



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Veränderung der gustatorischen und olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit im Alter

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Doris Neller
Matrikel-Nummer:	0303538
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Ernährungswissenschaften A474
Betreuerin:	Dr., Ao. Univ. Prof. Dorota Majchrzak

Wien, am 22. Februar 2010

Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei meiner Betreuerin ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak bedanken, die mir die Durchführung dieser Diplomarbeit ermöglicht hat und mir während der Entstehung immer mit Rat und Unterstützung zur Seite stand.

Außerdem möchte ich mich bei Brigitte Springer und Monika Stadlberger, den Pflegedienstleitungen des Bezirksalten- und Pflegeheims Marchtrenk und des Leopold-Spitzer Pensionistenheims Wels, die mir die Durchführung der Untersuchungen in den Altenheimen ermöglicht haben, bedanken. An dieser Stelle sei auch Margarete Thumfart erwähnt, die mir half Kontakte zu den Altenheimen und zu einem großen Teil der Probanden aus den Privathaushalten zu knüpfen.

Ein weiterer Dank gebührt Justina und Karl Neuber, den beiden Leitern der SELBA-Trainingsgruppen, die mir ermöglicht haben während ihrer Einheiten die Untersuchungen für meine Diplomarbeit durchzuführen und mich dabei mit besonderer Herzlichkeit unterstützten.

Da selbstverständlich ohne Probanden keine Diplomarbeit möglich gewesen wäre möchte ich mich bei allen, die an den Untersuchungen teilnahmen, bedanken.

Lieben Dank auch an meine Freundinnen, die mit mir die Höhen und Tiefen des Studiums geteilt haben und mit denen ich eine besonders schöne Zeit meines Lebens verbringen konnte.

Danke möchte ich auch meiner Familie und meinem Freund sagen, die mich während des ganzen Studiums begleitet und unterstützt haben. Mein größter Dank gilt dabei meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben. Besonders erwähnen möchte ich auch die Hilfe meiner Mutter bei der Durchführung der Geruchs- und Geschmackstests, die mir bei der Testvorbereitung und der Betreuung der Probanden zur Seite stand.

1	Einleitung und Fragestellung	1
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Demographie	3
2.1.1	Lebenserwartung.....	4
2.1.2	Geschlechtsvergleich	5
2.1.3	Wohnsituation.....	5
2.2	Der Alterungsprozess	6
2.2.1	Physiologische Veränderungen im Alter.....	7
2.2.2	Gesundheit im Alter	8
2.2.3	Ernährung im Alter.....	9
2.3	Physiologie von Geschmacks- und Geruchssinn.....	10
2.4	Der Geruchssinn.....	11
2.4.1	Anatomie des Geruchsorganes	11
2.4.2	Olfaktorische Reizleitung	12
2.4.3	Die Gerüche	14
2.4.4	Funktionen des Geruchssinnes	15
2.4.5	Einflussfaktoren auf die olfaktorische Wahrnehmung.....	15
2.4.6	Störungen des Geruchssinnes	17
2.5	Der Geschmackssinn.....	17
2.5.1	Anatomie der Geschmacksorgane	17
2.5.2	Gustatorische Reizleitung.....	19
2.5.3	Die Geschmacksqualitäten	21
2.5.3.1	Süß.....	21
2.5.3.2	Sauer.....	22
2.5.3.3	Salzig	22
2.5.3.4	Bitter	23
2.5.3.5	Umami.....	23
2.5.3.6	Fett.....	24
2.5.3.7	Metallisch	24
2.5.3.8	Calcium	25
2.5.4	Funktionen des Geschmackssinnes	26
2.5.5	Einflussfaktoren auf die gustatorische Wahrnehmung.....	26

2.5.6	Störungen des Geschmackssinnes	27
2.6	Die chemischen Sinne im Alter	28
2.6.1	Altern und Geruchssinn	28
2.6.2	Physiologische Veränderungen des Geruchssinnes	29
2.6.3	Altern und Geschmackssinn	30
2.6.4	Physiologische Veränderungen des Geschmackssinnes	31
2.7	Andere Gründe für den chemosensorischen Verlust	31
2.7.1	Erkrankungen	32
2.7.1.1	Orale Veränderungen und Erkrankungen	32
2.7.1.2	Sinunasale Riechstörung	32
2.7.1.3	Infektion der oberen Atemwege	33
2.7.1.4	Schädeltraumen	33
2.7.1.5	Internistische Erkrankungen	34
2.7.1.6	Krebs	34
2.7.1.7	Neurologische Erkrankungen	34
2.7.1.8	„Burning mouth syndrom“	35
2.7.2	Medizinische Eingriffe	35
2.7.2.1	Krebsbehandlungen	35
2.7.2.2	Schädelbasischirurgie	36
2.7.2.3	Mittelohroperationen	36
2.7.2.4	Mikrochirurgie im Rachenraum	36
2.7.3	Medikamente	37
2.8	Methoden zur Untersuchung der gustatorischen und olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit	38
2.8.1	Methoden zur Untersuchung des Riechvermögens	38
2.8.1.1	Psychophysische Untersuchung	38
2.8.1.2	Elektrophysiologische Verfahren	41
2.8.1.3	Volumetrische Untersuchung des Bulbus olfactorius	41
2.8.1.4	Biopsien	41
2.8.2	Methoden zur Untersuchung des Geschmacksempfindens	42
2.8.2.1	Psychophysische Untersuchung	42
2.8.2.2	Elektrogustometrie	43

2.8.2.3	Gustatorisch evozierte Potentiale.....	43
3	Probanden und Methoden	45
3.1	Probanden.....	45
3.2	Methoden.....	46
3.2.1	Fragebogen	47
3.2.2	Geruchstest.....	50
3.2.2.1	Durchführung des Geruchstests.....	51
3.2.3	Geschmackstest.....	52
3.2.3.1	Vorbereitung der Geschmackslösungen	52
3.2.3.2	Durchführung des Geschmackstests.....	53
3.2.4	Statistische Auswertung	55
4	Ergebnisse und Diskussion	57
4.1	Abnahme der Geruchswahrnehmung mit dem Alter.....	57
4.2	Abnahme der Geschmackswahrnehmung mit dem Alter.....	61
4.2.1	Das Erkennen der vier Geschmacksrichtungen mit dem Alter	66
4.3	Korrelation zwischen Geschmacks- und Geruchssinn.....	69
4.4	Unterschied in den Lebensformen bezüglich des Verlustes von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung	70
4.5	Mögliche andere Einflussfaktoren auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung.....	75
4.5.1	Der Einfluss von Zigarettenkonsum.....	75
4.5.2	Der Einfluss von Krankheiten	75
4.5.3	Der Einfluss von Medikamenten.....	76
4.5.4	Der Einfluss einer Zahnprothese	78
4.5.5	Der Einfluss eines trockenen Mundes	80
4.6	Auswirkungen des Verlustes von Geruchs- und Geschmacksvermögen auf das Essverhalten.....	82
4.6.1	Auswirkungen auf die verwendete Menge von Zucker und Süßstoff	82
4.6.2	Auswirkungen auf die Häufigkeit des Salzens von Speisen	84
4.6.3	Auswirkungen auf die Vorliebe von sauren und bitteren Lebensmitteln	84

4.6.4	Auswirkungen auf das Körpergewicht	84
4.7	Zusammenhang zwischen subjektivem Empfinden von Geruch und Geschmack und den Ergebnissen der durchgeführten Tests.....	85
4.7.1	Selbsteinschätzung der Geruchswahrnehmung	85
4.7.2	Selbsteinschätzung der Geschmackswahrnehmung.....	86
5	Schlussbetrachtung	87
6	Zusammenfassung	91
7	Summary	93
8	Literaturverzeichnis.....	95

Abb. 1: Bevölkerungspyramide 2007, 2030 und 2050 (mittlere Variante) [STATISTIK AUSTRIA, 2008]	3
Abb. 2: Bevölkerung nach breiten Altersgruppen 1950 bis 2050 (mittlere Variante) [STATISTIK AUSTRIA, 2008].....	4
Abb. 3: Lebenserwartung bei der Geburt und fernere Lebenserwartung 60- Jähriger seit 1971 [STATISTIK AUSTRIA, 2008].....	4
Abb. 4: Bevölkerung nach Lebensform, 2008 [STATISTIK AUSTRIA, 2009].....	6
Abb. 5: Anteil der Personen mit gutem oder sehr gutem subjektiven Gesundheitszustand bzw. mit chronischer Krankheit nach Alter und Geschlecht [STATISTIK AUSTRIA, 2007]	9
Abb. 6: Lage und Aufbau der Riechschleimhaut [FRUHSTORFER, 1996].....	11
Abb. 7: Schema der Transduktionskaskade in den Riechzellen [HATT, 2007].	12
Abb. 8: Schichtenanordnung und neuronale Verschaltung im Bulbus olfactorius [BIERBAUMER und SCHMIDT, 2006].....	13
Abb. 9: Die 3 Typen der Geschmackspapillen [HATT, 2007].....	18
Abb. 10: Aufbau einer Geschmacksknospe [HATT, 2007].....	19
Abb. 11: Schema des Transduktionsprozesses in der Geschmackssinneszelle [KHAN und BESNARD, 2009].....	20
Abb. 12: Sniffin' Sticks der Firma Burghart Medizintechnik [Burghart Medizintechnik, 2009]	39
Abb. 13: Altersstruktur der Probanden von Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe	45
Abb. 14: Fragebogen	49
Abb. 15: Screening 12 Sniffin' Sticks der Firma Burghart Medizintechnik [Burghart Medizintechnik, 2009]	50
Abb. 16: Antwortbogen des Sniffin' Sticks Geruchstests	52
Abb. 17: Antwortbogen des Tests zum Erkennen der vier Grundgeschmacksarten.....	54
Abb. 18: %-Verteilung der Personen mit Normosmie, Hyposmie und Anosmie (Kontrollgruppe vs. Untersuchungsgruppe)	57
Abb. 19: Korrelation zwischen den im Test richtig erkannten Gerüchen und dem Alter der Probanden der Untersuchungsgruppe	58

Abb. 20: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs	59
Abb. 21: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich).....	60
Abb. 22: %-verteilung der Personen mit Normogeusie und Hypogeusie (Kontrollgruppe vs. Untersuchungsgruppe)	61
Abb. 23: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs.....	62
Abb. 24: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich)	63
Abb. 25: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs	64
Abb. 26: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich).....	64
Abb. 27: Richtig erkannte Geschmacksschwelle der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs	65
Abb. 28: Richtig erkannte Geschmacksschwellen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich).....	66
Abb. 29: Prozent der von Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe erkannten und nicht erkannten Geschmacksqualitäten (süß, sauer, salzig, bitter).....	67
Abb. 30: Korrelation zwischen Geruchs- und Geschmacksvermögen der Probanden des Untersuchungskollektivs.....	70
Abb. 31: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 55-64-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	71

Abb. 32: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 55-64-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	72
Abb. 33: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 55-64-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	72
Abb. 34: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 75-84Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	73
Abb. 35: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 75-84-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	74
Abb. 36: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 75-84-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	74
Abb. 37: Zusammenhang zwischen der Anzahl der eingenommenen Medikamente und dem Alter	76
Abb. 38: Zusammenhang zwischen der Anzahl der eingenommenen Medikamente und den richtig erkannten Gerüchen	77
Abb. 39: Zusammenhang zwischen der Anzahl der eingenommenen Medikamente und a) den richtig erkannten vier Grundgeschmacksarten und b) den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten.....	77
Abb. 40: Zusammenhang zwischen vorhandener Zahnprothese und den richtig erkannte Gerüchen	79
Abb. 41: Zusammenhang zwischen dem Tragen einer Zahnprothese und a) den richtig erkannten vier Grundgeschmacksarten und b) den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten	79
Abb. 42: Zusammenhang: vorhandene Zahnprothese und Alter	80

Abb. 43: Zusammenhang zwischen einem trockenen Mund und a) den richtig erkannten vier Grundgeschmacksarten und b) den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten	81
Abb. 44: Zusammenhang zwischen einem trockenen Mund und dem Alter.....	82
Abb. 45: Zusammenhang zwischen richtig erkannten Gerüchen und der Menge des verwendeten Süßungsmittels (Zucker bzw. Süßstoff) a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	83
Abb. 46: Zusammenhang zwischen richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten und der Menge des verwendeten Süßungsmittels (Zucker bzw. Süßstoff) a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich	83
Abb. 47: Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Geruchsvermögens und den richtig erkannten Gerüchen	86
Abb. 48: Selbsteinschätzung des Geschmacksvermögens in % und Anzahl der Personen des Untersuchungskollektivs	86

Tab. 1: Medikamente, nach deren Einnahme Schmeckstörungen beobachtet wurden (Knecht et al, 1999).....	38
Tab. 2: Medikamente, nach deren Einnahme Riechstörungen beobachtet wurden (Knecht et al, 1999).....	38
Tab. 3: Einteilung der Untersuchungsgruppe nach Lebensform und Alter und Anzahl der Probanden	46
Tab. 4: Geschmackslösungen.....	53
Tab. 5: Differenz der richtigen Antworten zwischen der Kontrollgruppe und der Untersuchungs-gruppe beim Erkennen der vier Grundgeschmacksrichtungen	67

1 Einleitung und Fragestellung

Unsere Bevölkerung wird immer älter, sowohl der Anteil der alten Menschen an der Bevölkerung als auch die Lebenserwartung steigen. Bereits jetzt sind 16 % über 65 Jahre alt und diese Zahl wird noch steigen [HÖRL et al, 2008]. Umso wichtiger werden Untersuchungen in den Bereichen Gesundheit und Ernährung innerhalb dieser Bevölkerungsgruppe.

Für viele ist das Alter eine eigenständige Lebensphase, für die man sich bestmögliches physisches und psychisches Wohlbefinden wünscht. Der Alterungsprozess bringt jedoch viele körperliche und auch geistige Veränderungen mit sich.

Auch der Geruchs- und der Geschmackssinn sind von den Veränderungen im Alter betroffen. Bei der Verminderung der Funktion oder dem Verlust der chemischen Sinne steigt, das Risiko einer Lebensmittelvergiftung und giftige Dämpfe aus der Umwelt werden viel später wahrgenommen [SCHIFFMAN und ZERVAKIS, 2002].

Die beiden chemischen Sinne sind wesentliche Bestandteile bei der Wahrnehmung von Nahrung. Ein Verlust oder eine Verminderung von Geruchs- und Geschmacksvermögen können zu einer verminderten Freude am Essen beitragen. Dies kann eine zu geringe Energie- und Nährstoffaufnahme im Alter zur Folge haben. Laut österreichischem Ernährungsbericht 2008 tritt Untergewicht mit zunehmendem Alter häufiger auf. Von einem Nährstoffmangel sind besonders Männer und Pensionistenheimbewohner betroffen [ELMADFA et al, 2008].

Das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist es, die Veränderungen des Geruchs- und Geschmackssinnes während des Alterungsprozesses aufzuzeigen und mögliche Einflussfaktoren wie Krankheiten, Medikamenteneinnahme, Zahnprothesen und ein trockenes Mundgefühl zu beurteilen, sowie die Auswirkungen einer Verminderung von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung auf das Essverhalten fest zu stellen. Unterschiede zwischen Altenheimbewohnern und im privaten Haushalt Lebenden sollen

ebenfalls ermittelt werden. Weiters soll die Möglichkeit einer Verminderung der Abnahme der chemischen Sinne mit dem Alter durch das SELBA-Training, eine Kombination von Gedächtnistraining, psychomotorischem Training und Kompetenztraining, untersucht werden.

Um die Veränderungen der beiden chemischen Sinne zu ermitteln wurden ein Geruchs- und ein Geschmackstest durchgeführt. Die Geruchswahrnehmung wurde mittels Screening 12 Sniffin' Sticks Test der Firma Burghart bestimmt und die Geschmackswahrnehmung mit einem Test für das Erkennen der vier Grundgeschmacksarten nach DIN 10961. Zusätzlich wurde von den Probanden ein Fragebogen ausgefüllt, um Informationen über mögliche Einflussfaktoren zu erhalten.

2 Literaturübersicht

2.1 Demographie

Die Geburtenrate in Österreich ist zurückgegangen und schwankt seit den 1970er Jahren auf niedrigem Niveau. Im Gegensatz dazu steigt die Lebenserwartung aufgrund des Mortalitätsrückganges immer weiter. Ein steigender Anteil der alten Menschen in der Bevölkerung ist die Folge [HÖRL et al, 2008]. Die Bevölkerungspyramide zeigt die Österreichische Bevölkerungsstruktur von 2007 und Schätzungen für die Zukunft (Abb. 1).

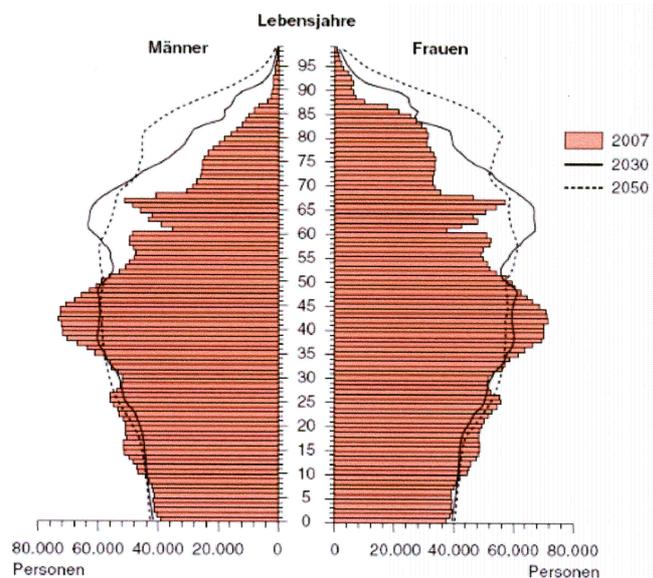


Abb. 1: Bevölkerungspyramide 2007, 2030 und 2050 (mittlere Variante) [STATISTIK AUSTRIA, 2008]

In Österreich lag der Anteil der 65- und Mehrjährigen bereits 2005 bei 16,3 %. Für 2050 wird ein Wachstum der Alten Bevölkerung auf 27,5 % erwartet. Bei den über 85-Jährigen wird die Anzahl von derzeit 1,6 % auf das Vierfache (6 %) im Jahr 2050 steigen [HÖRL et al, 2008]. Abb. 2 zeigt die noch zu erwartende Zunahme der über 60-jährigen Bevölkerung.

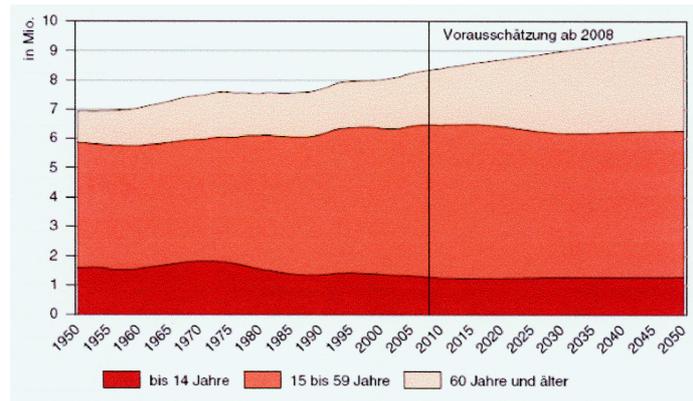


Abb. 2: Bevölkerung nach breiten Altersgruppen 1950 bis 2050 (mittlere Variante) [STATISTIK AUSTRIA, 2008]

2.1.1 Lebenserwartung

Früher waren noch Infektionskrankheiten die Haupttodesursache. Durch den höheren hygienischen Standard und die verbesserte medizinische Versorgung wurden diese von den chronisch-degenerativen Erkrankungen, wie Herz-Kreislauf-Krankheiten und Krebs abgelöst. Sie sind heute in Westeuropa für 80% der Todesfälle verantwortlich [SCHATTOVITS et al, 2001]. Allerdings treten die Krankheiten später auf, entwickeln sich langsamer oder dauern aufgrund der besseren medizinischen Versorgung länger. Folge ist eine längere Lebenserwartung. In Abb.3 ist der Anstieg der Lebenserwartung der letzten Jahre dargestellt.

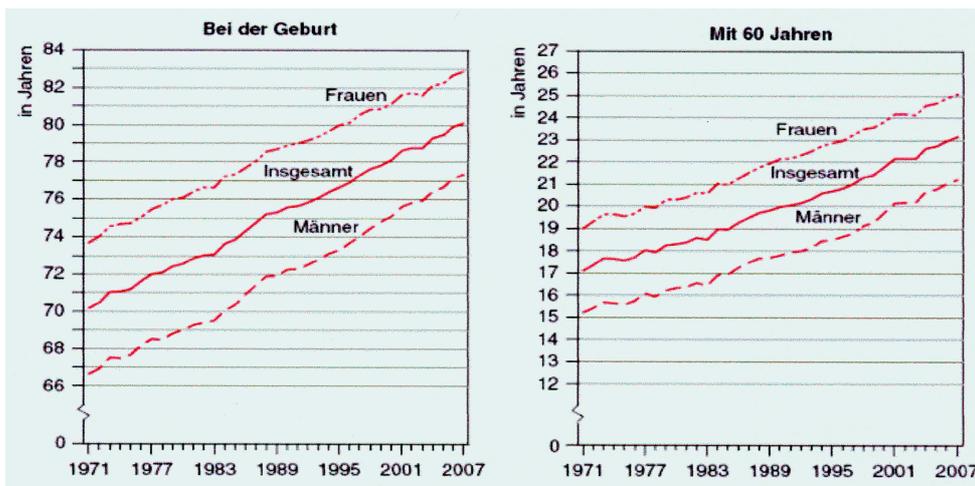


Abb. 3: Lebenserwartung bei der Geburt und fernere Lebenserwartung 60-Jähriger seit 1971 [STATISTIK AUSTRIA, 2008]

In Österreich steigt die Lebenserwartung bei der Geburt um 2 bis 3 Jahre pro Jahrzehnt. 2005 lag sie für Frauen bei 82,2 Jahren und für Männer bei 76,6 Jahren. Frauen und Männer die bereits das 65-igste Lebensjahr erreicht haben, können damit rechnen 85,6 bzw. 82,2 Jahre alt zu werden. Bei den über 80-Jährigen liegt die Erwartung für Frauen bei 89,0 Jahren und für Männer bei 87,6 Jahren [HÖRL et al, 2008].

Prognosen gehen davon aus, dass die Zunahme der Lebenserwartung in den kommenden Jahren nicht mehr so stark ist. Für das Jahr 2050 wird für Frauen eine Lebenserwartung von mehr als 89 Jahren und für Männer von mehr als 84 Jahren angenommen [HÖRL et al, 2008].

2.1.2 Geschlechtsvergleich

Betrachtet man die Altersgruppe der 65-Jährigen kommen auf 100 Frauen 66 Männer. Im hohen Alter von 85 und älter gibt es rund drei Mal so viele Frauen wie Männer. Grund dieses Ungleichgewichts ist die kürzere Lebenserwartung der Männer. Zurzeit spielen auch noch historische Gründe mit. Und zwar macht sich noch die hohe Zahl der Militärsterbefälle des 2. Weltkrieges bemerkbar. Dieser Faktor verliert allerdings mit dem Aussterben dieser Generation an Bedeutung [HÖRL et al, 2008].

Für die kommenden Jahre wird eine Verringerung der Lebenserwartungsdifferenz zwischen Männern und Frauen erwartet. 2030 werden es bei den 65-Jährigen schon 78 Männer auf 100 Frauen sein und bei den über 85-Jährigen gibt es dann noch doppelt so viele Frauen wie Männer. Bei den Hochbetagten werden also nach wie vor die weiblichen Personen dominieren [HÖRL et al, 2008].

2.1.3 Wohnsituation

Der Aktionsradius sinkt im Alter aufgrund körperlicher, sozialer und psychischer Gründe. Die eigenen vier Wände werden zum zentralen Lebensraum der älteren Personen [HÖRL et al, 2008].

Fast $\frac{3}{4}$ der Hochbetagten leben noch in der eigenen Wohnung, 31,4 % der 65- und Mehrjährigen sogar ganz alleine. Wobei der Frauenanteil wesentlich höher ist, da sie viel öfter verwitwet sind als Männer. Es ist aber auch vor allem im ländlichen Bereich keine Seltenheit, dass ältere Menschen gemeinsam mit ihren Kindern oder in Mehrgenerationenhaushalten leben [HÖRL et al, 2008].

Je älter die Menschen werden, desto häufiger sind sie auf Pflege und Hilfe von außen angewiesen. Bei den 65- und Mehrjährige leben 4,2 % in Anstalten. Mit 80 Jahren steigt die Tendenz in ein Heim zu übersiedeln [HÖRL et al, 2008]. Abb. 4 zeigt die Veränderung der Lebensform mit dem Alter.

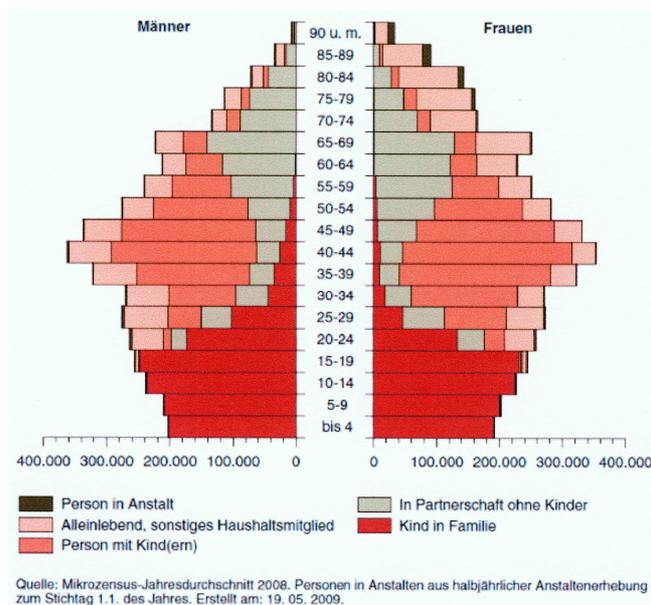


Abb. 4: Bevölkerung nach Lebensform, 2008 [STATISTIK AUSTRIA, 2009]

2.2 Der Alterungsprozess

„Altern ist die ständige Abnahme der Überlebenswahrscheinlichkeit bewirkt durch intrinsische Faktoren“ [VON ZGLINICKI und NIKOLAUS, 2007].

Das Altern der Menschen ist ein normaler physiologischer Prozess, der auch unter günstigsten Umweltbedingungen auftritt, dass heißt er ist intrinsisch. Altern wäre biologisch nicht notwendig, da unsere Lebensspanne und Reproduktionsphase auch durch extrinsische Faktoren reguliert wird. Aufgrund

dieser äußeren Einflüsse ist es aber für den Körper nicht sinnvoll mehr Ressourcen als notwendig in Erhaltungs- und Reparaturfunktionen zu investieren.

Mit dem Alter treten morphologische und funktionelle Veränderungen in allen Organsystemen auf, die sich zuerst vor allem unter Belastung bemerkbar machen. Wie schnell der Alterungsprozess vor sich geht ist zwischen den einzelnen Organsystemen, aber auch zwischen einzelnen Individuen unterschiedlich. Das ist abhängig von den vielen Interaktionen zwischen zellulären und molekularen Mechanismen, den molekularen Schäden (oxidativer Stress) und den Schutz- und Reparaturmechanismen des Körpers. Die Wahrscheinlichkeit an verschiedensten Krankheiten zu erkranken und auch daran zu sterben steigt mit dem Alter [VON ZGLINICKI und NIKOLAUS, 2007].

2.2.1 Physiologische Veränderungen im Alter

Äußerlich sichtbar sind für uns vor allem die Veränderungen der Haut. Subkutanen Gewebe wird reduziert, es kommt zu Falten, fleckiger Pigmentierung und die Haare werden grau und ihre Dichte wird vermindert. Strukturelle und funktionelle Veränderungen sind aber in vielen Organen und Organsystemen nachweisbar. Herz und Lunge weisen vor allem unter Belastung eine verminderte Leistungsfähigkeit auf. In den Gefäßen kommt es zu arteriosklerotischen Veränderungen. Die Stoffwechselaktivität von Leber und Nieren sinkt. Die Darmmotilität ist vermindert und es kommt zu einem Rückgang der Verdauungsenzyme und einer verminderten Glukosetoleranz. Veränderungen von neuronalen und hormonellen Steuerungs- und Regelprozessen können zu verzögerten Reaktionszeiten, Gedächtnis- und Merkstörungen führen. Die Leistung der Sinnesorgane lässt nach. Es können hohe Frequenzen nicht mehr wahrgenommen werden. Zum Lesen wird eine Brille benötigt. Geschmacks- und Geruchsfähigkeit vermindern sich und die Sensibilität des Tastsinnes lässt nach. Der Bewegungsapparat ist ebenfalls betroffen. Die Muskelkraft nimmt ab und ein Teil der Muskelmasse wird durch Fett ersetzt. Veränderungen im Kalziumstoffwechsel führen zu vermehrtem Knochenabbau und erhöhter Knochenbrüchigkeit. Auch im Immunsystem

kommt es zu Funktionsverlusten, was zu erhöhter Anfälligkeit für Infekte, Autoimmunprozessen und Tumoren führt.

Um die Alterungsprozesse zu verlangsamen ist regelmäßiges körperliches Training, geistige Regsamkeit und eine ausgewogene, gesunde Ernährung nötig [VON ZGLINICKI und NIKOLAUS, 2007].

2.2.2 Gesundheit im Alter

Mit dem Altern lassen Widerstands- und Adaptationsfähigkeit für Krankheiten nach. Damit nehmen die Krankheitshäufigkeit, die Krankheitsdauer und die Länge der Rekonvaleszenzperiode zu. Ein Charakteristikum der Erkrankungen im Alter ist deren Chronizität. Ihr Beginn ist schleichend und sie haben einen progredienten Verlauf und eine schlechte Prognose. Typisch für das Alter ist auch das gleichzeitige Auftreten mehrerer Erkrankungen, die so genannte Multimorbidität. Bei den über 80-Jährigen haben 30% sieben oder mehr diagnostizierbare körperliche Beeinträchtigungen. Am häufigsten treten Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, der Atmungsorgane, des Hormonhaushaltes und des Stütz- und Bewegungsapparates auf [HÖRL et al, 2008]. Etwa die Hälfte der 60- und Mehrjährigen geben an schon einmal unter Bluthochdruck oder Wirbelsäulenbeschwerden gelitten zu haben. Jeder dritte über 60-Jährige und jeder zweite über 75-Jährigen leidet unter Artrose, Arthritis oder Gelenksrheumatismus. Auch der Anteil an Diabetes Mellitus ist mit 16% der Erkrankten bei den über 60-Jährigen und 20% bei den über 75-Jährigen hoch. Von Osteoporose sind in erster Linie Frauen betroffen. Bei den über 60-Jährigen leidet jede vierte darunter [KILMONT et al, 2007].

Bei der Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes sinkt der Anteil der Personen mit „sehr guter“ oder „guter“ Gesundheit mit dem Alter. (Abb. 5) Trotzdem empfinden 42 % der älteren Personen ihre Gesundheit weder besonders schlecht noch besonders gut und geben einen „mittelmäßigen“ Gesundheitszustand an [KILMONT et al, 2007].

