

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit von blinden, sehbehinderten und sehenden Personen im Vergleich

verfasst von

Julia Eberhard, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (Msc)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:
Studienrichtung lt. Studienblatt:
Betreut von:

A 066 838
Masterstudium Ernährungswissenschaften
Dr., Ao. Univ. Prof. Dorota Majchrzak

Danksagung

Für die Idee dieser spannenden Masterarbeit und das Vertrauen in mich sie bestmöglich umzusetzen danke ich recht herzlich meiner Betreuerin ao. Univ.- Prof.- Dr. Dorota Majchrzak. Bei Fragen zur Durchführung und Auswertung konnte ich immer auf ihre Unterstützung vertrauen.

Gerade in der Anfangsphase, in der ich Probanden zur Durchführung der Geruchstests gesucht habe, waren mir Herr Mag. Tree, Herr Prof. Schmid, Herr Gerhard Bruckner und Herr Florian Kunderna eine große Hilfe. Auch meiner Familie, Freunden und Bekannten, die sich als Testpersonen zur Verfügung stellten, möchte ich auf diesem Weg ein großes Dankeschön aussprechen. Leider ist es nicht möglich auf einer A4 Seite allen 199 Probanden zu danken. Ich hoffe aber, dass ich hiermit zum Ausdruck bringen kann, dass ich allen Beteiligten zu großem Dank verpflichtet bin, da meine Masterarbeit ohne das motivierte und konzentrierte Arbeiten miteinander, nicht möglich gewesen wäre.

Danke, möchte ich auch meiner besten Freundin Alexandra Krückl und Florian Oberascher sagen. Sie haben mich sehr bei der Durchführung meiner Masterarbeit unterstützt. Ich weiß, dass ich mich auf diese beiden großartigen Menschen verlassen kann.

Und nun gilt noch ein großes Dankeschön an jene beiden Menschen, die mir mein Studium erst ermöglicht haben, meinen Eltern. Sie sind ein großes Vorbild für mich, und haben mir durch ihre Zuneigung und Zielstrebigkeit die nötige Kraft gegeben, auch über schlechte Zeiten hinwegzukommen.

Wien, 2013

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1 Definition der Blindheit und Sehbehinderung laut WHO.....	3
2.1.1 4 Stufen der Sehleistung laut WHO	4
2.2 Definition der Blindheit und Sehbehinderung in Österreich	4
2.3 Globale Situation der Blindheit und Sehbehinderung	5
2.4 Situation der Sehbeeinträchtigung in Österreich	8
2.5 Entwicklungen im Bereich der Blindenbildung	10
2.6 Definition der Sensorik	12
2.7 Der Gesichtssinn	13
2.7.1 Anatomische Grundlagen	14
2.7.2 Photorezeptorischer Mechanismus	16
2.8 Ursachen einer Erblindung	18
2.8.1 Retinitis pigmentosa	19
2.8.2 Grüner Star (Glaukom)	20
2.8.3 Grauer Star (Katarakt)	22
2.8.4 Makuladegeneration (AMD).....	23
2.8.5 Diabetische Retinopathie	25
2.8.6 Leber'sche kongenitale Amaurose	26
2.9 Der Geruchssinn	27
2.9.1 Funktionen des Geruchssinns..	27
2.9.2 Anatomie des Geruchsorgans	28

2.9.3	Olfaktorische Reizleitung	30
2.9.4	Adaption	32
2.9.5	Einflussfaktoren auf die olfaktorische Wahrnehmung	32
2.9.6	Störungen des Geruchssinns..	34
2.9.6.1	Quantitative Riechstörungen	34
2.9.6.2	Qualitative Riechstörungen	35
2.10	Methode zur Untersuchung der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit	36
2.10.1	Psychophysische Untersuchung des Riechvermögens mit „Sniffin’ Sticks“	36

3. Probanden und Methoden38

3.1	Probanden	38
3.2	Methoden	41
3.2.1	Fragebogen	42
3.2.2	Geruchstests	45
3.2.2.1	Geruchsidentifikationstest	45
3.2.2.1.1	Durchführung des Geruchsidentifikationstests	47
3.2.2.1.2	Bewertung der Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests	48
3.2.2.2	Geruchsdiskriminationstest	49
3.2.2.2.1	Durchführung des Geruchsdiskriminationstests	50
3.2.2.2.2	Bewertung der Ergebnisse des Geruchsdiskriminationstests	51
3.3	Statistische Auswertung	52

4. Ergebnisse und Diskussion	55
4.1 Geruchsidentifikationstest (GI)	55
4.1.1 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe).....	56
4.1.1.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt	57
4.1.1.2 „Sniffin´ Stick“ Banane	58
4.1.1.3 „Sniffin´ Stick“ Lakritz	59
4.1.1.4 „Sniffin´ Stick“ Terpentin	61
4.1.1.5 „Sniffin´ Stick“ Kaffee	63
4.1.2 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Geschlechts	64
4.1.2.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt	66
4.1.2.2 „Sniffin´ Stick“ Lakritz	67
4.1.2.3 „Sniffin´ Stick“ Terpentin	69
4.1.2.4 „Sniffin´ Stick“ Kaffee	71
4.1.3 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Alters	72
4.1.3.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt	76
4.1.3.2 „Sniffin´ Stick“ Lakritz	77
4.1.3.3 „Sniffin´ Stick“ Terpentin	80

4.1.4	Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens	81
4.1.4.1	„Sniffin’ Stick“ Zimt	84
4.1.4.2	„Sniffin’ Stick“ Banane	85
4.1.4.3	„Sniffin’ Stick“ Lakritz	86
4.1.4.4	„Sniffin’ Stick“ Kaffee	88
4.1.5	Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes	89
4.1.5.1	„Sniffin’ Stick“ Zimt	91
4.1.5.2	„Sniffin’ Stick“ Lakritz	93
4.2	Geruchsdiskriminationstest (GD)	94
4.2.1	Signifikante Unterschiede beim Geruchsdiskriminationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens	96
4.3	Einfluss des Alkoholkonsums auf die Ergebnisse der Geruchstests	98
4.4	Einfluss des Alters auf die Ergebnisse der Geruchstests	104

4.4.1	Auswertung vom Einfluss des Alters auf die Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests in der Untersuchungsgruppe...	105
4.4.2	Auswertung vom Einfluss des Alters auf die Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests in der Kontrollgruppe	115
5.	Schlussbetrachtung	123
6.	Zusammenfassung	128
7.	Summary	130
8.	Literaturverzeichnis	132

Abb. 1: Ursachen einer Erblindung weltweit [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011]	7
Abb. 2: Ursachen einer Sehbeeinträchtigung weltweit [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011]	7
Abb. 3: Ursachen der nicht zu behebenden Sehbeeinträchtigung in Österreich [FASCHINGER, 2006]	9
Abb. 4: Schnitt durch das Auge [MAAREK, 2002]	14
Abb. 5: Umlagerung des 11-cis-Retinals zum all-trans-Retinal	17
Abb. 6: Ursachen einer Erblindung und Sehbehinderung der 99 Probanden der vorliegenden Studie	18
Abb. 7: Anatomie der menschlichen Nase [SAKANE et al., 1991]	29
Abb. 8: Anzahl der rekrutierten Probanden in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe	38
Abb. 9: Probanden der Untersuchungsgruppe unterteilt nach Geschlecht und Alter	39
Abb. 10: Probanden der Kontrollgruppe unterteilt nach Geschlecht und Alter	40
Abb. 11: „Sniffin´ Sticks“ des Geruchsidentifikationstests der Firma Burghart [Eigenes Foto]	46
Abb. 12: Stiftetripellets des Geruchsdiskriminationstests der Firma Burghart [Eigenes Foto]	50
Abb. 13: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest	55
Abb. 14: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	58
Abb. 15: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Banane richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen) .	59
Abb. 16: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen ...	61
Abb. 17: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Terpentin richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen) 62	

Abb. 18: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Kaffee richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	64
Abb. 19: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest, in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Geschlechts	65
Abb. 20: Anzahl der männlichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	67
Abb. 21: Anzahl der weiblichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	69
Abb. 22: Anzahl der männlichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Terpentin richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	70
Abb. 23: Anzahl der männlichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Kaffee richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	72
Abb. 24: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters	73
Abb. 25: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie <18 Jahre), die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	77
Abb. 26: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie <18 Jahre), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	78
Abb. 27: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie 18-50 Jahre), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	79

Abb. 28: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie 51-80 Jahre), die den „Sniffin´ Stick“ Terpentin richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	81
Abb. 29: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens	82
Abb. 30: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	85
Abb. 31: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin´ Stick“ Banane richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	86
Abb. 32: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	87
Abb. 33: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin´ Stick“ Kaffee richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	89
Abb. 34: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes	90
Abb. 35: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes (Stadt), die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	92
Abb. 36: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes (Stadt), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)	94

Abb. 37: Anzahl der richtig diskriminierten Gerüchetriplets beim Geruchsdiskriminationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe	95
Abb. 38: Anzahl der richtig diskriminierten Gerüchetriplets beim Geruchsdiskriminationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens	97
Abb. 39: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum in der Untersuchungsgruppe	99
Abb. 40: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum, bei Probanden der Untersuchungsgruppe über 18 Jahre	100
Abb. 41: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum, bei Probanden der Untersuchungsgruppe ab 14 Jahren	101
Abb. 42: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum, bei Probanden der Untersuchungsgruppe von 18-50 Jahren	102
Abb. 43: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum in der Kontrollgruppe	103
Abb. 44: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe	106
Abb. 45: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe.....	106
Abb. 46: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre)	107

Abb.47: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre) unter Ausschluss eines Ausreißers	109
Abb. 48: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (18-50 Jahre)	110
Abb. 49: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (51-80 Jahre)	111
Abb. 50: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre)	112
Abb. 51: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre), unter Ausschluss eines Ausreißers	113
Abb. 52: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (18-50 Jahre)	114
Abb. 53: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (51-80 Jahre)	115
Abb. 54: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe	116
Abb. 55: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe	117
Abb. 56: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (<18 Jahre).....	118

Abb. 57: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (18-50 Jahre)	119
Abb. 58: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (51-80 Jahre)	120
Abb. 59: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (<18 Jahre)	121
Abb. 60: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (18-50 Jahre)	122
Abb. 61: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (51-80 Jahre)	122

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Einstufung von hochgradig sehbehinderten und blinden Personen, anhand ihres Visus und des Gesichtsfeldes, sowie Einstufung des Pflegebedarfs in Österreich [PENSIONSVERSICHERUNGSANSTALT, 2009]	5
Tab. 2: Anzahl der Menschen weltweit und in Europa, die an einer Sehbeeinträchtigung leiden (Stand: 2010) [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011]	6
Tab. 3: Detaillierte Charakteristika der Probanden der Untersuchungsgruppe, unterteilt nach Alter und Geschlecht	40
Tab. 4: Detaillierte Charakteristika der Probanden der Kontrollgruppe, unterteilt nach Alter und Geschlecht	41
Tab. 5: Interpretation des Faktors $\text{Exp}(B)$	53

1. Einleitung und Fragestellung

Es bestehen unterschiedliche Annahmen, dass bei Menschen mit Verlust eines Sinnesorgans, die verbleibenden sensorischen Funktionen ausgeprägter vorhanden sind. Bei blinden Menschen wird berichtet, dass sie einen überdurchschnittlich guten Riech-, Hör- und Tastsinn haben. Studien zu diesem Thema, die teilweise auch in dieser Arbeit zitiert werden, wurden jedoch meist mit sehr kleinen Stichproben durchgeführt.

Gougoux et. al [2004] untersuchten an 12 sehenden und 14 blinden Probanden die Fähigkeit des Hörens mit dem Ergebnis, dass blinde Personen Änderungen der Tonhöhe besser erkennen konnten als Sehende. Wichtig zu erwähnen ist, dass, je früher der Proband erblindet war, er umso bessere Ergebnisse erzielte.

Facchini und Aglioti [2003] kamen zu dem Schluss, dass bei Verlust eines Sinnes die Wahrnehmung anderer Sinne verstärkt wird. Mit 28 Probanden wurde die Fähigkeit des Tastsinnes im Dunkeln untersucht. Personen, die 90 Minuten durchgehend eine lichtundurchlässige Schlafbrille trugen, erzielten beim Ertasten von Gegenständen ein besseres Ergebnis als die Kontrollgruppe, die nur während der Tests eine Schlafbrille trug.

Damm et. al [2009] testeten das Riechvermögen an je 50 männlichen blinden und sehenden Probanden. Es konnte gezeigt werden, dass blinde Personen keine höhere Sensibilität beim Erkennen von Gerüchen aufweisen.

Eine Erklärung für dieses Studienergebnis kann, basierend auf einem Trainingseffekt, die häufigere Übung blinder Personen beim Erkennen von Gerüchen sein.

Durch den Verlust eines Sinnes haben blinde Personen somit keine „bessere“ Nase, sondern trainieren die verbleibenden Sinne bewusster und intensiver.

Daher war es interessant, genau dieses Phänomen zu untersuchen.

EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

In der vorliegenden Masterarbeit wird die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit von blinden, sehbehinderten und sehenden Personen evaluiert. Ob der Hypothese „Blinde und Sehbehinderte haben einen ausgeprägteren Geruchssinn als Sehende“ zugestimmt werden kann, soll herausgefunden werden. Durch Miteinbeziehen der Einflussfaktoren Alter, Geschlecht, Rauchverhalten, regelmäßiger Alkoholkonsum und Wohnort (Land/Stadt), soll ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen statistisch erhoben werden.

Um die Geruchswahrnehmungsfähigkeit der Probanden zu ermitteln, wurden ein Geruchsidentifikationstest und ein Geruchsdiskriminationstest mit „Sniffin´ Stick- Sets“ der Firma Burghart durchgeführt. Zusätzlich füllten die Probanden einen Fragebogen aus, der Informationen über mögliche Einflussfaktoren geben soll.

2. Literaturübersicht

2.1 Definition der Blindheit und Sehbehinderung laut WHO

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Definitionen für Sehbeeinträchtigung, Sehschwäche und Blindheit, entsprechen der WHO Klassifikation „International classification of diseases, injuries and causes of death“:

- Sehbeeinträchtigung (visual impairment)

Dieser Begriff schließt sowohl ein geringes Sehvermögen, als auch die Blindheit mit ein.

- Sehschwäche und geringes Sehvermögen (low vision)

Darunter wird jene Sehschärfe verstanden, die am besseren Auge geringer als 6/18 (30%), aber gleich oder besser als 3/60 (5%) ist. Auch der Gesichtsfeldverlust von weniger als 20 Grad auf dem besseren Auge, wird in diesen Begriff mit einbezogen.

- Blindheit (blindness)

Die Blindheit ist definiert als eine Sehschärfe von weniger als 3/60 (5%), oder ein entsprechender Gesichtsfeldverlust weniger als 10 Grad auf dem besseren Auge. Die Sehschärfe eines blinden Menschen ist so gering, dass er sich in einer ihm unbekannten Umgebung ohne fremde Hilfe nicht zurechtfindet [WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1993; BOLT, 2004; GRUBER und HAMMER, 2000].

Der vorherig erwähnte Begriff „Gesichtsfeld“ schließt die Gesamtheit aller optischen Reize, die bei unbewegtem Auge auf die Netzhaut treffen, mit ein. 90 Grad reicht das Gesichtsfeld beim Blick von geradeaus nach temporal. Nach unten reicht es bis zu 70 Grad und nach oben sowie nasal bis zu 60 Grad [GRUBER und HAMMER, 2000].

2.1.1 4 Stufen der Sehleistung laut WHO

Die 4 Stufen der Sehleistung werden auf die „Internationale Klassifikation von Erkrankungen“ bezogen:

1. Normales visuelles Wahrnehmungsvermögen
2. Moderate Beeinträchtigung des visuellen Wahrnehmungsvermögens
3. Mittelgradige Beeinträchtigung des visuellen Wahrnehmungsvermögens
4. Blindheit [WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1993]

2.2 Definition der Blindheit und Sehbehinderung in Österreich

Da es keine international einheitliche Definition des Begriffes „Sehschädigung“ gibt, können die in den landesabhängigen Definitionen deklarierten Werte des Restvisus¹ unterschiedlich sein [GRUBER und HAMMER, 2000].

Die Definition für hochgradig sehbehinderte und blinde Personen ist in Österreich im Bundespflegegesetz in §4 und §4a deklariert. Bei der PflegegeldEinstufung in Österreich wird bei hochgradig sehbehinderten und blinden Personen sowohl die Beeinträchtigung des Visus, als auch die des Gesichtsfeldes einbezogen (Tab.1).

Die Sehleistung wird immer auf das bessere Auge mit optimaler Korrektur bezogen.

Tab.1: Einstufung von hochgradig sehbehinderten und blinden Personen anhand ihres Visus und ihres Gesichtsfeldes, sowie die Einstufung des Pflegebedarfs in Österreich [PENSIONSVERSICHERUNGSANSTALT, 2009]

Hochgradig Sehbehindert		Blind	
Visus kleiner oder gleich			Gesichtsfeld
0,05 entspricht 3/60		0,02 entspricht 1/60	Unauffällig
0,1 entspricht 6/60		0,03 entspricht 2/60	Quadrantenanopsie
0,3 entspricht 6/20		0,06 entspricht 4/60	Hemianopsie
1,0 entspricht 6/6		0,1 entspricht 6/60	Röhrenförmige Einengung auf 10° nach Goldmann
Pflegebedarf	Stufe 3 (>120h/ Monat)	Stufe 4 (>160h/ Monat)	

2.3 Globale Situation der Blindheit und der Sehbehinderung

Global ist das Thema Sehbeeinträchtigung von Menschen ein wichtiges Gesundheitsthema. Geschätzt wird, dass weltweit 285 Millionen Menschen unter einer Sehbeeinträchtigung leiden, wovon 39 Millionen blind sind und 246 Millionen ein geringes Sehvermögen haben.

Etwa 90% der sehbehinderten Personen leben in Entwicklungsländern. Die Hauptursache einer Sehbehinderung in Ländern mit einem mittleren und geringen Einkommen ist der Katarakt.

In den letzten Jahren ist die Anzahl der über 50 jährigen mit einer Sehbeeinträchtigung gestiegen. Aufgrund der steigenden Lebenserwartung sind heute etwa 65% der sehbeeinträchtigten und 82% der blinden Menschen 50 Jahre oder älter [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011].

LITERATURÜBERSICHT

Auffällig ist auch, dass Frauen im Vergleich zu Männern häufiger an einer Sehbeeinträchtigung leiden [RESNIKOFF et al., 2004].

Abschließend kann gesagt werden, dass die Zahl der sehbehinderten Menschen seit 1990 gesunken ist. Das Gesundheitssystem konnte weltweit verbessert werden und die Zahl der durch Infektionskrankheiten verursachten Sehbehinderungen konnte gesenkt werden.

Die Anzahl jener Menschen, die weltweit und in Europa auch heute noch an einer Sehbeeinträchtigung leiden, ist in Tab.2 angeführt.

Tab.2: Anzahl der Menschen weltweit und in Europa, die an einer Sehbeeinträchtigung leiden (Stand: 2010) [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011]

	Blind	Sehbeeinträchtigung	Geringes Sehvermögen
<i>Weltweit</i>	39 Millionen	285 Millionen	246 Millionen
<i>Davon in Europa lebende Menschen</i>	7%	9,9%	10,4%

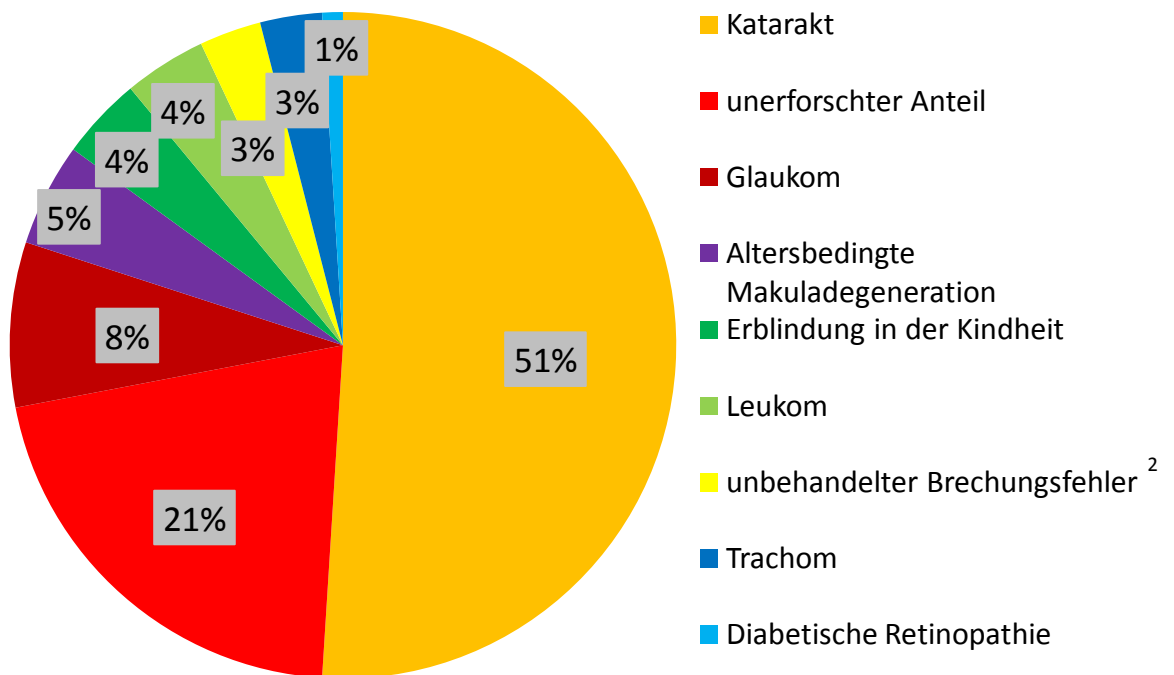


Abb.1: Ursachen einer Erblindung weltweit [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011]

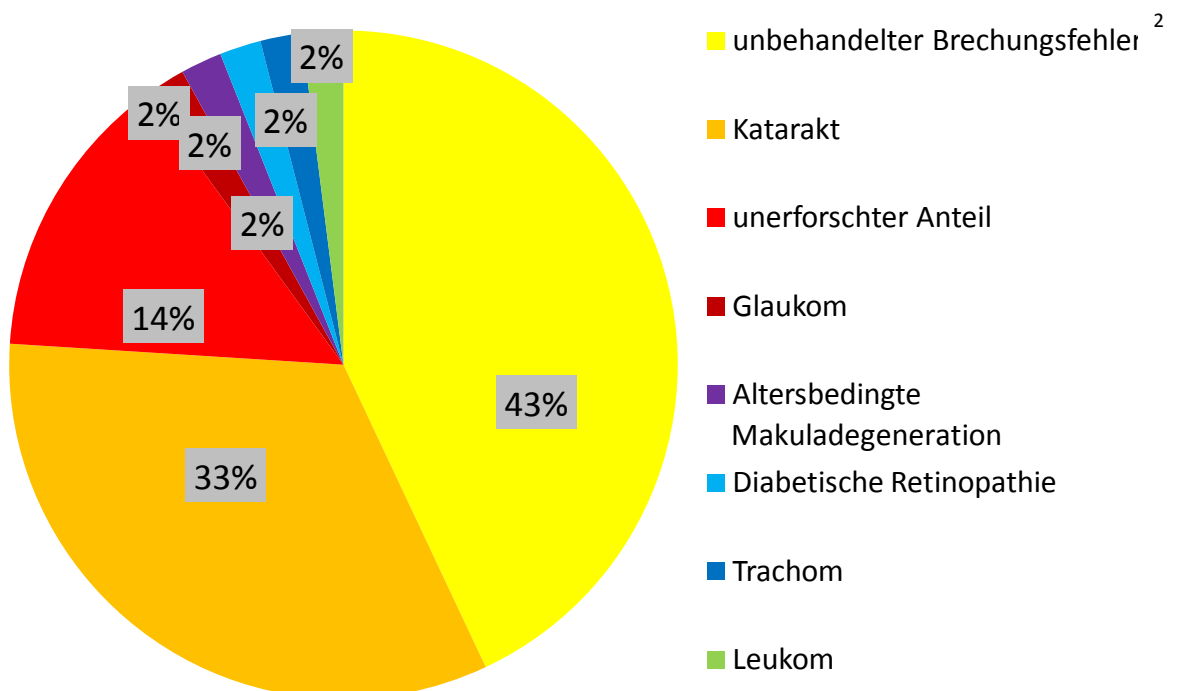


Abb.2: Ursachen einer Sehbeeinträchtigung weltweit [PASCOLINI und MARIOTTI, 2011]

² Weit- und Kurzsichtigkeit

Bei beiden Kreisdiagrammen (Abb.1 und Abb.2) wird deutlich, dass der Katarakt die dominante Ursache der Erblindung und der Sehbeeinträchtigung ist.

Die Hauptursache einer Sehbeeinträchtigung ist der unbehandelte Brechungsfehler. Besonders in Entwicklungsländern gibt es immer noch keine angepassten Behandlungsmöglichkeiten dafür.

Ein großer Anteil an unerforschten, ungeklärten Erblindungs- und Sehbeeinträchtigungsursachen besteht nachwievor. Aufgrund einer hohen Dunkelziffer ist es nicht möglich genaue Prozentangaben über Ursachen der Erblindung und Sehbeeinträchtigung zu machen. Es wird noch viele Jahre dauern bis in allen Regionen der Welt Augenerkrankungen früh genug erkannt und dementsprechend behandelt werden können.

2.4 Situation der Sehbeeinträchtigung in Österreich

Eine genaue statistische Erfassung aller in Österreich lebenden blinden und sehbehinderten Menschen gibt es, wie in den meisten Ländern, nicht [GRUBER und HAMMER, 2000].

1995 wurde in Österreich eine Erhebung über Personen mit körperlichen Beeinträchtigungen mit einem Stichprobenumfang von 30 800 Haushalten durchgeführt [ARENS, 2003].

3,1 Millionen Personen, das entspricht etwa 38% der Bevölkerung, gaben an, eine Sehbeeinträchtigung zu haben, die bei 87% der Personen durch eine Brille, Kontaktlinsen oder operativ behoben werden kann. 13% der Personen wiesen Sehbeeinträchtigungen auf, die nicht behoben werden konnten (Abb.3) [FASCHINGER, 2006].

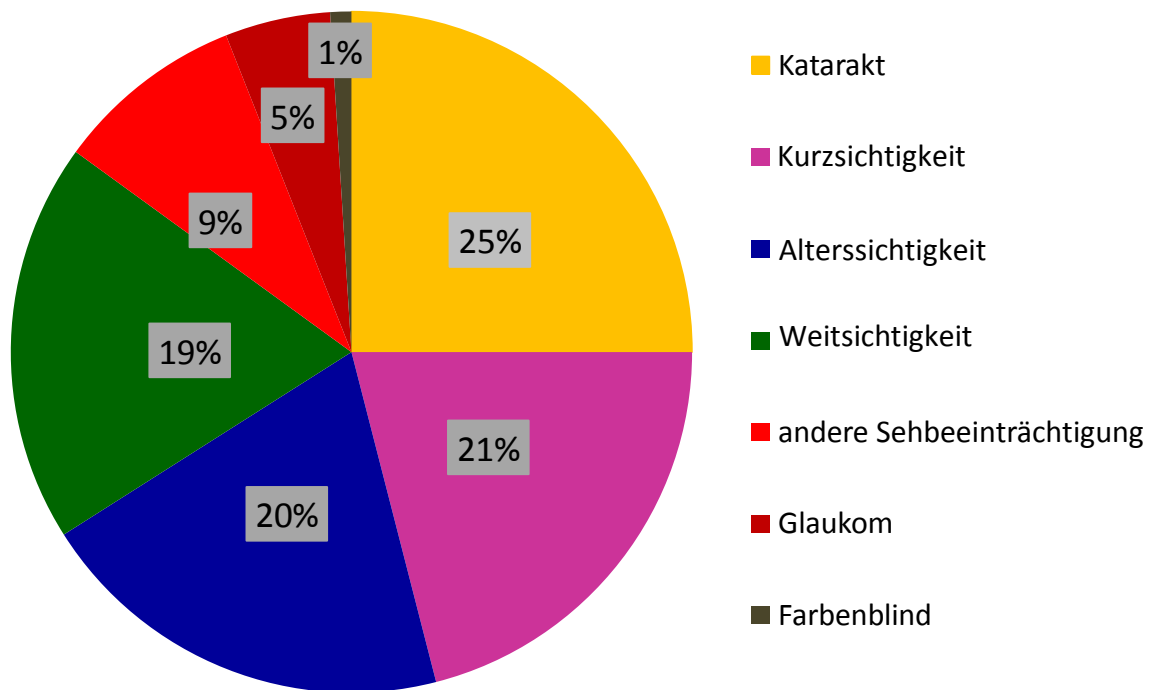


Abb.3: Ursachen der nicht zu behebenden Sehbeeinträchtigungen in Österreich [FASCHINGER, 2006]

Praktisch blind sind in Österreich etwa 7 800 Personen. Sie können sich nicht ohne Hilfe in einer ihnen fremden Umgebung zurechtfinden. 30 600 sind an einem Auge und 4 600 an beiden Augen vollblind. Diese Personen können keine Lichtempfindungen mehr wahrnehmen [FASCHINGER, 2006].

Bei über 50% der praktisch Blinden, verschlechterte sich die Sehbeeinträchtigung im Laufe der Zeit, z.B. aufgrund einer Erkrankung. Jeder Vierte gab an, dass ein Unfall die Ursache seiner Erblindung an einem oder an beiden Augen war.

Die Anzahl der Sehbehinderungen nimmt weltweit mit dem Alter zu. So auch bei älteren Menschen in Österreich. 55,5% der praktisch Blinden sind über 70 Jahre alt. Bei einem Drittel von ihnen begann die schwerste Sehbeeinträchtigung mit 60 Jahren. Besonders grauer und grüner Star häufen sich mit zunehmendem Alter.

Seit 1986 gab es eine Zunahme von 8% bei der Weit- und Alterssichtigkeit. Starerkrankungen kommen um 47% häufiger vor, wobei ein Viertel davon durch den grauen Star verursacht wird. Auch die Kurzsichtigkeit stieg um 3,5% an [ÖSTERREICHISCHER BLINDEN-, UND SEHBEHINDERTENVERBAND, 2012].

2.5 Entwicklungen im Bereich der Blindenbildung

Ende des 18. Jahrhunderts wurde damit begonnen blinde und sehbehinderte Menschen in die pädagogische Erziehung einzubeziehen.

Die erste Blindenschule wurde 1784 von dem Franzosen Valentin Haüy in Paris gegründet. Dort entwickelte sich zum ersten Mal eine Schrift, die blinde Menschen durch das Ertasten mit ihren Fingern lesen konnten. Die Wörter wurden durch das Zusammensetzen von Holzbuchstaben gebildet.

Mit Metallbuchstaben, die auf einen Karton gedrückt wurden, entstand später eine erhabene Schrift, die auf Papier ertastet werden konnte. Ab diesem Zeitpunkt war es für blinde Personen möglich Texte zu lesen.

Auch andere europäische Hauptstädte begannen in den folgenden 20 Jahren Bildungszentren für blinde Menschen zu errichten. Das erste deutschsprachige Blindeninstitut wurde von Johann Wilhelm Klein im Jahr 1804 in Wien gegründet.

Ein Meilenstein der Blindenschrift wurde 1825 gesetzt, als Louis Braille eine punktförmige Tastschrift für blinde Menschen entwickelte, wobei eine militärische Geheimschrift als Basis diente [GRUBER und HAMMER, 2000]. Bei dieser Schrift werden Buchstaben, Zahlen, Satz- und Sonderzeichen aus maximal sechs Punkten zusammengesetzt. Die Bedeutung der jeweiligen Wörter und Sätze ergibt sich aus der Anzahl und der Stellung der Punkte. Die Grundform der Punkte besteht aus drei Zeilen und zwei Spalten [HERTLEIN, 2005].

1880 wurde diese Schrift weltweit anerkannt. Mit der Zeit entwickelten sich neben der Brailleschrift auch spezielle Schriften wie etwa für die Mathematik und die Chemie.

Das Lesen der Punktschrift geschieht mit den Fingern. Das Schriftsystem der Punktschrift hat einige Besonderheiten. Groß- oder Kleinbuchstaben, wie sie in der Schrift der Sehenden üblich sind, gibt es nicht. Auch Kleingedrucktes oder Riesenbuchstaben, wie sie auf Werbeplakaten zu finden sind, werden in der Brailleschrift nicht verwendet.

Ein weiteres Merkmal sind die immer gleichen Abstände der Punkte zueinander und die Abstände zwischen den Buchstaben, Wörtern oder Zeilen. Da die Anordnung der Buchstaben nur in einer Linie passiert, gibt es keine Hoch- oder Tiefstellung, die bei wissenschaftlichen oder musikalischen Notationen üblich sind. Besonders das Lesen der in Braille geschriebenen Notenschrift stellt ein Problem dar. Da die Zeichen hintereinander angeordnet sind, Hoch- und Tiefstellungen aber nicht vorkommen, wird der Text der Noten enorm lang.

Die durch Punkte notierten Buchstaben der Brailleschrift sind sehr groß, sodass ein Finger immer nur jene Zeichen erfassen kann, die in der jeweiligen Zeile vorkommen. So erfolgt das Lesen der Zeichen nur nacheinander.

Ein Problem, das sich daraus ergibt, ist eine geringe Arbeitsgeschwindigkeit beim Lesen. Beim Schreiben hingegen kann das Tempo bei geübten blinden oder sehbehinderten Personen schneller sein, als das eines Sehenden. Weiters erfordert das Lesen der Brailleschrift sehr viel Konzentration, Ausdauer und Zeit. Beim Schreiben eines Textes, kann das Niedergeschriebene erst dann kontrolliert werden, wenn die Person seine Finger von der Tastatur weg und über den geschriebenen Text gleiten lässt. Möchte er danach weiterschreiben, so steht ihm das Gelesene nur als Erinnerung zur Verfügung.

Ende des 19. Jahrhunderts wurden viele, der auch heute noch aktiven Selbsthilfegruppen von Blinden und Sehbehinderten gegründet. Dazu zählen etwa der Blindenbund, der Österreichische Blindenverband, der heute als Österreichischer Blinden- und Sehbehindertenverband bekannt ist, und die Hilfsgemeinschaft der Blinden und Sehschwachen Österreichs.

Durch die wissenschaftliche Unterscheidung zwischen blind, praktisch blind und sehschwach, die 1928 erfolgte, konnte eine bessere Unterrichtstrennung der sehbehinderten von den blinden Personen in der Blindenschule vorgenommen werden und somit besser auf Menschen mit unterschiedlicher Sehbeeinträchtigung eingegangen werden.

Mit der Zeit wurde über die Integration blinder Kinder in Volksschulen und Gymnasien für normalsichtige Kinder diskutiert. In Österreich setzte sich die Einzelintegration blinder Kinder relativ spät durch. Erst 1992 wurde das erste blinde Kind in eine Volksschule für normalsichtige Kinder integriert.

Diese Integration ist nicht nur länderabhängig, sondern kann auch innerhalb eines Bundeslandes unterschiedlich sein [DRAVE W, 1998; GRUBER und HAMMER, 2000; DEUTSCHER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVERBAND, 2012].

2.6 Definition der Sensorik

Das Wort Sensorik leitet sich von dem lateinischen Wort *Sensus* ab. Es bedeutet „der Sinn, das Gefühl, die Empfindung, der Eindruck“ [LANGENSCHIEDT, 2008].

Die Wissenschaft der Sensorik beschäftigt sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Produkten und ihrer Wahrnehmung und

Bewertung, mit Hilfe der fünf menschlichen Sinne auseinandersetzen (Geruchs-, Geschmacks-, Gesichts-, Tast- und Gehörsinn). Sie befasst sich mit der Vorbereitung, Durchführung und Interpretation von Sinnesprüfungen.

Produkte können zum Beispiel Lebensmittel sein, bei denen die sensorischen Eigenschaften ein wichtiges Qualitätskriterium sind, die mit den menschlichen Sinnen, dem Instrument der Sensorik, gemessen werden können.

Bevor der Geruch und Geschmack eines Lebensmittels geprüft wird, fällt die erste Beurteilung bereits mit dem Auge. Damit können Zusammenhänge zwischen dem Aussehen, der Form und der Farbe mit der Qualität, der Genussstauglichkeit, sowie der Genussuntauglichkeit bewertet werden [FLIEDNER und WILHELM, 1993; DERNDORFER, 2010].

2.7 Der Gesichtssinn

Der Gesichtssinn ist ein Fernsinn, bei dem die optischen Reize über das Auge wahrgenommen werden. Dieser Sinn hat eine große Bedeutung, da mit ihm 80% der Umwelt wahrgenommen wird, während der restliche Prozentsatz unter den anderen Sinnen aufgeteilt wird. Aus diesem Grund können durch das Wahrnehmen mit dem Auge andere Sinnesorgane getäuscht werden.

