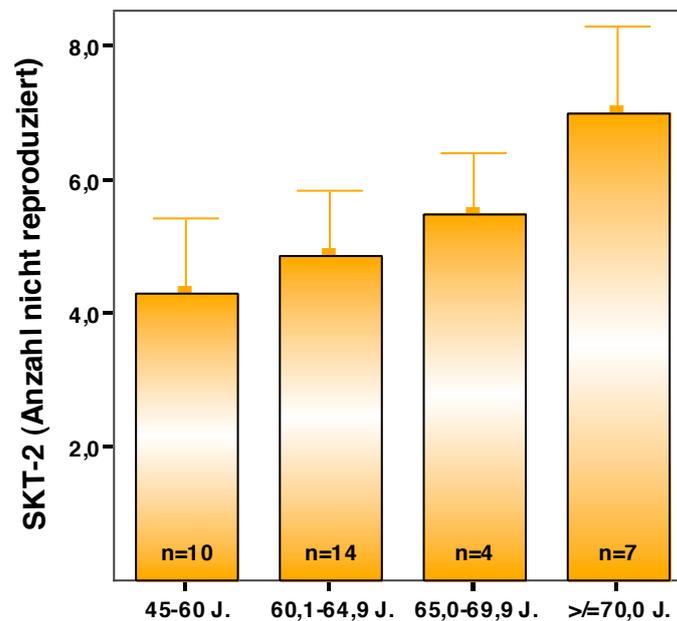


Abb. 3: Anzahl der nicht reproduzierten Gegenstände (SKT/U2) in Abhängigkeit vom Alter der Frauen

Zwischen der Gesamtpunktzahl im MMSE und allen Testergebnissen im SKT wurden keine signifikanten Korrelationen gefunden. Dieses Ergebnis blieb bestehen auch bei

einer getrennten Datenanalyse für Männer und Frauen. Andererseits korrelierte nur in der Frauengruppe die BDI Punktzahl mit den Ergebnissen im SKT – Untertest 7 für die mentale Flexibilität ($\rho = 0,415$, $p = 0,031$).

4.3 Zahnärztliche Untersuchungsergebnisse

In der vorliegenden Studie wurden bei allen eingeschlossenen Probanden folgende Inspektionen durchgeführt: Mundhygiene, Zahnstatus, Mundschleimhauterkrankungen sowie das Tragen eines herausnehmbaren Zahnersatzes im Oberkiefer.

Zahnstatus:

Die Tabellen 5 und 6 geben einen Überblick zum Zahnstatus von Ober – und Unterkiefer der untersuchten Probanden, wobei eine Unterteilung in die Untergruppen vollbezahnt, teilbezahnt und zahnlos vorgenommen wurde. Etwa 1/6 der Probanden waren zahnlos. Bei den teilbezahnten Probanden standen im Durchschnitt 19 Zähne zur Verfügung.

	zahnlos	teilbezahnt	vollbezahnt
Probanden (n = 58)	9 (15.5%)	44 (75.8%)	5 (8.6%)
Frauen (n = 35)	6 (17.1%)	26 (74.3%)	3 (8.6%)
Männer (n= 23)	3 (13.0%)	18 (78.2%)	2 (8.7%)

Tab. 5: Zahnstatus von Ober- und Unterkiefer bei den Probanden

Zahnstatus	Gruppe 1 (45–59Jahre)	Gruppe 2 (60–64Jahre)	Gruppe 3 (65–69Jahre)	Gruppe 4 (>70Jahre)
Unbezahnt	-	-	1	8
Teilbezahnt	13	19	9	3
Vollbezahnt	3	1	1	-

Tab. 6: Anteil der unbezahnten, teilbezahnten und vollbezahnten Patienten innerhalb der 4 Altersgruppen

Hierbei wurde nicht mehr zwischen Männer und Frauen unterschieden, da es keine geschlechtsspezifischen Unterschiede im Zahnstatus gegeben hat. Erwartungsgemäß war der Anteil der unbezahnten Patienten in der Altersgruppe >70 Jahre hoch (72.7%).

Herausnehmbarer Zahnersatz im Oberkiefer:

Die untersuchten Personen wurden in 2 Gruppen hinsichtlich ihres Zahnersatzes im Oberkiefer unterteilt. Dabei spielte es keine Rolle, ob es sich um eine totale Prothese handelte, die das gesamte Palatum ausfüllte, oder nur um einen Bügel der Teile der Gaumenschleimhaut bedeckte. Herausnehmbaren Zahnersatz im Oberkiefer hatten 48,2% der untersuchten Probanden (28 von 58). Es gab jedoch signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede: 69,6% der Männer, jedoch nur 34,3% der Frauen trugen einen herausnehmbaren Zahnersatz ($\chi^2 = 6,918$, $df = 1$, $p = 0,009$).

Mundhygiene:

Die Mundhygiene wurde anhand der Parameter modifizierter Sulkus – Blutungs – Index und dem API nach LANGE et al. (Lange et al., 1977) in die Gruppen gut, mäßig und schlecht unterteilt.

- **1 = gute Mundhygiene:** API<40%; mod. SBI<10%,
- **2 = mäßige Mundhygiene:** API zwischen 40% und 70%; mod. SBI zwischen 10% und 25%,
- **3 = schlechte Mundhygiene:** API>70%, mod. SBI>25%,

Mundhygiene	Gut	Mäßig	Schlecht
Alle (n=58)	10 (17.2%)	34 (58.6%)	14 (24.15%)
Frauen (n=35)	10 (28.6%)	19 (54.3%)	6 (17.1%)
Männer (n=23)	0	15 (65.2%)	8 (34.8%)

Tab. 7: Beurteilung der Mundhygiene

Bei etwa $\frac{1}{4}$ der untersuchten Probanden wurde die Mundhygiene als schlecht bewertet (Tab. 7). Bemerkenswert ist, dass die Männer eine signifikant schlechtere Mundhygiene aufwiesen als Frauen ($\chi^2 = 8,644$, $df=2$, $p = 0,013$).

Bezogen auf den Zahnstatus, hatten 78% (3 Männer/ 4 Frauen) der zahnlosen, 84 % (19 Männer/ 18 Frauen) der teilbezahnten und 80% (3 Männer/ eine Frau) der vollbezahnten Probanden eine mäßige bis schlechte Mundhygiene.

Bei Probanden mit herausnehmbarem Zahnersatz im Oberkiefer war die Mundhygiene bei 100 % der Männer und bei 83% der Frauen mäßig bis schlecht.

Mundschleimhauterkrankungen:

Zum Spektrum der Mundschleimhautveränderungen (Entzündungen, Schwellungen, Druckstellen sowie autoimmune Reaktionen) wurden auch Erkrankungen des Zahnfleisches und des Zahnhalteapparates wie Parodontitis und Gingivitis gezählt. Die Beurteilung wurde nur in der Form einer Ja/ Nein – Entscheidung vorgenommen. Danach wiesen 51,4% der Frauen (18 von 35) und 47,8% der Männer (11 von 23) Veränderungen der Mundschleimhaut auf. Die Häufigkeit von Mundschleimhautveränderungen nahm bei Probanden im Alter > 52 Jahre zu.

Bezogen auf den Zahnstatus, wiesen 44,4 % der zahnlosen, 54,5 % der teilbezahnten und 20% der vollbezahnten Probanden Mundschleimhautveränderungen auf.

Trotz mäßiger bis schlechter Mundhygiene bei allen 23 untersuchten männlichen Probanden zeigten nur 47,8% eine Mundschleimhautveränderung. Bei Frauen mit mäßiger bis schlechter Mundhygiene ($n = 25$) lag der Anteil mit gleichzeitig veränderter Mundschleimhaut bei 56%.

Eine Zusammenfassung aller erhobenen Befunde für die 4 Altersgruppen ist in der Tab. 8 dargestellt.

	Gruppe 1 (45-59 Jahre)	Gruppe 2 (60-64 Jahre)	Gruppe 3 (65-69 Jahre)	Gruppe 4 (≥ 70 Jahre)
Zahnlos	-	-	1	8
Teilbezahnt	13	19	9	3
Vollbezahnt	3	1	1	-
Herausnehmbarer Zahnersatz im Oberkiefer	5	5	7	11
Mundhygiene				
Gut	1 (6,25%)	5 (26,3%)	2 (16,7%)	2 (18,2%)
Mäßig	11	11	7	5
Schlecht	4	3	3	4
Mundschleimhaut- veränderungen	7	9	9	4

Tab. 8: Zahnärztliche Befunde in den vier Altersgruppen

Wie zu erwarten, nimmt mit zunehmendem Alter die Anzahl der Zähne kontinuierlich ab und somit steigt äquivalent die Personenanzahl mit herausnehmbarem Zahnersatz.

Die Mundhygiene verschlechtert sich ab dem 70. Lebensjahr rapide. So haben 75% der Altersgruppe 1 und 83,3% der Personen aus Gruppe 2 noch eine gute bis mäßige Mundhygiene, wohingegen nur noch 63,6% der Probanden aus Gruppe 4 eine dementsprechende Mundhygiene vorweisen konnten. Die Anzahl der Personen mit schlechter Zahnpflege bleibt bis in das hohe Alter konstant.

Im Hinblick auf Mundschleimhauterkrankungen zeigt die Tabelle 8, dass im hohen Alter nur noch etwa halb (44%) so viele Veränderungen in der Mundhöhle auftraten wie bei der Gruppe der 60 – 64 Jährigen.

4.3.1 Kognitive Leistungsfähigkeit und orale Gesundheit

Die Mundhygiene war eindeutig mit der kognitiven Leistungsfähigkeit der Probanden assoziiert. Die Gesamtpunktzahl des MMSE und die 3 Stufen der Mundhygiene

(1 = gut, 2 = mäßig, 3 = schlecht) korrelierten signifikant und negativ miteinander wie für die Gesamtgruppe ($\rho = -0,530$ ($p < 0,001$)), so auch für Frauen ($\rho = -0,420$, $p = 0,012$) und Männer ($\rho = -0,620$ ($p = 0,002$)) getrennt. Dieser Zusammenhang ist graphisch in der Abb. 4 verdeutlicht.

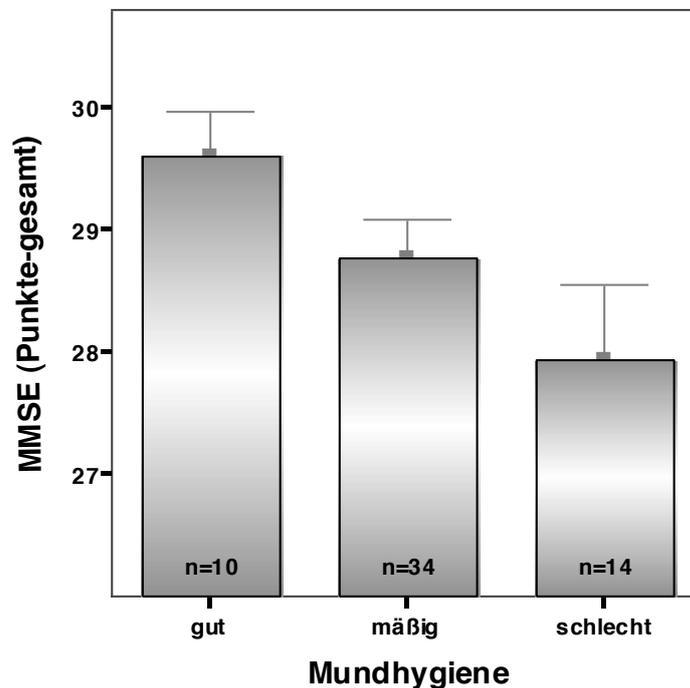


Abb. 4: Zusammenhang zwischen der Mundhygiene und der erreichten Gesamtpunktzahl beim MMSE (n=58)

Besonders bei den Männern zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Mundhygiene und kognitiven Funktionen. Das Abschneiden in einigen SKT Untertest (ST 6 und ST 7) war signifikant schlechter bei Männern mit schlechter Mundhygiene. So war die benötigte mittlere Bearbeitungszeit im Test für die mentale Flexibilität (ST 7) signifikant höher bei Männern mit schlechter Mundhygiene ($29,4 \pm 7,1$ vs. $19,8 \pm 3,4$ sec; $z = 3,326$, $p = 0,001$). Auch im Test für Symboldiskrimination und konzentriertes Arbeiten (ST 6) zeigte sich, bei Männern mit schlechter Mundhygiene eine signifikant längere Bearbeitungszeit als bei Männern mit mäßiger Mundhygiene ($19,0 \pm 4,1$ vs. $15,7 \pm 6,7$ sec, $z = -2,570$, $p = 0,010$).

Für weitere statistische Analysen wurden Probandengruppen mit schlechter und guter oraler Gesundheit gebildet. Schlechte orale Gesundheit wurde definiert durch das

Vorliegen von schlechter Mundhygiene und/ oder durch Zahnlosigkeit. Probanden mit guter oraler Gesundheit (n = 34) zeigten im Durchschnitt signifikant bessere kognitive Leistungsfähigkeit als Probanden mit schlechter oraler Gesundheit (n = 21). Besonders deutlich wurde dies in der männlichen Probandengruppe: in 6 der 9 SKT – Subtests waren Männer mit schlechter oraler Gesundheit (n = 10) signifikant schlechter als Männer mit guter oraler Gesundheit (n = 13) (ST 3, 4, 5, 6, 7, 8). Beide Gruppen zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede im Alter ($66,0 \pm 10,2$ vs. $62,0 \pm 7,1$ Jahre).

Auch die weibliche Probandengruppe zeigte in 3 der 9 SKT – Subtests ein ähnliches Bild: Frauen mit schlechter oraler Gesundheit (n = 11) erzielten signifikant schlechtere Ergebnisse (ST 2, 4 und 7) als Frauen mit guter oraler Gesundheit. Sie waren auch signifikant älter ($69,7 \pm 8,8$ vs. $59,7 \pm 7,2$ Jahre, $z = -2,914$, $p = 0,004$).

Testergebnisse aus dem ST 7 (mentale Flexibilität) werden exemplarisch in Abb. 5 dargestellt.

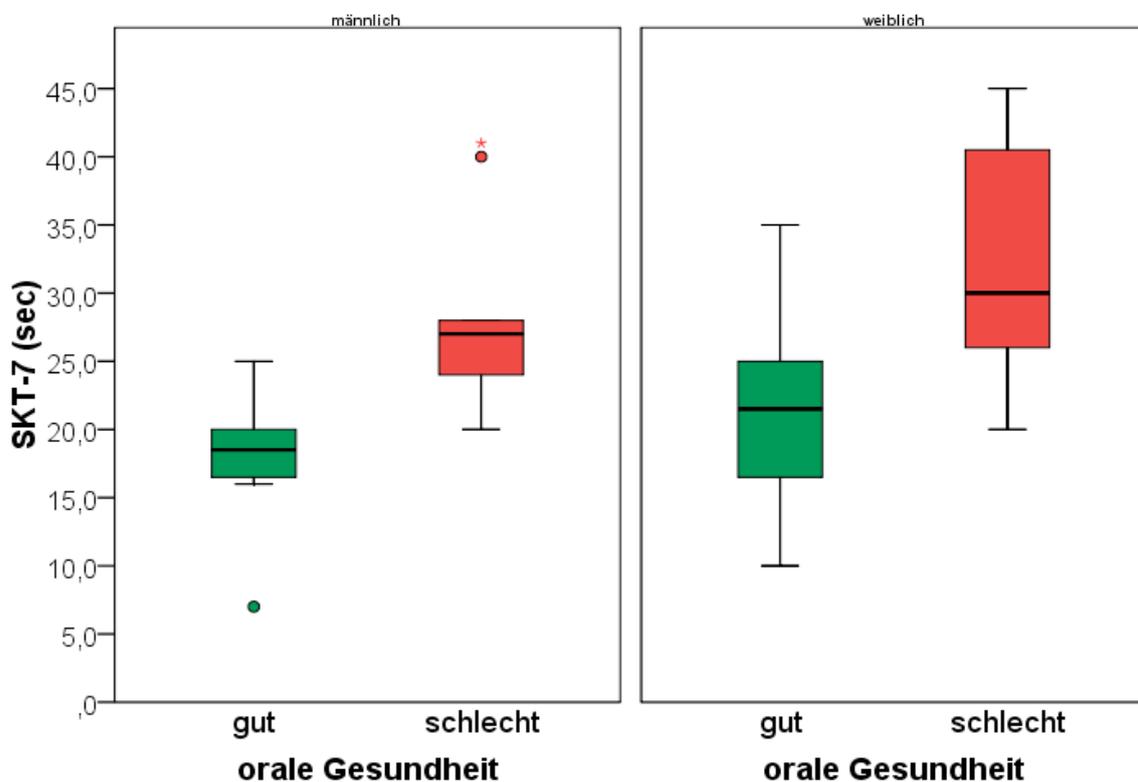


Abb. 5: Boxplot für mentale Flexibilität (SKT ST 7) bei männlichen und weiblichen Probanden mit guter und schlechter oraler Gesundheit

Signifikante Unterschiede zwischen guter und schlechter oralen Gesundheit (Mann – Whitney U – Test: Männer: $z = -3,578$, $p < 0,001$ bzw. Frauen: $z = -3,067$, $p = 0,002$)

4.4 Gustometrische Testergebnisse

Für die statistische Auswertung der Ergebnisse wurden zunächst die eingesetzten Konzentrationsstufen der Schmecklösungen von 1 bis 4 skaliert:

- niedrigste Konzentration = 1
- 2. Konzentration = 2
- 3. Konzentration = 3
- höchste Konzentration = 4
- Qualität auch bei der höchsten Konzentration „nicht erkannt“ = 5

Mit welcher Häufigkeit die niedrigsten Konzentrationsstufen für die vier Geschmacksqualitäten als richtig erkannt wurden, ist in der Tab. 9 dargestellt. Beim Erkennen von „süß“, „sauer“ und „salzig“ ergaben sich hierbei keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Nur bei der Geschmacksqualität „bitter“ konnten signifikant weniger Männer als Frauen die niedrigste Konzentrationsstufe erkennen ($\chi^2 = 7,754$, $df = 1$, $p = 0.005$). Daher war die durchschnittliche Wahrnehmungsschwelle für „bitter“ signifikant schlechter bei Männern als bei Frauen (2,6 vs. 1,9; $p = 0,005$).

niedrigsten Konzentrationsstufe erkannt	Männer	Frauen
Süß	22 (94,3%)	33 (95,7%)
Sauer	18 (78,3%)	27 (77,1%)
Salzig	16 (69,6%)	21 (60,0%)
Bitter	3 (13,0%)	17 (48,6%)

Tab. 9: Häufigkeiten für die Wahrnehmung der niedrigsten Konzentrationsstufen im gustatorischen Test in der Stichprobe getrennt nach dem Geschlecht

Bei allen weiteren Betrachtungen wird die Geschmacksqualität „süß“ nicht mehr berücksichtigt. Wegen der fehlenden Variabilität im Erkennen von „süß“, können Beziehungen zum Alter, kognitiven Funktionen oder der oralen Gesundheit nicht untersucht werden. Der Beitrag von internistischen Erkrankungen bzw. Medikamenteneinnahme zu den gustometrischen Testergebnissen wurde für die Gesamtgruppe,

sowie für Männer und Frauen getrennt, getestet (Mann – Whitney U – Test bzw. χ^2 – Test). Es gab keine signifikante Beeinflussung.