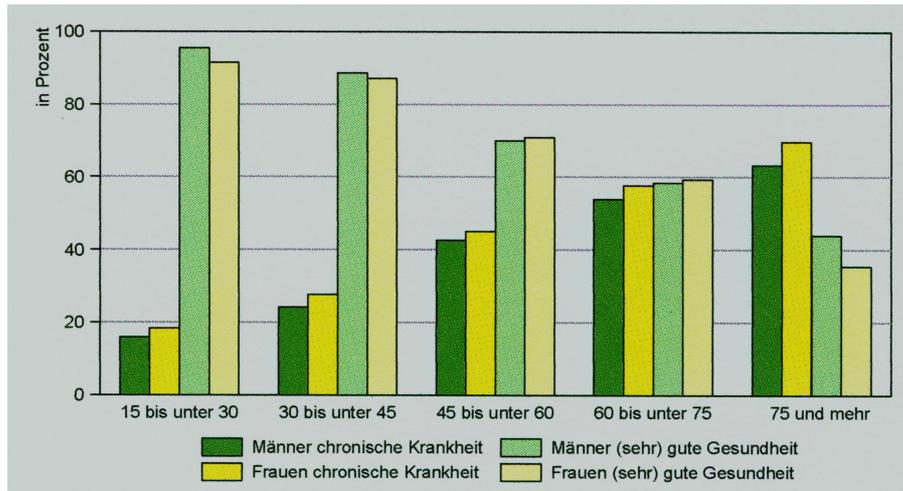


Abb. 5: Anteil der Personen mit gutem oder sehr gutem subjektiven Gesundheitszustand bzw. mit chronischer Krankheit nach Alter und Geschlecht [STATISTIK AUSTRIA, 2007]

2.2.3 Ernährung im Alter

Mangelernährung kommt mit zunehmendem Alter immer häufiger vor. Der Energiebedarf sinkt zwar, aber der Nährstoffbedarf bleibt unverändert. Erschwerend kommen die physiologischen Veränderungen, die mit dem Alterungsprozess verbunden sind hinzu [ELMADFA et al, 2008]. So führen verschiedene Krankheiten und die Nebenwirkungen von Medikamenten zu einer verminderten Nahrungsaufnahme. Auch Zahn- und Gebissprobleme und chemosensorische Defizite bergen ein ernstes Risiko von Ernährungs- und Immundefiziten, da sie zu einem verminderten Vergnügen an der Nahrungsaufnahme führen [LÖSER et al, 2007]. ASCHENBRENNER et al [2008] stellten fest, dass mit anhaltender Dauer eines Geruchsverlustes, der BMI durch die geringere Lebensmittelaufnahme sinkt. Auch soziale Ursachen können zu einem ungewollten Gewichtsverlust im Alter führen. Ein alleine lebender, verwitweter Mann kann sich oft nicht selbst versorgen, da er nie gelernt hat sich selbst Mahlzeiten zuzubereiten. Manche alleine lebenden Frauen bekommen nach dem Verlust des Ehemannes eine sehr niedrige Pension und haben wenig Geld für Nahrungsmittel. Viele haben auch Angst vor dem beschwerlichen Weg in den Supermarkt und vermeiden ihn deshalb. Häufig treten auch praktische Probleme bei der Nahrungszubereitung, aufgrund

von Artrrose in den Händen, Zittern oder Sehstörungen, auf [LÖSER et al, 2007].

Der schlechtere Geschmackssinn kann auch dazu führen, dass ältere Personen Essen mit viel Butter, Salz und Zucker bevorzugen. Der Überkonsum von Salz und Zucker kann aber Bluthochdruck, Herzkrankheiten und Diabetes verursachen [SANDERS et al, 2002]. Nicht zuletzt besteht auch ein erhöhtes Risiko durch verdorbenes Essen und gefährliche Gase [DOTY, 2005].

Um der Mangelernährung entgegenzuwirken können verschiedene Maßnahmen getroffen werden. Zum Beispiel die Aufstellung eines individuellen Speiseplans, gemeinsames Einkaufen mit gezielter Lebensmittelauswahl, viele Zwischenmahlzeiten, das Entfernen von harten, trockenen Bestandteilen, appetitanregende Getränke als Aperitif, Anreicherung mit Kalorienträgern und gemeinsame Mahlzeiten in ruhiger Atmosphäre mit genügend Zeit [LÖSER et al, 2007].

Bei einem verminderten Geschmackssinn, kann auch die Anreicherung des Lebensmittels mit Aromen, die zu einem intensiveren Geschmack des Lebensmittels führen, hilfreich sein. Es kommt zu einem erhöhten Vergnügen am Essen und damit auch zu einer erhöhten Nahrungsaufnahme [SCHIFFMAN, 1997].

2.3 Physiologie von Geschmacks- und Geruchssinn

Der „Geschmack“ von Essen setzt sich aus verschiedenen sensorischen Signalen, die durch die chemischen Bestandteile der Lebensmittel ausgelöst werden, zusammen [SCHIFFMAN, 1998]. An der Wahrnehmung von Nahrung sind der gustatorische (Geschmack), der olfaktorische (Geruch und retronasales Riechen), der visuelle (Sehen), der taktile (Struktur- und Konsistenzempfindungen), der akustische (Kaugeräusche) und der trigeminale (Scharfe, brennende Empfindungen) Sinn beteiligt [STEINBACH et al; 2008].

Entwicklungsgeschichtlich gehören der Geschmacks- und Geruchssinn zu unseren ältesten Sinnen. Sie werden den chemischen Sinnen zugeordnet [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.4 Der Geruchssinn

2.4.1 Anatomie des Geruchsorgans

In jeder Nasenhöhle befinden sich mit Schleimhaut bedeckte, übereinander liegende, wulstartige Gebilde. Auf der obersten dieser drei Conchen befindet sich das ca. 2 x 5 cm² große Riechepithel (Abb. 6) [HATT, 2007].

Im Riechepithel befinden sich die Riechzellen, die Geruchsempfindungen ermöglichen. Riechzellen sind primäre, bipolare Sinneszellen. Sie besitzen am apikalen Pol feine Sinneshaare. Diese Cilien ragen in den Schleim und treten so in Kontakt mit den Geruchsstoffen. Am anderen Pol befindet sich ein Axon das die Informationen ans Gehirn weiterleitet. Der Mensch hat ca. 30 Millionen Riechzellen, die eine Lebensspanne von ca. einem Monat haben [HATT, 2007].

Neben den Riechzellen befinden sich zwei weitere Zelltypen im Riechepithel. Die Stützzellen sezernieren neben ihrer Stützfunktion gemeinsam mit den Bowman-Drüsen, die unter dem Riechepithel liegen, die Schleimschicht. Die Basalzellen sind die Stammzellen des Riechepithels, sie besitzen die Fähigkeit zur mitotischen Teilung, aus ihnen entstehen durch Ausdifferenzieren neue Riechzellen [FRUHSTORFER, 1996].

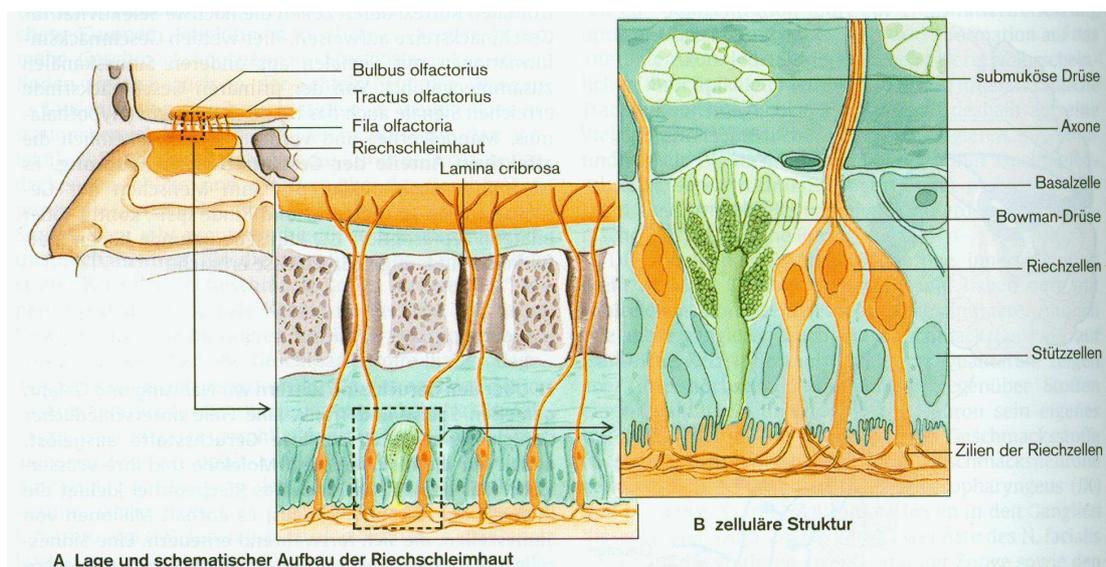


Abb. 6: Lage und Aufbau der Riechschleimhaut [FRUHSTORFER, 1996]

2.4.2 Olfaktorische Reizleitung

Ein duftender Stoff gibt Moleküle an die Umwelt ab, die dann durch das Einatmen in unsere Nasenhöhle und zum Geruchsepithel gelangen [HATT, 2004]. Damit die Riechstoffe in höheren Konzentrationen zum Epithel gelangen, reicht normales Atmen allerdings nicht, dafür muss richtig geschnüffelt werden [FRUHSTORFER, 1996]. Am Epithel werden die Geruchsmoleküle von den Cilien der Riechzellen aufgenommen und von einem chemischen in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das Geruchsmolekül reagiert mit dem Rezeptorprotein, was zu einer Aktivierung des olfaktorischen G-Proteins führt. Das wiederum aktiviert das Enzym *Adenylatzyklase*, was zur Produktion von *cAMP* (cyklisches Adenosin-Mono-Phosphat) führt. Dieses fungiert als Second Messenger, der die Öffnung von Ionenkanälen bewirkt. Durch den Einstrom von Na^+ und Ca^{2+} entsteht ein Membranpotential (Abb. 7). Dieses analoge Sensorpotential wird in eine digitale Aktionspotentialfrequenz umgewandelt, die über das Axon ins Gehirn geleitet wird [HATT, 2004].

Ein einziges Duftmolekül kann viele dieser Ionenkanäle öffnen, es hat also einen großen Verstärkungsfaktor und somit einen niedrigen Schwellenwert [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

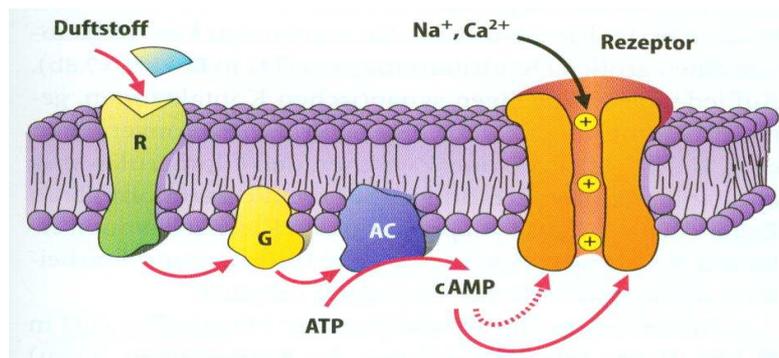


Abb. 7: Schema der Transduktionskaskade in den Riechzellen [HATT, 2007]

Riechzellen sind primäre Sinneszellen, das heißt sie leiten ihre Informationen über Axone weiter. Diese Axone bilden beim Austritt aus der Riechschleimhaut

Bündel von 10-100 Axonen. Diese Bündel werden *Filia olfactoria* genannt. Nach dem Austritt aus der Nasenhöhle vereinigen sie sich zum *Nervus olfactorius* dem I Hirnnerv. Dieser führt zum *Bulbus olfactorius*, dem Riechkolben (Abb. 8). Dort bilden die Axone mit den Dendriten von Mitralzellen Synapsen, wobei etwa 1000 Riechzellaxone auf eine Mitralzelle konvergieren. Die Kontaktzonen nennt man wegen ihrer kugeligen Form Glomeruli. Mit den Mitralzellen verschaltet sind die periglomulären Zellen und die Körnerzellen [BIERBAUMER und SCHMIDT, 2006]. Diese beiden Zelltypen tragen durch ausgeprägte laterale Hemmmechanismen und eine efferente Kontrolle bereits zur Signalverarbeitung bei [HATT, 2007].

Die Axone der Mitralzellen bilden schließlich den *Tractus olfactorius*, der die Informationen zum limbischen System und weiter zum *Hypothalamus* und der *Formatio reticularis* sowie zu Projektionsgebieten im Neokortex bringt [HATT, 2007].

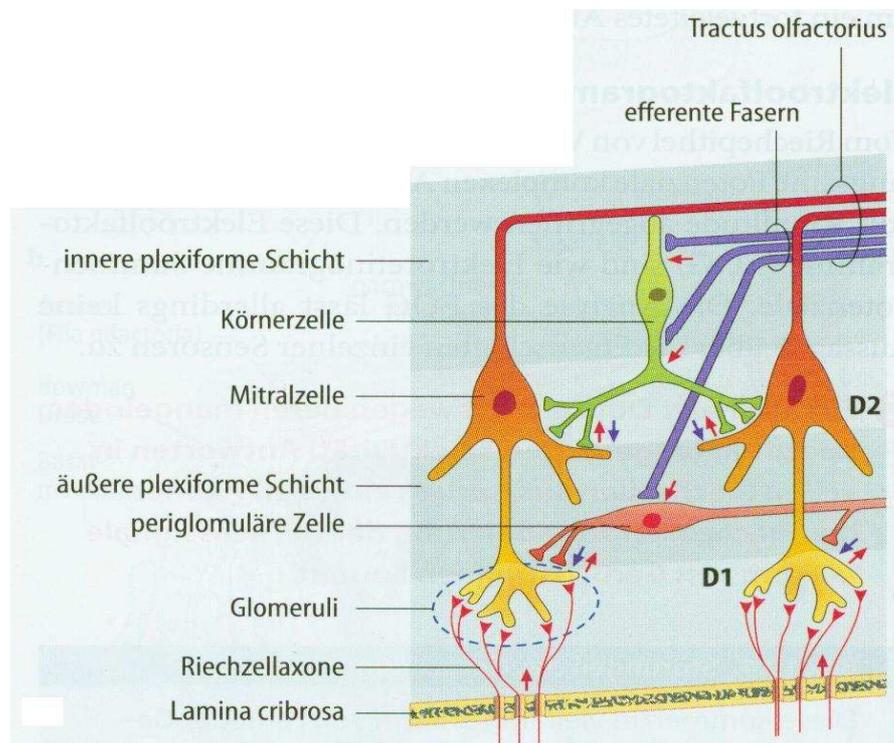


Abb. 8: Schichtenanordnung und neuronale Verschaltung im Bulbus olfactorius [BIERBAUMER und SCHMIDT, 2006]

Da Riechzellen nur einen oder wenige Typen von Rezeptorproteinen besitzen, sind sie auf bestimmte Klassen von Duftstoffen spezialisiert. Durch die

unterschiedliche Reizung der Riehzellen entstehen Geruchsprofile [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006]. Die Reizstärke ist ebenfalls von der Bindung zwischen Duftmolekül und Rezeptor abhängig. Da die Duftmoleküle sehr klein sind, können sie sich in unterschiedlicher Orientierung an den Rezeptor anheften. Je besser die molekulare Anpassung zwischen Duftmolekül und Rezeptor ist, desto stärker ist dessen Reizwirkung [FRUHSTORFER, 1996].

2.4.3 Die Gerüche

Moleküle die Gerüche vermitteln sind klein, flüchtig und lösen sich im Schleim des Geruchsepithels. Es ist zwischen ihrer Struktur und dem Geruch kein Zusammenhang erkennbar. Es ist von der Konzentration abhängig, ob der Duftstoff nur wahrgenommen oder auch erkannt wird [FRUHSTORFER, 1996].

Etwa 10 000 Düfte kann der Mensch unterscheiden. Es ist jedoch bis jetzt nicht gelungen die Duftqualitäten gegeneinander abzugrenzen oder die Düfte zufrieden stellend in Duftklassen einzuteilen [HATT, 2007]. Es wurden dafür verschiedenste Versuche unternommen. 1915 wurde von Henning ein Geruchsprisma entwickelt, dass die Primärgerüche blumig, faulig, fruchtig, würzig, verbrannt und harzig beinhaltet. Crocker und Henderson reduzierten 1927 die 6 Primärgerüche auf duftend, säuerlich, verbrannt und caprylig. Amoore teilte 1952 die Gerüche in 7 Duftklassen ein. Dazu zählen blumig, ätherisch, moschusartig, kampferartig, faulig, schweißig und stechend [Derndorfer, 2006]. Es handelt sich dabei um Duftgemische, die alle einen charakteristischen Leitduft besitzen (z.B. Buttersäure für schweißig) [HATT, 2007]. 1971 versuchte Köster die Düfte aufgrund Ihrer Kreuzadaptionen einzuteilen. Scheiterte aber, da ein solcher Versuch zu kompliziert und zeitaufwendig ist. Schließlich versuchte Amoore 1977 die Düfte noch anhand von Anosmien zu klassifizieren, was jedoch auch keine allgemein gültige Einteilung zuließ [DERNDORFER, 2006].

Manche Stoffe lösen auch stechende oder brenzlige Geruchsempfindungen aus. Diese Reize werden von freien Nervenendigungen des Nervus Trigemimus

(V Hirnnerv) ausgelöst. Sie befinden sich in der gesamten Schleimhaut der Nasenhöhle [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.4.4 Funktionen des Geruchssinnes

Jeder Mensch besitzt einen Eigengeruch der genetisch festgelegt ist. Je näher verwandt jemand ist, desto ähnlicher ist der Eigengeruch. Der Geruch beeinflusst auf diese Weise sehr stark soziale Beziehungen. Er hat Einfluss auf die Partnerwahl, die Mutter-Kind-Beziehung, die Fehlgeburtenrate und bewirkt eine Inzestschranke [HATT, 2007].

Der Menschliche Geruchssinn ist weiters ein frühes Warnsystem für die Wahrnehmung von Feuer, gefährlichen Gasen und verschmutzte Umgebung [DOTY et al, 1984]. Es können Schutzreflexe wie Nies- und Würgereflexe durch unangenehme Gerüche ausgelöst werden. Sogar reflektorische Atemstillstände können durch stechend riechende Substanzen wie zum Beispiel Ammoniak verursacht werden [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

Außerdem spielt der Geruch eine große Rolle bei der Wahrnehmung von Lebensmitteln [DOTY et al, 1984].

2.4.5 Einflussfaktoren auf die olfaktorische Wahrnehmung

Das Riechvermögen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Bei sehr niedriger Konzentration kann zwar ein Geruch empfunden werden, er kann jedoch noch nicht identifiziert werden. Den Punkt der ersten Empfindung bezeichnet man als Reizschwelle, Wahrnehmungsschwelle oder Absolutschwelle. Erst ab einer höheren Konzentration wird, die Erkennungsschwelle erreicht, das heißt der Punkt, ab dem der Geruch identifiziert werden kann. Außerdem sinkt das Riechvermögen bei niedrigen Temperaturen und bei trockener Luft. Hunger und Sättigung spielen eine große Rolle. Mit zunehmender Sättigung, steigt die Erkennungsschwelle für bestimmte Gerüche [HATT, 2007].

Auch das Geschlecht hat einen Einfluss auf den Geruchssinn. Frauen sind viel geruchsorientierter als Männer, so spielt für sie der Geruch bei der Partnerwahl

eine große Rolle. Männer hingegen entscheiden sich in erster Linie über die optische Wahrnehmung. Die Geruchsempfindlichkeit von Frauen ist höher, als die von Männern im selben Alter. Die Gründe dafür sind noch nicht klar. Möglicherweise liegt es an Hormonen, die in der frühen Entwicklungsphase auf Gehirnregionen wirken, die für die Geschlechterunterschiede verantwortlich sind [DOTY und CAMERON, 2009].

Von Adaptation spricht man, wenn es zu einer Minderung der Empfindungsstärke eines Duftstoffes kommt. Dies geschieht, wenn ein Geruchsreiz über längere Zeit andauert. Oft kommt es zu einer vollständigen Adaptation und der Duft kann gar nicht mehr wahrgenommen werden. Auch eine Kreuzadaptation, bei der auch verwandte Duftstoffe schlechter erkannt werden, ist möglich [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

Jeder Mensch bewertet verschiedene Gerüche subjektiv als angenehm oder unangenehm. Man spricht dabei von Hedonik. Für einige Düfte ist die Hedonik determiniert, zum Beispiel wird faules Fleisch von jedem als unangenehm empfunden. Für die meisten Gerüche jedoch erfolgt eine Prägung. Dies kann durch Erziehung geschehen, aber auch durch die Situation, in der wir dem Duft erstmals begegnen. Eine Prägung ist auch schon im Mutterleib, durch die von der Mutter aufgenommene Nahrung, möglich [HATT, 2007].

Aversionen gegen bestimmte Gerüche können auch erlernt werden. So bleibt oft ein Ekel gegenüber Fisch ein Leben lang erhalten, wenn einmal verdorbener Fisch zu Erbrechen geführt hat. Diese Art von Konditionierung kann in der Medizin im Bereich der Bestrahlung von Tumoren ein Problem darstellen. Da die Bestrahlung die Geruchssensoren so reizt, dass der Patient einen Ekel gegenüber allem hat, was mit der Bestrahlung zusammenhängt [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

Rauchen hat einen starken negativen Effekt auf das Geruchssystem. Es besteht eine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Je mehr Zigaretten konsumiert werden, desto größer ist das Risiko für eine Dysfunktion des Geruchssinnes. Hört der Betroffene zum Rauchen auf erholt sich sein Geruchssinn wieder [VENNEMANN et al, 2008].

2.4.6 Störungen des Geruchsinnes

2.4.6.1.1 Quantitative Störungen

Anosmie: Dabei liegt ein kompletter Verlust des Geruchssinnes vor. Bei der partiellen Anosmie hingegen können nur einige Duftklassen nicht wahrgenommen werden [HATT, 2007].

Hyposmie: Bei der Hyposmie ist das Riechvermögen vermindert. Auch hier spricht man von einer partiellen Hyposmie, wenn nicht alle Duftklassen betroffen sind.

Hyperosmie: Eine Hyperosmie ist das Gegenteil einer Hyposmie, ein verstärktes Riechvermögen [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.4.6.1.2 Qualitative Störungen (Dysosmien)

Phantosmie: Als Phantosmie bezeichnet man Geruchswahrnehmungen in Abwesenheit von Duftquellen [STEINBACH, 2008].

Parosmie: Parosmien oder auch Kakosmien sind falsche Wahrnehmungen von Duftstoffen. Meist werden sie als unangenehm bzw. stinkend empfunden [PSCHYREMBEL, 1996].

2.5 Der Geschmackssinn

2.5.1 Anatomie der Geschmacksorgane

Ein Erwachsener besitzt 2000 – 4000 Geschmacksknospen, diese sind in der Schleimhaut von Zungenoberfläche, Zungengrund, weichem Gaumen, Pharynx, Larynx, Epiglottis, Uvula und dem 1. Drittel des Ösophagus angesiedelt [SCHIFFMAN, 1998].

Die Geschmacksknospen der Zungenoberfläche befinden sich in den Wänden und Gräben der Geschmackspapillen. Diese werden in vier Typen eingeteilt (Abb. 9). Wobei die Fadenpapillen, die sich auf der ganzen Zungenoberfläche verteilen, keine eigentlichen Geschmackspapillen sind, sondern nur taktile Funktionen übernehmen [HATT, 2007].

Die häufigste Form, mit 200-400 Papillen sind die Pilzpapillen (*Papillae fungiformes*). Sie sind über die ganze Zunge verteilt. An ihrer Oberfläche befinden sich 3-4 Geschmacksknospen. Die 15-20 Blätterpapillen (*Papillae foliatae*) befinden sich am hinteren Seitenrand der Zunge, wo sie dicht hintereinander liegende Falten bilden. Jede Blätterpapille besitzt ca. 50 Geschmacksknospen. Von den Wallpapillen (*Papillae vallatae*) besitzen Menschen nur 7-12. Sie liegen an der Grenze zum Zungengrund. Im Wall enthalten sie oft über 100 Geschmacksknospen [HATT, 2007].

Die Blätterpapillen und Wallpapillen besitzen Spüldrüsen, die zwischen den Blätterpapillen und in der Vertiefung zwischen Wall und Papille liegen. Sie haben die Aufgabe die Papillen von Speiseresten und Mikroorganismen zu reinigen. Zusätzlich verringern sie die Reizstoffkonzentration im Bereich der Papillen [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

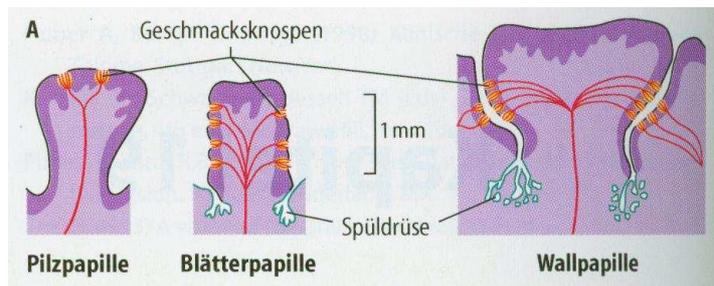


Abb. 9: Die 3 Typen der Geschmackspapillen [HATT, 2007]

Die Zellen der Geschmacksknospen sind wie Orangenspalten angeordnet und bilden oben einen Trichter, den Porus. Dieser ist mit Flüssigkeit gefüllt und grenzt an die Epitheloberfläche. In den Porus hinein ragen die Mikrovilli der Geschmackssinneszellen.

Eine Geschmacksknospe enthält neben den 10 – 50 Geschmackssinneszellen auch noch Stützzellen und Basalzellen (Abb. 10) [HATT, 2007]. Die Basalzellen befinden sich am Grund der Geschmacksknospen. Sie liegen direkt an der Basallamina, die das Epithel der Geschmacksknospe vom angrenzenden Bindegewebe trennt. Aus ihnen entwickeln sich die Geschmackssinneszellen,

die eine Lebensspanne von ca. 10 Tagen besitzen [SCHIFFMAN, 1998]. Sie haben einen langen schlanken Zellkörper. Am apikalen Pol tragen sie Mikrovilli, die der Oberflächenvergrößerung dienen und in deren Membran sich die für die Reizaufnahme verantwortlichen Geschmacksrezeptoren befinden. Untereinander sind die Geschmackssinneszellen durch *gap junctions* (Kanäle die benachbarte Zellen direkt miteinander verbinden) verbunden [HATT, 2007].

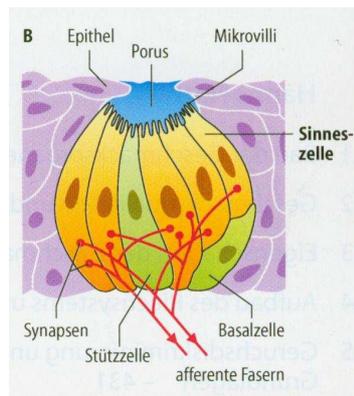


Abb. 10: Aufbau einer Geschmacksknospe [HATT, 2007]

2.5.2 Gustatorische Reizleitung

Geschmacksempfindungen werden durch chemische Bestandteile in Lebensmitteln ausgelöst, wenn sie in Kontakt mit den Geschmackssinneszellen kommen [SCHIFFMAN, 1997].

Trifft ein saures oder salziges Molekül, auf eine Geschmackssinneszelle, wird ein selektiv permeabler Kationenkanal in der Membran der Mikrovilli geöffnet, wodurch es zum Ioneneinstrom und zur Depolarisation der Sinneszelle kommt (Abb. 11) [HATT, 2007]. Moleküle, die süßen, bitteren oder Umami-Geschmack auslösen, binden an ein für die Geschmacksqualität spezifischen G-Protein gekoppelten Rezeptor, in der Membran der Mikrovilli und lösen unterschiedliche intrazelluläre Transduktionsprozesse aus, die zur Depolarisation führen (Abb. 11) [ZHANG et al, 2008]. Wird von dem depolarisierenden Sensorpotential eine bestimmte Schwelle erreicht, wird ein Transmitter freigesetzt, der die

Aktionspotentialfrequenz in der afferenten Nervenfasern ändert. Die Transformation ist sozusagen eine Modulation der immer vorhandenen Spontanfrequenz [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

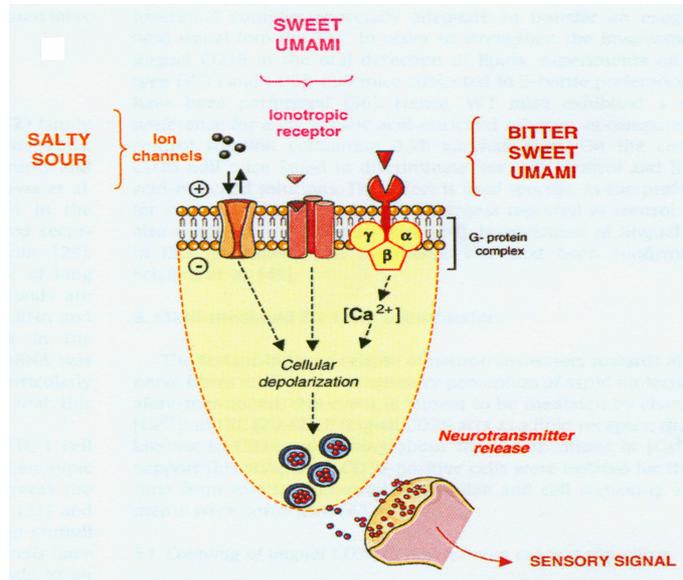


Abb. 11: Schema des Transduktionsprozesses in der Geschmackssinneszelle [KHAN und BESNARD, 2009]

Da Geschmackssinneszellen sekundäre Sinneszellen sind, haben sie keinen eigenen Nervenfortsatz, sondern werden von afferenten Hirnnervenfasern versorgt. Der *Nervus glossopharyngeus* (IX Hirnnerv) versorgt vor allem die Wall- und Blätterpapillen, der *Nervus facialis* (VII Hirnnerv) die Pilzpapillen und der *Nervus vagus* (X Hirnnerv) und der *Nervus trigeminus* (V. Hirnnerv) versorgen die Geschmackssinneszellen im Gaumen und Rachenbereich. Die Informationen werden von den Hirnnervenfasern zur *Medulla oblongata* und weiter zum *Gyrus postcentralis* und zum *Hypothalamus* geleitet. Dort werden sie gemeinsam mit olfaktorischen Informationen verarbeitet [HATT, 2007].

Die einzelnen Schmeckzellen sind meist für mehrere Geschmacksqualitäten unterschiedlich empfindlich. Daraus ergeben sich von Zelle zu Zelle verschiedene Geschmacksprofile. Die Information über die Geschmacksqualität wird durch die unterschiedliche Erregung in den verschiedenen Fasergruppen erhalten. Es gibt auch Nervenfasern die spezifisch für eine Qualität sind, diese Fasern machen ca. 25 % der Nervenfasern aus. Die Reizintensität durch die

Gesamterregung der Nervenfasern einer Qualität liefert die Information über die Konzentration. Es wird eine größere Zahl von Neuronen gleichzeitig aber unterschiedlich erregt, wodurch es zu einem charakteristischen Erregungsmuster für die Merkmale einer Reizsubstanz kommt. Das Gehirn entschlüsselt diesen Code über Mustererkennungsprozesse und liefert uns so die Information über Art und Konzentration des Reizstoffes [HATT, 2007].

2.5.3 Die Geschmacksqualitäten

Zu den Grundgeschmacksarten zählt man Süß, Sauer, Salzig, Bitter und Umami. Seit kurzem wird auch über die Empfindung von Fett und Metallisch diskutiert [DERNDORFER, 2006]. Und auch für Calcium gibt es Hinweise auf einen eigenen Rezeptor [GABRIEL et al, 2009].

Lange Zeit wurden die Geschmacksqualitäten bestimmten Arealen auf der Zunge zugeordnet. Inzwischen hat man herausgefunden, dass dies auf einem Interpretationsfehler begründet ist und nur geringe Unterschiede der Empfindlichkeit für die einzelnen Qualitäten auf bestimmten Zungenarealen besteht. Lediglich der Bittere Geschmack bildet eine Ausnahme, er ist vorwiegend, aber nicht ausschließlich, am Zungengrund wahrzunehmen [HATT, 2007]. Humanstudien haben ergeben, dass auch Umami am hinteren Teil der Zunge besser zu schmecken ist, als an der Zungenspitze [YASUO et al, 2008].

2.5.3.1 Süß

Der süße Geschmack wird meist durch organische Substanzen ausgelöst, dazu gehören die verschiedenen natürlichen Zucker, Aminosäuren bei neutralem pH, Alkohole und Glykole. Ebenfalls Süß schmecken synthetische Süßstoffe, wie Saccharin und Aspartam. Sie haben sogar eine wesentlich höhere Süßkraft, ihr Nachgeschmack kann jedoch bitter sein [FRUHSTORFER, 1996]. Die Struktur der süß schmeckenden Moleküle zeigt große Unterschiede, es hat jedoch jedes Molekül zumindest zwei polare Substituenten [HATT, 2007].