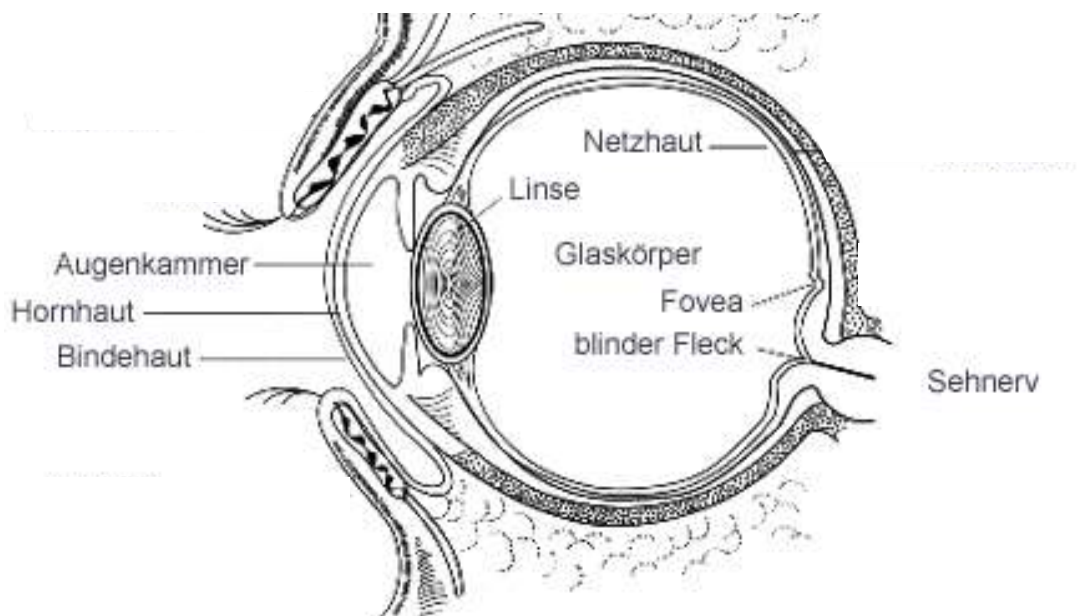
Bei der sensorischen Beurteilung erfolgt die erste Sinneswahrnehmung mit dem Auge. Es können Attribute wie Farbe, Größe, Form, Glanz, Struktur und viele mehr, beurteilt werden. Das sind wesentliche Eigenschaften, durch die der Verbraucher entscheiden kann, ob er ein Produkt akzeptiert oder ablehnt [PLATTIG, 1995; NEMETZ, 1995; VOGEL und ANGERMANN, 1997].

2.7.1 Anatomische Grundlagen

Der Gesichtssinn besteht aus drei einwandfrei miteinander funktionierenden Teilen: den Augen, dem Sehnerv und dem Sehzentrum im Gehirn [FLIEDNER und WILHELM, 1993].

Beim Sehvorgang durchdringt das einfallende Licht den optischen Apparat des Auges, bestehend aus der transparenten Hornhaut, auch Kornea genannt, der Iris, dem Kammerwasser, der Linse und dem Glaskörper. Am Ende entwirft der Apparat ein auf den Kopf gestelltes, verkleinertes Bild der wahrgenommenen Umwelt auf der Netzhaut (Retina), die lichtempfindliche Rezeptoren enthält (Abb.4) [GRUBER und HAMMER, 2000; REX, 2001; SILBERNAGL, 2003].

Über den inneren und äußeren Teil der Retina werden die Signale über den Sehnerv an das Gehirn weitergeleitet. Die Signale aus dem inneren Teil der Retina durchlaufen eine an der Gehirnbasis liegende Kreuzstelle der Sehnerven vom rechten und linken Auge, dem sogenannten *Chiasma opticum*. Die Kreuzung der Sehnerven ist wichtig um mit beiden Augen gleichzeitig ein Bild wahrnehmen zu können. In der Sehrinde wird das Bild anschließend richtig gedreht und gedeutet.



Als Iris bezeichnet man den gefärbten Teil des Auges vor der Linse. Sie regelt den Lichteintritt in das Auge und kann durch ihre Muskelfasern die Pupille verengen und erweitern. Die Iris besteht aus lockerem Bindegewebe. An ihrem Übergang zur Hornhaut, die durch einen hohen Wassergehalt und dem Fehlen von Blutgefäßen charakterisiert ist, bildet sie den in der Augenkammer lokalisierten Kammerwinkel. Dort fließt das Kammerwasser in den Schlemm'schen Kanal und weiter in die Augenvene ab.

Das Kammerwasser ist eine Flüssigkeit, die aus Blutplasma gebildet wird und einen niedrigen Eiweißgehalt aufweist [REX, 2001; GRUBER und HAMMER, 2000]. Es ist wichtig, dass ein Gleichgewicht zwischen der Produktion und dem Abfließen der Flüssigkeit besteht. Wird der Abfluss beeinträchtigt, kann eine Erhöhung des Augendrucks die Folge sein, ein Auslöser des grünen Stars.

Die Linse liegt hinter der Pupille, fixiert durch die Zonulafasern. Sie enthält keine Gefäße und ist somit durchsichtig. Durch die Zonulafasern kann die Linse beim Sehen in der Ferne und in der Nähe ihre Form verändern und in ihre ursprüngliche Form wieder zurückgelangen. Die Linsenfasern werden ein Leben lang neu gebildet. Da die Linse von einer Kapsel umgeben ist, kann das alte abgestorbene Gewebe, im Gegensatz zu anderen Körpergeweben, nicht abtransportiert werden. In der Jugend eines Menschen ist die Linse elastisch. Im Alter wird die Linse härter und unelastischer. Die Folge davon ist die Alterssichtigkeit, die durch eine Brille, für das Lesen in der Nähe, wieder korrigiert werden kann [GRUBER und HAMMER, 2000].

Die komplexe Struktur der Netzhaut besteht aus zehn Lagen und enthält die Photorezeptoren Stäbchen und Zapfen, sowie vier Typen von Neuronen [GANONG und AUERSWALD, 1979; SILBERNAGL, 2003].

Die Aufgabe der Photorezeptoren ist es, das Licht als physikalischen Reiz in ein elektrisches Signal umzuwandeln, damit es anschließend an das Gehirn weiter geleitet werden kann [KEMP et al., 2009].

Die etwa 120 Millionen Stäbchen reagieren auf Licht und ermöglichen das Sehen bei Tageslicht, sowie das Schwarz- Weiß- Sehen.

Die circa 6 Millionen Zapfen sind hingegen für das Sehen in der Dämmerung und das Sehen von Farben verantwortlich.

Auf der Retina sind Stäbchen und Zapfen unterschiedlich verteilt. Während sich in der *Fovea centralis*, dem Ort des schärfsten Sehens, ausschließlich Zapfen befinden, liegen um sie herum meist Stäbchen, deren Anzahl zum Retinarand hin zunimmt [GANONG und AUERSWALD, 1979; FRICKER, 1984; SILBERNAGL, 2003; SILBERNAGL und LANG, 2005].

2.7.2 Photorezeptorischer Mechanismus

Beide Photorezeptoren enthalten lichtempfindliche, chemisch aktive Sehpigmente. Zapfen das Jodopsin und Stäbchen das Rhodopsin (Sehpurpur). Diese Verbindungen enthalten das Protein Opsin, das sich bei Jodopsin, bezogen auf die chemische Struktur nur geringfügig von dem des Rhodopsins unterscheidet. Zusätzlich zum Opsin enthalten die beiden Sehpigmente das Vitamin-A-Aldehyd Retinal (11-cis-Retinal) [SAAM, 2002].

Die Aufgabe der Sehpigmente ist es, den Lichtreiz in eine elektrische Erregung umzuwandeln [SILBERNAGL, 2003].

Primäre Reizwirkung am Sehpurpur:

Trifft ein Lichtreiz auf die Photorezeptoren führt dies zu einer Spaltung in Opsin und Retinal, sowie zu einer Isomerisierung¹ des 11-cis-Retinals in das all-trans-Retinal (Abb.5).

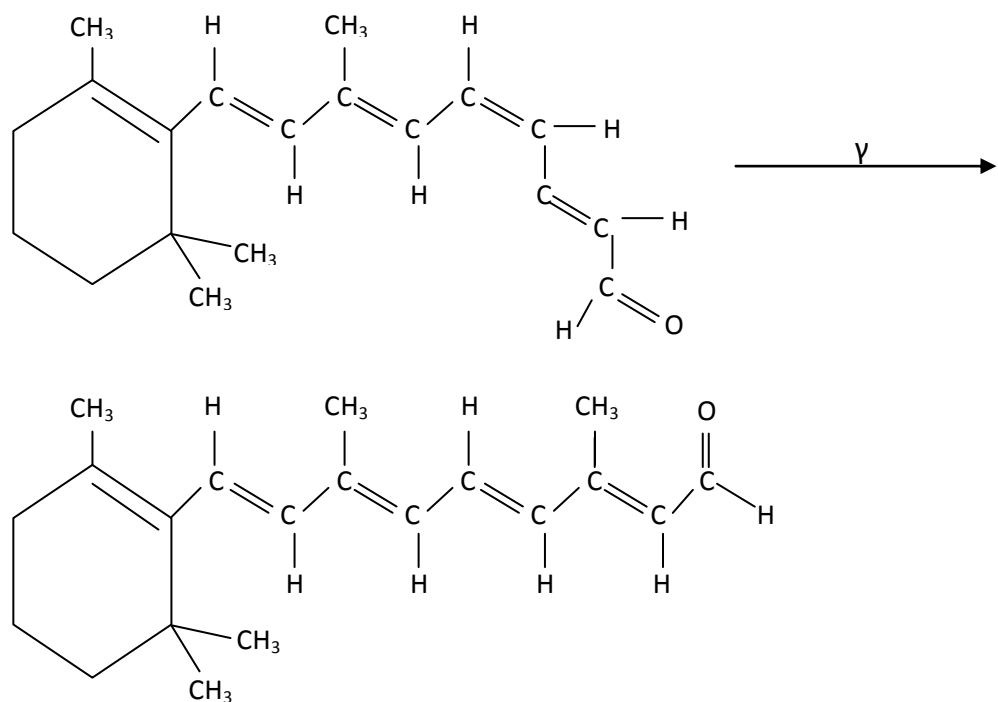


Abb.5: Umlagerung des 11-cis-Retinals zum all-trans-Retinal

Die Regeneration des Sehpurpurs kann auf zwei Arten verlaufen. Entweder in einem photochemischen Prozess während der Belichtung oder im Dunkeln [VOGEL und ANGERMANN, 1997]. Im Dunkeln wird das Rhodopsin zum Teil spontan wieder regeneriert, nachdem das all-trans-Retinal wieder in 11-cis-Retinal übergeführt wird. Da zur Bildung von Rhodopsin das Vitamin-A-Aldehyd Retinal notwendig ist, kann es bei einem chronischen Mangel von Vitamin A oder einer seiner chemischen Vorstufen, zu einer unzureichenden Produktion des Sehfärbstoffes und schließlich zur

¹ Bei einer Isomerisierung eines Moleküls bleibt die Summenformel gleich, der Molekülbau und seine Eigenschaften verändern sich aber

Nachtblindheit führen. Ein Mangel bewirkt auch eine anatomische Veränderung der Stäbchen und Zapfen [SILBERNAGL, 2003; GANONG und AUERSWALD, 1997].

2.8 Ursachen einer Erblindung

Im folgenden Kreisdiagramm (Abb.6) sind alle Erblindungsursachen der 99 blinden und sehbehinderten Probanden dieser Studie, zusammengefasst. Die meisten dieser Ursachen sind im nachstehenden Text detaillierter beschrieben.

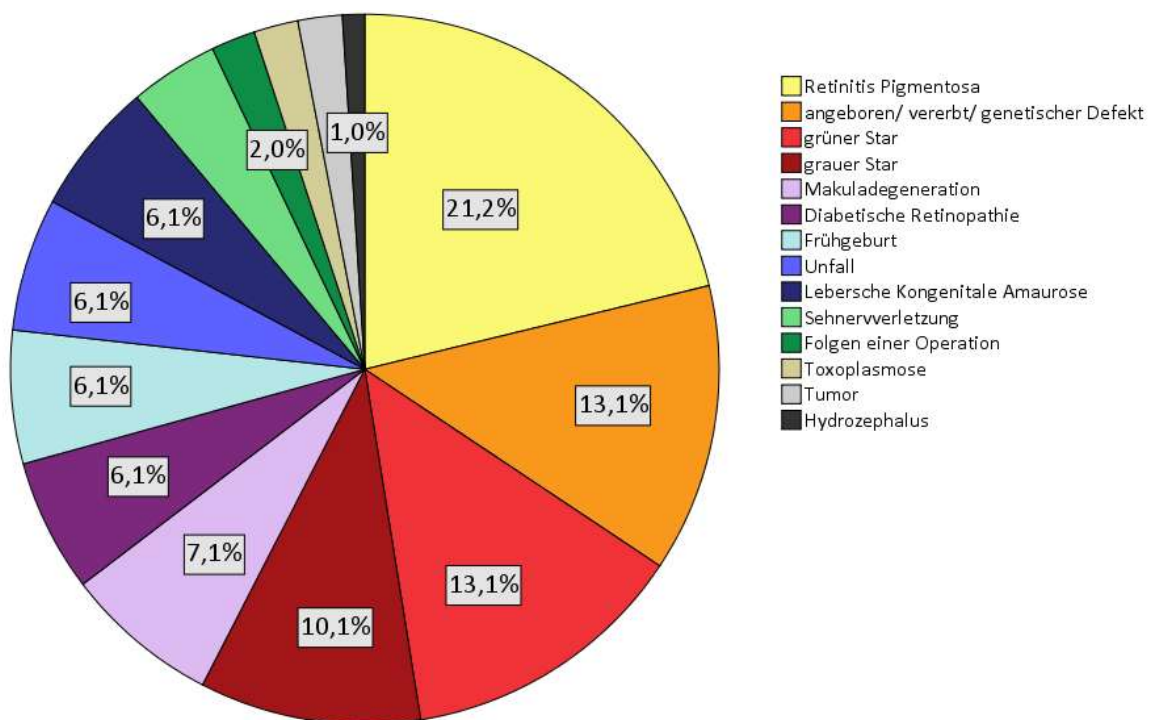


Abb.6: Ursachen einer Erblindung und Sehbehinderung der 99 Probanden der vorliegenden Studie

2.8.1 Retinitis pigmentosa

Retinitis pigmentosa ist ein Sammelbegriff für vererbte Netzhauterkrankungen, bedingt durch einen Funktionsverlust der Stäbchen, und in weiterer Folge auch der Zapfen [HAMEL, 2006].

Bis heute wurden 45 Gene gefunden, deren Mutationen zur *Retinitis pigmentosa* führen können.

Die Störung der Photorezeptoren kann je nach genetischem Defekt, und je nachdem welcher Bereich der Netzhaut betroffen ist, unterschiedlich sein. Die Endphase hingegen geht immer mit einem Absterben der betroffenen Zellen und einer Netzhautdegeneration einher [ZRENNER et al., 1992].

Abhängig von der genetischen Ursache treten erste Symptome in unterschiedlichem Alter auf, meist ab dem 30. Lebensjahr. Anfangs empfindet der Patient eine verstärkte Blendung bei Tageslicht, Nachtblindheit, reduziertes Farbsehen und eine Veränderung der Sehschärfe, meistens an beiden Augen [DYONNE et al., 2006].

Chronisch fortschreitend wird das Sehfeld immer stärker eingeschränkt, bis das Sehen wie durch eine Röhre empfunden wird. Die Funktion der Photorezeptoren kann sich in der Endphase so schnell verschlechtern, dass pro Jahr 10-20% des Gesichtsfeldes verloren geht [GROVER et al., 1997].

Da es keine Empfehlungen zur Vorbeugung und keine Behandlungsmöglichkeiten gibt, führt *Retinitis pigmentosa* früher oder später zur Erblindung [DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007].

Wichtig ist eine Diagnosestellung durch eine Gesichtsfeldprüfung, um bestimmte Berufsgruppen wie etwa Kraftfahrer richtig beraten zu können. Mit einem Ganzfeld Elektroretinogram kann zusätzlich eine detaillierte Untersuchung der Zelltypen der Netzhaut gemacht werden [NAGX et al., 2008].

Bei einer weit fortgeschrittenen *Retinitis pigmentosa* wird eine Messung und Aufzeichnung des Pupillendurchmessers mit einer Pupillographie gemacht [ZOBOR und ZRENNER, 2012].

Forschungsprojekte arbeiten momentan an einer Entwicklung von Netzhautimplantaten [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012].

Die Häufigkeit der *Retinitis pigmentosa* betrifft einen von 4 000 Menschen weltweit [DYONNE et al., 2006].

2.8.2 Grüner Star (Glaukom)

Unter der Bezeichnung „grüner Star“ werden Augenkrankheiten zusammengefasst, die mit einer Erhöhung des Augeninnendruckes, ab 21 mmHg, einhergehen [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012].

Es werden drei Formen unterschieden. Das primäre Glaukom mit offenem Kammerwinkel, das primäre Glaukom mit verschlossenem Kammerwinkel und das sekundäre Glaukom. Sie unterscheiden sich in ihrer Ursache und ihrem klinischen Verlauf [DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007].

Das Glaukom tritt meist ab einem Alter von 40 Jahren auf, ebenso bei Kurzsichtigkeit und bei Personen mit Gefäßerkrankungen. Die genauen Ursachen konnten aber noch nicht eindeutig geklärt werden [SACU und PEMP, 2010; FASCHINGER und MOSSBÄCK, 2007; DIETLEIN, 2006].

Bei dieser chronisch fortschreitenden Erkrankung kann die Flüssigkeit des Auges, das sogenannte Kammerwasser, das für die Stabilität des Auges notwendig ist und hinter

der Linse produziert wird, nicht genug abfließen. Der Grund dafür kann eine Verstopfung oder eine krankhafte Veränderung des Kammerwinkels sein, wodurch es zur Stauung des Kammerwassers kommt. Die Folge ist ein Anstieg des Augendrucks und eine irreversible Schädigung des Sehnervs.

Typische Symptome können jahrelang ausbleiben oder unspezifisch sein, wie etwa Kopfschmerzen und Augenbrennen. Meist sind beide Augen betroffen. In späteren Stadien macht sich dies durch Ausfälle im Gesichtsfeld bemerkbar [SACU und PEMP, 2010]. Bei Kindern wird der Druckanstieg durch eine Vergrößerung der Augen sichtbar, da die Augen in den frühen Lebensmonaten noch elastisch sind. Aber auch ein auffälliges Verhalten der Kinder wie Bohren des Kopfes in einen Polster, weinen oder Nahrungsverweigerung, können auf ein Glaukom hinweisen [GRUBER und HAMMER, 2000].

Aufgrund des oft symptomlosen Verlaufs dieser Erkrankung ist eine regelmäßige Kontrolle des Augendrucks beim Augenarzt empfehlenswert.

Behandlungsmöglichkeiten zur Senkung des Augeninnendrucks sind Augentropfen, augeninnendrucksenkende Tabletten, Infusionen oder, bei schlecht behandelbaren Fällen, eine Operation.

Weltweit ist der grüne Star die zweithäufigste Erblindungsursache in Entwicklungsländern, aber auch in Industrieländern [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012; DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007].

In Österreich wird bis zum Jahr 2031 ein Anstieg des primären Offenwinkelglaukoms von 50% bei 50-70 jährigen und von 70% bei über 70 jährigen Personen erwartet [HITZL et al., 2005].

2.8.3 Grauer Star (Katarakt)

Unter diesem Begriff versteht man jede Form der Linsentrübung [SACU und PEMP, 2010].

Die Ursache dafür, um nur ein paar zu nennen, sind Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus und Hypothyreose, fortgeschrittenes Alter (Altersstar), eine Cortisonbehandlung oder angeboren, durch Erkrankung der Schwangeren an Röteln [DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007]. Leidet eine Frau während ihrer Schwangerschaft an Röteln, kann das zu einer Linsentrübung beim Embryo führen. Erkennt man den Katarakt nicht rechtzeitig innerhalb der ersten Lebenswochen des Säuglings und entfernt ihn, bleibt das Auge schwachsichtig [GRUBER und HAMMER, 2000].

Durch die Linse kann der Mensch in der Nähe und in der Ferne scharf sehen. Im Alter verändert sich die Linse. Sie verliert an Flüssigkeit, wird dicker und verändert ihre Elastizität. Aufgrund des Elastizitätsverlustes ist im Alter das Tragen einer Lesebrille zum scharfen Sehen in der Nähe unumgänglich. Weiters verändert sich die Transparenz der Linse, wodurch eine Linsentrübung entstehen kann, ein schleichender Vorgang, der über Jahre andauert [SACU und PEMP, 2010].

Wird die Linsentrübung von Symptomen wie verschwommenem Sehen, einem Grauschleier oder vermehrter Blendung bei hellem Licht begleitet, spricht man von einem manifesten grauen Star. Durch diese Symptome wird die Sehkraft stark eingeschränkt [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012; SACU und PEMP, 2010; DAHM, 2003].

Bis heute gibt es keine Medikamente, oder andere vorbeugende Maßnahmen zur Prävention der Entstehung des grauen Stars. Studien kamen zu dem Ergebnis,

dass Rauchen und ein schwankender Blutzuckerspiegel die Entwicklung eines Kataraktes negativ beeinflussen kann [SACU und PEMP, 2010; SILBERNAGL und LANG, 2005].

Durch einen operativen Eingriff kann die natürliche, getrübbte Linse durch eine Kunststofflinse ausgetauscht werden [HARTMANN und ANDERS, 1997]. Die Sehkraft kann so in den meisten Fällen wieder hergestellt werden [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012; SACU und PEMP, 2010; DAHM, 2003]. Ist eine Operation nicht möglich, können Lupe und ein Bildschirmlesegerät als Seh- und Lesehilfen verwendet werden [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012; DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007].

Wird der Katarakt nicht behandelt, kann es zur Erblindung kommen. Weltweit gesehen ist der graue Star die häufigste Erblindungsursache. Da es in Industrieländern ausreichend Möglichkeiten zur Operation gibt, kommt diese Erblindungsursache meist in Ländern der Dritten Welt vor [SACU und PEMP, 2010].

2.8.4 Makuladegeneration (AMD)

Sie ist eine Erkrankung der Netzhaut, wobei meist beide Augen betroffen sind. Die Nervenzellen auf der Netzhaut im Bereich der *Makula lutea*, dem „Gelben Fleck“, werden zerstört, und die Sehschärfe beeinträchtigt [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012; SACU und PEMP, 2010; DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007].

Am häufigsten tritt die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) auf, deren Prävalenz ab einem Alter von 50 Jahren, pro Jahr exponentiell ansteigt [SCHRADER, 2006].

Die AMD kann in zwei Formen erscheinen. Bei der häufiger vorkommenden trockenen Form nimmt die Sehschärfe langsam und stetig ab und das zentrale Sehen geht verloren [WANG et al., 2011]. Eine Behandlung gibt es derzeit noch nicht.

Die zweite Form der AMD nennt man feuchte Makuladegeneration. Die Sehverschlechterung verläuft schneller als bei der trockenen Form. Auch hier kommt es im Endstadium zur Bildung von Arealen ohne Sehfunktion [SACU und PEMP, 2010]. Für diese Form gibt es bereits Behandlungsmöglichkeiten wie Medikamente, eine Behandlung mit Antikörpern und eine photodynamische Therapie [ADINOYI et al., 2010].

Beide Formen können jederzeit ineinander übergehen [SACU und PEMP, 2010].

Als Risikofaktor für die Entstehung der AMD gelten Drusen. Das sind kristalline Ablagerungen unter der Netzhaut, ab einem Durchmesser von 125 µm, die im späteren Leben die Durchblutung des Sehnervs beeinträchtigen können. Epidemiologische Studien zeigen, dass die Gesamtfläche der Drusen ein wichtiger Faktor für die Verlaufsprognose der AMD ist [SCHRADER, 2006; SCHRIEFL et al., 2010; GRUBER und HAMMER, 2000].

Typische Symptome bei AMD sind eine verzerrte Wahrnehmung von Mustern wie Gitter, oder eine Veränderung des Sehens beim Lesen, Erkennen von Gesichtern und bei konzentriertem Fixieren von Gegenständen. Später treten grauschwarze Flecken in der Mitte des Gesichtsfeldes auf, die unabhängig von der Augenbewegung, immer an derselben Stelle bleiben. Zu einer kompletten Erblindung kommt es fast nie, da der Bildrand auch bei fortgeschrittener Erkrankung noch wahrgenommen wird [SACU und PEMP, 2010].

Vorbeugende Maßnahmen gibt es kaum, da die Erkrankung mit dem Alter assoziiert wird. Studien konnten zeigen, dass Rauchen, Übergewicht, eine fettreiche Ernährung,

und eine Belastung durch Sonnenlicht eine negative Assoziation mit der Entstehung von AMD hat [WANG et al., 2011; ADINOYI et al., 2010].

Antioxidativ wirkende Vitamine und Spurenelemente in höheren Dosen, sowie Lutein, ein natürlicher Bestandteil der Netzhautpigmente, der vom Auge selbst nicht produziert wird, und Omega-3-Fettsäuren, wirken hingegen präventiv gegen ein Fortschreiten der Erkrankung [SACU und PEMP, 2010].

Etwa 14 Millionen Menschen leiden weltweit an einer altersbedingten Makuladegeneration. Sie zählt zur dritt häufigsten Ursache für Sehbehinderungen mit steigender Tendenz [ADINOYI et al., 2010].

2.8.5 Diabetische Retinopathie

Die *diabetische Retinopathie* ist eine der häufigsten Erkrankungen der Retina und eine Folgeerkrankung von Diabetes [HAMMES, 2011].

Wenn bereits Jugendliche an Diabetes erkranken, ist die Wahrscheinlichkeit einer *diabetischen Retinopathie* höher, da sie häufiger auftritt, je länger der Patient an der Zuckerkrankheit leidet [SACU und PEMP, 2010].

Es gibt zwei Arten der *diabetischen Retinopathie*. Die proliferative bzw. fortschreitende Form, tritt meist bei Typ-I-Diabetes-Patienten auf, während die nichtproliferative Form eine Folgeerkrankung von Typ-II-Diabetes und Bluthochdruck ist [DORNBLÜTH und PSCHYREMBEL, 2007].

Durch erhöhte Blutzuckerwerte über einen langen Zeitraum, verändert sich die Durchblutung der Netzhaut und es können sich Fett und Eiweißstoffe in den

Gefäßwänden der Augen einlagern. Die Gefäßwände verstopfen und es gelangt nicht mehr genug Sauerstoff zur Retina [SACU und PEMP, 2010]. Zusätzlich werden die Gefäßwände brüchig und können platzen [ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN, 2012].

Folgen davon sind eine Veränderung der Sehschärfe und Gesichtsfeldausfälle, sowie die Entstehung eines Glaukoms. Die Symptome können in Spätstadien bis hin zu einem völligen Sehverlust reichen [SACU und PEMP, 2010].

Risikofaktoren für eine *Retinopathie* sind Hyperglykämie, Hypertonie, Nephropathie und Nikotin. Daher ist es umso wichtiger vorbeugende Maßnahmen, wie eine gute Einstellung des Blutzuckerspiegels und des Blutdrucks, Nikotinverzicht und eine Lebensstiländerung bei Übergewicht, zu beachten [HAMMES, 2011].

Eine Lasertherapie führt oft nicht zur gewünschten Visusbesserung. Eine gesicherte medikamentöse Intervention ist momentan noch nicht möglich. In klinischen Studien werden bereits Medikamente wie etwa ein Hemmer des Wachstumsfaktor VEGF getestet, um eine Abschwellung der Netzhautmitte zu bewirken, und könnten als zukünftige Therapiemethode angewendet werden [JOUSSEN et al., 2003].

2.8.6 Leber'sche kongenitale Amaurose

Sie ist eine sehr seltene, aber schwerwiegende erbliche Netzhauterkrankung, die durch Mutationen von Genen, die für das Sehen notwendig sind, verursacht werden. Meist sind Kinder im frühen Lebensalter davon betroffen. Der Gendefekt verursacht eine Funktionsunfähigkeit der Photorezeptoren, sodass Kinder oft schon während ihres ersten Lebensjahrs an einer hochgradigen Sehbehinderung leiden oder erblinden [VON GIZYCKI et al., 2009; BOLDT et al., 2011; KELLNER et al., 2004].

Symptome sind eine Pigmentverschiebung der peripheren Netzhaut oder eine Gefäßverengung, wodurch die Netzhaut durch die verminderte Durchblutung grau erscheint.

Um geeignete Therapien für diese noch unheilbare Erkrankung entwickeln zu können, ist es notwendig, die durch Mutationen verursachten zellulären Defekte zu erforschen. Diese Forschung wird aber noch einige Jahre dauern, bis die Therapien so überprüft und abgesichert worden sind, damit betroffenen Personen damit behandelt werden können [BOLDT et al., 2011].

2.9 Der Geruchssinn

Der empfindliche olfaktorische Sinn gehört zu den chemischen Sinnen, bei dem es zu Wechselwirkungen zwischen geruchswirksamen, löslichen und flüchtigen Substanzen mit Rezeptorzellen auf der Riechschleimhaut kommt [FLIEDNER und WILHELMI, 1993].

2.9.1 Funktionen des Geruchssinns

Der Eigengeruch eines Menschen beeinflusst stark seine sozialen Beziehungen. Je näher Personen verwandt sind desto ähnlicher auch ihr Eigengeruch. Besonders auf die Partnerwahl und auf die Mutter-Kind-Beziehung hat er einen großen Einfluss [HATT 2007].

Der Geruchssinn hat in der Lebensmittelindustrie einen besonderen Stellenwert. Er lässt den Konsumenten nicht nur entscheiden, ob er ein Lebensmittel oder ein Getränk ansprechend oder abstoßend empfindet, sondern hat auch die Aufgabe einer

Schutzfunktion für den Verbraucher. Gerüche geben Auskunft über Frische und Genießbarkeit eines Produktes. Üble Gerüche können z.B. auf Verderb hinweisen und warnen vor gesundheitsgefährdenden Veränderungen des Lebensmittels [BURDACH, 1988].

Weiters hat dieser Sinn eine wichtige Funktion bei der Wahrnehmung von Gefahren. Feuer, gefährliche Gase und eine verschmutzte Umgebung können so erkannt werden. Durch die unangenehmen Gerüche können Nies- und Würgreflexe ausgelöst werden, und dient damit dem Schutz des Menschen [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.9.2 Anatomie des Geruchsorgans

Das Organ des Geruchssinns ist die Nase. Sie hat zwei Öffnungen; die Nasenlöcher als äußere Öffnung und die *Conchen*, Nasenmuscheln, als innere, hinten gelegene Öffnung [HATT, 2007].

Durch die Nasenscheidewand, auch genannt *Septum*, wird das Organ in einen rechten und einen linken Raum getrennt. Die Oberfläche dieser beiden Räume wird durch übereinanderliegende, wulstartige Gebilde, den Muscheln, vergrößert, die mit einer Schleimhaut, dem respiratorischen Epithel bedeckt sind [BURDACH, 1988; HATT, 2007]. Diese Riechschleimhaut (*Regio olfactoria*) liegt mit einer Größe von 2 mal 5 m² in der Gegend des Nasendachs (Abb.7) [SCHMIDT und SCHAIBLE, 2005].

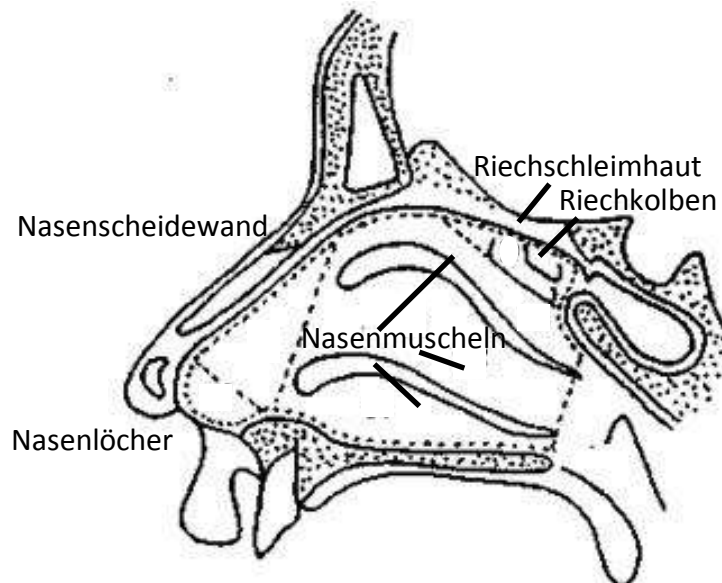


Abb.7: Anatomie der menschlichen Nase [SAKANE et al., 1991]

Da die Fläche der Riechschleimhaut sehr klein ist, werden Menschen auch „Mikrosmatiker“ genannt [MUTSCHLER et al., 2007].

In der Riechschleimhaut befinden sich drei Zelltypen. Die Stützzellen, die Basalzellen und die eigentlichen Riechzellen.

Stützzellen erhalten die Stabilität des Epithels und sezernieren die Schleimschicht auf die Oberfläche.

Basalzellen können durch ihre mitotische Teilung neue Riechzellen produzieren [FRUHSTORFER, 1996].

Weiters gibt es die *Cilien*, feine Sinnes Härchen, die an der Oberfläche des Riechepithels (apikale Seite) in Schleim eingebettet sind [SCHMIDT und SCHAIBLE, 2005]. Sie werden fortlaufend abgebaut und wieder neu aufgebaut [FRICKER, 1984; GOLDENSTEIN, 1997]. Ihre Aufgabe ist es, die im Schleim gelösten Moleküle der Duftstoffe zu absorbieren und sie nach der Transduktion, die in den Rezeptoren stattfindet, als elektrische Impulse zum Gehirn weiterzuleiten [AXEL, 1995].

Einzelne Rezeptoren der Riechzellen haben nur eine geringe Spezifität für einzelne Riechstoffe. Jeder Rezeptor spricht mit unterschiedlicher Empfindlichkeit auf mehrere

Substanzklassen gleichzeitig an, sodass ein bestimmtes „Geruchsprofil“ entsteht [GOLDENSTEIN, 1997].

An der schleimabgewandten Seite der *Cilien* sind sie über ein langes Axon mit dem Gehirn verbunden, um Impulse mit Informationen weiterleiten zu können. Diese dünnen marklosen Nervenfasern verlaufen gebündelt, als *Filia olfactoria* durch die Siebbeinplatte und gelangen als *Nervus olfactorius* (I. Hirnnerv) zum *Bulbus olfactorius*. [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006; SCHMIDT und SCHAIBLE, 2005]. Der *Bulbus olfactorius* ist ein Riechkolben, der nur die wichtigen Impulsinformationen an das Riechzentrum des Gehirns weiterleitet [BUSCH- STOCKFISCH, 2006].

2.9.3 Olfaktorische Reizleitung

Bei normalem Atmen gelangt die Atemluft flach nach hinten in die Nase und nur 2% der eingeatmeten Luft erreicht die Rezeptoren der Riechschleimhaut [BÜCKING, 1999]. Um eine intensivere Wahrnehmung der geruchsaktiven Stoffe zu erleben, wendet man die sensorische Technik des Schnüffeln an [BUSCH- STOCKFISCH, 2006]. Durch kurzes und kräftiges Einatmen wird die Luft steil nach oben gepumpt. Es entsteht ein Luftwirbel im oberen Nasenraum, durch den die riechbaren, gasförmigen Geruchsstoffe besser an den Rezeptoren aufgenommen werden können. Das Ergebnis ist ein intensiver empfundener Geruchsreiz [FLIEDNER und WILHELM, 1993].

Beim Einatmen wird die einströmende Luft aufbereitet, von Härchen gereinigt und auf Körpertemperatur erwärmt. Danach werden die Geruchsmoleküle von den *Cilien* des Riechepithels aufgenommen und das chemische Signal in der Rezeptorzelle in ein elektrisches Signal umgewandelt. Durch die Reaktion des Geruchsmoleküls mit dem Rezeptorprotein, wird das olfaktorische G-Protein aktiviert. Das G-Protein aktiviert anschließend das Enzym Adenylatzyklase. Dadurch wird *cAMP* produziert.

cAMP ist ein Signalmolekül, das zelluläre Vorgänge reguliert. Es wirkt als second messenger auf die Ionenkanäle.

Durch die Produktion dieses Signalmoleküls, werden die Ionenkanäle geöffnet und Natrium und Calcium aus dem Nasenschleim können einströmen. Je länger die Kanäle durch das Riechen offen bleiben, desto mehr Calcium kann einströmen und sich von innen anreichern. Durch die positiv geladenen Calciumionen wird die Zelle erregt und ein Membranpotential entsteht. Dieses wird in eine digitale Aktionspotentialfrequenz umgewandelt und über Axone ans Gehirn weitergeleitet. Im Gehirn findet nun die Auswertung der Impulsinformationen statt und der Impuls kann als spezifischer Geruch erkannt werden [BUSCH- STOCKFISCH, 2006; HATT, 2004; McGeown, 2010; MUTSCHLER, 2007].

Duftstoffe können nicht nur durch das Einatmen mit der Nase (*pronasal*) wahrgenommen werden, sondern auch während der Nahrungsaufnahme. Dabei gelangen die geruchsaktiven Moleküle von der Mundhöhle über den Rachen in das Nasendach, in dem die Rezeptoren lokalisiert sind. Durch das Ausatmen werden die Riechstoffe erkannt. Diese Aromawahrnehmung wird *gustatorischer* Eindruck bzw. *retronasales* Riechen genannt.