4.4.1 Altersabhängigkeit

Für die Gesamtgruppe der Probanden wurde ein signifikanter Effekt des Alters auf die Wahrnehmungsschwelle von „salzig“ gefunden. Dieser war jedoch allein auf den Frauenanteil in der Stichprobe zurückzuführen (Tab. 10). Darüber hinaus, wurde nur bei Männern eine signifikante Korrelation zwischen dem Alter und der Wahrnehmungsschwelle für „sauer“ gefunden. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass lediglich 5 von 23 Männern die niedrigste Konzentrationsstufe nicht erkannt hatten.

Die schlechtere Wahrnehmung von „bitter“ bei Männern war nicht auf einen Alterseffekt zurückzuführen (Tab. 10). Auch bei Frauen unterlagen die sehr variablen Wahrnehmungsschwellen für „bitter“ keiner Altersabhängigkeit.

	Sauer	Salzig	Bitter
N = 58	n.s.	0,360 p = 0,006	n.s.
N = 35 Frauen	n.s.	0,463 p = 0,005	n.s.
N=23 Männer	0,429 p = 0,041	n.s.	n.s.

Tab. 10: Spearman – Korrelationskoeffizienten zwischen dem Alter und den Wahrnehmungsschwellen der drei Geschmackqualitäten

4.4.2 Beziehung zu kognitiven Funktionen

Im nächsten Schritt der Datenanalyse wurde geprüft, ob die Variabilität in den Wahrnehmungsschwellen für „salzig“, „sauer“ und „bitter“ mit der kognitiven Leistungsfähigkeit assoziiert ist. Da bei Frauen signifikante Effekte des Alters auf die Wahrnehmungsschwellen für „salzig“ und auch auf einige Testergebnisse aus dem

SKT gefunden wurden, war zu erwarten, dass zwischen diesem gustometrischen Ergebnis und den Gedächtnis- und Konzentrationsleistungen ebenfalls signifikante Beziehungen vorliegen könnten. Bei Frauen korrelierte das Nachlassen der Wahrnehmung von „salzig“ signifikant und positiv nur mit der Bearbeitungszeit für die SKT ST 4 (mathematische Logik und Konzentrationsfähigkeit) ($\rho = 0,418$, $p = 0,012$). Wurden jedoch nur Daten von Frauen mit guter oraler Gesundheit betrachtet, so ergaben sich keine signifikanten Beziehungen zwischen den Erkennungsschwellen für salzig und Testergebnissen im SKT.

Interessanterweise korrelierte bei den Männern das Nachlassen der Wahrnehmung für „sauer“ signifikant mit den SKT – Ergebnissen für das passive bildliche Kurzzeitgedächtnis (ST 9; $\rho = 0,417$ $p = 0,048$) und die Schnelligkeit des konzentrierten Arbeitens (ST 5; $\rho = 0,484$ $p = 0,026$). Beide Untertests zeigten bei den Männern keine Altersabhängigkeit.

4.5 Olfaktorische Testergebnisse

Im Identifikationstest erkannten die untersuchten Probanden zwischen 3 und 12 Düfte (Tab. 11). Männer erzielten signifikant schlechtere Leistungen als Frauen. 74,3% der Frauen ($n = 26$) aber nur 56,5% der Männer ($n = 13$) hatten 11 – 12 Düfte richtig erkannt ($\chi^2 = 4,333$ $df = 1$, $p = 0,037$). Keine der Frauen, jedoch zwei der Männer (8,7%) konnten weniger als 7 Düfte identifizieren. Ein männlicher Proband mit nur 3 richtig erkannten Düften wird aus der weiteren Betrachtung der Daten herausgenommen, da es sich hier möglicherweise um eine Anosmie handeln könnte. Als Ursache kommt ein mehr als 3 Monate zurückliegender langanhaltender Infekt der oberen Luftwege in Frage.

Anzahl erkannter Düfte	Frauen (n = 35)	Männer (n= 23)
<5	0	1
6-5	0	1
8-7	4	1
10-9	5	7
11-12	26	13

Tab. 11: Sniffin’Sticks – Testergebnisse der Stichprobe getrennt nach dem Geschlecht

Von den 12 angebotenen Duftnoten, wurde nur „Rose“ von allen Probanden (n = 57) richtig erkannt. Unabhängig vom Geschlecht, wurde am häufigstem die Duftnote „Zimt“ nicht erkannt (24,6% der Probanden), gefolgt von „Schuhleder“, „Zitrone“, „Lakritz“ und „Kaffee“ (je 15,8%). Bei getrennter Betrachtung von Männer und Frauen wurde offensichtlich, dass Männer besonders häufig „Zitrone“, „Kaffee“ und „Ananas“ nicht identifizieren konnten (je 22,7%) bzw. „Zimt“ (18,2%). Frauen (28,7%) hatten dagegen nur mit „Zimt“ Probleme. Bei der Erkennung von „Ananas“ gab es Unterschiede zwischen Männern und Frauen, mit einem Trend zur statistischen Signifikanz. So konnten nur 5,7% der Frauen jedoch 22,7% der Männer „Ananas“ nicht erkennen ($\chi^2 = 3,650$, $df = 1$, $p = 0,057$).

Da das Alter und die Anzahl richtig erkannter Düfte nicht miteinander korrelierten (Frauen n = 35, $\rho = -0,227$; Männer n = 22, $\rho = -0,015$) wird auf eine Darstellung der Sniffin' Sticks – Testergebnisse getrennt nach Altersgruppen verzichtet.

4.5.1 Beziehung zum Faktor Rauchen

Es wurde getestet ob internistische Erkrankungen, Medikamenteneinnahme und das Rauchen die Ergebnisse im Identifikationstest beeinflussen.

Hierbei ergab sich nur für den Faktor „Rauchen“ ein hoch signifikanter Unterschied ($z = -3,087$, $p = 0,002$) zwischen männlichen Rauchern und Nichtrauchern. Danach erkannte ein Raucher im Durchschnitt nur 7, 3 Gerüche und damit wesentlich weniger als ein Nichtraucher, der im Mittel 11,1 Düfte identifizieren konnte.

4.5.2 Beziehung zu kognitiven Funktionen

Die Frage ob und inwieweit kognitive Leistungsfähigkeit der Probanden mit der Anzahl richtig erkannter Düfte korreliert, wurde für Frauen und Männer getrennt analysiert.

Dabei wurde eine hoch signifikante Assoziation zwischen den olfaktorischen Testergebnissen und den MMSE – Gesamtpunkten bei Frauen (n = 35, $\rho = 0,563$ $p < 0,001$) gefunden. Dieser Zusammenhang wird in der Abb. 6 verdeutlicht. Der Mann – Whitney U – Test für den Vergleich zwischen Frauen mit maximaler MMSE – Punktzahl (30) versus der 3 anderen Gruppen mit 27, 28 und 29 Punkten erbrachte signifikante

Unterschiede in der Anzahl richtig erkannter Düfte. Die Anzahl richtig erkannter Düfte bei Frauen korrelierte ebenfalls signifikant mit Testergebnissen vom SKT : mit SKT ST 1 ($\rho = -0,526$ $p = 0,003$) und etwas schwächer ausgeprägt mit dem ST 6 ($\rho = -0,382$ $p = 0,024$).

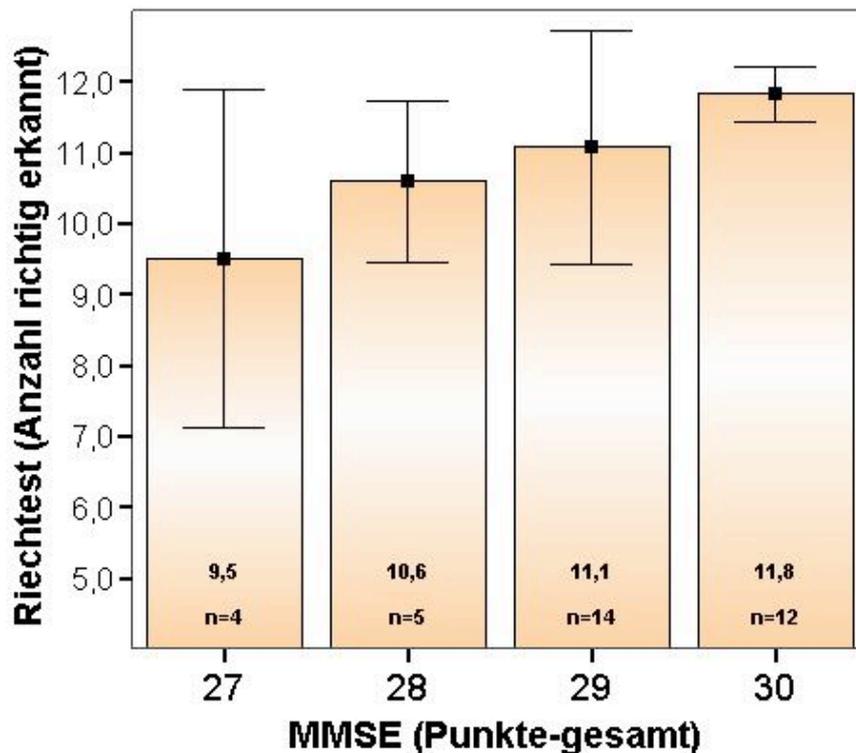


Abb. 6: Beziehung zwischen Anzahl richtig erkannter Gerüche und Mini – Mental – Status – Test (Gesamtpunktzahl) bei Frauen

Mann – Whitney U – Test ergab signifikante Ergebnisse für Gruppenvergleiche 30 MMSE Punkte vs. 27 MMSE Punkte: $z = -2,369$, $p = 0,013$, bzw. vs. 28 Punkte: $z = -3,236$, $p = 0,001$, oder vs. 29 Punkte: $z = -2,302$, $p = 0,021$

In der männlichen Probandengruppe, mit einem schlechteren Abschneiden in dem Sniffin'Sticks – Test, konnten solche Zusammenhänge nicht nachgewiesen werden. Wurden jedoch männliche Nichtraucher und Raucher getrennt betrachtet, so zeigten die Nichtraucher ($n = 16$) signifikante Beziehungen zwischen der Anzahl richtig erkannter Düfte und kognitiven Leistungen im SKT ST 7 ($\rho = -0,631$, $p = 0,009$) und ST 8 ($\rho = -0,595$, $p = 0,015$). Längere Bearbeitungszeit im ST 7 für mentale Flexibilität war mit schlechterem Erkennen von Düften assoziiert (Abb. 7).

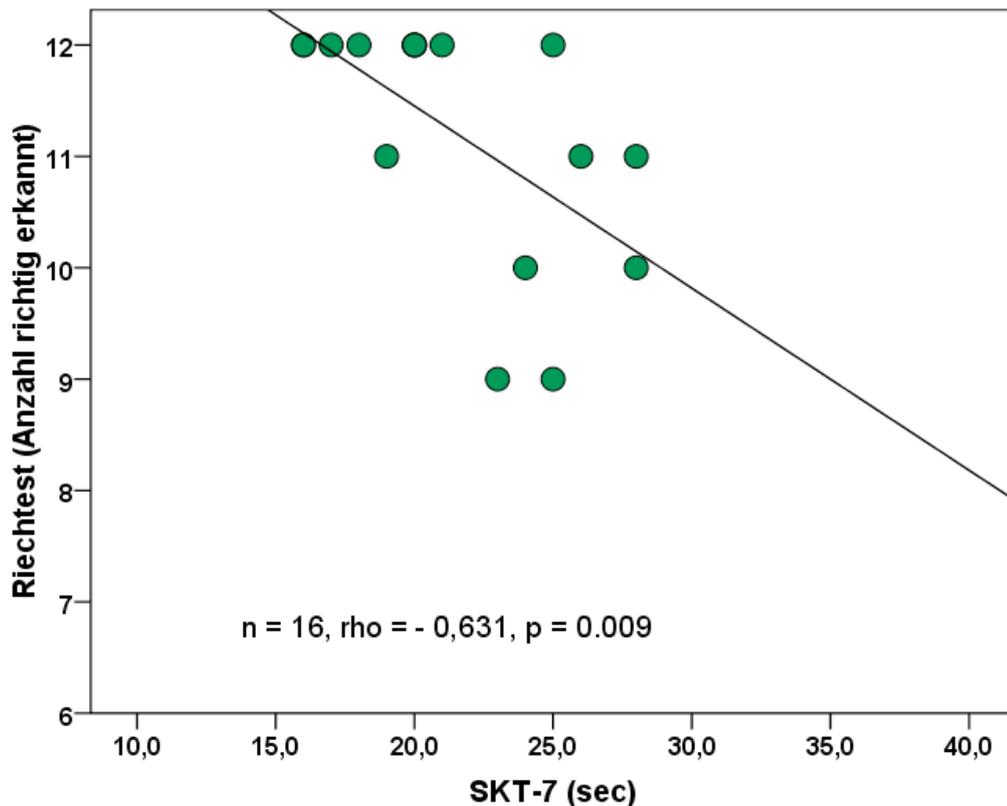


Abb. 7: Beziehung zwischen der Anzahl richtig erkannten Düfte und mentaler Flexibilität (SKT ST 7) bei männlichen Nichtrauchern

4.6 Beziehungen zwischen gustometrischen und olfaktorischen Testergebnissen

Bei der Suche nach möglichen Beziehungen zwischen gustometrischen und olfaktorischen Testergebnissen ergaben einfache Korrelationsanalysen zunächst keinen Zusammenhang. Erst die Einteilung der Probanden beim Sniffin'Sticks – Test in 4 Leistungsgruppen, wie in Abb. 8 dargestellt, zeigte, dass bei weiblichen Probanden möglicherweise eine Beziehung zwischen Geruchs- und Geschmacksfunktionen besteht. So korrelierten die Wahrnehmungsschwellen für „salzig“ schwach und positiv, mit den Leistungen im Sniffin'Sticks – Test ($\rho = 0,359$ $p = 0,034$), jedoch negativ bei der Geschmacksqualität „bitter“ ($\rho = -0,354$, $p = 0,037$). Wie die Abb. 8 zeigt, haben Frauen, die 7 – 8 Düfte richtig erkannt haben, im Durchschnitt höhere Wahrnehmungsschwellen für „salzig“ als Frauen mit 11 – 12 richtig erkannten Düften. Auf Grund der geringen Fallzahl in der Gruppe mit 7 – 8 richtig erkannten Düften ($n = 4$) erreicht der Unterschied das Signifikanz – Niveau nur mit einem Trend ($z = -1,882$, $p = 0,060$). Andererseits ist bemerkenswert, dass bei den 26 Frauen mit besten Ergebnissen im

Riechtest, die Wahrnehmungsschwelle für „bitter“ (Mittelwert 2,1) signifikant schlechter war als bei den 5 Frauen mit 9 – 10 erkannten Düften (Mittelwert 1,0) ($z = -2,311$, $p = 0,021$). In diesem Zusammenhang scheint ein anderes Ergebnis bemerkenswert zu sein: die 10 Frauen, die „Zimt“ nicht identifizieren konnten, erkannten die Geschmacksqualität „bitter“ bei im Durchschnitt niedrigeren Konzentrationsstufen ($1,4 \pm 0,7$) als 25 Frauen, die „Zimt“ bei der Geruchstestung identifiziert hatten ($2,0 \pm 1,1$). Der Unterschied erreichte jedoch nicht das Signifikanz – Niveau ($z = 1,692$, $p = 0,091$). In der männlichen Probandengruppe war auffallend, dass Männer, die solche Duftnoten wie „Zitrone“, „Kaffee“ oder „Ananas“ nicht identifizieren konnten, auch schlechtere Leistungen im Erkennen der Geschmacksqualität „sauer“ zeigten. Die mittlere Erkennungsschwelle für „sauer“ lag bei diesen Probanden signifikant höher als bei Probanden, die diese Düfte identifizieren konnten ($2,4 \pm 1,7$ vs. $1,2 \pm 0,5$, $z = -2,296$, $p = 0,022$).