Viele Lebewesen haben eine angeborene Vorliebe für Süß, das liegt daran, dass uns der süße Geschmack das Vorhandensein von Kohlenhydraten und Proteinen anzeigt [FRUHSTORFER, 1996].

Die Wahrnehmungsschwelle für Glukose liegt bei 0,08 mol/l und die für Saccharose bei 0,01 mol/l. Die Schwellen für die Süßstoffe liegen um einiges niedriger, für Saccharin zum Beispiel bei 0,000023 mol/l [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.5.3.2 Sauer

Säuren sind Substanzen die Protonen (H^+ -Ionen) abgeben. Diese Ionen lösen auch den sauren Geschmack aus. Empfundener wird sauer ab einem pH-Wert der niedriger als 3,5 ist. Durch Neutralisation wird die Sauer-Empfindung aufgehoben.

Die Intensität des Sauren Geschmacks hängt von der H^+ -Ionenkonzentration, das heißt dem pH-Wert ab. Je höher die Konzentration, desto höher die Intensität der Empfindung [HATT, 2007]. So ist auch die Wahrnehmungsschwelle von HCl mit 0,0009 mol/l im Vergleich zu Zitronensäure mit 0,0023 mol/l deutlich geringer [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006]. Bei gleichem pH-Wert nimmt der Saure Geschmack mit der Konzentration der Säure zu. [SOWALSKY und NOBLE, 1998]. Außerdem ist die saure Empfindung von der Länge der Kohlenstoffkette abhängig. Je länger die Kette, desto saurer das Molekül [HATT, 2007]. Zitronensäure wird zum Beispiel weniger sauer empfunden als Essigsäure, Apfelsäure, Fumarsäure oder Milchsäure. Die astringierende Empfindung die oft mit Säuren einhergeht ist alleine vom pH-Wert abhängig. Je niedriger dieser ist, desto stärker astringierend wirkt die Säure [SOWALSKY und NOBLE, 1998].

2.5.3.3 Salzig

Alle kristallinen Salze, die in Wasser in Kationen und Anionen dissoziieren, schmecken salzig. Die Geschmacksintensität hängt sowohl von den Kationen als auch von den Anionen ab. Salzige Stoffe lösen neben dem salzigen Geschmack auch andere Empfindungen aus [HATT, 2007]. Nur Kochsalz hat einen rein salzigen Geschmack [DERNDORFER, 2006]. Natriumbikarbonat hat zum Beispiel einen salzig-süßen und Magnesiumsulfat einen salzig-bitteren

Geschmack. In sehr niedrigen Konzentrationen, kann auch Kochsalz eine süße Empfindung auslösen [HATT, 2007].

Die Wahrnehmungsschwelle für salzige Moleküle wie z.B. das NaCl liegt bei 0,01 mol/l [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.5.3.4 Bitter

Eine große Anzahl an Molekülen ist für ihren bitteren Geschmack bekannt. Dazu zählen organische Moleküle, Peptide, Ionen und Salze. Es gibt auch bittere Stereoisomere von süßen Substanzen, wie zum Beispiel bei Aspartam. Viele bittere Stoffe sind für den Menschen giftig. Einige hingegen sind in geringen Konzentrationen sogar gesundheitsfördernd und nur in hohen Konzentrationen toxisch. Dazu zählen einige sekundäre Pflanzenstoffe wie z.B. Phenole und Flavonoide. Es ist schwierig bei bitteren Substanzen eine einheitliche Grundstruktur zu erkennen, die molekularen Strukturen zeigen eine hohe Variabilität. Bisher konnten nur einige mögliche Teilstrukturen, die auf Bitterkeit hinweisen, gefunden werden. Eine Schwierigkeit dabei ist auch, dass es eine große Anzahl an Bitterrezeptoren gibt, aber nur wenig darüber bekannt ist welche Moleküle mit welchen Rezeptoren assoziieren [RODGERS et al, 2005].

Bitter wird schon bei sehr niedrigen Konzentrationen wahrgenommen. Die Schwelle liegt zum Beispiel für Chininsulfat bei 0,000008 mol/l [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.5.3.5 Umami

Umami kommt aus dem Japanischen, wo das Adjektiv „*umai*“ soviel wie köstlich bedeutet [LINDEMANN et al, 2002]. Entdeckt wurde Umami schon im Jahre 1908 vom japanischen Wissenschaftler K. Ikeda. Als fünfte Grundgeschmacksqualität wurde es aber erst kürzlich akzeptiert [ZHANG et al, 2008]. Ausgelöst wird der Umami Geschmack durch Monosodium L-Glutamat (MSG), welches weit verbreitet in Lebensmitteln vorkommt. So ist es zum Beispiel in Fleisch, Fisch und auch in einigem Gemüse enthalten [YASUO et al, 2008]. In Chinarestaurants wird es dem Essen oft zugesetzt und ist Auslöser

des bekannten „Chinarestaurant Syndroms“, einer Glutamatunverträglichkeit bei der es zu Kopfschmerzen, Schweißausbrüchen, Juckreiz und Übelkeit kommt.

Der Schwellenwert für MSG liegt im Bereich von 5 ppm [WINKEL et al, 2008]. Inosin Monophosphat (IMP) und Guanosin Monophosphat (GMP) können den Geschmack von MSG allerdings stark beeinflussen. So verstärken 200 µM IMP den Geschmack von MSG um das 15-fache [ZHANG et al, 2008].

Es ist wahrscheinlich, dass es auch noch andere Moleküle gibt, die Umami Empfindung auslösen. Herauszufinden welche dies sind, ist Ziel vieler Forschungsteams [WINKEL et al, 2008].

2.5.3.6 Fett

Neuere Daten zeigen, dass das Empfinden von Fett nicht nur durch olfaktorische und taktile Reize ausgelöst wird, sondern auch durch den Geschmackssinn. Dies deutet auf eine sechste Geschmacksqualität hin. Es wurden mehrere mögliche Rezeptoren für freie Fettsäuren in den Geschmackssinneszellen von Labortieren gefunden, zum Beispiel das rezeptorähnliche Glycoprotein CD36. Es ist jedoch noch unklar ob beim Menschen CD36 oder andere Rezeptoren, wie G-Protein gekoppelte Rezeptoren oder Kalium-Kanäle für den Geschmack von Fett verantwortlich sind. Fest steht jedoch, dass der Mensch bei Minimierung der olfaktorischen und taktilen Empfindungen Fett mit dem Geschmackssinn erkennen kann. Dabei ist die Schwelle für langkettige Fettsäuren niedriger als für Triglyceride. Was mit einem Mangel an Spaltung der Triglyceride in freie Fettsäuren im Speichel zusammenhängen könnte [KHAN und BESNARD, 2009]. Fettsäuren mit weniger als 10 Kohlenstoffatomen in der Kette schmecken sauer und nicht fettig. Fettsäuren mit einem hohen Siedepunkt haben gar keinen Geschmack, möglicherweise aufgrund ihrer schlechten Wasserlöslichkeit [DRANSFIELD, 2008].

2.5.3.7 Metallisch

Metallisch wird schon lange als eine Nebenqualität diskutiert. Metallischer Geschmack und Geruch wird nach Stimulation mit Calcium- und

Magnesiumsalzen und nach Elektrostimulation empfunden. Auch Lösungen mit Eisensulfat und Lipidoxidationen lösen metallische Empfindungen aus. Metallischer Geschmack kann durch die Verpackung entstehen, aber auch bei direktem Kontakt mit Alufolie und ähnlichem. Ein metallischer Geschmack wird auch beim Burning Mouth Syndrom, einer Erkrankung mit Zungenbrennen und Geschmacksmissempfindungen, beschrieben und manchmal tritt er in der Schwangerschaft als Phantomgeschmack auf.

Beim Eisensulfat weiß man, dass der metallische Geschmack durch retronasale Empfindungen entsteht. FeSO_4 bewirkt eine Lipidoxidation, bei der metallisch riechende Komponenten entstehen. Bei einer elektrischen Stimulation wird der metallische Geschmack jedoch genauso stark empfunden, wenn man das retronasale Riechen durch Nasenclips ausschaltet. Auch Kupfer und Zink können ohne retronasales Riechen als metallisch empfunden werden. Bei Bimetallen könnte der Grund dafür das elektrische Potential sein, dass sie erzeugen. Es ist durchaus möglich, aber noch nicht bewiesen, dass es eine metallische Geschmacksqualität gibt [LAWLESS et al, 2005].

2.5.3.8 Calcium

Mit Hilfe von Diskriminationstests wurde festgestellt, dass der Mensch Lösungen mit Calciumchlorid, Calciumphosphat, Calciumhydroxid, Calciumlactat und Calciumgluconat von reinem Leitungswasser unterscheiden kann [TORDOFF, 1996]. Möglicherweise ist dafür der extrazelluläre Calciumsensing Rezeptor (CaSR) verantwortlich. Er ist sensitiv für viele verschiedene metabolische Signale und ist in den verschiedensten Zellen enthalten. Dieser Calciumrezeptor wurde auch in den Geschmackssinneszellen der Wall- und Blätterpapillen von Ratten gefunden. Im Zungengewebe, das keine Geschmackszellen enthält, ist der CaSR nicht vorhanden. Es gibt Hinweise darauf, dass der CaSR 2-wertige Kationen in der Mundhöhle erkennt. Bei den Ratten wird so die Calciumaufnahme in Abhängigkeit ihres Calciumstatus geregelt. Möglicherweise spielt er auch beim Geschmack von Aminosäuren eine Rolle [GABRIEL et al, 2009].

2.5.4 Funktionen des Geschmackssinnes

Durch die gustatorische Wahrnehmung prüfen wir, ob unsere Nahrung unverdauliche oder giftige Stoffe enthält. Vor allem bittere Stoffe sind oft toxisch [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

Die Geschmackssignale bereiten den Körper auf die Verdauung des Essens vor. Speichel wird produziert und die Ausschüttung von Magen-, Pankreas-, und Darmsekreten wird angeregt. Dieser Beginn der Nahrungsaufnahme und Verdauung wird als kephale Phase bezeichnet [SCHIFFMAN, 1998]. Die Zusammensetzung der Sekrete ist von der überwiegenden Geschmacksrichtung abhängig [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.5.5 Einflussfaktoren auf die gustatorische Wahrnehmung

Konzentration und Temperatur, aber auch die Einwirkdauer haben einen starken Einfluss auf die empfundene Intensität eines Geschmackstoffes. Wie beim Geruch unterscheidet man hier zwischen der Reizschwelle bzw. der Wahrnehmungsschwelle, bei der der Geschmack noch keiner Qualität zugeordnet werden kann und der Erkennungsschwelle, bei der die Geschmacksqualität identifiziert wird. Am empfindlichsten ist der Geschmackssinn in einem Temperaturbereich zwischen 30 und 35 °C. Sowohl bei höheren, als auch bei tieferen Temperaturen nimmt die Empfindlichkeit ab.

Auch beim Schmecken sind Frauen sensitiver als Männer. Die Gründe dafür sind jedoch nicht klar. Eine mögliche Erklärung wären die hormonellen Unterschiede. Es könnte jedoch auch daran liegen, dass Männer größere Speicheldrüsen haben und die Geschmacksstoffe anders gelöst werden, als bei Frauen [AHNE et al, 2000].

Wird eine schmeckende Lösung in den Mund genommen, so nimmt in den ersten Sekunden die Geschmacksintensität zu, fällt danach aber schnell wieder ab, bis es zur vollständigen Adaptation kommt [FRUHSTORFER, 1996]. Bis die ursprüngliche Empfindlichkeit wieder erreicht ist, kann es einige Sekunden (NaCl) oder sogar Stunden (Bitterstoffe) dauern. Auch die Empfindlichkeit für die anderen Geschmacksqualitäten wird verändert, wenn eine Adaptation für

eine Qualität stattgefunden hat. So empfindet man zum Beispiel Wasser nach einer Süß-Adaptation als sauer.

Es gibt auch Pflanzen, die den Geschmack modifizieren können. Zum Beispiel bewirkt eine indische Kletterpflanze beim Zerkauen ihrer Blätter einen Ausfall der Süßempfindung, durch die enthaltene Gymneasäure. Und die roten Beeren eines westafrikanischen Strauches enthalten Mirakulin, das uns Säuren als süß empfinden lässt [HATT, 2007].

Rauchen hat wie auf den Geruchssinn, auch auf den Geschmackssinn eine starke negative Wirkung. Vor allem starke Raucher, die 20 oder mehr Zigaretten am Tag rauchen, sind betroffen. Auch der Geschmackssinn erholt sich wieder, wenn das Rauchen aufgegeben wird [VENNEMAN et al, 2008].

2.5.6 Störungen des Geschmackssinnes

2.5.6.1.1 Quantitative Störungen

Ageusie: Ageusie liegt vor, wenn es zu keinen Geschmacksempfindungen kommt. Können nur einzelne Geschmacksqualitäten nicht empfunden werden, spricht man von einer partiellen Ageusie [HATT, 2007].

Hypogeusie: Bei der Hypogeusie liegen die Wahrnehmungsschwellen über dem Normalbereich. [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006]

Hypergeusie: Eine Hypergeusie ist das Gegenteil einer Hypogeusie, eine verstärkte Geschmackswahrnehmung.

2.5.6.1.2 Qualitative Störungen (Dysgeusie)

Phantogeusie: Bei einer Phantogeusie werden Schmeckeindrücke ohne die Anwesenheit einer Reizquelle wahrgenommen [Dt. Ges. f. HNO-Heilkunde, 2007].

Parageusie: Unter Parageusie versteht man eine verfälschte Geschmacksempfindung durch die Veränderung einer oder mehrerer Geschmacksqualitäten. Von Kakogeusie spricht man, wenn der Geschmack subjektiv als übel empfunden wird. [PSCHYREMBEL, 1996].

2.6 Die chemischen Sinne im Alter

Geruchs- und Geschmackssinn sind vom Alterungsprozess stark betroffen. Der Verlust kann verschiedene Ursachen haben. Dazu zählen, verschiedene mit dem Altern auftretende Krankheiten, die Medikamenteneinnahme die damit verbunden ist, chirurgische Eingriffe die mit höherem Alter oft notwendig sind und auch umweltbedingte Einwirkungen. Außerdem finden anatomische Änderungen statt, die die gustatorische und olfaktorische Wahrnehmung mit dem Alter verschlechtern [FINKELSTEIN und SCHIFFMAN, 1999].

Zusätzlich kommt hinzu, dass nicht nur die sensorischen, sondern auch die kognitiven Fähigkeiten mit dem Alter zurückgehen. Die Fähigkeit sich an Gerüche zu erinnern ist reduziert und es fällt älteren Personen oft schwer Gerüche zu beschreiben [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991].

Geruchs und Geschmackssinn nehmen im Alter gleichermaßen ab. Es gibt verschiedene mögliche Gründe für diesen Zusammenhang. Es können morphologische Gründe, wie die Abnahme der Anzahl der Rezeptoren im Riechkolben, der Mitralzellen, der Geschmacksknospen und Geschmackszellen sein oder funktionelle Gründe, wie die verminderte Funktion von Geschmacks- und Geruchszellen, der sensorischen Rezeptoren und der neurologischen Übertragung. Der Zusammenhang besteht möglicherweise auch darin, dass mit dem Alter die höheren Gehirnfunktionen, die beide Systeme beinhalten, sinken. [KANEDA et al, 2000] Da der Verlust von Geruch und Geschmack nur langsam vorangeht, ist er vielen gar nicht bewusst [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991].

2.6.1 Altern und Geruchssinn

Die Fähigkeit Gerüche zu erkennen erreicht ihren Höhepunkt zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr. Nach dieser Zeit nimmt sie kontinuierlich ab [DOTY et al, 1984]. In vielen Studien wurde festgestellt, dass sich der Geruchssinn mit dem Alter verschlechtert. Die Erkennungsschwellen steigen, sie sind 2 bis 15 Mal höher als bei jungen Personen [SCHIFFMAN, 1997]. Wird ein Geruch mit überschwelliger Konzentration wahrgenommen, so erscheint er weniger intensiv

[TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991]. Die Fähigkeit Gerüche zu identifizieren sinkt. Mehr als drei Viertel der über 80-Jährigen haben damit Schwierigkeiten [SCHIFFMAN, 1997]. Ältere Personen haben Probleme beim Erkennen der anders riechenden Probe bei Diskriminationstests und können sich Düfte nicht mehr so gut merken [HULSHOFF POL et al, 2000].

Ab dem 50. Lebensjahr steigt das Risiko eine Riechstörung zu entwickeln [QUINT et al, 2001] und ab dem 70sten Lebensjahr kann man eine rasche Abnahme des Geruchssinnes beobachten [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991]. Über 40% der Patienten mit chemosensorischen Störungen sind über 65 Jahre alt [QUINT et al, 2001]. Ab diesem Alter hat etwa die Hälfte der Erwachsenen eine Störung des Geruchssinnes. Über 80-Jährige sind sogar zu einem Drittel betroffen [DOTY, 2005]. Die trigeminale Wahrnehmung sinkt ebenfalls mit dem Alter [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991].

2.6.2 Physiologische Veränderungen des Geruchssinnes

Im Alter kommt es zu Veränderungen, die ein verlängertes Verweilen von Duftstoffmolekülen im Riechepithel bewirken und das Neuroepithel anfälliger für Schäden machen. Die Veränderungen betreffen die nasale Schleimsekretion, die sich verringert, ebenso wie den mukociliären Transport der Duftstoffe. Es kommt zu hormonellen und metabolischen Veränderungen, die zu einer verminderten Durchblutung des Epithels führen. Anzahl und Funktion der Riechzellen selbst sinken ebenfalls mit dem Alter. Ihre Selektivität für Duftstoffe nimmt ab, was zur schlechteren Duftstoffidentifikation, Duftstoffdiskrimination und zur schnelleren Adaptation führt [STEINBACH et al, 2008].

Die Veränderung des Geruchssinnes wird auch durch anatomische und degenerative Veränderungen am Riechkolben und in den Nervenbahnen, die die Geruchsinformation weiterleiten, verursacht [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991]. Die mitotische Aktivität im Neuroepithelium sinkt mit dem Alter [CHOUDHURY et al, 2003]. Die Abnahme der Mitralzellen, der Glomeruli und des Bulbusvolumens deuten auf eine verminderte Riechfunktion hin. Auch die Intensität, mit der die Hirnstrukturen aktiviert werden, ist im Alter geringer [STEINBACH et al, 2008]. Nasale Blockierungen und verschlechterte Atmung

reduzieren ebenfalls das Geruchsempfinden [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991].

Aber auch psychologische Faktoren, wie verminderte Aufmerksamkeit und schlechtes Erinnerungsvermögen, spielen eine Rolle [KOBAL et al, 2000].

2.6.3 Altern und Geschmackssinn

Es gibt viele Studien zur Veränderung des Geschmackssinnes mit dem Alter. Die meisten zeigen einen Verlust der Sensitivität der gustatorischen Fähigkeiten. Auch MOJET et al. [2001, 2003, 2005] stellten in einer Studienreihe mit ausschließlich gesunden Personen eine generelle Abnahme des Geschmackssinnes ab dem 60sten Lebensjahr fest. Die Erkennungsschwellen der Basalqualitäten steigen mit dem Alter. Am stärksten sind davon der Umami-Geschmack und der salzige Geschmack betroffen [MOJET et al, 2001]. Auch in einer Studie von TEPPER und GENILLARD-STOERR [1991] waren die Geschmacksschwellen der Älteren generell um 2-2,5 Mal so hoch wie bei jungen Personen. Allerdings waren in dieser Studie die Geschmacksrichtungen Bitter und Salzig am stärksten betroffen (Umami wurde nicht getestet). SANDERS et al. [2002] hingegen stellten nur eine Veränderung für die Geschmacksrichtung Süß fest, die im Alter schlechter erkannt wurde. Die Fähigkeit überschwellige Konzentrationen zu erkennen bleibt im Alter aber erhalten [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991]. Die Intensitätsempfindung von überschwelligen Konzentrationen der fünf Basalqualitäten in Wasser sowie im Produkt, mit und ohne Nasenklammer wurde in oben erwähnte Studienreihe von MOJET et al. [2003] getestet. Die Intensität von allen fünf Basalqualitäten wurde mit dem Alter signifikant niedriger empfunden als es bei den jungen Personen der Fall war, außer wenn eine Nasenklammer getragen wurde. Hier verloren die Jüngeren gegenüber den Älteren den Vorteil, was dran liegen könnte, dass die Jungen bei der Bestimmung der Intensität auch ihren Geruchssinn nutzen, der im Alter meist verschlechtert ist. Generell war bei den Älteren das Geschmacksempfinden im Wasser schlechter als im Produkt. Die bevorzugte Konzentration der Geschmacksrichtungen war bei Älteren Personen höher als bei Jungen, wenn

eine Nasenklammer getragen wurde. Wurde die Nasenklammer nicht getragen, gab es keinen Unterschied bei der bevorzugten Konzentration zwischen Jungen und Alten [MOJET et al, 2005]. MURPHY [1992] stellte zuvor schon fest, dass ältere Personen hohe Konzentrationen von Zucker und Salz positiver empfinden als Jüngere.

2.6.4 Physiologische Veränderungen des Geschmackssinnes

Verantwortlich für den Geschmacksverlust sind die Verminderung der Geschmacksknospen und Veränderungen der Geschmackszellen, deren Ionenkanäle und Rezeptoren mit dem Alter eine geringere Aktivität aufweisen [SCHIFFMAN, 1997]. Ein weiterer Faktor ist die verminderte Speichelproduktion, da die Geschmacksstoffe im Speichel gelöst werden müssen, um zu den Geschmacksknospen transportiert werden zu können. Auch eine verminderte Kauaktivität wirkt sich negativ aus [SANDERS et al, 2002]. Das Zerkleinern der Nahrung ist vor allem bei fehlenden Zähnen erschwert. Damit wird der Speisebrei mit weniger Speichel durchsetzt und es werden weniger Aroma- und Geschmacksstoffe gelöst [STEINBACH et al, 2008].

2.7 Andere Gründe für den chemosensorischen Verlust

Es ist oft sehr schwierig das Altern selbst von den anderen Einflüssen, die mit dem Alter zu tun haben zu trennen. Abgesehen vom normalen Alterungsprozess können auch Krankheiten, Medikamente, Umwelteinflüsse, Soziale-, Psychologische- und Ernährungsgegebenheiten die Ursache für die Verminderung von Geruchs- und Geschmackssinn sein. Besonders Personen in Heimen sind stark betroffen, da diese oft eine schlechte Essensqualität haben und in schlechten sozialen Verhältnissen leben. Meist haben sie auch einen schlechten Gesundheitszustand [TEPPER und GENILLARD-STOERR, 1991].

2.7.1 Erkrankungen

Ältere Personen sind für alle Formen von Erkrankungen viel anfälliger als Jüngere [QUINT et al, 2001]. Auf den Geruchs- und Geschmackssinn wirken sich vor allem virale Infektionen, Krebs, Krankheiten von Leber und Nieren und endokrine und nervöse Störungen negativ aus [SANDERS et al, 2002]. Schmeckstörungen sind allerdings seltener als Riechstörungen [KNECHT et al, 1999].

2.7.1.1 Orale Veränderungen und Erkrankungen

Viele Menschen verlieren im Alter ihre Zähne, wodurch sie auf Zahnprothesen angewiesen sind. Durch den Kunststoff am Gaumen beeinflussen diese die Geschmacksempfindung am Gaumen und können die retronasalen Empfindungen stark beeinträchtigen. Durch die fehlenden eigenen Zähne sind auch Textur- und Temperaturempfinden vermindert. Sitzen die Ersatzzähne schlecht, werden weniger Kaubewegungen durchgeführt, was wiederum die retronasalen Empfindungen vermindert. Diese sind viel besser, wenn viele Kaubewegungen gemacht werden. Wenn die Zahnprothesen nicht ordentlich gereinigt werden, kommt es zu Plaquebildung, wodurch verderbliche Gerüche und Infektionen der Mundschleimhaut zum Problem werden können [SHIP, 1999].

Das Risiko an periodontalen Krankheiten zu erkranken ist im Alter ebenfalls höher. Karies, bakterielle Erkrankungen der Mundschleimhaut und des Zahnfleisches und Pilzwachstum durch geringe Zahnhygiene, führen zu einem vermehrten Bakterienwachstum. Deren Abfallprodukte erzeugen Mundgeruch der üblicherweise auf dem hinteren Teil der Zunge entsteht. Dies wiederum führt zu chronischen nasalen Problemen. Der weiße Belag auf der Zunge führt ebenfalls zu einem verminderten Geschmacksempfinden [SHIP, 1999].

2.7.1.2 Sinunasale Riechstörung

Bei der sinunasalen oder konduktiv-respiratorischen Riechstörung kann das olfaktorische Neuroepithel keine Informationen weitergeben. Entweder, weil die Funktion des Epithels durch eine Entzündung gestört ist oder weil der Duftstoff

das Epithel und somit die Rezeptorzellen nicht erreicht. Ursache kann ein altersbedingter Sturz, mit der Folge einer Nasenbeinfraktur sein. Aber auch nasale Polypen können die Ursache eines verlegten Zugangs sein. Die Prävalenz für nasale Polypen steigt mit dem Alter von 2-2,7 % auf 5 % bei 60-Jährigen. Entzündungen der Nase und der Nasennebenhöhlen machen immerhin 50 % der Riechstörungen aus [STEINBACH et al, 2008].

2.7.1.3 Infektion der oberen Atemwege

Bei einer akuten Infektion der Atemwege schädigen die Viren wahrscheinlich direkt die olfaktorischen Rezeptorneurone. Die Regenerationsfähigkeit der olfaktorischen Rezeptorneurone lässt mit dem Alter jedoch nach und so besteht die Gefahr einer Riechstörung. Die größte Wahrscheinlichkeit dafür liegt in den Monaten März bis Mai vor [STEINBACH et al; 2008]. Diese postviralen Geruchsverluste sind die häufigste Ursache für nicht-respiratorische Riechstörungen. Im Frühen Stadium der Störung des Geruchs sind 84% anosmisch. Diese Rate reduziert sich auf 62% nach 3 bis 6 Monaten [QUINT et al, 2001]. Auch Geschmacksrezeptoren und ihre innervierenden Nerven können durch die Infektion geschädigt werden und zu Geschmacksverlusten führen [KNECHT et al, 1999].

2.7.1.4 Schädeltraumen

Mit dem Alter steigt auch die Gefahr zu stürzen. Bei 14-27 % der Kopftraumata kommt es zu einer Riechstörung. Es kann infolge des Sturzes zu einer Mittelgesichts- oder Schädelbasisfraktur und somit zu einer direkten Verletzung des Riechepithels kommen, oder die Nasenatmung wird durch ein Hämatom, ein Ödem, Vernarbungen oder Frakturfragmente behindert [STEINBACH et al, 2008]. Auch für Schmeckstörungen sind Schädel-Hirntraumen eine der Hauptursachen. Es können Läsionen in Bereichen des zentralen Nervensystems verursacht werden, die die Verarbeitung von Schmeckreizen behindern. Durch Frakturen kann es auch zu einer direkten Verletzung des Nervus facialis kommen [KNECHT et al, 1999].

2.7.1.5 Internistische Erkrankungen

Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes, Leber- und Nierenerkrankungen sowie Hypo- und Hyperthyreoidismus können das Riech- und Schmeckvermögen vermindern [KNECHT et al, 1999]. Kardiovaskuläre Probleme und Bluthochdruck scheinen hingegen keinen Einfluss zu haben [STEINBACH et al, 2008].

2.7.1.6 Krebs

Tumorzellen sezernieren aminosäureähnliche Substanzen, welche die Geschmackszellen beeinflussen und zu Veränderungen des Geschmacksempfindens führen. Oft wird über einen metallischen Nachgeschmack geklagt. Oder die Empfindung für süß ist erhöht oder vermindert. Manche entwickeln eine Intoleranz gegenüber Bitter [RAVASCO, 2005].

2.7.1.7 Neurologische Erkrankungen

2.7.1.7.1 Alzheimer und Demenzerkrankungen

Alzheimer und Demenzerkrankungen bei denen der pyriforme und der temporale Cortex (Amygdala) betroffen sind, führen zu einem verminderten Geruchsvermögen. Alzheimer Patienten sind am stärksten betroffen. Der Geruchsverlust macht sich schon sehr früh im Krankheitsverlauf bemerkbar. Sie zeigen sowohl bei Diskriminationstests als auch bei Identifikationstests einen Geruchsverlust. Patienten die an semantischer Demenz leiden haben eine höhere Identifikationsschwelle. Patienten mit frontotemporaler Demenz und Corticobasaler Degeneration leiden unter einer mildereren Form des Geruchsverlustes [LUZZI et al, 2007]. Der Geschmackssinn ist ebenfalls vermindert. Die Stärke des Verlustes korreliert mit der Stärke der kognitiven Veränderung. Zwischen Alzheimer Patienten und anderen Demenzerkrankungen ist beim Geschmackssinn allerdings kein Unterschied zu erkennen [LANG et al, 2006].

2.7.1.7.2 Parkinson

Der Geruchsverlust kann bei Parkinsonpatienten als signifikanter Marker der Krankheit gesehen werden. Der Geruchsverlust kommt sogar häufiger vor als das bei Parkinson auftretende unwillkürliche Zittern. Im Vergleich zur gesunden Population, wo ca. 25 % der Bevölkerung über 52 Jahren eine verminderte Geruchswahrnehmung haben, besteht bei über 95 % der Parkinsonpatienten ein vermindertes Riechvermögen [HAEHNER et al, 2009]. Auch der Geschmackssinn ist oft vermindert, allerdings sind davon nur etwas über 25 % betroffen. Der Verlust des Geschmackssinnes kann also nicht als diagnostischer Parameter genutzt werden. Ein gemeinsamer Verlust von Geruch und Geschmack hingegen unterstützt die Diagnose von Morbus Parkinson [SHAH et al, 2009].

2.7.1.8 „Burning mouth syndrom“

Das „Burning mouth syndrom“ geht mit einem Brennen der Zunge und der Lippen einher, wobei oft saure Lebensmittel den Schmerz auslösen. Die Patienten klagen über einen metallischen Geschmack und leiden unter Dysgeusie, aber auch der Verlust des Geschmackssinns kommt vor. Meist sind davon Frauen nach der Menopause betroffen. Die Ursache ist allerdings unbekannt. Es wird vermutet, dass das Syndrom einen neuropathischen Ursprung hat. Die verschiedensten Behandlungsmethoden sind nicht besonders effektiv [SUAREZ und CLARK, 2006].

2.7.2 Medizinische Eingriffe

2.7.2.1 Krebsbehandlungen

Noch stärker als der Krebs selbst beeinflussen Chemotherapie und Strahlenbehandlung den Geruchs- und Geschmackssinn. Geschmacks- und Geruchssinneszellen haben nur eine Lebensspanne von 10 bzw. 30 Tagen und sind somit Zellen mit einer schnellen Zellproliferation. Da bei der Chemotherapie die schnelle Zellproliferation der Tumorzellen bekämpft wird, werden dabei auch Geruchs- und Geschmackssinneszellen zerstört, was zu

Hypogeusie und Ageusie oder Dysgeusie führt. Die Veränderungen können von wenigen Stunden bis zu einigen Wochen dauern. Strahlentherapie die direkt auf den Kopf und Nackenbereich wirkt, kann auch Zellen der Zunge, Mikrovilli und Geschmacksknospen, sowie deren innervierende Nerven zerstören. Oft wird dadurch die Speichelproduktion stark vermindert, was zu Schwierigkeiten beim Kauen und Lösen der Geschmacksstoffe führt. Die Veränderungen reichen von schwachen Veränderungen, bis zu einem kompletten Verlust. Der Geschmackssinn kehrt allerdings 2-4 Monate nach der Strahlentherapie wieder vollständig zurück [RAVASCO, 2005].

2.7.2.2 Schädelbasischirurgie

Das Freilegen der unteren Schädelbasis, erfordert das Anheben des Bulbus olfactorius von der Siebplatte, was zur Anosmie führt. Nur bei einer einseitigen Erkrankung kann das gegenüberliegende olfaktorische Nervenbündel erhalten werden und so auch der Geruchssinn [BROWNE und MIMS, 2000].