Mit dem Schmerzsinne werden stechende oder brennende Geruchsempfindungen wahrgenommen. Dafür verantwortlich sind die freien Nervenendigungen des *Nervus trigeminus* (V. Hirnnerv). Seine Nervenendigungen durchziehen die Gesichtsregion mit Augen, Nase und Mundhöhle [BOJANOWSKI und HUMMEL, 2012].

2.9.4 Adaption

Dieser Begriff beschreibt eine Empfindungsminderung von Duftstoffen, die durch eine zu lange Exposition eines Geruchsreizes ausgelöst wird. Bei vollständiger Adaption kann durch Einatmen der Luft kein Geruch mehr wahrgenommen werden.

Durch das zu lange Riechen eines Duftstoffes bleiben die vorher beschriebenen Ionenkanäle sehr lange geöffnet. Zu viele Calciumionen gelangen durch den Kanal und verschließen ihn nach einiger Zeit. So kann sich ein permanenter Duftreiz von selbst ausschalten [BIRBAUMER und SCHMIDT, 2006].

2.9.5 Einflussfaktoren auf die olfaktorische Wahrnehmung

Geschlecht:

Studien belegen, dass Frauen eine höhere Geruchsempfindlichkeit als Männer aufweisen. Die Gründe dafür sind bis heute noch nicht erforscht. Eine Annahme ist die Auswirkung von Hormonen in der frühen Entwicklungsphase auf die Gehirnregionen. Auch bei der Partnerwahl spielt bei Frauen vor allem der Geruch eine wichtige Rolle, während Männer ihre Entscheidung von der optischen Wahrnehmung abhängig machen [DOTY und CAMERON, 2009].

Alter:

Eine Verringerung der olfaktorischen Empfindlichkeit im Alter kann viele Ursachen haben.

Krankheiten, Medikamente oder chirurgische Eingriffe können ein Grund dafür sein. Morphologische Gründe, wie eine Abnahme des Riechkolbenvolumens und des olfaktorischen Traktes, sowie eine Verringerung der Geruchsrezeptoren, der *Mitralzellen* können ebenfalls an einer Verringerung der

Geruchswahrnehmungsfähigkeit beteiligt sein. Desgleichen kann es im Alter zur Verringerung der nasalen Schleimsekretion und des *mukociliären* Transports der Duftstoffe kommen. Dadurch wird aufgrund metabolischer und hormoneller Veränderungen das Riechepithel weniger gut durchblutet [MORLEY, 2001; DOTY und SNOW, 1988; FINKELSTEIN und SCHIFFMAN, 1999; STEINBACH et al., 2008].

Die Fähigkeit Duftstoffe zu erkennen, sie wahrzunehmen, sie zu unterscheiden und sich an Gerüche zu erinnern, sinkt mit fortschreitendem Alter [FLAMMIGER und MAIBACH, 2006; MURPHY et al., 2002].

Ein Zusammenhang zwischen dem Alter und der verminderten Geruchswahrnehmungsfähigkeit könnte darin bestehen, dass bei fortschreitendem Alter die Gehirnfunktion abnimmt, und die Fähigkeit sich an Gerüche zu erinnern nicht mehr gewährleistet ist [KANEDA et al., 2000].

All diese Veränderungen können dazu beitragen, dass die Selektivität der Duftstoffe abnimmt, und im Alter zu einer schlechten Geruchsidentifikation und –diskrimination führt [STEINBACH et al., 2008].

Erkrankungen:

Einige Beispiele, die für eine verringerte Geruchsfunktion der Nase verantwortlich sein können, sind allergischer Schnupfen, chronische Entzündung der Nasen- und Nasennebenhöhlenschleimhaut, Tumore oder dadurch notwendige chirurgische Eingriffe [DOTY und MISHRA, 2001].

Medikamente:

Bei älteren Personen ist die regelmäßige Medikamenteneinnahme meist höher als bei Jüngeren. Auch in der vorliegenden Studie konnte diese Annahme bestätigt werden. Dennoch zeigen Studien, dass Medikamente nur in wenigen Fällen zu Riechstörungen, wie Hyposmie, Anosmie oder Parosmie führen [STEINBACH et al.,

2008; SCHIFFMAN und ZERVAKIS, 2002].

Rauchen:

Durch das Rauchen wird die Regenerationsfähigkeit der olfaktorischen Neuronen vermindert, was zu einer verringerten Riechleistung führt. Studien zeigen eine lineare Beziehung zwischen der Anzahl an gerauchten Zigaretten und der Auswirkung auf die Riechschwellenerhöhung. Weiters konnte bei Rauchern eine Unterfunktion der Ciliartätigkeit beobachtet werden.

Nach Nikotinkarenz kann sich der Geruchssinn wieder erholen [FRYE et al., 1990; VENNEMANN et al., 2008].

2.9.6 Störungen des Geruchssinns

2.9.6.1 Quantitative Riechstörungen

Hyposmie:

Bei einer Hyposmie hat der Patient eine verminderte Wahrnehmung von Gerüchen. Diese Riechstörung kann zum Beispiel in hohem Lebensalter auftreten [JASPERT-GREHL, 2008].

Hyperosmie:

Sie ist das Gegenteil einer Hyposmie und ist eine sehr selten auftretende übernormale Funktion des Riechvermögens, bei der Gerüche übersteigert wahrgenommen werden [LEOPOLD, 1995].

Anosmie:

Als Anosmie wird das Fehlen bzw. ein vollständiger Ausfall des Riechvermögens bezeichnet [FRASNELLI et al., 2003; LEOPOLD, 1995].

Bei der partiellen Anosmie handelt es sich um eine verminderte Sensibilität bestimmte Duftstoffe wahrnehmen zu können.

Eine funktionelle Anosmie besteht, wenn das Riechvermögen stark eingeschränkt ist. Dazu gehört sowohl ein kompletter Verlust der Geruchswahrnehmung, als auch das Vorhandensein einer geringen Restwahrnehmung [HUMMEL et al., 2007].

Als Hauptursache einer Anosmie gilt das Schädel-Hirn-Trauma [JASPERT- GREHL, 2008].

2.9.6.2 Qualitative Riechstörungen

Parosmie:

Bei dieser Riechstörung besteht eine „falsche“, weil verzerrte Wahrnehmung von Duftstoffen. Das bedeutet, dass der Patient beim Darbieten eines Rosenduftes einen anderen Duft wahrnimmt und bei anschließender Darbietung eines z.B. Mentholduftes, erneut glaubt, den beim Rosenduft gerochenen Duft zu erkennen. Bei 90% der Patienten wird dieser „andere“ Geruchseindruck als unangenehm beschrieben [FÖRSTER et al., 2004].

Phantosmie:

Ein Phantosmatiker nimmt Gerüche bei nicht vorhandenem Sinnesreiz wahr [FRASNELLI et al., 2003; LEOPOLD, 1995].

Kakosmie:

Menschen mit einer Kakosmie, haben eine falsche Wahrnehmung von Duftstoffen. Sie nehmen Gerüche als unangenehm und stinkend wahr [LOIJMANS, 2012].

Wie eine Studie der Universität Münster und Dresden zeigt, leben weltweit mehr Menschen an einer Geruchsblindheit als bisher angenommen. Von 1300 untersuchten Probanden konnten 4% gar nichts riechen und 18% litten an einer Hyposmie. In der Gruppe der Hyposmiepatienten fanden sich dreimal mehr Männer als Frauen, was darauf schließen lässt, dass Frauen besser riechen können.

Ursachen für eine verminderte Geruchsempfindlichkeit waren das Alter und Erkrankungen der Nase wie virale Infekte, Polypen, Entzündungen und Allergien [HUMMEL et al., 2007].

2.10 Methode zur Untersuchung der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit

2.10.1 Psychophysische Untersuchung des Riechvermögens mit „Sniffin´ Sticks“

„Sniffin´ Sticks“ sind ein Werkzeug zur Testung der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit von Menschen und ein Standard-Testverfahren für die Diagnostik von Riechstörungen im deutschsprachigen Raum [BURGHART, 2012; HUMMEL et al., 2007].

1995 wurden „Sniffin´ Sticks“ von Kobal und Hummel entwickelt und werden seither in Kliniken wie etwa in der Basler HNP Universitätsklinik und von praktischen Ärzten in Europa verwendet. Bereits in 200 publizierten Studien wurden „Sniffin´ Stick“-Riechtest-Sets verwendet. Weiters wurde die Nutzung der Tests von der „Working Group Olfaction and Gustation“ der Deutschen Gesellschaft für Otorhinolaryngologie empfohlen [WOLFSBERGER und SCHIEPER, 1999; HUMMEL et al., 2007; HAEHNER et al., 2009; BURGHART, 2012].

In der vorliegenden Studie wurden neuwertige standardisierte „Sniffin´ Sticks“-Tests der deutschen Firma Burghart verwendet.

Die Riechstifte haben das Aussehen und den Aufbau eines Filzstiftes. Jeder Stift trägt eine Verschlusskappe, die das Eintrocknen der Stifte, das Verflüchtigen des Geruchs, sowie eine Kontamination verhindert. Sie sind 14cm lang und haben einen Innendurchmesser von 1,3cm. Statt Tinte, wie sie in Filzstiften zu finden ist, enthalten „Sniffin´ Sticks“ filzartige Faserstäbe, die mit je 4ml natürlichen und künstlichen Aromen getränkt sind. Die Aromen sind in der verwendeten Konzentration gesundheitlich unbedenklich und werden auch in Lebensmitteln und Kosmetika verwendet.

Bei der Entwicklung der Stifte wurden Tests auf Kontaminationen durch Bakterien gemacht. In keinem Fall konnten pathogene Mikroorganismen gefunden werden [HUMMEL et al., 1997; MUELLER et al., 2006; HAEHNER et al., 2009; BURGHART, 2012].

Mit dem „Sniffin´ Stick“-Set, bestehend aus 120 Filzstiften, können drei Tests zur Überprüfung der olfaktorischen Wahrnehmung einer Person gemacht werden. Der Geruchsidentifikationstest, der Geruchsdiskriminationstest und der Geruchsschwellentest mit n-Butanol [BURGHART, 2012].

3. Probanden und Methoden

3.1 Probanden

Das Ziel dieser Studie war es, die Geruchswahrnehmungsfähigkeit von 200 Probanden zu testen. Die Daten über Geschlecht und Alter wurden aus den einseitigen Fragebögen entnommen, die alle Probanden vor den Geruchstests ausfüllten.

Die folgende Grafik (Abb.8) zeigt, dass Daten von 99 blinden, sehbehinderten Personen der Untersuchungsgruppe und von 100 sehenden Personen der Kontrollgruppe erhoben wurden.

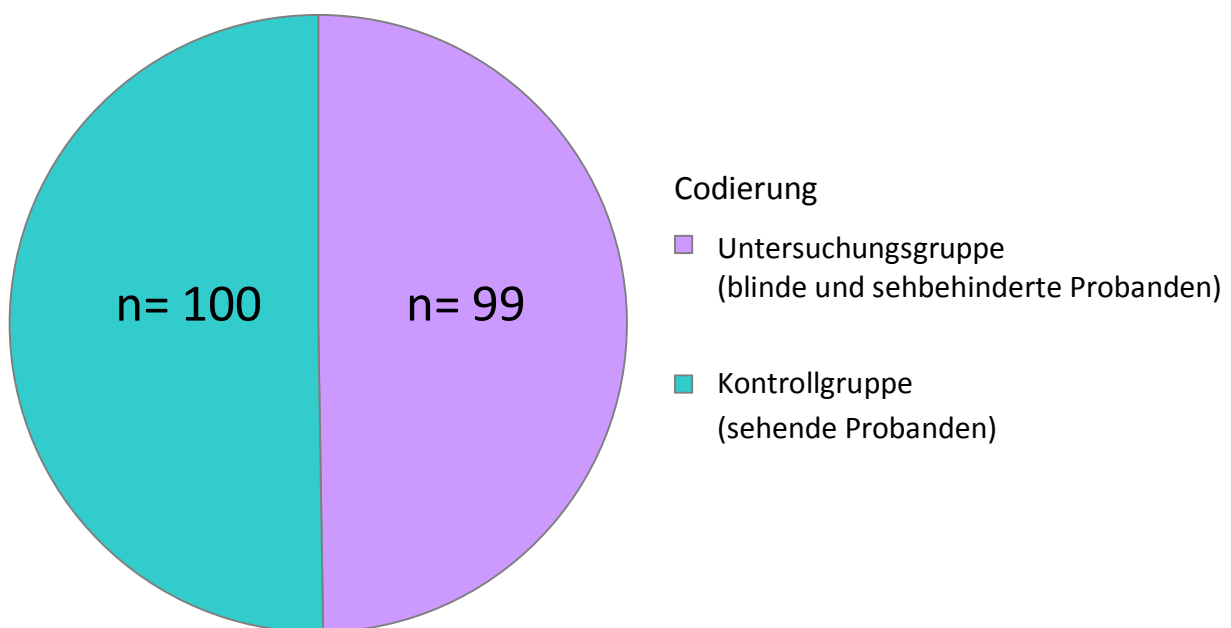


Abb.8: Anzahl der rekrutierten Probanden in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe

Von Jänner bis April 2012 wurden in den österreichischen Bundesländern Wien und Salzburg je ein Geruchsidentifikations- und ein Geruchsdiskriminationstest mit 199 Probanden durchgeführt.

In der Untersuchungsgruppe befanden sich 99 blinde und sehbehinderte Probanden. Davon waren 47 Männer und 52 Frauen. Durchschnittlich waren die Männer 38 ± 23 Jahre alt. Die Frauen waren älter als die Männer mit durchschnittlich 43 ± 23 Jahren (Abb.9).

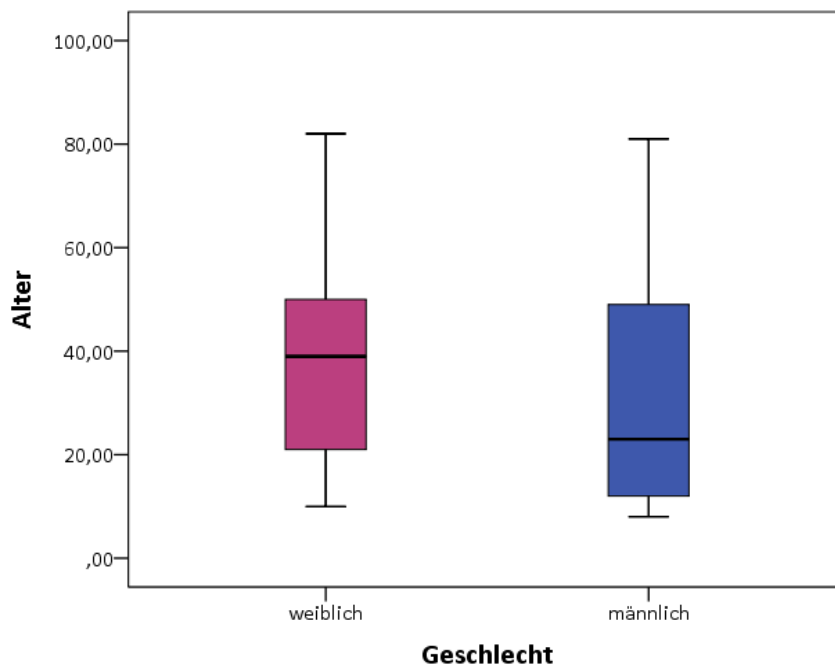


Abb.9: Probanden der Untersuchungsgruppe unterteilt nach Geschlecht und Alter

Wie in der nachfolgenden Tabelle (Tab.3) ersichtlich ist, war die Geschlechterverteilung in allen Alterskategorien ausgeglichen.

PROBANDEN UND METHODEN

Tab.3: Detaillierte Charakteristika der Probanden der Untersuchungsgruppe, unterteilt nach Alter und Geschlecht

		Geschlecht		Gesamt
		weiblich	männlich	
Alterskategorien	<18 Jahre	7	10	17
	18-50 Jahre	24	22	46
	51-80 Jahre	18	13	31
	>80 Jahre	3	2	5
Gesamt		52	47	99

Zur Kontrollgruppe zählten 100 sehende Personen. Davon waren 55 Männer, die den größeren Anteil bildeten, und 45 Frauen. Die Männer waren durchschnittlich 30 ± 20 Jahre alt. Frauen hatten ein Durchschnittsalter von 37 ± 19 Jahren (Abb.10).

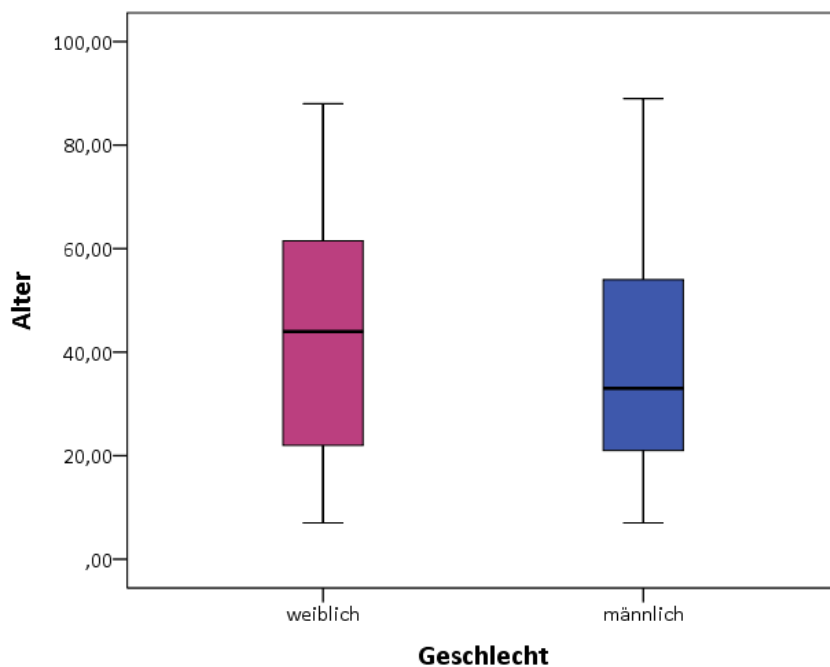


Abb.10: Probanden der Kontrollgruppe unterteilt nach Geschlecht und Alter

Die folgende Tabelle (Tab.4) zeigt, dass bei den sehenden Probanden unter 18 Jahren mehr männliche Teilnehmer rekrutiert wurden. Bei allen weiteren Alterskategorien war die Geschlechterverteilung fast gleichmäßig.

Tab.4: Detaillierte Charakteristika der Probanden der Kontrollgruppe, unterteilt nach Alter und Geschlecht

	Geschlecht		Gesamt
	weiblich	männlich	
<18 Jahre	11	25	36
18-50 Jahre	23	20	43
51-80 Jahre	10	9	19
>80 Jahre	1	1	2
Gesamt	45	55	100

Zusätzlich zur Einteilung nach Geschlecht und Alter wurden Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, in der statistischen Auswertung in Gruppen bezogen auf ihr Rauchverhalten, ihren Wohnsitz und ihren Alkoholkonsum eingeteilt.

3.2 Methoden

Die beiden Geruchstests wurden entweder bei den Probanden zu Hause durchgeführt oder beim Österreichischen Blinden- und Sehbehindertenverband, der Hilfsgemeinschaft und dem Bundesblindenerziehungsinstitut, in einem separaten geruchsneutralen Raum mit Tischen und Sesseln.

Bei blinden und sehbehinderten Personen wurde die Geruchsidentifikation immer einzeln getestet, da das Vorlesen der zur Auswahl stehenden Antwortmöglichkeiten

notwendig war und der Proband den erschnüffelten Geruch hörbar der Versuchsleiterin mitteilte.

Beim Geruchsdiskriminationstest wurde sowohl einzeln, als auch zu zweit getestet, da die Stifte bei jedem Probanden in unterschiedlicher Reihenfolge gereicht wurden.

Bei sehenden Probanden konnte der Geruchsidentifikationstest mit beliebig vielen Personen gemacht werden, da jede Person die Antwortmöglichkeiten auf ihrem Fragebogen lesen konnte. Es wurde darauf geachtet, dass die Personen nicht zu nah beinander saßen und somit nicht auf die angekreuzten Antworten des Nachbarn sehen konnten. Auch wurde darauf hingewiesen während der Tests nicht zu kommunizieren, um niemanden zu beeinflussen.

Der Geruchsdiskriminationstest wurde wie bei blinden und sehbehinderten Probanden einzeln oder zu zweit durchgeführt, da durch das Aufsetzen einer Schlafbrille das Sehen der gereichten Stifte ausgeschlossen wurde.

3.2.1 Fragebogen

Vor der Durchführung der Geruchstests füllten die Probanden einen einseitigen Fragebogen aus. Sehende Erwachsene taten dies selbstständig. Bei blinden, sehbehinderten Probanden und Kindern wurden die Antworten von der Versuchsleiterin in den Fragebogen eingetragen.

Der Name der Probanden und das Datum wurden zur Erleichterung der Datenzuordnung erfragt, wurden aber nicht veröffentlicht.

Als erstes sollten Fragen zur Person ausgefüllt werden. Das betraf das Alter, das Geschlecht, den Hauptwohnsitz, den Beruf, die Rauchgewohnheiten, ob die Person

Vegetarier oder Diabetiker ist, und ob regelmäßig Alkohol konsumiert wurde.

Anschließend wurde nach dem Gesundheitszustand des Probanden gefragt. Das betraf das Auftreten von aktuellen oder chronischen Erkrankungen, sowie den Gesichtsbereich betreffende Verletzungen, Operationen und Erkrankungen, sowie eine regelmäßige Einnahme von Medikamenten.

Der untere Teil des Fragebogens war nur für blinde und sehbehinderte Personen relevant. Er beinhaltete Fragen zum Sehrest, zur Dauer und zum Grund der Erblindung bzw. Sehbehinderung und in welche Pflegestufe der Proband eingeteilt war.

Dem Fragebogen wurden auch Antworttabellen für die beiden Geruchstests angehängt. Somit konnten gleich die Ergebnisse der Geruchstests eingetragen werden. Wie viele Gerüche die Probanden richtig identifizierten und diskriminierten wurde ihnen nach der Durchführung der Geruchstests mitgeteilt.

Der Fragebogen diente dazu einen Zusammenhang zwischen den erhaltenen Charakteristika der Probanden und der Auswirkung auf ihren Geruchssinn zu finden.

PROBANDEN UND METHODEN

Datum _____

Name _____ Alter _____ Geschlecht ☐ M ☐ W

Hauptwohnsitz ☐ Stadt ☐ Land Beruf _____ Raucher ☐ J ☐ N

Vegetarier ☐ J ☐ N Diabetiker ☐ J ☐ N

regelmäßiger Alkoholkonsum ☐ nie ☐ 1x/Woche ☐ 2x/Woche ☐ ≥2x/Woche

aktuelle/ chronische Erkrankungen _____

Verletzungen/ Operationen/ Erkrankungen im Gesichtsbereich _____

Medikamenteneinnahme _____

Wie hoch ist Ihr Sehrest? Rechtes Auge _____ %, linkes Auge _____ %

Seit wie viel Jahren sind Sie blind bzw. sehbehindert? _____ Jahre

Grund der Erblindung bzw. Sehbehinderung _____

In welche Pflegestufe werden Sie eingeteilt? _____

Geruchsidentifikationstest (beidseitige Testung)

1	Orange	Brombeere	Erdbeere	Ananas
2	Rauch	Klebstoff	Schuhleder	Gras
3	Honig	Vanille	Schokolade	Zimt
4	Schnittlauch	Pfefferminz	Fichte	Zwiebel
5	Kokos	Banane	Walnuss	Kirsche
6	Pfirsich	Apfel	Zitrone	Grapefruit
7	Lakritz	Gummibär	Kaugummi	Kekse
8	Senf	Gummi	Menthol	Terpentin
9	Zwiebel	Sauerkraut	Knoblauch	Karotte
10	Zigarette	Kaffee	Wein	Kerzenrauch
11	Melone	Pfirsich	Orange	Apfel
12	Gewürznelke	Pfeffer	Zimt	Senf
13	Birne	Zwetschke	Pfirsich	Ananas
14	Kamille	Himbeere	Rose	Kirsche
15	Anis	Rum	Honig	Fichte
16	Brot	Fisch	Käse	Schinken

Ergebnis (Summe der korrekten Identifikationen)

Geruchsdiskriminationstest (beidseitige Testung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rot																
Grün																
Blau																

Ergebnis (Summe der korrekten Diskriminationen)

3.2.2 Geruchstests

Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden die Probanden 15 Minuten vor Beginn der Messungen, laut Empfehlungen von Hummel et al. [2007] aufgefordert, keinerlei Lebensmittel oder Getränke, außer Wasser, zu sich zu nehmen, und insbesondere auf den Genuss von Kaugummi, Bonbons oder Zigaretten zu verzichten [BURGHART, 2012].

3.2.2.1 Geruchsidentifikationstest

Mittels 16 unterschiedlich riechender „Sniffin´ Sticks“ der Firma Burghart (Abb.11), wurde getestet, ob der Proband Gerüche aus dem Alltag in einer überschwelligten Konzentration erkennen konnte. Die Fragestellung dieses Geruchstests war: „Können die Gerüche erkannt werden“?



Abb.11: „Sniffin' Sticks“ des Geruchsidentifikationstests der Firma Burghart [Eigenes Foto]

Bevor mit dem Test begonnen wurde, wurde dem Proband der genaue Versuchsablauf erklärt, etwaige Fragen beantwortet, und auf die richtige Technik, das Schnüffeln, hingewiesen. Weiters zogen sich der Proband und die Versuchsleiterin weiße Baumwollhandschuhe an, um die weißen glatten Stifte nicht zu verunreinigen.

Die nun beschriebene Testdurchführung wird in der sensorischen Fachsprache auch „Multiple-Forced-Choice“ genannt.

Auf dem Fragebogen jedes Probanden befand sich eine „Multiple-Choice-Tabelle“. Diese enthielt für jeden „Sniffin' Stick“ eine Zahl in aufsteigender Reihenfolge von 1- 16. Rechts neben jeder Stiftnummer standen vier Begriffe.

In dieser Tabelle sollte jener Begriff angekreuzt werden, nachdem der Stift für den Probanden riecht, wobei es die Antwortmöglichkeit „kein Geruch“ nicht gab.

Es war wichtig den Test im „Forced-Choice-Verfahren“ durchzuführen. Das bedeutet, dass sich der Proband immer für einen der vier Begriffe entscheiden musste. Somit wurde die Objektivität der Messung erhöht. Wenn dem Probanden die Möglichkeit gelassen worden wäre, sich für die Antwortalternative „nichts gerochen“ entscheiden zu können, wäre es möglich, dass sich ein bestimmter Prozentsatz der Untersuchten

immer für diese Möglichkeit entscheidet, egal ob etwas gerochen wurde oder nicht.

Erst wenn Prüfpersonen dazu veranlasst werden, sich mit dem dargebotenen Duft intensiv auseinanderzusetzen, kann festgestellt werden, dass doch ein Duft wahrgenommen wird und einer Qualität zugeordnet werden kann.

Ebenfalls war es notwendig den Probanden für die Identifikation der Düfte eine Begriffsliste zur Verfügung zu stellen, da nur wenige Menschen dazu in der Lage sind, Düfte korrekt zu benennen.

3.2.2.1.1 Durchführung des Geruchsidentifikationstests

Sehende Probanden erhielten den Stift mit geschlossener Kappe und öffneten ihn selbstständig, wobei ein Geruchsstoff freigesetzt wurde. Jeder Stift wurde dabei nur einmal angeboten.

Der Stift wurde nun zwei Zentimeter unter beide Nasenlöcher gehalten und daran geschnüffelt. Das Schnüffeln sollte nicht länger als 3-4 Sekunden dauern. Danach wurde die Verschlusskappe wieder auf den „Sniffin´ Stick“ gesteckt. Der Geruch sollte nun mit den vier Begriffen in der Tabelle des Fragebogens verglichen werden und durch Ankreuzen eines Begriffes angegeben werden. Im Falle, dass kein Geruch den vier Begriffen zugeordnet werden konnte, musste der Proband das Ausschlussprinzip anwenden oder raten.

Bei blinden und sehbehinderten Probanden wurden die vier Begriffe für jeden Stift vorgelesen, so oft es der Proband benötigte. Der Stift wurde von der Versuchsleiterin bereits mit geöffneter Kappe gereicht und etwa zwei Zentimeter unter beide Nasenlöcher gehalten. Die Prüfperson musste daran schnüffeln und den Geruch von den ihm vorgelesenen Begriffen wählen. Danach verschloss die Versuchsleiterin den Stift mit der Kappe und kreuzte jenen Begriff an, den ihr die Testperson nannte.

Insgesamt wurde an 16 Stiften geschnüffelt. Das Intervall zwischen dem Schnüffeln der

einzelnen Stifte dauerte etwa 10-20 Sekunden. Die 16 dargereichten Riechstoffe waren: Orange, Schuhleder, Zimt, Pfefferminz, Banane, Zitrone, Lakritz, Terpentin, Knoblauch, Kaffee, Apfel, Gewürznelke, Ananas, Rose, Anis und Fisch.

Alle Probanden wurden darauf aufmerksam gemacht, den Stift vorsichtig unter die Nase zu halten, und dabei die Nase oder die Haut des Gesichtes nicht zu berühren. Somit wurden die Stifte nicht verunreinigt und eine lange Haltbarkeit, sowie das Weiterverwenden der Riechstifte gewährleistet. Ebenfalls kann bei Berührung des geöffneten Stiftes mit dem Gesicht oder der Hand, das Aroma an der Haut haften bleiben und die weiteren Geruchstests beeinflussen.

Während des Tests wurde den Probanden keine Rückmeldung gegeben, ob ihre Angaben richtig oder falsch waren. Ebenfalls durfte die Untersucherin dem Probanden keine Hinweise auf die Korrektheit seiner Entscheidungen geben.

Die Dauer dieses Tests war stark von der Kooperation und Entscheidungsfreudigkeit der Probanden abhängig und betrug bei sehenden Personen etwa 5-10 Minuten, bei blinden und sehbehinderten Personen etwa 10-12 Minuten.

3.2.2.1.2 Bewertung der Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests

Die richtig identifizierten Gerüche wurden addiert, wobei ein Wert von mehr als 10 auf eine normale Geruchswahrnehmungsfähigkeit schließen ließ und bei einem Wert von 10 oder weniger, das Riechvermögen überprüft werden sollte. Erkannte ein Proband nur sechs oder weniger Gerüche war das Riechvermögen stark gestört [BURGHART, 2012].

In der statistischen Auswertung wurde nicht auf die Geruchswahrnehmungsfähigkeit der einzelnen Probanden eingegangen, sondern die Fähigkeit zwischen der

Untersuchungs- und Kontrollgruppe geprüft, Gerüche zu identifizieren.

3.2.2.2 Geruchsdiskriminationstest

Bei diesem Test sollte, anders als beim Geruchsidentifikationstest, der Geruch nicht erkannt oder benannt werden, sondern durch einen Vergleich zwischen drei überschwelligen, mehr oder weniger ähnlichen Duftdarbietungen, unterschieden werden. Die Fragestellung beim Geruchsdiskriminationstest war: „Wie gut können die Gerüche voneinander unterschieden werden“?

Wie beim Geruchsidentifikationstest erwähnt, wurde dem Probanden vor Beginn des Geruchsdiskriminationstests die Testdurchführung erklärt, auf auftretende Fragen des Probanden eingegangen und die richtige Technik, das Schnüffeln erklärt.

Das „Sniffin´ Stick“-Set der Firma Burghart bestand aus 16 Stifte-Triplets (Abb. 12). Jedes Triplet enthielt einen Stift mit einer roten, einen mit einer grünen und einen mit einer blauen Kappe. Der rot und blau gekennzeichnete Stift enthielt das gleiche Aroma. Der grün Gekennzeichnete einen anderen Riechstoff. Die Aufgabe des Probanden war es, den jeweils anders riechenden, grün gekennzeichneten Stift zu erkennen.

Auf Grund dieser Farbkennzeichnung wurden sehende Probanden gebeten eine schwarze „Schlafmaske“ aufzusetzen, um eine optische Identifikation der Geruchsstifte auszuschließen.

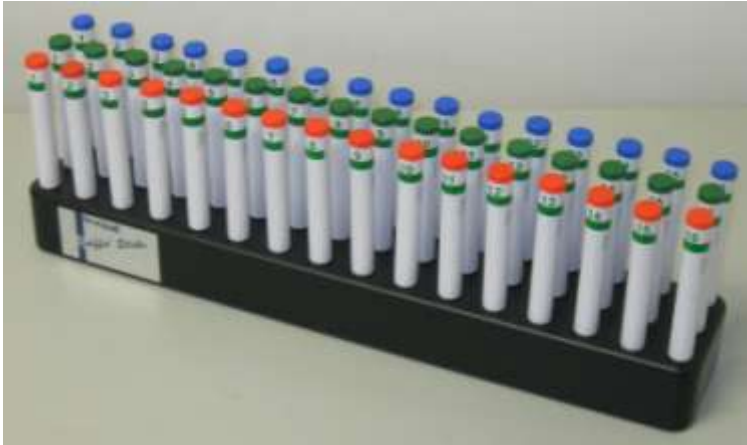


Abb.12: Stiftetriples des Geruchsdiskriminationstests der Firma Burghart [Eigenes Foto]

Bevor die Stifte gereicht wurden war es wichtig, dass der Proband sowie die Versuchsleiterin weiße Handschuhe anzogen und Probanden noch einmal darauf hingewiesen wurden, den oberen Teil des geöffneten Stiftes nicht mit der Haut des Gesichts oder der Hand zu berühren.

3.2.2.2.1 Durchführung des Geruchsdiskriminationstests

Die Stifte wurden bereits geöffnet gereicht. Nacheinander schnüffelte der Proband an den drei Stiften des ersten Triplets, wobei zwischen der Darbietung der einzelnen Stifte, nicht mehr als 3-4 Sekunden gewartet wurde. Zwischen dem Schnüffeln der Triplets wurde 20-30 Sekunden gewartet, damit sich die Nasenschleimhaut wieder erholen konnte.

Die Reihenfolge der Darbietung war für jedes Triplet randomisiert. Zuerst wurden die Stifte in der Reihenfolge „rot“, „grün“, „blau“ gereicht, beim nächsten Triplet in der Reihenfolge „blau“, „rot“, „grün“ und dann in der Reihenfolge „grün“, „blau“, „rot“. Dieser Zyklus wurde während der gesamten Testung wiederholt. Hatte der Proband an allen drei Stiften des Triplets geschnüffelt, teilte er der

Versuchsleiterin mit, ob der erste, der zweite oder der dritte Stift, jener war, der seiner Meinung nach ein anderes Aroma enthielt.

Wie schon beim Geruchsidentifikationstest erwähnt, musste der Proband auch dann eine Entscheidung treffen, wenn er sich unsicher war. Durch dieses „Forced-Choice-Verfahren“ konnte die Objektivität der Messung erhöht werden. In der Tabelle des Fragebogens kreuzte die Versuchsleiterin jene Farbe des genannten Stiftes an.

Das Rückkriechen bzw. das wiederholte Anbieten eines Tripletts war nicht zulässig.

Auch bei diesem Test war die Dauer der Durchführung für jeden Probanden unterschiedlich. Ein durchschnittlicher Zeitaufwand von 15-20 Minuten wurde benötigt.

3.2.2.2.2 Bewertung der Ergebnisse des Geruchsdiskriminationstests

Insgesamt wurde an 16 Dufttripletts geschnüffelt, somit konnte das Ergebnis der Probanden eine Summe von 0 (kein Triplet diskriminiert) bis 16 (alle Tripletts korrekt diskriminiert) erreichen.

Für die Auswertung wurden alle richtigen Antworten zusammengezählt.

10 oder mehr richtige Antworten ließen auf ein intaktes Riechvermögen schließen. Werte zwischen sechs und neun wurden als Hyposmie gewertet und bei weniger als sechs richtigen Antworten wurde eine Anosmie vermutet [BURGHART, 2012].

Bei der statistischen Auswertung des Geruchsdiskriminationstests wurde die Fähigkeit, Gerüche zu diskriminieren nur zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe geprüft und nicht auf die Geruchswahrnehmungsfähigkeit der einzelnen Probanden eingegangen.

3.3 Statistische Auswertung

In der vorliegenden Masterarbeit wurde die statistische Auswertung mit dem Programm „IBM SPSS Statistics 20“ für Windows durchgeführt.

Um die Verteilung von Merkmalen und Eigenschaften der Probanden, sowie die der Geruchstestergebnisse graphisch darzustellen, wurden Boxplots erstellt. Anhand der Boxplots kann schnell erkannt werden, in welchem Bereich die Daten liegen.

Eine binär logistische Regression wurde bei der Auswertung des Geruchsidentifikationstest gemacht. So kann ein möglicher Zusammenhang zwischen den metrischen Einflussvariablen, wie etwa dem Alter, mit der binären Zielvariable interpretiert werden. Die binäre Zielvariable war im Falle des Identifikationstests der „Sniffin´ Stick“, dessen Geruch richtig oder falsch identifiziert werden konnte.