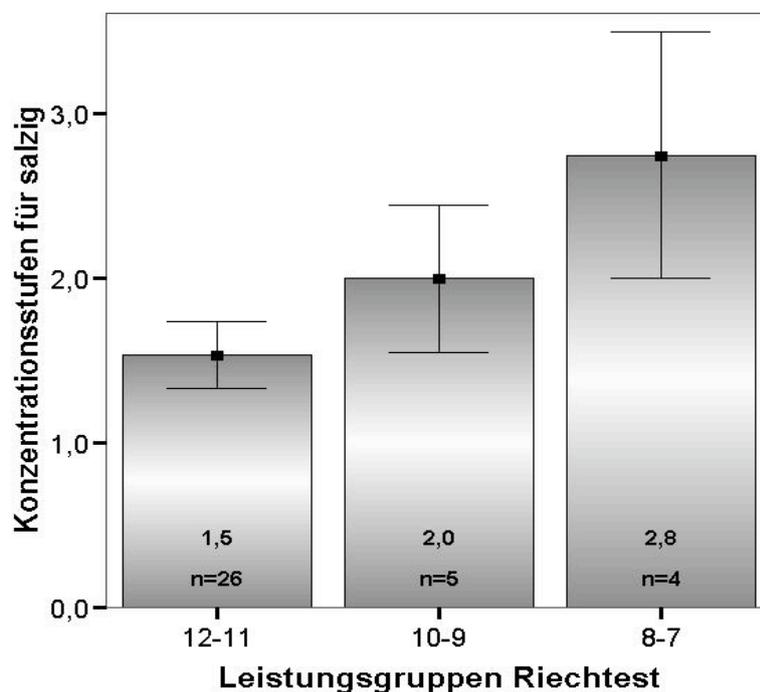


Abb. 6: Beziehung zwischen Leistungen im Riechtest und Wahrnehmungsschwellen für die Geschmacksqualität „salzig“ bei Frauen.

Balken stellen mittlere Konzentrationsstufen und Standardfehler dar. Mann – Whitney U – Test für Gruppe mit 12 – 11 richtig erkannte Düfte vs. Gruppe mit 8 – 7 richtig erkannte Düfte: $z = 1,882$, $p = 0,060$

4.7 Einfluss oraler Gesundheit auf gustatorische und olfaktorische Funktionen

Für die folgende Datenanalyse wurden verschiedene Subgruppen entsprechend dem Zahnstatus (vollbezahnt, teilbezahnt, zahnlos), Zustand der Mundhygiene (gut, mäßig, schlecht) und Schleimhauterkrankungen (ja/ nein) gebildet und der Beitrag oraler Gesundheit zu gustatorischen und olfaktorischen Testergebnissen analysiert. Aus den vielen statistischen Subanalysen werden nur die wichtigsten Ergebnisse referiert.

4.7.1. Mundhygiene und Erkennung der Geschmacksqualität „salzig“

Betrachtet man die Gesamtgruppe der Probanden, so scheint die Mundhygiene eine besondere Rolle für die Erkennung von „salzig“, jedoch nicht für die anderen Geschmacksqualitäten, zu spielen. Die mittlere Erkennungsschwelle für „salzig“ lag bei Probanden mit schlechter Mundhygiene (6 Frauen/ 8 Männer) signifikant höher als bei Probanden mit mäßiger Mundhygiene (19 Frauen/ 15 Männer) (Konzentrationsstufen: $2,5 \pm 1,6$ vs. $1,5 \pm 0,9$; $z = -1,995$, $p = 0,046$). Dieses Ergebnis war auf die Männer in der Stichprobe zurückzuführen (Abb. 9). Männer mit schlechter Mundhygiene benötigen im Durchschnitt höhere Konzentrationsstufen als Männer mit mäßiger Mundhygiene ($2,3 \pm 1,8$ vs. $1,4 \pm 0,9$, $z = -1,784$, $p = 0,074$). Der Unterschied wurde noch deutlicher, wenn nur die männlichen Nichtraucher ($n = 16$) miteinander verglichen wurden. Die mittlere Erkennungsschwelle für „salzig“ lag bei Nichtrauchern mit schlechter Mundhygiene ($n = 5$) signifikant höher als bei den 11 Nichtrauchern mit mäßiger Mundhygiene ($2,8 \pm 1,8$ vs. $1,2 \pm 0,4$, $z = -1,999$, $p = 0,046$).

Bei Frauen konnten 3 Gruppen mit guter, mäßiger und schlechter Mundhygiene miteinander verglichen werden. Es ergaben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede in den Erkennungsschwellen für „salzig“ (mäßig vs. schlecht $p = 0,279$; gut vs. schlecht, $p = 0,471$). Ein Effekt des Rauchens konnte hierbei nicht nachgewiesen werden.

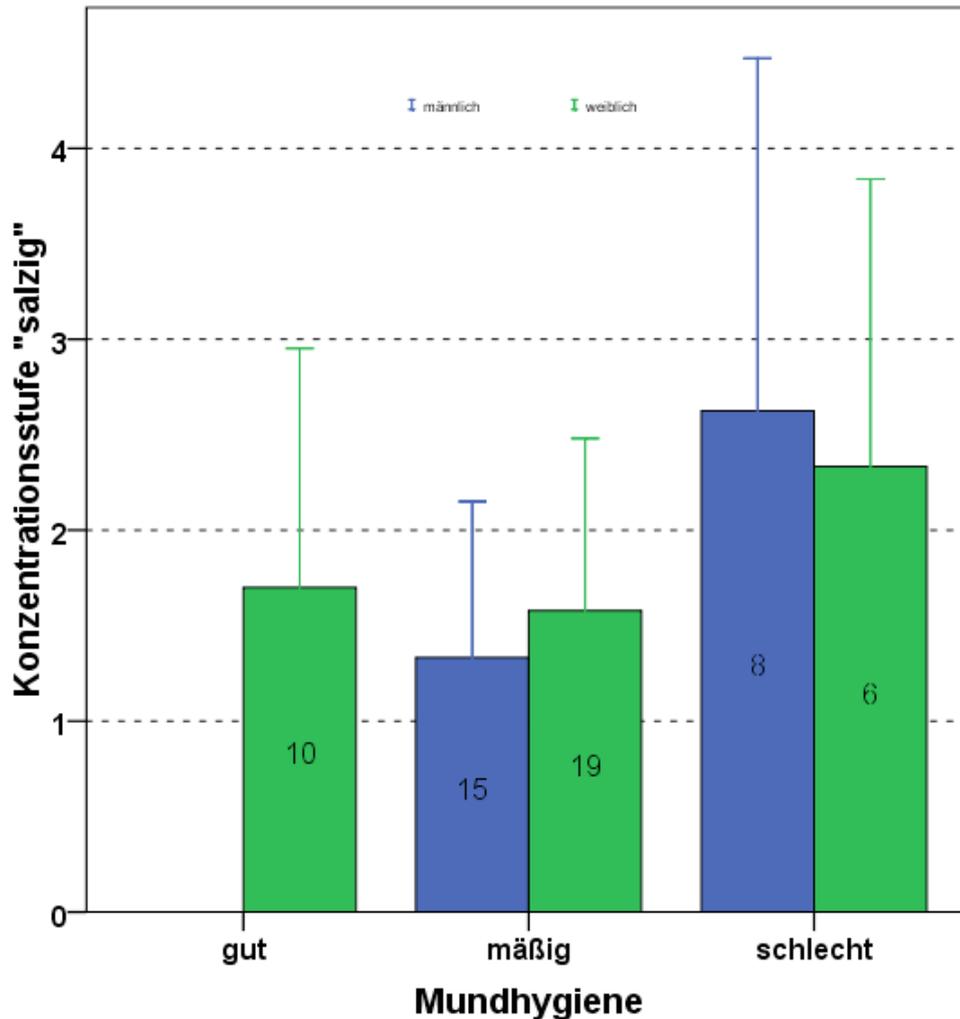


Abb. 9: Einfluss der Mundhygiene auf die Erkennungsschwelle von „salzig“ bei Männern und Frauen: Konzentrationsstufen „salzig“: 1 = 1,6%, 2 = 4%, 3 = 10%, 4 = 25%, 5 = nicht erkannt

4.7.2. Mundhygiene und Geruchsidentifizierung

Die statistische Analyse zeigte, dass um mögliche Beziehungen zwischen der Mundhygiene und der Geruchsidentifizierung zu erkennen, Daten von Rauchern und Nichtrauchern getrennt werden mussten. Bei den 13 Rauchern (6 Männer und 7 Frauen) hatte die Mundhygiene (gut, mäßig, schlecht) einen signifikanten Einfluss auf die Zahl richtig erkannter Gerüche ($\rho = 0,634$, $p = 0,020$). Für die Gruppe der Nichtraucher (16 Männer und 24 Frauen) wurde auch eine signifikante Korrelation gefunden, die jedoch deutlich schwächer ausfiel ($\rho = -0,333$, $p = 0,036$). Die Abschwächung in der Korrelation war durch den Frauenanteil in der Stichprobe zu

erklären. Für weibliche Nichtraucher konnte kein signifikanter Einfluss der Mundhygiene auf die olfaktorischen Funktionen nachgewiesen werden. Dagegen konnten Hinweise gefunden werden, dass die Mundhygiene bei den männlichen Nichtrauchern eine Rolle für die Erkennung von Düften spielen könnte. Männliche Nichtraucher mit schlechter Mundhygiene ($n = 5$) erkannten die Gerüche im Durchschnitt signifikant schlechter als die 11 Nichtraucher mit mäßiger Mundhygiene ($10,0 \pm 1,0$ vs. $11,7 \pm 0,6$ Düfte, $z = -3,012$, $p = 0,003$).

4.7.3 Orale Gesundheit und Altersabhängigkeit der gustatorischen Funktionen

Um zu testen, ob die orale Gesundheit einen signifikanten Beitrag zu der gefundenen Altersabhängigkeit der Erkennungsschwellen von „salzig“ bei Frauen und „sauer“ bei Männern leistet, wurden Probanden mit schlechter oraler Gesundheit, wie im Abschnitt 3.3.1 definiert, nicht in die Datenanalyse aufgenommen.

Während für die Gesamtgruppe der Frauen das Alter und die Wahrnehmungsschwellen für „salzig“ mit $\rho = 0,463$ signifikant korrelierten, ging der Korrelationskoeffizient auf $0,374$ ($p = 0,073$) nach Ausschluss von Frauen mit schlechter oraler Gesundheit zurück. Die mittlere Erkennungsschwelle (Konzentrationsstufe) für „salzig“ lag bei Frauen mit schlechter oraler Gesundheit höher als bei Frauen mit guter oraler Gesundheit ($2,4 \pm 1,3$ vs. $1,6 \pm 0,9$), dieser Unterschied erreichte jedoch nicht das Signifikanz – Niveau ($z = -1,655$, $p = 0,098$). Vergleicht man die Häufigkeitsverteilungen in der Erkennung der 4 getesteten Konzentrationsstufen (Tab. 12), so wurde deutlich, dass signifikant mehr Frauen mit guter oraler Gesundheit die beiden niedrigsten Konzentrationsstufen von „salzig“ erkannt hatten ($\chi^2 = 9,631$, $df = 3$, $p = 0,022$). Gleichzeitig hatten 27,3% der Frauen mit schlechter oraler Gesundheit nur die höchste Konzentrationsstufe als „salzig“ wahrgenommen. Das mittlere Alter der Frauen mit guter oraler Gesundheit war signifikant niedriger als in der Gruppe mit schlechter oraler Gesundheit ($59,8 \pm 7,4$ vs. $69,7 \pm 8,8$ Jahre, $p = 0,003$).

Konzentrationsstufen für salzig	1 = 1,6%	2 = 4%	3 = 10%	4 = 25%
gute orale Gesundheit (n=23)	16 (47,1%)	6 (26,1%)	1 (4,3%)	0
Schlechte orale Gesundheit (n=11)	5 (14,7%)	1(9,1%)	2 (18,2%)	3 (27,3%)

Tab.12 Vergleich der Wahrnehmungsschwellen für die Geschmacksqualität „salzig“ bei Frauen mit unterschiedlicher oraler Gesundheit

Gruppeneinteilung: gut = Frauen mit guter bis mäßiger Mundhygiene, voll oder teilbezahnt; schlecht = schlechte Mundhygiene (n = 5, alle teilbezahnt) und zahnlose Frauen (n=7).

In der Gruppe männlicher Probanden wurde ein signifikanter Effekt des Alters auf die Wahrnehmung von „sauer“ gefunden ($\rho = -0,429$, $p = 0,041$). Um den Beitrag oraler Gesundheit zu diesem Ergebnis zu analysieren, wurden die männlichen Probanden in zwei Gruppen mit guter (n = 13) und schlechter (n = 11) oraler Gesundheit eingeteilt (Tab. 13). Danach hatten 92,3% der Männer mit relativ guter oraler Gesundheit „sauer“ bei der niedrigsten Konzentrationsstufe erkannt. D.h. ein Effekt des Alters kann hier ausgeschlossen werden. Die mittlere Erkennungsschwelle für „sauer“ lag bei Männern mit schlechter oraler Gesundheit höher als bei Männern mit guter oraler Gesundheit ($1,9 \pm 1,4$ vs. $1,1 \pm 0,3$) mit einem Trend zur statistischen Signifikanz ($z = -1,935$, $p = 0,053$).

Konzentrationsstufen für sauer	1 = 1,25%	2 = 2,25%	3 = 5 %	4 = 7,5%
gute orale Gesundheit (n=13)	12	1	0	0
schlechte orale Gesundheit (n=10) ¹⁾	6	1	2	1

Tab. 13 Vergleich der Wahrnehmungsschwellen für die Geschmacksqualität „sauer“ bei Männern mit unterschiedlicher oraler Gesundheit

1) ein Proband mit schlechter oraler Gesundheit hat „sauer“ auch bei der höchsten Konzentrationsstufe nicht erkannt

4.7.4 Orale Gesundheit und olfaktorische Funktionen

Bei Frauen korrelierte die Zahl richtig erkannter Düfte nicht mit dem Alter, sondern eher mit der kognitiven Leistungsfähigkeit (siehe Abschnitte 3.5 und 3.5.2). Es scheint aber, dass auch hier die orale Gesundheit einen Einflussfaktor darstellt (Tab. 14).

Orale Gesundheit	Gut n = 23	Schlecht n = 11
12 - 11 Düfte erkannt	19 (82,6%)	7 (63,6%)
10 - 9 Düfte erkannt	4 (17,4%)	1 (9,1%)
8 - 7 Düfte erkannt	1 (4,3%)	3 (27,3%)

Tab. 14: Vergleich der olfaktorischen Testergebnisse bei Frauen mit unterschiedlicher oraler Gesundheit

Gruppeneinteilung: gut = Frauen mit guter bis mäßiger Mundhygiene, voll oder teilbezahnt; schlecht = schlechte Mundhygiene (n = 5, alle teilbezahnt) und zahnlose Frauen (n = 7).

73,1% der Frauen, die 12 – 11 Düfte richtig erkannt hatten, aber nur 25% der Frauen, die 7 – 8 Düfte richtig erkannten, hatten eine gute orale Gesundheit ($\chi^2 = 3,606$, $df = 1$, $p = 0,058$).

Trennt man nur die Frauen mit guter oraler Gesundheit heraus, dann bleibt die signifikante Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Düfte und der MMSE – Punktzahl erhalten und diese wird etwas stärker ($\rho = 0,664$, $p < 0,001$) als in der Gesamtgruppe ($\rho = 0,563$, $p < 0,001$). Für die kleine Subgruppe mit schlechter oraler Gesundheit lässt sich so eine Korrelation nicht mehr nachweisen ($n = 11$, $\rho = 0,126$). Andererseits korrelierte die Anzahl richtig erkannter Düfte bei Frauen mit schlechter oraler Gesundheit bemerkenswert stark mit der Leistungsfähigkeit in einigen SKT – Untertests, die vorwiegend die mathematische Logik und Konzentrationsfähigkeit testeten (ST 4: $\rho = -0,783$, $p = 0,004$ und ST 6: $\rho = -0,645$, $p = 0,032$). D.h. längere Bearbeitungszeiten für die genannten SKT – Subtests waren vor allem bei Frauen mit schlechter oraler Gesundheit und mit schlechteren olfaktorischen Leistungsergebnissen zu finden (Abb. 8).

Auch in der Gruppe männlicher Probanden wurden ähnliche Beziehungen zwischen der oralen Gesundheit, kognitiver Leistungsfähigkeit und der Identifizierung von Düften

gefunden. Die Zusammenhänge waren hier jedoch etwas komplexer, da das Rauchen die Erkennung von Düften signifikant beeinflusste. So waren 4 Gruppen Nichtraucher bzw. Raucher mit guter oder schlechter oraler Gesundheit zu vergleichen. Aufgrund der geringen Fallzahl erschien eine Korrelation nur bedingt möglich. Dennoch, für die kleine Gruppe von Nichtrauchern mit schlechter Mundgesundheit wurden ähnlich starke Spearman – Korrelationskoeffizienten zwischen der Anzahl richtig erkannter Düfte und den Bearbeitungszeiten für SKT ST 4 und ST 6 wie bei der weiblichen Probandengruppe gefunden ($\rho = -0,626$, $p = 0,132$). Auf Grund der kleinen Fallzahl ($n = 7$) wurde jedoch das Signifikanz – Niveau nicht erreicht.