2.7.2.3 Mittelohroperationen

Bei einer Mittelohroperation kann die Chorda Tympani beschädigt oder durchtrennt werden, was zu einem Geschmacksverlust des gegenüberliegenden vorderen Zungenteils führt, der in lokalen Tests auch nachweisbar ist. Das gesamte Geschmacksvermögen hingegen ist oft nicht vermindert, da die restlichen Geschmackssinneszellen den Verlust ausgleichen. Meist bemerkt der Patient die Schmeckstörung gar nicht [JUST et al, 2003].

2.7.2.4 Mikrochirurgie im Rachenraum

Der Zweig des Nervus glossopharyngeus der die Zunge versorgt, befindet sich nur 2-4 mm entfernt vom unteren Teil der Gaumenmandeln. Es besteht die Gefahr, dass er bei der Entfernung der Mandeln (Tonsillektomie) verletzt oder durchtrennt wird, was einen Geschmacksverlust verursacht. Der Geschmacksverlust kann aber auch infolge eines zu hohen Drucks der Instrumente auf die Zunge oder durch einen pre- oder postoperativen Zinkmangel in Zusammenhang mit der Tonsillektomie entstehen. Der

Geschmacksverlust ist allerdings nicht besonders häufig und die Prognose für die Erholung von der Schmeckstörung ist gut [TOMITA und OHTUKA, 2002].

Bei Entfernung der Kehlkopf-Polypen, Papillomen und kleinen Tumoren im Rachenraum, kann in seltenen Fällen ein zu hoher Druck der Instrumente auf die Zunge eine Verminderung des Geschmackssinnes verursachen [TOMOFUJI et al, 2005].

2.7.3 Medikamente

Oft beeinflussen nicht die Krankheiten den Geruchs- und Geschmackssinn sondern die Medikamente, die zu deren Behandlung genommen werden [SANDERS et al, 2002].

Besonders der Geschmackssinn ist stark betroffen. Medikamente haben einen Einfluss auf die Geschmacksrezeptoren, die chemosensorische Signalübertragung und die Weiterleitung der Signale bis ins Gehirn. Medikamente können durch Diffusion aus den Blutgefäßen der Zunge oder über den Speichel in die Mundhöhle gelangen und so Geschmacksempfindungen verändern oder sie haben einen starken Eigengeschmack. Am häufigsten wird ein saurer, bitterer oder metallischer Geschmack beschrieben [SCHIFFMAN und ZERVAKIS, 2002]. Oft lösen Medikamente auch eine verminderte Speichelproduktion aus, was ebenfalls zu einem verschlechterten Geschmacksempfinden führt [SHIP, 1999]. Medikamente zählen zu den häufigsten Ursachen von Schmeckstörungen, eine Vielzahl von Medikamenten kann Schmeckstörungen verschiedenster Art verursachen (Tab. 1) [KNECHT et al, 1999].

Riechstörungen hingegen werden durch Medikamente nicht so häufig verursacht. Wenn doch, geschieht dies wahrscheinlich durch Veränderungen des Nasenschleims durch die Medikamente [STEINBACH et al, 2008]. Es kann zu Hyposmie und Anosmie kommen, oft entstehen auch abnormale Gerüche (Parosmie) [SCHIFFMAN und ZERVAKIS, 2002]. Tabelle 2 zeigt Medikamente, nach deren Einnahme Riechstörungen beobachtet wurden [KNECHT et al, 1999].

Tab. 1: Medikamente, nach deren Einnahme Schmeckstörungen beobachtet wurden (Knecht et al, 1999)

Gruppe	Beispiele	Gruppe	Beispiele
Antibiotika, Antimykotika	Ampicillin, Cefamandol, Tetracyclin, Bleomycin, Ethambutol, Amphotericin B, Griseovulvin, Metronidazol	Immunsuppressiva	Doxorubicin, Methotrexat, Azathioprin, Vincristin
Antihistaminika	Chlorpheniramin, Trifluoperazin	Antiepileptika	Carbamazepin, Phenytoin
Anithreumatika	Gold, D-Penicillamin, Phenylbutazon	Anitseptika	Hexetidin
Anithyroidale Medikamente	Thiouracil, Methimazol, Carbimazol	Kortikosteroide	Dexamethason, Hydrocortison
Diuretika, Antihypertensiva	Amilorid, Captopril, Diazoxid, Diltiazem, Enalapril, Nifedipin	Antidiabetika	Glipizid, Phenformin
Lokalanästhetika	Tetracain, Benzocain, Lidocain	Muskelrlaxantien, Antiparkinsonmittel	Baclofen, Chlormezanon, L- Dopa
Vasodilatoren	Dipyridamol, Nitroglycerin	Andere	Allopurinol, Eisen, Lithium, Amphetamine

Tab. 2: Medikamente, nach deren Einnahme Riechstörungen beobachtet wurden (Knecht et al, 1999)

Gruppe	Beispiele
Antibiotika	Streptomycin
Anithreumatika	D-Penicillamin
Antihypertonika	Diltiazem, Nifedipin
Antidepressiva	Amitriptylin
Chemotherapeutika	Methotrexat
Psychopharmaka	Amphetamine, Alkohol
Sympathomimetika	Chronischer Gebrauch lokaler vasokonstriktiver Substanzen
Andere	Strychnin, Codein, Lidocain

2.8 Methoden zur Untersuchung der gustatorischen und olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit

2.8.1 Methoden zur Untersuchung des Riechvermögens

2.8.1.1 Psychophysische Untersuchung

„Sniffin’ Sticks“

Die von Kobal und Hummel entwickelten „Sniffin’ Sticks“ sind seit 1995 erhältlich [Wolfensberger und Schnieper, 1999]. Es sind mit Duftstoffen gefüllte Riechstifte, die ihren Geruch nach öffnen der Kappe freisetzen. Sie sind das Standard-Testverfahren für die Diagnostik von Riechstörungen im deutschsprachigen Raum. Der Test besteht aus drei Teilprüfungen, dem Schwellentest, dem Diskriminationstest und dem Identifikationstest. Erhältlich sind die Stifte bei der Firma Burghart Medizintechnik (Abb. 12) [HUMMEL et al, 2007].

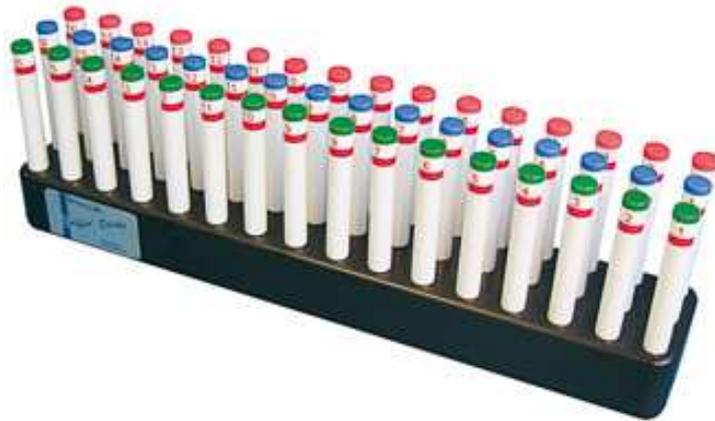


Abb. 12: Sniffin' Sticks der Firma Burghart Medizintechnik [Burghart Medizintechnik, 2009]

Der Schwellentest ermittelt ab welcher Konzentration ein Duft wahrgenommen wird. Dafür werden dem Probanden Triplets mit je einem Stift mit n-Butanol in ansteigender Konzentration angeboten. Der Proband soll den nach Butanol riechenden Stift erkennen. Sobald dies 2 Mal hintereinander gelingt, werden die Stifte mit sinkender Konzentration angeboten bis wieder nichts mehr erkannt wird, dann wird die Konzentration wieder gesteigert. Aus 7 derart ermittelten Umkehrpunkten kann die Geruchsschwelle errechnet werden.

Beim Diskriminationstest wird die Fähigkeit Gerüche zu unterscheiden überprüft. Der Test besteht aus 16 Triplets, wobei jedes davon aus zwei gleich riechenden Stiften und einem unterschiedlich riechendem Stift besteht. Die Probanden sollen den anders riechenden Stift erkennen.

Beim Identifikationstest sollen 16 Gerüche mittels Multiple-Choice-Verfahren erkannt werden. Es stehen dabei immer 4 Gerüche zur Auswahl.

Aus den Ergebnissen der drei Einzeltest wird ein Summenwert ermittelt, der SDI-Wert. Er erlaubt eine Unterscheidung zwischen Normosmie, Hyposmie und Anosmie [HUMMEL et al, 2007].

Für das Screening des Riechvermögens wird ein Identifikationstest mit 12 Stiften durchgeführt. Auch er erlaubt eine Unterscheidung von normalem und reduziertem oder fehlendem Riechvermögen. Es kann allerdings nur ein

Verdacht auf Anosmie oder Hyposmie diagnostiziert werden [STEINBACH et al, 2008].

University of Pennsylvania Smell Identification Test

Der University of Pennsylvania Smell Identification Test, kurz UPSIT ist ein reiner Identifikationstest. Dabei sind 40 überschwellige Düfte mikroverkapselt auf Papier aufgetragen. Sie werden durch Aufkratzen freigesetzt. Der Proband muss im Multiple Choice Verfahren aus vier Möglichkeiten die richtige Antwort auswählen. Bei intaktem Riechvermögen sollte ein Mann 34-40 Düfte und eine Frau 35-40 Düfte richtig identifizieren. Es gibt von diesem Test auch eine Screening Version, den CC-SIT (Cross Cultural Smell Identification Test). Dabei werden 12 Düfte verwendet. Er kann zwischen normalem und vermindertem Riechvermögen unterscheiden, zeigt jedoch nicht den Grad des Geruchsverlustes an [STEINBACH et al, 2008]. Ein großer Nachteil von UPSIT und CC-SIT ist, dass die verwendeten Düfte kulturelle Unterschiede im Bekanntheitsgrad aufweisen und so die Tests nicht überall verwendet werden können [HUMMEL et al, 2007].

Connecticut Chemosensory Clinical Research Center Test

Der Connecticut Chemosensory Clinical Research Center Test besteht aus einem Identifikationstest und einem Schwellentest. Beim Identifikationstest sind 8 bekannte Düfte in kleinen Gläschen zu identifizieren. Den Testpersonen werden 16 Düfte aufgelistet, 8 davon entsprechen den Düften im Test. Es müssen die richtigen ausgewählt werden. Beim Schwellentest muss der Proband unterschiedliche Konzentrationen von n-Butanol in Plastikflaschen zum zusammendrücken von Flaschen mit reinem Lösungsmittel unterscheiden. Gelingt dies fünf Mal in Folge wird der Wert als Schwellenwert definiert [HUMMEL et al, 1997].

Züricher Riechtest

Der Züricher Riechtest ist ein reiner Screening Test. Die Duftstoffe befinden sich in Riechdisketten, die durch auseinander ziehen der beiden Hälften den Geruch freisetzen. Der Test kann ein gesundes von einem verminderten Riechvermögen unterscheiden. Es müssen 8 Duftstoffe mittels Multiple-Choice

Verfahren aus 3 Antwortmöglichkeiten identifiziert werden. Bei intaktem Riechvermögen werden 7 oder 8 Gerüche richtig erkannt [STEINBACH et al, 2008].

2.8.1.2 Elektrophysiologische Verfahren

Getestet wird hierbei mit dem so genannten Olfaktometer, das olfaktorisch evozierte Potenziale (EP) misst [HUMMEL et al, 2007]. Dabei wird der Nase kontinuierlich nicht riechende Luft zugeführt, die alle 30-40 Sekunden für 200 ms durch einen Duftstoff ersetzt wird. Die dadurch entstehenden olfaktorisch EP werden aus dem EEG (Elektroenzephalogramm) abgelesen [STEINBACH et al, 2008]. Nur wenn olfaktorisch EP vorhanden sind, kann auch auf ein vorhandenes Riechvermögen geschlossen werden [HUMMEL et al, 2007].

Eine Studie von STUCK et al. [2006] ergab, dass die Ergebnisse des elektrophysiologischen Verfahrens, mit den Testergebnissen bei der Überprüfung des Geruchsvermögens mit „Sniffin’ Sticks“ korrelieren.

2.8.1.3 Volumetrische Untersuchung des Bulbus olfactorius

Der *Bulbus olfactorius* verbindet das periphere olfaktorische System mit den zentralen Hirnstrukturen und stellt eine wichtige Stelle bei der Verarbeitung von Gerüchen dar. In Tierversuchen konnte man erkennen, dass die zurückgehende Zellzahl bei verschlechtertem Riechvermögen, auch eine Größenreduktion des *Bulbus olfactorius* bewirkt. Das Volumen des *Bulbus olfactorius* kann mit Hilfe einer Magnetresonanztomographie dargestellt werden. Auf dessen Grundlage kann auf den funktionellen Status des Riechsystems geschlossen werden [HUMMEL et al, 2007].

2.8.1.4 Biopsien

Biopsien können Aufschlüsse über die peripheren Ursachen von Riechstörungen geben. Es wird dafür Schleimhaut aus dem relativ leicht zugänglichen Riechepithel gewonnen und untersucht [HUMMEL et al, 2007].

2.8.2 Methoden zur Untersuchung des Geschmacksempfindens

2.8.2.1 Psychophysische Untersuchung

„Whole mouth test“

Beim „Whole mouth Tests“ wird das Schmeckvermögen in der gesamten Mundhöhle getestet. Sie entsprechen am ehesten den alltäglichen Verhältnissen. Kleine Mengen von Geschmackslösungen werden dafür einige Sekunden im Mund behalten. Als Geschmacksstoffe werden meist Zucker, Zitronensäure, Natriumchlorid und Coffein oder Chinin verwendet [KNECHT et al, 1999].

„Taste strips“

„Taste strips“ sind Streifen aus Filterpapier, das wie ein Löffel geformt ist. Das freie Ende ist ca. 2 cm² groß und mit einem Geschmack imprägniert. Insgesamt besteht der Test aus 32 Streifen, wobei für jede Grundgeschmacksqualität vier Streifen mit vier verschiedenen Konzentrationen von Saccharose, Zitronensäure, NaCl, und Chinin Hydrochlorid für jede Zungenseite vorgesehen sind. Zum Testen werden die Streifen links oder rechts auf das vordere Drittel der Zunge platziert. Die Konzentrationen werden in ansteigender Reihenfolge präsentiert und der Mund wird vor jedem neuen Streifen mit Wasser gespült. Der Proband entscheidet sich für eine der 4 Grundgeschmacksqualitäten mittels forced choice Verfahren. Aus der Summe der richtigen Antworten wird der Taste Score gebildet. Mit dem Test können Normogeusie und Hypogeusie unterschieden werden [LANDIS et al, 2009].

„Three drop test“

Der „Three drop Test“ ist ein Schwellentest. Es werden dafür 8 unterschiedlich konzentrierte Lösungen je Geschmacksrichtung zubereitet. Für die Geschmacksrichtung Süß wird Saccharose, für Sauer Zitronensäure, für Salzig NaCl und für Bitter Coffein verwendet. Beim Test werden ein Tropfen der Lösung und zwei Tropfen destilliertes Wasser in der Mitte der Zunge platziert. Der Proband wählt die Geschmacksrichtung mittels forced choice Verfahren. Werden zwei Konzentrationen hintereinander richtig erkannt, gilt die

Konzentration als Schwelle. Aus allen vier Schwellen wird ein Taste Score errechnet [GUDZIOL und HUMMEL, 2007].

Geschmackstest mit Tabletten

Die Tabletten wurden für einen einfachen Screening Test der gustatorischen Funktion entwickelt. Der Test besteht aus 28 Tabletten, hergestellt aus mikrokristalliner Zellulose, Polyethylenglycol und Aerosil. Je 6 davon enthalten verschiedene Konzentrationen von Saccharose, Zitronensäure, NaCl und Coffein, vier Tabletten enthalten keinen Geschmack. Sie werden den Probanden in einem Intervall von 30 sec. mit einer Pinzette auf die Zunge gelegt. Der Proband soll die Tablette kauen und die Geschmacksrichtung mittels forced Choice Verfahren identifizieren. Dabei stehen Süß, Sauer, Salzig, Bitter und kein Geschmack zur Verfügung. Vor jeder Tablette wird der Mund mit Wasser gespült. Die Ergebnisse dieses Tests korrelieren mit den Ergebnissen des „Three Drop Tests“ [AHNE et al, 2000].

2.8.2.2 Elektrogustometrie

Bei der Elektrogustometrie wird durch anodale elektrische Stimulation von Gebieten mit Geschmacksknospen eine gustatorische Wahrnehmung ausgelöst. Die Wahrnehmung wird als Sauer, Metallisch, Elektroschock, Kribbelnd und Vibrierend beschrieben [MURPHY et al, 1995]. Es kann festgestellt werden, ob ein Verlust oder eine Verminderung des Geschmackssinnes vorliegt. Der Vorteil der Elektrogustometrie ist, dass damit die Funktion der einzelnen Nerven des gustatorischen Systems überprüft werden können [TOMITA und IKEDA, 2002]. Es ist jedoch noch nicht sicher inwieweit die elektrischen Schwellenwerte mit jenen chemischer Untersuchungen korrelieren [MURPHY et al, 1995].

2.8.2.3 Gustatorisch evozierte Potentiale

Wie die olfaktorische kann auch die gustatorische Funktion über die Gehirnaktivität gemessen werden. Dies ist mit EEG, fMRI (functional magnetic resonance imaging), PET (positron emission tomography) und MEG (Magnetencephalographie) möglich. Die gustatorischen Signale können

psychophysisch oder auch mittels Elektrogustometrie ausgelöst werden. Wobei die Elektrogustometrie den Vorteil hat, dass der Mund zwischen den einzelnen Konzentrationen nicht immer ausgespült werden muss und viel mehr Konzentrationen in Folge getestet werden können [YAMAMOTO et al, 2003].

3 Probanden und Methoden

3.1 Probanden

Im Zeitraum von März bis Juni 2009 wurden in Marchtrenk und Wels (Oberösterreich) Geruchs- und Geschmackstests durchgeführt. Es erklärten sich 151 Personen ab 55 Jahren, davon 127 Frauen und 24 Männer, bereit daran teilzunehmen. Die Frauen waren im Durchschnitt mit $75,9 \pm 10,0$ Jahren rund 5 Jahre älter als die Männer mit $70,7 \pm 8,8$ Jahren, was auf den höheren Anteil der Frauen bei den Hochbetagten zurückzuführen ist. Vor der Testdurchführung füllte jeder Proband einen 2-seitigen Fragebogen aus.

Zusätzlich zu den 151 Probanden der Untersuchungsgruppe aus Oberösterreich, stellten sich 49 Personen zwischen 22 und 40 Jahren am Institut für Ernährungswissenschaften als Kontrollgruppe zur Verfügung und führten den Geruchs- und Geschmackstest ebenfalls durch. Auch hier war der Frauenanteil mit $n = 43$ im Vergleich zu den Männern mit $n = 6$ deutlich höher. Der durchschnittliche Altersunterschied zwischen Männern ($26,3 \pm 2,6$ Jahre) und Frauen ($25,0 \pm 2,9$ Jahre) der Kontrollgruppe war sehr gering. Nachfolgende Grafik (Abb. 13) zeigt Anzahl und Altersstruktur von Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

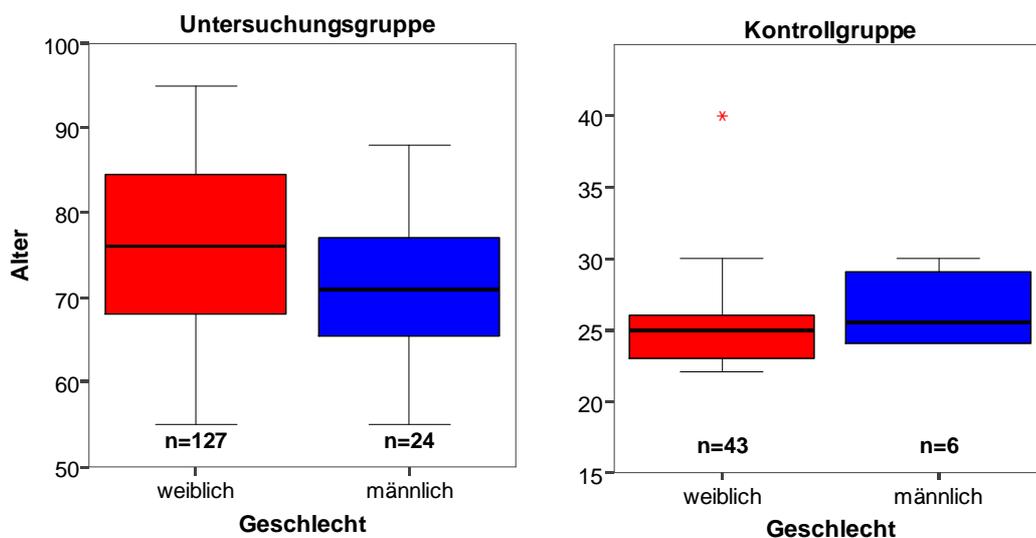


Abb. 13: Altersstruktur der Probanden von Untersuchungsgruppe und Kontrollgruppe

Die Probanden wurden aufgrund ihrer Lebensform in drei Gruppen eingeteilt:

- Personen, die in Pensionistenwohnheimen leben
- Personen, die im Privathaushalt leben
- Personen, die im Privathaushalt leben und das SELBA-Training besuchen

SELBA steht für „Selbstständig im Alter“. Das SELBA-Training ist ein speziell auf die Bedürfnisse der Senioren abgestimmtes Trainingsprogramm, das die Selbstständigkeit älterer Menschen länger erhalten soll. Die Inhalte basieren auf dem SIMA-Trainingsprogramm (SIMA = Bedingungen der Erhaltung und Förderung von Selbstständigkeit im höheren Lebensalter) der Universität Erlangen-Nürnberg und beinhalten Gedächtnistraining, psychomotorisches Training und Kompetenztraining [DIÖZESE LINZ]. Die Probanden, die an dieser Studie teilnahmen besuchten, das Training zum Zeitpunkt der Untersuchungen seit mindestens einem Jahr und längstens seit sechseinhalb Jahren.

Neben der Gruppeneinteilung aufgrund der Lebensform wurde auch eine Einteilung in Altersgruppen vorgenommen (Tab. 3).

Tab. 3: Einteilung der Untersuchungsgruppe nach Lebensform und Alter und Anzahl der Probanden

Altersgruppe	Gesamt			Pensionisten- wohnheim			Privathaushalt			Privathaushalt SELBA Training		
	w	m	ges	w	m	ges	w	m	ges	w	m	ges
55-64 Jahre (n)	21	5	26	0	0	0	6	5	11	15	0	15
65-74 Jahre (n)	36	12	48	0	3	3	9	5	14	27	4	31
75-84 Jahre (n)	38	6	44	19	3	22	10	2	12	9	1	10
≥ 85 Jahre (n)	32	1	33	30	1	31	2	0	2	0	0	0
Gesamt (n)	127	24	151	49	7	56	27	12	39	51	5	56

n = Anzahl der Probanden

3.2 Methoden

Zur Durchführung der Tests mit den Altenheimbewohnern wurden von den beiden Altenheimen (Bezirksalten- und Pflegeheim Marchtrenk und Leopold-

Spitzer Pensionistenheim Wels) Räume zur Verfügung gestellt. Für die Tests mit den Probanden aus den Privathaushalten konnte ein Raum des Volkshauses der Stadtgemeinde Marchtrenk genutzt werden und die Tests mit den SELBA-Trainingsgruppen konnten direkt in deren Übungsräumen, während einer Trainingseinheit durchgeführt werden. Die Tests mit der Kontrollgruppe fanden im Sensoriklabor des Institutes für Ernährungswissenschaften statt.

Die Tests wurden in kleinen Gruppen von 3 bis 6 Personen durchgeführt, bei den SELBA-Trainingsgruppen und der Kontrollgruppe nahmen bis zu 10 Personen gleichzeitig teil. Die Gruppengröße wurde aufgrund des körperlichen und geistigen Zustandes gewählt, da vor allem einige der Hochbetagten Bewohner des Altenheims sehr viel Aufmerksamkeit und teilweise Hilfe beim lesen und schreiben benötigen haben.

Jede Person bekam einen eigenen Platz um einen Einfluss des Nachbarn zu verhindern. Zusätzlich wurden die Probanden auch darauf aufmerksam gemacht, dass lautes Reden und Bemerkungen zum Test während der Durchführung, die Ergebnisse verfälschen können.

3.2.1 Fragebogen

Vor der Durchführung der beiden Tests wurde an die Probanden ein zweiseitiger Fragebogen ausgeteilt (Abb. 14). Er beinhaltete Fragen zur Person, wie das Alter und das Geschlecht des Teilnehmers. Einige Fragen betrafen den Gesundheitszustand. Darunter waren allgemeine Fragen zu Krankheiten, Medikamenteneinnahme und der Veränderung des Körpergewichtes, aber auch spezifische den Mund betreffende, wie die Frage nach einer Zahnprothese und nach einem trockenen Mund. Die Fragen dienten dazu einen eventuellen Zusammenhang zwischen dem Gesundheitszustand und dem Verlust von Geruchs- und Geschmackssinn fest zu stellen. Weiters beinhaltete der Fragebogen Fragen zum Geruchs- und Geschmackssinn. Dabei wurde jede Geschmacksrichtung berücksichtigt, um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Essverhalten und einem verminderten Empfinden der Geschmacksrichtung heraus zu finden. Außerdem wurden die Probanden nach

PROBANDEN UND METHODEN

der subjektiven Einschätzung ihrer Geruchs- und Geschmackswahrnehmung gefragt.

Name:		
Geboren (Jahrgang):		
Geschlecht: weiblich <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/>		
Sind Sie Raucher?		
nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		
Leiden Sie an einer Krankheit?		
Diabetes <input type="checkbox"/> Bluthochdruck <input type="checkbox"/>		
Leber- oder Nierenleiden <input type="checkbox"/> Asthma <input type="checkbox"/>		
Krebs <input type="checkbox"/> Alzheimer <input type="checkbox"/>		
Schilddrüsenunterfunktion <input type="checkbox"/> Parkinson <input type="checkbox"/>		
Sonstiges: _____		
Nehmen Sie Medikamente?		
nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		
Wie viele Medikamente nehmen Sie?		
1 Medikament <input type="checkbox"/> 2-3 Medikamente <input type="checkbox"/> mehr als 3 Medikamente <input type="checkbox"/>		
Tragen Sie eine Zahnprothese?		
nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		
Haben Sie oft einen trockenen Mund?		
nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		
Haben Sie das Gefühl nicht mehr so gut zu riechen wie früher?		
Nein, ich rieche noch genauso gut wie früher <input type="checkbox"/>		
Ja, ich rieche nicht mehr so gut wie früher <input type="checkbox"/>		
Wenn ja, seit wann?		
seit ½ Jahr <input type="checkbox"/> seit 1 Jahr <input type="checkbox"/> seit 2 Jahren <input type="checkbox"/>		
seit 5 Jahren <input type="checkbox"/> seit 10 Jahren <input type="checkbox"/> seit mehr als 10 Jahren <input type="checkbox"/>		

nach Krankheiten wurden die Antworten in zwei Gruppen eingeteilt. Diejenigen die eine Krankheit angaben wurden in eine Gruppe zusammengefasst. Die zweite Gruppe bildeten diejenigen, die unter keiner Krankheit litten.

Für die Auswertung der Frage nach dem Süßen von Tee und Kaffee wurden die Antworten „ja, einen Löffel/Würfel Zucker“ und „ja, ein Stück Süßstoff“ und die Antworten „ja, mehr als einen Löffel/Würfel Zucker“ und „ja, mehr als ein Stück Süßstoff“ zusammengefasst.

Bei den Fragen welche bitteren und sauren Lebensmittel und Getränke gerne gegessen/getrunken werden, wurde eine Vorliebe für bittere bzw. saure Lebensmittel angenommen, wenn fünf oder sechs Lebensmittel ausgewählt wurden.

3.2.2 Geruchstest

Für den Geruchstest wurde der „Screening 12 Sniffin' Sticks Test“ der Firma Burghart Medizintechnik verwendet (Abb. 15). Der Test besteht aus 12 Stiften, die mit Aromen gefüllt sind, die natürliche Gerüche möglichst genau interpretieren. Da es ein Identifikationstest ist, müssen die Probanden das Aroma erkennen und benennen. Es wurde ihnen dabei eine Auswahl von vier Düften zur Verfügung gestellt, aus der sie den am ehesten Zutreffenden ankreuzen müssen.



Abb. 15: Screening 12 Sniffin' Sticks der Firma Burghart Medizintechnik [Burghart Medizintechnik, 2009]

3.2.2.1 Durchführung des Geruchstests

Vor der Durchführung des eigentlichen Tests wurde jeder Gruppe die Vorgehensweise erklärt und sie wurden insbesondere auf die richtige Technik, das Schnüffeln hingewiesen, bei dem die Luft drei mal besonders stark in die Nase gezogen wird. Während des Tests wurden weiße Baumwollhandschuhe getragen um eine Kontamination der Stifte zu vermeiden. Nach dem Entfernen der Stiftkappe wurde der Stift dem Probanden ca. 2 cm unter die Nasenlöcher gehalten und er wurde zum schnüffeln aufgefordert. Danach wurde der Stift sofort wieder verschlossen. Um die Durchführung in den etwas größeren SELBA-Trainingsgruppen und in der Kontrollgruppe zu erleichtern wurde von diesen der Test selbständig durchgeführt. Auf Kommando wurden alle 60 Sekunden die Stifte weitergereicht, bis jeder an allen 12 Stiften geschnüffelt hatte. Nach jedem Stift wurde eine der vier Antwortmöglichkeiten vom Probanden ausgewählt und angekreuzt (Abb. 16).

Sniffin Sticks Geruchstest

Bitte schnüffeln Sie 3 Mal an jedem Stift und kreuzen Sie, den für Sie am besten zutreffenden Geruch an. Die Zeit die Sie an jedem Stift riechen können wird Ihnen vorgegeben.

Stift 1	
<input type="checkbox"/>	Orange
<input type="checkbox"/>	Erdbeere
<input type="checkbox"/>	Brombeere
<input type="checkbox"/>	Ananas

Stift 2	
<input type="checkbox"/>	Rauch
<input type="checkbox"/>	Schuhleder
<input type="checkbox"/>	Klebstoff
<input type="checkbox"/>	Gras

Stift 3	
<input type="checkbox"/>	Honig
<input type="checkbox"/>	Schokolade
<input type="checkbox"/>	Vanille
<input type="checkbox"/>	Zimt

Stift 4	
<input type="checkbox"/>	Schnittlauch
<input type="checkbox"/>	Fichte
<input type="checkbox"/>	Pfefferminz
<input type="checkbox"/>	Zwiebel

Stift 5	
<input type="checkbox"/>	Kokos
<input type="checkbox"/>	Walnuss
<input type="checkbox"/>	Banane
<input type="checkbox"/>	Kirsche

Stift 6	
<input type="checkbox"/>	Pfirsich
<input type="checkbox"/>	Apfel
<input type="checkbox"/>	Zitrone
<input type="checkbox"/>	Grapefruit

Stift 7		Stift 8		Stift 9	
	Lakritz		Zigarette		Gewürz- Nelken
	Gummibär		Kaffee		Pfeffer
	Kaugummi		Wein		Zimt
	Kekse		Kerzenrauch		Senf
Stift 10		Stift 11		Stift 12	
	Birne		Kamille		Brot
	Pflaume		Himbeere		Fisch
	Pfirsich		Rose		Käse
	Ananas		Kirsche		Schinken

Abb. 16: Antwortbogen des Sniffin' Sticks Geruchstests

Für die Auswertung wurden alle richtigen Antworten zusammengezählt. 10 oder mehr richtige Antworten lassen auf ein intaktes Riechvermögen schließen. Werte zwischen 9 und 6 werden als Hyposmie gewertet und unterhalb von 6 richtigen Antworten wird eine Anosmie vermutet [STEINBACH et al, 2008].

3.2.3 Geschmackstest

Es wurde ein modifizierter Geschmackstest nach DIN-Norm 10961 verwendet [DIN-Norm 10961]. Der Test bestand aus 10 Lösungen in den vier Grundgeschmacksarten und Wasser (Tab. 4). Die Geschmacksrichtung musste erkannt und benannt werden. Die Probanden konnten zwischen den vier Grundgeschmacksarten und „nicht zu erkennen“ wählen.