Ebenfalls wurde in der statistischen Auswertung auf die Wahrscheinlichkeiten und die Chancen, den Geruch eines Stiftes richtig zu erkennen, eingegangen. Durch die SPSS Output Tabelle, bei einer binären logistischen Regression erhält man den Regressionskoeffizienten und den Faktor $\text{Exp}(B)$.

Mit dem Regressionskoeffizienten (RKB) können die logarithmierten Chancen interpretiert werden. Diese sagen aus, ob die Chancen einen Geruch richtig zu erkennen z.B. mit dem Alter, dem Rauchverhalten oder dem Wohnort steigen oder sinken. Ist der RKB positiv, so steigen die Chancen, ist er negativ, sinken die Chancen. Der Faktor $\text{Exp}(B)$ beschreibt wie stark zwei Merkmale zusammenhängen. Der Wert kann entweder 1 betragen, kleiner oder größer als 1 sein, in keinem Fall aber negativ sein.

Zu Beginn der Auswertung wurden die sehenden Probanden als Referenzkategorie gewählt. Wenn der $\text{Exp}(B)$ gleich 1 ist, dann gibt es keinen Unterschied zwischen den

Chancen der blinden, sehbehinderten und sehenden Probanden einen Geruch richtig zu erkennen. Ist der Faktor kleiner als 1, sind die Chancen der Referenzkategorie den Geruch richtig zu erkennen, im Vergleich zur Untersuchungsgruppe geringer. Ist der Faktor größer als 1 sind die Chancen, dass Sehende den Geruch des „Sniffin´ Sticks“ richtig erkennen, größer als bei blinden, sehbehinderten Probanden. Der Exp(B) kann auch in Prozenten angegeben werden (Tab.5).

Tab.5: Interpretation des Faktors Exp(B)

Exp(B)	Chancen in Prozent
2,04	Chancen erhöhen sich um 143%
1,04	Chancen erhöhen sich um 4%
0,04	Chancen sinken um 96%

Vor der Auswertung wurde ein α -Signifikanzniveau von 5% festgelegt. Das bedeutet bei einem α -Niveau von $p \leq 0,05$ besteht ein Unterschied zwischen den zwei untersuchten Gruppenvariablen. Weiters wurden auch sehr signifikante Unterschiede bei $p < 0,01$ und höchst signifikante Unterschiede bei $p < 0,001$ ausgewertet.

Bestand bei einem „Sniffin´ Stick“ kein Unterschied zwischen den Versuchsgruppen, wurde auf ihn in der statistischen Auswertung nicht weiter eingegangen.

Die Daten des Geruchsdiskriminationstests wurden mit einer univariaten Varianzanalyse ausgewertet. Dabei wurden die Mittelwerte der richtig erkannten Gerüche zwischen zwei Probandengruppen verglichen.

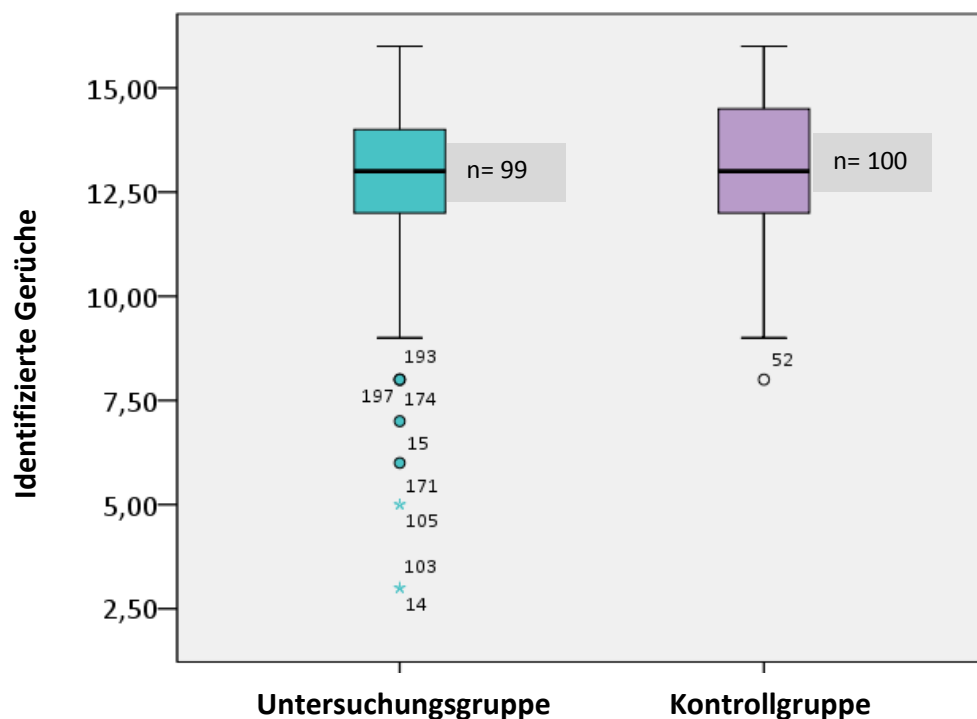
Ein signifikanter Zusammenhang war gegeben, wenn $p \leq 0,05$ war, ein sehr signifikanter Unterschied wenn $p < 0,001$ und ein höchst signifikanter wenn $p < 0,001$ war.

Mit einer nichtparametrischen Korrelation wurde der Zusammenhang zwischen dem Alkoholkonsum und dem Alter der Probanden und den Ergebnissen der Geruchstests ausgewertet. Bei der graphischen Darstellung der Korrelation wurde eine Gerade durch die Datenpunkte gelegt. Damit konnte durch die Steigung der Geraden interpretiert werden, welcher Zusammenhang zwischen den Daten der x- und y-Achse bestand.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Geruchsidentifikationstest (GI)

Auf der x-Achse der folgenden Abbildung (Abb.13) sind die Untersuchungsgruppe (blinde und sehbehinderte Probanden) und die Kontrollgruppe (sehende Probanden) dargestellt. Die y-Achse zeigt, wie viele „Sniffin´ Sticks“ beim Geruchsidentifikationstest richtig erkannt wurden.



n= Anzahl der Probanden

Abb.13: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest

Durchschnittlich erkannten die Probanden der Kontroll- und Untersuchungsgruppe 13 „Sniffin´ Sticks“ richtig.

Das schlechteste Ergebnis, mit nur drei erkannten „Sniffin´ Sticks“ erzielten zwei Personen in der Gruppe der Blinden und Sehbehinderten. Diese beiden Probanden waren weder durch das Geschlecht noch durch ihr Alter, 14 und 43, miteinander vergleichbar.

Bei der Gruppe der Sehenden wurden von einem Probanden nur acht „Sniffin´ Sticks“ erkannt; das bedeutete das schlechteste Ergebnis in dieser Gruppe.

Die Gerüche von 16 Riechstiften konnten sowohl von Probanden der Untersuchungsgruppe, als auch von Probanden der Kontrollgruppe richtig benannt werden.

Bei der Untersuchungsgruppe waren es fünf Personen, die alle Riechstifte richtig identifizieren konnten. Das Alter dieser Probanden war 40-50 Jahre. Sie tranken alle einmal pro Woche Alkohol und nur ein Proband war Raucher. In Bezug auf die Ursache und die Dauer der Erblindung oder Sehbehinderung wurde kein Zusammenhang gefunden. Auch das Geschlecht und der Wohnsitz zeigten keine spezifischen Häufigkeiten.

In der Kontrollgruppe erkannten neun Probanden alle 16 Riechstifte richtig. Wie bei der Untersuchungsgruppe war unter ihnen nur ein Raucher. Sonst konnten zwischen den Probanden keine Gemeinsamkeiten gefunden werden.

4.1.1 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe)

Signifikante Unterschiede zwischen der Untersuchungs- und der Kontrollgruppe wurden bei den „Sniffin´ Sticks“ Zimt, Banane, Lakritz, Terpentin und Kaffee festgestellt.

4.1.1.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt

Während nur 75,8% der blinden und sehbehinderten Personen den Zimt-Riechstift richtig erkannten, konnten 90% der sehenden Probanden den Zimtgeruch des Riechstiftes richtig identifizieren (Abb.14).

Dieser Unterschied war höchst signifikant ($p=0,009$).

Die Wahrscheinlichkeit, dass sehende Probanden den richtigen Duft identifizierten, war um 35% ($\text{Exp}(B):1,35$) höher, als bei blinden und sehbehinderten Probanden.

Bei beiden Gruppen wurde der Zimtgeruch am häufigsten mit Vanillegeruch (Untersuchungsgruppe: 10,1%, Kontrollgruppe: 5%), am zweit häufigsten mit Honiggeruch (Untersuchungsgruppe: 8,1%, Kontrollgruppe: 4%) und am seltensten mit Schokoladeduft (Untersuchungsgruppe: 6,1%, Kontrollgruppe: 1%) verwechselt.

Auffallend war, dass unter allen 34 Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die falsche Antworten gaben, nur ein Proband Raucher war. Sonst konnten keine gemeinsamen Eigenschaften gefunden werden.

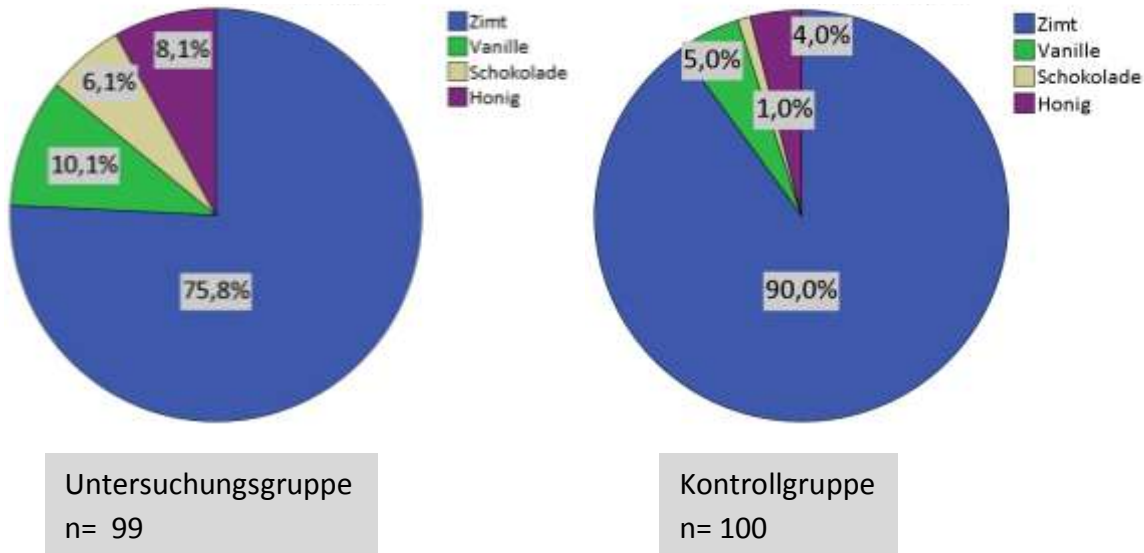


Abb.14: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.1.2 „Sniffin´ Stick“ Banane

Bei der Untersuchungsgruppe ordneten 91,9% der 99 Probanden den richtigen Geruch zu.

In der Kontrollgruppe erkannten bis auf zwei Probanden, alle den Bananengeruch des Riechstiftes (Abb.15).

Der Unterschied zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe war signifikant ($p=0,046$).

Die Chance, dass Probanden der Kontrollgruppe den richtigen Geruch erkannten, war um 20% ($\text{Exp(B)}:1,204$) höher als bei der Untersuchungsgruppe.

Am häufigsten wurde der Bananengeruch bei beiden Probandengruppen mit dem Geruch einer Kirsche verwechselt (Untersuchungsgruppe: 4%, Kontrollgruppe: 1%). Unter diesen Probanden waren keine Ähnlichkeiten festzustellen.

3% der Probanden in der Untersuchungsgruppe und 1% in der Kontrollgruppe verwechselten den Bananengeruch mit dem Geruch von Kokos. Am seltensten gaben die Probanden (Untersuchungsgruppe: 1%, Kontrollgruppe: 0%) an, einen Walnussgeruch wahrzunehmen.

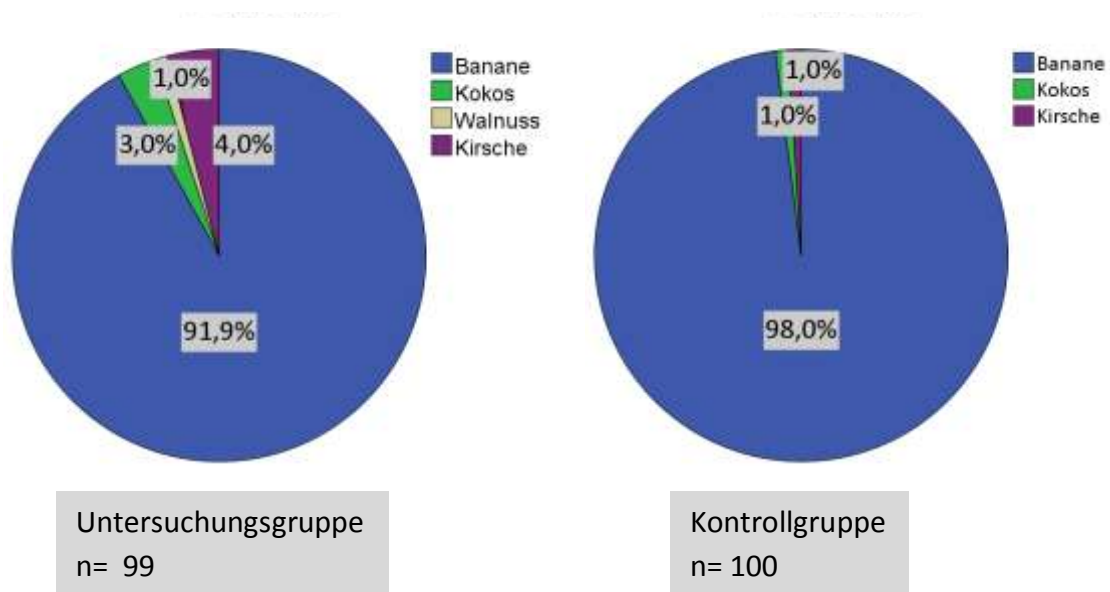


Abb.15: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin’ Stick“ Banane richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.1.3 „Sniffin’ Stick“ Lakritz

Die richtige Zuordnung des Lakritzgeruchs zum Riechstift gelang in der Untersuchungsgruppe 68,7% und in der Kontrollgruppe 86% der Probanden. Dieser Unterschied war höchst signifikant ($p=0,004$) (Abb.16).

Bei Sehenden ist die Chancen einer falschen Antwort geringer als bei Blinden und Sehbehinderten ($RKB=-1,030$). Eine falsche Antwort war bei den sehenden Probanden um 64% ($\text{Exp(B)}:0,361$) weniger wahrscheinlich als bei den blinden und sehbehinderten Probanden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Am häufigsten wurde bei beiden Probandengruppen der Lakritzgeruch mit dem eines Kaugummi (Untersuchungsgruppe: 23,2%, Kontrollgruppe: 8%) verwechselt. Einen Gummibärengeruch zu riechen gaben 6,1% der blinden und sehbehinderten und 4% der sehenden Probanden an. Nur wenige Probanden ordneten dem eigentlichen Lakritzgeruch einen Geruch nach Keksen zu (Untersuchungsgruppe: 2%, Kontrollgruppe: 2%).

Von jenen 23 Probanden, die den Lakritzgeruch als einen Kaugummigeruch erkannten waren doppelt so viele Frauen als Männer. Fünf von ihnen gaben als Grund ihrer Erblindung oder Sehbehinderung *Retinitis pigmentosa* an und vier von ihnen eine Leber'sche kongenitale Amaurose. Insgesamt waren in der Untersuchungsgruppe 21 Probanden, die an *Retinitis pigmentosa* und sechs Probanden, die an einer Leber'schen kongenitalen Amaurose litten.

Eine Leber'sche kongenitale Amaurose tritt meist bei Kindern in frühem Lebensalter auf. Auch die anderen Probanden, die den Lakritzgeruch nicht erkannt haben, waren auffällig jung.

Während der Durchführung des Geruchsidentifikationstests gab es vor allem bei Kindern Schwierigkeiten, da ihnen der Begriff Lakritz nicht geläufig war. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass Lakritz in Österreich nicht sehr verbreitet ist.

Einige Hersteller bieten die süße Lakritze als Süßigkeit an. Doch die Popularität, gerade bei der jüngeren Generation, ist sehr gering.

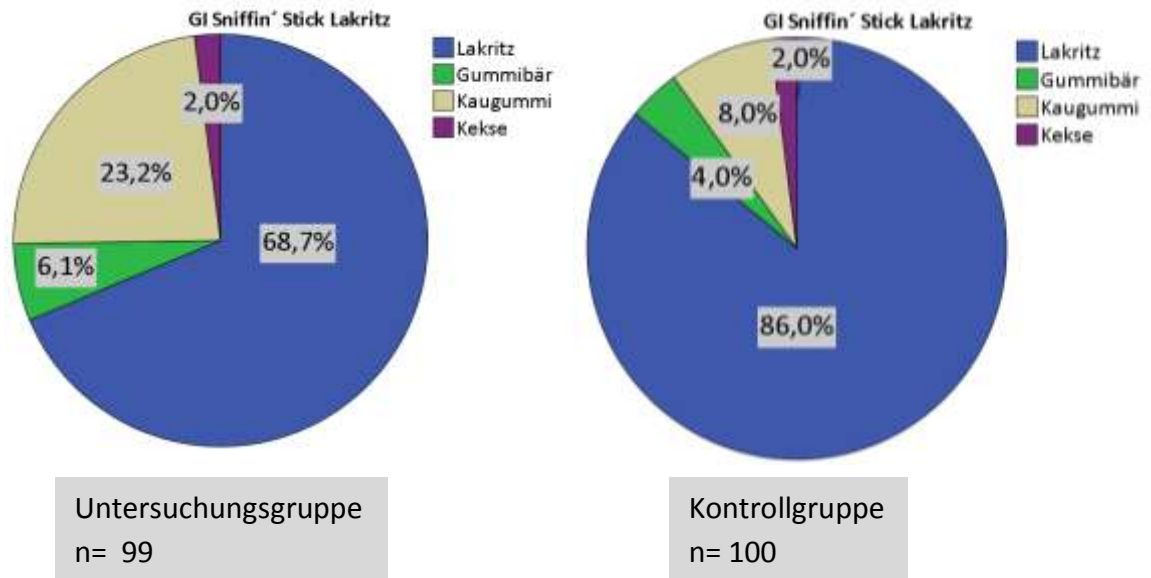


Abb.16: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin' Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.1.4 „Sniffin' Stick“ Terpentin

Während nur 37,4% der Blinden und Sehbehinderten den Geruch von Terpentin richtig erkennen konnten, waren es 51% unter den sehenden Probanden (Abb.17).

Der Unterschied der Ergebnisse zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe war signifikant ($p=0,051$).

Blinde und sehbehinderte Probanden zeigten eine 5% ($\text{Exp(B)}:1,05$) höhere Chance einen falschen Geruch zu erkennen.

Auch bei diesem „Sniffin' Stick“ war die Häufigkeitsreihenfolge der falschen Antworten in beiden Gruppen gleich. Am häufigsten wurde der Terpentingeruch mit Senfgeruch (Untersuchungsgruppe: 33,3%, Kontrollgruppe: 27%) verwechselt. Bei der Untersuchungsgruppe sogar fast genauso häufig wie die richtige Antwort. Am zweit

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

häufigsten wurde der Terpentingeruch mit Menthol (Untersuchungsgruppe: 19,2%, Kontrollgruppe: 16%) und am dritt häufigsten (Untersuchungsgruppe: 10,1%, Kontrollgruppe: 6%) mit Gummigeruch verwechselt.

Die Geschlechterverteilung der Probanden, die einen Senfgeruch wahrgenommen haben, war in beiden Probandengruppen ausgeglichen.

Doch ist zu bemerken, dass Männer häufiger den richtigen Geruch des Terpentins erkannten als Frauen. Das könnte daran liegen, dass Männer häufiger Berufe ergreifen, bei denen die Verwendung von Terpentin üblich ist. Diese Annahme bestätigte sich in der vorliegenden Studie, denn unter denjenigen Männern, die den Terpentingeruch erkannten, hatten viele technische bzw. handwerkliche Berufe.

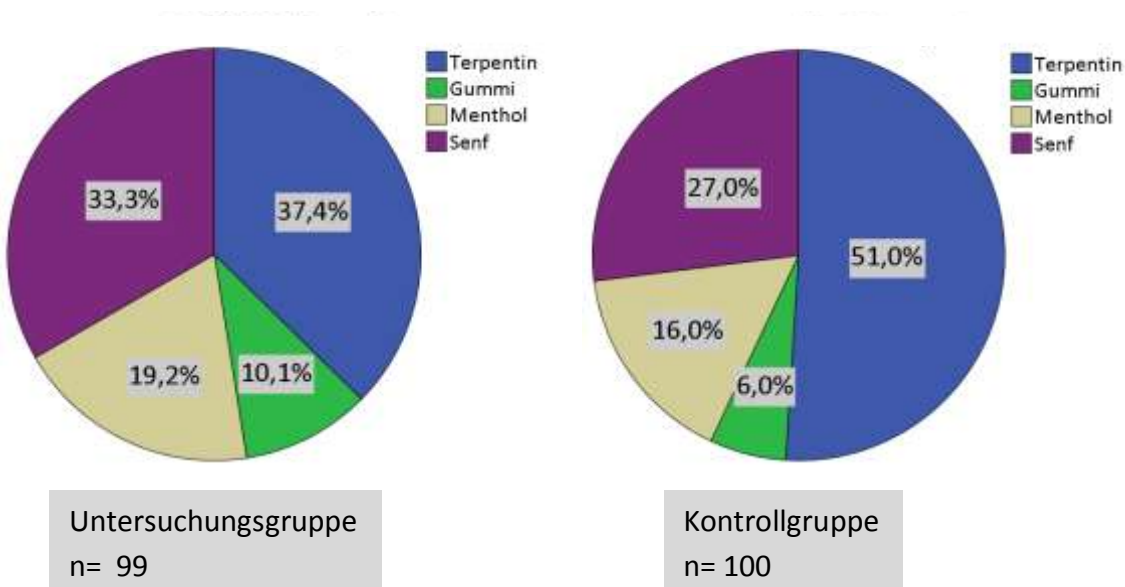


Abb.17: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin' Stick“ Terpentin richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.1.5 „Sniffin´ Stick“ Kaffee

In der Untersuchungsgruppe identifizierten 79,8% der blinden und sehbehinderten Probanden den Geruch richtig als Kaffeegeruch. Bei den sehenden Probanden waren es 90%.

Auch dieser Unterschied war signifikant ($p=0,048$) (Abb.18).

Mit einer 44% ($\text{Exp(B)}:1,442$) höheren Wahrscheinlichkeit erkannten Sehende den Geruch des „Sniffin´ Sticks“ richtig.

Anhand der beiden unten stehenden Kreisdiagramme (Abb. 18) sieht man, dass der Kaffeegeruch mit Zigarettengeruch am häufigsten verwechselt wurde. Keiner der Probanden, der angab Zigaretten zu riechen, war Raucher. Alle 22 Raucher der Untersuchungs- und Kontrollgruppe konnten den Kaffeegeruch richtig erkennen.

8,1% der blinden und sehenden und 5% der sehenden Probanden identifizierten statt Kaffeegeruch einen Geruch nach Kerzenrauch.

Jene drei Probanden der Untersuchungsgruppe (3%), die einen Weingeruch wahrgenommen haben, gaben an nie Alkohol zu konsumieren.

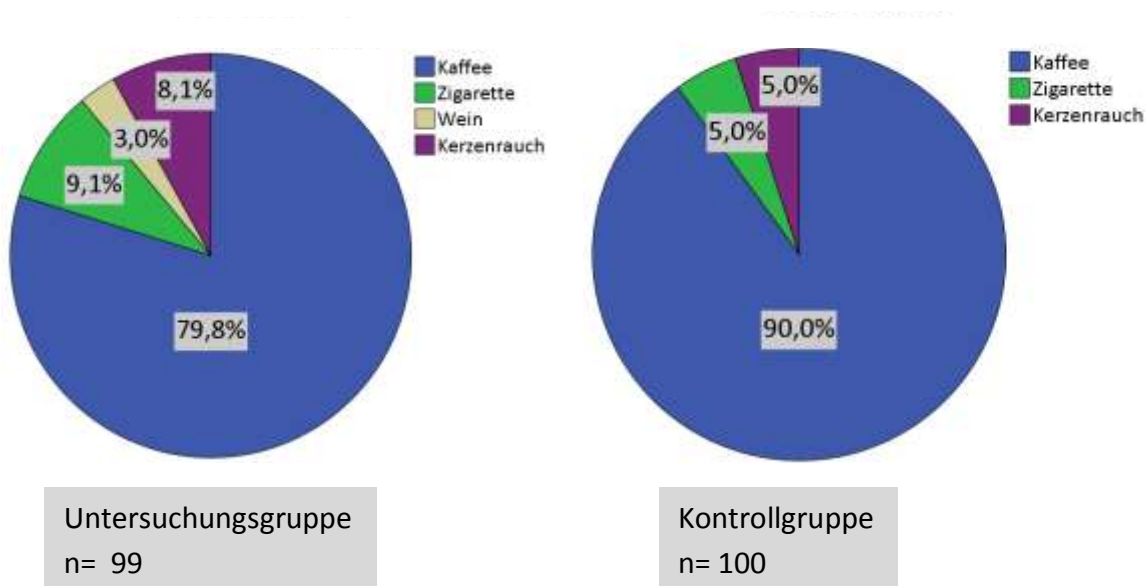
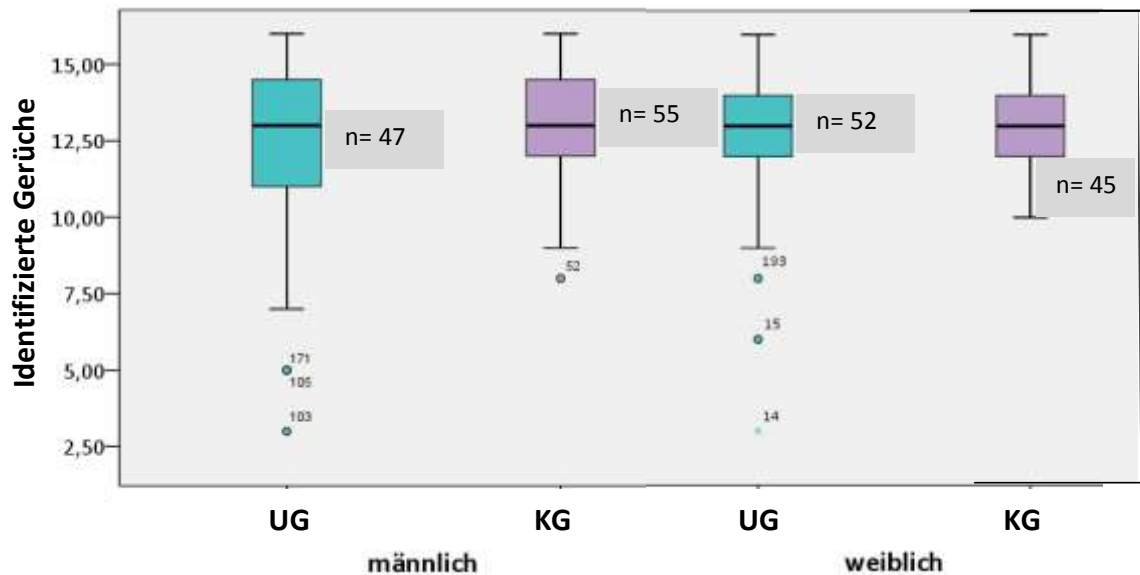


Abb.18: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Kaffee richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.2 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Geschlechts

In Abbildung 19 sind auf der x-Achse, getrennt nach Geschlecht (männlich und weiblich), die Untersuchungsgruppe (blinde, sehbehinderte Personen) und die Kontrollgruppe (sehende Personen) abgebildet. Auf der y-Achse wird veranschaulicht, wie viele „Sniffin´ Sticks“ die jeweiligen Probanden beim Geruchsidentifikationstest korrekt erkannt haben.



UG= Untersuchungsgruppe

KG= Kontrollgruppe

n= Anzahl der Probanden

Abb.19: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest, in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Geschlechts

Sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe erkannten Männer und Frauen durchschnittlich 13 „Sniffin´ Sticks“.

In der Untersuchungsgruppe waren ein Mann und eine Frau, die nur drei von den 16 angebotenen Stiften erkannt haben. Das war das schlechteste Ergebnis. Hingegen wurden in der männlichen Kontrollgruppe als schlechtestes Ergebnis acht Riechstifte erkannt, ebenfalls auch hier nur von einem Probanden.

Sehende Frauen der Kontrollgruppe hatten ein besseres Ergebnis als sehende Männer. Jene Probandin, die am wenigsten Gerüche richtig zuordnen konnte, erreichte ein Ergebnis von 10 erkannten „Sniffin´ Sticks“.

Alle 16 angebotenen Riechstifte konnten beide Geschlechter in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe erkennen.

Jene Gruppe, in der am häufigsten alle 16 „Sniffin´ Sticks“ richtig identifiziert werden konnten, war die der sehenden Männer (Kontrollgruppe). Gleich fünf Probanden konnten alle 16 angebotenen Riechstifte korrekt erkennen.

Im Vergleich dazu konnte nur ein blinder Proband der Untersuchungsgruppe dieses Ergebnis erreichen.

Innerhalb der Untersuchungs- (blinde und sehbehinderte Frauen) und Kontrollgruppe (sehende Frauen) erkannten jeweils vier Frauen alle 16 richtigen Gerüche.

Unter diesen 15 männlichen und weiblichen Probanden, die alle 16 „Sniffin´ Sticks“ richtig identifiziert haben, waren nur zwei Raucherinnen. Diese befanden sich in der Gruppe der blinden und sehbehinderten Frauen. Sonst gab es keine charakteristischen Gemeinsamkeiten oder Häufigkeiten zwischen den Gruppen.

Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest, unter Berücksichtigung des Geschlechts, konnten bei den „Sniffin´ Sticks“ Zimt, Lakritz, Terpentin und Kaffee beobachtet werden.

4.1.2.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt

Beim Riechstift Zimt gab es einen höchst signifikanten Unterschied ($p=0,005$) zwischen den Männern der Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

Nur 72,3% der männlichen Probanden in der Untersuchungsgruppe erkannte den Zimtgeruch, während 94,5% der Männer in der Kontrollgruppe den Geruch richtig benannten (Abb.20).

Somit ergab sich eine 15% ($\text{Exp(B)}:1,153$) höhere Wahrscheinlichkeit für männliche sehende Probanden den Geruch Zimt richtig zu erkennen.

12,8% der blinden und sehbehinderten Männer und 3,6% der sehenden Männer, verwechselten Zimt mit dem Honiggeruch. Zwischen diesen Probanden konnte keine Gemeinsamkeit gefunden werden.

Weiters ordneten 10,6% der Probanden der Untersuchungsgruppe und 1,8% der Probanden der Kontrollgruppe dem wahrgenommenen Geruch ein Vanillearoma zu. Mit Schokoladegeruch wurde der Zimtgeruch von 4,3% der blinden und sehbehinderten Probanden der Untersuchungsgruppe verwechselt.

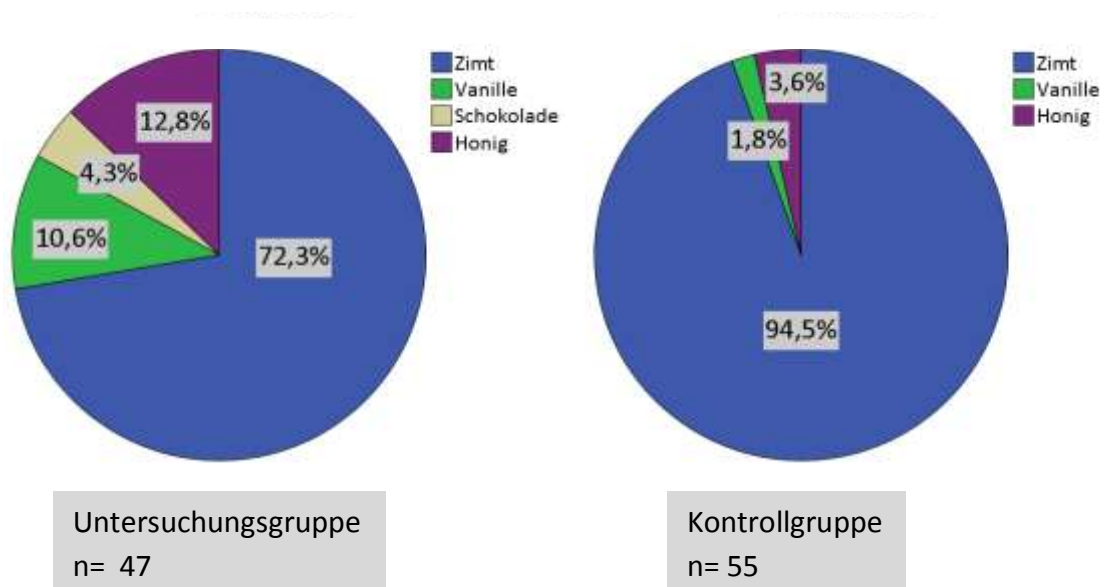


Abb.20: Anzahl der männlichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.2.2 „Sniffin´ Stick“ Lakritz

Einen signifikanten Unterschied ($p=0,01$) gab es beim „Sniffin´ Stick“ Lakritz zwischen den Frauen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

65,4% der blinden und sehbehinderten Frauen schnüffelten den richtigen Geruch der Lakritze. Bei den weiblichen, sehenden Probanden taten dies 88,9% (Abb.21).

Die Chance einer richtigen Antwort für weibliche Probanden der Untersuchungsgruppe war somit geringer als für jene der Kontrollgruppe. Mit einer 24% ($\text{Exp(B)}:1,236$) höheren Wahrscheinlichkeit entschied sich ein weiblicher, sehender Proband für eine richtige Antwort.

Blinde, sehbehinderte und sehende Probanden verwechselten den Lakritzgeruch am häufigsten mit dem Geruch eines Kaugummi (Untersuchungsgruppe: 28,8%, Kontrollgruppe: 4,4%). 15 von 52 Probanden der Untersuchungsgruppe gaben an, ein Kaugummiaroma zu riechen. Von diesen 15, verhältnismäßig jungen Probanden (Alterskategorie unter 50 Jahren) waren 14 Nichtraucher.

Die beiden häufigsten Erblindungsursachen dieser Probanden waren *Retinitis pigmentosa* und Leber'sche kongenitale Amaurose, die bereits in früher Kindheit auftreten kann. Wie bereits im vorigen Kapitel erwähnt, könnte ein Zusammenhang zwischen dem Alter und dem geringen Bekanntheitsgrad der Lakritze als Süßspeise bestehen.

3,8% der Probanden der Untersuchungs- und 2,2% jener der Kontrollgruppe erschnüffelten anstelle des Lakritzgeruchs einen Geruch nach Gummibären. Ein Keksgeruch statt Lakritz wurde von 1,9% der blinden und sehbehinderten und von 4,4% der sehenden Probanden wahrgenommen.

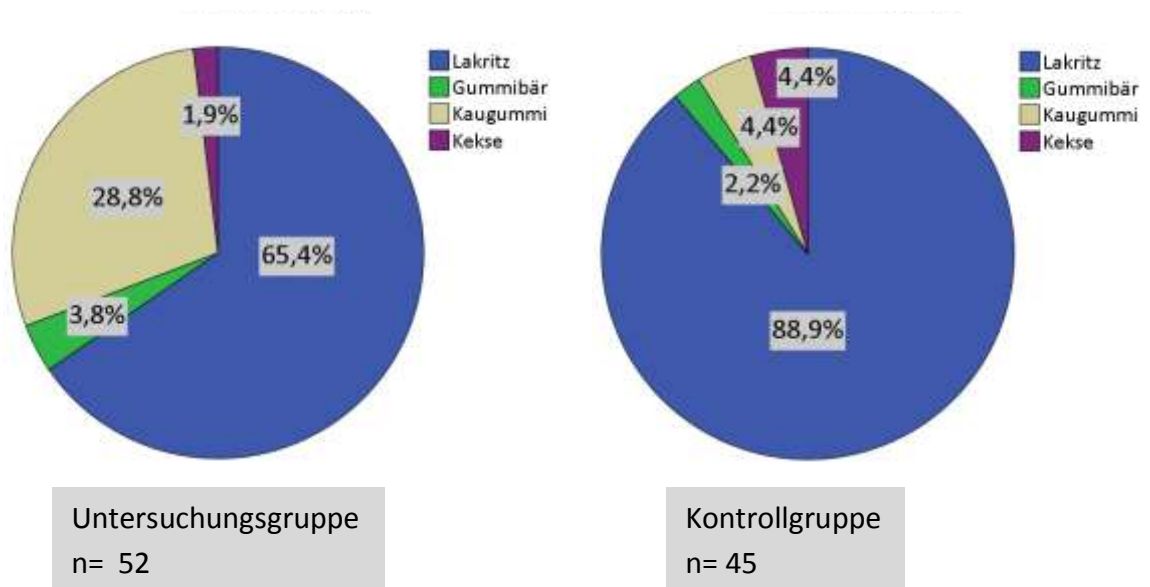


Abb.21: Anzahl der weiblichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.2.3 „Sniffin´ Stick“ Terpentin

Ein höchst signifikanter Unterschied ($p=0,0043$) wurde zwischen blinden, sehbehinderten und sehenden Männern ausgewertet.