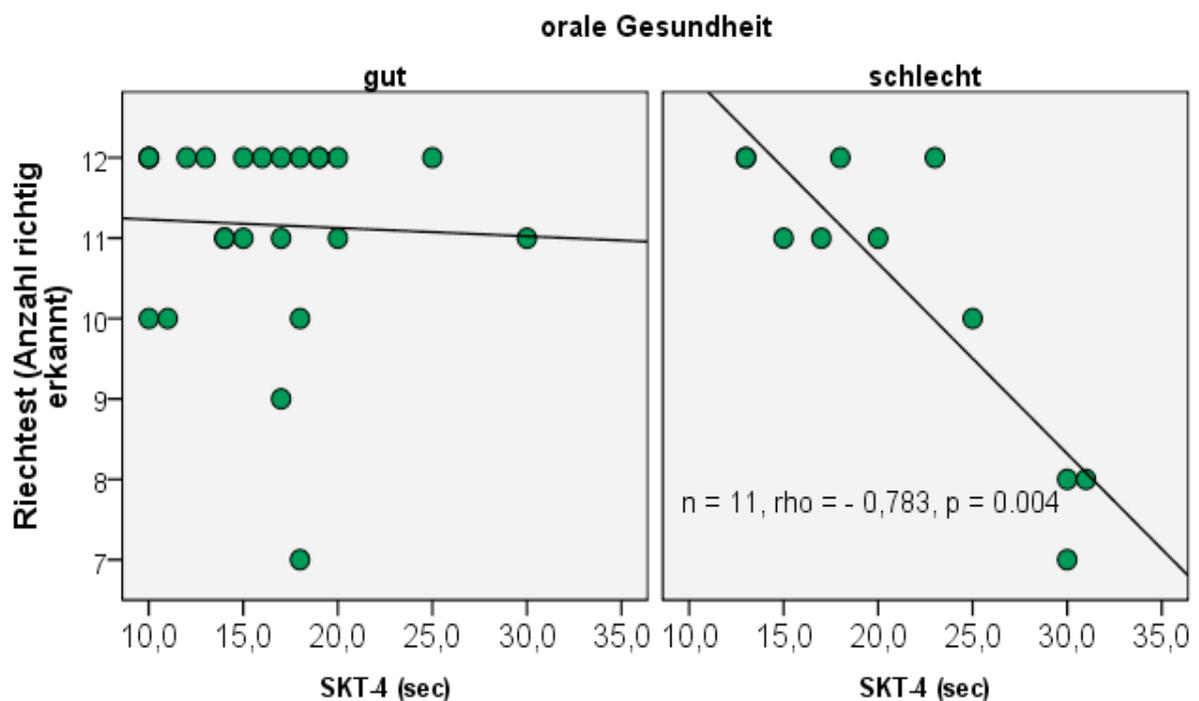


Abb. 10: Anzahl richtig erkannter Düfte in Abhängigkeit von der Bearbeitungszeit im SKT – Subtest 4 (mathematische Logik und konzentriertes Arbeiten, Bewegungskoordination) bei Frauen mit guter und schlechter oraler Gesundheit

5 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung hatte zum Ziel verschiedene Aspekte der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung an einer Patientengruppe aus der Abteilung für zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin des Zentrums für Zahnmedizin der Charité, die im Studentenkurs behandelt wurden, zu untersuchen. Das Alter der Patienten wurde so gewählt, dass mögliche Effekte des Alters ab 45 Jahre, der kognitiven Leistungsfähigkeit und der oralen Gesundheit auf olfaktorische und gustatorische Funktionen gut analysiert werden konnten. Sowohl frühere als auch neuere Studien zur Frage der altersbedingten Veränderungen bei der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung haben in der Regel weder die orale Gesundheit noch die kognitiven Funktionen der untersuchten Probanden getestet. Nur wenige Untersuchungen haben internistische Erkrankungen und Einnahme von Medikamenten bei älteren Probanden erfasst. So kann nicht ausgeschlossen werden, dass Erkrankungen und/oder Medikamente sowie die orale Gesundheit altersbedingte Veränderungen in der Geschmackswahrnehmung verstärken. Einen tabellarischen Überblick über 28 Studien zu gustatorischen Erkennungsschwellen und Alter, die zwischen 1940 und 1995 durchgeführt wurden, findet man bei MOJET (Mojet et al., 2001)

5.1 Kognitive Funktionen

Die vorliegende Studie hat zur Einschätzung der kognitiven Leistungsfähigkeit der Probanden sowohl den bekannten Mini – Mental – Status – Test nach Folstein als auch den Syndrom – Kurz – Test nach Erzigkeit verwendet.

Der Mini – Mental – Status – Test ist ein hochökonomisches und besonders einfach durchzuführendes Verfahren zum Screening einer Demenz, welches zwei der drei zentralen Demenz – Diagnosekriterien erfasst (Gedächtnisstörungen und Beeinträchtigung mindestens einer weiteren kognitiven Funktion). Bei seiner Anwendung ist jedoch die extreme Anfälligkeit des Tests für Störeinflüsse zu beachten. Darüber hinaus ist die Untersuchung nur wenig sensitiv in Hinblick auf leichte kognitive Einbußen und deshalb liefert der MMSE nur eine grobe Einschätzung kognitiver Defizite, die bei Vorliegen eines kritischen Testwertes durch weitere Verfahren gestützt und überprüft werden müssen. Er stellt kein Instrument zur Früherkennung von Demenzen dar und

hilft auch nicht bei der Unterscheidung der verschiedenen Demenzformen (Alzheimer-, vaskuläre-, frontale Demenz).

In den letzten Jahren wurden bessere Screening Verfahren wie der DemTect (Kessler et al., 2000) und der Uhren – Zeichen – Test zur Erkennung demenzieller Syndrome entwickelt. Der MMST wird jedoch nach wie vor an erster Stelle eingesetzt, wenn es darum geht bereits offensichtliche kognitive Defizite zu quantifizieren.

Es darf nicht vergessen werden, dass neben neurodegenerativen Erkrankungen auch Depressionen zu teilweise erheblichen Einschränkungen der kognitiven Funktionen führen. Fällt der MMSE also positiv aus, ist die sorgfältige diagnostische Abgrenzung zur Depression unumgänglich. In der vorliegenden Arbeit wurde dieser Aspekt anhand des BDI berücksichtigt. Obwohl ein Teil der Probanden eine milde bis deutliche Ausprägung der depressiven Stimmungslage aufwies (Tab. 3), spiegelte sich dies nicht in der MMSE – Gesamtpunktzahl wieder.

Da ausgeprägte kognitive Leistungsdefizite Ausschlusskriterium der Studie waren, hatte keiner der untersuchten Probanden im MMSE eine Punktzahl unter 26 erreicht. Somit bestanden bei niemandem zum Zeitpunkt der Untersuchung eine deutliche Störungen der kognitiven Funktionen. Auf Grund der geringen Schwankungsbreite der individuellen Punktzahlen (26 bis 30) war ein Bezug zum Alter schwer zu evaluieren. Dennoch konnte bei den Frauen eine schwache, aber signifikante negative Korrelation gefunden werden ($\rho = -0,346$ $p = 0,042$). Frauen über 70 Jahre ($n = 7$) zeigten im Durchschnitt niedrigere Gesamtpunktwerte als Frauen in der Altersgruppe 45 – 60 Jahre ($n = 10$). Möglicherweise wären solche Zusammenhänge auch in der Männergruppe zu erkennen, wenn die Fallzahl größer gewesen wäre. Männer waren jedoch weniger motiviert an der Untersuchung teilzunehmen. Dies spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Stichprobe wieder (60,3% Frauen und 49,7% Männer). Die MMSE Gesamtpunktzahl fiel bei den Männern im Durchschnitt etwas geringer aus als bei Frauen (28,3 vs. 29,0). Obwohl dieser Unterschied signifikant war, darf er nicht überbewertet werden.

Der MMSE ist nur für eine grobe Beurteilung der kognitiven Funktionen ausreichend. Deshalb wurde in der vorliegenden Untersuchung zur besseren Quantifizierung der Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistungen der SKT verwendet.

Dieses Testverfahren ist vor allem für leichte und mittelschwere kognitive Defizite sensibel. Grundsätzlich ist der SKT auch bei Patienten mit schweren Störungsgraden

einsetzbar, verliert jedoch durch seine Konstruktion an Differenzierungsfähigkeit. Deshalb ist hier der Einsatz anderer Methoden, wie z. B. des ADAS – coq angezeigt. Nicht geeignet ist dieses Verfahren zur Leistungsdifferenzierung im „Normalbereich“, da seine Messgrenze bei den Erwartungswerten Gesunder liegt. Der Einfluss der Variablen „Alter“ und „allgemeines Intelligenzniveau“ müssen beim SKT berücksichtigt werden. Insbesondere bei Patienten mit geringen Störungsgraden macht sich dieser Umstand der beiden Moderator – Variablen bemerkbar. Zur Abschätzung des allgemeinen Intelligenzniveaus wurde in dieser Studie der sozioökonomische Status eines jeden Probanden erhoben, aber auch andere Methoden, wie z.B. der MWT – B Intelligenz – Kurztest können effizient eingesetzt werden. Zur Ermittlung von „mild impair cognitive deficits“ wie es bei dieser Studie der Fall sein sollte, wird in der Literatur auf den Einsatz von mehren Testbatterien verwiesen. So hat z. B. SCHRAMM et al. (Schramm et al., 2002) die Kombination aus MMSE, SKT und Uhren – Zeichen – Test in seiner Studie verwendet.

Es ist zu betonen, dass in der vorliegenden Untersuchung zwischen der MMSE Gesamtpunktzahl und den Testergebnissen im SKT keine signifikanten Beziehungen gefunden wurden. Dieser Befund stützt ebenfalls die Annahme, dass der MMSE ein zu grobes Maß für die Bewertung kognitiver Leistungsfähigkeit ist, wenn keine ausgeprägten Defizite vorliegen.

Wie zu erwarten, korrelierten die SKT – Rohwerte signifikant mit dem Alter (Tab. 4). Eine getrennte Analyse für Frauen und Männer zeigte jedoch, wie auch schon beim MMSE, dass nur bei den Frauen eine signifikante Beziehung zwischen den Subtest – Ergebnissen und dem Alter bestand. Die Testergebnisse für das aktive bildliche Ultrakurzzeitgedächtnis (ST 2), für die mathematische Logik und Konzentration, (ST 4), Schnelligkeit des konzentrierten Arbeitens (ST 5) und mentale Flexibilität (ST 7) waren bei Frauen im höheren Alter signifikant schlechter als bei jüngeren Probandinnen. Dies wirft die Fragestellung auf, warum bei Männern diese physiologische Altersabhängigkeit der Testergebnisse nicht zum Vorschein kam?

5.2 Orale Gesundheit

In der Literatur wird davon ausgegangen, dass Zahnverlust sowie mangelnde Mundhygiene einen erheblichen Einfluss auf den Geruchs- und Geschmackssinn haben können (Ship, 1998; Klimek et al., 2000; Ritchie, 2002). Abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen (Langan et al., 1976) sind bis jetzt jedoch keine systematischen Untersuchungen publiziert worden. Andererseits stellen gerade ältere und alte Personen, die sich in zahnärztlicher Behandlung befinden, eine gute Stichprobe dar um dieser Frage nachzugehen. Zwei wichtige Ergebnisse aus der zahnärztlichen Untersuchung der eingeschlossenen Probanden sollen hier hervorgehoben werden.

Die Mundhygiene wurde anhand der Parameter modifizierter Sulkus – Blutungs – Index und dem API nach LANGE et al. (Lange et al., 1977) bewertet. Bemerkenswert erscheint der erhobene Befund, dass bei Probanden mit herausnehmbarem Zahnersatz im Oberkiefer die Mundhygiene bei 100 % der Männer und bei 83% der Frauen mäßig bis schlecht war. Männer zeigten generell eine signifikant schlechtere Mundhygiene als Frauen. Ein ähnliches Ergebnis zeigte eine Studie, die in Finnland durchgeführt wurde, (Peltola, Vehkalahti et al. 2005). Hier wurden 260 ältere Personen (≥ 60 Jahre) mit chronischen Erkrankungen (darunter auch Demenzen) und einer langen Hospitalisierung zahnärztlich untersucht.

Die vorliegende Untersuchung zeigte, dass die kognitive Leistungsfähigkeit (global gemessen als MMSE – Gesamtpunktzahl, oder als Testergebnisse in bestimmten SKT – Untertests) einen Einfluss auf die Mundhygiene der untersuchten Personen zu haben scheint (Abb. 4 und 5). Statistisch signifikante Zusammenhänge waren sowohl bei Frauen als auch bei Männern nachweisbar. Probanden mit schlechteren Ergebnissen in kognitiven Leistungstests wiesen demnach eine wesentlich schlechtere Mundhygiene auf, als Probanden, bei denen die Mundhygiene als gut bis mäßig eingestuft wurde. Ähnliche Ergebnisse hat eine finnische Untersuchung an 2320 Personen aus der Allgemeinbevölkerung ergeben. Dabei wurden zahnärztliche Befunde mit einem Mini – Mental – Kurztest kombiniert (Syrjälä et al., 2007)

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das Nachlassen kognitiver Leistungsfähigkeit zu einer inadäquaten Mundhygiene führt, woraus sich dann für die Betroffenen Geschmackseinschränkungen und Geruchseinschränkungen ergeben können.

Die Häufigkeit von Mundschleimhauterkrankungen war im Gegensatz zur Mundhygiene bei Männern und Frauen vergleichbar. Dies lässt wiederum den Umkehrschluss zu,

dass Mundhygienemaßnahmen und das Auftreten von Mundschleimhauterkrankungen nicht zwingend miteinander assoziiert sein müssen. Da die Einstufung von Mundschleimhauterkrankungen in der vorliegenden Untersuchung nur durch eine grobe ja/ nein – Entscheidung vorgenommen wurde, sind die Ursachen für das Auftreten einer oralen Erkrankung vielfältig. Verwunderlich scheint es dennoch, dass mit zunehmendem Alter der prozentuale Anteil an Mundschleimhauterkrankungen weniger wird. So zeigte sich, dass im hohen Alter nur noch etwa halb (44%) so viele Veränderungen in der Mundhöhle auftraten wie bei der Gruppe der 60 – 64 Jährigen. Dies könnte jedoch eng verknüpft mit dem Tragen von totalem Zahnersatz sein, da gut gelagerte Prothesen nicht nur einen hohen Tragekomfort für den Patienten mit sich bringen sondern auch das allgemeine Wohlempfinden bei der Nahrungsaufnahme steigern (Moskona et al., 1995). Zudem erfüllten im Gegensatz zur Berliner Altersstudie vor allem die älteren Probanden der Stichprobe die Forderung nach regelmäßigen Zahnarztbesuchen am Zentrum für Zahnmedizin der Charité. Dies ist für den korrekten Sitz von mukogingival gelagertem Zahnersatz von entscheidender Bedeutung, da durch stetigen Knochenum- und Abbau eine gewisse Dynamik des stomatognathen Systems vorliegt. Abschließend kann man sagen, dass viele orale Probleme, die auch die Lebenszufriedenheit beeinflussen, oft im Rahmen einer adäquaten zahnmedizinischen Betreuung gelöst werden können.

5.3 Gustatorische Funktionen, Geschlecht und Alter

Wie auch in vielen anderen publizierten Untersuchungen zeigten die 58 untersuchten Probanden mit subjektiv normalen Geruchs- und Geschmacksinn eine Variabilität in den gustatorischen Sinnesleistungen sowie Überschneidungen in den bestimmten Erkennungsschwellen zwischen Jüngeren und Älteren. Eine Ausnahme bildete die Geschmacksqualität „süß“. Mehr als 95% der Probanden hatten „süß“ bei der niedrigsten Konzentrationsstufe von 0.146 M erkannt. Somit kann in Übereinstimmung mit anderen Literaturdaten (Weiffenbach et al., 1982, 1987; Bartoshuk, 1989; Klimek et al., 2000) gesagt werden, dass im Gegensatz zu anderen Geschmacksqualitäten die Wahrnehmung von „süß“ keiner Altersabhängigkeit unterliegt. Andere Untersuchungen (Stevens et al., 1993; Fukunaga et al., 2005) haben jedoch eine größere Variabilität in den Erkennungsschwellen für „süß“ gefunden und eine altersbedingte Reduktion

beschrieben. Neuere Studien verwenden deutlich mehr Konzentrationsabstufungen für Saccharose – Lösungen als in der vorliegenden Untersuchung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die niedrigste gewählte Saccharose – Konzentration der vorliegenden Untersuchung noch zu hoch war, um mögliche individuelle Sensibilitätsunterschiede zu erkennen.

Für diese Arbeit wurde die Geschmacksprüfung mit chemischen Reizen verwendet, wobei das Schmeckvermögen der gesamten Mundhöhle (whole – mouth – test) beurteilt wurde. Diese Methode ermöglicht eine Untersuchung der alltäglichen Verhältnisse beim Schmecken. Die Überprüfung des regionalen Schmeckvermögens findet vor allem seine Anwendung bei Verdacht auf regionale Schmeckstörungen, infolge von nervalen Schädigungen. In früheren Studien favorisierte man die Geschmacksprüfung umschriebener Zungenbereiche, da man annahm, dass die vier Qualitäten auf der Zunge regional verteilt wahrgenommen wurden.

Da es bisher keine Standardisierung für die Schmeckprüfungen gibt, wurden 4 Konzentrationsabstufungen der getesteten Lösungen nach den Empfehlungen der AG „Olfaktologie und Gustometrie“ vom Jahr 2003 hergestellt. Diese Konzentrationen gewährleisten für jede normalschmeckende Person eine Identifikation der vier Geschmacksqualitäten bei der jeweils niedrigsten Konzentration (Robinson et al., 1971).

Die 3 – Tropfen – Methode (Henkin et al., 1963) ist eine schon seit Jahren weitverbreitet angewandte Methode zur Überprüfung des Schmecksinnes. Jedoch wird sie für die klinische Routine immer wieder kritisch betrachtet, da die Prozedur zum einen zeitaufwändig ist und zum anderen die Lösungen nur eine beschränkte Haltbarkeit haben.

Zur Überprüfung des regionalen Schmeckvermögens scheint die 3 – Tropfen – Methode gänzlich ungeeignet zu sein, da es durch das Wegfließen der Lösung nach dem Auftragen auf der Zungenoberfläche zu einem raschen Konzentrationsverlust kommt.

Vorteile gegenüber der 3 – Tropfen – Methode in Hinblick auf Randomisierung und Validierung zeigten „taste – strips“. Solche aus Filterpapier bestehenden Streifen, sind mit unterschiedlichen Geschmackslösungen imprägniert. Die Geschmacksqualitäten „süß“, „sauer“, „bitter“ und „salzig“ liegen bei dieser Technik ebenfalls in vier verschiedenen Konzentrationen vor.

Im Gegensatz zur Elektrogustometrie bietet die chemische Reizung nicht nur Vorteile im Hinblick auf einen wenig aufwändigen Aufbau, sondern ließ vor allem im oberen Messbereich kaum Spielraum für Verwechslungen der sensiblen Empfindungen zu (Murphy et al., 1995).