3.2.3.1 Vorbereitung der Geschmackslösungen

Zur Herstellung der 10 Geschmackslösungen wurden Saccharose (süß), NaCl (salzig), Zitronensäure (sauer) und Coffein (bitter) verwendet. Die erforderliche Menge der jeweiligen Substanz (Tab. 4) wurde in einem 1l Messkolben eingewogen und mit lauwarmen Leitungswasser aufgefüllt. Die Lösungen

wurden bis zum Verbrauch, der am selben Tag stattfand, bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Kurz vor der Durchführung wurden für jeden Probanden, je zehn kodierte Gläser mit ca. 50 ml der einzelnen Lösungen vorbereitet.

3.2.3.2 Durchführung des Geschmackstests

Vor der Durchführung wurde den Probanden das Testverfahren genau erklärt. Jede Prüfperson wurde gebeten einen Schluck jeder Probe gleichmäßig im Mund zu verteilen, sie etwas darin zu behalten und wieder auszuspucken. Zwischen den einzelnen Proben sollten die Probanden jeweils den Mund mit reinem Leitungswasser spülen. Für den Test selbst bekam jede Testperson 10 Gläser, die mit Probennummern beschriftet waren. Jede der zehn Lösungen wurde auf die vorher besprochene Art und Weise gekostet. Die empfundene Geschmacksrichtung oder „nicht zu erkennen“ wurde am Antwortbogen (Abb. 17) angekreuzt.

Für die Auswertung wurden die richtigen Antworten zusammen gezählt. Bei den Proben im Bereich des Schwellenwertes galt die Geschmacksrichtung selbst aber auch „nicht zu erkennen“ als richtig (Tab. 4). Um den Geschmackssinn als normal einstufen zu können, müssen 80% der Antworten richtig sein. Bei zehn Proben entsprach das mindestens acht richtigen Antworten. Weniger richtige Antworten lassen auf ein vermindertes Schmeckvermögen schließen.

Tab. 4: Geschmackslösungen

Lösung	g Substrat/ l Wasser		Auswertung
1	4,0 g Saccharose	Schwellenbereich	Süß/nicht zu erkennen
2	0,2 g Zitronensäure	Unterschwellig	Nicht zu erkennen
3	0,8 g NaCl	Schwellenbereich	Salzig/ nicht zu erkennen
4	1,5 g NaCl	Überschwellig	Salzig
5	0,3 g Zitronensäure	Schwellenbereich	Sauer/ nicht zu erkennen
6	Wasser		Nicht zu erkennen
7	6,0 g Saccharose	Überschwellig	Süß
8	0,2 g Coffein	Schwellenbereich	Bitter/nicht zu erkennen
9	0,3 g Coffein	Überschwellig	Bitter
10	0,4 g Zitronensäure	Überschwellig	Sauer

Erkennung der vier Grundgeschmacksarten

Bitte prüfen Sie die Lösungen durch Schmecken auf ihre Geschmacksrichtung und kreuzen Sie die entsprechende Antwort an.

Die Lösungen können Zucker (süß), Kochsalz (salzig), Zitronensäure (sauer), Coffein (bitter) oder nichts enthalten. Bitte halten Sie die Reihenfolge der Nummern ein. Es ist erlaubt eine Lösung mehrmals zu kosten.

Probennummer	Nicht zu erkennen	süß	sauer	salzig	bitter
430					
103					
611					
271					
188					
425					
304					
071					
255					
972					

Abb. 17: Antwortbogen des Tests zum Erkennen der vier Grundgeschmacksarten

3.2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mittels SPSS 15.0 für Windows (Statistical Package for the Social Science, SPSS Incorp., Chicago Ill. USA) durchgeführt.

Um Unterschiede zu prüfen wurde der nicht parametrische Mann-Whitney U-Test herangezogen. Er wurde dem T-Test für 2 unabhängige Stichproben vorgezogen, da entweder keine Normalverteilung vorlag oder der Stichprobenumfang sehr gering war.

Signifikante Unterschiede der Mittelwerte waren gegeben, wenn $p < 0,05$ (signifikant), $p < 0,01$ (sehr signifikant) und $p < 0,001$ (höchst signifikant).

Für die Prüfung auf Zusammenhänge wurde die Rangkorrelation nach Spearman berechnet, da die Daten ordinalskaliert oder metrisch, aber nicht normal verteilt waren. Die Höhe des Zusammenhangs wird durch den Korrelationskoeffizienten r definiert. Wobei $r = 1$ einen perfekten Zusammenhang darstellt und $r = 0$ bedeutet, dass kein Zusammenhang besteht.

Zur Auswertung der nominalskalierten Daten wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt und anschließend mittels Cramer's V ein Zusammenhangsmaß ermittelt. Wobei wiederum Cramer's V = 1 einen perfekten Zusammenhang darstellt und Cramer's V = 0 bedeutet, dass kein Zusammenhang besteht.

Ein Zusammenhang war gegeben, wenn $p < 0,05$ (signifikant), $p < 0,01$ (hoch signifikant) und $p < 0,001$ (höchst signifikant) war.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Abnahme der Geruchswahrnehmung mit dem Alter

Bei der Überprüfung des Geruchsvermögens mit den Sniffin´Sticks konnte festgestellt werden, dass 91,84 % der Personen der Kontrollgruppe ein normales Geruchsvermögen hatten und 8,16 % ein vermindertes. Bei der Untersuchungsgruppe der 55-64-Jährigen konnten bereits die ersten Personen (3,85 %) die unter Anosmie leiden beobachtet werden. Die Zahl der Personen mit Normosmie betrug 61,54 % und die Anzahl an Personen mit Hyposmie 34,62 %. Die Anzahl der an Anosmie leidenden Personen stieg mit jeder Gruppe höheren Alters. Im Alter über 84 Jahren betrug sie bereits 42,42 %. Die Anzahl der Personen mit Normosmie hingegen sank. In der Altersgruppe >84-Jährigen hatten nur noch 9,09 % der teilnehmenden Personen ein normales Riechvermögen. Die Anzahl der Personen mit Hyposmie veränderte sich mit dem Alterungsprozess nicht so stark. Sie war bei den 65-74-Jährigen 43,75 %, bei den 75-84-Jährigen 54,55 % und bei den >84-Jährigen 48,48 %. (Abb. 18).

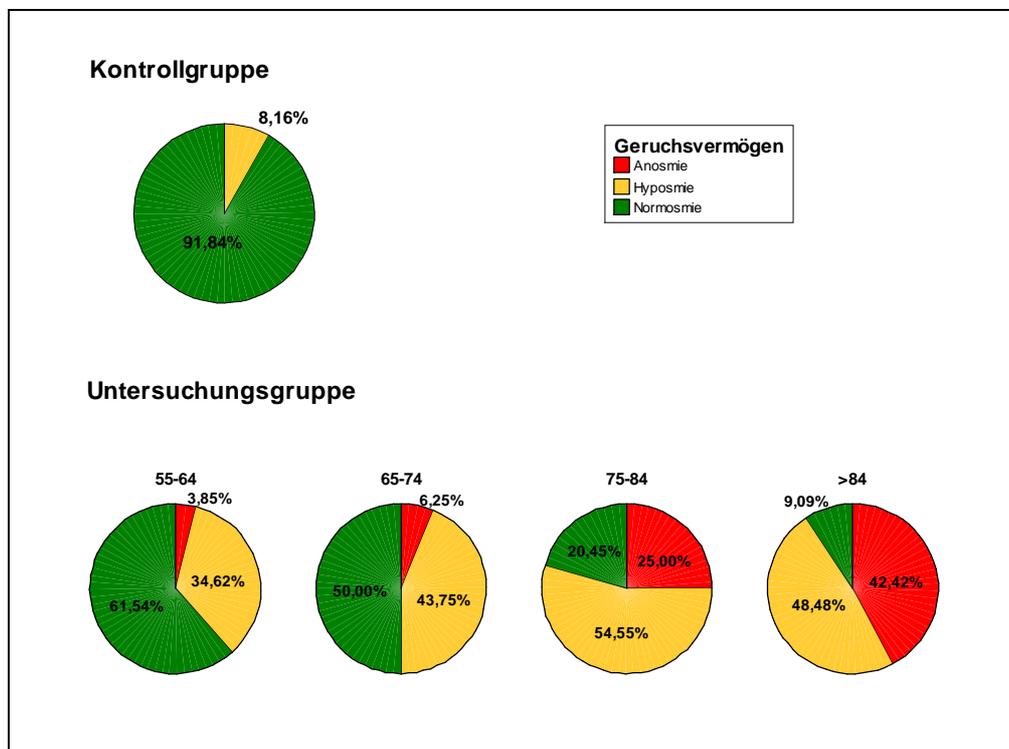


Abb. 18: %-Verteilung der Personen mit Normosmie, Hyposmie und Anosmie (Kontrollgruppe vs. Untersuchungsgruppe)

Eine Überprüfung der Korrelation zwischen der Anzahl an richtig erkannten Gerüchen im Test und dem Alter der Probanden bestätigt die Annahme, dass das Geruchsvermögen mit dem Alter abnimmt (Abb.19). Es wurden signifikant negative Korrelationen sowohl bei dem gesamten Untersuchungskollektiv ($p < 0,001$, $r = -0,545$) als auch bei den weiblichen ($p < 0,001$, $r = -0,577$) und männlichen ($p < 0,05$, $r = -0,441$) Probanden der Untersuchungsgruppe beobachtet.

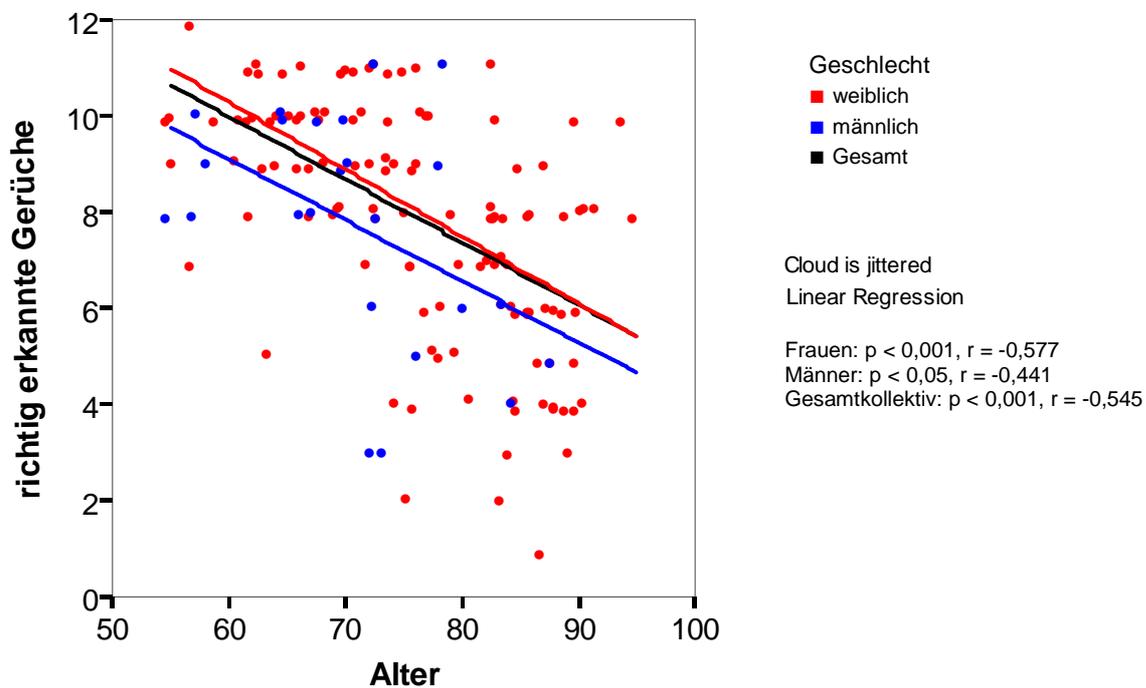


Abb. 19: Korrelation zwischen den im Test richtig erkannten Gerüchen und dem Alter der Probanden der Untersuchungsgruppe

Bei einem Vergleich der mittleren Anzahl an richtig erkannten Gerüchen, konnte bei allen Altersgruppen des Untersuchungskollektivs ein höchst signifikanter ($p < 0,001$) Unterschied im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Ein Vergleich innerhalb der Gruppen zeigte, dass sich die 75-84-Jährigen und die >84-Jährigen höchst signifikant ($p < 0,001$) von den 55-64-Jährigen und den 65-74-Jährigen unterschieden (Abb. 20).

Dieselben Unterschiede ergaben sich bei der Auswertung der Ergebnisse der weiblichen Probanden. Es unterschieden sich alle Altersgruppen höchst signifikant ($p < 0,001$) von der Kontrollgruppe, ebenso unterschieden sich die 75-84-Jährigen und die >84-Jährigen höchst signifikant ($p < 0,001$) von den 55-64-Jährigen und den 65-74-Jährigen. Der Anteil der männlichen Probanden war zu gering um eine Auswertung hinsichtlich signifikanter Unterschiede vorzunehmen. Es war allerdings auch bei den Männern die gleiche Tendenz zu erkennen. In der Altersgruppe der 65-74-Jährigen schnitten die Männer beim Test signifikant schlechter ($p < 0,05$) als die Frauen ab. In allen anderen Altersgruppen konnte kein Unterschied zwischen den weiblichen und den männlichen Probanden festgestellt werden. Wobei auch hier die geringe Probandenzahl bei den Männern, die Aussagekraft verfälschen könnte (Abb. 21).

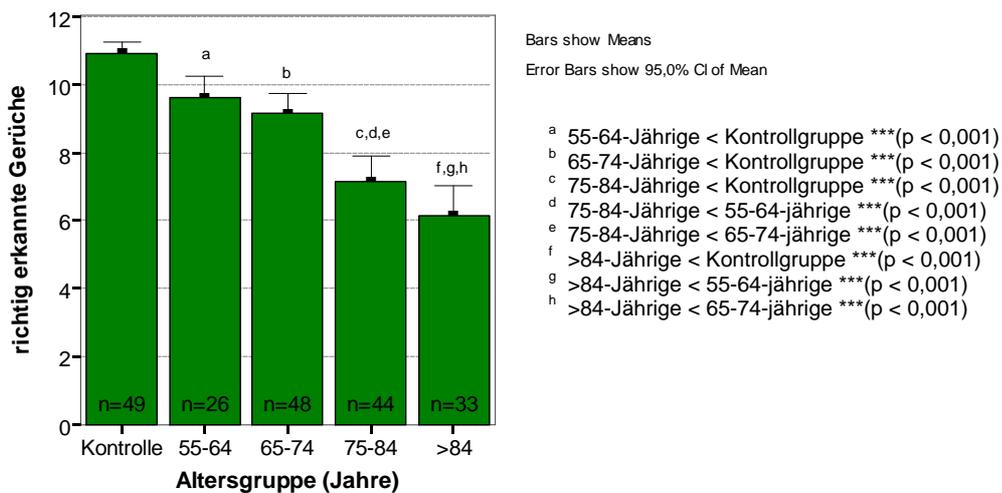


Abb. 20: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs

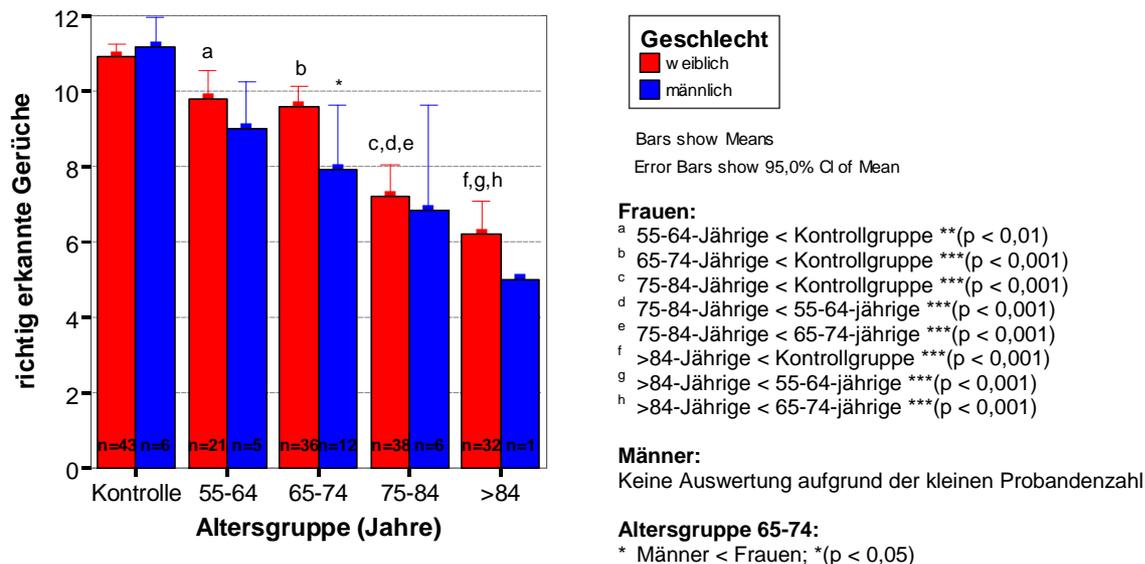


Abb. 21: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich)

Die Verminderung des Geruchssinnes mit dem Alter konnte auch von KOBAL et al. [2000] und STUCK et al. [2006] mittels „Sniffin' Sticks“ festgestellt werden.

2000 wurde von KOBAL et al. eine Studie mit 966 Probanden veröffentlicht. Die alle mittels „Sniffin' Sticks“ untersucht wurden. Es wurde ein Test zusammengesetzt aus Schwellentest, Diskriminationstest und Identifikationstest und ein Screeningtest mit 8 Stiften durchgeführt. Die Probanden wurden in vier Altersgruppen eingeteilt (6-15 Jahre, 16-35 Jahre, 36-55 Jahre, >55 Jahre). Es konnte in dieser Studie ebenfalls eine Abhängigkeit des Geruchsvermögens vom Alter festgestellt werden. Die Gruppe der über 55-Jährigen unterschied sich signifikant von der Gruppe der 16-35-Jährigen, beim Screening (p < 0,001) bei dem aus den Ergebnissen der drei Einzeltests ermitteltem Summenwert, dem SDI-Score (p = 0,003) und in den einzelnen Tests (Schwellentest p = 0,027; Diskriminationstest p = 0,007), bis auf die Identifikation. Beim Identifikationstest konnte dafür ein signifikanter (p = 0,001) Unterschied zur Gruppe der 6-15-Jährigen festgestellt werden. Die Frauen waren lediglich beim Screeningtest sensitiver als die Männer.

Auch STUCK et al. [2006] untersuchten das Geruchsvermögen mittels „Sniffin’ Sticks“ und zusätzlich mit einem elektrophysiologischen Verfahren. Die 95 Personen, die an der Studie teilnahmen, waren im Alter von 18 – 80 Jahren. Es konnte festgestellt werden, dass die Erkennungsschwellen der Gerüche mit dem Alter sinken. Bei den überschwelligen Konzentrationen konnte allerdings keine Altersabhängigkeit beobachtet werden. Die Ergebnisse des elektrophysiologischen Verfahrens korrelierten mit denen des „Sniffin’ Sticks“-Tests.

4.2 Abnahme der Geschmackswahrnehmung mit dem Alter

Der Test für das Erkennen der vier Grundgeschmacksrichtungen ergab, dass nur rund 80 % der Personen der Kontrollgruppe ein normales Geschmacksvermögen hatte. Die restlichen 20 % gaben beim Test weniger als acht richtige Antworten und ihr Geschmacksvermögen wurde mit Hypogeusie eingestuft. Bei den >84-Jährigen stieg die Anzahl der Probanden mit Hypogeusie auf 84,85 %. In den anderen drei Altersgruppen des untersuchten Kollektivs zeigte sich ein ähnliches Bild. 65-70 % litten unter Hypogeusie und 30-35 % der Personen hatten ein normales Geschmacksvermögen (Abb. 22).

Kontrollgruppe



Untersuchungsgruppe

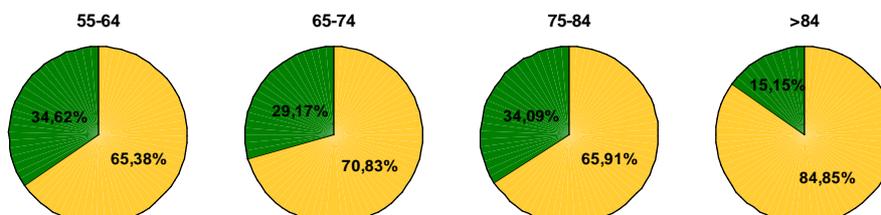


Abb. 22: %-verteilung der Personen mit Normogeusie und Hypogeusie (Kontrollgruppe vs. Untersuchungsgruppe)

In den vier Altersgruppen des Untersuchungskollektivs konnte keine Korrelation zwischen richtig erkannten Geschmacksrichtungen und dem Alter beobachtet werden.

Es konnte jedoch ein höchst signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zwischen den einzelnen Altersgruppen und der Kontrollgruppe beim Vergleich der mittleren Anzahl richtig erkannter Geschmacksrichtungen festgestellt werden (Abb. 23).

Bei der Evaluierung des Geschmacksvermögens lassen sich die Ergebnisse der Untersuchungsgruppe auf die Ergebnisse der weiblichen Probanden zurückführen. Bei den Frauen unterschieden sich alle Altersgruppen des Untersuchungskollektivs höchst signifikant ($p < 0,001$) von der Kontrollgruppe. Bei den Männern konnte wiederum aufgrund der geringen Probandenzahl keine Auswertung vorgenommen werden. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern, ausgenommen in der Kontrollgruppe, wo ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) festgestellt wurde. Von den sechs männlichen Teilnehmern konnten nur drei mehr als 80 % richtige Antworten geben und somit mit Normogeusie eingestuft werden. (Abb. 24).

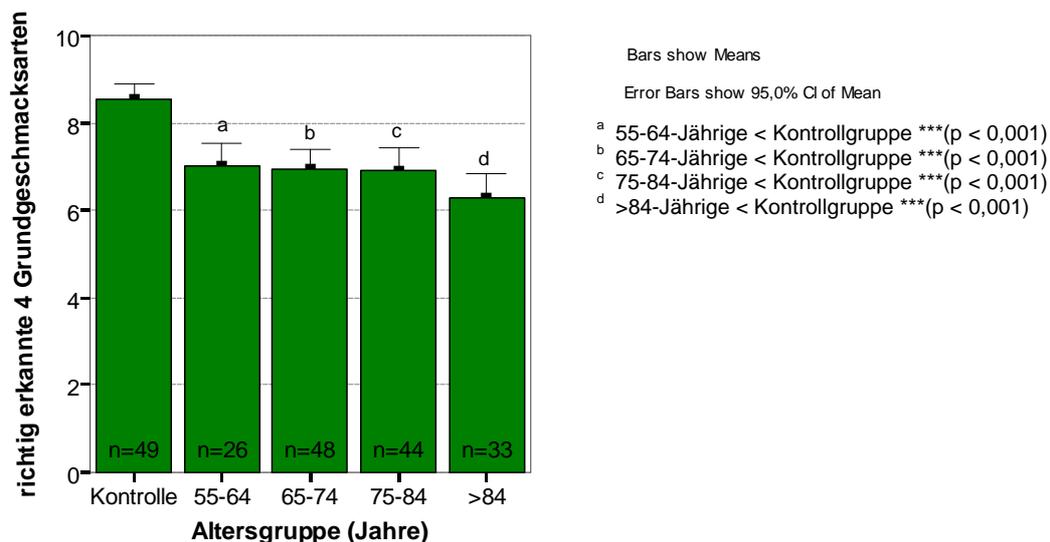


Abb. 23: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs

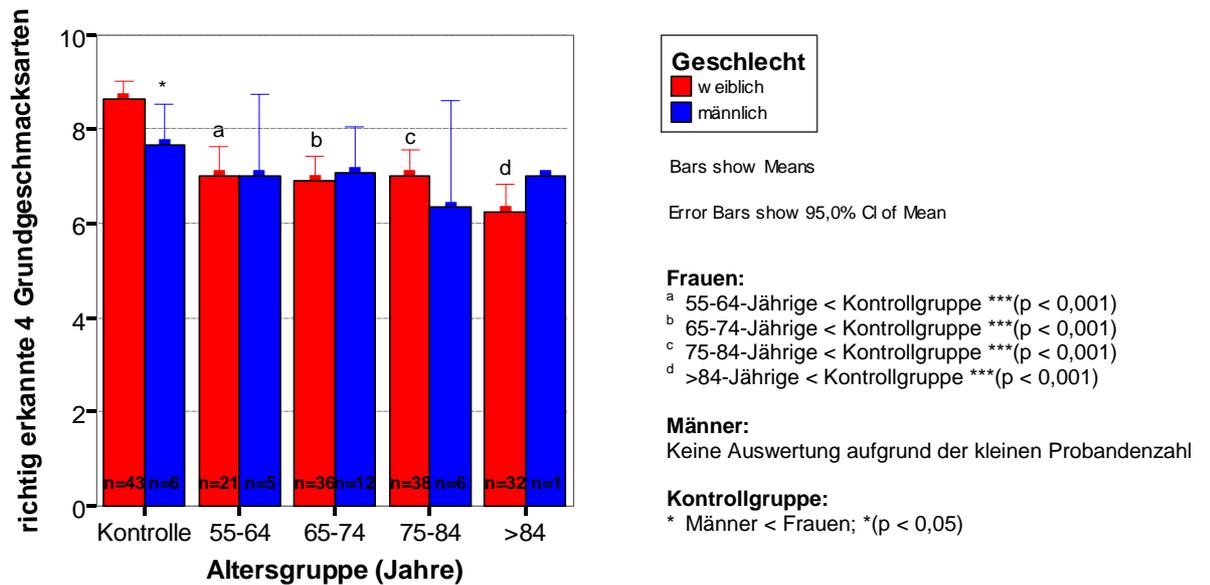
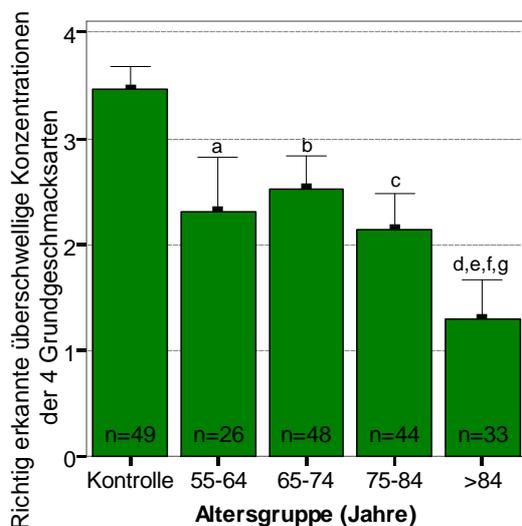


Abb. 24: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich)

Bei alleiniger Betrachtung der richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Geschmacksrichtungen, konnte ein höchst signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zwischen den einzelnen Altersgruppen des Untersuchungskollektivs und der Kontrollgruppe sowie zwischen der Gruppe der >84-Jährigen und den anderen Altersgruppen festgestellt werden (Abb. 25)

Bei den weiblichen Probanden konnte das gleiche Bild beobachtet werden. Alle Altersgruppen des Untersuchungskollektivs unterschieden sich höchst signifikant ($p < 0,001$) von der Kontrollgruppe sowie die >84-Jährigen von den anderen Altersgruppen des Untersuchungskollektivs. Bei den Männern wurde wieder keine Auswertung aufgrund der geringen Probandenzahl vorgenommen. Es konnte sowohl in der Untersuchungsgruppe als auch in der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern festgestellt werden (Abb. 26).

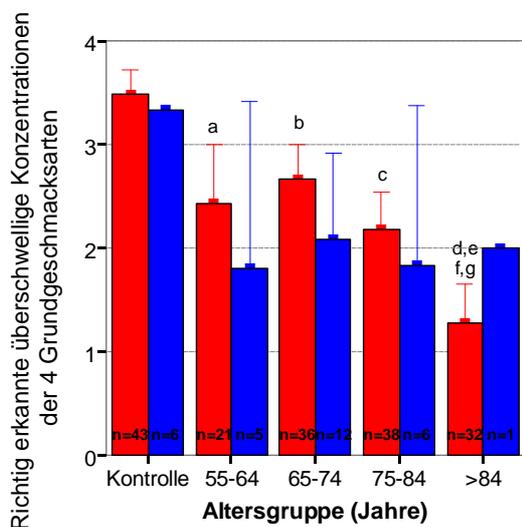


Error Bars show 95,0% CI of Mean

Bars show Means

- ^a 55-64-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^b 65-74-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^c 75-84-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^d >84-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^e >84-Jährige < 55-64-Jährige ***($p < 0,001$)
- ^f >84-Jährige < 65-74-Jährige ***($p < 0,001$)
- ^g >84-Jährige < 75-84-Jährige ***($p < 0,001$)

Abb. 25: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs



Geschlecht

- weiblich
- männlich

Bars show Means

Error Bars show 95,0% CI of Mean

Frauen:

- ^a 55-64-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^b 65-74-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^c 75-84-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^d >84-Jährige < Kontrollgruppe ***($p < 0,001$)
- ^e >84-Jährige < 55-64-Jährige ***($p < 0,001$)
- ^f >84-Jährige < 65-74-Jährige ***($p < 0,001$)
- ^g >84-Jährige < 75-84-Jährige ***($p < 0,001$)

Männer:

Keine Auswertung aufgrund der kleinen Probandenzahl

Abb. 26: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich)

Beim Erkennen der vier Geschmackslösungen in den Schwellenkonzentrationen unterschieden sich alle Altersgruppen des Untersuchungskollektivs höchst signifikant ($p < 0,001$) von der Kontrollgruppe.

Die Altersgruppe der 75-84-Jährigen hatte zudem signifikant ($p < 0,05$) weniger richtige Antworten, als die 55-64-Jährigen und die 65-74-Jährigen, die Altersgruppe der >84-Jährigen sogar höchst signifikant ($p < 0,001$) weniger. Zusätzlich konnten die >84-Jährigen die Geschmacksschwellen signifikant ($p < 0,05$) schlechter erkennen als die 75-84-Jährigen (Abb. 27).

Ähnliches wurde bei den weiblichen Probanden beobachtet. Die Frauen aller Altersgruppen des Untersuchungskollektivs konnten die Geschmacksschwellen höchst signifikant ($p < 0,001$) schlechter erkennen als die Frauen der Kontrollgruppe. Die 75-84-Jährigen unterschieden sich signifikant ($p < 0,05$) von den 55-64-Jährigen und hoch signifikant ($p < 0,01$) von den 65-74-Jährigen. Die >84-Jährigen unterscheiden sich höchst signifikant ($p < 0,001$) von den 55-64-Jährigen und den 65-74-Jährigen, allerdings nicht signifikant von den 75-84-Jährigen. Ein Unterschied zwischen Männern und Frauen konnte nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse der Männer konnten aufgrund der geringen Probandenzahl nicht ausgewertet werden (Abb. 28).