Blinde und sehbehinderte Männer erkannten nur zu 36,2% das im Riechstift enthaltenen Aroma Terpentin.

Sehende männliche Probanden erzielten bei diesem Riechstift ein besseres Ergebnis mit 56,4% (Abb.22).

Dass ein sehender Mann sich für eine der drei falschen Antwortmöglichkeiten entschied, war um 56% ($\text{Exp(B)}:0,439$) weniger wahrscheinlich im Vergleich zu blinden und sehbehinderten Männern.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Für die Antwort Senf (36,2%) entschieden sich Männer in der Untersuchungsgruppe genauso oft wie für die richtige Antwort Terpentin (36,2%). Jene Probanden, die Terpentin erkannten, waren durchschnittlich um 10 Jahre älter als jene, die den Geruch mit Senf verwechselten. Sie lebten häufiger in der Stadt, waren zu 63% Raucher und tranken weniger Alkohol.

Weiters benannten blinde und sehbehinderte Männer der Untersuchungsgruppe den Terpentingeruch als Menthol- (14,9%) und Gummigeruch (12,8%). In der Kontrollgruppe identifizierten sehende Männer den Geruch des „Sniffin´ Sticks“ zu 23,6% als Senf-, zu 18,2% als Menthol- und zu 1,8% als Gummigeruch.

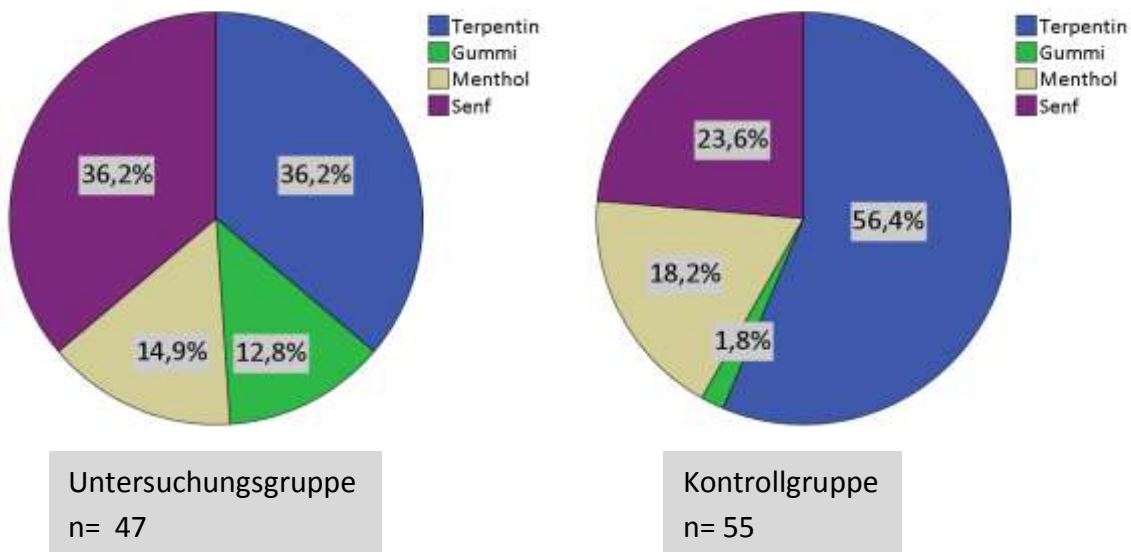


Abb.22: Anzahl der männlichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Terpentin richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.2.4 „Sniffin´ Stick“ Kaffee

Durch einen Vergleich der Männer in den beiden Versuchsgruppen konnte ein signifikanter Unterschied bei dem Riechstift Kaffee beobachtet werden ($p=0,017$).

Bis auf vier von 55 männlichen, sehenden Probanden erkannten alle das Kaffeearoma richtig (92,7%).

In der Untersuchungsgruppe konnten nur 35 von 47, also 74,5% den richtigen Geruch zuordnen. Somit erzielte auch bei diesem Riechstift die männliche Kontrollgruppe ein besseres Ergebnis (Abb.23).

Die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Antwort war für die Kontrollgruppe um 33% ($\text{Exp(B)}:1,33$) höher als für die der Untersuchungsgruppe.

Probanden (Untersuchungsgruppe: 14,9%, Kontrollgruppe: 3,6%), die den Kaffeegeruch mit dem einer Zigarette verwechselten, waren Nichtraucher und wohnten alle in der Stadt.

Als Kerzenrauch wurde der Kaffeegeruch in der Untersuchungsgruppe von 8,5% und in der Kontrollgruppe von 3,6% der Probanden identifiziert. In der Untersuchungsgruppe waren auch 2,1% Probanden, die statt Kaffeegeruch einen Weingeruch angegeben haben.

Probanden, die den richtigen Geruch identifizierten, waren zu 79% unter 50 Jahre alt und tranken zu 77% einmal oder weniger als einmal pro Woche Alkohol. Die Ursache für die Erblindung oder Sehbehinderung war bei einem Drittel der männlichen Probanden *Retinitis pigmentosa*.

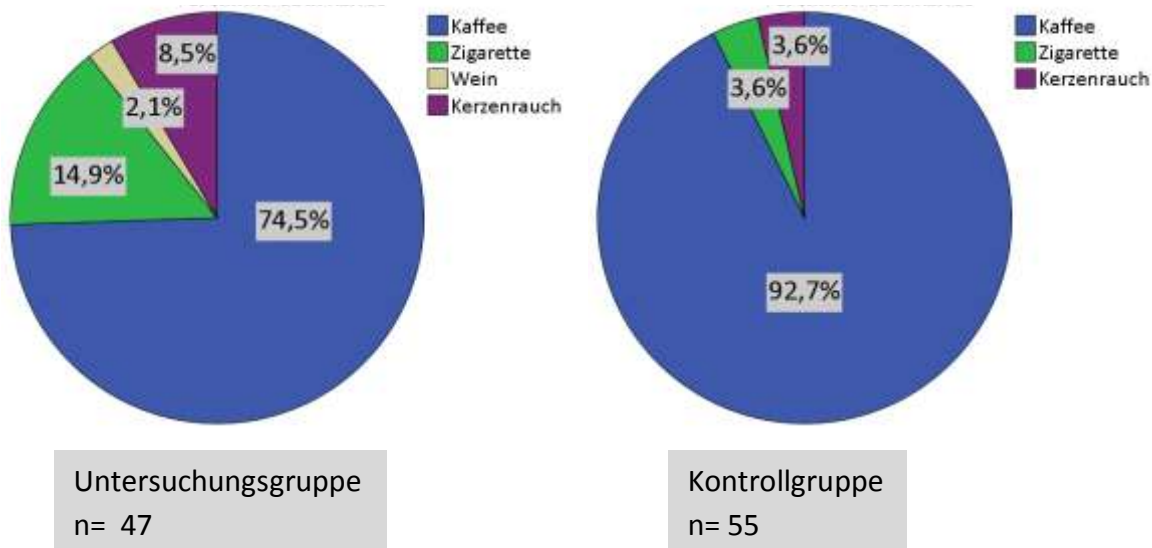
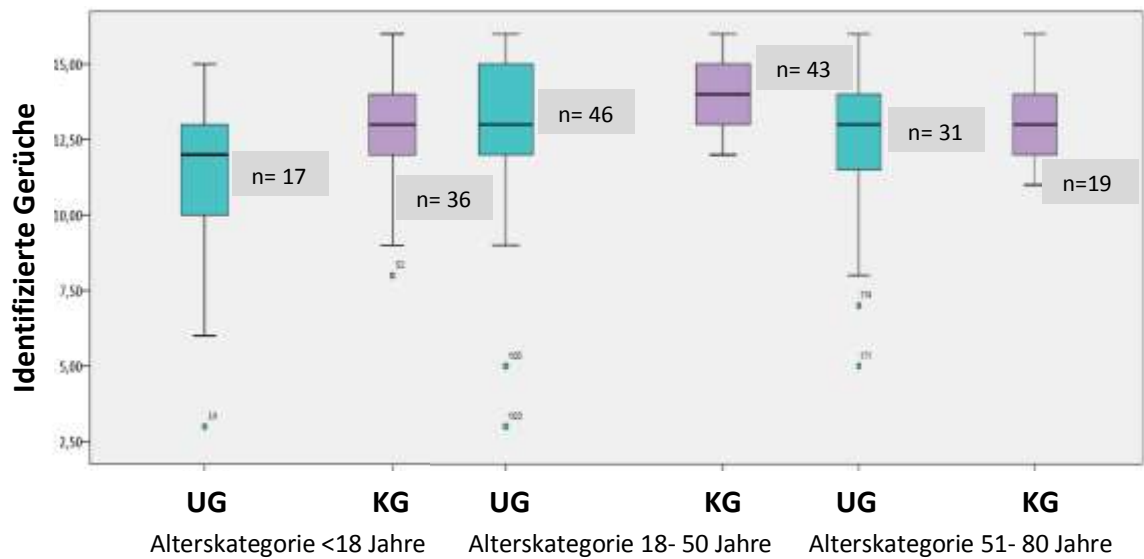


Abb.23: Anzahl der männlichen Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die den „Sniffin´ Stick“ Kaffee richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.3 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Alters

Unterteilt in drei Alterskategorien ist das Alter der Probanden der Untersuchungs- (blinde und sehbehinderte Personen) und der Kontrollgruppe (sehende Personen) auf der x-Achse aufgetragen. Die Anzahl der richtig erkannten Gerüche der „Sniffin´ Sticks“ kann auf der y-Achse abgelesen werden (Abb.24).



UG= Untersuchungsgruppe

KG= Kontrollgruppe

n= Anzahl der Probanden

Abb. 24: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters

In der Untersuchungsgruppe erzielten die Probanden bessere Ergebnisse bei der Identifikation der Gerüche je älter sie waren.

In der ersten Alterskategorie der Untersuchungsgruppe, konnten durchschnittlich 12 Gerüche richtig zugeordnet werden.

Nur ein Proband war im Stande lediglich drei Gerüche richtig zu identifizieren.

Alle 16 „Sniffin´ Sticks“ konnte von keinem Probanden unter 18 Jahren richtig identifiziert werden.

Blinde und sehbehinderte Probanden zwischen 18 und 50 Jahren konnten durchschnittlich 13 Gerüche richtig erkennen.

Gleich der vorigen Alterskategorie gab es auch hier einen Probanden der nur drei

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Gerüche richtig erschnüffelte und somit die wenigsten Gerüche richtig zuordnen konnte.

Alle 16 Riechstifte wurden in dieser Alterskategorie, 18-50 Jahre, von drei blinden und sehbehinderten Probanden richtig zugeordnet. Sie waren alle weiblich, Raucherinnen und tranken einmal pro Woche Alkohol. Bei der Dauer und dem Grund der Erblindung oder der Sehbehinderung konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Die Probanden der dritten Alterskategorie der Untersuchungsgruppe waren 51-80 Jahre alt. Bei der Identifikation der Gerüche schnitten sie am besten ab. Durchschnittlich wurden 13 der 16 dargebotenen Gerüche richtig festgestellt.

Beim schlechtesten Ergebnis konnten fünf Gerüche richtig erkannt werden.

Alle 16 Riechstifte konnten nur zwei Personen (ein Mann und eine Frau) richtig erschnüffeln. Sie waren beide Nichtraucher und lebten in der Stadt. Auffällig war, dass beide Personen seit etwa 40 Jahren, jedoch aus unterschiedlichen Gründen, blind waren.

Es lassen sich die Ergebnisse der Untersuchungsgruppe zusammenfassen, dass die erste Alterskategorie (<18 Jahre) mit nur 12 durchschnittlich richtig erkannten Gerüchen am schlechtesten abgeschnitten hat. In den anderen beiden Alterskategorien, 18-50 und 51-80 Jahre, war zwar die Anzahl der durchschnittlich richtig erkannten Gerüche gleich, die Probanden von 51-80 Jahren konnten aber immer mindestens fünf Gerüche richtig erkennen, hingegen Probanden zwischen 18-50 Jahren nur mindestens drei.

Sehende Probanden der Kontrollgruppe erzielten in allen drei Alterskategorien ein besseres Ergebnis als jene der Untersuchungsgruppe.

In der ersten Alterskategorie erkannten Probanden der Kontrollgruppe durchschnittlich 13 Gerüche richtig.

Jene sehenden Probanden unter 18 Jahren, die das schlechteste Ergebnis beim Geruchsidentifikationstest erzielten, konnten nur acht Gerüche richtig zuordnen.

Alle 16 dargebotenen „Sniffin´ Sticks“ konnten von drei sehenden Probanden der ersten Alterskategorie (<18 Jahre) richtig identifiziert werden.

Probanden der Kontrollgruppe zwischen 18 und 50 Jahre ordneten durchschnittlich 14 Gerüche den richtigen Begriffen zu.

Beim schlechtesten Ergebnis dieser Alterskategorie identifizierten sehende Probanden nur 12 Riechstifte richtig.

Auch in der zweiten Alterskategorie konnten drei sehende Probanden alle 16 Gerüche den richtigen Begriffen zuordnen.

In der dritten Alterskategorie der Kontrollgruppe waren die Probanden 51-80 Jahre alt. Durchschnittlich identifizierten sie 13 Gerüche richtig.

Fünf sehende Probanden mit dem schlechtesten Ergebnis erkannten 11 Gerüche.

Jene drei Probanden mit dem besten Ergebnis erkannten alle 16 angebotenen Gerüche richtig.

Bei der Kontrollgruppe schnitten Probanden zwischen 18-50 Jahren am besten ab.

Beim Vergleich der Untersuchungs- mit der Kontrollgruppe lässt sich feststellen, dass sowohl in der ersten (<18 Jahre) als auch in der zweiten Alterskategorie (18-50 Jahre) Probanden der Kontrollgruppe um durchschnittlich einen erkannten Geruch besser abgeschnitten haben.

Die Anzahl der durchschnittlichen und maximal richtig erkannten Gerüche der dritten Alterskategorie (51-80 Jahre) waren zwar gleich, jedoch konnten sehende Probanden

der Kontrollgruppe immer mindestens 11 Gerüche richtig identifizieren, blinde und sehbehinderte Probanden der Untersuchungsgruppe nur mindestens fünf.

Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters, konnten bei den „Sniffin´ Sticks“ Zimt, Lakritz und Terpentin festgestellt werden.

4.1.3.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt

Einen höchst signifikanten Unterschied ($p=0,009$) gab es zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe der ersten Alterskategorie, in der die Probanden unter 18 Jahre alt waren.

In der Untersuchungsgruppe erkannten 64,7%, in der Kontrollgruppe 97,2% der Probanden den Zimtgeruch richtig (Abb.25).

Es gilt, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Sehenden einen falschen Geruch zu erkennen um 95% ($\text{Exp(B)}:0,052$) geringer war, als bei Blinden und Sehbehinderten.

Am häufigsten wurde in der Untersuchungsgruppe anstelle des Zimtaromas ein Vanillegeruch wahrgenommen (17,6%). Diese Probanden lebten alle in der Stadt, waren Nichtraucher und tranken keinen Alkohol. Eine weitere Gemeinsamkeit war, dass diese Personen alle seit ihrer Geburt blind waren.

Weiters verwechselten 11,8% der blinden und sehbehinderten Probanden der Untersuchungsgruppe den Zimtgeruch mit einem Geruch nach Honig und 5,9% mit einem Geruch nach Schokolade.

In der Kontrollgruppe beschrieb nur ein Proband den Zimtgeruch als Honiggeruch (2,8%).

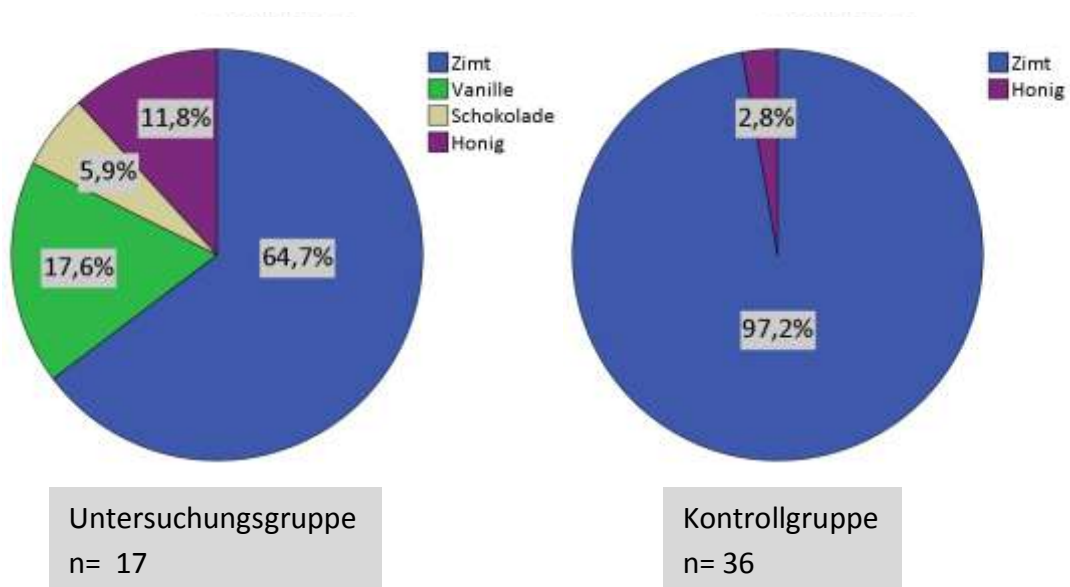


Abb.25: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie <18 Jahre), die den „Sniffin´ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.3.2 „Sniffin´ Stick“ Lakritz

Auch beim „Sniffin´ Stick“, der nach Lakritz roch, gab es einen höchst signifikanten Unterschied ($p=0,002$) zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe in der ersten Alterskategorie (<18 Jahre).

Während 88,9% der Probanden aus der Kontrollgruppe den Lakritzgeruch des Riechstiftes erkannten, ordneten nur 47,1% der blinden und sehbehinderten Probanden aus der Untersuchungsgruppe den Lakritzgeruch richtig zu (Abb.26).

Die Chance für sehende Probanden einen falschen Geruch zu erkennen, war um 89% ($\text{Exp(B)}:0,111$) geringer als jene für die blinden und sehbehinderten Probanden.

Mehr als die Hälfte der blinden und sehbehinderten Probanden unter 18 Jahren erkannten den Lakritzgeruch nicht. In der Untersuchungsgruppe glaubten 41,2% der

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Probanden einen Kaugummigeruch und je 5,9% einen Keks- oder Gummibärengeruch wahrzunehmen. Diese Probanden waren alle unter 14 Jahre alt und seit Geburt an blind. Womöglich haben diese Kinder noch nie Lakritz gerochen oder verzehrt und konnten aus diesen Gründen den Geruch nicht zuordnen.

Auch jene Kinder der Kontrollgruppe, die den Lakritzgeruch nicht erkannten, waren, verglichen mit den Kindern, die den Geruch richtig zuordneten, um etwa 2 Jahre jünger.

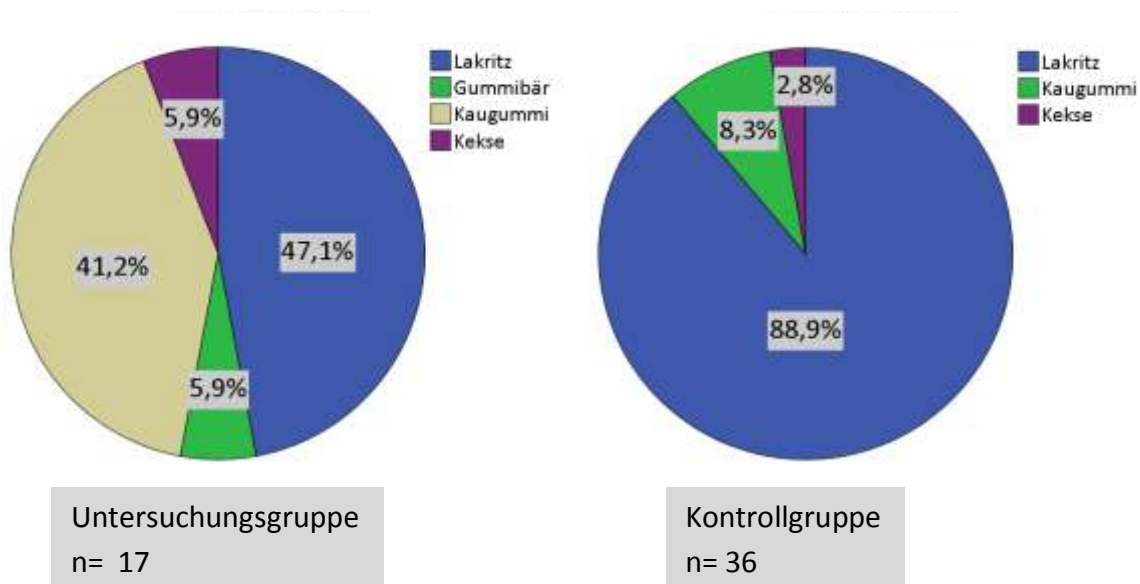


Abb.26: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie <18 Jahre), die den „Sniffin' Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

Ein weiterer höchst signifikanter Unterschied ($p=0,006$) beim „Sniffin' Stick“ Lakritz bestand zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe in der zweiten Alterskategorie, in der die Probanden 18-50 Jahre alt waren.

32 (69,6%) der 46 Probanden der Untersuchungsgruppe erkannten den Lakritzgeruch richtig. Bei sehenden Probanden waren es 42 (97,7%) von 43 Probanden (Abb.27). Um 95% ($\text{Exp}(B):0,054$) geringer war die Chance, dass sehende Probanden das Lakritzaroma falsch identifizierten als blinde und sehbehinderte Probanden der gleichen Alterskategorie.

Bereits wie bei der jüngsten Alterskategorie unter 18 Jahren bemerkt, wurde das Aroma der Lakritze am häufigsten mit dem des Kaugummis (Untersuchungsgruppe: 23,9%, Kontrollgruppe 2,3%) verwechselt. Bei jenen Probanden, die einen Kaugummigeruch wahrgenommen hatten, gab es keine Gemeinsamkeiten. Eine Tendenz, dass diese eher jünger waren, war aber zu erkennen. Ebenfalls verwechselten 4,3% der Untersuchungsgruppenprobanden den Lakritzgeruch mit dem Geruch nach Gummibären, und 2,2% mit dem Geruch nach Keksen.

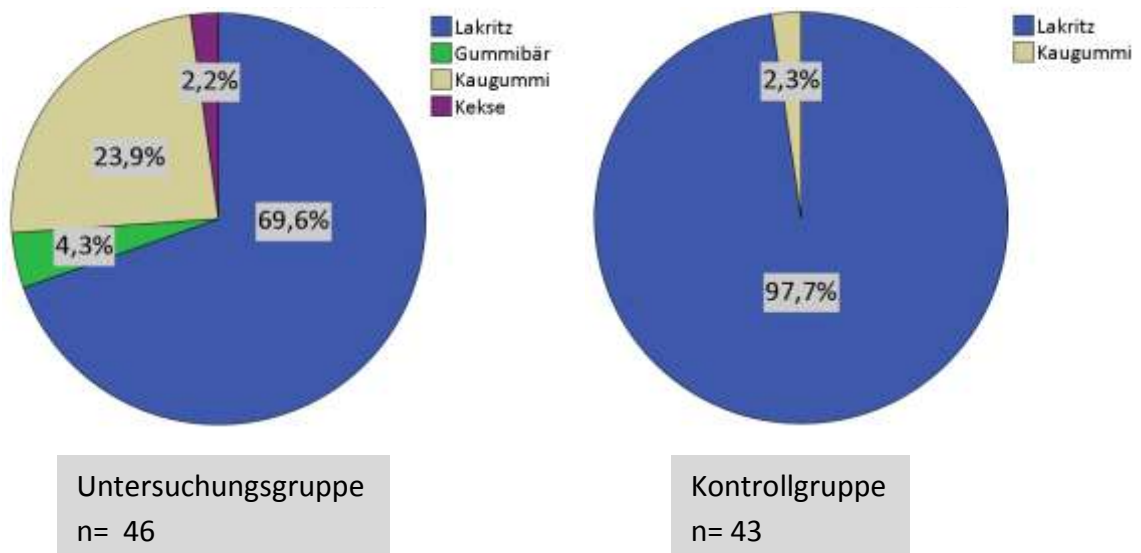


Abb.27: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie 18-50 Jahre), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.3.3 „Sniffin´ Stick“ Terpentin

Beim „Sniffin´ Stick“, der ein Terpentinaroma enthielt, bestand ein signifikanter Unterschied ($p=0,047$) bei den Probanden zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe in der Alterskategorie von 51-80 Jahren.

Während nur 41,9% der blinden und sehbehinderten Probanden den Geruch richtig zuordnen konnten, erschnüffelten 68,4% der sehenden Probanden den Terpentingeruch richtig (Abb.28).

Aus den Daten ergibt sich für die sehenden Probanden eine 68% ($\text{Exp(B)}:0,318$) geringere Wahrscheinlichkeit einen falschen Geruch zu erkennen, als für die blinden und sehbehinderten Probanden.

Die Probanden der beiden Gruppen (Untersuchungs- und Kontrollgruppe) haben am häufigsten Terpentinaroma als Senfgeruch (Untersuchungsgruppe: 32,3%, Kontrollgruppe: 15,8%) bezeichnet. Dabei war auffällig, dass doppelt so viele weibliche Probanden einen Senfgeruch wahrgenommen hatten, als Männer. Jedoch hatten nicht mehr Männer als Frauen den Terpentingeruch erkannt.

Bei jenen beiden Gerüchen, die noch als Antwortmöglichkeiten angeboten wurden, wurde Menthol zu 16,1% von den Probanden der Untersuchungs- und von 5,3% der Probanden der Kontrollgruppe gewählt und Gummi zu 9,7% von den Probanden der Untersuchungs- und von 10,5% der Probanden der Kontrollgruppe.

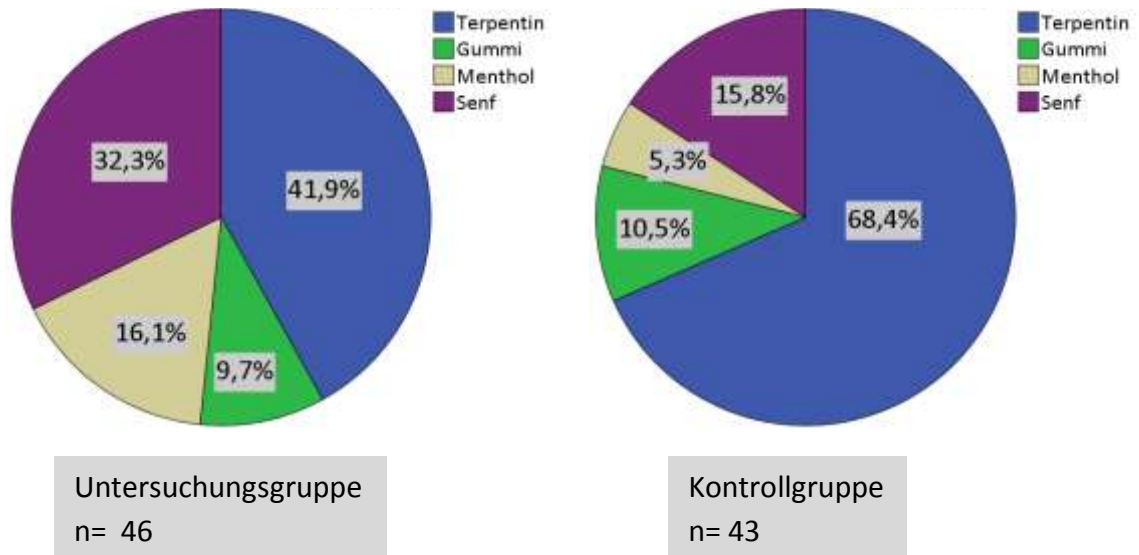
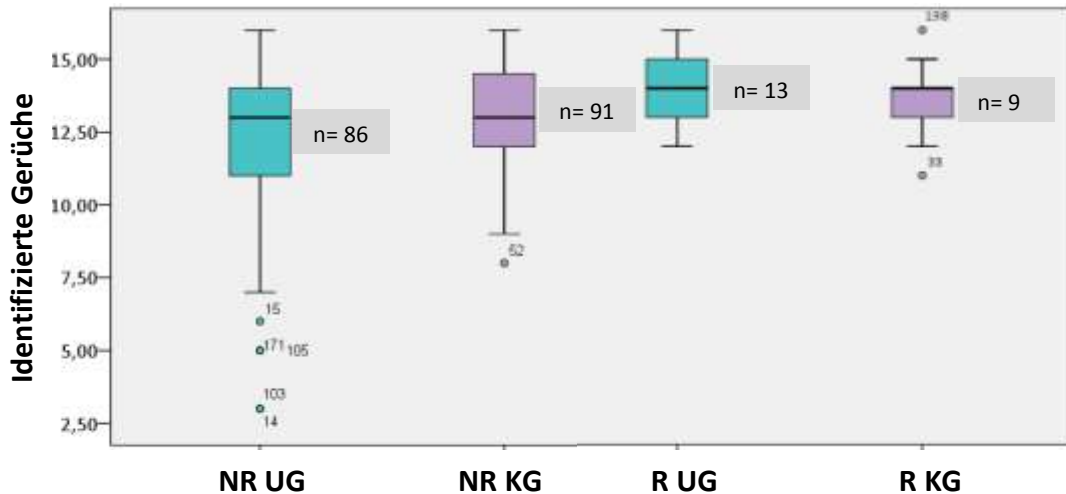


Abb.28: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Alters (Alterskategorie 51-80 Jahre), die den „Sniffin‘ Stick“ Terpentin richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.4 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens

Bei der graphischen Darstellung (Abb.29) der Ergebnisse sind auf der x-Achse, getrennt nach Nichtrauchern und Rauchern sowie nach Untersuchungs- (blinde und sehbehinderte Personen) und Kontrollgruppe (sehende Personen), die Probanden aufgetragen. Anhand der y-Achse kann die Anzahl der richtig erkannten Gerüche abgelesen werden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION



UG= Untersuchungsgruppe

KG= Kontrollgruppe

NR= Nichtraucher

R= Raucher

n= Anzahl der Probanden

Abb.29: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens

Nichtraucher:

Blinde und sehbehinderte Probanden, die nicht rauchten, erkannten im Durchschnitt 13 von 16 angebotenen „Sniffin´ Sticks“.

Weiters konnten fünf Probanden nur sechs oder weniger Riechstifte richtig zuordnen. Alle 16 Schnüffeltifte erkannten drei Personen. Sie waren alle etwa 55 Jahre alt und tranken einmal pro Woche Alkohol.

Nichtraucher der Kontrollgruppe erschnüffelten durchschnittlich, wie auch Nichtraucher der Untersuchungsgruppe, 13 Riechstifte korrekt.

Beim schlechtesten Ergebnis wurden acht „Sniffin´ Sticks“ richtig benannt. Das traf

aber nur auf einen Probanden zu.

Acht Probanden erkannten alle Gerüche von den 16 „Sniffin´ Sticks“, die angeboten wurden richtig. Unter ihnen konnten aber keine Gemeinsamkeiten gefunden werden.

Im Vergleich zu den Nichtrauchern der Untersuchungsgruppe schnitten sehende Nichtraucher der Kontrollgruppe beim Geruchsidentifikationstest besser ab. Zwar erkannten beide Probandengruppen durchschnittlich gleich viele Riechstifte, jedoch unterschieden sich die Ergebnisse der am wenigsten und der am meisten erkannten „Sniffin´ Sticks“.

Raucher:

Die Gruppe der Raucher ist die erste und einzige Gruppe, in der blinde und sehbehinderte Probanden bei den Einzelauswertungen besser abschnitten als sehenden Probanden.

In der Untersuchungsgruppe als auch in der Kontrollgruppe konnten durchschnittlich 14 Aromen erkannt werden.

Bei den Einzelauswertungen konnte festgestellt werden, dass beim schlechtesten Ergebnis der blinden und sehbehinderten Probanden 12 Gerüche, bei den Probanden der Kontrollgruppe aber nur 11 Gerüche richtig erkannt werden konnten. Das beste Ergebnis mit allen 16 erkannten Riechstiften erreichten in der Untersuchungsgruppe zwei Personen, die beide weiblich waren, in der Kontrollgruppe jedoch nur eine Person.

4.1.4.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt

Bei „Sniffin´ Stick“ Zimt konnte zwischen den Nichtraucher der Untersuchungsgruppe und den Nichtrauchern der Kontrollgruppe ein hoch signifikanter Unterschied ($p=0,003$) ausgewertet werden.

Mehr als ein Viertel der blinden und sehbehinderten Probanden konnten den Zimtgeruch nicht richtig zuordnen. In der Kontrollgruppe gaben nur neun (9,9%) von 91 Probanden einen falschen Geruch an.

72,1% der blinden und sehbehinderten Probanden der Untersuchungsgruppe und 90,1% der sehenden Probanden der Kontrollgruppe erkannten den Zimtgeruch des Riechstiftes richtig (Abb.30).

Somit war die Wahrscheinlichkeit für einen sehenden Probanden eine falsche Antwort zu geben um 72% ($\text{Exp(B)}:0,284$) geringer als für Probanden der Untersuchungsgruppe.

Von jenen blinden und sehbehinderten Probanden, die den Geruch Zimt richtig erkannten, tranken alle ein oder weniger als ein Mal pro Woche Alkohol. Die Ursachen der Erblindung oder Sehbehinderung waren zu 42% *Retinitis pigmentosa* und der grüne Star.

Jene Probanden der Untersuchungsgruppe, die den Zimtgeruch nicht richtig identifizierten, gaben zu 11,6% an einen Vanille-, zu 9,3% an einen Honig- und zu 7% an einen Schokoladegeruch zu erschnüffeln.

In der Kontrollgruppe erkannten hauptsächlich Personen unter 50 Jahren den Zimtgeruch.

Die restlichen Probanden der Kontrollgruppe haben statt Zimt zu 5,5% einen Vanille-, zu 3,3% einen Honig- und zu 1,1% einen Schokoladegeruch gerochen.

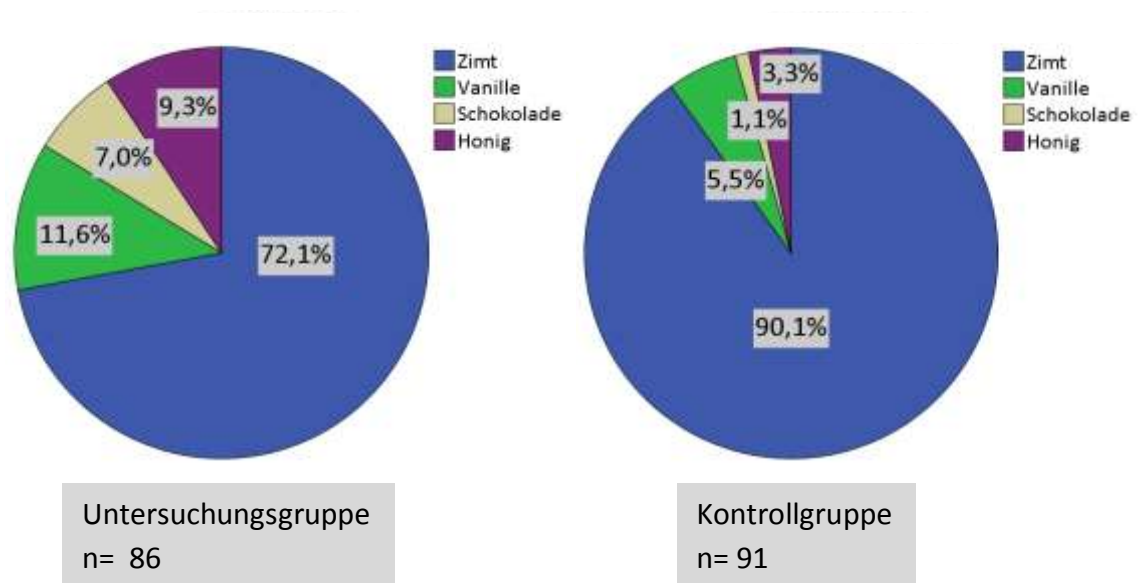


Abb.30: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin' Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.4.2 „Sniffin' Stick“ Banane

Auch beim „Sniffin' Stick“ mit Bananenaroma, gab es bei den Nichtrauchern einen signifikanten Unterschied ($p=0,039$) zwischen der Untersuchungs- und der Kontrollgruppe.

In der Untersuchungsgruppe konnten acht (9,4%) von 86 Nichtrauchern den Geruch nicht erkennen. Diese Probanden entschieden sich zu 4,7% einen Kirsch-, zu 3,5% einen Kokos- und zu 1,2% einen Walnussgeruch wahrzunehmen.