Bei einem Vergleich der Geschmackswahrnehmung von Männern und Frauen getrennt, konnte festgestellt werden, dass nur bei „bitter“ ein signifikanter Unterschied ($p = 0,005$) zwischen beiden Geschlechtern vorlag. Die mittlere Konzentrationsstufe die als „bitter“ erkannt wurde lag bei den Männern rund 37% höher als bei Frauen. Dieser Unterschied hatte keinen Bezug zum Alter, da die Erkennungsschwellen für „bitter“ keine Altersabhängigkeit gezeigt hatten.

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Geschmackssensibilität wurden in der älteren Literatur nur selten untersucht. Meist lassen sich nur allgemeine Aussagen finden, dass Frauen sowohl beim Riechen als auch beim Schmecken empfindlicher wären als Männer (Hummel et al., 1997; Ahne et al., 2000).

Neuere Untersuchungen von GUDZIOL (Gudziol et al., 2007), durchgeführt in Deutschland an 230 Probanden (Alter 14 – 79 Jahre) mit der 3 – Tropfen – Methode, konnten eine höhere globale Sensibilität (Summation aller erkannter Konzentrationsstufen der 4 Geschmacksqualitäten) bei Frauen feststellen. Bei einer getrennten Analyse der 4 Geschmacksqualitäten wurde jedoch klar, dass nur bei „sauer“ und „salzig“ die Frauen signifikant niedrigere Erkennungsschwellen hatten als Männer. Eine andere deutsche Studie, die zwei verschiedene Testmethoden (Tabletten- und 3 – Tropfen – Methode) an 101 Probanden (Alter 21 – 81 Jahre) miteinander verglichen hatte, stellte ebenfalls fest, dass Frauen eine signifikant bessere gustatorische Sensibilität haben als Männer (Ahne et al., 2000). Allerdings war auch in dieser Untersuchung offensichtlich, dass nur bestimmte Geschmacksqualitäten diese Unterschiede aufweisen. AHNE et al. konnten nur für „bitter“, jedoch nicht für die anderen Geschmacksqualitäten, eine signifikant bessere Sensibilität bei Frauen feststellen (getestet mit der 3 – Tropfen – Methode). Auch eine japanische Untersuchung an 670 Probanden (Alter 10 – 79 Jahre) berichtete über eine signifikant bessere Erkennung von „bitter“ und „sauer“ bei Frauen, wobei auf Grund der großen Stichprobe auch Altersgruppen miteinander verglichen werden konnten (Yamauchi et al., 2002). Eine andere japanische Studie verglich lokale Wahrnehmungs- und Erkennungsschwellen mit der Filterpapierplättchen – Methode bei 30 jüngeren (18 – 29

Jahre) und 30 älteren (65 – 85 Jahre) Personen und konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen in beiden Altersgruppen feststellen (Fukunaga et al., 2005). Auch in der Studie von (Mojet et al., 2001) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Diese Beispiele der neueren Untersuchungen an teilweise sehr großen Stichproben zeigen, dass es bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede in der Sensibilität für die 4 Geschmacksqualitäten bisher keine Eindeutigkeit gibt. Möglicherweise müssen bei dieser Fragestellung streng definierte Altersgruppen miteinander verglichen sowie Ernährungsgewohnheiten berücksichtigt werden.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der gustometrischen Untersuchung war die Beobachtung, dass das Alter einen schwachen jedoch signifikanten Effekt auf die Erkennungsschwelle von „salzig“ in der Gesamtgruppe der Probanden hatte. Die weitere Datenanalyse getrennt nach dem Geschlecht zeigte jedoch, dass der Alterseffekt nur auf den Frauenanteil in der Stichprobe zurückzuführen war. Ein weiterer signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter und der Erkennungsschwelle für „sauer“ wurde in der Männergruppe gefunden. Die Stärke der Spearman-Korrelationskoeffizienten (35 Frauen, $\rho = 0,463$; $p = 0,005$ und 23 Männer, $\rho = 0,429$, $p = 0,004$) für den untersuchten Altersbereich 45 bis 81 Jahre spricht dafür, dass für die Erkennung der Geschmacksqualität „salzig“ bei Frauen und „sauer“ bei Männern mit steigendem Alter höhere Konzentrationen benötigt wurden. Das Ergebnis steht zunächst in Einklang mit anderen Studien, die ebenfalls signifikante Effekte des Alters auf die Erkennungssensibilität von Geschmacksqualitäten gefunden haben. Betrachtet man neuere Publikationen (Ahne et al., 2000; Fukunaga et al., 2005; Gudziol et al., 2007), so fällt auf, dass der mögliche Effekt des Alters auf die Geschmackssensibilität in europäischen Studien doch eher schwach ausfällt und nicht so eindeutig ist, wie häufig vermutet. So haben GUDZIOL et al. (Gudziol et al., 2007) für eine Stichprobe von 230 Probanden, im Alter 14 bis 79 Jahre, bei denen schwere Erkrankungen ausgeschlossen waren, sehr schwache Pearson – Korrelationskoeffizienten zwischen dem Alter und Erkennungsschwellen für die 4 Geschmacksqualitäten gefunden (zwischen 0,27 und 0,19). Signifikant waren diese Korrelationskoeffizienten nur auf Grund der großen Fallzahl. Ein kausaler Zusammenhang kann daraus nicht abgeleitet werden.

Um den Einfluss des Alters auf die Erkennungsschwellen für die 4 Geschmacksqualitäten zu untersuchen, werden viel häufiger willkürlich gewählte Altersgruppen

miteinander verglichen. So wird in der Studie von MOJET et al. (Mojet et al., 2001) an zwei Gruppen zu je 21 jungen (Alter 19 – 33 Jahre) und 21 älteren (60 – 75 Jahre) Probanden geschlussfolgert, dass es einen generellen Verlust in der Geschmackswahrnehmung und –spezifität mit dem Alter gibt und dass dieser Verlust bei den Männern deutlicher ausgeprägt ist als bei den Frauen. Leider wurde in dieser Studie das individuelle Alter nicht mit den gustatorischen Testergebnissen korreliert. Bemerkenswert an der Untersuchung von MOJET et al. ist der Fakt, dass die eingeschlossenen Probanden als gesund und medikamentenfrei charakterisiert wurden sowie keine Vollprothese trugen und eine gute Mundhygiene hatten. Probanden mit einer Teilprothese mussten diese bei der Testung herausnehmen.

Beim Vergleich von 4 Altersgruppen (14 – 20, 21 – 40, 41 – 60 und >60 Jahre) und einer Zusammenfassung der Erkennungsschwellen für die 4 Geschmacksqualitäten als gustatorischen Index konnten GUDZIOL et al. (Gudziol et al., 2007) ebenfalls signifikante Unterschiede feststellen. Die globale Sensibilität war signifikant schlechter bei den 41 – 60 Jährigen, bzw. >60 Jährigen im Vergleich zu jüngeren Probanden im Alter zwischen 14 und 20 Jahren. Die publizierten Daten dieser Arbeit für jede Geschmacksqualität getrennt belegten jedoch, dass die mittleren Erkennungsschwellen in den Altersgruppen nur wenig ausgeprägte Unterschiede aufwiesen. Der größte auffällige Unterschied betraf nur die Geschmacksqualität „süß“ und dies auch nur bei den Männern. Um „süß“ zu erkennen benötigten die >60 jährigen Männer (n = 22) im Durchschnitt eine um Faktor 1,25 höhere Saccharose – Konzentrationstufe als die 14 – 20 jährigen männlichen Probanden (n = 21). Bei den Frauen betrug dieser Unterschied 10%.

Große Unterschiede in den Erkennungsschwellen für alle 4 Geschmacksqualitäten zwischen Gruppen von 18 bis 29 Jährigen (n = 30) und 65 bis 85 Jährigen (n = 30) wurden in der japanischen Studie von FUKUNAGA et al. (Fukunaga et al., 2005) bei lokaler Testung mit Hilfe der Filterpapierplättchen – Methode gefunden. Die ältere Gruppe benötigte für das Erkennen von allen Geschmacksqualitäten höhere Konzentrationsstufen, die um Faktor 1,35 (süß) bis 1,7 (bitter) höher lagen als die der jungen Vergleichsgruppe.

Verminderte Schmecksensitivitäten im Alter über 65 Jahre für die beiden Geschmacksqualitäten salzig und sauer jedoch nicht für süß, werden in der älteren Literatur als Ursache dafür gesehen, dass süße Speisen von älteren Menschen kompensatorisch

bevorzugt werden (Weiffenbach et al., 1982; Bartoshuk, 1989). Dies würde auch die gesteigerte Zuckierzufuhr (3 – 4 fache) bei älteren Menschen erklären. Nach STEVENS et al. (Stevens et al., 1991) benötigen ältere Personen eine 2 – 3 fach höhere Salzkonzentration in der Tomatensuppe um den salzigen Geschmack zu erkennen. FRANK et al. (Frank et al., 1992) vermuteten, dass der Einfluss des Alters auf die Wahrnehmung von „bitter“ am stärksten und die Erkennung von „süß“ am wenigsten verändert wird.

Eine interessante japanische Untersuchung (Kaneda et al., 2000) verwendete Gemische von zwei Geschmacksqualitäten, „süß“ und „sauer“, in verschiedenen Konzentrationszusammensetzungen um die Geschmackserkennung bei 20 jüngeren (21 – 40 Jahre) und 20 älteren (59 – 75 Jahre) Probanden zu vergleichen. Diese etwas aufwändige Studie zeigte, dass die Geschmacksdiskriminierung bei älteren Probanden in einem bestimmten Konzentrationsbereich signifikant schlechter war, als bei den jüngeren Probanden. Um „sauer“ zu erkennen benötigte die ältere Gruppe eine signifikant höhere Konzentration (Faktor 1,7) als die jüngere Gruppe. Bei „süß“ gab es jedoch keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Auch in dieser Arbeit wurde nicht über die orale Gesundheit und Medikamenteneinnahme der untersuchten Probanden berichtet.

5.4 Gustatorische Funktionen, orale Gesundheit und kognitive Leistungsfähigkeit

Der Einfluss des Alters auf die orale Gesundheit ist in der Literatur gut dokumentiert (Ship, 1999). In der Übersichtsarbeit von SHIP (Ship, 1999) wird gefordert, dass bei älteren Personen mit gustatorischen und/ oder olfaktorischen Störungen die orale Gesundheit zwingend zu überprüfen wäre. Schlechte Mundhygiene sowie ungenügende zahnärztliche Versorgung tragen zur Entwicklung periodontaler Krankheiten im Alter bei. Eine Behandlung dieser Krankheiten kann zur Verbesserung der oralen Gesundheit und der chemosensorischen Funktionen beitragen. So hat eine bereits 1976 publizierte Studie an 12 älteren Personen eines Altersheimes gezeigt, dass eine professionell durchgeführte Mundhygiene 3 Mal pro Woche für einen Zeitraum von 5 Wochen zu einer signifikant besseren Wahrnehmung und Erkennung von „süß“ und „salzig“ jedoch nicht für „sauer“ und „bitter“ geführt hat. Als Vergleichsgruppe diente eine Gruppe von 11 Personen des Altersheims, die eine Placebo – Behandlung

erhalten hat (Langan et al., 1976). Auch HENKIN et al. (Henkin et al., 1963) haben berichtet, dass Oberkieferprothesen, sobald sie den Ansatz des weichen Gaumens bedecken, zur Erhöhung der Erkennungsschwellen für „bitter“ und „sauer“ führen.

Obwohl die Bedeutung oraler Gesundheit im Alter für die chemosensorischen Funktionen bekannt sein sollte, gibt es auch in den neueren publizierten Studien zur Geschmackswahrnehmung nur selten Angaben darüber, ob die Mundhygiene und der Zahnstatus gerade bei den älteren und alten Probanden überprüft wurden. Eine Ausnahme bildet die Studie von MOJET et al. (Mojet et al., 2001), die ausschließlich gesunde, medikamentenfreie jüngere und ältere Probanden rekrutiert hatte, die darüber hinaus eine gute Mundhygiene und keine Vollprothesen hatten. Leider fehlt in dieser Arbeit jedoch die Angabe, wie die orale Gesundheit überprüft wurde.

Interessant ist auch die japanische Studie von OHNO et al. (Ohno et al., 2003). Hier wurden die Erkennungsschwellen für die 4 Geschmacksqualitäten an 2 Gruppen von Probanden im Alter >64 Jahre verglichen. Die eine Gruppe erhielt eine Zungenreinigung, bei der anderen wurden nur Mundspülungen durchgeführt. Die Erkennungsschwellen für „salzig“ und „süß“ wurden in Folge der Zungenreinigung signifikant niedriger, in der Kontrollgruppe gab es keine Veränderungen.

In der vorliegenden Untersuchung an einer Patientengruppe aus der Abteilung für zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin des Zentrums für Zahnmedizin der Charité konnte gezeigt werden, dass Mundhygiene und Zahnlosigkeit einen wichtigen Stellenwert haben, wenn es darum geht die Altersabhängigkeit gustatorischer Funktionen zu testen. Wenn die orale Gesundheit der untersuchten Probanden zunächst nicht beachtet wird, dann zeigte die Datenanalyse, dass das Alter einen signifikanten Effekt auf Erkennungsschwellen für „salzig“ bei Frauen und für „sauer“ bei Männern hat (siehe Abschnitt 3.4.1). Trennt man jedoch Probandinnen mit schlechter Mundhygiene und solche mit vollständigem Zahnverlust aus der Datenanalyse heraus, dann wird offensichtlich, dass der Effekt des Alters auf die Sensibilität für „salzig“ bei Frauen schwächer und das Signifikanz – Niveau nicht mehr erreicht wird ($\rho = 0,374$, $p = 0,074$). Über 90% der voll- oder teilbezahnten Frauen im Alter 46 – 75 Jahren mit guter bis mäßiger Mundhygiene erkannten die Geschmacksqualität „salzig“ bereits bei den niedrigsten Konzentrationsstufen 1 und 2. Fünf von elf Frauen (45,7%) mit schlechter oraler Gesundheit erkannten „salzig“ erst bei Konzentrationsstufen 3 und 4.

Ähnliche Sachverhalte konnten auch in der kleineren Stichprobe männlicher Probanden für die Geschmacksqualität „sauer“ gefunden werden. Hier ist hervorzuheben, dass ein Effekt des Alters in der kleinen Subgruppe mit guter oraler Gesundheit nicht mehr nachzuweisen war, da fast alle männlichen Probanden „salzig“ bei der niedrigsten Konzentration erkannt hatten.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass bei der Prüfung gustatorischer Funktionen die orale Gesundheit älterer Probanden zu berücksichtigen ist und, dass die häufig gefundene Altersabhängigkeit im Erkennen bestimmter Geschmacksqualitäten durch Faktoren, wie Zahnlosigkeit, dem Tragen von Vollprothesen bzw. unzureichender Mundhygiene verstärkt werden könnte. In diesem Zusammenhang ist eine amerikanische Studie an 107 älteren Personen (21 Männer und 86 Frauen) im Alter 61 bis 95 Jahre, bei denen mit Hilfe von Fragebögen der Gesundheitszustand, Einnahme von Medikamenten und dentale Probleme (Tragen von Prothesen, Kauprobleme und Zahnfleischerkrankungen) erfasst wurden, erwähnenswert (Sanders et al., 2002). Die whole – mouth – Testung für die 4 Geschmacksqualitäten erfolgte mit jeweils 25 ml in 4 Konzentrationsabstufungen, die wesentlich niedriger waren als in dieser Arbeit. Um Alterseffekte zu analysieren wurden 3 Altersgruppen (60 – 70, 71 – 80, >81 Jahre) gebildet und miteinander verglichen. Ein Effekt zeigte sich nur bei „süß“ und nur bei einer Konzentrationsstufe (0.0175 M). Die Gruppe der 60 – 70 Jährigen erkannte „süß“ bei dieser Konzentration signifikant häufiger als die beiden anderen Altersgruppen.

70% der Probanden hatte „dentale Probleme“. Sie unterschieden sich jedoch nicht von Probanden ohne diese Probleme in der Erkennung von süß, sauer, salzig oder bitter, wenn die höchste Konzentrationsstufe getestet wurde. Andererseits konnte man aus den Darstellungen erkennen, dass Probanden mit „dentalen Problemen“ salzig bei niedrigeren Konzentrationen schlechter erkennen konnten, obwohl der Unterschied im Vergleich zu Probanden ohne dentale Probleme nicht signifikant sein sollte. Dieses Ergebnis lässt sich schlecht einordnen, da eine professionelle Überprüfung der oralen Gesundheit nicht durchgeführt wurde und die Daten lediglich einem χ^2 – Test unterzogen wurden. Da außerdem nur eine globale Einteilung in „mit und ohne dentale Probleme“ vorgenommen wurde, bleibt offen, ob nicht bestimmte orale Veränderungen chemosensorische Leistungen stärker beeinflussen können als andere. Eine Erfassung der oralen Gesundheit über Fragebögen ist keine geeignete Methode und kann eine professionelle zahnärztliche Untersuchung nicht ersetzen.

MISTRETTA (Mistretta, 1984) und CLARKE (Clarke et al., 1999) hielten es für unwahrscheinlich, dass kognitive Störungen eines Patienten die Erkennungsschwellen einer Geschmacksqualität mehr beeinflussen als die einer anderen und schlussfolgerten daraus, dass der unterschiedliche Einfluss des Alterns auf die verschiedenen Geschmackswahrnehmungen allein durch Unterschiede in der Transduktion hervorgerufen wird.