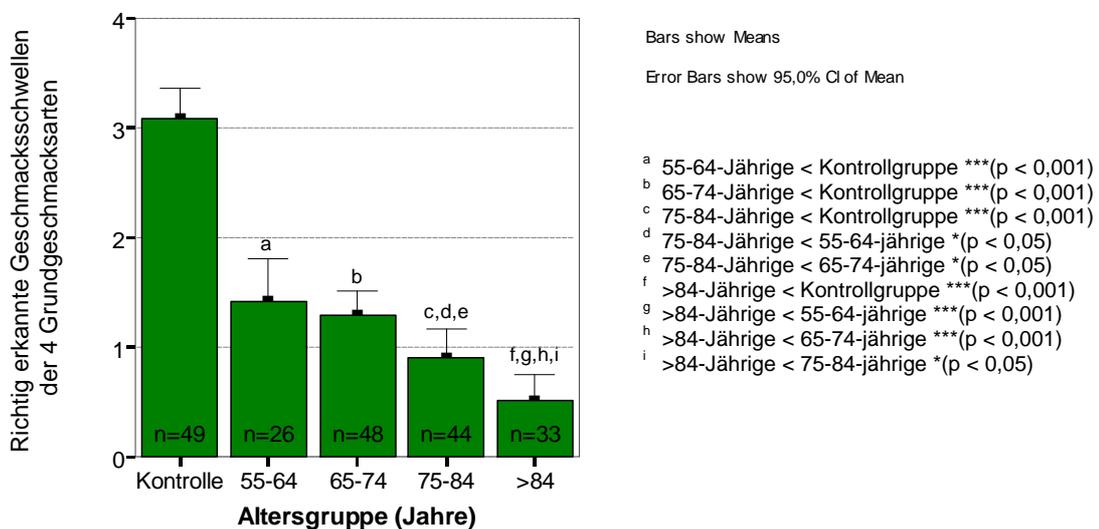


Abb. 27: Richtig erkannte Geschmacksschwelle der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs

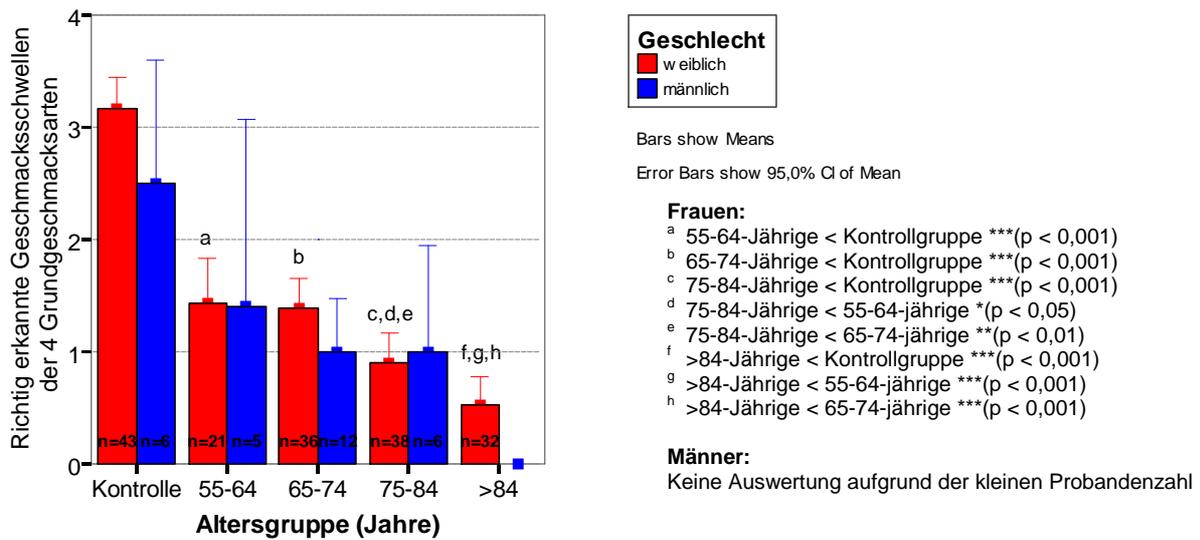


Abb. 28: Richtig erkannte Geschmacksschwellen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied Kontrollgruppe und Altersgruppen des Untersuchungskollektivs (weiblich/männlich)

4.2.1 Das Erkennen der vier Geschmacksrichtungen mit dem Alter

Die Geschmacksrichtung Bitter wurde von den Probanden der Untersuchungsgruppe am häufigsten nicht erkannt, nicht einmal 40 % der Teilnehmer gaben die richtige Antwort. Am besten erkannt wurde süß, mehr als 70 % der Personen konnten diesen Geschmack richtig identifizieren. Sauer wurde von rund 55 % erkannt und salzig von rund 45 % der Personen. In der Kontrollgruppe wurde salzig am besten identifiziert, nur ca. 6 % der Personen konnten diese Geschmacksrichtung nicht erkennen. Gefolgt vom süßen Geschmack, dieser wurde von 90 % der Kontrollgruppe identifiziert. Die Geschmacksrichtungen Bitter und Sauer wurden nicht so gut erkannt. Bitter konnten etwas weniger als 20 % der Personen nicht erkennen und Sauer etwas mehr als 20 %. (Abb. 29).

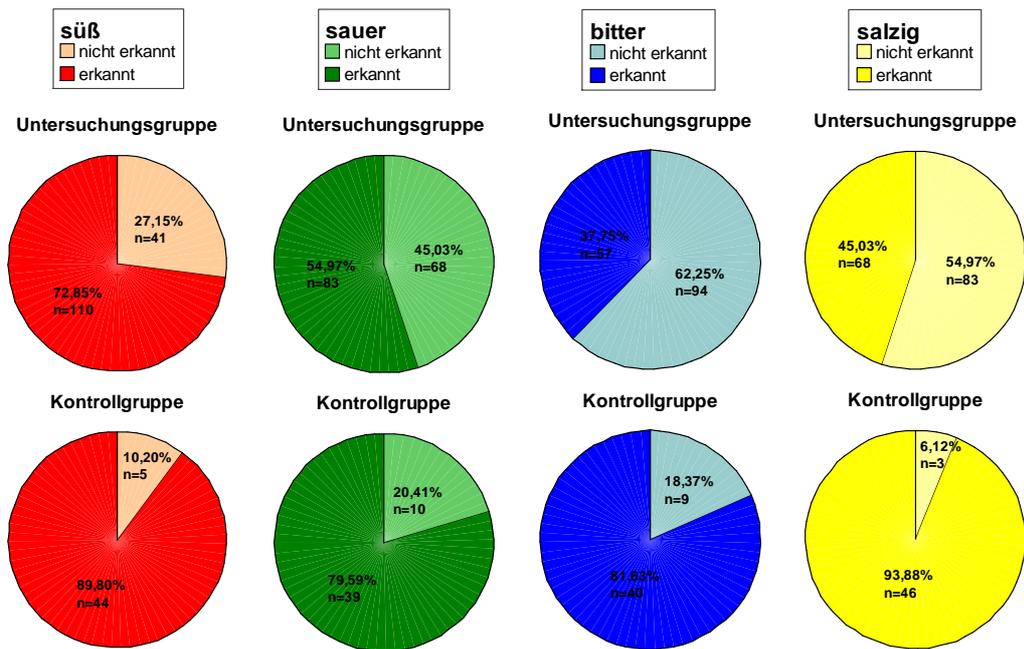


Abb. 29: Prozent der von Untersuchungsguppe und Kontrollgruppe erkannten und nicht erkannten Geschmacksqualitäten (süß, sauer, salzig, bitter)

Die Probanden des Untersuchungskollektivs schnitten beim Test in allen Geschmacksrichtungen schlechter, ab als die Kontrollgruppe. Am stärksten gesunken ist der Prozentsatz der richtigen Antworten in den Geschmacksrichtungen salzig und bitter (Tabelle 5).

Tab. 5: Differenz der richtigen Antworten zwischen der Kontrollgruppe und der Untersuchungsgruppe beim Erkennen der vier Grundgeschmacksrichtungen

Geschmacksrichtung	Richtige Antworten in %		
	Kontrollgruppe	Untersuchungsgruppe	Differenz
Süß	89,80	72,85	16,95
Sauer	79,59	54,97	24,62
Salzig	93,88	45,03	48,85
Bitter	81,63	37,75	43,88

Auch in der Literatur konnte mit den verschiedensten Methoden eine allgemeine Verschlechterung des Geschmacksinnes mit dem Alter festgestellt werden. Bezüglich der einzelnen Geschmacksrichtungen stimmen die Ergebnisse nicht immer überein. Dies liegt vermutlich an den unterschiedlichen Studiendesigns (unterschiedliche Testmethoden mit unterschiedlichen Konzentrationen der Lösungen, unterschiedliche Altersstruktur und unterschiedliche Auswertungsmethoden).

MOJET et al. [2001, 2003] haben in ihrer Studienreihe 21 junge Probanden zwischen 19 und 33 Jahren und 21 ältere Probanden zwischen 60 und 75 Jahren hinsichtlich Veränderungen in der Geschmackswahrnehmung untersucht. Beim Schwellentest 2001 wurden 2 Substanzen je Geschmacksrichtung (süß, sauer, salzig, bitter, umami) untersucht, dabei konnte eine allgemeine Verschlechterung des Geschmackssinnes festgestellt werden. Es gab jedoch keine geschlechtsspezifischen Unterschiede. Im Speziellen wurde eine signifikante Erhöhung der Erkennungsschwellen für Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Zitronensäure und Inosinmonophosphat beobachtet. Für Saccharose und Coffein bestand lediglich ein Trend.

SANDERS et al. [2002] untersuchten 107 ältere Personen zwischen 61 und 95 Jahren, davon 86 Frauen mittels Schwellentest. Kontrollgruppe gab es bei dieser Untersuchung keine. Es konnten ebenfalls eine Verminderung der Schwellen festgestellt werden, was auf einen Geschmacksverlust im Alter schließen lässt. Für die Geschmacksrichtung süß konnte bei einer Konzentration von 0,0175 M ein Unterschied zwischen der Altersgruppe der 60-70-Jährigen und den Altersgruppen der 71-80-Jährigen und der über 81-Jährigen festgestellt werden. Bei den Geschmacksrichtungen sauer, salzig und bitter gab es keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

In den Untersuchungen, die mit anderen Testmethoden durchgeführt wurden, konnte ebenfalls eine Verminderung des Geschmacksvermögens mit dem Alter beobachtet werden. AHNE et al. [2000] führten einen Identifikationstest der vier Grundgeschmacksarten mit 28 Tabletten und der „Three Drop“ Methode, bei der die Geschmacksschwellen der vier Basalqualitäten mittels Tropfen von

Geschmackslösung auf der Zunge ermittelt wurden, durch. An der Studie nahmen Frauen und Männer zwischen 21 und 81 Jahren teil. Bei beiden Testmethoden schnitten die Probanden über 42 Jahren signifikant ($p < 0,001$) schlechter ab als die Jüngeren. Beim Test mit den Tabletten waren vor allem die Geschmacksrichtungen sauer und salzig von der Verminderung betroffen. Beim „Three Drop Test“ wurden die Geschmacksrichtungen sauer, salzig und bitter schlechter erkannt. Generell hatten die Frauen bessere Testergebnisse als die Männer. Auch GUDZIOL und HUMMEL [2007] stellten mittels „Three Drop Test“ eine Verschlechterung des Geschmackssinnes mit dem Alter fest. Sie untersuchten 230 Probanden im Alter von 14 bis 79 Jahren. Zur Auswertung wurde aus den Schwellen der einzelnen Geschmacksrichtungen (süß, sauer, salzig, bitter) ein Summenwert, der so genannte Taste Score, gebildet. Die Gruppe der 14-20-Jährigen hatte einen höheren Taste Score als die 41-60-Jährigen und als die über 60-Jährigen. Die 21-40-Jährigen schnitten ebenfalls besser ab als die über 60-Jährigen. LANDIS et al. [2009] stellten eine signifikante Korrelation zwischen errechneten Taste Scores und dem Alter, bei einer Untersuchung von 537 Männern und Frauen im Alter von 18 bis 87 Jahren mittels Taste Strips, fest. Der Taste Score bildete die Summe der korrekt identifizierten Geschmacksrichtungen.

4.3 Korrelation zwischen Geschmacks- und Geruchssinn

Geruchs- und Geschmackssinn sind oft gleichzeitig von Verlusten mit dem Alter betroffen. Die Ergebnisse des im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Geruchs- und Geschmackstest haben einen hoch signifikanten ($p = 0,001$, $r = 0,275$) Zusammenhang gezeigt, das heißt je schlechter die Geruchswahrnehmung war, desto schlechter konnten auch die vier Grundgeschmacksqualitäten erkannt werden. (Abb. 30).

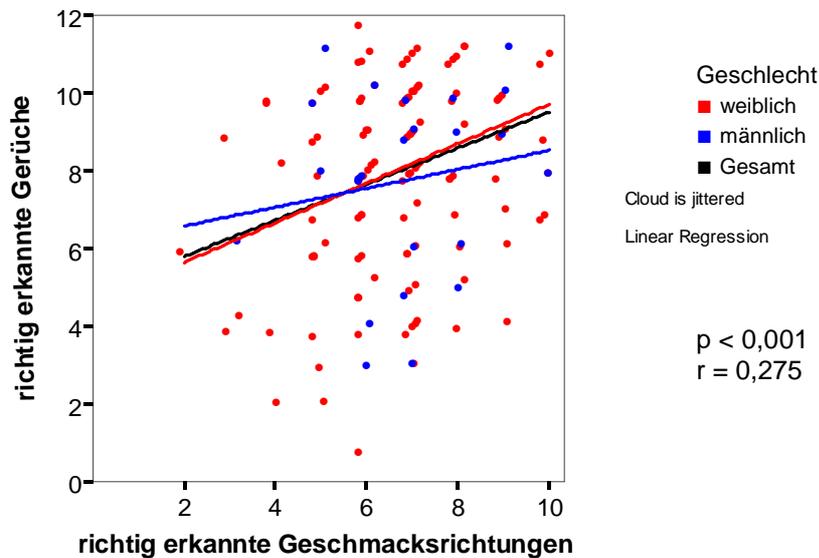


Abb. 30: Korrelation zwischen Geruchs- und Geschmacksvermögen der Probanden des Untersuchungskollektivs

Auch KANEDA et al. [2000] konnten einen solchen Zusammenhang zwischen dem Verlust von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung feststellen. Es wurden 40 Probanden mittels eines Diskriminationstests und eines Schwellentests untersucht. Für den Geschmackstest wurden Saccharose und Essigsäure und für den Geruchstest ein Blumen- und ein Fruchtaroma verwendet. Die Ergebnisse von Geruchs- und Geschmackstests korrelierten sowohl beim Diskriminationstest als auch beim Schwellentest signifikant ($p < 0,01$).

4.4 Unterschied in den Lebensformen bezüglich des Verlustes von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurde in den Altersgruppen der 55-64-Jährigen und der 65-74-Jährigen nur die Gruppe, der im privaten Haushalt Lebenden und die Gruppe, der SELBA-Trainingsprogrammmitglieder auf Unterschiede geprüft, da in diesen zwei Altersgruppen Altenheimbewohner nicht bzw. in zu geringer Anzahl an der Studie teilnahmen. In der Altersgruppe der 55-64-Jährigen konnte bei der Anzahl der richtig erkannten überschwelligen

Konzentrationen der vier Grundgeschmacksqualitäten ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den im Privathaushalt Lebenden und den SELBA-Trainingsprogrammmitgliedern festgestellt werden. Die Probanden, die am SELBA-Training teilnahmen, konnten beim Test mehr der überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksqualitäten erkennen. Da bei den 55-64-Jährigen keine Männer am SELBA-Training teilnahmen, ist der Unterschied auf die weiblichen Probanden zurückzuführen, die laut Literatur [AHNE et al, 2000; GUDZIOL und HUMMEL, 2007; LANDIS et al, 2009] ein besseres Geschmacksvermögen zeigen als Männer (Abb. 31). Die Ergebnisse des Tests zum Erkennen der vier Grundgeschmacksarten und des „Sniffin’ Sticks“-Test zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Lebensformen. Es ist lediglich eine leichte Tendenz für das bessere Abschneiden der SELBA-Programmmitglieder zu erkennen (Abb. 32 und 33). In der Altersgruppe der 65-74-Jährigen konnten weder signifikanten Unterschiede noch ein Trend festgestellt werden.

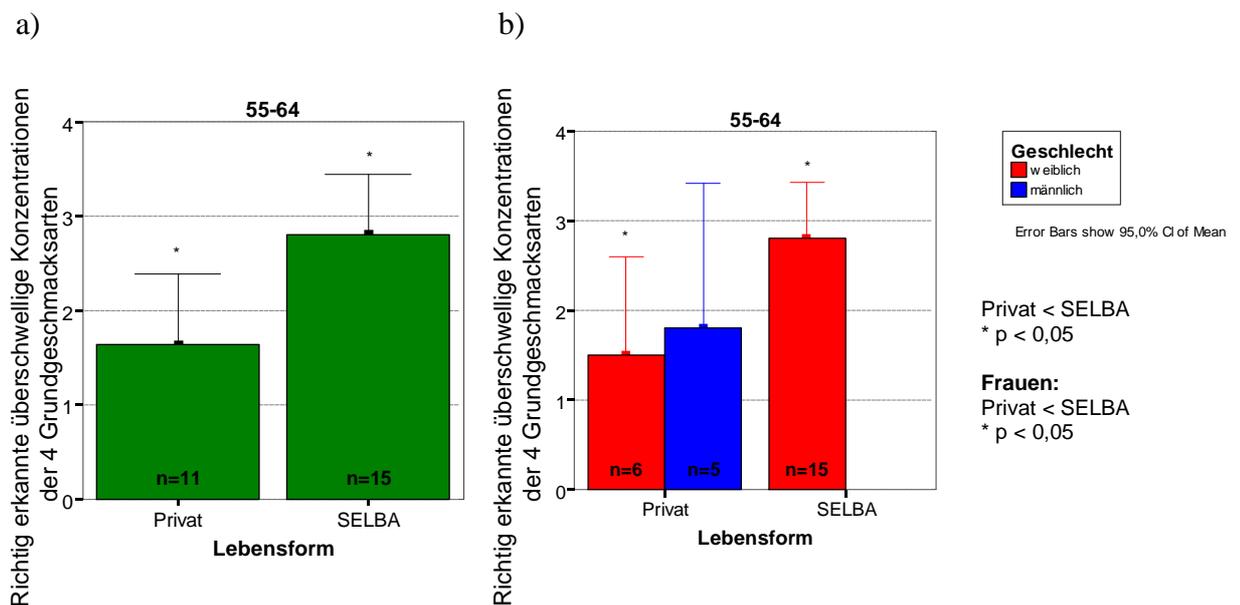


Abb. 31: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 55-64-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

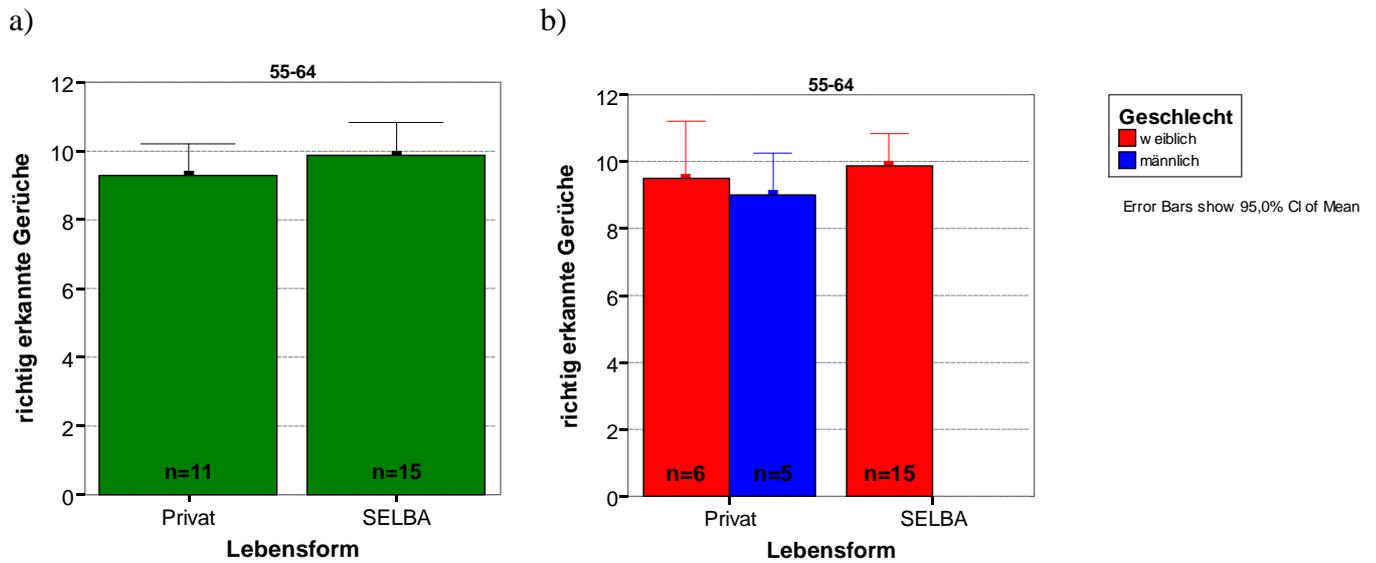


Abb. 32: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 55-64-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

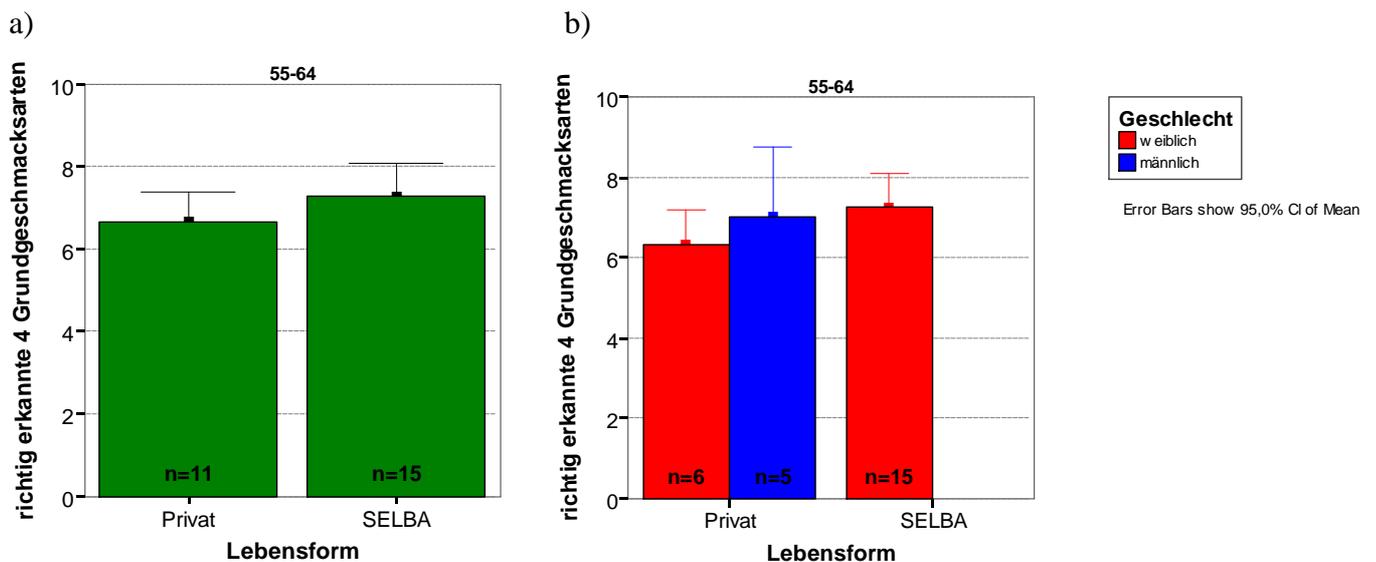


Abb. 33: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 55-64-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

In der Altersgruppe der 75-84-Jährigen bestand ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied in der Zahl der richtig erkannten Gerüche zwischen den

Altenheimbewohnern und den Personen des SELBA-Kurses, sowohl bei den Frauen als auch bei der Betrachtung des gesamten Untersuchungskollektivs. Zwischen den beiden oben erwähnten Lebensformen und der Gruppe der im Privathaushalt Lebenden konnte kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die richtig erkannten Gerüche festgestellt werden. Es kann jedoch die Tendenz beobachtet werden, dass die Personen dieser Gruppe ein besseres Geruchsvermögen als die Altenheimbewohner und eine schlechteres als die Teilnehmer am SELBA-Kurs zeigten (Abb. 34). Eine Auswertung der Ergebnisse der männlichen Probanden wurde aufgrund der geringen Teilnahme nicht durchgeführt.

Die Ergebnisse des Tests für das Erkennen der vier Grundgeschmacksarten zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lebensformen. In der Grafik (Abb. 35) ist jedoch zu erkennen, dass die Gruppe, die das SELBA-Training besuchte beim Geschmackstest besser abgeschnitten hat als die beiden anderen Gruppen. Die Anzahl der von den SELBA-Kursteilnehmer richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten war signifikant ($p < 0,05$) höher, als die von den Privathaushalten und den Altenheimbewohnern. Bei alleiniger Betrachtung der weiblichen und männlichen Probanden war wiederum nur der Trend zu beobachten (Abb. 36).

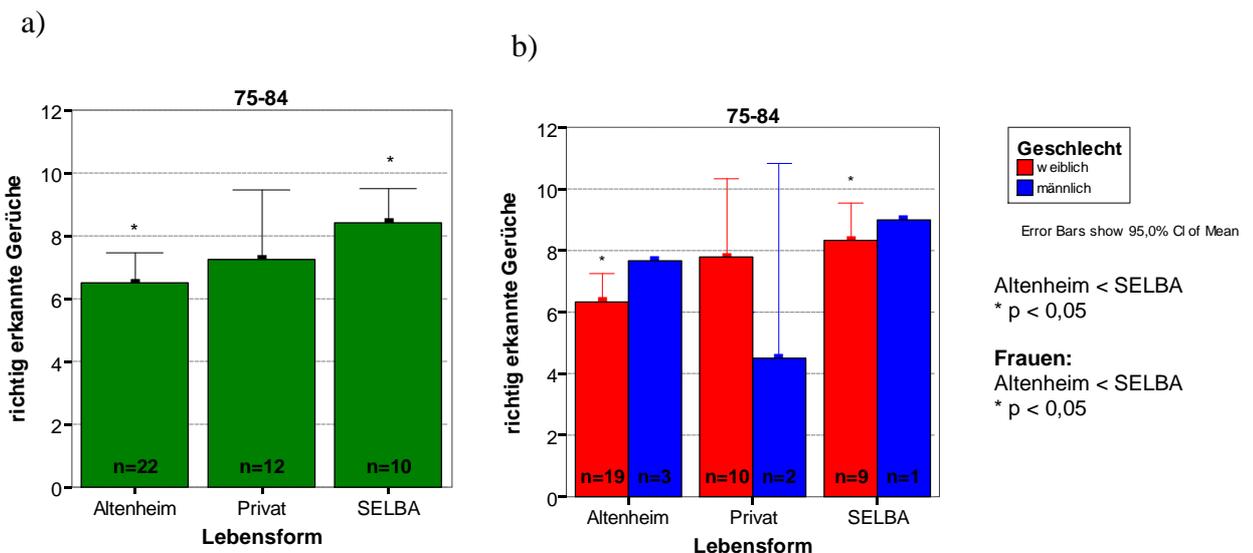


Abb. 34: Richtig erkannte Gerüche: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 75-84-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

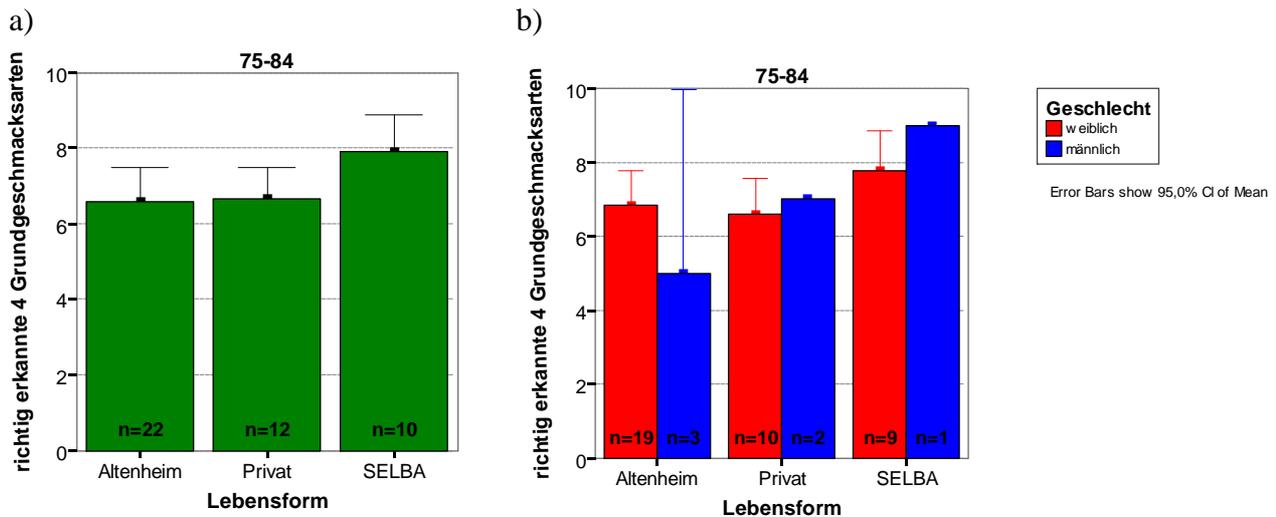


Abb. 35: Richtig erkannte vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 75-84-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

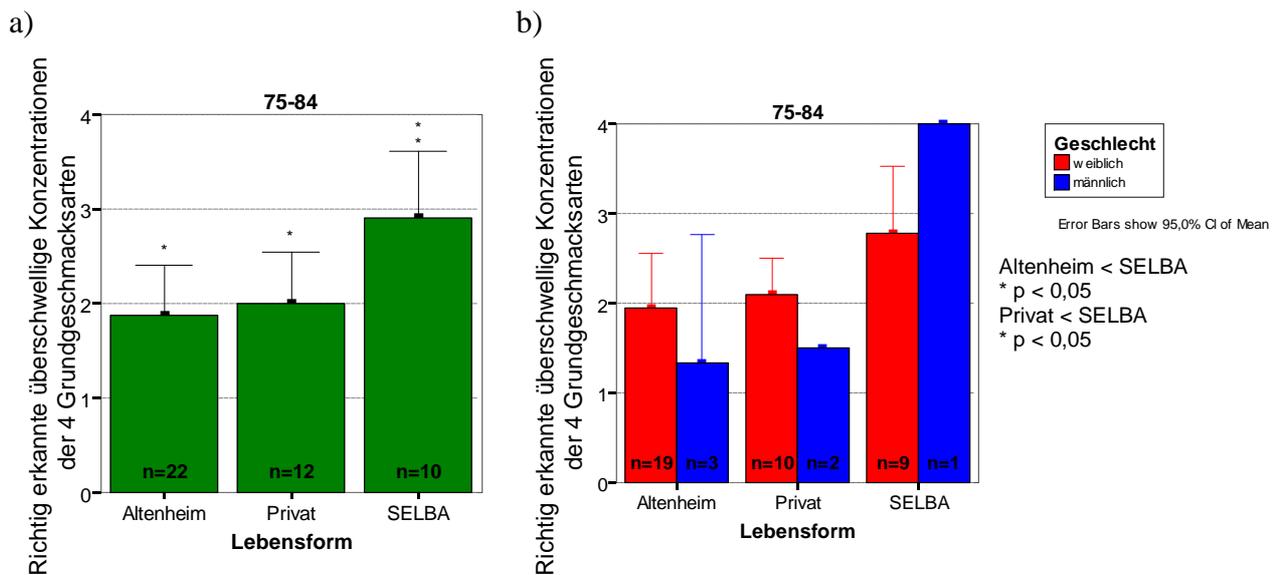


Abb. 36: Richtig erkannte überschwellige Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten: Unterschied zwischen den Lebensformen bei den 75-84-Jährigen a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

Da bei den >84-Jährigen fast ausschließlich Pensionistenwohnheimbewohner an der Studie teilnahmen, konnte für diese Altersgruppe kein Vergleich in Bezug auf die Lebensform vorgenommen werden.

Zur Ursprungsversion des SELBA-Trainings, dem SIMA-Training wurde 1991 ein Längsschnittstudie von OSWALD et al [2002] begonnen. An der Studie

nahmen 375 Teilnehmer zwischen 75 und 93 Jahren teil. Sie wurden in eine Kontrollgruppe und fünf Trainingsgruppen (Gedächtnistraining, Kompetenztraining, Psychomotoriktraining, Gedächtnis plus Psychomotorik, Kompetenz plus Psychomotorik) unterteilt. Das Training fand 1 Jahr lang statt. In der Gruppe mit dem kombinierten Gedächtnis- und Psychomotoriktraining konnten signifikante Effekte bis zu 5 Jahren nach Studienbeginn festgestellt werden. Es konnten Verbesserungen im kognitiven Status, in der dementiellen und depressiven Symptomatik, im Gesundheitsstatus und auch im psychomotorischen Bereich beobachtet werden.