Hingegen gab es in der Kontrollgruppe nur zwei falsche Antworten (1,1% Kokos und 1,1% Kirsche).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Somit identifizierten 97,8% der sehenden Probanden den Geruch richtig (Abb.31). Daraus ergibt sich eine 79% (Exp(B):0,192) geringere Chance für sehende Nichtraucher einen falschen Geruch anzugeben, im Vergleich zu blinden und sehbehinderten Nichtrauchern.

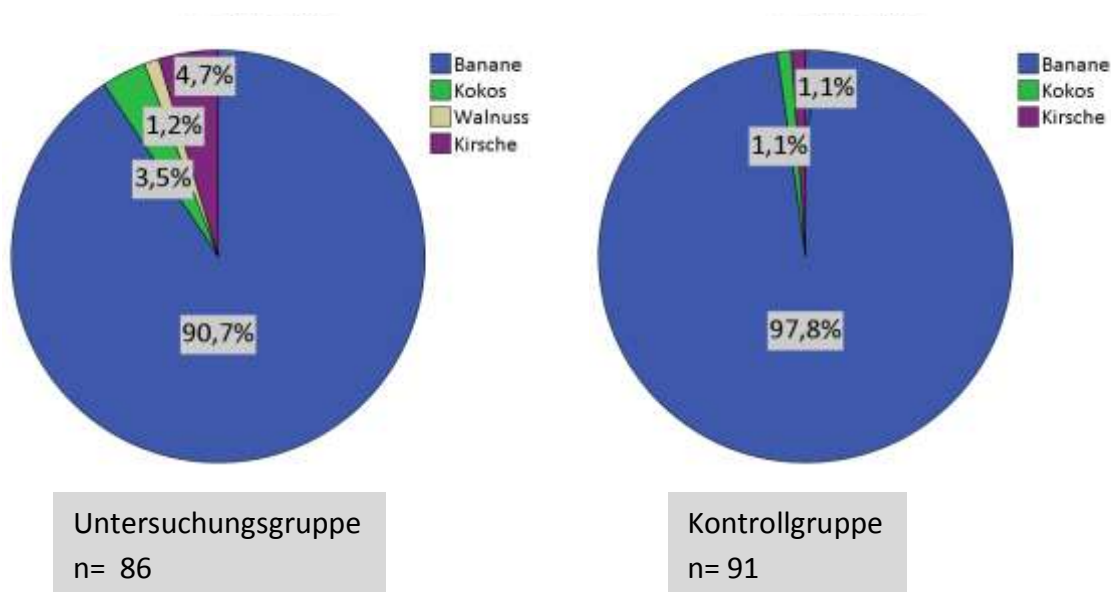


Abb.31: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin' Stick“ Banane richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.4.3 „Sniffin' Stick“ Lakritz

Beim „Sniffin' Stick“ Lakritz hatten Nichtraucher der Untersuchungsgruppe signifikant ($p=0,003$) unterschiedliche Ergebnisse im Vergleich zu Nichtrauchern der Kontrollgruppe.

66,3% der nichtrauchenden blinden und sehbehinderten Personen gaben an, einen

Lakritzgeruch wahrzunehmen. Dem gegenüber schafften das in der Kontrollgruppe 85,7% (Abb.32).

Mit einer 67% ($\text{Exp(B)}:0,328$) geringeren Chance gaben sehende im Vergleich zu blinden und sehbehinderten Probanden einen falschen Geruch an.

Etwa ein Viertel der blinden und sehbehinderten Probanden (24,4%) nahmen einen Kaugummigeruch wahr. Unter diesen Personen befanden sich doppelt so viele Frauen als Männer, die größtenteils unter 40 Jahre alt waren. Die falschen Gerüche nach Gummibären nahmen 7% und nach Keksen nahmen 2,3% der Untersuchungsgruppenprobanden wahr.

Bei sehenden Probanden der Kontrollgruppe verwechselten 7,7% den Lakritzgeruch mit Kaugummigeruch, 4,4% mit Gummibärengeruch und 2,2% mit Keksgeruch.

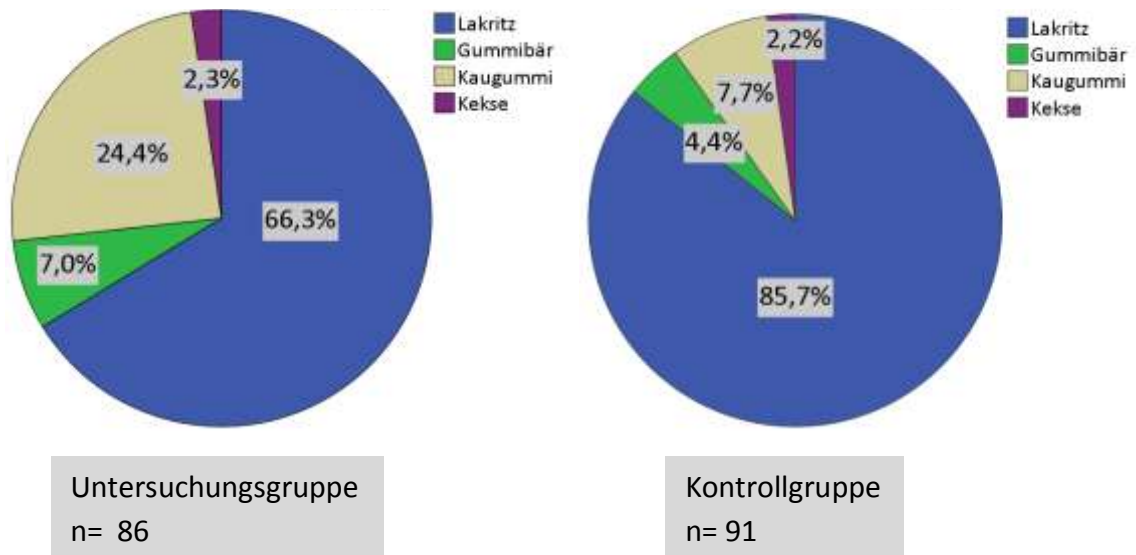


Abb.32: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.4.4 „Sniffin´ Stick“ Kaffee

Beim Riechstift, der nach Kaffee roch, wurde ein signifikanter Unterschied ($p=0,026$) bei Nichtrauchern zwischen der Untersuchungs- und Kontrollgruppe festgestellt.

Auch bei diesem „Sniffin´ Stick“ erreichten nicht rauchende sehende Probanden ein besseres Ergebnis als blinde und sehbehinderte Probanden. 91,2% der Probanden der Kontrollgruppe und 79,1% der Probanden der Untersuchungsgruppe erkannten den Kaffeegeruch richtig (Abb.33).

Es ergibt sich eine 63%ige ($\text{Exp(B)}:0,364$) geringere Wahrscheinlichkeit, dass Sehende einen falschen Geruch wahrgenommen hatten.

Jene Probanden, die mitteilten bei dem Kaffee „Sniffin´ Stick“ einen Zigarettengeruch wahrzunehmen (Untersuchungsgruppe: 10,5%, Kontrollgruppe: 4,4%), waren Nichtraucher. Doppelt so viele von ihnen waren Männer. Dass der Kaffee „Sniffin´ Stick“ nach Kerzenrauch roch, gaben 7% der blinden und sehbehinderten und 4,4% der sehenden Probanden an. Nur Personen der Untersuchungsgruppe gaben an einen Weingeruch zu identifizieren (3,5%).

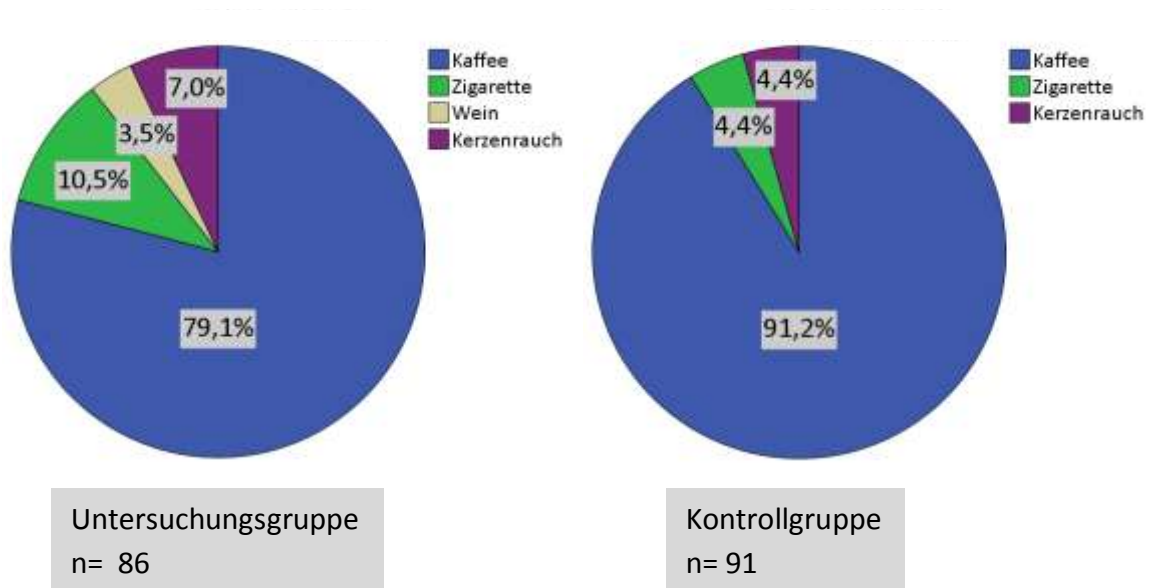
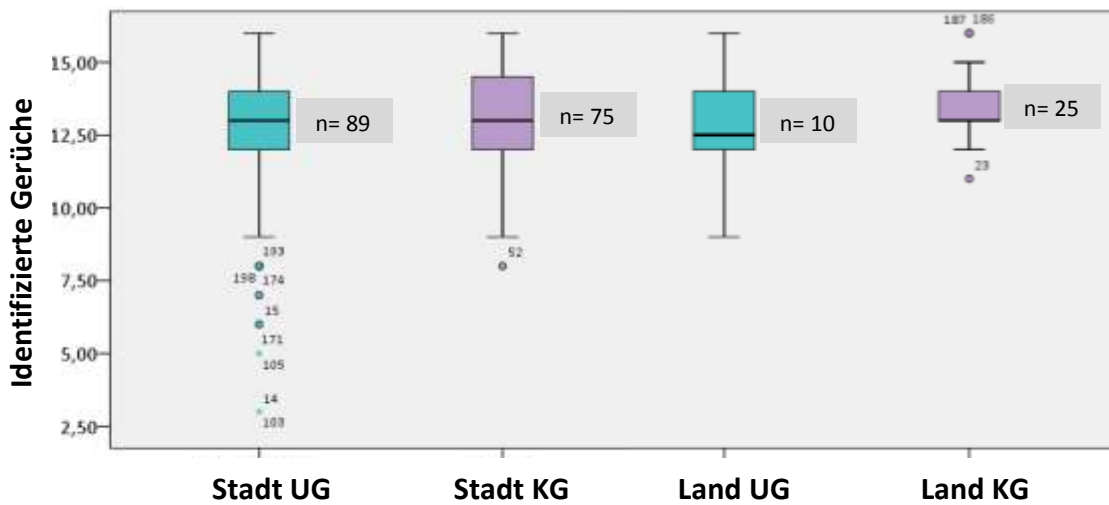


Abb.33: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens (Nichtraucher), die den „Sniffin´ Stick“ Kaffee richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.5 Signifikante Unterschiede beim Geruchsidentifikationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes

Um die Daten getrennt nach Versuchsgruppen und Hauptwohnsitz miteinander vergleichen zu können, wurden auf der x-Achse die blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), aufgeteilt nach ihrem Wohnsitz am Land oder in der Stadt, aufgetragen. Mit der Zahlenskala auf der y-Achse kann abgelesen werden wie viele Gerüche die Probandengruppen richtig feststellen konnten (Abb.34).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION



UG= Untersuchungsgruppe

KG= Kontrollgruppe

n= Anzahl der Probanden

Abb.34: Anzahl der richtig erkannten Gerüche beim Geruchsidentifikationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes

Blinden und sehbehinderten Probanden, die am Land lebten, schnitten beim Geruchsidentifikationstest deutlich schlechter ab als sehende Probanden mit dem gleichen Wohnsitz. Durchschnittlich erkannten blinde und sehbehinderte Probanden 12,5 Gerüche, sehende hingegen 13.

Beim schlechtesten Ergebnis der Probanden, die am Land lebten, erkannten blinde und sehbehinderte Personen neun von 16 angebotenen Riechstiften richtig, bei den sehenden Personen waren es 11 Riechstifte.

Alle 16 Riechstifte wurden sowohl von den am Land lebenden Probanden der Untersuchungsgruppe (eine Person), als auch von jenen der Kontrollgruppe (drei Personen) richtig identifiziert.

Bei Probanden, die in der Stadt lebten, waren die Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests, verglichen mit den am Land lebenden Probanden, ähnlich.

Probanden der Untersuchungsgruppe erkannten durchschnittlich 13 Gerüche der „Sniffin´ Sticks“ richtig, mindestens drei Gerüche und maximal 16 Gerüche richtig. Bei den Probanden der Kontrollgruppe konnten durchschnittlich ebenfalls 13 Gerüche richtig identifiziert werden, mindestens aber acht und alle 16 Riechstifte konnten ebenfalls richtig erschnüffelt werden.

Beim Vergleich der in der Stadt lebenden Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe gab es keine ähnlichen Charakteristika.

Zwischen den in der Stadt lebenden Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe gab es bei zwei Riechstiften (Zimt und Lakritz) einen signifikanten Unterschied.

Bei den anderen „Sniffin´ Sticks“, Orange, Schuhleder, Pfefferminz, Zitrone, Knoblauch, Apfel, Gewürznelke, Ananas, Rose, Anis und Fisch wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet.

4.1.5.1 „Sniffin´ Stick“ Zimt

Beim „Sniffin´ Stick“ der nach Zimt roch, gab es einen hoch signifikanten Unterschied ($p = 0,0035$) bei Probanden, die in der Stadt lebten. Zwar war die Häufigkeit der richtig erkannten „Sniffin´ Sticks“ gleich (13 richtig erkannte „Sniffin´ Sticks“), jedoch ist zu erwähnen, dass die Anzahl der Probanden in der Untersuchungsgruppe höher war als in der Kontrollgruppe.

In der Kontrollgruppe erkannten 89,3% der Probanden den richtigen Geruch, während bei den blinden und sehbehinderten Probanden 76,1% den geschnüffelten Geruch richtig zuordnen konnten (Abb.35).

Aus diesen Daten ergibt sich bei Sehenden eine 61% ($\text{Exp(B)}:0,387$) geringere Wahrscheinlichkeit einen falschen Geruch zu erkennen als für Probanden der Untersuchungsgruppe.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Zimtgeruch wurde in der Untersuchungsgruppe zu 10,2% als Vanillegeruch identifiziert. Unter diesen neun Probanden befanden sich nur Nichtraucher und beide Geschlechter im Alter zwischen 11 und 83, die gelegentlich Alkohol tranken. Weiters wurde beim Anbieten des Zimtgeruches dieser zu 8% mit Honiggeruch und zu 5,7% mit Schokoladegeruch verwechselt.

In der Kontrollgruppe haben 5,3% der Probanden einen Honiggeruch, 4% einen Vanillegeruch und 1,3% einen Geruch nach Schokolade statt nach Zimt wahrgenommen.

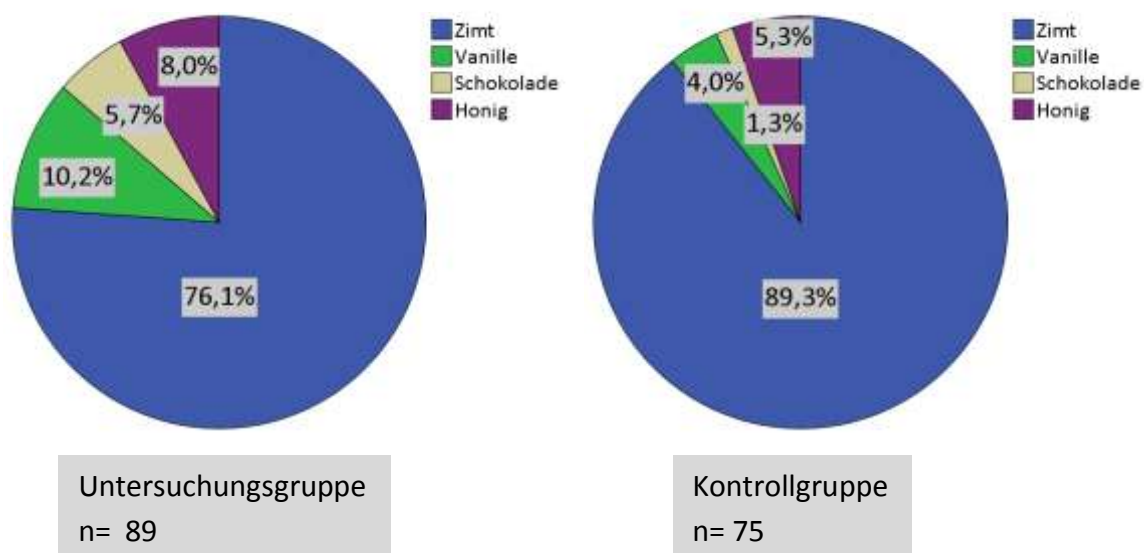


Abb.35: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes (Stadt), die den „Sniffin’ Stick“ Zimt richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.1.5.2 „Sniffin´ Stick“ Lakritz

Der zweite Riechstift, bei dem ein höchst signifikanter Unterschied ($p=0,001$) zwischen den Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die in der Stadt lebten festgestellt wurde, roch nach Lakritz.

89,3% der sehenden Probanden identifizierten den Lakritzgeruch richtig. In der Untersuchungsgruppe waren es 67% (Abb.36).

Die Chance, dass ein sehender Proband einen falschen Geruch erkannte, war um 75% ($\text{Exp(B)}:0,247$) geringer als bei blinden und sehbehinderten Probanden.

21 (23,9%) Probanden der Untersuchungsgruppe glaubten beim Lakritz „Sniffin´ Stick“ einen Kaugummigeruch zu riechen. Auch hier bestätigt sich wieder die Annahme, dass jüngere Probanden Lakritze womöglich nicht kennen.

Die restlichen blinden und sehbehinderten Probanden, die eine falsche Antwort gaben, glaubten zu 6,8% einen Geruch nach Gummibären und zu 2,3% einen Geruch nach Keksen wahrzunehmen.

In der Kontrollgruppe verwechselten sehende Probanden den Lakritzgeruch mit Kaugummi (6,7%), Gummibären (2,7%) und Keksen (1,3%).

75% aller Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, die eine falsche Antwort gaben, waren unter 40 Jahre alt. Unter ihnen befanden sich doppelt so viele Frauen als Männer. Ebenfalls war der regelmäßige Alkoholkonsum der Probanden sehr gering, was womöglich mit dem geringen Alter der Probanden erklärt werden kann.

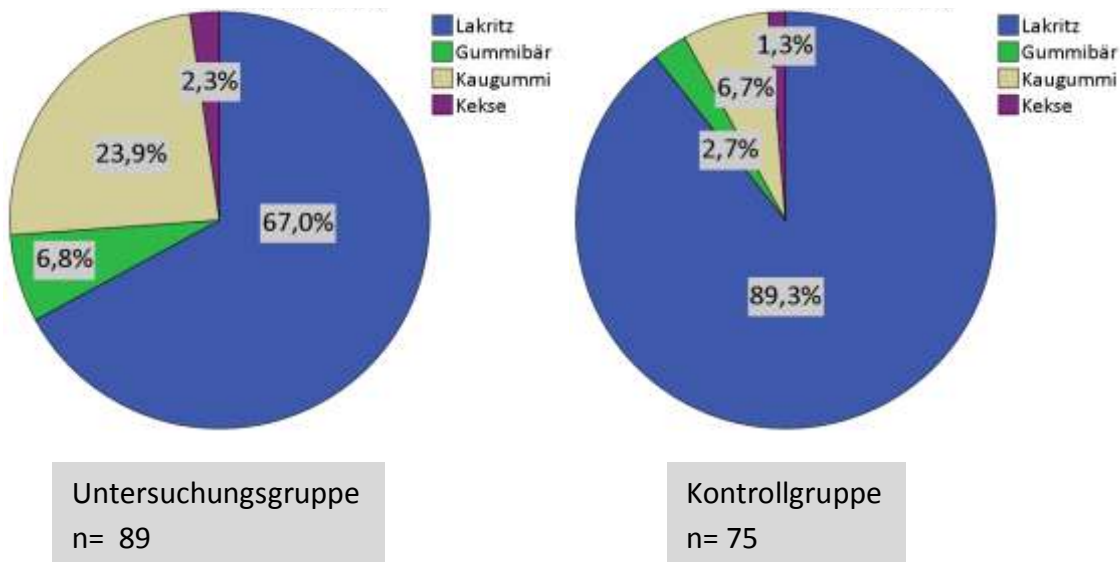
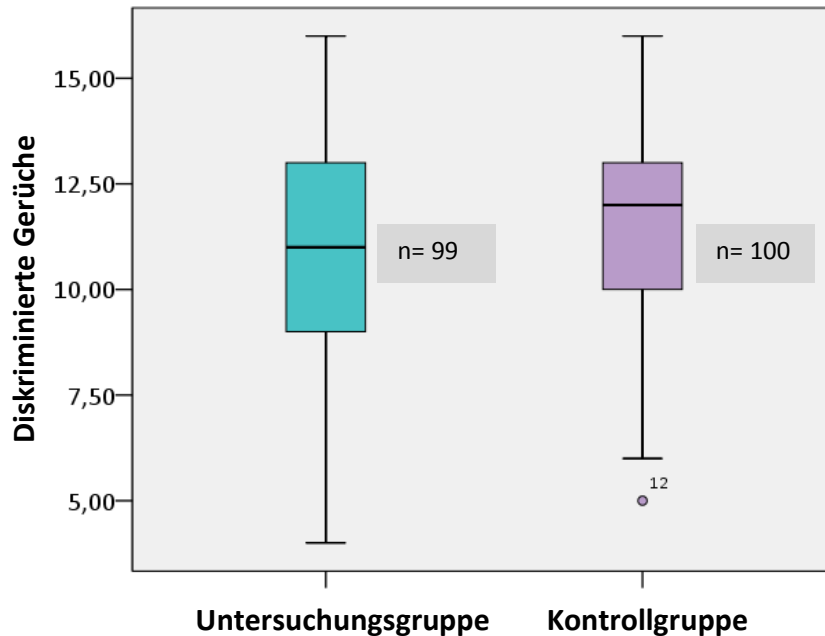


Abb.36: Anzahl der Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Hauptwohnsitzes (Stadt), die den „Sniffin´ Stick“ Lakritz richtig erkannt haben (inklusive Verwechslungen)

4.2 Geruchsdiskriminationstest (GD)

Beim Geruchsdiskriminationstest wurden die Ergebnisse der 99 blinden und sehbehinderten Probanden der Untersuchungsgruppe getrennt von den 100 sehenden Probanden der Kontrollgruppe ausgewertet.

Bei der graphischen Darstellung (Abb.37) mit zwei Boxplots wurden auf der waagrechten x-Achse die beiden Probandengruppen aufgetragen. Die senkrechte y-Achse zeigt auf der Zahlenskala wie viele Geruchstripletts die Probanden richtig diskriminiert haben.



n= Anzahl der Probanden

Abb.37: Anzahl der richtig diskriminierten Gerüchetriplets beim Geruchsdiskriminationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe

Die Spannweite beider Graphen ist annähernd gleich groß. Bei Betrachtung der Einzelwerte ist aber ein besseres Ergebnis der Probanden der Kontrollgruppe festzustellen.

Durchschnittlich konnten blinde und sehbehinderte Personen 11 von 16 angebotenen Gerüchetriplets richtig unterscheiden. Hingegen schafften sehende Probanden im Mittel 12 Gerüchetriplets korrekt zu diskriminieren.

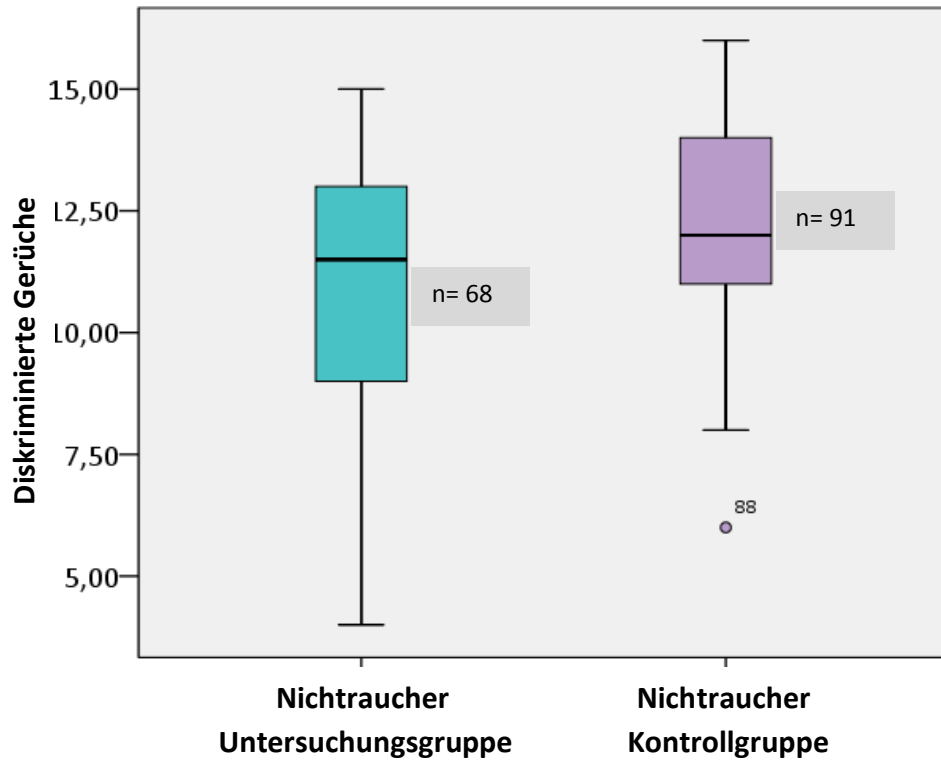
Acht Probanden der Untersuchungsgruppe waren in der Lage nur vier Gerüchetriplets richtig zu diskriminieren. Während jene Probanden der Kontrollgruppe, die am schlechtesten abschnitten, fünf Stiftetriplets richtig diskriminieren konnte.

Sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe gab es je einen Probanden der alle 16 Gerüchetriplets richtig unterscheiden konnte. Beide Probanden waren weiblich und wohnten in der Stadt. Die blinde Testperson war 54 Jahre alt und Raucherin, während die sehende Probandin viel jünger, nämlich 23 Jahre und Nichtraucherin war.

4.2.1 Signifikante Unterschiede beim Geruchsdiskriminationstest zwischen blinden, sehbehinderten (Untersuchungsgruppe) und sehenden Probanden (Kontrollgruppe), bei Berücksichtigung des Rauchverhaltes

Mithilfe eines univariaten Mittelwertvergleichs konnte ein signifikanter Unterschied ($p=0,046$) zwischen Nichtrauchern in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Bei der statistischen Auswertung wurden sehende Nichtraucher als Referenzkategorie genommen. Die statistischen Outputs zeigten, dass blinde und sehbehinderte Nichtraucher beim Geruchsdiskriminationstest schlechter ($RKB=-1,136$) abschnitten als Nichtraucher der Kontrollgruppe.

Um diesen Unterschied zu veranschaulichen wurden die Ergebnisse der Probanden, getrennt nach blinden, sehbehinderten Nichtrauchern (Nichtraucher Untersuchungsgruppe) und sehenden Nichtrauchern (Nichtraucher Kontrollgruppe), mittels Boxplots graphisch dargestellt (Abb.38).



n= Anzahl der Probanden

Abb.38: Anzahl der richtig diskriminierten Gerüchetriplets beim Geruchsdiskriminationstest in der Untersuchungs- und Kontrollgruppe, bei Berücksichtigung des Rauchverhaltens

Die durchschnittliche Anzahl der richtig diskriminierten Triplets war bei Blinden und Sehbehinderten mit 11,5 Richtigen geringer als bei Probanden der Kontrollgruppe mit 12 Richtigen.

Während bei den nichtrauchenden Blinden und Sehbehinderten ein Proband nur vier Gerüchetriplets richtig unterscheiden konnte, gelang es jenem nichtrauchenden Sehenden mit dem schlechtesten Ergebnis, mindestens sechs Gerüche der „Sniffin’ Sticks“ richtig zu diskriminieren.

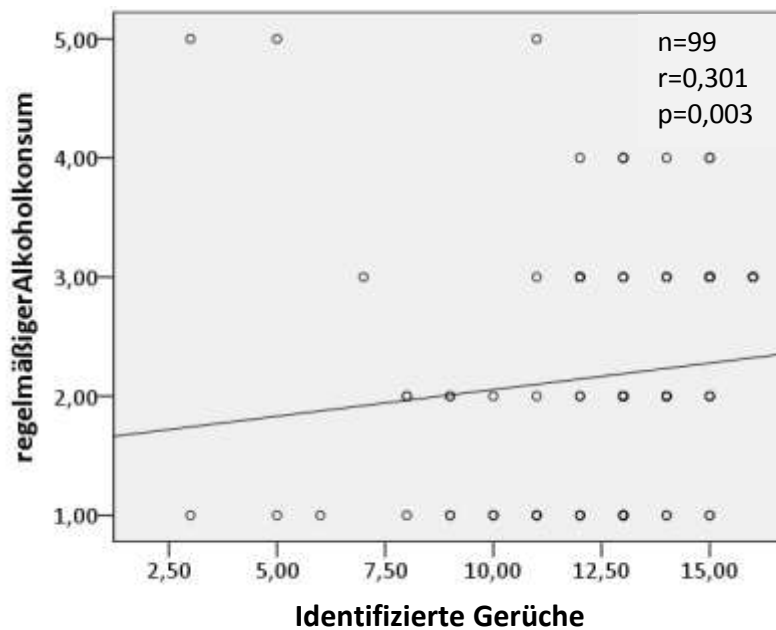
Alle 16 Gerüchetriplets konnte von keinem der blinden und sehbehinderten Nichtraucher richtig diskriminiert werden. Bei den sehenden Probanden schafften dies zwei Probanden.

4.3 Einfluss des Alkoholkonsums auf die Ergebnisse der Geruchstests

Mittels der von den Probanden ausgefüllten Fragebögen ließ sich ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Alkoholkonsum und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests auswerten.

Geruchsidentifikationstest:

Bei blinden und sehbehinderten Personen der Untersuchungsgruppe konnte ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,003$; $r=0,301$) des Alkoholkonsums mit den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests festgestellt werden (Abb.39).



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

p= Signifikanz

Abb.39: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum in der Untersuchungsgruppe

Das Streudiagramm zeigt, dass eine positive Korrelation zwischen einem regelmäßigen Alkoholkonsum und den richtig erkannten Gerüchen beim Geruchsidentifikationstest besteht.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass „je mehr Alkohol blinde und sehbehinderte Probanden regelmäßig tranken, desto mehr Gerüche erkannten sie“.

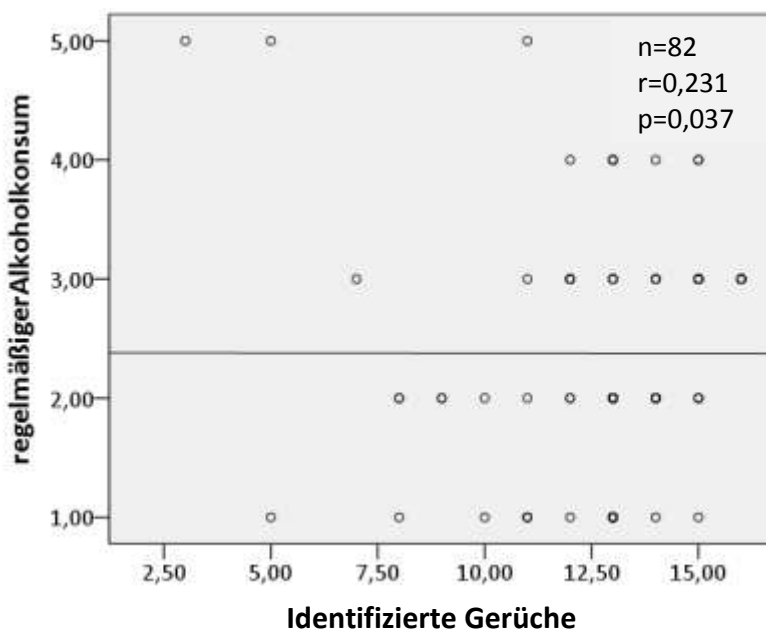
Die meisten blinden und sehbehinderten Probanden unter 18 Jahren tranken nach eigenen Angaben keinen Alkohol. In der Literatur wird jedoch beschrieben, dass das Alter, in dem erste Erfahrungen mit Alkohol gemacht werden, sinkt und demnach die Konsummenge der alkoholischen Getränke steigt [THOMASIUS, 2009].

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Somit könnte es sein, dass Jugendliche auf die Frage nach dem Alkoholkonsum eine geringere Menge zugaben als der Realität entspricht.

Bei der nächsten Auswertung wurden daher die Personen unter 18 Jahren nicht mehr mit einbezogen, um die Ergebnisse durch falsche Angaben nicht zu beeinflussen.

Der signifikante Zusammenhang ($p=0,037$; $r=0,231$) war in der Untersuchungsgruppe, beim Ausschluss der Probanden unter 18 Jahren, nun nicht mehr so stark, lag aber immer noch unter dem vorher festgelegten Signifikanzniveau von 5% (Abb.40).



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

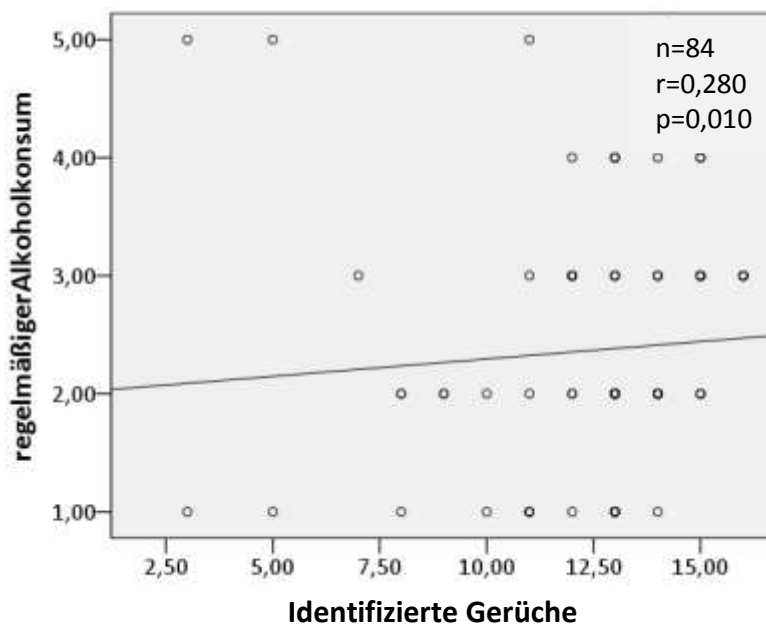
p= Signifikanz

Abb.40: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum, bei Probanden der Untersuchungsgruppe über 18 Jahre

Der Graph zeigt eine gleichbleibende Korrelation zwischen dem regelmäßigen Alkoholkonsum und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests. Durchschnittlich tranken alle blinden und sehbehinderten Probanden gelegentlich, bis einmal pro Woche Alkohol, unabhängig davon wie viele Gerüche sie richtig zuordnen konnten.

In die nächste Auswertung wurden alle blinden und sehenden Probanden mit einbezogen, die mindestens 14 Jahre alt waren.

Der Zusammenhang war signifikant ($p=0,010$; $r=0,280$) (Abb.41).



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

p= Signifikanz

Abb.41: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum, bei Probanden der Untersuchungsgruppe ab 14 Jahren

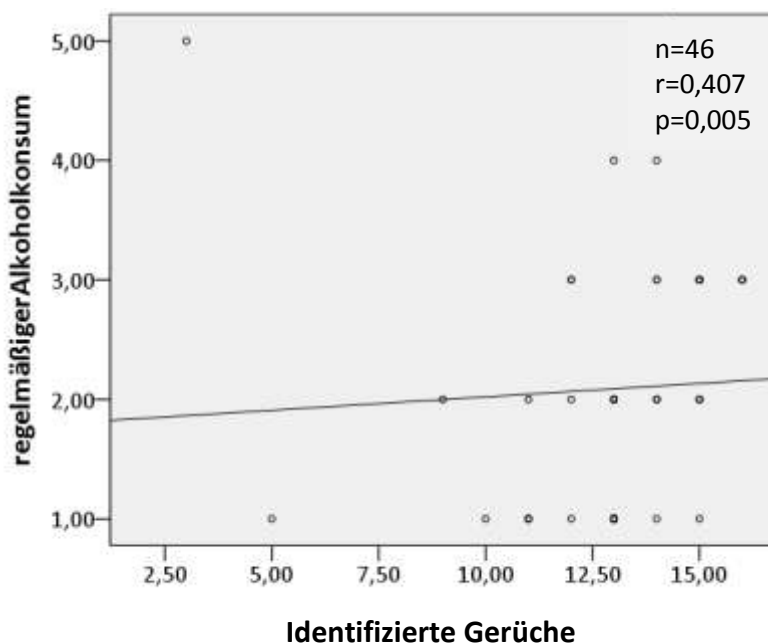
Auch anhand dieses Graphen wird deutlich, dass eine positive Korrelation zwischen

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

den beiden Variablen besteht. Wiederholt zeigte sich, dass ein vermehrter Alkoholkonsum mit mehr richtig erkannten Gerüchen zusammenhing.