Da bei Frauen der vorliegenden Studie signifikante Effekte des Alters auf die Wahrnehmungsschwellen für „salzig“ und auch auf Testergebnisse aus dem SKT ST 2, 4, 5 und 7 gefunden wurden, war zu erwarten, dass zwischen diesem gustometrischen Ergebnis und den Gedächtnis- und Konzentrationsleistungen ebenfalls signifikante Beziehungen vorliegen könnten. Die durchgeführte Datenanalyse zeigte jedoch, dass solche Beziehungen nicht eindeutig belegt werden können. So korrelierte bei Frauen das Nachlassen der Wahrnehmung von „salzig“ signifikant und positiv nur mit der Bearbeitungszeit für den SKT ST 4, einem Test für mathematische Logik und Konzentrationsfähigkeit ($\rho = 0,418$, $p = 0,012$). Nach Ausschluss der Frauen mit schlechter oraler Gesundheit aus der Datenanalyse ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge mehr zwischen SKT – Ergebnissen und den Erkennungsschwellen für „salzig“. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass das Nachlassen gustatorischer Sensibilität bei Frauen eher auf die schlechte orale Gesundheit (schlechtere Mundhygiene) zurückzuführen ist und nicht direkt mit der kognitiven Leistungsfähigkeit assoziiert ist. In diesem Zusammenhang soll bemerkt werden, dass bei starker Ausprägung kognitiver Defizite, wie z.B. der Demenz vom Alzheimer Typ, keine eindeutigen Veränderungen in den Wahrnehmungsschwellen für süß, sauer, salzig oder bitter gefunden wurden.

Interessanterweise korrelierte bei den Männern das Nachlassen der Wahrnehmung für „sauer“ signifikant mit den SKT – Ergebnissen für das passive bildliche Kurzzeitgedächtnis (ST 9; $\rho = 0,417$ $p = 0,048$) und die Schnelligkeit des konzentrierten Arbeitens (ST 5; $\rho = 0,484$ $p = 0,026$). Beide Untertests zeigten jedoch bei den Männern keine Altersabhängigkeit.

Letztendlich lässt sich aufgrund dieser Ergebnisse nicht ausschließen, dass zentrale Störungen doch eine stärkere Beeinflussung der gustatorischen Informationsverarbeitung nach sich ziehen, als bislang vermutet wurde. Man nimmt an, dass das Gehirn Standardmuster der Geschmacksqualitäten gespeichert hat, diese mit den

speziellen Mustern einer aktuellen geschmacksaktiven Substanz vergleicht und anschließend einer Qualität zuordnet.

Die Studie von BROGGIO (Broggio et al., 2001) zeigte, dass Defizite im Erkennen, bzw. gedanklichen Verknüpfen der Geschmackswahrnehmung bereits bei leichten kognitiven Beeinträchtigungen auftraten. Weiterhin konnten Wechselwirkungen zwischen Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen nachgewiesen werden.

5.5 Olfaktorische Funktionen

Die Überprüfung des Riechsinnens anhand von 12 „Sniffin´Sticks“ gilt in der Literatur als anerkanntes Screeningverfahren, um sicher und schnell zwischen „Gesund“ und „Krank“ unterscheiden zu können. Das Vorliegen einer kognitiven Beeinträchtigung ist primär oftmals mit Riechstörungen assoziiert. Dabei nutzen zahlreiche Autoren ebenfalls die Screening – Variante mit Riechstiften, um den Zusammenhang einer olfaktorischen Dysfunktion und kognitiven Einbußen sicher darstellen zu können (Peters et al., 2003; Eibenstein et al., 2005). Die „Sniffin´Sticks“ weisen eine gute Handhabbarkeit auf und stellen keine hohen Anforderungen an den Untersucher. Die Testung erfordert jedoch vom Probanden einige Motivation und Mitarbeit, um die Untersuchung sinngemäß ableisten zu können und die Ergebnisse verwertbar zu machen. Dies scheint bei Patienten mit fortgeschrittener Demenz schwierig zu sein und führt deshalb bei dieser Personengruppe zu Problemen. Hier können andere Verfahren zum Einsatz kommen, die v.a. auf elektrophysiologischen Methoden, wie z. B. der Ableitung von Schleimhautpotenzialen oder olfaktorisch evozierter Potenziale (Hummel et al., 2007) beruhen. Diese Verfahren sind technisch aufwändiger und teurer als psychophysische Tests und deshalb für klinische Routineuntersuchungen ungeeignet. Daneben stehen mit der Entnahme bioptischen Materials aus der Riechschleimhaut und bildgebenden Verfahren weitere Möglichkeiten zur Verfügung, um das Riechvermögen bzw. die Prognose der Riechstörung einschätzen zu können.

In der Literatur gibt es zahlreiche Belege, dass die olfaktorische Sensitivität von Alter und Geschlecht abhängig ist. Frauen sind, wie auch aus dieser Studie hervorgeht, Männern in nahezu allen Aspekten olfaktorischer Sensitivität überlegen (Daum et al., 2000). Andererseits konnte die vorliegende Untersuchung keinen Effekt des Alters auf die Leistungen im Identifikationstest weder bei Frauen noch bei den Männern

nachweisen. Dies steht im Widerspruch zu anderen publizierten Arbeiten (Daum et al., 2000; Quint et al., 2001). So hatten QUINT et al. (Quint et al., 2001) beobachtet, dass die Zahl richtig erkannter Düfte nur bei den Frauen altersabhängig abnimmt, die besten Ergebnisse wurden dabei die Gruppe der 45 – 59 Jährigen erzielt. QUINT et al. schlussfolgerten aus der Untersuchung des Geruchsinns bei 120 Patienten, dass mit zunehmendem Alter Frauen öfter unter chemosensorischen Dysfunktionen leiden als gleichaltrige Männer. Könnte es demnach auch zutreffen, dass Frauen häufiger an AD erkranken als gleichaltrige männliche Personen? Dies belegt eine Studie von SCHMIDT et al. (Schmidt et al., 2008). Demnach ist die Prävalenz eine Alzheimer – Erkrankung zu entwickeln bei Frauen höher als bei Männern. In der Altersgruppe der 65 – 69 Jährigen sind es noch 0,7% der Frauen und 0,6% der Männer die betroffen sind, wohingegen schon 20 Jahre später fast das Doppelte 14,2% der Frauen und 8,8% der Männer im Alter von 85 – 89 erkrankt sind. In Österreich sind zur Zeit 74,1% der Alzheimer Patienten, mit einem Lebensalter über 60 Jahre, Frauen. Dabei spielt natürlich auch die höhere Lebenserwartung der weiblichen Bevölkerungsgruppe eine Rolle.

Wie erste Studien an AD Patienten gezeigt haben, ist die Geruchsidentifizierung bereits in einem frühen, milden Stadium der Erkrankung verändert während im weiteren Verlauf der Erkrankung eine gestörte Geruchswahrnehmung zum Bild der AD gehört. Verlust der Fähigkeit Gerüche zu identifizieren korreliert signifikant mit Ergebnissen des Mini – Mental – Testes bei AD Patienten (Serby et al., 1991). Ein ähnliches Ergebnis gab es auch in der vorliegenden Untersuchung: die Anzahl richtig erkannter Düfte korrelierte signifikant mit MMSE und SKT ST 1 und ST 6 allerdings nur bei Frauen (Abb. 4) und nicht bei den Männern. Andererseits gab es bei den Männern einen signifikanten Effekt des Rauchens auf die Geruchsidentifizierung, so dass ein möglicher Bezug zu kognitiven Funktionen nicht erkannt werden konnte.

In der Literatur herrscht Übereinstimmung darüber, dass das Rauchen einen wesentlichen Einfluss auf die Geruchsschwelle nimmt (Winkler et al., 1999; Murphy et al., 2002; Vent et al., 2004). Jedoch zeigte die Untersuchung von FORTIER et al. (Fortier et al., 1991), dass keine geschlechtsspezifische Komponente auftrat.

Nur bei männlichen Nichtrauchern konnte eine signifikante Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Düfte und Bearbeitungszeiten im SKT ST 7 und ST 8 nachgewiesen werden. Aus diesen Ergebnissen ist zu schließen, dass es auch bei Probanden ohne kognitive Störungen komplexe Zusammenhänge zwischen der

Geruchsidentifikation und kognitiven Leistungen gibt. Andererseits ist die Frage zu stellen, ob die gefundene Assoziation zwischen schlechter Mundhygiene und schlechteren SKT – Ergebnissen ein Hinweis darauf sein könnte, dass die orale Gesundheit das Riechvermögen ebenfalls beeinflussen könnte. Die Anzahl richtig erkannter Düfte bei Frauen mit schlechter oraler Gesundheit korrelierte bemerkenswert stark mit der Leistungsfähigkeit in einigen SKT – Untertests, die vorwiegend die mathematische Logik und Konzentrationsfähigkeit testen (ST 4 und ST 6).

Wie Verlaufsuntersuchungen an älteren Personen über mehrere Jahre gezeigt haben, können olfaktorische Abweichungen bereits vor den ersten Zeichen einer Gedächtnisstörung vorliegen (Graves et al., 1999). Gegenwärtig wird in der Literatur diskutiert, ob das Vorliegen von olfaktorischen Dysfunktionen bei Personen ohne Zeichen von degenerativen Erkrankungen als ein Risikofaktor für die spätere Entwicklung von AD oder Parkinson verwendet werden könnte. DEVENAND et al. (Devanand et al., 2000) untersuchten über einen Zeitraum von 2 Jahren 45 Personen hinsichtlich ihrer Geruchserkennung (UPSIT) und ihrer kognitiven Leistungsfähigkeit mittels eines modifizierten MMSE. Sie fanden heraus, dass besonders diejenigen ein erhöhtes Risiko für die Ausprägung von AD aufwiesen, die einen olfaktorischen Wert unter 35 von 40 Gesamtpunkten erreichten und zudem MMSE – Gesamtpunktzahlen zwischen 27 und 30 aufwiesen. Ein entscheidender Fakt war zudem, dass die Untersuchten sich nicht über ihre eingeschränkte Geruchserkennung bewusst sein durften.

Eine wesentliche Rolle für komplexe Geschmackseindrücke spielt der Geruchssinn. Deutlich wird dies bei schweren Erkältungen, wenn man mit verstopfter Nase Geschmackseindrücke schlechter wahr nimmt. In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, mögliche Beziehungen zwischen gustatorischen und olfaktorischen Testergebnissen zu finden. Es stellte sich heraus, dass einfache Korrelationsanalysen für die Gesamtgruppe nicht zum Ergebnis führten. Erst eine differenzierte Betrachtung der Daten ermöglichte einige Zusammenhänge zu finden, die wiederum geschlechtsspezifisch waren. Frauen mit besten Ergebnissen im Riechtest (11 – 12 Düfte erkannt), zeigten signifikant höhere Erkennungsschwelle für „bitter“ im Vergleich zu Frauen mit 9 – 10 erkannten Düften.

Alle Probanden erkannten den Duft „Rose“, hatten aber Schwierigkeiten beim Erkennen von „Zimt“. In der Arbeit von DAUM et al. (Daum et al., 2000) wurde bezüglich „Zimt“

ein ähnliches Ergebnis beobachtet. In einer gesunden Kontrollgruppe von 40 Probanden konnten etwas mehr als 30% der untersuchten Personen „Zimt“ nicht identifizieren.

Spezifiziert für die Duftnote „Zimt“, die von Frauen mit einer Häufigkeit von 28,3% nicht identifiziert wurde, kam heraus, dass besonders diese Frauen „bitter“ bei niedrigeren Konzentrationsstufen erkannten, als Frauen, die „Zimt“ identifiziert hatten. Männer, die solche Duftnoten wie, „Zitrone“, „Kaffee“ oder „Ananas“ nicht identifizieren konnten, zeigten auch schlechtere Leistungen im Erkennen der Geschmacksqualität „sauer“. Welche Bedeutung diese Beobachtung hat, kann erst durch weitere Studien geklärt werden. Möglicherweise gibt es eventuell doch eine stärkere Verknüpfung zwischen den Riecharealen und einzelnen Geschmacksqualitäten, als bislang vermutet.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Nach dem heutigen Stand der Forschung geht man davon aus, dass mit zunehmendem Alter die Geschmacks- und Geruchsleistung abnehmen. Nicht alle 5 Geschmacksqualitäten scheinen von solchen Veränderungen betroffen zu sein. Trotzdem werden in neueren Untersuchungen alle Geschmacksqualitäten zu einem gustatorischen Index zusammengefasst. So ein Vorgehen dürfte nicht gerechtfertigt sein, wenn man bedenkt, dass die Signaltransduktion von Geschmacksstoffen über unterschiedliche Mechanismen abläuft und der Einfluss des Alters auf diese Mechanismen noch nicht eindeutig geklärt ist.

Die vorliegende Untersuchung an 45 bis 81 jährigen Probanden hat zunächst die Annahme einer altersabhängigen Abschwächung der gustatorischen Leistung bestätigt. Ein wesentliches Ergebnis der Untersuchung war jedoch die Beobachtung, dass es geschlechts- und stimulispezifische Unterschiede geben könnte: bei Frauen wurde eine Altersabhängigkeit der Erkennungsschwellen für „salzig“ und bei den Männern für „sauer“ gefunden. Dennoch ist es schwierig den Beitrag des Alters per se zur Abschwächung chemosensorischer Funktionen zu definieren. Außer internistischen Erkrankungen und Medikamenten könnten auch andere Komponenten eine Rolle spielen. Wie die vorliegende Untersuchung belegt, scheint die Mund- und Zahngesundheit somit ein entscheidender Faktor zu sein.

Auch in den neueren publizierten Studien zur Geschmackswahrnehmung gibt es nur selten Angaben darüber, ob die Mundhygiene und der Zahnstatus gerade bei den älteren und alten Probanden professionell zahnärztlich überprüft wurden. Es ist davon auszugehen, dass die orale Gesundheit der älteren Probanden in Studien die vor 1980 durchgeführt wurden, die Untersuchungsergebnisse stärker beeinflusst haben könnten als in neueren Studien. In den letzten 30 Jahren wird eine merkliche Abnahme von Zahnlosigkeit und dentalen Erkrankungen in westlichen Industrienationen beobachtet.(Jokstad et al., 1996; Pajukoski et al., 1999). Während immer mehr Zähne bis in das hohe Alter erhalten bleiben, wächst auch der Anteil von Teilprothesen- bzw. Implantat-trägern. In diesem Zusammenhang ist hervorzuheben, dass in der vorliegenden Untersuchung eine signifikante Beziehung zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit der untersuchten Probanden und ihrer Mundhygiene gefunden wurde. Auf der anderen Seite zeigten die Zusammenhänge zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit und den gustatorischen Testergebnissen keine ebenso eindeutigen

Beziehungen. D.h. richtige Mundhygiene hat einen hohen Stellenwert, nicht nur für die Zahngesundheit, sondern auch für die im Mund lokalisierten Sinneszellen. Die gefundene Assoziation zwischen schlechter Mundhygiene und höheren Erkennungsschwellen für die Geschmacksqualität „salzig“ dürfte ein wichtiger Befund sein. „Salzig“ ist eine Geschmacksqualität, die appetitanregend ist. Gerade ältere Personen nehmen mehr Salz auf als es notwendig wäre, um eine normale Na^+ -Balance zu halten.

Ob eine schlechte Mundhygiene allein oder erst in Kombination mit höherem Alter zur schlechteren Erkennung von „salzig“ führt, kann nur durch weitere Untersuchung an wesentlich jüngeren Probanden mit guter und schlechter Mundhygiene geklärt werden. Eine schwedische Untersuchung von NILSSON et al. (Nilsson et al., 1983) an 15-jährigen Jungen und Mädchen mit hoher (>15 Füllungen) und niedriger (<15 Füllungen) Kariesprävalenz gibt Hinweise, dass so ein Vorgehen sinnvoll sein könnte. Die Autoren haben nichts über die Mundhygiene der Probanden berichtet und die Fragestellung war um die Geschmacksqualität „süß“ zentriert. Aus den graphischen Darstellungen für kumulierte relative Häufigkeiten der Erkennungsschwellen für „süß“, „sauer“, „salzig“ und „bitter“ war zu erkennen, dass nur für die Geschmacksqualität „salzig“ deutlich mehr Probanden mit viel Karies die mittlere Konzentrationsstufe (0,156 Mol) nicht erkannt hatten.

Nach Ausschluss von Probanden mit schlechter oraler Gesundheit (schlechte Mundhygiene und/ oder Zahnlosigkeit) konnte kein signifikanter Effekt des Alters auf die Erkennungsschwellen von „salzig“ bei Frauen bzw. „sauer“ bei Männern nachgewiesen werden. Obwohl die untersuchte Stichprobe vergleichsweise klein war, kann daraus geschlossen werden, dass die orale Gesundheit wahrscheinlich nur das Erkennen der beiden Ionenkanal – vermittelten Geschmacksqualitäten „salzig“ und „sauer“ beeinflusst. Der erbrachte Hinweis auf mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede bedarf weiterer Klärung, wobei wesentlich mehr Stichproben mit einem größeren Altersbereich untersucht werden müssten.

Die vorliegende Untersuchung hat keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter und olfaktorischen Funktionen gefunden. Dies steht im Widerspruch zu einigen anderen Studien, die ebenfalls mit den „Sniffin’Sticks“ gearbeitet haben. Viel wesentlicher scheint jedoch der erhobene Befund zu sein, dass die richtige Identifizierung von Düften maßgeblich von anderen Faktoren als dem Alter an sich bestimmt wird. Nicht nur Geschlechtsdifferenzen, sondern auch Effekte des Rauchens

(bei Männern), der oralen Gesundheit und der kognitiven Leistungsfähigkeit wurden beobachtet.

Die vorliegende Untersuchung lässt den Schluss zu, dass Störungen bei der Geruchsidentifizierung unabhängig vom Alter auch bei Personen ohne kognitive Defizite auftreten können, wenn eine schwächer werdende kognitive Leistungsfunktion z. B. mit schlechter Mundhygiene gekoppelt ist.