Das SELBA-Training, das eine kombinierte Form von Gedächtnistraining, psychomotorischem Training und Kompetenztraining darstellt, dürfte auch einen positiven Effekt auf den Geruchs- und Geschmackssinn haben, wie die vorliegende Untersuchung zeigt. Vor allem in der Altersgruppe der 75-84-Jährigen schnitten die Teilnehmer des SELBA-Trainings bei Geruchs- und Geschmackstest, teilweise sogar signifikant besser ab, als die Personen des Untersuchungskollektivs, die kein Training besuchten.

4.5 Mögliche andere Einflussfaktoren auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung

4.5.1 Der Einfluss von Zigarettenkonsum

Da unter den Probanden nur fünf Personenangaben zu Rauchen, wurden die Ergebnisse bezüglich Unterschiede zwischen Rauchern und Nicht-Rauchern nicht ausgewertet.

4.5.2 Der Einfluss von Krankheiten

Obwohl in der Literatur [HAEHNER et al, 2009; KNECHT et al, 1999; LANG et al, 2006; LUZZI et al, 2007; RAVASCO, 2005; SANDERS et al, 2002; SHAH et al, 2009; SHIP, 1999; STEINBACH et al, 2008] Zusammenhänge zwischen verschiedensten Krankheiten und dem Geruchs- und Geschmacksvermögen angeführt werden, konnte in der vorliegenden Studie diesbezüglich kein Einfluss festgestellt werden. Allerdings wurde in der vorliegenden Arbeit keine

Rücksicht auf die Art der Erkrankung genommen, im Gegensatz zu anderen Studien, wo einzelne Krankheiten berücksichtigt wurden. Außerdem wurden bei der Auswertung die Altenheimbewohner ausgeschlossen. Da viele der Bewohner angaben unter keiner Krankheit zu leiden, obwohl sie verschiedenste Medikamente einnahmen, wurde angenommen, dass die Angaben unvollständig waren. So meinte zum Beispiel eine Frau, sie leide nicht mehr an Bluthochdruck, seit sie die Tabletten dagegen nehme. Weiters litten viele der Altenheimbewohner laut Pflegedienstleitung unterschiedlich stark an Demenz, was jedoch keiner der Probanden im Fragebogen angeführt hatte.

4.5.3 Der Einfluss von Medikamenten

Es konnte eine höchst signifikante Korrelation ($p < 0,001$, $r = 0,421$) zwischen der Medikamenteneinnahme und dem Alter festgestellt werden. Umso älter die Probanden waren, desto mehr Medikamente nahmen sie ein (Abb. 37).

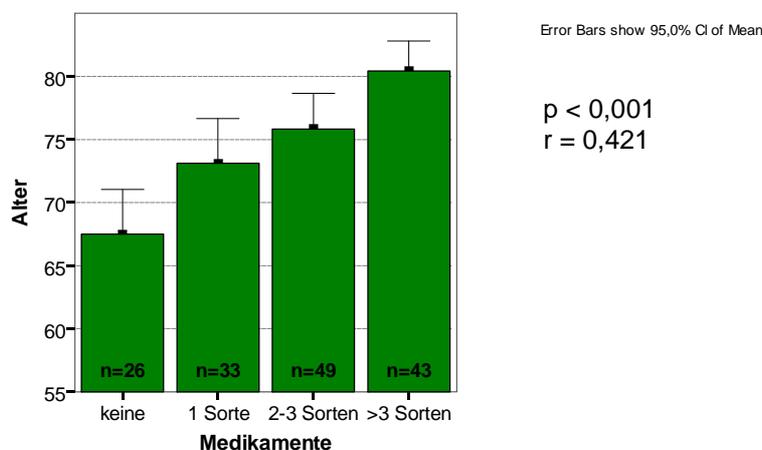


Abb. 37: Zusammenhang zwischen der Anzahl der eingenommenen Medikamente und dem Alter

Medikamente können sowohl auf den Geruchs- als auch auf den Geschmackssinn eine negative Auswirkung haben. Im Rahmen der durchgeführten Studie bestand zwischen der Verminderung der Geruchswahrnehmung und der Medikamenteneinnahme ein höchst signifikanter ($p = 0,001$, $r = -0,261$) Zusammenhang (Abb. 38). Die

Geschmackswahrnehmung war von den Medikamenten ebenfalls betroffen. Es bestand eine signifikante Korrelation ($p < 0,05$, $r = -0,186$) zwischen dem Erkennen der überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksrichtungen und der Medikamenteneinnahme (Abb. 39). Keine signifikanten Unterschiede konnten zwischen den Geschlechtern bezüglich den Ergebnissen des Geschmackstest und der Anzahl der eingenommenen Medikamente festgestellt werden.

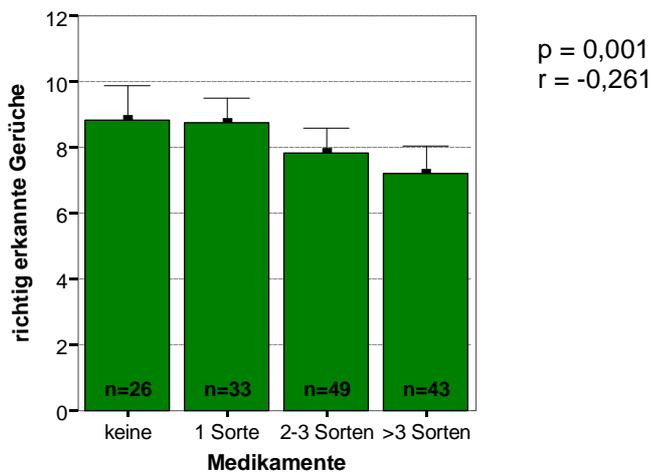


Abb. 38: Zusammenhang zwischen der Anzahl der eingenommenen Medikamente und den richtig erkannten Gerüchen

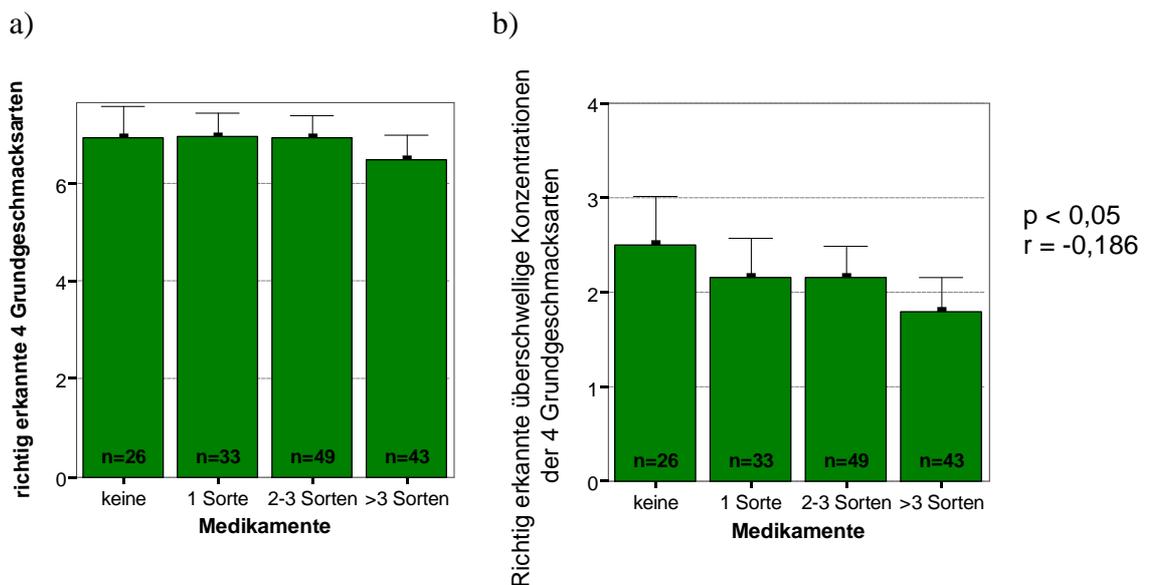


Abb. 39: Zusammenhang zwischen der Anzahl der eingenommenen Medikamente und a) den richtig erkannten vier Grundgeschmacksarten und b) den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten

Allgemein lässt sich sagen, dass je mehr Medikamente eingenommen wurden, desto größer war auch die Beeinträchtigung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. Da aber die Verminderung von Geruchs- und Geschmacksvermögen auch mit dem Alter einhergeht, kann nicht eindeutig festgestellt werden, ob die Verschlechterung der chemischen Sinne durch eine Altersbedingte Verminderung oder durch die Medikamenteneinnahme bedingt ist.

In der Literatur wird immer wieder hervorgehoben, dass vor allem der Geschmackssinn besonders stark von Medikamenten beeinflusst wird [KNECHT et al, 1999; SCHIFFMAN und ZERVAKIS, 2002; STEINBACH et al, 2008]. In der vorliegenden Diplomarbeit durchgeführte Untersuchungen haben allerdings ergeben, dass die Medikamente sowohl das Geruchssystem als auch das Geschmackssystem beeinträchtigen. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde allerdings die Art der eingenommenen Medikamente nicht berücksichtigt.

Die Studie von SANDERS et al. [2002] mit 107 älteren Personen zwischen 61 und 95 Jahren zeigte hingegen, dass die Art und Anzahl der eingenommenen Medikamente keinen Einfluss auf die Fähigkeit die vier Grundgeschmacksrichtungen (Saccharose, NaCl, Zitronensäure, Coffein) zu erkennen hatte.

4.5.4 Der Einfluss einer Zahnprothese

Bei allen Probanden des Untersuchungskollektivs mit Zahnprothese konnte ein signifikant ($p < 0,05$, Cramer's $V = 0,392$) schlechteres Geruchsvermögen als bei Personen ohne Prothese beobachtet werden (Abb. 40). Bei der Beurteilung des Geschmacksvermögens war der Zusammenhang zwischen dem Tragen einer Zahnprothese und dem Erkennen der vier Grundgeschmacksarten nicht signifikant. Es bestand jedoch ein signifikanter ($p < 0,05$, Cramer's $V = 0,269$) Zusammenhang zwischen dem Tragen einer Zahnprothese und den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten (Abb. 41). Zwischen Frauen und Männern konnten bezüglich der Testergebnisse keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

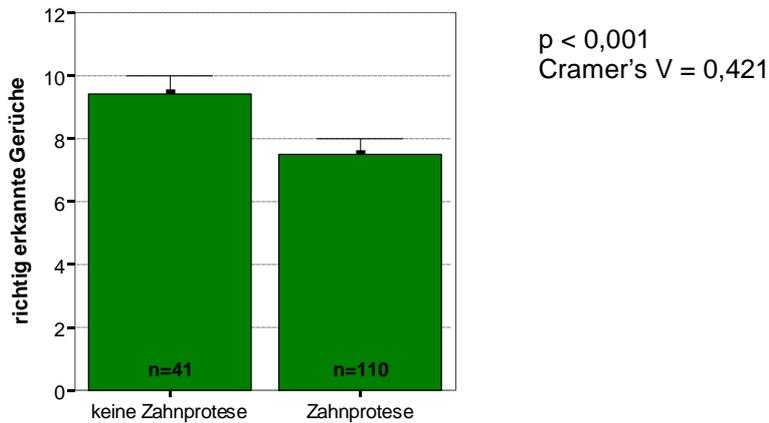


Abb. 40: Zusammenhang zwischen vorhandener Zahnprothese und den richtig erkannte Gerüchen

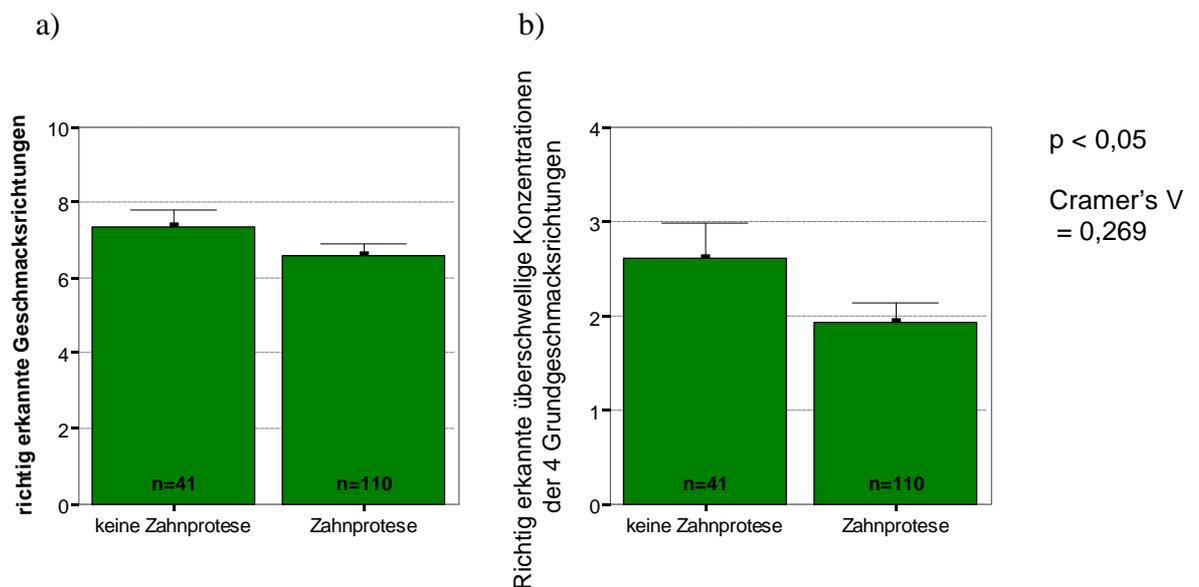


Abb. 41: Zusammenhang zwischen dem Tragen einer Zahnprothese und a) den richtig erkannten vier Grundgeschmacksarten und b) den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten

Bei der Berücksichtigung des Alters konnte ein hoch signifikanter ($p < 0,01$, Cramer's $V = 0,647$) Zusammenhang zwischen dem Tragen der Zahnprothese und dem Alter festgestellt werden (Abb. 42). Dies könnte wiederum darauf hindeuten, dass die Verminderung der chemischen Sinne nicht alleine auf das Alter sondern zum Teil auch auf das Tragen einer Zahnprothese zurückzuführen ist.

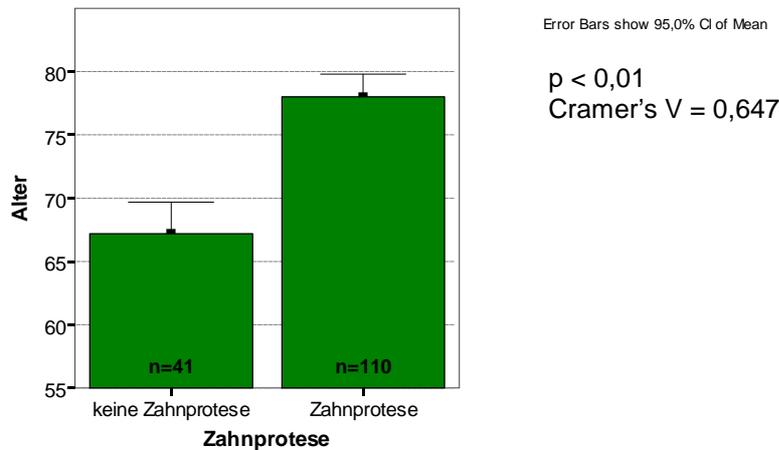


Abb. 42: Zusammenhang: vorhandene Zahnprothese und Alter

SHIP et al. [1998] weisen darauf hin, dass Prothesen die den Gaumen bedecken Geschmacks- und Geruchsvermögen beeinflussen können. Auch die möglicherweise durch den Zahnersatz verminderten Kaubewegungen können zu einem Defizit bei retronasalen Geruchsempfindungen und der Geschmackswahrnehmung führen, da die Mundbewegungen für eine gute Verteilung der Geschmacks- und Geruchsstoffe in der Mundhöhle verantwortlich sind.

Im Gegensatz zu diesem Ergebnis konnten SANDERS et al. [2002] in ihrer Studie, keinen Effekt von Zahnproblemen beim Identifizieren von Geschmackslösungen in den vier Grundgeschmacksarten feststellen.

4.5.5 Der Einfluss eines trockenen Mundes

Ein Zusammenhang zwischen den chemischen Sinnen und einem trockenen Mund konnte lediglich bei den überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten festgestellt werden. Probanden mit trockenem Mund haben die überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten hoch signifikant ($p < 0,01$, Cramer's $V = 0,296$) schlechter identifiziert als diejenigen ohne diese Beschwerde (Abb. 43). Zwischen Frauen und Männern konnte diesbezüglich kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

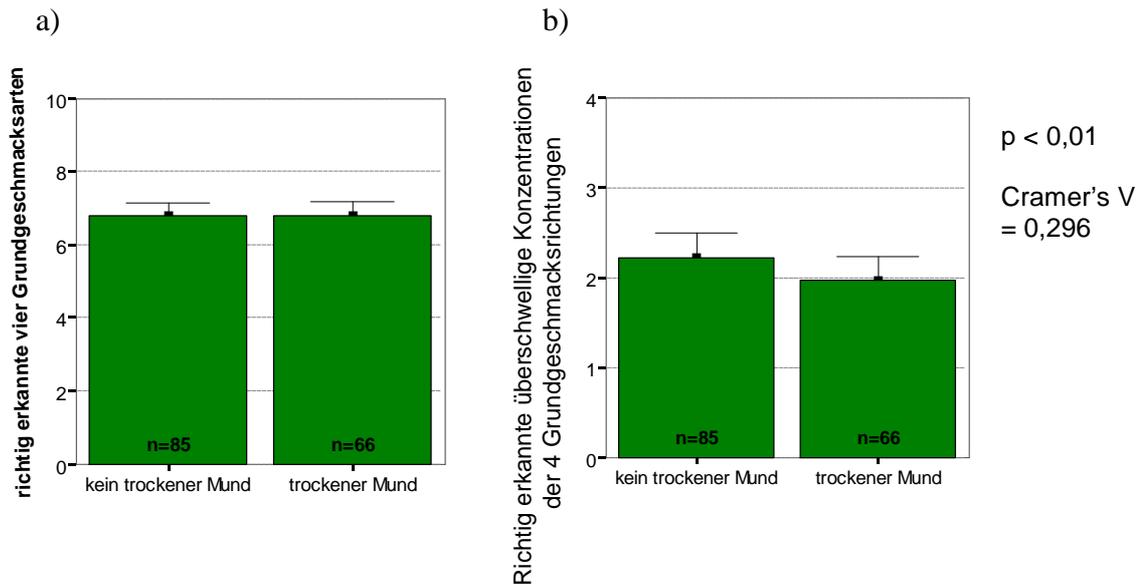


Abb. 43: Zusammenhang zwischen einem trockenen Mund und a) den richtig erkannten vier Grundgeschmacksarten und b) den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten

Im Alter sinkt die Speichelproduktion, was ein trockenes Mundgefühl verursacht [SANDERS et al, 2002]. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung konnte zwar kein signifikanter Zusammenhang zwischen einem trockenen Mund und dem Alter festgestellt werden, es bestand aber ein eindeutiger Trend, dass ältere Testpersonen, über 75 Jahren, häufiger ein trockenes Gefühl im Mund hatten als jüngere, unter 75 Jahren (Abb. 44). Dies bestätigt die Tatsache, dass die Speichelproduktion im Alter sinkt. Dadurch kann der Geschmackssinn im Alter beeinträchtigt werden. Oft wird ein trockener Mund auch durch Medikamente verursacht. [SHIP, 1999]. Ein Zusammenhang zwischen der Medikamenteneinnahme und einem trockenen Mund konnte in der vorliegenden Studie aber nicht festgestellt werden.

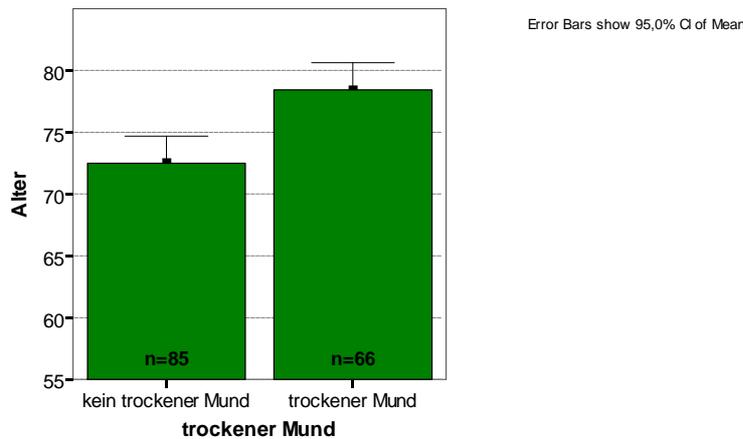


Abb. 44: Zusammenhang zwischen einem trockenen Mund und dem Alte

4.6 Auswirkungen des Verlustes von Geruchs- und Geschmacksvermögen auf das Essverhalten

4.6.1 Auswirkungen auf die verwendete Menge von Zucker und Süßstoff

Bei der Überprüfung eines Zusammenhangs der Menge von Zucker und Süßstoff mit der Kaffee und Tee gesüßt werden und den im Test richtig erkannten Gerüchen, konnte eine höchst signifikante ($p < 0,001$, $r = -0,256$), negative Korrelation festgestellt werden. Je schwächer das Geruchsvermögen war, desto mehr wurde gesüßt. Dieser schwache Zusammenhang bestand sowohl bei den Frauen ($p < 0,01$, $r = -0,246$) als auch bei den Männern ($p < 0,05$, $r = -0,419$) (Abb. 45). Es bestand keine Korrelation zwischen der Süßungsmittelmenge und der Fähigkeit die überschwellige Konzentration der süßen Geschmackslösung zu erkennen. Bei der Betrachtung des gesamten Testergebnisses hingegen, konnte eine höchst signifikante ($p < 0,001$, $r = -0,299$) Korrelation der Süßungsmittelmenge mit den überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten festgestellt werden. Je besser die Fähigkeit war die überschwelligen Konzentrationen zu identifizieren, desto weniger wurde gesüßt. Es wurde auch eine signifikante Korrelation sowohl bei

den Frauen ($p < 0,01$, $r = -0,250$) als auch bei den Männern ($p < 0,01$, $r = -0,538$) festgestellt (Abb. 46).

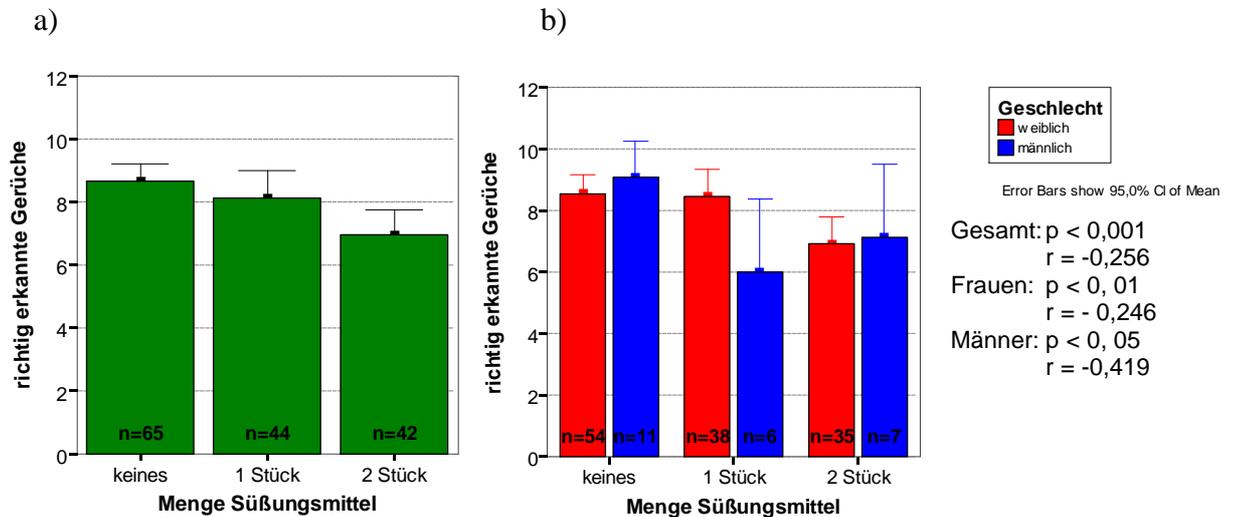


Abb. 45: Zusammenhang zwischen richtig erkannten Gerüchen und der Menge des verwendeten Süßungsmittels (Zucker bzw. Süßstoff) a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

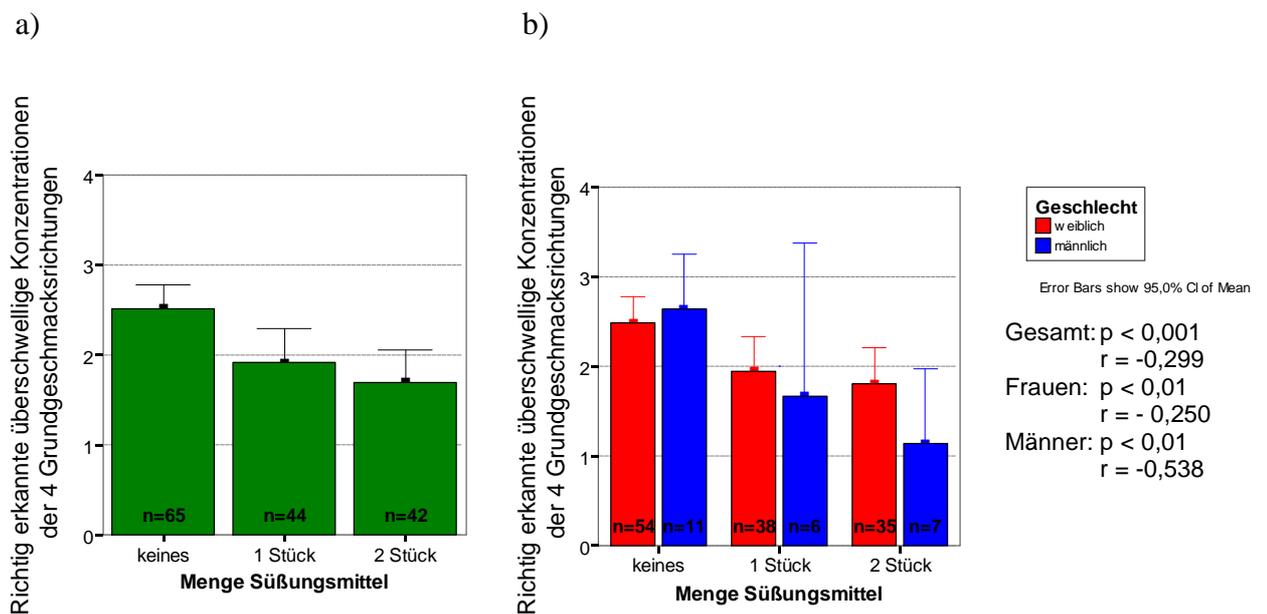


Abb. 46: Zusammenhang zwischen richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten und der Menge des verwendeten Süßungsmittels (Zucker bzw. Süßstoff) a) Untersuchungsgruppe allgemein b) weiblich und männlich

4.6.2 Auswirkungen auf die Häufigkeit des Salzens von Speisen

Im Gegensatz zum vermehrten Verwenden von Zucker und Süßstoff (siehe Kap. 4.6.1) bei verschlechterter Geruchs- bzw. Geschmackswahrnehmung, konnte bei der untersuchten älteren Population kein Zusammenhang zur Häufigkeit des Nachsalzens von Speisen festgestellt werden. Weder bei dem Erkennen der vier Grundgeschmacksarten, noch bei alleiniger Betrachtung der Geschmacksrichtung Salzig.

Allerdings war ein Großteil der Probanden aus den Privathaushalten, Frauen, die das Essen selbst zubereiten und daher beim Kochen auch die Salzmenge selbst bestimmen.

4.6.3 Auswirkungen auf die Vorliebe von sauren und bitteren Lebensmitteln

Es konnte auch kein Zusammenhang zwischen der Vorliebe von sauren und bitteren Lebensmitteln mit der Verminderung von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung und der jeweiligen Geschmacksrichtung festgestellt werden.

4.6.4 Auswirkungen auf das Körpergewicht

Weiters konnte kein Zusammenhang zwischen den angegebenen Veränderungen des Körpergewichts und dem Geruchs- und Geschmacksvermögen festgestellt werden.

ASCHENBRENNER et al. [2008] untersuchte den Einfluss eines Geruchsverlustes auf das Essverhalten. An der Studie nahmen 176 Patienten mit Geruchsverlust im Alter von 17 – 86 Jahren teil. Die Patienten wurden mit „Sniffin' Sticks“ getestet und füllten einen umfangreichen Fragebogen zum Essverhalten aus. Vor dem Geruchsverlust wurden süß, sauer, bitter und fettig bevorzugt, nach dem Geruchsverlust salzig und würzig. Ein Zusammenhang ($p = 0,038$; $r = -0,19$) mit dem Körpergewicht, in Form eines sinkenden BMI, konnte nur bei anhaltender Dauer des Geruchsverlustes festgestellt werden.

MOJET et al. [2005] stellten im letzten Teil ihrer Studienreihe, woran 21 junge und 21 älteren Probanden teilnahmen, fest, dass die Geschmackssensitivität die mittels Schwellen und überschwelligen Konzentrationen getestet wurde, nicht im Zusammenhang mit der Intensität der Wahrnehmung im Lebensmittel steht. Ältere und Jüngere unterscheiden sich auch nicht in der bevorzugten Konzentration der Geschmacksrichtungen im Produkt, mit Ausnahme von Süß. Bei der süßen Geschmacksrichtung wurde von den Älteren eine höhere Konzentration im Eistee bevorzugt. Zu dem Ergebnis, dass Ältere eine höhere Konzentration von Saccharose benötigen, um die gleiche Intensität der Süße zu empfinden als Jüngere, kamen auch DE JONG et al. [1996]. Die Autoren haben jedoch beobachtet, dass ein Frühstück mit der bevorzugten Konzentration an Saccharose, nicht zu einem größeren Vergnügen am Frühstück und einer höheren verzehrten Lebensmittelmenge führte.

Bezüglich des Salzens haben sowohl MOJET et al. [2005] als auch DREWNOWSKI et al. [1996] keinen Einfluss des Alters auf die bevorzugte Salzkonzentration gefunden.

Auch ROLLS [1999] kam zu dem Schluss, dass es unklar ist inwieweit Veränderungen des chemosensorischen Systems zu Veränderungen der Lebensmittelauswahl und des Ernährungsstatus führen.

4.7 Zusammenhang zwischen subjektivem Empfinden von Geruch und Geschmack und den Ergebnissen der durchgeführten Tests

4.7.1 Selbsteinschätzung der Geruchswahrnehmung

Sowohl die Frauen als auch die Männer konnten ihr eigenes Geruchsvermögen ganz gut einschätzen. Es bestand ein höchst signifikanter ($p < 0,001$, Cramer's $V = 0,547$) Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung einer Verschlechterung der Geruchswahrnehmung und einer tatsächlich schlechteren Identifizierung der Gerüche (Abb. 47).

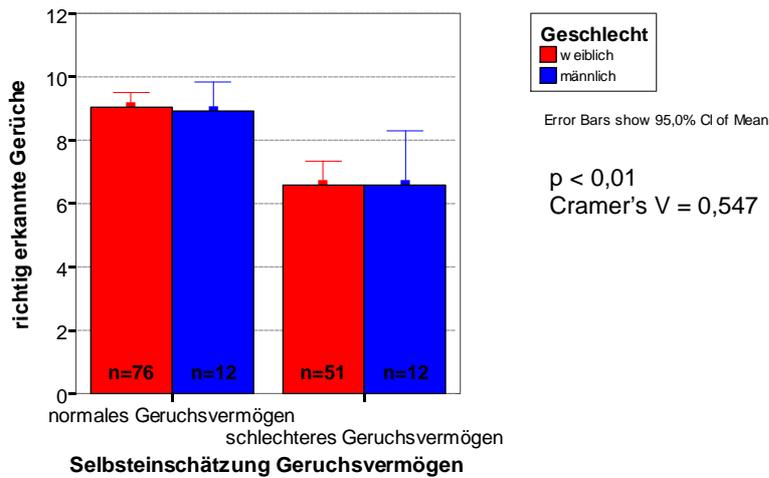


Abb. 47: Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Geruchsvermögens und den richtig erkannten Gerüchen

4.7.2 Selbsteinschätzung der Geschmackswahrnehmung

Beim Geschmackssinn konnte kein Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung der Geschmackswahrnehmung und dem tatsächlichem Empfinden der vier Grundgeschmacksrichtungen beim Test gefunden werden. Ein großer Teil der Probanden des Untersuchungskollektivs gab an keine Verschlechterung der Geschmackswahrnehmung zu empfinden (Abb. 48).