Um feststellen zu können, ob diese positive signifikante Korrelation nur bei bestimmten Altersgruppen bestand, wurden nun blinde und sehbehinderte Probanden in Alterskategorien eingeteilt.

In der Alterskategorie 18-50 Jahre (Abb.42) der Untersuchungsgruppe bestätigte sich der positiv signifikante Zusammenhang ($p=0,005$; $r=0,407$). Auch hier wurden mehr Gerüche richtig erkannt, je mehr Alkohol die Probanden regelmäßig konsumierten.



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

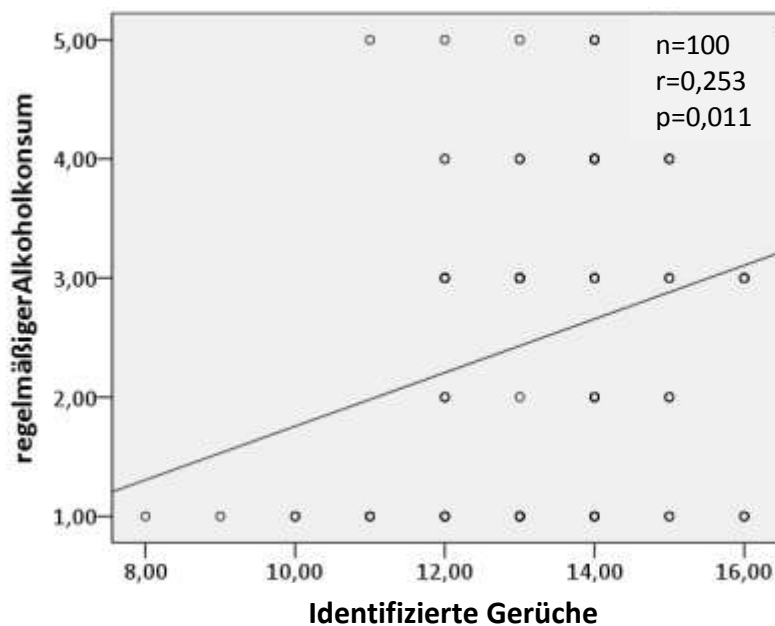
p= Signifikanz

Abb.42: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum, bei Probanden der Untersuchungsgruppe von 18-50 Jahren

In allen anderen Alterskategorien bestand zwar auch ein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Variablen, dieser war aber nicht signifikant.

Auch bei Probanden der Kontrollgruppe wurde getestet, ob es einen Zusammenhang zwischen dem regelmäßigen Alkoholkonsum und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests gab.

Ähnlich der Untersuchungsgruppe bestand in der Kontrollgruppe ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,011$; $r=0,253$) zwischen dem Alkoholkonsum und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests (Abb.43).



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

p=Signifikanz

Abb.43: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem regelmäßigen Alkoholkonsum in der Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe bestand eine stark positive Korrelation zwischen den zwei ausgewerteten Variablen. Jene sehenden Probanden, die das beste Ergebnis beim Geruchsidentifikationstest erreichten, tranken am meisten Alkohol. Der Graph lässt schlussfolgern, dass je höher der regelmäßige Alkoholkonsum war, umso mehr Gerüche konnten beim Geruchsidentifikationstest richtig erkannt werden.

In den nächsten Auswertungen wurden anfangs die Probanden unter 18 Jahren nicht mehr mit einbezogen und anschließend alle sehenden Personen in die drei bereits beschriebenen Alterskategorien eingeteilt. Bei keiner dieser Auswertungen konnten signifikante Zusammenhänge festgestellt werden.

Geruchsdiskriminationstest:

Es gab keine signifikante Korrelation zwischen dem regelmäßigen Alkoholkonsum und den Ergebnissen des Geruchsdiskriminationstests.

4.4 Einfluss des Alters auf die Ergebnisse der Geruchstests

Ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter und den Ergebnissen der Geruchstests gab, wurde mit Hilfe der bivariaten Korrelation und Matrix-Streudiagrammen festgestellt.

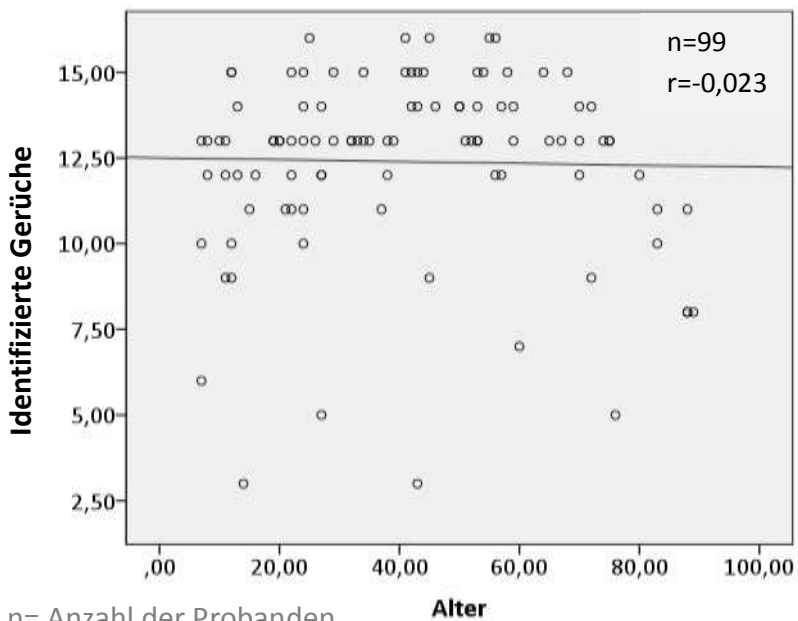
4.4.1 Auswertung vom Einfluss des Alters auf die Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests in der Untersuchungsgruppe

Bei blinden und sehbehinderten Probanden war der Zusammenhang zwischen dem Alter und den Ergebnissen, sowohl beim Geruchsidentifikationstest (Abb.44) als auch beim Geruchsdiskriminationstest (Abb.45), nicht signifikant.

Die Gerade im Streudiagramm des Geruchsidentifikationstests (Abb.44) zeigt keine eindeutige Korrelation ($r=-0,023$), während die Gerade in Abb.45 eine negative Korrelation ($r=-0,294$) zwischen dem Alter und den Ergebnissen beim Geruchsdiskriminationstest zeigte. Je älter die Probanden waren, desto weniger Gerüche der Stiftetripellets konnten sie unterscheiden.

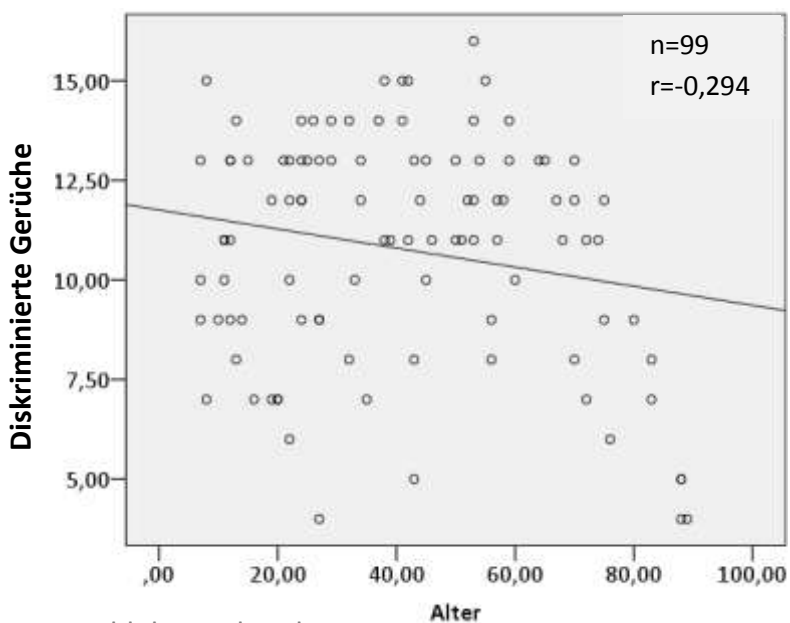
Im Alter können verschiedenen Einflussfaktoren wie Krankheiten oder die Einnahme von Medikamenten, sowie eine geringere Anzahl an Geruchsrezeptoren die Geruchswahrnehmungsfähigkeit beeinflussen. Dadurch könnten die schlechteren Ergebnisse, die beim Geruchsdiskriminationstest von älteren Probanden erzielt wurden, erklärt werden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION



n= Anzahl der Probanden
r= Korrelation

Abb.44: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe

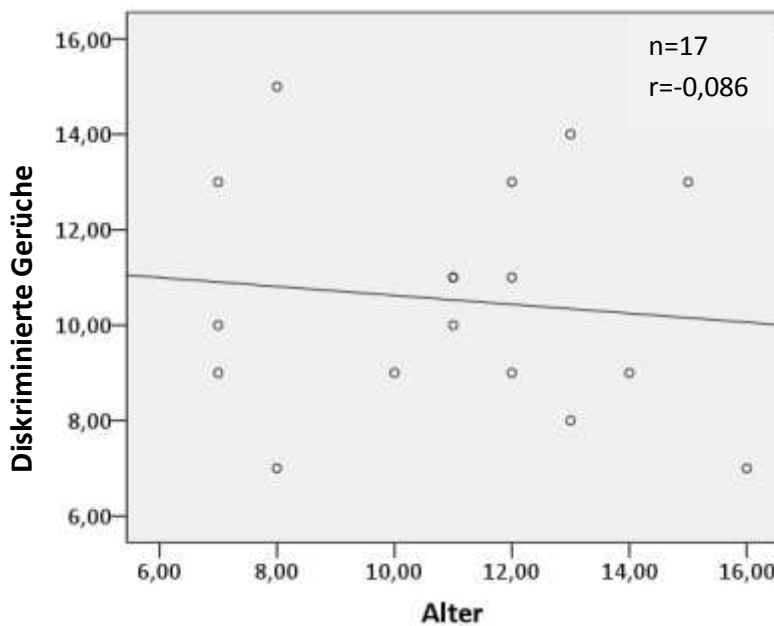


n= Anzahl der Probanden
r= Korrelation

Abb.45: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe

Weiters wurde das Alter der Probanden in drei Kategorien unterteilt. Es zeigten sich unterschiedliche Zusammenhänge zwischen dem Alter und den Ergebnissen des Geruchsdiskriminationstests. Keiner dieser Zusammenhänge war jedoch signifikant (Abb.46-Abb.49).

In der ersten Alterskategorie, in der die Probanden unter 18 Jahre alt waren, bestand eine negative Korrelation ($r=-0,086$) zwischen den Variablen Alter und der richtig diskriminierten Stiftetriplets (Abb.46). Das bedeutet, je älter die Probanden waren, desto weniger Gerüche konnten sie durchschnittlich unterscheiden. Das beste Ergebnis in dieser Alterskategorie erzielte ein acht jähriger Proband, der die Gerüche von 15 Stiftetriplets richtig unterscheiden konnte.



n= Anzahl der Probanden

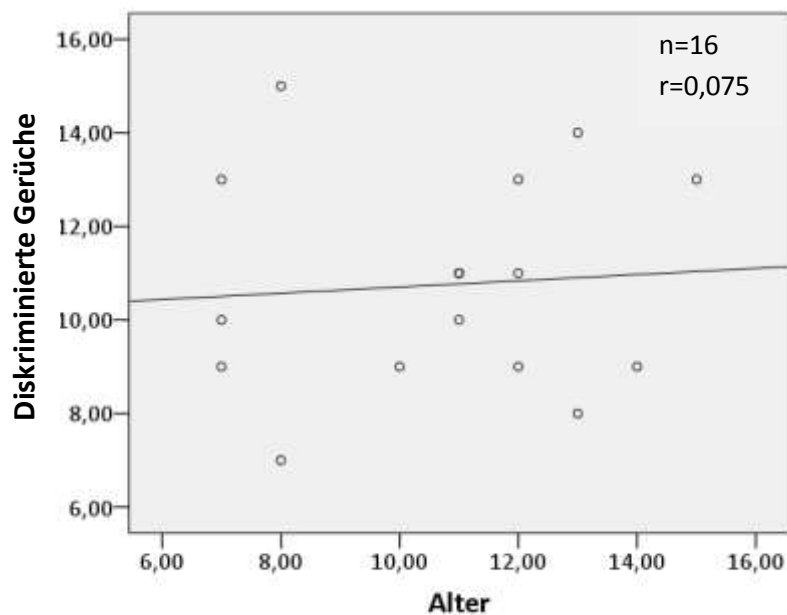
r= Korrelation

Abb.46: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre)

Diese negative Korrelation widerspricht den Ergebnissen bisheriger Studien [DOTY et al., 1984], die den Zusammenhang zwischen dem Geruchssinn und dem Alter untersucht haben. Im Streudiagramm (Abb.46) ersichtlich, konnte ein 16 jähriger, blinder Proband nur sieben Gerüche richtig identifizieren. Um zu ermitteln ob dieser für die negative Korrelation zwischen dem Alter und der korrekt diskriminierten Stifetriplets verantwortlich war, wurde in der nächsten Auswertung dieser Proband nicht mehr mit einbezogen.

Die positive Korrelation ($r=0,075$) der Abbildung 47 zeigt, dass das schlechte Ergebnis des 16 jährigen, blinden Probanden beim Diskriminationstest für die negative Korrelation ($r=-0,086$) der Abbildung 46 verantwortlich war.

Nun bestätigen sich die in den vergangen Studien [DOTY et al., 1984] ausgewerteten Ergebnisse, dass sich die Diskrimination von Gerüchen bis zum 18. Lebensjahr verbessert.

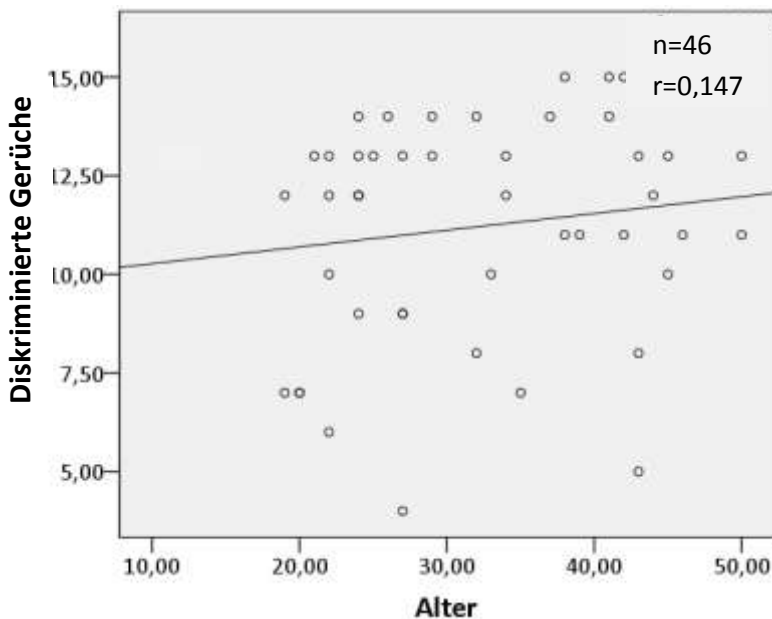


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.47: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre), unter Ausschluss eines Ausreißers

In der zweiten Alterskategorie waren blinde und sehbehinderte Probanden 18-50 Jahre alt. Eine positive Korrelation ($r=0,147$) zeigte, dass mehr Gerüche der Triplets richtig unterschieden wurden, je älter die Probanden waren (Abb.48). Jene Probanden mit den besten Ergebnissen waren etwa 40 Jahre alt.

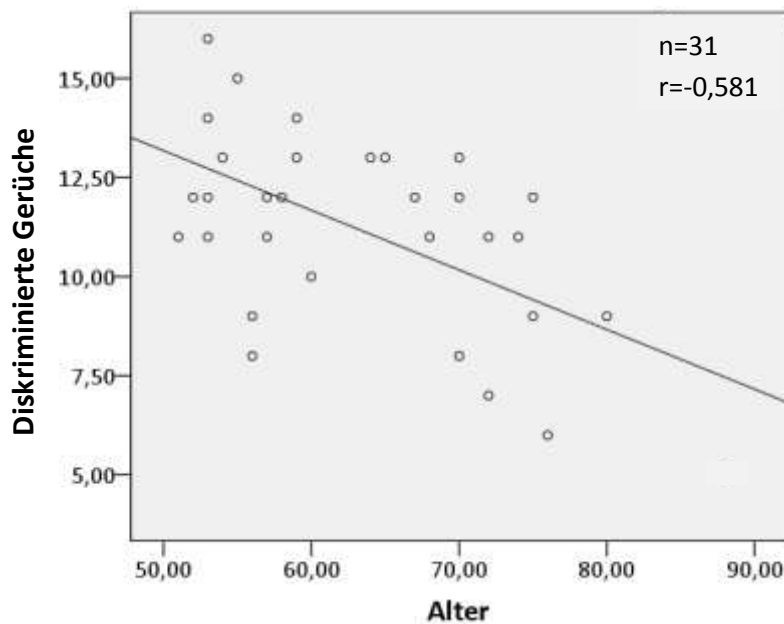


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.48: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (18-50 Jahre)

Blinde und sehbehinderte Personen der letzten Alterskategorie waren 51-80 Jahre alt. Die negative Korrelation ($r=-0,581$) zwischen dem Alter und den Ergebnissen des Geruchsdiskriminationstests war sehr ausgeprägt, aber nicht signifikant. Der Graph (Abb.49) zeigt deutlich, dass mit zunehmendem Alter immer weniger der drei angebotenen Stifte richtig unterschieden werden konnten.



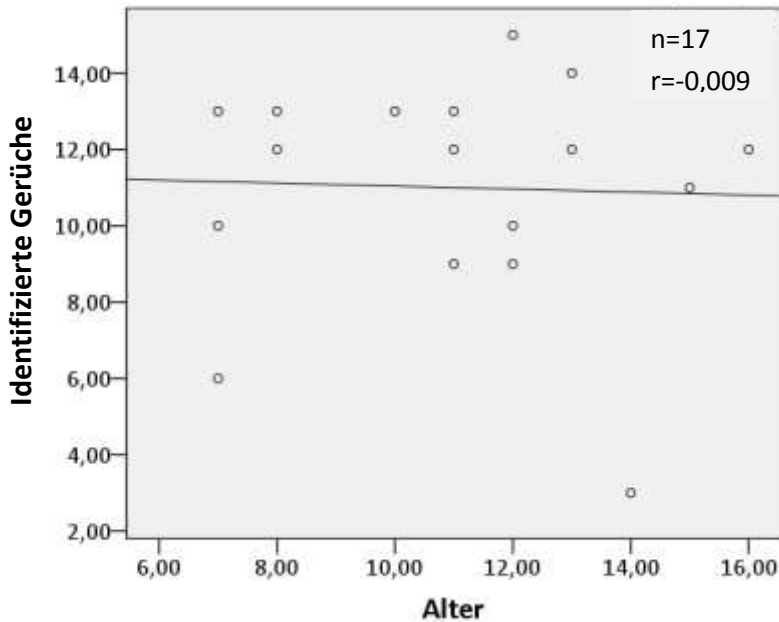
n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.49: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (51-80 Jahre)

Beim Geruchsidentifikationstest waren die Zusammenhänge zwischen dem Alter und der richtig erkannten „Sniffin’ Sticks“ sehr schwach ausgeprägt. Der Trend der Geraden war jedoch ähnlich dem des Geruchsdiskriminationstests (Abb.50-53).

Die Gerade des Graphen (Abb.50) der ersten Alterskategorie (<18 Jahre) zeigt keinen eindeutigen Zusammenhang ($r=-0,009$).



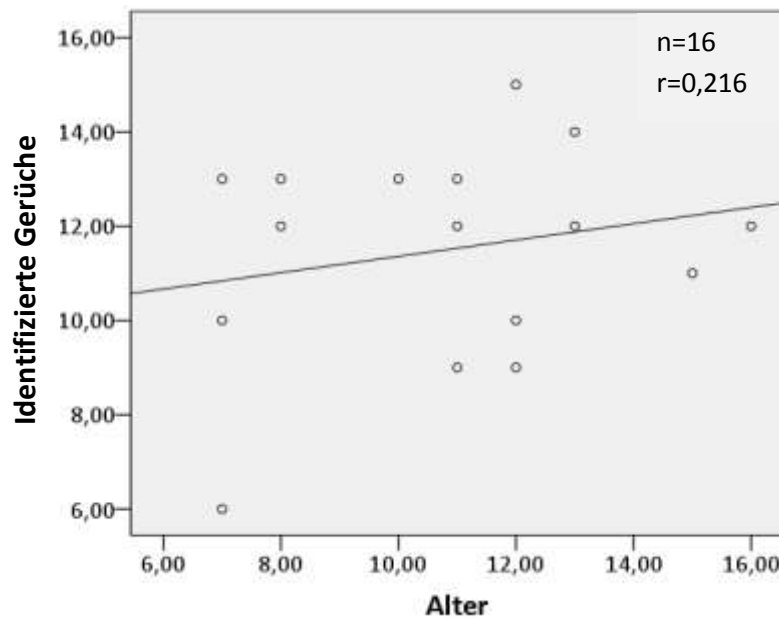
n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.50: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre)

Eine Probandin konnte jedoch nur 3 Gerüche richtig identifizieren. Um herauszufinden ob die leicht negative Korrelation zwischen den richtig identifizierten Gerüchen und dem Alter unter 18 Jahre nur durch diesen Ausreißer bestand, wurde diese Probandin in die nächste Auswertung nicht mehr mit einbezogen.

Und tatsächlich zeigt sich in Abbildung 51, nach Ausschluss der blinden Probandin, dass der Zusammenhang zwischen den richtig identifizierten Gerüchen und dem Alter bis 18 Jahren positiv korreliert ($r=0,216$). Dieses Ergebnis stimmt mit den vergangenen Studienresultaten [DOTY et al., 1984] überein, dass sich die Identifikation von Gerüchen bis zum 18. Lebensjahr verbessert.

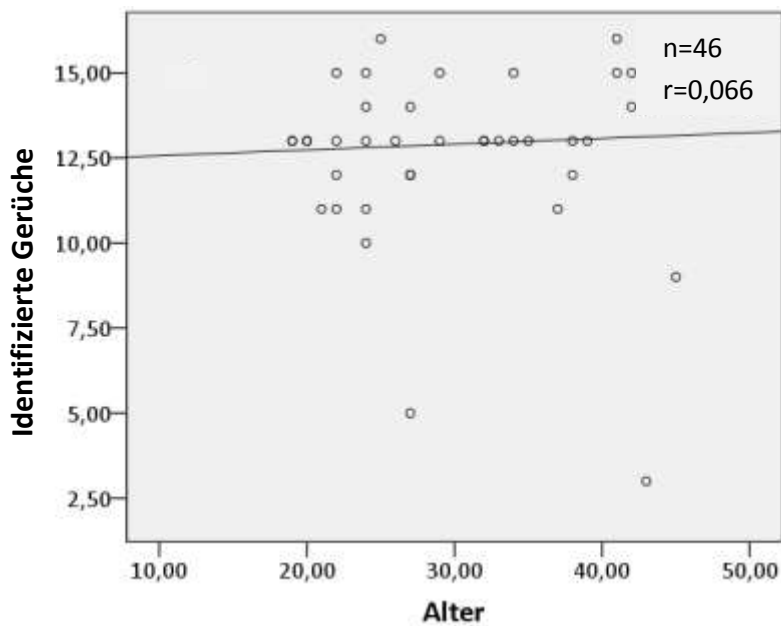


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.51: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (<18 Jahre), unter Ausschluss eines Ausreißers

Auch in der zweiten Alterskategorie, in der blinde und sehbehinderte Probanden 18-50 Jahre alt waren, ist nur eine leicht positive Korrelation ($r=0,066$), aber keine Signifikanz zu erkennen (Abb.52).

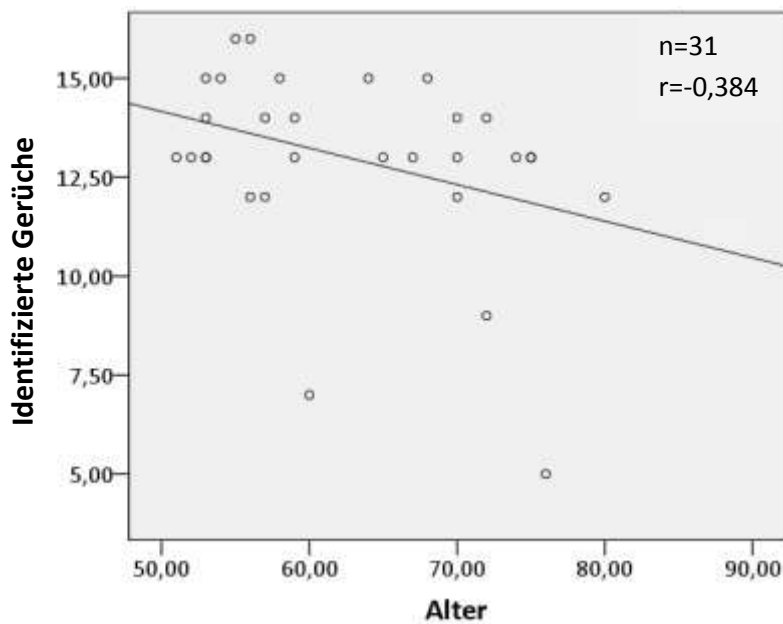


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.52: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (18-50 Jahre)

Ähnlich des Geruchsdiskriminationstests, zeigte sich in der dritten Alterskategorie eine negative Korrelation ($r=-0,384$) zwischen den beiden Variablen (Abb.53). Blinde und sehbehinderte Probanden mit durchschnittlich 70 Jahren erreichten ein deutlich schlechteres Ergebnis als jene, die 51-69 Jahre alt waren.



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.53: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Untersuchungsgruppe (51-80 Jahre)

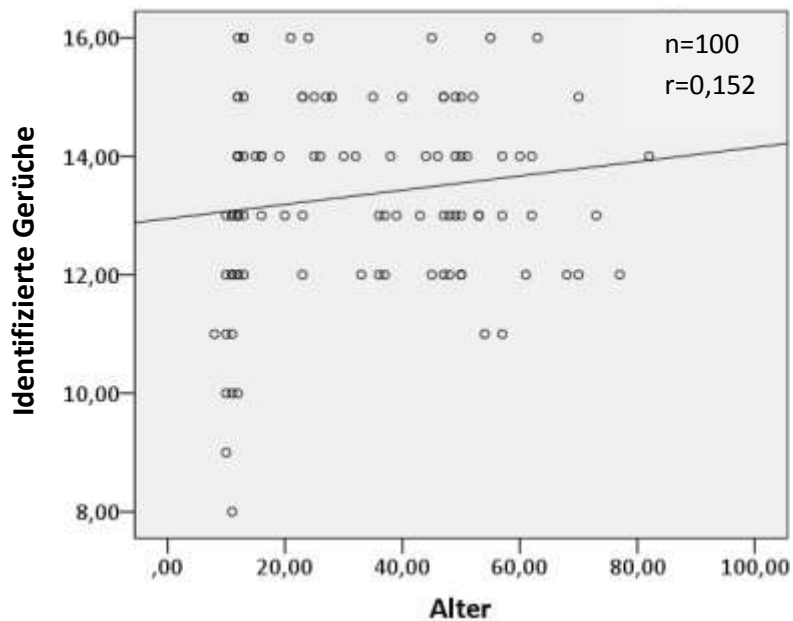
4.4.2 Auswertung vom Einfluss des Alters auf die Ergebnisse des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests in der Kontrollgruppe

Bei sehenden Probanden konnten zwischen dem Alter und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests keine signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden.

Eine positive Korrelation zeigte sich zwischen Alter und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests ($r=0,152$) (Abb.54) und des Geruchsdiskriminationstests ($r=0,074$) (Abb.55). Je älter die Probanden waren, desto mehr Gerüche konnten sie

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

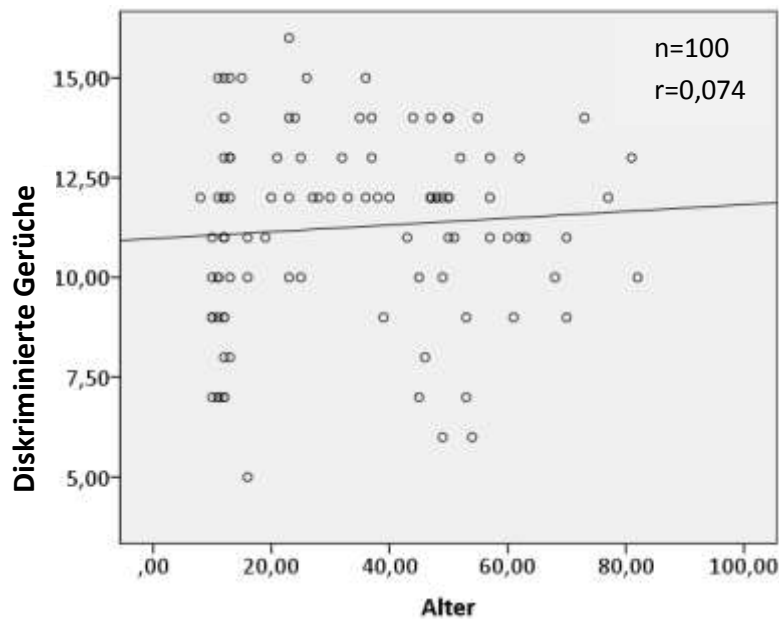
richtig erkennen und diskriminieren. Ein Grund dafür könnte die längere Erfahrung der älteren Probanden mit ihnen bekannten Gerüchen sein.



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.54: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe



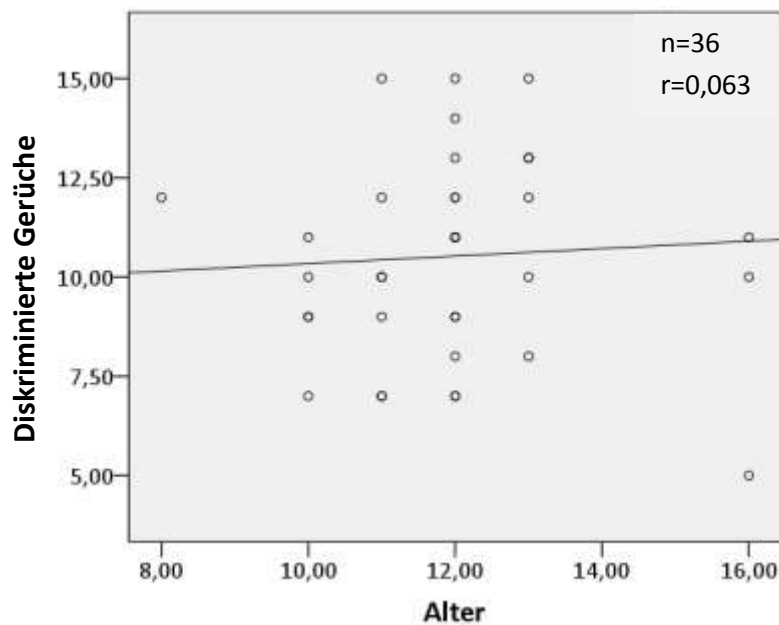
n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.55: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe

Auch bei sehenden Probanden wurde eine Unterteilung in drei Altersgruppen gemacht. So konnten die Zusammenhänge zwischen dem Alter und den Ergebnissen des Geruchsdiskriminationstests besser interpretiert werden.

Eine positive Korrelation ($r=0,063$) bestand zwischen dem Alter der sehenden Personen unter 18 Jahren und den Ergebnissen des Geruchsdiskriminationstests (Abb.56). Das entspricht dem Gegenteil der Ergebnisse von blinden und sehbehinderten Probanden. Schlussfolgernd ließ sich auswerten, je älter die Probanden waren, desto mehr Gerüche der Stiftetriplets konnten sie richtig unterscheiden.

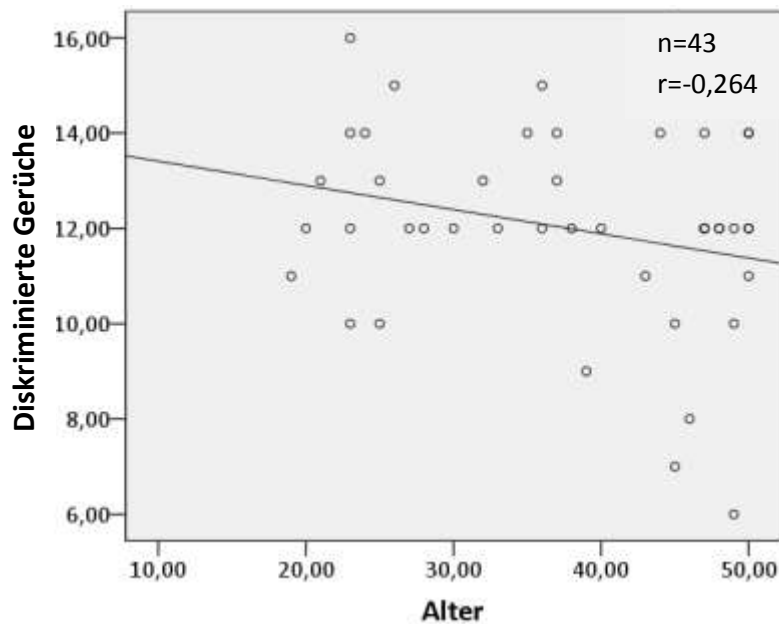


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.56: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (<18 Jahre)

Die Korrelation ($r=-0,264$) der beiden Variablen bei sehenden Probanden der zweiten Alterskategorie (18-50 Jahre) war negativ (Abb.57). Dies entspricht wieder dem gegenteiligen Ergebnis der Probanden der Untersuchungsgruppe. Je älter die Personen waren, desto schlechter waren ihre Ergebnisse beim Geruchsdiskriminationstest.

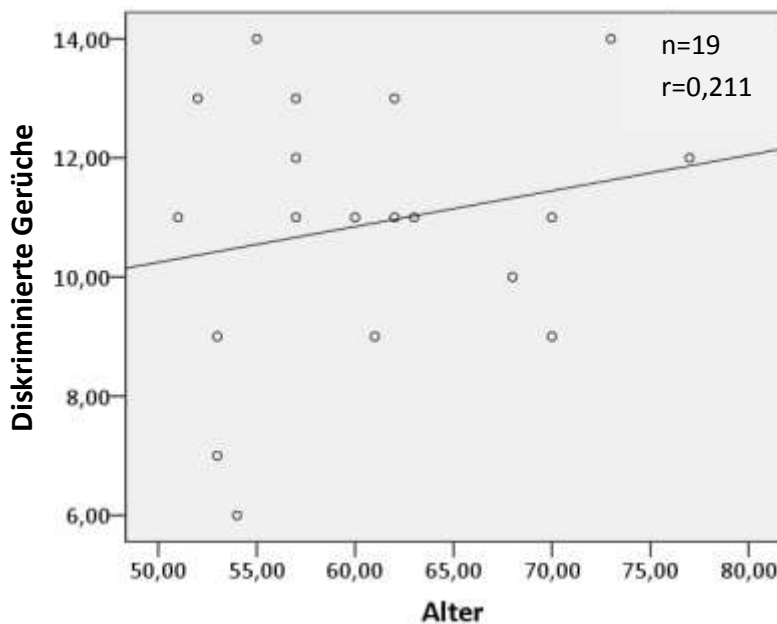


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb. 57: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (18-50 Jahre)

In der dritten Alterskategorie (50-80 Jahre) zeigte die Gerade im Streudiagramm (Abb.58) eine positive Korrelation ($r=0,211$). Je älter die sehenden Probanden also waren, desto besser waren ihre Ergebnisse beim Diskriminationstest.