Aus zahnärztlicher Sicht bedarf es weiterer Untersuchungen der gustatorischen und olfaktorischen Funktion. Abgesehen von einer exakten Erfassung an eingenommenen Medikamenten und vorliegenden Erkrankungen (z.B. Diabetes mellitus, Hypertonie usw.) wäre es zwingend notwendig weitere Charakteristika zu erfassen:

1. Nikotin-, Kaffee- und Alkoholkonsum (Geschlechtsdifferenzen!)
2. Art und Umfang der Gebissanierung, insbesondere Füllungs- bzw. Prothesenmaterial
3. Status der Mundflora (Relation von *Streptococcus mutans* zu anderen Bakterien)
4. Mundhygiene – Hilfsmittel

Geschmacks- und Geruchstestungen könnten in Zukunft auch für zahnmedizinische Zentren mit spezifischer Ausrichtung „Alterszahnmedizin“ von Interesse werden. Somit wäre bei inadäquater Mundhygiene und gustatorischen bzw. olfaktorischen Störungen der Zahnarzt in der Lage den Faktor der Kognition mit ins Kalkül zu ziehen, um damit weiterführende Schritte einzuleiten, bzw. Überweisungen zu anderen Behandlungszentren aussprechen zu können. Dadurch wird auch ein immer stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln notwendig, um besonders auf die steigende Zahl älterer und alter Patienten adäquat reagieren zu können.

Es bleibt weiteren Untersuchungen an größeren Stichproben vorbehalten, die hier gewonnen Ergebnisse zu verifizieren und vor allem den Aspekt des Alters noch einmal gesondert zu erarbeiten. Die vorliegende Studie hat außerdem in einer getrennten Betrachtung von Männern und Frauen belegt, dass das Geschlecht in vielerlei Hinsicht als wesentliche Einflussgröße eine Rolle spielt.

7 Zusammenfassung

1. Ausgehend von der Annahme, dass die orale Gesundheit und die kognitive Leistungsfähigkeit zu altersbedingten Veränderungen in der Wahrnehmung von Geschmacksqualitäten und Gerüchen beitragen, wurden in der vorliegenden Untersuchung die Erkennungsschwellen für die 4 Geschmacksqualitäten „salzig“, „süß“, „sauer“ und „bitter“ mit der 3 – Tropfen – Methode nach Henkin und olfaktorische Funktionen mit Hilfe eines überschwelligen Identifikationstestes für 12 Geruchsstoffe (Sniffin’Sticks – Test) an einer Stichprobe von 58 Patienten (35 Frauen/ 23 Männer, Alter 45 bis 80 Jahre) der Abteilung für zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin des Zentrums für Zahnmedizin der Charité untersucht.

2. Bei 35 % der Probanden lag der letzte Zahnarztbesuch mehr als 1 Jahr zurück. 15,5 % der Probanden waren zahnlos, 75,8 % teilbezahnt und 8,6 % vollbezahnt. Einen herausnehmbaren Zahnersatz im Oberkiefer hatten 48,2 % der Probanden. Die Bewertung der Mundhygiene ergab folgendes Bild: „gut“ - 17,2 % , „mäßig“ – 58,6 % und „schlecht“ – 24,15 %. Männer hatten eine signifikant schlechtere Mundhygiene als Frauen. Veränderungen bzw. Erkrankungen der Mundschleimhaut konnten bei 50 % der Probanden festgestellt werden.

3. Bei keinem der untersuchten Probanden bestand zum Zeitpunkt der Untersuchung eine deutlich ausgeprägte Störung der kognitiven Funktionen (Mini – Mental – State Examination nach Folstein (MMSE, Gesamtpunktzahl 26 – 30). Eine erweiterte Testung der kognitiven Fähigkeiten mit dem Syndrom – Kurz – Test (SKT) nach Erzigkeit erbrachte erwartungsgemäß einen signifikanten Effekt des Alters auf das aktive bildliche Ultrakurzzeitgedächtnis (Subtest 2), mathematische Logik, Konzentrationsfähigkeit und Bewegungskoordination (Subtest 4 und 5) sowie die mentale Flexibilität (Subtest 7) bei Frauen, jedoch nicht bei Männern.

4. Es wurde eine signifikante und negative Korrelation zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit (Gesamtpunktzahl des MMSE) und der Mundhygiene (3 Abstufungen: 1 = gut, 2 = mäßig, 3 = schlecht) gefunden ($n = 58$, Spearman – rho = $-0,530$, $p < 0,001$). D.h., das Nachlassen kognitiver Leistungsfähigkeit war mit einer schlechteren Mundhygiene assoziiert. Besonders ausgeprägt war dieser Zusammen-

hang bei den Männern. Männer mit schlechter Mundhygiene benötigten für die SKT – Untertests mentale Flexibilität und Symboldiskriminierung signifikant mehr Bearbeitungszeit als Männer oder Frauen mit mäßiger bis guter Mundhygiene.

5. Die Testung gustatorischer Funktionen ergab eine schwache jedoch signifikante Altersabhängigkeit für die Erkennungsschwelle der Geschmacksqualität „salzig“ für die Gesamtgruppe der Probanden (Spearman – rho = 0,360, p = 0,006). Bei der Trennung nach dem Geschlecht zeigte sich, dass dieser Effekt nur auf die Frauen zurückgeführt werden kann (n = 35, Alter: 46 – 81 Jahre, Spearman – rho = 0,463, p = 0,005). Schließt man Frauen mit schlechter Mundhygiene sowie zahnlose Frauen aus der Datenanalyse aus, so geht der scheinbare Effekt des Alters auf die Sensibilität für „salzig“ verloren (n = 24, Alter: 46 – 75 Jahre; Spearman – rho = 0,374, p = 0,074). 91,7% der Frauen mit guter bis mäßiger Mundhygiene erkannten die Geschmacksqualität „sauer“ bereits bei den niedrigsten Konzentrationsstufen 1 und 2. Die kleine Untergruppe von Frauen mit schlechter Mundhygiene und vollständigem Zahnverlust (n = 11, Alter: 51 – 81 Jahre) zeigte eine deutlich reduzierte Sensibilität für „sauer“. 45,4 % erkannten „sauer“ erst bei den höheren Konzentrationsstufen 3 und 4.

6. Nur die Männergruppe zeigte eine signifikante Beziehung zwischen der Erkennungsschwelle für „sauer“ und dem Alter (n = 23, Alter: 45 – 79 Jahre; Spearman – rho = 0,429, p = 0,004). Werden Männer mit schlechter Mundhygiene sowie zahnlose Männer aus der Datenanalyse ausgeschlossen, so geht auch hier der scheinbare Effekt des Alters auf die Sensibilität für „sauer“ verloren (n = 13, Alter 45 – 69 Jahre; Spearman – rho = 0,386, p = 0,193). 92,7 % der Männer in dieser Gruppe erkannten „sauer“ bereits bei der niedrigsten Konzentrationsstufe 1.

7. Die Sensibilität für die Geschmacksqualitäten „süß“ und „bitter“ unterlag in der untersuchten Stichprobe keiner Altersabhängigkeit. Andererseits gab es signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen beim Erkennen von „bitter“. Nur 13,0% der Männer erkannten die niedrigste Konzentrationsstufe als „bitter“, bei den Frauen waren es 48,6% ($\chi^2 = 7,754$, df = 1, p = 0,005). Die Mundhygiene spielte für diesen Unterschied keine Rolle. Nach Ausschluss von Probanden mit schlechter Mundhygiene sowie von zahnlosen Probanden blieb der Unterschied zwischen Frauen und Männern in der Sensibilität für „bitter“ bestehen (U – Test: z = -2,946, p = 0,003).

8. Bei der Geruchstestung konnten die Probanden zwischen 3 und 12 Düfte identifizieren. Männer erzielten signifikant schlechtere Testergebnisse als Frauen. 74,3% der Frauen aber nur 56,5% der Männer hatten 11 – 12 Düfte richtig erkannt ($\chi^2 = 4,333$ df = 1, p = 0,037)

9. Während das Alter der Probanden keinen Einfluss auf die Anzahl richtig erkannter Düfte (Frauen: Spearman – rho = -0,227; Männer: Spearman – rho = - 0,015) hatte, konnte für die kognitive Leistungsfähigkeit (MMSE – Gesamtpunktzahl) ein signifikanter Effekt gefunden werden (Frauen: n = 35, rho = 0,563, p<0,001; Männer: n = 22, rho = 0,382, p = 0,080). Bei Frauen korrelierte die Anzahl richtig erkannter Düfte auch mit einigen SKT – Untertests signifikant.

10. Das Rauchen beeinflusste signifikant die olfaktorischen Testergebnisse in der Männergruppe. Nichtraucher erkannten im Durchschnitt 11 Duftstoffe, bei den Rauchern waren es 7. (U – Test: z = -2,502, p = 0,012). Nur bei den männlichen Nichtrauchern wurden signifikante Korrelationen zwischen der Geruchsidentifikation und mentaler Flexibilität (Bearbeitungszeit im SKT – ST 7) (n = 16, rho = -0,631, p = 0,009) oder dem aktiven Kurzzeitgedächtnis nach Ablenkung (Anzahl nicht reproduzierter Gegenstände im SKT – Untertest 8) (Spearman – rho = - 0,595, p = 0,015) gefunden.

11. Die orale Gesundheit scheint ein wesentlicher Faktor für die Variabilität in den gustatorischen Testergebnissen für die Altersgruppe 45 – 80 Jahre zu sein. Besonders die durch Ionenkanäle – vermittelten Geschmackseindrücke („salzig“ und „sauer“) werden von der oralen Gesundheit beeinflusst. Es kann angenommen werden, dass eine altersbedingte Verschlechterung der oralen Gesundheit zu einer signifikanten Korrelation zwischen dem Alter und der Sensibilität für diese Geschmacksqualitäten beitragen könnte.

12. Eine direkte Bedeutung kognitiver Leistungsfähigkeit zu gustatorischen Testergebnissen war nicht eindeutig zu belegen. Vielmehr trug die kognitive Leistungsfähigkeit über den Parameter „Mundhygiene“ zur Veränderungen in den Erkennungsschwellen für „salzig“ und „sauer“ bei.

13. Die gefundenen Beziehungen zwischen der kognitiven Leistungsfähigkeit und der Geruchserkennung in einer Stichprobe von Probanden ohne neurodegenerative Erkrankungen, unabhängig vom Alter, deutet möglicherweise daraufhin, dass ähnliche Mechanismen für das Nachlassen kognitiver und olfaktorischer Funktionen verantwortlich sind.

14. Geschmacks- und Geruchstestungen könnten in Zukunft auch für zahnmedizinische Zentren mit spezifischer Ausrichtung „Alterszahnmedizin“ von Interesse werden. Somit wäre bei inadäquater Mundhygiene und gustatorischen bzw. olfaktorischen Störungen der Zahnarzt in der Lage den Faktor der Kognition mit ins Kalkül zu ziehen, um damit weiterführende Schritte einzuleiten.

8 Literaturübersicht

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.

Albrecht, J. and M. Wiesmann (2006). "[The human olfactory system. Anatomy and physiology]." *Nervenarzt* 77(8): 931-9.

Avenet, P. and B. Lindemann (1988). "Amiloride-blockable sodium currents in isolated taste receptor cells." *J Membr Biol* 105(3): 245-55.

Axel, R. (1995). "The molecular logic of smell." *Sci Am* 273(4): 154-9.

Bachmanov, A. A. and G. K. Beauchamp (2007). "Taste receptor genes." *Annu Rev Nutr* 27: 389-414.

Bartoshuk, L. (1989). "Clinical evaluation of the sense of taste." *Ear Nose Throat J* 68(4): 331-7.

Beites, C. L., S. Kawauchi, et al. (2005). "Identification and molecular regulation of neural stem cells in the olfactory epithelium." *Exp Cell Res* 306(2): 309-16.

Boyce, J. M. and G. R. Shone (2006). "Effects of ageing on smell and taste." *Postgrad Med J* 82(966): 239-41.

Braak, H. and E. Braak (1991). "Neuropathological staging of Alzheimer-related changes." *Acta Neuropathol* 82(4): 239-59.

Breer, H. (1991). "Molecular reaction cascades in olfactory signal transduction." *J Steroid Biochem Mol Biol* 39(4B): 621-5.

Briner, H. R. and D. Simmen (1999). "Smell diskettes as screening test of olfaction." *Rhinology* 37(4): 145-8.

Broggio, E., C. Pluchon, et al. (2001). "[Taste impairment in Alzheimer's disease]." *Rev Neurol (Paris)* 157(4): 409-13.

Buck, L. and R. Axel (1991). "A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition." *Cell* 65(1): 175-87.

Chandrashekar, J., M. A. Hoon, et al. (2006). "The receptors and cells for mammalian taste." *Nature* 444(7117): 288-94.

Clarke, M. S., M. A. Prendergast, et al. (1999). "Plasma membrane ordering agent pluronic F-68 (PF-68) reduces neurotransmitter uptake and release and produces learning and memory deficits in rats." *Learn Mem* 6(6): 634-49.

Damm, M., A. Temmel, et al. (2004). "[Olfactory dysfunctions. Epidemiology and therapy in Germany, Austria and Switzerland]." *Hno* 52(2): 112-20.

Daum, R. F., B. Sekinger, et al. (2000). "[Olfactory testing with "sniffin' sticks" for clinical diagnosis of Parkinson disease]." *Nervenarzt* 71(8): 643-50.

Davidson, T. M. and C. Murphy (1997). "Rapid clinical evaluation of anosmia. The alcohol sniff test." *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 123(6): 591-4.

de Araujo, I. E., E. T. Rolls, et al. (2003). "Taste-olfactory convergence, and the representation of the pleasantness of flavour, in the human brain." *Eur J Neurosci* 18(7): 2059-68.

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.

Devanand, D. P., K. S. Michaels-Marston, et al. (2000). "Olfactory deficits in patients with mild cognitive impairment predict Alzheimer's disease at follow-up." *Am J Psychiatry* 157(9): 1399-405.

Dotson, C. D., S. D. Roper, et al. (2005). "PLCbeta2-independent behavioral avoidance of prototypical bitter-tasting ligands." *Chem Senses* 30(7): 593-600.

Doty, R. L., S. Applebaum, et al. (1985). "Sex differences in odor identification ability: a cross-cultural analysis." *Neuropsychologia* 23(5): 667-72.

Doty, R. L., D. A. Deems, et al. (1988). "Olfactory dysfunction in parkinsonism: a general deficit unrelated to neurologic signs, disease stage, or disease duration." *Neurology* 38(8): 1237-44.

Doty, R. L., S. Philip, et al. (2003). "Influences of antihypertensive and antihyperlipidemic drugs on the senses of taste and smell: a review." *J Hypertens* 21(10): 1805-13.

Doty, R. L., P. F. Reyes, et al. (1987). "Presence of both odor identification and detection deficits in Alzheimer's disease." *Brain Res Bull* 18(5): 597-600.

Doty, R. L., M. Riklan, et al. (1989). "The olfactory and cognitive deficits of Parkinson's disease: evidence for independence." *Ann Neurol* 25(2): 166-71.

Doty, R. L., P. Shaman, et al. (1984). "University of Pennsylvania Smell Identification Test: a rapid quantitative olfactory function test for the clinic." *Laryngoscope* 94(2 Pt 1): 176-8.

Duff, K., R. J. McCaffrey, et al. (2002). "The Pocket Smell Test: successfully discriminating probable Alzheimer's dementia from vascular dementia and major depression." *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 14(2): 197-201.

Duffy, V. B., W. S. Cain, et al. (1999). "Measurement of sensitivity to olfactory flavor: application in a study of aging and dentures." *Chem Senses* 24(6): 671-7.

Eibenstein, A., A. B. Fioretti, et al. (2005). "Olfactory screening test in mild cognitive impairment." *Neurol Sci* 26(3): 156-60.

Elsner, R. J. (2001). "Environment and medication use influence olfactory abilities of older adults." *J Nutr Health Aging* 5(1): 5-10.

Erzigkeit, H. (1977). "Manual zum Syndromkurztest. Formen A – E –vorläufiges Manual-, Vless Verlag: Vaterstetten-München

Ferry, M. (2005). "Strategies for ensuring good hydration in the elderly." *Nutr Rev* 63(6 Pt 2): S22-9.

Finkelstein, J. A. and S. S. Schiffman (1999). "Workshop on taste and smell in the elderly: an overview." *Physiol Behav* 66(2): 173-6.

Firestein, S. (2001). "How the olfactory system makes sense of scents." *Nature* 413(6852): 211-8.

Folstein, M. F., S. E. Folstein, et al. (1975). "'Mini-mental state'. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician." *J Psychiatr Res* 12(3): 189-98.

Forabosco, A., M. Criscuolo, et al. (1992). "Efficacy of hormone replacement therapy in postmenopausal women with oral discomfort." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73(5): 570-4.

Forster, G., M. Damm, et al. (2004). "[Testing the sense of taste using validated procedures]." *Z Arztl Fortbild Qualitatssich* 98(4): 283-5.

Fortier, I., J. Ferraris, et al. (1991). "Measurement precision of an olfactory perception threshold test for use in field studies." *Am J Ind Med* 20(4): 495-504.

Frank, M. E., T. P. Hettinger, et al. (1992). "The sense of taste: neurobiology, aging, and medication effects." *Crit Rev Oral Biol Med* 3(4): 371-93.

Fukunaga, A., H. Uematsu, et al. (2005). "Influences of aging on taste perception and oral somatic sensation." *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 60(1): 109-13.

Ganchrow, D. and R. P. Erickson (1972). "Thalamocortical relations in gustation." *Brain Res* 36(2): 298-305.

Geran, L. C. and A. C. Spector (2000). "Sodium taste detectability in rats is independent of anion size: the psychophysical characteristics of the transcellular sodium taste transduction pathway." *Behav Neurosci* 114(6): 1229-38.

Gottfried, J. A. (2006). "Smell: central nervous processing." *Adv Otorhinolaryngol* 63: 44-69.

Graves, A. B., J. D. Bowen, et al. (1999). "Impaired olfaction as a marker for cognitive decline: interaction with apolipoprotein E epsilon4 status." *Neurology* 53(7): 1480-7.

Griep, M. I., T. F. Mets, et al. (1997). "Odour perception in relation to age, general health, anthropometry and dental state." *Arch Gerontol Geriatr* 25(3): 263-75.

Grushka, M., V. Ching, et al. (2006). "Burning mouth syndrome." *Adv Otorhinolaryngol* 63: 278-87.

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

Heck, G. L., S. Mierson, et al. (1984). "Salt taste transduction occurs through an amiloride-sensitive sodium transport pathway." *Science* 223(4634): 403-5.

Heckmann, J. G., S. M. Heckmann, et al. (2003). "Neurological aspects of taste disorders." *Arch Neurol* 60(5): 667-71.

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.

Hock, C., S. Golombowski, et al. (1998). "Histological markers in nasal mucosa of patients with Alzheimer's disease." *Eur Neurol* 40(1): 31-6.

Hoffman, H. J., E. K. Ishii, et al. (1998). "Age-related changes in the prevalence of smell/taste problems among the United States adult population. Results of the 1994 disability supplement to the National Health Interview Survey (NHIS)." *Ann N Y Acad Sci* 855: 716-22.

Huang, A. L., X. Chen, et al. (2006). "The cells and logic for mammalian sour taste detection." *Nature* 442(7105): 934-8.

Hummel, T., S. Barz, et al. (1998). "Chemosensory event-related potentials change with age." *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 108(2): 208-17.

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

Hummel, T., A. Hahner, et al. (2007). "[Examination of the sense of smell]." *Hno* 55(10): 827-37; quiz 838.

Hummel, T., C. G. Konnerth, et al. (2001). "Screening of olfactory function with a four-minute odor identification test: reliability, normative data, and investigations in patients with olfactory loss." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 110(10): 976-81.

Huttenbrink, K. B. (1997). "[Disorders of smell and taste. Standard and recent methods in diagnosis and therapy]." *Laryngorhinootologie* 76(8): 506-14.

Ishimaru, Y., H. Inada, et al. (2006). "Transient receptor potential family members PKD1L3 and PKD2L1 form a candidate sour taste receptor." *Proc Natl Acad Sci U S A* 103(33): 12569-74.

Jokstad, A., E. Ambjornsen, et al. (1996). "Oral health in institutionalized elderly people in 1993 compared with in 1980." *Acta Odontol Scand* 54(5): 303-8.

Kämpf (1995). Untersuchungen über die zahnärztliche Versorgung und das Ernährungsverhalten von Altenheimbewohnern der Stadt Bayreuth Inaugural Dissertation

Kaneda, H., K. Maeshima, et al. (2000). "Decline in taste and odor discrimination abilities with age, and relationship between gustation and olfaction." *Chem Senses* 25(3): 331-7.

Kaupp, U. B. and R. Seifert (2002). "Cyclic nucleotide-gated ion channels." *Physiol Rev* 82(3): 769-824.

Kessler, H., S. Bleich, et al. (2003). "[Homocysteine and dementia]." *Fortschr Neurol Psychiatr* 71(3): 150-6.

Klimek, L., A. Muttray, et al. (1999). "[Anosmia caused by inhaled hazardous substances. Significance for expert assessment general practice]." *Laryngorhinootologie* 78(11): 620-6.

Knecht, M., K. B. Huttenbrink, et al. (1999). "[Smell and taste disorders]." *Schweiz Med Wochenschr* 129(27-28): 1039-46.

Kobal, G. and C. Hummel (1988). "Cerebral chemosensory evoked potentials elicited by chemical stimulation of the human olfactory and respiratory nasal mucosa." *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 71(4): 241-50.

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.

Kovacs, T. (2004). "Mechanisms of olfactory dysfunction in aging and neurodegenerative disorders." *Ageing Res Rev* 3(2): 215-32.

Kovacs, T., N. J. Cairns, et al. (1999). "beta-amyloid deposition and neurofibrillary tangle formation in the olfactory bulb in ageing and Alzheimer's disease." *Neuropathol Appl Neurobiol* 25(6): 481-91.

Kovacs, T., N. J. Cairns, et al. (2001). "Olfactory centres in Alzheimer's disease: olfactory bulb is involved in early Braak's stages." *Neuroreport* 12(2): 285-8.

Kremer, B., L. Klimek, et al. (1998). "Clinical validation of a new olfactory test." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 255(7): 355-8.

- Kunishima, N., Y. Shimada, et al. (2000). "Structural basis of glutamate recognition by a dimeric metabotropic glutamate receptor." *Nature* 407(6807): 971-7.
- Landis, B. N., J. Frasnelli, et al. (2005). "Differences between orthonasal and retronasal olfactory functions in patients with loss of the sense of smell." *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 131(11): 977-81.
- Lang, C. J., T. Leuschner, et al. (2006). "Taste in dementing diseases and parkinsonism." *J Neurol Sci* 248(1-2): 177-84.
- Langan, M. J. and E. S. Yearick (1976). "The effects of improved oral hygiene on taste perception and nutrition of the elderly." *J Gerontol* 31(4): 413-8.
- Lange, D. E., H. C. Plagmann, et al. (1977). "[Clinical methods for the objective evaluation of oral hygiene]." *Dtsch Zahnarztl Z* 32(1): 44-7.
- Lin, W., J. Arellano, et al. (2004). "Odors detected by mice deficient in cyclic nucleotide-gated channel subunit A2 stimulate the main olfactory system." *J Neurosci* 24(14): 3703-10.
- Lyll, 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.
- Mair, R. G. (1986). "Ontogeny of the olfactory code." *Experientia* 42(3): 213-23.
- Malnic, B., P. A. Godfrey, et al. (2004). "The human olfactory receptor gene family." *Proc Natl Acad Sci U S A* 101(8): 2584-9.
- Malnic, B., J. Hirono, et al. (1999). "Combinatorial receptor codes for odors." *Cell* 96(5): 713-23.
- Matsunami, H., J. P. Montmayeur, et al. (2000). "A family of candidate taste receptors in human and mouse." *Nature* 404(6778): 601-4.
- Mavi, A. and O. Ceyhan (1999). "Bitter taste thresholds, numbers and diameters of circumvallate papillae and their relation with age in a Turkish population." *Gerodontology* 16(2): 119-22.
- Meshulam, R. I., P. J. Moberg, et al. (1998). "Olfaction in neurodegenerative disease: a meta-analysis of olfactory functioning in Alzheimer's and Parkinson's diseases." *Arch Neurol* 55(1): 84-90.
- Mistretta, C. M. (1984). "Aging effects on anatomy and neurophysiology of taste and smell." *Gerodontology* 3(2): 131-6.
- Mojet, J., E. Christ-Hazelhof, et al. (2001). "Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes?" *Chem Senses* 26(7): 845-60.

- Mojon, P., E. Budtz-Jorgensen, et al. (1997). "Oral health and history of respiratory tract infection in frail institutionalised elders." *Gerodontology* 14(1): 9-16.
- Moskona, D. and I. Kaplan (1995). "Oral health and treatment needs in a non-institutionalized elderly population: experience of a dental school associated geriatric clinic." *Gerodontology* 12(12): 95-8.
- 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.
- Muller, A., M. Mungersdorf, et al. (2002). "Olfactory function in Parkinsonian syndromes." *J Clin Neurosci* 9(5): 521-4.
- Murphy, C. (1993). "Nutrition and chemosensory perception in the elderly." *Crit Rev Food Sci Nutr* 33(1): 3-15.
- 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.
- Murphy, C., C. R. Schubert, et al. (2002). "Prevalence of olfactory impairment in older adults." *Jama* 288(18): 2307-12.
- Nelson, G., J. Chandrashekar, et al. (2002). "An amino-acid taste receptor." *Nature* 416(6877): 199-202.
- Nelson, G., M. A. Hoon, et al. (2001). "Mammalian sweet taste receptors." *Cell* 106(3): 381-90.
- Nelson, G. M. (1998). "Biology of taste buds and the clinical problem of taste loss." *Anat Rec* 253(3): 70-8.
- Niimura, Y. and M. Nei (2005). "Evolutionary changes of the number of olfactory receptor genes in the human and mouse lineages." *Gene* 346: 23-8.
- Nilsson, B. and A. K. Holm (1983). "Taste thresholds, taste preferences, and dental caries in 15-year-olds." *J Dent Res* 62(10): 1069-72.
- Nitschke, I. (2000). "[Fundamentals of dentistry for geriatric rehabilitation--an introduction to geriatric dentistry]." *Z Gerontol Geriatr* 33 Suppl 1: 45-9.
- Norgren, R. (1976). "Taste pathways to hypothalamus and amygdala." *J Comp Neurol* 166(1): 17-30.
- Ohno, T., H. Uematsu, et al. (2003). "Improvement of taste sensitivity of the nursed elderly by oral care." *J Med Dent Sci* 50(1): 101-7.
- Pajukoski, H., J. H. Meurman, et al. (1999). "Oral health in hospitalized and nonhospitalized community-dwelling elderly patients." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88(4): 437-43.

Peltola, P., M. M. Vehkalahti, et al. (2005). "Oral health-related well-being of the long-term hospitalised elderly." *Gerodontology* 22(1): 17-23.

Peters, J. M., T. Hummel, et al. (2003). "Olfactory function in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: an investigation using psychophysical and electrophysiological techniques." *Am J Psychiatry* 160(11): 1995-2002.

Pin, J. P. and F. Acher (2002). "The metabotropic glutamate receptors: structure, activation mechanism and pharmacology." *Curr Drug Targets CNS Neurol Disord* 1(3): 297-317.

Pritchard, T. C., D. A. Macaluso, et al. (1999). "Taste perception in patients with insular cortex lesions." *Behav Neurosci* 113(4): 663-71.

Quint, C., A. F. Temmel, et al. (2001). "Patterns of non-conductive olfactory disorders in eastern Austria: a study of 120 patients from the Department of Otorhinolaryngology at the University of Vienna." *Wien Klin Wochenschr* 113(1-2): 52-7.

Rawson, N. E. (2006). "Olfactory loss in aging." *Sci Aging Knowledge Environ* 2006(5): pe6.

Ren, Y., K. Shimada, et al. (1999). "Immunocytochemical localization of serotonin and serotonin transporter (SET) in taste buds of rat." *Brain Res Mol Brain Res* 74(1-2): 221-4.

Reuber, M., A. S. Al-Din, et al. (2001). "New variant Creutzfeldt-Jakob disease presenting with loss of taste and smell." *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 71(3): 412-3.

Reuter, D., K. Zierold, et al. (1998). "A depolarizing chloride current contributes to chemolectrical transduction in olfactory sensory neurons in situ." *J Neurosci* 18(17): 6623-30.

Robinson, D. S., J. M. Davis, et al. (1971). "Relation of sex and aging to monoamine oxidase activity of human brain, plasma, and platelets." *Arch Gen Psychiatry* 24(6): 536-9.

Ronnett, G. V. and C. Moon (2002). "G proteins and olfactory signal transduction." *Annu Rev Physiol* 64: 189-222.

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.

Sanders, O., J. Ayers et al. (2002). "Taste acuity in the elderly: The impact of threshold, age, gender, medication, health and dental problems." *Journal of Sensory Studies* 17: 89-104.

Schiffman, S. S. (1997). "Taste and smell losses in normal aging and disease." *Jama* 278(16): 1357-62.

Schiffman, S. S., C. M. Clark, et al. (1990). "Gustatory and olfactory dysfunction in dementia: not specific to Alzheimer's disease." *Neurobiol Aging* 11(6): 597-600.

Schiffman, S. S. and J. Zervakis (2002). "Taste and smell perception in the elderly: effect of medications and disease." *Adv Food Nutr Res* 44: 247-346.

Schild, D. and D. Restrepo (1998). "Transduction mechanisms in vertebrate olfactory receptor cells." *Physiol Rev* 78(2): 429-66.

Schmidt, R., E. Kienbacher, et al. (2008). "[Sex differences in Alzheimer's Disease]." *Neuropsychiatr* 22(1): 1-15.

Schramm, U., G. Berger, et al. (2002). "Psychometric properties of Clock Drawing Test and MMSE or Short Performance Test (SKT) in dementia screening in a memory clinic population." *Int J Geriatr Psychiatry* 17(3): 254-60.

Serby, M., P. Larson, et al. (1991). "The nature and course of olfactory deficits in Alzheimer's disease." *Am J Psychiatry* 148(3): 357-60.

Shikama, Y., T. Kato, et al. (1996). "Localization of the gustatory pathway in the human midbrain." *Neurosci Lett* 218(3): 198-200.

Ship, J. A. and J. M. Weiffenbach (1993). "Age, gender, medical treatment, and medication effects on smell identification." *J Gerontol* 48(1): M26-32.

Ship, J. A. (1999). "The influence of aging on oral health and consequences for taste and smell." *Physiol Behav* 66(2): 209-15.

Sienkiewicz-Jarosz, H., A. Scinska, et al. (2005). "Taste responses in patients with Parkinson's disease." *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 76(1): 40-6.

Small, D. M., J. C. Gerber, et al. (2005). "Differential neural responses evoked by orthonasal versus retronasal odorant perception in humans." *Neuron* 47(4): 593-605.

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

Sobel, N., V. Prabhakaran, et al. (1998). "Sniffing and smelling: separate subsystems in the human olfactory cortex." *Nature* 392(6673): 282-6.

Sobel, N., V. Prabhakaran, et al. (1998). "Odorant-induced and sniff-induced activation in the cerebellum of the human." *J Neurosci* 18(21): 8990-9001.

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

Stevens, J. C. and W. S. Cain (1993). "Changes in taste and flavor in aging." *Crit Rev Food Sci Nutr* 33(1): 27-37.

Sullivan, D. H., W. Martin, et al. (1993). "Oral health problems and involuntary weight loss in a population of frail elderly." *J Am Geriatr Soc* 41(7): 725-31.

Syrjälä, A. M., P. Ylöstalo, et al. (2007). "Relationship between cognitive impairment and oral health : results of the Health 2000 Health Examination Survey in Finland." *Acta Odontol Scand* 65(2): 103-8

Szirmai, I. and T. Kovacs (2002). "[Parkinson syndrome and cognitive disorders]." *Ideggyogy Sz* 55(7-8): 220-5.

Takagi, S. F. (1984). "The olfactory nervous system of the old world monkey." *Jpn J Physiol* 34(4): 561-73.

Talamo, B. R., R. Rudel, et al. (1989). "Pathological changes in olfactory neurons in patients with Alzheimer's disease." *Nature* 337(6209): 736-9.

Tarran, R., L. Trout, et al. (2006). "Soluble mediators, not cilia, determine airway surface liquid volume in normal and cystic fibrosis superficial airway epithelia." *J Gen Physiol* 127(5): 591-604.

Tegoni, M., P. Pelosi, et al. (2000). "Mammalian odorant binding proteins." *Biochim Biophys Acta* 1482(1-2): 229-40.

Tijhuis, M. A., J. De Jong-Gierveld, et al. (1999). "Changes in and factors related to loneliness in older men. The Zutphen Elderly Study." *Age Ageing* 28(5): 491-5.

Torvik, A. (1956). "Afferent connections to the sensory trigeminal nuclei, the nucleus of the solitary tract and adjacent structures; an experimental study in the rat." *J Comp Neurol* 106(1): 51-141.

Vent, J., A. M. Robinson, et al. (2004). "Pathology of the olfactory epithelium: smoking and ethanol exposure." *Laryngoscope* 114(8): 1383-8.

Volz, A., A. Ehlers, et al. (2003). "Complex transcription and splicing of odorant receptor genes." *J Biol Chem* 278(22): 19691-701.

Wardrop, R. W., J. Hailes, et al. (1989). "Oral discomfort at menopause." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 67(5): 535-40.

Weiffenbach, J. M., B. J. Baum, et al. (1982). "Taste thresholds: quality specific variation with human aging." *J Gerontol* 37(3): 372-7.

Weismann, M., I. Yousry, et al. (2001). "Functional magnetic resonance imaging of human olfaction." *Neuroimaging Clin N Am* 11(2): 237-50, viii.

Welge-Lussen, A., M. Wolfensberger, et al. (2002). "[Basics, methods and indications for objective olfactometry]." *Laryngorhinootologie* 81(9): 661-7.

Winkler, S., A. K. Garg, et al. (1999). "Depressed taste and smell in geriatric patients." *J Am Dent Assoc* 130(12): 1759-65.

Wronski, T. et al. (2003). „Gustometrische Untersuchungen bei Gesunden, depressiven Syndromen und Demenzen“. Dissertation

Yamagishi, M., S. Takami, et al. (1995). "Innervation in human taste buds and its decrease in Alzheimer's disease patients." *Acta Otolaryngol* 115(5): 678-84.

Yamauchi, Y., S. Endo, et al. (2002). "A new whole-mouth gustatory test procedure. II. Effects of aging, gender and smoking." *Acta Otolaryngol Suppl*(546): 49-59.

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.

Zhao, K., P. W. Scherer, et al. (2004). "Effect of anatomy on human nasal air flow and odorant transport patterns: implications for olfaction." *Chem Senses* 29(5): 365-79.

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Erklärung an Eides Statt

Hiermit erkläre ich, Sabrina Lange, an Eides Statt, dass die vorgelegte Dissertation mit dem Thema „*Orale Gesundheit und Kognition – Bedeutung für gustatorische und olfaktorische Perzeption*“ von mir selbst und ohne die unzulässige Hilfe Dritter verfasst wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.

Unterschrift

Unna, den 05.01.2009

Danksagung

Mein Dank gilt Frau Dr. Paulisch für die Stellung des Themas und Frau Dr. Peroz für die Betreuung während der Arbeit.

Danken möchte ich in besonderem Maße Frau Dr. Franke, ohne ihre Betreuung wäre die gesamte Studie nicht möglich gewesen.

Mein Dank gilt auch Herrn Schewe, der sich viel Zeit nahm, um Statistikprobleme mit mir zu lösen.

Der Zahnklinik Nord danke ich für die mir zur Verfügung gestellten Patientenakten.

Bei der Tagesstation der Psychiatrie möchte ich mich für die nette und hilfsbereite Betreuung der Probanden bedanken.

Meinem Freund David Süflow möchte ich dafür danken, dass er sich die Zeit genommen hat, um mir bei der Formatierung sowie anderen Fragen hilfreich zur Seite zu stehen.

Der größte Dank gilt meinen Eltern sowie Hanne und Jürgen, die während meines gesamten Werdeganges immer hinter mir standen und mich unterstützt haben.