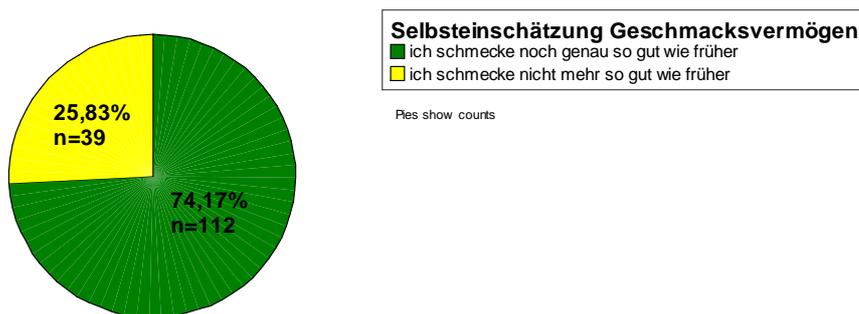


Abb. 48: Selbsteinschätzung des Geschmackvermögens in % und Anzahl der Personen des Untersuchungskollektivs

5 Schlussbetrachtung

Wie in der Literatur berichtet, konnte auch in vorliegender Diplomarbeit eine Abnahme von Geruchs- und Geschmacksvermögen mit dem Alter festgestellt werden. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe (22 - 40 Jahre) und den Probanden des Untersuchungskollektivs (55 - >84 Jahre) festgestellt.

Die Verminderung des Geruchssinnes, konnte bereits ab einem Alter von 55 Jahren erkannt werden. Ab 75 Jahren wurde ein weiterer Verlust beobachtet. Die über 84-Jährigen erkannten beim Geruchsidentifikations-Test im Schnitt weniger als halb so viele Gerüche als die Probanden der Kontrollgruppe. Der Anteil der Personen mit einem normalen Geruchsvermögen sank von über 90 % in der Kontrollgruppe auf knapp 10 % bei den >84-Jährigen.

Auch bei der Beurteilung der Geschmackswahrnehmung schnitten die >84-Jährigen im Vergleich zur Kontrollgruppe besonders schlecht ab, es verfügten nur noch 15 % über ein normales Geschmacksvermögen, in der Kontrollgruppe waren es rund 80 %. Von den vier Grundgeschmacksarten in den überschwelligem Konzentrationen erkannten die Personen der Kontrollgruppe im Schnitt drei oder vier Geschmacksarten. Die >84-Jährigen konnten im Schnitt nur noch eine oder zwei Lösungen richtig identifiziert. Von den Konzentrationen der vier Grundgeschmacksqualitäten die im Schwellenbereich lagen, wurde von den 75-84-Jährigen eine Grundgeschmacksart richtig erkannt, die >84-Jährigen konnten durchschnittlich nicht einmal mehr eine Geschmacksrichtung richtig identifizieren. Die beiden Altersgruppen unterscheiden sich damit höchst signifikant ($p < 0,001$) von der Kontrollgruppe. Vom Verlust am stärksten betroffen waren die Geschmacksrichtungen salzig und bitter.

Aus den erhobenen Ergebnissen geht hervor, dass besonders Menschen im höheren Alter, ab dem 75sten Lebensjahr, stark von Verminderungen der Funktion von Geruchs- und Geschmackssinn betroffen sind. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen waren das vorwiegend diejenigen, die in den Pensionistenwohnheimen lebten.

Die Verminderungen im Alter hatten gleichermaßen Auswirkungen auf Geruchs- und Geschmacksvermögen. Es ergab sich eine Korrelation ($p < 0,001$; $r = 0,275$) zwischen Geruchs- und Geschmackswahrnehmung der Probanden des Untersuchungskollektivs.

Der in der Literatur festgestellte Einfluss von Krankheiten auf die Funktion der chemischen Sinne konnte in vorliegender Diplomarbeit nicht beobachtet werden. Es ist allerdings wahrscheinlich, dass die Demenzerkrankungen, an denen die Altenheimbewohner laut Pflegedienstleitung häufig litten, die jedoch von den Probanden nicht angegeben wurden, einen Einfluss auf die Verminderung von Geruchs- und Geschmacksvermögen hatten. Ein Einfluss von Medikamenten wurde hingegen beobachtet. Die Menge der Eingenommenen Medikamente hing mit der Verminderung von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung zusammen. Besonders Personen die mehr als drei verschiedene Arten von Medikamenten einnahmen, hatten ein schlechteres Geruchs- und Geschmacksvermögen. Beide Sinne waren gleich stark betroffen.

Der in anderen Studien beobachtete negative Einfluss von Zahnprothesen auf die Funktion von Geruchs- und Geschmackssinn konnte ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. Das Gefühl eines trockenen Mundes, was auf eine verminderte Speichelproduktion hindeutet, stand im Zusammenhang mit einer verminderten Geschmackswahrnehmung. Der trockene Mund konnte jedoch nicht mit dem Medikamentenkonsum in Verbindung gebracht werden, sondern dürfte alleine von der altersbedingten verminderten Speichelproduktion abhängen.

Sowohl die Medikamenteneinnahme, als auch das Tragen einer Zahnprothese und das Gefühl eines trockenen Mundes nehmen mit dem Alter zu. Alle drei Faktoren haben somit einen Einfluss auf die Abnahme der Funktion der beiden chemischen Sinne im Alter. Es ist also nicht der Alterungsprozess alleine für die Verminderung von Geruchs- und Geschmacksvermögen verantwortlich, sondern es spielen auch Faktoren, die durch den Alterungsprozess verursacht werden, wie zum Beispiel die Einnahme von Medikamenten, bedingt durch das häufigere auftreten von Krankheiten im Alter, eine Rolle. Es kann aufgrund der

vorliegenden Arbeit nicht gesagt werden wie stark der Einfluss der einzelnen Faktoren ist, es ist jedoch sicher, dass Geruchs- und Geschmacksvermögen mit dem Alter abnehmen und dass besonders im hohen Alter die Verluste groß sind.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung bezüglich der Veränderung des Essverhaltens, verursacht durch eine Verminderung von Geruchs- und Geschmacksvermögen sind mit den Ergebnissen aus der Literatur vergleichbar. Der Zucker- und Süßstoffkonsum erhöhte sich mit der Verminderung von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. Bezüglich des Nachsalzens konnte kein Effekt festgestellt werden. Die von den Probanden Angegebene Veränderung des Körpergewichts korrelierte nicht mit der Verminderung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. Laut Literatur kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, inwieweit die Beeinträchtigung der Funktion der chemischen Sinne, das Essverhalten beeinflusst und inwieweit manche Verhaltensweisen von Gewohnheit bestimmt sind. In Bezug darauf bringt auch die vorliegende Diplomarbeit keine neuen Erkenntnisse.

Vielen ist die Verminderung der chemischen Wahrnehmung jedoch bewusst. Besonders der Verlust des Geruchssinnes wird von vielen bemerkt. Die Probanden, die angaben nicht mehr so gut zu riechen wie früher, hatten im Durchschnitt auch schlechtere Ergebnisse beim Geruchsidentifikationstest gezeigt, als diejenigen, die keine Veränderungen bemerkt haben.

Vielleicht wäre das SELBA-Training eine Möglichkeit die beobachteten Verluste der Funktion der chemischen Sinne im hohen Alter zu vermindern. In der Altersgruppe der 75-84-Jährigen schnitten die Teilnehmer am SELBA-Trainingsprogramm sowohl beim Geruchs- als auch beim Geschmackstest besser ab. Teilweise waren die Unterschiede sogar signifikant. In der Gruppe der >84-Jährigen gab es leider keine Teilnehmer am Trainingsprogramm. Da nach OSWALD et al. [2002] durch das Trainingsprogramm die dementielle Symptomatik verbessert werden kann und gerade in dieser Gruppe Demenz, mit ihrem negativen Einfluss auf die chemischen Sinne, immer häufiger auftritt, wäre es interessant zu wissen, inwieweit man der Altersgruppe der >84-

Jährigen durch das Training positive Effekte bezogen auf den Geruchs- und Geschmackssinn erzielen kann.

Das Training hilft in jedem Fall die Freude am Essen zu erhalten. Nicht nur durch die mögliche Verminderung des Verlustes der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, sondern auch durch die Verbesserung der Selbständigkeit im Alter, zum Beispiel bei der selbstständigen Benutzung von Essbesteck. Es könnte so einen Beitrag zur Verhinderung von Energie- und Nährstoffdefiziten im Alter leisten.

6 Zusammenfassung

Mit dem Alter treten viele physiologische Veränderungen auf, denen auch die chemischen Sinne unterliegen. Zweck der vorliegenden Arbeit war es, diese Veränderungen aufzuzeigen und Einflüsse von Krankheiten, Medikamenten, Zahnprothesen und einem trockenem Mund auf Geruchs- und Geschmackswahrnehmung zu evaluieren, sowie Auswirkungen der Veränderungen auf das Essverhalten festzustellen. Es wurden dafür 151 Personen (127 Frauen, 24 Männer) zwischen 55 und 95 Jahren untersucht. Die Personen wurden in vier Altersgruppen (55-64 Jahre, 65-74 Jahre, 75-84 Jahre, >84 Jahre) und nach unterschiedlichen Lebensformen (Altenheimbewohner, Privathaushalt und Teilnehmer an einem Trainingsprogramm für Selbstständigkeit im Alter, dem SELBA-Programm) eingeteilt. Als Kontrollgruppe dienten 49 Personen (Studenten und Mitarbeiter des Institutes für Ernährungswissenschaften der Universität Wien), davon 43 Frauen und 6 Männer im Alter von 22-40 Jahren. Es wurde ein Geruchstest mit dem Screening 12 Sniffin' Sticks Test von der Firma Burghart und ein Geschmackstest für das erkennen der vier Grundgeschmacksarten nach DIN-Norm 10961 durchgeführt. Zusätzlich wurde ein Fragebogen ausgeteilt, in dem Fragen zum Gesundheitszustand der Person und zur eigenen Einschätzung von Geruchs- und Geschmackswahrnehmung ermittelt wurden.

Die Ergebnisse zeigten sowohl beim Geruch als auch beim Geschmack eine Verminderung der Wahrnehmung mit dem Alter. Sowohl beim Geruchs- als auch beim Geschmacksvermögen ergaben sich bei allen Altersgruppen des Untersuchungskollektivs höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$) im Vergleich zur Kontrollgruppe. Beim Geruchstest konnten auch zwischen den einzelnen Gruppen des Untersuchungskollektivs höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$) festgestellt werden: 75-84-Jährige und >84-Jährige vs. 55-64-Jährige und 65-74-Jährige. Die Selbsteinschätzung der Funktion des Geruchssinnes hing mit den Ergebnissen der durchgeführten Tests ($p < 0,001$; Cramer's $V = 0,547$) zusammen. Beim erkennen der überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten unterschieden sich die >84-

Jährigen von den drei anderen Altersgruppen signifikant ($p < 0,001$). Bei der Identifizierung der Schwellenkonzentrationen der vier Grundgeschmacksarten ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den 75-84-Jährigen und den 55-64-Jährigen sowie den 65-74-Jährigen ($p < 0,05$). Geruchs- und Geschmackssinn waren gleichermaßen von den Veränderungen im Alter betroffen. Es ergab sich eine Korrelation ($p < 0,001$; $r = 0,275$) zwischen Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. Die vorhandenen Krankheiten standen nicht im Zusammenhang mit der Verminderung der Funktion der chemischen Sinne. Im Gegensatz dazu konnte eine Korrelation der Einnahme von Medikamenten sowie dem Tragen einer Zahnprothese mit den richtig erkannten Gerüchen ($p < 0,001$; $r^{\text{Medikamente}} = -0,261$; Cramer's $V^{\text{Zahnprothese}} = 0,392$) und mit den richtig erkannten überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten ($p < 0,05$; $r^{\text{Medikamente}} = -0,186$; Cramers' $V^{\text{Zahnprothese}} = 0,269$) beobachtet werden. Bei Probanden mit trockenem Mund konnte eine schlechtere Wahrnehmungsfähigkeit der überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten, als bei denjenigen ohne diese Beschwerde, festgestellt werden ($p < 0,01$; Cramer's $V = 0,296$). Bezüglich des Essverhaltens konnte beobachtet werden, dass Personen mit einer schlechteren Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, mehr Zucker und Süßstoff für Tee und Kaffee verwendet haben ($p < 0,001$; $r^{\text{Geruch}} = -0,256$, $r^{\text{Geschmack}} = -0,299$). Keine Korrelation bestand zwischen der Funktion der chemischen Sinnen und dem Salzen von Lebensmittel, der Bevorzugung von bitteren und sauren Lebensmitteln und dem Körpergewicht. Eine Möglichkeit Geruchs- und Geschmacksvermögen im höheren Alter zu erhalten, könnte das SELBA-Trainingsprogramm darstellen. Es konnte eine signifikant bessere ($p < 0,05$) Geruchswahrnehmung der SELBA-Programm-Teilnehmer gegenüber den Altenheimbewohnern in der Altersgruppe der 75-84-Jährigen festgestellt werden. Beim Erkennen der überschwelligen Konzentrationen der vier Grundgeschmacksarten unterschieden sich die 55-64-Jährigen Teilnehmer des SELBA-Programms von den Gleichaltrigen, im Privathaushalt Lebenden, ebenso wie die 75-84-Jährigen Programmteilnehmer von den im Privathaushalt und im Altenheim Lebenden Probanden im selben Alter signifikant ($p < 0,05$).

7 Summary

A lot of physiological changes, including changes of chemical senses, correlate with aging. The aim of the present study was to show these changes and to verify influences of illnesses, medication, dentures and a dry mouth on smell and taste. A further task was to find out possible effects on eating habits. 127 females and 24 males aged from 55 to 95 years (altogether 151 subjects) participated in the study. The subjects were divided into four age groups (55-64 years, 65-74 years, 75-84 years, >84 years) and due to their way of living (residents of a nursing home, people living in private households and participants of a training program for independency in later life, the SELBA-program). As a control group (49 subjects) 43 females and 6 males aged from 22 to 40 years (students and staff members of the institute of nutrition of the university of Vienna) were examined.

The sense of smell was tested with screening 12 Sniffin' Sticks test from Burghart and the sense of taste was evaluated by recognition test for the four basic tastes according to DIN-standard 10961. In a questionnaire subjects were asked to sum up their own health status and smell and taste perception.

Results show a reduction of smell and taste perception with aging. There was a significant difference ($p < 0,001$) in olfaction and gustation between all age groups of the investigated collective and the control group. The differences of smell perception were observed also among the investigated collective: The age groups 75 to 84 and >84-years differed significantly ($p < 0,001$) from the group aged 55 to 64-years and 65-74-years. The own rating of smell function correlated ($p < 0,001$; Cramer's $V = 0,547$) with the results of Sniffin' Sticks test. At the age of >84-years the recognition for the four basic taste at suprathreshold concentrations was significantly lower ($p < 0,001$) than in the other three age groups. For the subjects aged 75 to 84-years the recognition threshold for four basic tastes were significantly lower ($p < 0,05$) in comparison to the 55-64-years old and to the 65-74-years old. Smell and Taste were similarly affected by changes with age and correlated significant ($p < 0,001$; $r = 0,275$) with each other. No relationship could be found between listed diseases

of subjects and the decline of chemoreception. Whereas the intake of medication as well as wearing of dental prothesis correlated with correctly identified odors ($p < 0,001$; $r^{\text{medication}} = -0,261$; Cramer's $V^{\text{dentures}} = 0,392$) and with recognition of suprathreshold concentrations of the four basic tastes ($p < 0,05$; $r^{\text{medication}} = -0,186$; Cramers' $V^{\text{dentures}} = 0,269$). Differences in the taste perception were also found between subjects with and without a dry mouth. The decrease was statistically significant ($p < 0,01$; Cramer's $V = 0,296$). Regarding to eating habits it could be observed that people with reduced smell and taste perception used more sugar and sweeteners for tea and coffee ($p < 0,001$; $r^{\text{smell}} = -0,256$, $r^{\text{taste}} = -0,299$). No relationship could be found between the function of chemical senses and salting of food, a preference of bitter and sour food and body weight. A possibility to keep the senses of smell and taste alive during aging could be the SELBA-training program. SELBA-Programm-participants had a significantly better ($p < 0,05$) odor perception than residents of a nursing home in the age group of 75-84 years. In their identification of suprathreshold concentrations of the four basic tastes there was a significantly ($p < 0,05$) difference between the 55 to 64-year old participants of SELBA program and subjects living in private households at the same age as well as between 75 to 84-year old participants and subjects at the same age living in private households and in nursing homes.

8 Literaturverzeichnis

AHNE G., ERRAS A., HUMMEL T., KOBAL G. Assessment of gustatory function by means of tasting tablets. The Laryngoscope 2000; 110: 1396-1401

ASCHENBRENNER K., HUMMEL C., TESZMER K., KRONE F., ISHIMARU T., HAN-SEOK S., HUMMEL T. The influence of olfactory loss on dietary behaviors. The Laryngoscope 2008; 118: 135-144

BIRBAUMER N. und SCHMIDT R. F. Geschmack und Geruch In: Biologische Psychologie (Birbaumer N. und Schmidt R. F., Hrsg.); 6. Auflage; Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006; 439-457

BROWNE J. D., MIMS J. W. Preservation of olfaction in anterior skull base surgery. The Laryngoscope 2000; 110: 1317-1322

BURGHART MEDIZINTECHNIK: http://www.burghart-mt.de/index.php?p1=produkte&p2=sticks&p3=extended_test Zugriff am: 22.11.2009

BURGHART MEDIZINTECHNIK: http://www.burghart-mt.de/index.php?p1=produkte&p2=sticks&p3=screening_12 Zugriff am: 22.11.2009

CHOUDHURY E. S., MOBERG P., DOTY R. L. Influences of age and sex on a microencapsulated odor memory test. Chemical Senses 2003; 28: 799-805

DE JONG N., DE GRAAF C., VAN STAVEREN W. A. Effect of sucrose in breakfast items on pleasantness and food intake in the elderly. Physiology and Behavior 1996; 60: 1453-1462

DERNDORFER E. Lebensmittelsensorik; Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien, 2006

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HNO-HEILKUNDE, elektronische Publikation des AWMF online (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen, medizinischen Fachgesellschaft), aktualisiert 2007: <http://www.uni-duesseldorf.de/awmf/II/017-052.htm> Zugriff am: 14.01.2010

DIN-Norm 10961: Schulung von Prüfpersonen für sensorische Prüfungen. Berlin: Beuth, 1996

DIÖZESE LINZ: http://www.dioezese-linz.at/redsys/index.php?page_new=10350 Zugriff am: 14.01.2010

DOTY R. L. Clinical studies of olfaction. Chemical Senses 2005; 30, suppl. 1: i207-i209

DOTY R. L., CAMERON E. L. Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception. Physiology and Behavior 2009; 97: 213-228

DOTY R. L., SHAMAN P., APPLEBAUM STEVEN L., GIBERSON R., SIKSORSKI L., ROSENBERG L. Smell identification ability: Changes with age. Science 1984; 226: 1441-1443

DRANSFIELD E. The taste of fat. Meat Science 2008; 80: 37-42

DREWNOWSKI A., HERNDERSON S. A., DRISCOLL A. ROLLS B. J. Salt taste perceptions and preferences are unrelated to sodium consumption in healthy older adults. Journal of the American Dietetic Association 1996; 96: 471-474

ELMADFA I. FREISLING H. NOWALK V. HOFSTÄDTER D. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien, März 2009

FINKELSTEIN J. A., SCHIFFMAN S. S. Workshop on taste and smell in the elderly: An overview. *Physiology and Behavior* 1999; 66: 173-176

FRUHSTORFER H. Chemische Sinne. In: *Lehrbuch der Physiologie* (Klinke P. und Silbernagel S., Hrsg.) 2. Auflage; Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1996; 611-621

GABRIEL A. S., UNEYAMA H., MAEKAWA T., TORII K. The calcium-sensing receptor in taste tissue. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2009, 378: 414-418

GUDZIOL H., HUMMEL T. Normative values for the assessment of gustatory function using liquid tastants. *Acta Oto-Laryngologica* 2007; 127: 658-661

HAEHNER A., BOESVELDT S., HERENDSE H. W., MACKAY-SIM A., FLEISCHMANN J., SILBURN P. A., JOHNSTON A.N., MELLICK G. D., HERTING B., REICHMANN H., HUMMEL T. Prevalence of smell loss in Parkinson's disease – A multicenter study. *Parkinsonism and Related Disorders* 2009; 15: 490-494

HATT H. Geschmack und Geruch. In: *Physiologie des Menschen* (Schmidt R. F. und Lang F., Hrsg.) 30. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2007; 421-436

HATT H. Molecular and cellular basis of human olfaction. *Chemistry and Biodiversity* 2004; 1: 1857-1869

HÖRL J., KOLLAND F., MAJCE G. Hochaltrigkeit in Österreich: Eine Bestandsaufnahme. Bundesministerium für Soziales und Konsumentenschutz 2008; 1. Auflage, Wien, Oktober 2008

HUMMEL T., HÄHNER A., WITT M., LANDIS B.N. Die Untersuchung des Riechvermögens. *HNO* 2007; 55: 827-838

HUMMEL T., SEKINGER B., WOLF S.R., PAULI E., KOBAL G. ‚Sniffin‘ Sticks‘: Olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chemical Senses* 1997; 22: 39-52

HULSHOFF POL H.E., HIJMAN R., BAARÉ W.F.C., VAN EEKELEN S., VAN REE J.M. Odor discrimination and task duration in young and older adults. *Chemical Senses* 2000; 25: 461-464

JUST T., HOMOTH J., GRAUMÜLLER S., PAU H. W. Schmeckstörungen und Erholung der Schmeckfunktion nach Mittelohroperation. *Laryngo-Rhino-Otologie* 2003; 82: 494-500

KANEDA H., MAESHIMA K., GOTO N., KOBAYAKAWA T., AYABE-KANAMURA S., SAITO S. Decline in taste and odor discrimination abilities with age, and relationship between gustation and olfaction. *Chemical Senses* 2000; 25: 331-337

KHAN N. A., BESNARD P. Oro-sensory perception of dietary lipids: New insights into the fat taste transduction. *Biochimica et Biophysica* 2009, 1791: 149-155

KILMONT J., KYTIR J., LEITNER B. Österreichische Gesundheitsbefragung 2006/07. *Statistik Austria* 2007

KNECHT M., HÜTTENBRINK K.-B., HUMMEL T. Störungen des Riechens und Schmeckens. *Schweizer Medizinische Wochenschrift* 1999, 129: 1039-1046

KOBAL G., KLIMEK L., WOLFENSBERGER M., GUDZIOL H., TEMMEL A., OWEN C. M., SEEBER H., PAULI E., HUMMEL T. Multicenter investigation of 1036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds. *European Archives of Otorhinolaryngologie* 2000, 257: 205-211

LANDIS B. N., WELGE-LUESSEN A., BRÄMERSON A., BENDE M., MUELLER C. A., NORDIN S., HUMMEL T. „Taste Strips“ – A rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers. *Journal of Neurology* 2009, 256: 242-248

LANG C. J. G., LEUSCHNER T., ULRICH K., STÖSSEL C., HECKMANN J. G., HUMMEL T. Taste in dementing disease and Parkinsonism. *Journal of the Neurological Sciences* 2006; 248: 177-184

LAWLESS H. L., STEVENS D. A., CHAPMAN K. W., KURTZ A. Metallic taste from electrical and chemical stimulation. *Chemical Senses* 2005; 30: 185-194

LINDEMANN B., OGIWARA Y., NINOMIYA Y. The discovery of Umami. *Chemical Senses* 2002; 27: 843-844

LÖSER C., LÜBBERS H., MAHLKE R., LANKISCH P. G. Der ungewollte Gewichtsverlust des alten Menschen. *Deutsches Ärzteblatt* 2007; 104: A3411-3420

LUZZI S., SNOWDEN J. S. NEARY D., COCCIA M., PROVINCIALI L., LAMBON RALPH M. A. Distinct patterns of olfactory impairment in Alzheimer's disease, semantic dementia, frontotemporal dementia and corticobasal degeneration. *Neuropsychology* 2007; 45: 1823-1831

MOJET J., CHRIST-HAZELHOF E., HEIDEMA J. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? *Chemical Senses* 2001; 26: 845-860

MOJET J., HEIDEMA J., CHRIST-HAZELHOF E. Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities to the five taste qualities? *Chemical Senses* 2003; 28: 397-413

MOJET J., CHRIST-HAZELHOF E., HEIDEMA J. Taste perception with age: pleasantness and its relationships with threshold sensitivity and supra-threshold intensity of five taste qualities. *Food Quality and Preference* 2005; 16: 413-423

MURPHY C. Age-associated changes in taste and odor sensation, perception and preference. *Nestlé Nutrition Workshop Series* 1992, 29: 79-87

MURPHY C., QUINONEZ C., NORDIN S. Reliability and validity of electrogustometry and its application to young and elderly persons. *Chemical Senses* 1995; 20: 499-503

OSWALD W. D., HAGEN B., RUPPRECHT R., GUNZELMANN T. Bedingungen der Erhaltung und Förderung von Selbstständigkeit im höheren Lebensalter (SIMA) Teil XVII: Zusammenfassende Darstellung der langfristigen Trainingseffekte. *Zeitschrift für Gerontopsychologie und –psychiatrie* 2002; 15: 13-31

PSCHYREMBEL *Klinisches Wörterbuch*: bearb. von der Wörterbuch-Red. des Verl. Unter der Leitung von H. Hildebrandt. - 258. neu bearb. Aufl. – Berlin: de Gruyter, 1998

QUINT C., TEMMEL A. F.P., SCHICKINGER B., PABINGER S., RAMBERGER P., HUMMEL T. Patterns of non-conductive olfactory disorders in eastern Austria: A study of 120 patients from the Department of Otorhinolaryngology at the University of Vienna. *Wiener Klinische Wochenschrift* 2001, 113: 52-57

RAVASCO P. Aspects of taste and compliance in patients with cancer. *European Journal of Oncology Nursing* 2005; 9: S84-S91

RODGERS S., BUSCH J., PETERS H., CHRIST-HAZELHOF E. Building a tree of knowledge: Analysis of bitter molecules. *Chemical Senses* 2005, 30: 547-557

ROLLS B. Do chemosensory changes influence food intake in the elderly? *Physiology and Behavior* 1999, 66: 193-197

SANDERS O.G., AYERS J.V., OAKES S. Taste acuity in the elderly: The impact of threshold, age, gender, medication, health and dental problems. *Journal of Sensory Studies* 2002; 17: 89-104

SCHATTOVITS H., AMANN A., KYTIR J., LUTZ W. Bericht zur Lebenssituation älterer Menschen. Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen Österreichs 2001

SCHIFFMAN S. S. Physiology of taste. *Annales Nestlé* 1998; 56: 1-10

SCHIFFMAN S. S. Taste and smell losses in normal aging and disease. *Journal of American Medical Association* 1997; 278: 1357-1362

SCHIFFMAN S. S., ZERVAKIS J. Taste and smell perception in the elderly: Effect of medications and disease. *Advances in Food and Nutrition Research* 2002; 44: 247-346

SHAH M., DEEB J., FERNANDO M., NOYCE A., VISENTIN E., FINDLEY L. J., HAWKES C.H. Abnormality of taste and smell in Parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders* 2009; 15: 232-237

SHIP J. A. The Influence of aging on oral health and consequences for taste and smell. *Physiology and Behavior* 1999, 66: 209-215

SOWALSKY R. A., NOBLE A. C. Comparison of the effects of concentration, pH and anion species on astringency and coarseness of organic acids. *Chemical Senses* 1998; 23: 343-349

STEINBACH S., STAUDENMAIER R., HUMMEL T., ARNOLD W. Riechverlust im Alter. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 2008, Vol. 41: 394-402

STEINBACH S., HUNDT W., ZAHNERT T. Der Riechsinn im alltäglichen Leben. Zeitschrift für Allgemeinmedizin 2008, 84: 348-362

STUCK B. A., FREY S., FREIBURG C., HÖRMANN K., ZAHNERT T., HUMMEL T. Chemosensory event-related potentials in relation to side of stimulation, age, sex and stimulus concentration; Clinical Neurophysiology 2006, 117: 1367-1375

SUAREZ P., CLARK G. T. Burning Mouth Syndrome: An update on diagnosis and treatment methods. Journal of the California Dental Association 2006; 34: 611-622

TEPPER B. J., GENILLARD-STOERR A. Chemosensory changes with aging. Trends in Food Science & Technology 1991; 2: 244-246

TOMITA H., IKEDA M. Clinical use of rlectrogutometry: Strengths and limitations. Acta Otolaryngology 2002; Suppl. 546: 27-28

TOMITA H., OHTUKA K. Taste disturbance after tonsillectomy. Acta Otolaryngology 2002; Suppl. 546: 164-172

TOMOFUJI S., SAKAGAMI M., KUSHIDA K., TERADA T., MORI H., KAKIBUCHI M. Taste disturbance after tonsillectomy and laryngomicrosurgery. Auris Nasus Larynx 2005; 32: 381-386

TORDOFF M. G. Some Basic Psychophysics of Clacium Salt Solutions. Chemical Senses 1996; 21: 417-424

VENNEMANN M. M., HUMMEL T., BERGER K. The associatio between smoking and smell and taste impairment in the general population. Journal of Neurology 2008; 255: 1121-1126

WINKEL C., de KLERK A., VISSER J., de RIJKE E., BAKKER J., KOENIG T., RENES H. New developments in Umami (enhancing) molecules. *Chemistry and Biodiversity* 2008, 5: 1195-1203

WOLFENSBERGER M., SCHNIEPER I. Sniffin' Sticks: Ein neues Instrument zur Geruchsprüfung im klinischen Alltag. *HNO* 1999; 47: 629-636

YAMAMOTO C., TAKEHARA S., MORIKAWA K., NAKAGAWA S., YAMAGUCHI M., IWAKI S., TONOIKE M., YAMAMOTO T. Magnetencephalographic study of cortical activity evoked by electrogustatory stimuli. *Chemical Senses* 2003; 28: 245-251

YASUO T., KUSUHARA Y., YASUMATSU K., NINOMIYA Y. Multiple receptor systems for glutamate detection in the taste organ. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 2008; 31: 1833-1837

Von ZGLINICKI T., NIKOLAUS T. Alter und Altern. In: *Physiologie des Menschen* (Schmidt R. F. und Lang F., Hrsg.), Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2007; 953-967

ZHANG F., KLEBANSKY B., FINE R.M., XU J., PRONIN A., LIU H., TACHDJIAN C., LI X. Molecular mechanism for the umami taste synergism. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 2008, 105: 20930-20934

Doris Neller

Persönliche Daten:

Geburtsdatum, -ort: 16. Juli 1983, Wels
Familienstand: ledig
Staatsbürgerschaft: Österreich

Schulbildung:

2006 Aufnahmeprüfung für das Studium der Sportwissenschaften an der Universität Wien
ab 2003 Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
2000-2003 Aufbaulehrgang der HBLA Landwiedstraße, Linz
1997-2000 Fachschule der HBLA Wels
1993-1997 Hauptschule Marchtrenk
1989-1993 Volksschule Marchtrenk

Studienbegleitende Tätigkeiten:

Ferialarbeit: 07/2005 Zustelldienst der PSK
08/2004 Zustelldienst der PSK
07/2003 Firma Angerlehner – Büro
07/2002 Greiner Extrusionstechnik - Büro
07/2001 Greiner Extrusionstechnik – Büro

Praktika: 09/2008 Nestlé Linz – Produktentwicklung
07/2008 Betreuerin am Diätcamp der Caritas
09/2007 Linz AG – Trinkwasseruntersuchungen
07/2007 Betreuerin am Diätcamp der Caritas
08/2006 AGES – Kartoffelsortenbestimmung mittels Elektrophorese
07/2006 Linz AG – Trinkwasseruntersuchungen

Sonstige Kenntnisse:

EDV Europäischer Computerführerschein
Grundkenntnisse im SPSS

Sprachen: Schulkenntnisse (Matura) in Englisch und Französisch