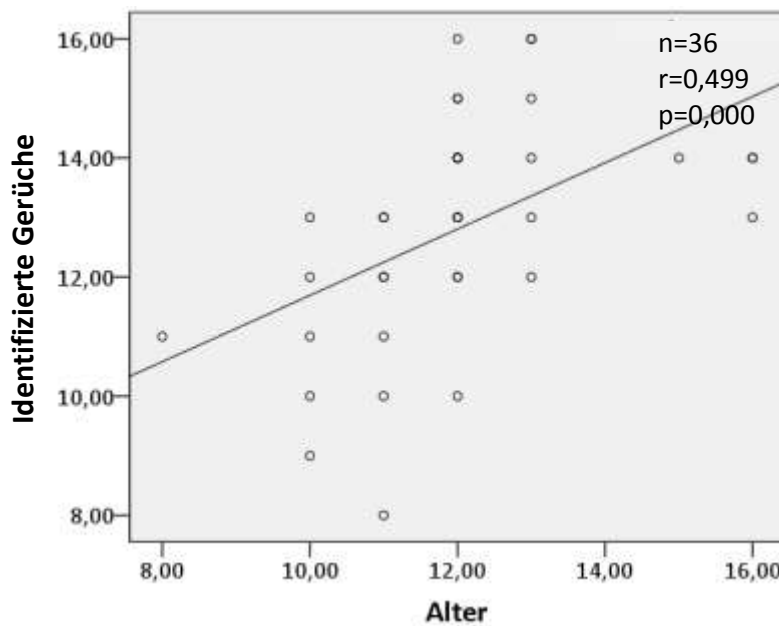


n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

Abb.58: Korrelation zwischen der Anzahl der richtigen Antworten beim Geruchsdiskriminationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (51-80 Jahre)

Beim Geruchsidentifikationstest konnte bei sehenden Probanden unter 18 Jahren ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,000$) zwischen dem Alter und den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstest festgestellt werden. Die positive Korrelation ($r=0,499$) zeigte, dass mit steigendem Alter in der ersten Alterskategorie (<18 Jahre) mehr Gerüche der „Sniffin’ Sticks“ erkannt werden konnten (Abb.59).



n= Anzahl der Probanden

r= Korrelation

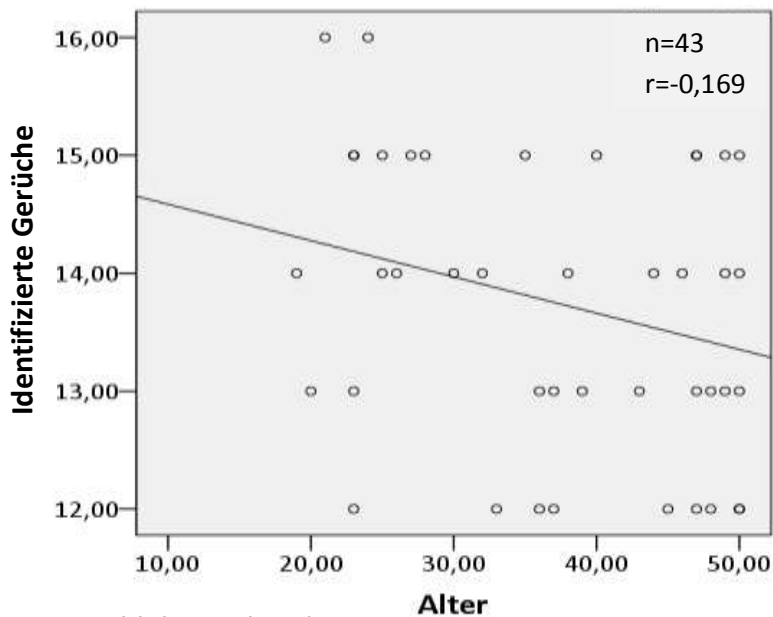
p= Signifikanz

Abb.59: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (<18 Jahre)

In den beiden weiteren Alterskategorien bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Variablen (Abb. 60-61).

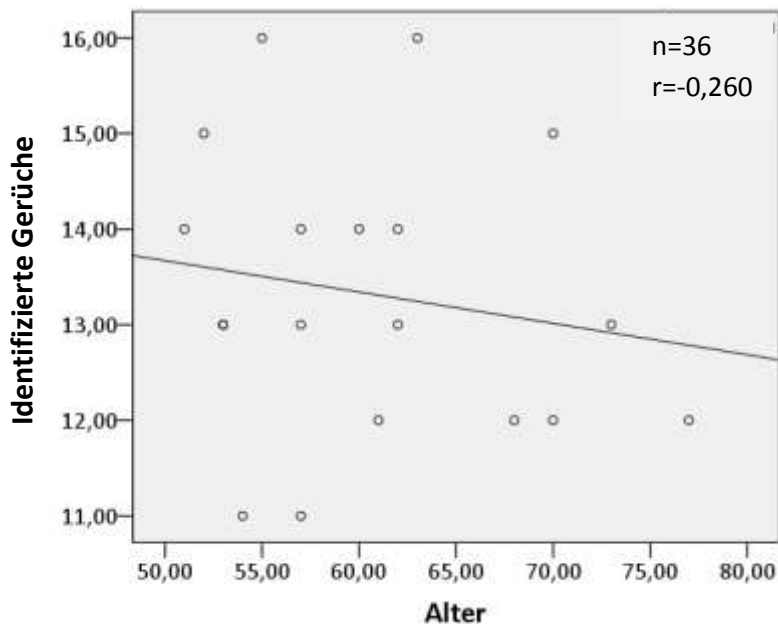
Die Korrelation (Abb.60 $r=-0,169$; Abb.61 $r=-0,260$) war bei beiden Alterskategorien negativ, sodass mit steigendem Alter weniger Gerüche der Riechstifte richtig identifiziert wurden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION



n = Anzahl der Probanden
 r = Korrelation

Abb.60: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (18-50 Jahre)



n = Anzahl der Probanden
 r = Korrelation

Abb.61: Korrelation zwischen der Anzahl richtig erkannter Gerüche beim Geruchsidentifikationstest und dem Alter in der Kontrollgruppe (51-80 Jahre)

5. Schlussbetrachtung

Verglichen mit den anderen bereits durchgeführten Studien [DAMM et al., 2009; DIEKMANN et al., 1994; SCHWENN et al., 2002] über die Geruchswahrnehmungsfähigkeit von blinden und sehbehinderten Personen, konnte auch in der vorliegenden Masterarbeit die Hypothese „blinde und sehbehinderte Personen haben einen ausgeprägteren Geruchssinn als Sehende“ nicht bestätigt werden.

Nur eine Studie, publiziert von MURPHY und CAIN im Jahr 1986, bei der aber ältere Methoden zur Testung der Geruchswahrnehmungsfähigkeit eingesetzt waren, berichtet von einer besseren Geruchsidentifikationsfähigkeit von Blinden und Sehbehinderten im Vergleich zu sehenden Personen.

In der vorliegenden Studie identifizierten sowohl blinde und sehbehinderte Probanden der Untersuchungsgruppe, als auch die sehenden Probanden der Kontrollgruppe durchschnittlich 13 Gerüche richtig. Jene Personen mit den am wenigsten erkannten Gerüchen waren blind oder sehbehindert. Es konnte ein deutlicher Trend beobachtet werden, dass sehende Probanden die erschnüffelten Gerüche von Zimt, Banane, Lakritz, Terpentin und Kaffee, besser identifizieren und benennen konnten, als Probanden der Untersuchungsgruppe.

Die Unterschiede im Vergleich zwischen Blinden, Sehbehinderten und Sehenden waren statistisch signifikant.

Durch die Aufteilung in Gruppen nach ihrem Geschlecht, Alter, Rauchverhalten und Hauptwohnsitz konnte statistisch ausgewertet werden, dass nur beim Vergleich der blinden und sehbehinderten Raucher mit sehenden Rauchern, blinde und sehbehinderte Probanden mehr Gerüche richtig identifizieren konnten. Das durchschnittliche Ergebnis von 14 richtig erkannten Gerüchen war zwar in der

SCHLUSSBETRACHTUNG

Untersuchungs- und Kontrollgruppe gleich, beim schlechtesten Ergebnis aber erkannten Sehende 11 Gerüche richtig, bei Blinden und Sehbehinderten waren es 12. In allen weiteren Gruppen konnten beim Geruchsidentifikationstest sehende Probanden immer mehr Gerüche richtig erkennen.

Bei der Geruchsdiskrimination konnten auch in vorherigen Studien [DAMM et al., 2009; DIEKEMANN et al., 1994] keine eindeutigen Ergebnisse zwischen blinden, sehbehinderten und sehende Personen beobachtet werden.

In der vorliegenden Studie unterschied sich die durchschnittliche Anzahl der richtig erkannten Tripletts in den Probandengruppen nicht markant (Blinde und Sehbehinderte: 11; Sehende: 12). Es konnte nur ein signifikanter Unterschied zwischen den Nichtrauchern der Untersuchungs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. In diesem Fall konnten sehende Nichtraucher durchschnittlich, signifikant 0,5 Stiftetripeltts mehr unterscheiden als blinde und sehbehinderte Nichtraucher.

Klinische Studien [RUPP et al., 2003] berichten von einem Zusammenhang zwischen vermehrtem Alkoholkonsum und dem Geruchssinn. Durch eine alkoholische Polyneuropathie kommt es unter anderem zu einer Verminderung des Geruchssinns.

In der vorliegenden Studie aber ergab sich beim Geruchsidentifikationstest eine positive Korrelation zwischen einem regelmäßigen Alkoholkonsum und dem Geruchssinn. Das bedeutet, je höher der auf dem Fragebogen angegebene Alkoholkonsum war, desto besser waren ihre Ergebnisse beim Geruchsidentifikationstest. Auch bei Berücksichtigung, dass jüngere Probanden weniger Alkohol konsumieren als Erwachsene, war die Korrelation des Konsums von Alkohol mit dem Geruchssinn signifikant (Untersuchungsgruppe $p=0,003$; Kontrollgruppe $p=0,011$) und positiv (Untersuchungsgruppe $r=0,301$; Kontrollgruppe $r=0,253$).

Eine Erklärung für dieses gegensätzliche Ergebnis, im Vergleich zu anderen Studien, kann die subjektive Einschätzung des Alkoholkonsums der einzelnen Probanden sein.

Möglich wäre, dass die Menge und die Häufigkeit des Alkoholkonsums unterschiedlich interpretiert wurden oder es für einige Probanden unangenehm war den tatsächlichen Alkoholkonsum anzugeben.

Der in der Literatur festgestellte Einfluss des Alters auf den Geruchssinn [DOTY et al., 1984; STEINBACH et al., 2008], konnte durch die vorliegende Arbeit bestätigt werden. Bei den Ergebnissen des Geruchsidentifikationstests in der Untersuchungsgruppe zeigte sich in der ersten Alterskategorie (<18 Jahre) kein auffälliger Trend, dass sich die Geruchswahrnehmungsfähigkeit mit dem Alter verändert. Durch Ausschluss einer Probandin, die im Vergleich zu den restlichen blinden und sehbehinderten Probanden nur drei Riechstifte richtig identifizieren konnte, zeigte sich eine deutlich positive, nicht signifikante Korrelation zwischen der Fähigkeit Gerüche zu identifizieren und dem steigenden Alter bis 18 Jahre.

In der nächsten Altersgruppe (18-50 Jahre) bestand ebenfalls eine positive, nicht signifikante Korrelation ($r=0,066$) zwischen dem Alter und der Geruchsidentifikation von blinden und sehbehinderten Personen. Es konnten mehr Gerüche richtig identifiziert werden, je älter blinde und sehbehinderte Probanden waren.

Blinde und sehbehinderte Probanden der dritten Alterskategorie (51-80 Jahre) schnitten am schlechtesten ab. Durch die stark negative, aber nicht signifikante Korrelation ($r=-0,384$) lässt sich schlussfolgern, dass die Identifikation von Gerüchen bei Blinden und Sehbehinderten ab dem 51. Lebensjahr stark abnimmt.

Bei der Diskrimination von Gerüchen schnitten blinde und sehbehinderte Probanden der ersten Alterskategorie (<18 Jahre) schlechter ab je älter sie waren ($r=-0,086$). Das widerspricht den Studienergebnissen der Literatur [DOTY et al., 1984; STEINBACH et al., 2008]. Durch genauerer Betrachtung des Streudiagramms (Abb.46) von blinden und sehbehinderten Probanden unter 18 Jahren kann angenommen werden, dass ein blinder 16 jähriger Proband, der nur sieben Gerüche richtig

identifizieren konnte, die Steigung der Geraden stark beeinflusste. Durch die weitere Auswertung ohne diesen Ausreißer konnte diese Annahme bestätigt werden (Abb.47). In der zweiten (18-50 Jahre) und dritten (51-80 Jahre) Alterskategorie der blinden und sehbehinderten Probanden waren die nicht signifikanten Korrelationen zwischen dem Alter und den richtig diskriminierten Gerüchen gleich denen des Geruchsidentifikationstests. Bis zum 50. Lebensjahr stieg die Anzahl der richtig diskriminierten Gerüche ($r=0,147$). Ab dem 51. Lebensjahr verschlechterte sich die Geruchsdiskriminationsfähigkeit der blinden und sehbehinderten Probanden ($r=-0,581$).

In der Kontrollgruppe unterschieden sich die Korrelationen des Geruchsidentifikationstests und des Geruchsdiskriminationstests im Vergleich zur Untersuchungsgruppe in allen Alterskategorien.

Bei der Identifikation und der Diskrimination von Gerüchen in der ersten Alterskategorie (<18 Jahre) schnitten sehende Probanden besser ab, je älter sie waren. Bei beiden Geruchstests in der zweiten Alterskategorie (18-50 Jahre) sank die Anzahl der richtig erkannten und diskriminierten Gerüche bei Sehenden mit dem Alter. Ebenso beim Geruchsidentifikationstest der dritten Alterskategorie (51-80 Jahre) bei sehenden Personen.

Eine positive, aber nicht signifikante Korrelation ($r=0,211$) beim Geruchsdiskriminationstest der dritten Alterskategorie (51-80 Jahre) der Kontrollgruppe lässt sich durch einen 74 jährigen, sehenden Probanden erklären, der 14 Stifetriples richtig diskriminieren konnte, das weit mehr ist als andere Probanden in vergleichbarem Alter diskriminieren konnten. Ebenfalls hatte die Altersverteilung dieser Alterskategorie einen erheblichen Einfluss auf die Korrelation. Die meisten sehenden Probanden der dritten Alterskategorie (51-80 Jahre) waren 51-65 Jahre alt. In diesem Alter ist es möglich, dass die Geruchswahrnehmungsfähigkeit bei den meisten Personen gut erhalten ist. Grundsätzlich können Personen ab 50 Jahren aber

weniger Gerüche erkennen und unterscheiden.

Im Vergleich zu den Ergebnissen früherer Studien [KANEDA et al., 2000], lässt sich auch in der vorliegenden Studie eine verminderte Funktion des Geruchssinns im Alter feststellen. Im Alter können viele Faktoren wie Krankheiten oder die Einnahme von Medikamenten den Geruchssinn negativ beeinflussen.

In vorliegender Arbeit wurde darauf geachtet, in der Untersuchungs- und in der Kontrollgruppe Probanden zu rekrutieren, dessen Alter vergleichbar war. Aus den Fragebögen ging hervor, dass gerade ältere Probanden der Untersuchungs- und Kontrollgruppe mehr Medikamente einnahmen und häufiger an Krankheiten litten.

Aus den daliegenden Daten geht hervor, dass bei blinden und sehbehinderten Probanden die Geruchswahrnehmungsfähigkeit erst ab der dritten Alterskategorie (51-80 Jahre) abnahm, während bei sehenden Probanden schon in der Gruppe der 18-51 jährigen eine Abnahme des Geruchssinns festzustellen war.

6. Zusammenfassung

In der Literatur gibt es unterschiedliche Annahmen und Studienergebnisse, ob bei Verlust von einem Sinn, die anderen Sinne sensibler und stärker ausgeprägt sind. Der Zweck der vorliegenden Masterarbeit war es, festzustellen, ob die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit bei Blinden und Sehbehinderten besser ist, als bei sehenden Personen. Dafür wurden 99 (52 Frauen, 47 Männer) blinde und sehbehinderte Probanden zwischen 7 und 89 Jahren untersucht.

Als Kontrollgruppe dienten 100 (45 Frauen, 55 Männer) sehende Probanden im Alter von 8- 82 Jahren.

Bei allen Probanden wurde die Geruchswahrnehmungsfähigkeit anhand eines Geruchsidentifikations- und Geruchsdiskriminationstests mit zwei „Sniffin’ Stick“-Sets der Firma Burghart durchgeführt. Zusätzlich füllten alle Probanden zu Beginn der Untersuchung einen Fragebogen aus, mit dem, Daten zur Person, wie Alter oder Geschlecht, sowie zum Gesundheitszustand der Probanden, wie Krankheiten, Einnahme von Medikamenten, ermittelt wurden.

Beim Geruchsidentifikationstest ließen sich nur bei den „Sniffin’ Sticks“ mit einem Zimt-, Bananen-, Lakritz-, Terpentin- und Kaffeearoma signifikante Unterschiede zwischen den Probandengruppen feststellen. Bei allen anderen Riechstiften gab es keinen Unterschied. Sehenden Probanden schnitten fast immer besser ab als blinde und sehbehinderte Probanden.

Beim Geruchsdiskriminationstest konnten sehende Probanden die Gerüche der Stiftetriplets besser unterscheiden. Der Unterschied war aber nur beim Vergleich der Nichtraucher signifikant ($p=0,046$) besser.

Schlussfolgernd lässt sich zusammenfassen, dass durch den Verlust des Sehens der Geruchssinn nicht stärker ausgeprägt war.

7. Summary

According to the results of a few studies, there are different assumptions about how the loss of one sense may influence other senses, or even may sensitize and sharpen the latter.

The aim of the present study was to find out whether blind and visually impaired people have a stronger sense of smell compared to people without any impairment of their sense of sight. Therefore 99 (52 women, 47 men) blind and visually impaired people aged 7 to 89 years were examined.

The relevant control group was composed of 100 sighted subjects in all, thereof 45 female and 55 male between 8 and 82 years.

The ability of odor perception of all participants was tested by using odor-identification- and odor-discrimination-test, carried out on “Sniffin’ Stick”- Sets of the Burghart Company. These “Sniffin’ Sticks”, were made available by institute of nutrition.

Additionally the subjects were asked to fill out a questionnaire, to make personal data like age or gender, and the health status of the subjects like diseases and medication available.

The odor-identification-test showed significantly relevant differences between the two subject groups when using “Sniffin’ Sticks” with the following flavours cinnamon-, banana-, licorice-, turpentine- and coffee aroma. Regarding the remaining “Sniffin’ Sticks”, no differences occurred. Comparing the results of blind and visually impaired subjects to normal sighted subjects, the latter performed far better, apart from one exception.

The results of the odor-discrimination- test showed that normal sighted subjects were able to distinguish the odors of “Sniffin’ Stick” triplets better. This difference, though,

was only significantly better ($p= 0,046$) when comparing non smoker subjects of the two study groups with each other.

Generally it can be summarized, that the sense of smell does not improve when sight is lost.

8. Literaturverzeichnis

ADINOYI O, MOUSA G, MOUSA SA. Bevasiranib for the treatment of wet, age- related macular degeneration. Ophthalmology and Eye Diseases 2010; 2: 75-83.

ALLGEMEINER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVEREIN (ABSV), aktualisiert 2012:
<http://www.absv.de/sbs/gs.html> Zugriff am: 18.07.2012

ARENS CD. Wie sinnvoll ist eine Glaukomfrüherkennungsuntersuchung? Zeitschrift für praktische Augenheilkunde 2003; 24: 87-92.

AXEL R. Die Entschlüsselung des Riechens. Spektrum der Wissenschaft 1995; 12: 72-78.

BOJANOWSKI V, HUMMEL T. Retronasal perception of odor. Physiology and Behavior 2012, 107; 484- 487.

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

BOLDT K, MANS DA, WON J, VAN REEUWIJK J, VOGT A, KINKL N, LETTEBOER SJF, HICKS WL, HURD RE, NAGGERT JK, TEXIER Y, DEN HALLANDER AI, KOENENKOOP RK, BENNETT J, CREMERS FPM, GLOECKNER CJ, NISHINA PM, ROEPMAN R, UEFFING M. Disruption of intraflagellar protein transport in photoreceptor cilia causes Leber congenital amaurosis in humans and mice. Journal of Clinical Investigation 2011; 121: 2169–2180.

BOLT D. Terminology and the psychosocial burden of blindness. British Journal of Visual Impairment 2004; 22: 52-54.

BURDACH KJ. Geschmack und Geruch- gustatorische, olfaktorische und trigeminale Wahrnehmung; 1. Auflage; Hans Huber Verlag, Bern, 1988; 14.

BURGHART MESSTECHNIK GmbH. Sniffin' Sticks- Riechtest 2012; 1-3.

BUSCH- STOCKFISCH M. Sensorische Grundlagen. In: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. (Busch- Stockfisch,Hrsg). 14. Auflage; Behr's Verlag, Hamburg, 2006.

BÜCKING M. Freisetzung von Aromastoffen in Gegenwart retardierter Substanzen aus dem Kaffeegetränk. Universität Hamburg, 1999.

DAHM R. Zwischen glasklar und grauem Star. Biologie in unserer Zeit 2003; 33: 366.374.

DAMM M, LÜERS JC, BEYER S, VENT J, HÜTTENBRINK KB. Skriptum Kongressjournal: Riechen Blinde wirklich besser?. Wiener Medizinische Wochenschrift, Köln, 2009.

DEEMS DA, DOTY RL, SETTLE RG MOORE-GILLON V, SHAMAN P, MESTER AF, KIMMELMAN CP, BRIGHTMAN VJ, SNOW JB. Smell and taste disorders. A study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center. Archives of Otolaryngology. Head and Neck Surgery 1991; 117: 519-528.

DERNDORFER E. Lebensmittelsensorik; 3. Auflage; Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien, 2010.

DEUTSCHER BLINDEN- UND SEHBEHINDERTENVERBAND (DBSV). Zur Blindenbildung: <http://www.dbsv.org/infothek/tour-de-braille/brailleschrift/mein-braille/zur-blindebildung/> Zugriff am: 6.09.2012

DIEKEMANN H, WALGER M, VON WEDEL H. Die Riechleistungen von Gehörlosen und Blinden. HNO 1994; 42: 264-269.

DIETLEIN T. Glaukom im Alter – Barrieren für Aufklärung und Compliance. Der Ophthalmologe 2006; 103: 755-758.

DORNBLÜTH O, PSCHYREMBEL W. Pschyrembel Klinische Wörterbuch; 261 Ausgabe; de Gruyter, Berlin, 2007.

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

DOTY RL, MISHRA A. Olfaction and its alteration by nasal obstruction, rhinitis and rhinosinusitis. Laryngoscope 2001; 111: 409- 423.

DOTY RL, SNOW J. Age-related alterations in olfactory structure and function. Plenum Press, New York, 1988: 355-374.

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

DRAVE W. Ein Blick zurück im Glück? 20(0) Jahre Integration blinder und sehbehinderter Kinder und Jugendlicher. Blind, sehbehindert 1998; 1: 5-19.

DÜRRSCHMID K, UNTERBERGER E, BISOVSKY S. Untersuchung zu den gustatorischen und olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeiten von 10- 13- jährigen Schulkindern in Österreich. Studienbericht Agrarmarkt Austria Marketing GmbH 2008.

DYONNE T, HARTONG MD, BERSON EL, DRYJA TP. Retinitis pigmentosa. The Lancet 2006; 368: 1795- 1809.

FACCHINI S, AFLIOTI SM. Short term light deprivation increases tactile spatial acuity. Neurology 2003; 60: 1998-1999.

FASCHINGER C. Zur Blindheit. Spektrum der Augenheilkunde 2006; 20: 158-163.

FASCHINGER C, MOSSBÄCK G. Myopie und Glaukom. Medizinische Wochenschrift 2007; 157: 173-177.

FINKELSTEIN JA, SCHIFFMAN SS. Workshop on taste and smell in the elderly: An overview. Physiology and Behavior 1999; 66: 173-176.

FIRESTEIN S. How olfactory system makes sense out of scents. Nature 2001; 413: 211-218.

FLAMMIGER A, MAIBACH H. Drug dosage in the elderly. Drugs & Aging 2006; 23: 203-215.

FLIEDNER I, WILHELMI F. Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik; Behr's Verlag, Hamburg, 1993; 11-23.

FÖRSTER G, DAMM M, GUDZIOL H, HUMMEL T, HÜTTENBRINK KB, JUST T, MUTTRAY A, SEEGER H, TEMMEL A, WELGE-LÜSSEN A. Riechstörungen Olfactory dysfunction. HNO 2004; 52: 679- 684.

FRASNELLI J, LANDIS BN, HEILMANN S. Clinical presentation of qualitative olfactory dysfunction. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology 2003; 11: 11.

FRYE RE, SCHWARTZ BS, DOTY RL. Dose- related effects of cigarette smoking on olfactory function. Journal of American Medical Association 1990; 263: 1233-1236.

FRICKER A. Lebensmittel mit allen Sinnen Prüfen! Qualität, Aromastoffe, Geschmack, Sensorik; Springer Verlag, Berlin, 1984; 8-10.

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

GANONG WF, AUERSWALD W. Lehrbuch der Medizinischen Physiologie; 4. Auflage; Springer Verlag, Berlin, 1979; 114-137.

GOLDENSTEIN EB. Wahrnehmungsphysiologie, aktualisiert 1997: <http://www.uni-oldenburg.de/sport/bww2/Lehre/Sinne/auge.html> Zugriff am: 16.07.2012.

GOUGOUX F, LEPORE F, LASSONDE M, VOSS P, ZATTORE RJ, BELIN P. Pitch discrimination in the early blind. Nature 2004; 430: 309.

GROVER S, FISHMAN GA; ANDERSON RJ. Rate of visual field loss in retinitis pigmentosa. Ophthalmology 1997; 104: 460- 465.

GRUBER H, HAMMER A. Ich sehe anders. Edition Bentheim, Würzburg ; 2000.

HAEHNER A, MAYER AM, LANDIS BN, POURNARAS I, LILL K, GUDZIOL V, HUMMEL T.
High Test- Retest Reliability of the Extended Version of the „Sniffin´ Sticks“ Test.
Chemical Sense 2009; 34: 705-711.

HAMEL C. Retinitis pigmentosa. Orphanet Journal of Rare Diseases 2006; 1: 40.

HAMMES HP. Diabetische Retinopathie. Internist 2011; 52: 518-532.

HARTMANN C, ANDERS N. Katarakt. Ophthalmologe 1997; 94: 1-2.

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

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

HERTLEIN J. Das System der Blindenschrift (Brailleinschriftkommission der deutschsprachigen Länder Hrsg). Verlag der Deutschen Blindenstudienanstalt Marburg, Zürich, 2005; 11-15.

HITZL W, REITSAMER HA, GRABNER G, HOMYKEWYCZ K. Lässt sich die Zahl an primären Offenwinkelglaukomen von 2001 bis 2031 in Österreich voraussagen? Spektrum Augenheilkunde 2005; 19; 290-293.

HUANG AL, CHEN X, HOON MA, CHANDRASHEKAR J, GUO W, TRAENKNER D, RYBA NJP, ZUKER CS. The cells and logic for mammalian sour taste detection. *Nature* 2006; 442: 934-938.

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

HUMMEL T, VENNEMANN M, BERGER K. Die Prävalenz von Riech- und Schmeckstörungen in der allgemeinen Bevölkerung. Eine Untersuchung in der Dortmunder Gesundheitsstudie, Deutsche Gesellschaft für Hals- Nasen- Ohren Heilkunde, Kopf- und Hals Chirurgie. 78. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Hals- Nasen- Ohren Heilkunde, Kopf- und Hals Chirurgie e.V. München, 16.- 20.05.2007. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2007.

HUMMEL T, KOBAL G, GUDZIOL H, MACKAY – SIM A. Normative data for the „Sniffin’ Sticks“ including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory threshold: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *European Archives of Oto- Rhino Laryngology and Head & Neck* 2006.

HUMMEL T, SEKINGER B, WOLF SR, 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.

JASPERT- GREHL A. Hirnnervenerkrankungen. *Neurophysiologie- Labor* 2008; 30: 153-186.

JOUSSEN AM, FAUSER S, KROHNE TU, KEMMEN KD, LANG GE, KIRCHHOF B. Diabetische Retinopathie. *Ophthalmologie* 2003; 100: 363- 370.

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

KELLNER U, RENNER AB, TILLACK H. Hereditäre Netzhaut- Aderhaut- Dystrophien. *Ophthalmologie* 2004; 101: 397-414.

KEMP SE, HOLLOWOOD T, HORT J. Sensory Perception In: *Sensory Evaluation A practical*; 1. Auflage; Wiley- Blackwell, 2009; 4.

KERN RC. Chronic sinusitis and anosmia: pathologic changes in the olfactory mucosa. *Laryngoscope* 2000; 110: 1071-1077.

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

KRUMPASZKY HG, HAAS A, KLAUSS V. Neuerblindungen in Württemberg-Hohenzollern. *Der Ophthalmologe* 1997; 94: 234-236.

LANGENSCHIEDT. Langenscheidt großes Schulwörterbuch Lateinisch- Deutsch (Langenscheidt-Redaktion auf der Grundlage des Menge- Güthling, Hrsg). Berlin, 2008.

LEOPOLD D. Distorted olfactory perception. In: *Handbook of olfaction and gustation* (Doty RL, Hrsg). Marcel Dekker, New York, 1995; 441–454.

LOIJMANS R. Reukverlies. *Huisarts en wetenschap* 2012; 6.

MAAREK S. Schnitt durch ein Auge. Sonnentaler- La main á la pâte, Paris, 2002.

LITERATURVERZEICHNIS

MCGEOWN JG. Seeing is believing! Imaging Ca^{2+} - signalling events in living cells. Experimental Physiology 2010; 95: 1049- 1060.

MORLEY JM. Anorexia, sarcopenia and aging. Nutrition 2001; 17: 600- 603.

MUELLER CA, GRASSINGER E, NAKA A, TEMMEL AFP, HUMMEL T, KOBAL G. A Self-administered Odor Identification Test Procedure Using the “Sniffin’ Sticks”. Chemical Senses 2006; 31: 595–598.

MURPHY C, CAIN WS. Odor identification: the blind are better. Physiology and Behavior 1986; 37:177-180.

MURPHY C, SCHUBERT MS, CRUICKSHANKS KJ, KLEIN BEK, KLEIN R, NONDAHL DM. Prevalence of olfactory impairment in older adults. Journal of the American Medical Association 2002; 288: 2307- 2312.

MUTSCHLER E, SCHAIBLE HG, VAUPEL P. Sensorische Systeme. In: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen; 6. Auflage; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 2007; 694-771.

NAGX D, SCHÖNFISCH B, ZRENNER E, JÄGLE H. Long- term follow-up of retinitis pigmentosa patients with multifocal electroretinography. Investigative Ophthalmology and Visual Science 2008; 49: 4664-4671.

ÖSTERREICHISCHER BLINDEN-, UND SEHBEHINDERTENVERBAND (ÖBSV).
<http://www.braille.at/braille/augen-medizin/statistik> Zugriff am: 17.07.2012.

PASCOLINI D, MARIOTTI SP. Global Estimates of Visual Impairment. British Journal Ophthalmology 2011; 1-15.

PENSIONSVERSICHERUNGSANSTALT. Gutachterfibel Bundespflegegeld. (Pensionsversicherungsanstalt Hrsg). 2009.

PLATTIG KH. Spürnasen und Feinschmecker- Die chemischen Sinne des Menschen; Springer Verlag, Berlin, 1995; 68.

RESNIKOFF S, PASCOLINI D, ETYA'ALE D, KOCUR I, PARARAJASEGARAM R, POKHAREL GP, MARIOTTI SP. Global data on visual impairment on the year 2002. Bulletin of the World Health Organization 2004; 82: 844-851.

REX S. Anästhesie in der Augenheilkunde. Der Anaesthesist 2001; 50: 798-815.

RIGAL K, KIRUPANTHANAN S. Glaukom und Vision 2020- unvereinbar?. Spektrum der Augenheilkunde 2004; 18: 224- 229.

RUPP CI, KURZ M, KEMMLER G, MAIR D, HAUSMANN A, HINTERHUBER H, FLEISCHHACKER WW. Reduced Olfactory Sensitivity, Discrimination, and Identification in Patients With Alcohol Dependence. Alcoholism: Clinical and Experimental Research 2003; 27: 432- 439.

SAAM J. Molecular dynamics investigation of primary photoinduced events in the activation of rhodopsin. Biophysical Journal 2002; 83: 3097- 3112.

SAKANE T, AKIZUKI M, YOSHIDA M, YAMASHITA S, NADAI T, HASHIDA M, SEZAKI H. Transport of cephalexin to the cerebrospinal fluid directly from the nasal cavity. Journal of Pharmacy and Pharmacology 1991; 43: 449-451.

SACU S, PEMP B. Die 7 häufigsten Augenerkrankungen. Das Auge im Fokus 2010; 1: 4-27.

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

SCHMIDT RF, SCHAIBLE HG. Neuro- und Sinnesphysiologie; 5.Auflage; Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2005.

SCHRADER WF. Altersbedingte Makuladegeneration. Der Ophthalmologe 2006; 103: 742-748.

SCHRIEFL SM, AHLERS C, STIFTER E, SCHLANITZ F, MYLONAS G, GEORGOPOULOS M, SCHMIDT-ERFURTH, MENAPACE R. Influence of lens opacities on the detection of drusen. Spektrum der Augenheilkunde 2010; 24: 59-151.

SCHWENN O, HUNDORF I, MOLL B, PITZ S, MANN WJ. Können Blinde besser riechen als Normalsichtige? Klinisches Monatsblatt für Augenheilkunde 2002; 219: 649-654.

SILBERNAGL S, LANG F. Taschenatlas der Pathophysiologie; 2. Auflage; Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2005.

SILBERNAGL S. Zentralnervensystem und Sinne. In: Taschenatlas der Physiologie; 6. Auflage; Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2003; 280-284.

SPLITTER- MASSOLLE HP. Blindheit und blindenpädagogischer Blick In: Erziehungskonzeption und Praxis Band 50. (Gerd- Bodo Reinert Hrsg). Europäischer Verlag der Wissenschaften, Wien, 2001; 66.

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

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

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

THOMASIVS R, NESSELER T, HÄSSLER F. In: Wenn Jugendliche Trinken, Trias Verlag, Stuttgart, 2009.

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

VOGEL G, ANGERMANN H. Sinnesleistungen. In: Atlas zur Biologie Band 2; 10. Auflage; Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 1997; 348-349.

VON GIZYCKI R, BRUNSMANN F, RYBALKO A, HILDEBRANDT ANTIGEN, RÜTHER K. Entwicklung diagnosespezifischer Gruppen in der Pro Retina. Der Ophthalmologe 2009; 106: 639-645.

LITERATURVERZEICHNIS

WANG W, NOEL J, KAPLAN HJ, DEAN DC. Circulating reactive oxidant causes apoptosis of retinal pigment epithelium and cone photoreceptors in the mouse central retina. *Ophthalmology and Eye Diseases* 2011; 3: 45-54.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Technical Report 1973; 518.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). International statistical classification of diseases, injuries and causes of death, tenth revision, Geneva, 1993.

ZOBOR D, ZRENNER E. Retinitis pigmentosa- eine Übersicht. *Der Ophthalmologe* 2012; 109: 501- 515.

ZRENNER E, RÜTHER K, APFELSTEDT- SYLLA E. Retinitis pigmentosa. Clinical finding, results of molecular genetic techniques and research perspectives. *Der Ophthalmologe* 1992; 89: 5-21.

Lebenslauf

Name: Julia Eberhard

Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung:

1994- 1998	Volksschule „Lutherschule“, 1180 Wien, Schumanngasse 17
ab 1998	Wirtschaftskundliches Bundesrealgymnasium Wien XIX, 1190 Wien, Billrothstraße 26- 30
ab Oktober 2006	Bakkalaureatsstudium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
Oktober 2010- Juni 2013	Masterstudium „Food Quality and Safety“ an der Universität Wien

Praktika:

26. 01.- 30.01. 2004	Sozialpraktikum im St. Josefs Altersheim und im Sozialmedizinischen Zentrum Sophienspital
31. 01.- 4.02. 2005	Betriebspraktikum bei Cafe- Konditorei Heiner in der Kärntnerstraße
17. 08.- 23. 08. 2008	Pressearbeit und Mithilfe auf der Umweltbaustelle „Hinterer Gosausee“ des Österreichischen Alpenvereins (ehrenamtlich)
01. 02.- 29. 02. 2010	Praktikum bei der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung
06. 08.- 01.09. 2010	Praktikum im Labor Mühl- Speiser

Berufserfahrung:

2005- 2012	regelmäßig bei Veranstaltungen im Haus der Industrie als Cateringleiterin beschäftigt
2008- 2012	regelmäßige Standbetreuung bei Fachveranstaltungen
07. 07.- 10. 8. 2008& 20. 07.- 17. 08. 2009 10. 07.- 05. 09. 2010 & 08.07.- 29.08.2011 & 06.07.- 31.8.2012	Buffethilfe bei Cafe- Konditorei Heiner in Stockerau
10.09.2012-	Betreuung eines Kiosk mit Badeplatz in St. Wolfgang/Salzkammergut Laborantin der NÖM AG

Tätigkeiten an der Universität Wien:

08. 2010- 07. 2012	Mentoring für erst semestrige Studenten
2011- 2012	Tutorin der Lehrveranstaltung „Übungen zu Vorratshaltung und Vorratsschutz“
2011- 2012	Organisation und Teilnahme an der sensorischen Beurteilung von Nestlé- und Mitbewerber- Produkten
2011- 2012	Mitglied eines Sensorik- Panels

Datum: 13.05.2013

Unterschrift: