



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Einfluss des Zigarettenkonsums (Zigarette, E-Zigarette)
auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit
der Österreicher“

verfasst von / submitted by

Maria-Christin Ezzo, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfillment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2018 / Vienna 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Eidesstaatliche Erklärung

Ich bestätige hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, August 2018

Maria-Christin Ezzo, BSc

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei meiner Betreuerin ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak für die Überlassung dieses interessanten Themas, für das Vertrauen und für die außerordentliche Betreuung während der gesamten Masterarbeit bedanken. Mit ihrem fachkundigen Input und ihren motivierenden Worten war sie stets eine große Unterstützung und hat die Leidenschaft zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung in mir wachsen lassen. Es war mir eine große Freude mit ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak zu arbeiten und von ihr zu lernen.

In weiterer Folge möchte ich mich bei Josef und Bettina Gross, den Inhabern der Dampfbar und ihren Mitarbeitern sowie dem A1-Team bedanken, welche mir allseits ihre Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt haben und eine große Hilfe bei der Rekrutierung der Probanden waren. Außerdem möchte ich mich beim Team der WU Executive Academy bedanken, deren Räumlichkeiten ich ebenfalls nutzen durfte. Weiterhin gilt auch allen Probanden ein großer Dank für die Teilnahme an den sensorischen Untersuchungen, ohne dessen Hilfe und Zeitaufwand diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Mein weiterer Dank gebührt von ganzem Herzen meinen Eltern Edibe und Gabriel sowie meinen Geschwistern Robert, Natalie, Andreas, Daniel und Isabella, die mich nicht nur während der Masterarbeit, sondern während meines gesamten Studiums tatkräftig unterstützt und ermutigt haben. Ohne euch wäre ich nicht hier!

Schließlich danke ich meinen langjährigen Freunden, die mir während des gesamten Studiums zur Seite standen und mit welchen ich schöne und unvergessliche Momente erlebt habe. Schön, dass es euch gibt!

Erfolg hat drei Buchstaben: TUN!

~Johann Wolfgang von Goethe

An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dass in der von mir verfassten Arbeit stets männliche Formulierungen verwendet werden und auf eine gendergerechte Schreibweise bewusst verzichtet wurde, um eine bessere Lesbarkeit und Verständlichkeit zu gewährleisten.

Die vorliegende Schreibweise soll somit als eine geschlechtsunabhängige Formulierung angesehen werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Rauchen – allgemeines	3
2.1.1. Rauchverhalten in Hinblick auf die EU und Österreich	3
2.1.2. Gesundheitsrisiken beim Rauchen	7
2.2. Dampfen – allgemeines	9
2.2.1. Arten der E-Zigarette	11
2.2.2. Dampfverhalten in Hinblick auf die EU und Österreich	12
2.2.3. Gesundheitsrisiken beim Dampfen	14
2.3. Der Geruchssinn	16
2.3.1. Bedeutung des Geruchssinns	17
2.3.2. Geruchswahrnehmung	17
2.3.3. Anatomie und Physiologie des Geruchssinns	18
2.3.3.1. Mechanismus der olfaktorischen Signaltransduktion	21
2.3.4. Adaptation und Habituation	22
2.3.5. Einflussfaktoren	23
2.3.5.1. Intrinsische Einflüsse	23
2.3.5.2. Extrinsische Einflüsse	24
2.3.6. Riechstörungen	28
2.3.6.1. Bedeutung von Riechstörungen	28
2.3.6.2. Epidemiologie von Riechstörungen	28
2.3.6.3. Ursachen von Riechstörungen	29
2.3.6.4. Einteilung der Riechstörungen	30
2.3.7. Psychophysische Tests zur Untersuchung des Riechvermögens	31
2.3.7.1. Untersuchung des Riechvermögens mittels „Sniffin‘ Sticks“	32
3. Probanden und Methoden	34
3.1. Probanden	34
3.1.1. Rekrutierung der Probanden	34
3.1.2. Verteilung der Probanden	35
3.2. Methodisches Verfahren	37
3.2.1. Aufbau des Fragebogens	37
3.2.2. Untersuchungsbedingungen	37
3.2.3. Ablauf der Geruchstests	38

3.2.3.1.	Schwellentest	40
3.2.3.2.	Diskriminationstest	43
3.2.3.3.	Identifikationstest	44
3.2.4.	Auswertung der Geruchstests	45
3.3.	Statistische Auswertung	45
4.	Ergebnisse und Diskussion	47
4.1.	Ergebnisse der durchgeführten Tests	47
4.1.1.	Schwellentest	47
4.1.1.1.	Grafische Darstellung der erzielten Schwellentest-Ergebnisse	47
4.1.1.2.	Erzielte Schwellentest-Ergebnisse im Vergleich	48
4.1.1.3.	Einfluss der Packungsjahre auf das Ergebnis des Schwellentests	50
4.1.1.4.	Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Schwellentests	51
4.1.2.	Diskriminationstest	55
4.1.2.1.	Grafische Darstellung der korrekt diskriminierten Gerüche	55
4.1.2.2.	Vergleich der Anzahl der korrekt diskriminierten Gerüche	56
4.1.2.3.	Einfluss der Packungsjahre auf das Ergebnis des Diskriminationstests	58
4.1.2.4.	Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Diskriminationstests	59
4.1.3.	Identifikationstest.....	61
4.1.3.1.	Grafische Darstellung der korrekt identifizierten Gerüche.....	61
4.1.3.2.	Vergleich der Anzahl der korrekt identifizierten Gerüche	63
4.1.3.3.	Einfluss der Packungsjahre auf das Ergebnis des Identifikationstests ..	64
4.1.3.4.	Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Identifikationstests.....	66
4.1.3.5.	Auswertung der einzelnen „Sniffin‘ Sticks“	68
4.1.4.	SDI-Wert.....	74
4.1.4.1.	Grafische Darstellung der erreichten SDI-Werte	74
4.1.4.2.	Vergleich der erzielten SDI-Werte.....	75
4.1.4.3.	Einfluss der Packungsjahre auf den erzielten SDI-Wert.....	77
4.1.4.4.	Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf den erzielten SDI-Wert	78
4.1.4.5.	Übersicht zu den Mittelwerten und Standardabweichungen.....	81
4.1.4.6.	Selbsteinschätzung des Riechvermögens verglichen mit dem SDI-Wert	81

4.1.4.7. Einflussfaktoren	85
4.1.4.7.1. Einfluss des Geschlechts auf den erzielten SDI-Wert.....	85
4.1.4.7.2. Einfluss des Alkoholkonsums auf den erzielten SDI-Wert	85
4.1.4.7.3. Einfluss von Kontrazeptiva auf den erzielten SDI-Wert	88
4.2. Diskussion	90
4.2.1. Schwellentest.....	90
4.2.2. Diskriminationstest.....	92
4.2.3. Identifikationstest	93
4.2.4. SDI-Wert	94
4.2.4.1. Eigene Selbsteinschätzung des Riechvermögens	97
4.2.4.2. Einflussfaktoren	98
4.2.4.2.1. Einfluss des Geschlechts auf den erzielten SDI-Wert.....	98
4.2.4.2.2. Einfluss des Alkoholkonsums auf den erzielten SDI-Wert	99
4.2.4.2.3. Einfluss von Kontrazeptiva auf den erzielten SDI-Wert	100
5. Schlussbetrachtung	101
6. Zusammenfassung.....	103
7. Summary	105
8. Literaturverzeichnis	107
9. Anhang	118
9.1. Einverständniserklärung.....	118
9.2. Fragebogen.....	119
9.3. Standardisierte Ergebnisprotokollbögen.....	123

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Raucheranteil ab 15 Jahren in den EU-Mitgliedstaaten, 2014 [Eurostat-Pressestelle, 2016]	4
Abbildung 2: Raucherstatus nach Alter und Geschlecht [Statistik Austria, 2015b].....	6
Abbildung 3: Anteil der täglich Rauchenden von 1972 bis 2014 [Statistik Austria, 2015b]....	6
Abbildung 4: Aufbau einer E-Zigarette [Rom et al., 2015].....	10
Abbildung 5: Aromarad des E-Zigaretten Liquids [Krüsemann et al., 2018].....	10
Abbildung 6: Generationen der E-Zigarette [Farsalinos und Polosa, 2014]	11
Abbildung 7: Prävalenz von E-Zigarette, Shisha und rauchfreien Tabakprodukten nach Geschlecht [Strizek und Uhl, 2016a]	14
Abbildung 8: Konzentration von PM _{2,5} (µg/m ³) in der Innenraumlufte vor und nach dem Rauchen sowie Dampfen [DKFZ, 2013]	16
Abbildung 9: Längsschnitt der Nasenhöhle modifiziert nach [Ohloff, 1990; Silbernagl und Despopoulos, 2012]	19
Abbildung 10: Aufbau des Riechepithels und Riechkolbens [Gelke et al., 2010]	19
Abbildung 11: Schema der Signaltransduktion [Witt und Hansen, 2008]	22
Abbildung 12: Häufigkeit und Ursachen von Riechstörungen [Damm et al., 2004]	30
Abbildung 13: Aufbau eines „Sniffin‘ Sticks“ [Hummel, o. Jg.]	33
Abbildung 14: Geschlechterverteilung der Probanden	35
Abbildung 15: Anzahl der rekrutierten Probanden	35
Abbildung 16: Darstellung der Altersverteilung in den verschiedenen Gruppen.....	36
Abbildung 17: Untersuchungstisch [Eigene Darstellung]	40
Abbildung 18: Schwellentest-Ergebnisse der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich.....	47
Abbildung 19: Streudiagramm (Raucher)	51
Abbildung 20: Streudiagramm (Dampfer)	53
Abbildung 21: Streudiagramm (Dampfer)	54
Abbildung 22: Anzahl der korrekten Diskriminationen der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich	55
Abbildung 23: Streudiagramm (Raucher)	59
Abbildung 24: Streudiagramm (Dampfer)	60
Abbildung 25: Streudiagramm (Dampfer)	61
Abbildung 26: Anzahl der korrekten Identifikationen der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich	62
Abbildung 27: Streudiagramm (Raucher)	65
Abbildung 28: Streudiagramm (Dampfer)	67
Abbildung 29: Streudiagramm (Dampfer)	68
Abbildung 30: Fehlerbalkendiagramm (Identifikationstest)	70
Abbildung 31: Übersicht der Fehlerquoten der 3 Gruppen bei den einzelnen Stiften	72
Abbildung 32: Kreisdiagramme zu den auffälligen Stiften Nr. 6, 8 sowie 11	73
Abbildung 33: Erzielte SDI-Werte der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich ...	74
Abbildung 34: Streudiagramm (Raucher)	78
Abbildung 35: Streudiagramm (Dampfer)	79
Abbildung 36: Streudiagramm (Dampfer)	80
Abbildung 37: Streudiagramm (Probanden gesamt).....	82
Abbildung 38: Fehlerbalkendiagramm (Einflussfaktor Alkoholkonsum)	88

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Körperliche Veränderungen nach einem Rauchstopp modifiziert nach [BZgA, 2016].....	8
Tabelle 2: Prävalenz des E-Zigaretten-Konsums modifiziert nach [Strizek und Uhl, 2016b]	14
Tabelle 3: Einteilung der Riechstörungen modifiziert nach [Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf-und Halschirurgie, 2016; Ludger et al., 2000]	30
Tabelle 4: Riechtests und die von ihnen getestete Riechfunktion modifiziert nach [Ebenstein et al., 2005]	31
Tabelle 5: Verdünnungsreihe des Schwellentests modifiziert nach [Hummel et al., 2007] ...	41
Tabelle 6: Beispiel für eine Dokumentation des Schwellentests [Eigene Darstellung]	42
Tabelle 7: Darstellung der Duftstoffe des Diskriminationstests modifiziert nach [Waldfahrer, 2008]	43
Tabelle 8: Multiple-Choice Vorlage des Identifikationstests	44
Tabelle 9: Output Kruskal-Wallis-Test	49
Tabelle 10: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher).....	49
Tabelle 11: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)	49
Tabelle 12: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)	50
Tabelle 13: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)	51
Tabelle 14: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	52
Tabelle 15: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	53
Tabelle 16: Output Kruskal-Wallis-Test	56
Tabelle 17: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher).....	57
Tabelle 18: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)	57
Tabelle 19: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)	57
Tabelle 20: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)	58
Tabelle 21: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	60
Tabelle 22: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	61
Tabelle 23: Output Kruskal-Wallis-Test	63
Tabelle 24: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher).....	64
Tabelle 25: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)	64
Tabelle 26: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)	64
Tabelle 27: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)	65
Tabelle 28: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	66
Tabelle 29: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	67
Tabelle 30: Output Tests der Zwischensubjekteffekte (Fehlerquote)	69
Tabelle 31: Output Parameterschätzungen (Fehlerquote).....	69
Tabelle 32: Output Mehrfachvergleiche (Fehlerquote).....	70
Tabelle 33: Vergleich der Fehlerquoten beim Identifikationstest der evaluierten Gruppen...	71
Tabelle 34: Output Kruskal-Wallis-Test	75
Tabelle 35: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher).....	76
Tabelle 36: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)	76
Tabelle 37: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)	76
Tabelle 38: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)	77
Tabelle 39: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	79
Tabelle 40: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer).....	80
Tabelle 41: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen der evaluierten Gruppen	81
Tabelle 42: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Probanden gesamt).....	82

Tabelle 43: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Nichtraucher).....	83
Tabelle 44: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Raucher)	83
Tabelle 45: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Dampfer)	84
Tabelle 46: Output Kruskal-Wallis-Test	85
Tabelle 47: Output der Korrelation nach Spearman (Alkoholkonsum)	86
Tabelle 48: Output ANOVA	87
Tabelle 49: Output Bonferroni Mehrfachvergleiche.....	87
Tabelle 50: Output Kruskal-Wallis-Test	88
Tabelle 51: Output Mann-Whitney-U-Test	89

Abkürzungsverzeichnis

Abb. = Abbildung

ANOVA = Analysis of Variance

BfR = Bundesinstitut für Risikobewertung

BZgA = Bundeszentrale für gesundheitliche Abklärung

c-AMP = cyclisches Adenosinmonophosphat

cm² = Quadratzentimeter

CNG-Kanäle = cyclic nucleotide-gated ion channel

COPD = chronic obstructive pulmonary disease/chronisch obstruktive Lungenerkrankung

DKFZ = Deutsches Krebsforschungszentrum

et al. = et alii

etc. = et cetera

FDA = Food and Drug Administration

GBE = Gesundheitsberichterstattung des Bundes

GDP = Guanosindiphosphat

G-Protein = Guanosin triphosphat-bindendes Protein

GTP = Guanosin triphosphat

HNO = Hals-Nasen-Ohren

SDI = Schwelle/Diskrimination/Identifikation

T&T Olfactometer = Toyota & Takagi Olfactometer

Tab. = Tabelle

TRPM8 = Transient receptor potential melastatin 8

u.a. = unter anderem

usw. = und so weiter

WHO = World Health Organization

1. Einleitung und Fragestellung

Raucher, Dampfer oder Nichtraucher - das ist hier die Frage!

Es gibt wohl kaum ein Thema, welches die österreichische Bevölkerung derart intensiv beschäftigt, wie das Thema Tabakkonsum. Ob im Stammbesl, im Raucherhammerl bis hin zu den höchsten Eben der Politik – es scheint, als würde die hitzige Diskussion zum Rauchen versus Nichtrauchen hierzulande kein Ende nehmen wollen. Hierbei scheinen die Fronten zum Teil verhärtet – denn, während die eine Seite für Selbstbestimmung plädiert, kontert die andere insbesondere mit den gesundheitlichen Schäden, die der tägliche Konsum von Tabak mit sich bringt – sowohl aktiv als auch passiv.

So ist es keine neue Erkenntnis, dass unter anderem Herzkreislauferkrankungen, Lungenkrebs sowie viele andere Beschwerden durch Tabakrauch begünstigt werden. Ob das abschreckend wirkt? Dem ist wohl nicht so: Wie eine Befragung des EU-Statistikamtes Eurostat aus dem Jahr 2014 ergab, zählen sich knapp 30% der Österreicher (ab 15 Jahren) zur Gruppe der regelmäßigen Raucher. Österreich steht somit im Ländervergleich auf dem dritten Platz, nur Bulgarien mit 34,7% und Griechenland mit 32,6% weisen einen höheren Raucheranteil auf. Der EU-Durchschnitt liegt bei 24,9%. Auch die Gefahren des Passivrauchens sind nicht zu unterschätzen. Beim täglichen Passivkonsum von Tabakrauch in Innenräumen (ab 15 Jahren) liegt Österreich mit 28,5% ebenso klar über dem EU-Durchschnitt von 21,6% [Eurostat-Pressestelle, 2016].

Wie sich in den Folgekapiteln zeigen wird, befassten sich die bisherigen Studien hinsichtlich der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit vordergründig mit den Rauchern und Nichtrauchern. Die sogenannten Dampfer, d.h. Nutzer der E-Zigarette, blieben in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung jedoch bislang unbeachtet.

Letztere haben in den vergangenen Jahren einen großen Boom erlebt. Der Gebrauch der sogenannten E-Zigarette gewann zunehmend an Beliebtheit und wurde von der Community nicht nur als gesünderes Pendant zum Rauchen von Zigaretten propagiert, sondern eröffnete auch die Möglichkeit des Nikotinkonsums in Rauchverbotsbereichen. Wie bereits gesagt, erst seit wenigen Jahren erfährt das neuartige Produkt steigendes Interesse und ist aufgrund dessen auch deutlich weniger erforscht als die konventionelle Zigarette [DKFZ, 2013].

Um diese wissenschaftliche Forschungslücke aufzufüllen, befasste sich die hier präsentierte Arbeit mit den Rauchern, Nichtrauchern sowie Dampfern. Dabei wurde untersucht, ob es Unterschiede in der Funktion des Geruchssinns zwischen dem Konsum von Zigaretten und E-Zigaretten gab.

Demnach definierte sich folgende Forschungsfrage:

Gibt es einen Unterschied in der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern?

Im Zuge der sensorischen Evaluierung wurden drei Geruchstests mithilfe von „Sniffin‘ Sticks“ der Firma Burghart Messtechnik GmbH durchgeführt, die da wären: Schwellen-, Diskriminations- und Identifikationstest. Anhand dieser wurde ein Gesamtwert, der sogenannte SDI-Wert, errechnet und damit das Riechvermögen der Probanden ermittelt. Zusätzlich wurde ein Fragebogen zusammengestellt und den Probanden vorgelegt, um Zusammenhänge und mögliche Einflussfaktoren auf das Riechvermögen zu berücksichtigen.

2. Literaturübersicht

2.1. Rauchen – allgemeines

Rauchen ist das bewusste Einatmen von Rauch verbrennender Pflanzenteile bis in die Mundhöhle oder in die tieferen Atemwege und Lunge. Insbesondere der Konsum der nikotinhaltigen Tabakpflanze ist weit verbreitet. Zu den starken Rauchern zählt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) jene Personen, die mehr als 20 Zigaretten pro Tag konsumieren [GBE, 2018a; GBE, 2018b].

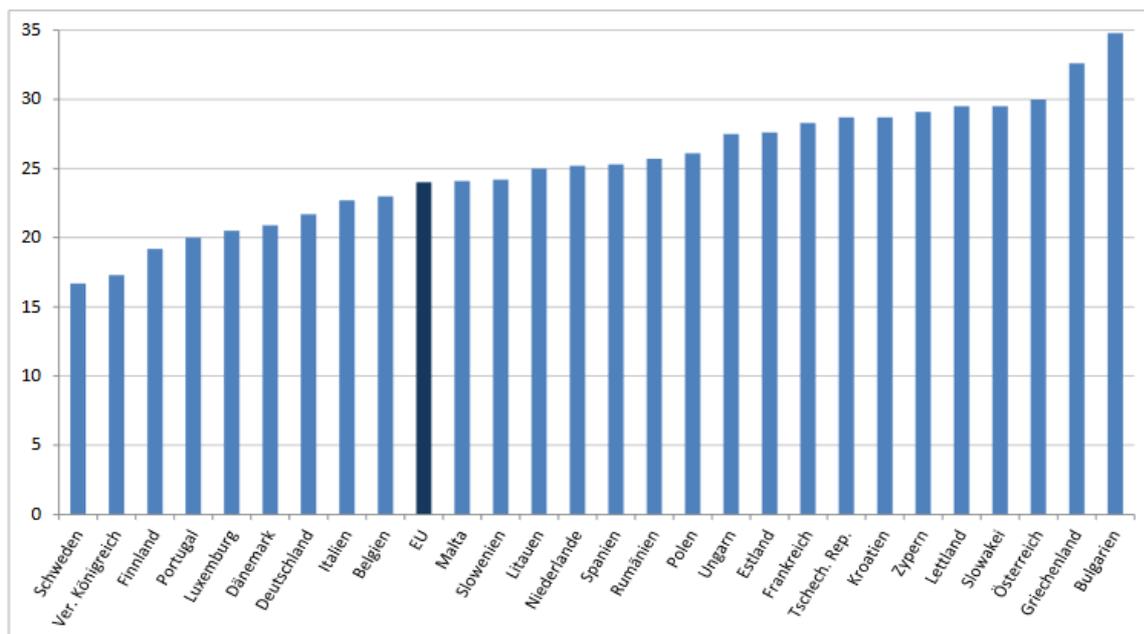
Es ist bekannt, dass das Rauchen deutlich negative Auswirkungen auf die Gesundheit hat. Viele Krankheiten wie zum Beispiel Herz-Kreislauf-Beschwerden, Atemwegs- und Krebserkrankungen bis hin zur Mortalität sind die schwerwiegenden Folgen [Statistik Austria, 2015b].

Weltweit sterben jährlich mehr als sieben Millionen Menschen an den Folgen des aktiven Rauchens. Im Vergleich dazu fordert das passive Rauchen jedes Jahr ungefähr 890.000 Tote. Von Passivrauchen spricht man, wenn Personen in Innenräumen dem Tabakrauch ausgesetzt sind. Schon bei Vorliegen einer gelegentlichen Exposition durch Passivrauchen, auch second-hand-smoke genannt, kann es zu schweren gesundheitlichen Schäden kommen. Leidtragende sind vor allem Kinder, welche in jungen Jahren mit dem Konsum ihres Umfeldes konfrontiert sind, wodurch wiederum der eigene Rauchkonsum mit steigendem Alter zunimmt [WHO, 2017a; WHO, 2017b; WHO, 2009].

Anhand der von Statistik Austria durchgeführten österreichischen Gesundheitsumfrage im Auftrag des Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz aus dem Jahr 2014 wurde u.a. ermittelt, ob in Österreich lebende Nichtraucher dem Tabakrauch in Innenräumen ausgesetzt sind. Es konnte festgestellt werden, dass ein Fünftel der Befragten davon betroffen ist. Am meisten vom Passivrauch belastet, sind 15- bis 29-Jährige sowie weitaus weniger Frauen als Männer [Statistik Austria, 2015b].

2.1.1. Rauchverhalten in Hinblick auf die EU und Österreich

Seit dem 20. Jahrhundert ist das Rauchen in Europa weit verbreitet und stellt eines der größten vermeidbaren Gesundheitsrisiken in der Europäischen Union dar. 100



**Abbildung 1: Raucheranteil ab 15 Jahren in den EU-Mitgliedstaaten, 2014
[Eurostat-Pressestelle, 2016]**

Millionen Europäer sind tägliche Raucher und 50 Millionen davon werden frühzeitig an den Folgen des Tabakkonsums sterben, sollten diese nicht aufhören [Bogdanovića et al., 2011].

Aus der Gesundheitsumfrage vom statistischen Amt der Europäischen Union beziehungsweise Eurostat ging hervor, dass 2014 76% der in Europa lebenden Menschen Nichtraucher und 24,9% aktive Raucher waren. Männer machten mit 28,7% im Vergleich zu den Frauen mit 19,5% in jedem EU-Mitgliedsstaat die größere Gruppe der aktiven Raucher aus [Eurostat-Pressestelle, 2016].

Zieht man einen Vergleich zwischen den Ländern, so zeigt Abbildung 1, dass die im Norden liegenden EU-Mitgliedsstaaten Schweden (16,7%) und das Vereinigte Königreich¹ (17,2%) gefolgt von Finnland (19,3%) deutlich unter dem EU-Durchschnitt (26%) liegen und somit den niedrigsten Raucheranteil aufweisen. Den höchsten Raucheranteil in der Bevölkerung haben Bulgarien (34,7%) und Griechenland (32,6%) gefolgt von Österreich (30%), an dritter Stelle [Eurostat-Pressestelle, 2016].

Land der Berge, Land der Raucher...? Von 8,7 Millionen Österreichern rauchen täglich 1,76 Millionen Personen Zigaretten, das ist jede vierte Person ab 15 Jahren. Ähnlich dem EU-Beispiel wurden auch in der Gesundheitsbefragung 2014 der Statistik Austria (Abb. 2) geschlechtsspezifische Unterschiede hervorgehoben, welche

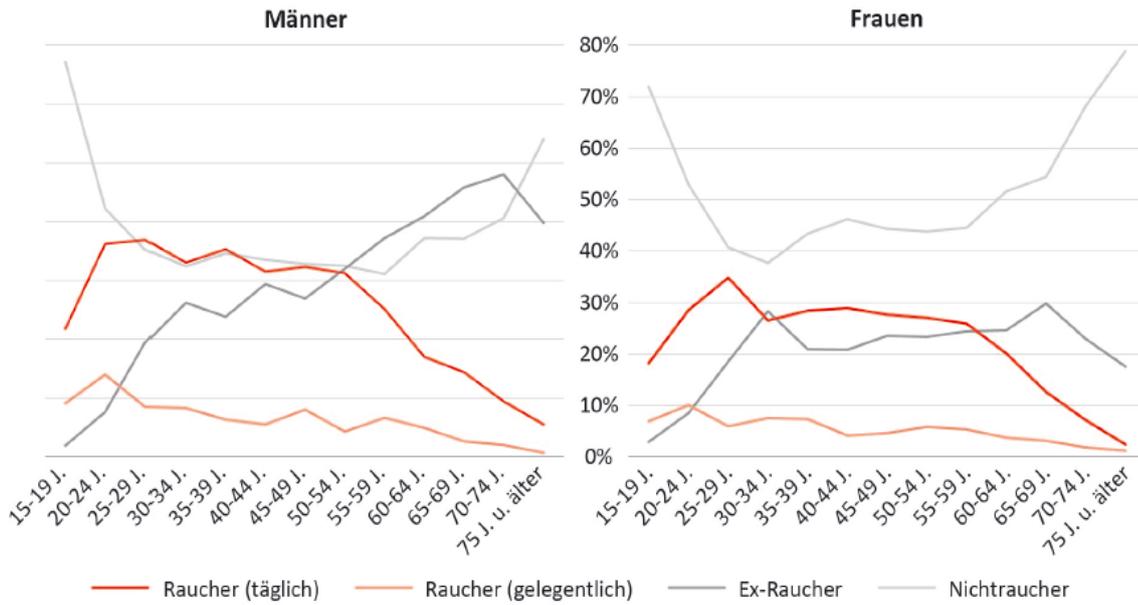
¹ Zum Zeitpunkt der Erhebung zählte man das Vereinigte Königreich zu den EU-Mitgliedsstaaten. 2016 fiel schließlich in einem Referendum die Entscheidung für den Austritt (Brexit).

deutlich machen, dass hierzulande die Männer zwischen 20 und 54 Jahren die größere Gruppe der täglichen Raucher bilden. Im Vergleich dazu sind bei den Nichtrauchern die Frauen in der Überzahl (52%) [Statistik Austria, 2015b].

Während auf den ersten Blick die Männer deutlich vor den Frauen liegen, zeigt sich innerhalb der jeweiligen Geschlechtergruppe (Beobachtungszeitraum: 1972 bis 2014), dass der Anteil der männlichen Raucher von 38,7% auf 26,7% gesunken und bei den weiblichen Rauchern von 9,8% auf 22,2% angestiegen ist (Abb. 3.) [Statistik Austria, 2015b].

Neben dem geschlechterspezifischen Vergleich verdeutlicht die Erhebung auch bundesländerspezifische Unterschiede. Den höchsten Anteil an täglichen Rauchern findet man in Wien mit 32,6%, dahinter Vorarlberg mit 27,3% an zweiter Stelle und Salzburg mit 22,7% an dritter Stelle. Danach reihen sich Burgenland mit 22,2%, Niederösterreich mit 21,9% und Oberösterreich sowie Steiermark gleichauf mit 21,8%. Kärnten und Tirol weisen die niedrigsten Anteile auf [Statistik Austria, 2015a].

Betrachtet man nun den Zigarettenkonsum pro Tag in der Europäischen Union, so liegt der Durchschnitt an täglich konsumierten Zigaretten bei 14,4. Österreich nimmt mit 19,8 Zigaretten pro Tag gefolgt von Griechenland (19,5 Zigaretten pro Tag) und Zypern (19,5 Zigaretten pro Tag) den ersten Platz ein. Der Tabakkonsum ist in Österreich und Griechenland seit 2012 gestiegen und in Zypern leicht gesunken. Im Vergleich dazu werden in den Ländern wie die Niederlande 11,4 Zigaretten pro Tag und Schweden 9,9 Zigaretten pro Tag geraucht [European Commission Report, 2015].



**Abbildung 2: Raucherstatus nach Alter und Geschlecht
[Statistik Austria, 2015b]**

	1972	1979	1986	1997	2006/07	2014
Männer	38,7	35,3	34,6	30,0	27,5	26,7
Frauen	9,8	13,6	17,5	18,8	19,4	22,2

**Abbildung 3: Anteil der täglich Rauchenden von 1972 bis 2014
[Statistik Austria, 2015b]**

2.1.2. Gesundheitsrisiken beim Rauchen

Das vorwiegende Problem beim Rauchen ist und bleibt das Gesundheitsrisiko für den Raucher selbst sowie seinen Mitmenschen. Beim Inhalieren des Zigarettenrauchs wird mit der Zeit ein Großteil der Organe beschädigt, wobei am häufigsten die Lunge und das Herzkreislaufsystem betroffen sind [DKFZ, 2005]. Nachdem es zu umfangreich wäre, auf alle Erkrankungen detailliert einzugehen, soll ein kurzer Überblick die bekanntesten gesundheitlichen Risiken darlegen, um die schwerwiegenden und ernstzunehmenden Folgen deutlich zu machen.

- **Lungenerkrankungen:** Tabakrauch hat aufgrund der zahlreichen gefährlichen Inhaltsstoffe toxische und immunmodulierende bis hin zu kanzerogene Effekte auf die Lunge beziehungsweise die Lungenzellen. Die Einschränkung der Lungenfunktion führt dazu, dass Betroffene anfälliger für mehrere Lungenerkrankungen werden. Folgen sind eine mögliche Asthma bronchiale, chronische Bronchitis oder auch Infekte der Atemwege, pulmonale Hypertonie sowie die schwerwiegende chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) [Andreas et al., 2008].
- **Krebserkrankungen:** Nicht nur die oben erwähnten Lungenerkrankungen können durch Tabakkonsum verursacht werden, sondern auch die schwerwiegende Erkrankung Lungenkrebs. Etwa 80 bis 90 % der Lungenkrebserkrankungen sind auf Tabakkonsum zurückzuführen. Weitere, aufgrund der zahlreichen schädlichen Substanzen in der Zigarette, verursachte Krebserkrankungen sind Mundhöhlenkrebs, Speiseröhrenkrebs, Magenkrebs, Blasenkrebs, Leukämie und viele mehr [DKFZ, 2005].
- **Kardiovaskuläre Erkrankungen:** Zigaretten rauchen ist eine der Hauptursachen für die Entstehung einer Arteriosklerose beziehungsweise Verengung/Verkalkung der Blutgefäße. Dabei beschädigt die im Zigarettenrauch enthaltene toxische Substanz Nikotin das Endothel (Barriere zum Gewebe) der Blutgefäße [Pasupathi et al., 2009]. Im schlimmsten Fall führt Arteriosklerose, je nachdem welche Gefäße betroffen sind, zum Schlaganfall und Herzinfarkt [DKFZ, 2005; Pasupathi et al., 2009].

Grundsätzlich wird das Rauchen einer geringen Anzahl von Zigaretten fälschlicherweise noch immer als kaum gesundheitsschädlich betrachtet [Denlinger-Apte et al., 2017]. Laut einer aktuellen Metaanalyse besteht ein Zusammenhang zwi-

schen koronaren Herzerkrankungen und der Menge an gerauchten Zigaretten pro Tag. Demnach bewirkt der tägliche Konsum einer Zigarette, dass das Risiko für koronare Herzkrankheiten und Schlaganfälle etwa der Hälfte des Risikos entspricht, wenn 20 Zigaretten pro Tag konsumiert werden. Auch hier bestehen geschlechtsspezifische Unterschiede: Frauen, die eine Zigarette pro Tag konsumieren, haben ein höheres Risiko an Herzerkrankungen und Schlaganfällen zu erleiden als Männer [Hackshaw et al., 2018].

Um den aufgezählten Folgen bestmöglich entgegenzuwirken, kann ein Rauchstopp in mehreren Phasen zu einer deutlichen Besserung führen. Die anschließende Übersicht (Tab. 1.) stellt die Entwicklung nach einem Rauchstopp dar. Der Verlauf spricht in jedem Fall für einen Rauchstopp.

Tabelle 1: Körperliche Veränderungen nach einem Rauchstopp modifiziert nach [BZgA, 2016]

Zeit nach Rauchstopp	gesundheitlicher Effekt
<i>nach 20 min.</i>	Die Durchblutung des Körpers verbessert sich.
<i>nach 48 Stunden</i>	Der Geruchs- und Geschmackssinn regenerieren sich.
<i>nach 2 Wochen bis 3 Monaten</i>	Der Blut- und Lungenkreislauf stabilisieren sich. Die Ausdauer verbessert sich.
<i>nach 1-9 Monaten</i>	Die Lungenfunktionen verbessern sich weiterhin und der Körper hat mehr Energie.
<i>nach 1 Jahr</i>	Das Risiko für Herzerkrankungen halbiert sich.
<i>nach 10 Jahren</i>	Das Risiko für Lungenkrebs halbiert sich und das Risiko für Krebserkrankungen sinkt.
<i>nach 15 Jahren</i>	Das Risiko für Herzinfarkt ist nicht mehr höher als bei einem Nichtraucher.

2.2. Dampfen – allgemeines

Im Gegensatz zum Rauchen einer klassischen Zigarette wird beim Dampfen am Mundstück eines elektrischen Geräts, auch E-Zigarette genannt, gezogen. Dabei wird der Verdampfungsmechanismus aktiviert, was dazu führt, dass die Flüssigkeit (Liquid) im Inneren der E-Zigarette durch die Heizspiralen auf bis zu 120 Grad erhitzt wird und somit verdampft. Der Konsument inhaliert diesen entstandenen Dampf ein, bei dem es, verglichen mit der Zigarette, zu keiner Verbrennung von Tabak kommt [DKFZ, 2013].

Im Jahr 2003 erfand der chinesische Apotheker Hon Lik die erste E-Zigarette, patentierte seine Erfindung und überließ der Firma Ruyan die Vermarktung. E-Zigaretten werden zur Gruppe der alternativen, tabakfreien Nikotinprodukte gezählt, zu welchen man auch Nikotingel, Nikotinbalsam sowie Nikotinwaffeln listet [Rom et al., 2015].

Abbildung 4 stellt eine handelsübliche E-Zigarette dar. Das Edelstahlgehäuse lässt sich hauptsächlich in drei Bestandteile unterteilen: Liquid-Tank, der Verdampfer (Atomizer) und die Batterie (Akku). Das im Tank enthaltene Liquid (Flüssigkeit) besteht hauptsächlich aus den Alkoholen Propylenglykol und/oder Glycerin. Propylenglykol wird in der Lebensmittel-, Kosmetik- und Pharmaindustrie eingesetzt und als Vernebelungsmittel für die Dampferzeugung verwendet. Der durch Propylenglykol gebildete Nebel wird bei der E-Zigarette von der „Food and Drug Administration“ (FDA) als gesundheitlich unbedenklich eingestuft [Bertholon et al., 2013; DKFZ, 2013]. Glycerin wird oft neben Propylenglykol auch als Vernebelungsmittel eingesetzt [DKFZ, 2013].

Jedoch kommt es schon bei einer kurzfristigen Exposition von durch Propylenglykol entstandenem künstlichem Nebel zu einer Reizung der Augen, des Rachens und der Atemwege sowie zu einer leichten Abnahme der Lungenfunktion [Wieslander et al., 2001].

Die dargestellte E-Zigarette enthält auch eine Leuchtdiode, welche beim Inhalieren aktiviert wird und so das Glimmen einer Zigarette imitieren soll [DKFZ, 2013; Rom et al., 2015]. Laut Herstellern bietet ein Liquid-Tank etwa 10 bis 250 Züge, was mit 5-30 Zigaretten gleichzusetzen ist [Bertholon et al., 2013].

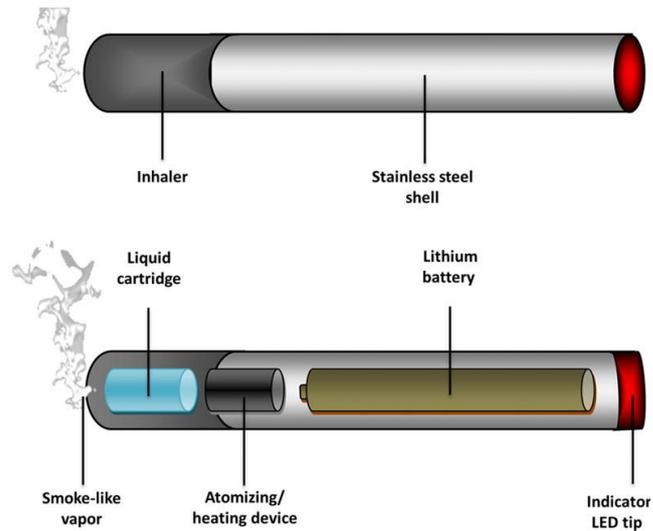


Abbildung 4: Aufbau einer E-Zigarette [Rom et al., 2015]

Neben Propylenglykol ist auch Nikotin in verschiedensten Konzentrationen (6-36 mg/ml) enthalten, wobei auch nikotinfrei (0 mg/ml) gedampft werden kann. Des Weiteren sind neben Ethanol und destilliertem Wasser, Aromen wie zum Beispiel Menthol, Schokolade, Kaffee, verschiedenste Früchte (Apfel, Erdbeere, Banane, Kirsche usw.) und Tabakaromen enthalten [DKFZ, 2013; Rom et al., 2015].

Anhand des sogenannten „Flavor Wheel“ (Aromarad) in Abbildung 5 klassifizieren Krüsemann et al., [2018] die differenzierten Aromen des Liquids.

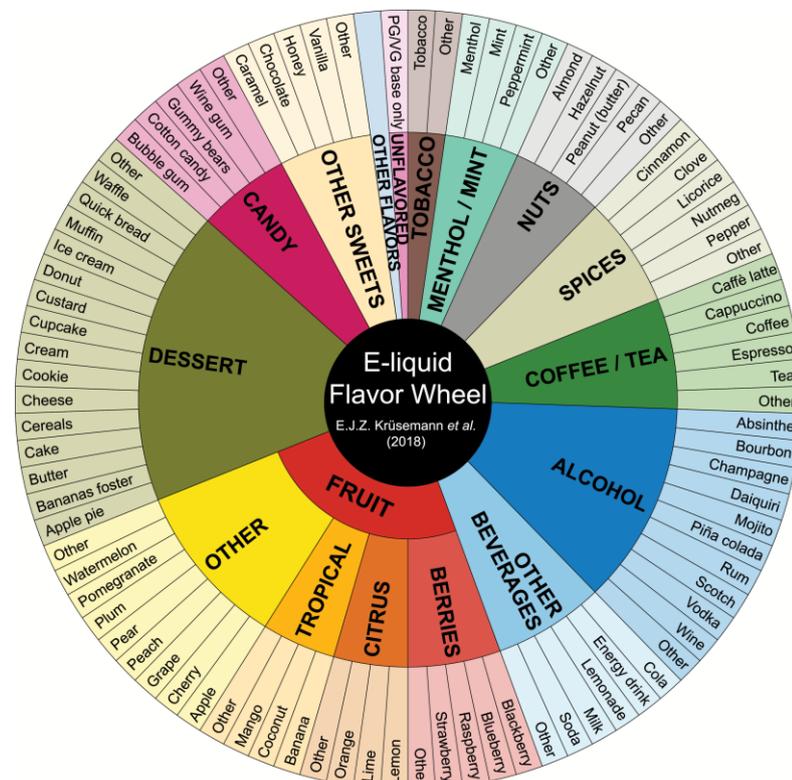


Abbildung 5: Aromarad des E-Zigaretten Liquids [Krüsemann et al., 2018]

2.2.1. Arten der E-Zigarette

Die verschiedenen Arten von E-Zigaretten unterscheiden sich im Design, der Farbe sowie in der Technik und Form. Am Markt werden derzeit drei Generationen von E-Zigaretten verkauft. In Abbildung 6 sind die drei Generationen der elektrischen Zigarette abgebildet.



Abbildung 6: Generationen der E-Zigarette [Farsalinos und Polosa, 2014]

- Die erste Generation ähnelt in Aussehen und Funktion der konventionellen Zigarette. Diese besteht aus kleinen Lithiumbatterien und einem Verdampfer, der um die Heizwendel eine Kartusche hat. Die Batterien werden einmalig verwendet oder aufgeladen [Farsalinos und Polosa, 2014].
- Die zweite Generation ähnelt einem Stift. Diese besteht aus größeren Lithiumbatterien mit höherer Kapazität (1-2 Tage Dampfleistung) und muss manuell benutzt werden. Der Verdampfer wird mit der Flüssigkeit aufgefüllt. Bei den neuen Verdampfern kann der Kopf des Verdampfers ausgetauscht und dabei der Körper des Verdampfers behalten werden [Farsalinos und Polosa, 2014].
- Die dritte Generation, auch „Mods“ genannt, kommt in verschiedenen Formen vor. Diese sind wesentlich größer als die anderen E-Zigaretten und müssen auch manuell benutzt werden. Neben sehr großen Lithiumbatterien enthalten sie integrierte Schaltkreise, womit Dampfer die Leistung selber einstellen können. Grundsätzlich kann diese Generation mit Verdampfern der zweiten Generation kombiniert werden [Farsalinos und Polosa, 2014].

2.2.2. Dampfverhalten in Hinblick auf die EU und Österreich

Die elektrische Zigarette gewinnt weltweit immer mehr an Beliebtheit und ist erst seit wenigen Jahren neu am Markt. So zeigte eine im Auftrag von der Europäischen Kommission gegebene Umfrage, Special Eurobarometer 429 vom Jahr 2015, einen Anstieg der Nutzung von 7% auf 12% innerhalb von drei Jahren. Demnach griff jeder zehnte Europäer zur E-Zigarette. Von der Erhebung im Jahr 2015 ausgehend, benutzen 2% die E-Zigarette täglich, 3% haben diese benutzt und damit aufgehört und die restlichen 7% haben diese nur ausprobiert, aber nicht täglich benutzt. Eine Steigerung, wenn auch minimal, konnte somit beim Konsum von E-Zigaretten beobachtet werden. Der EU-Länder-Vergleich machte zudem deutlich, dass in Frankreich und dem Vereinigten Königreich am häufigsten zur E-Zigarette gegriffen wurde [European Commission Report, 2015].

Bezüglich des Ausprobierens von E-Zigaretten stellte man die höchsten Werte in Frankreich, Zypern und Estland fest. Im Gegensatz dazu, fand man die niedrigsten Werte in Portugal, Slowenien und Griechenland. Beachtlich ist, dass im EU-Durchschnitt fast jeder zwanzigste Raucher E-Zigaretten verwendete. Auch hier dominierte wieder das Vereinigte Königreich mit 11%, verglichen zu Österreich mit 5% [European Commission Report, 2015].

Zudem konnte ein Unterschied im Konsum von nikotinhaltigen E-Zigaretten beziehungsweise Liquids und nikotinfreien E-Zigaretten festgestellt werden. Die Umfrage zeigte, dass generell nikotinhaltige Liquids eher bevorzugt werden. Zum Zeitpunkt der Erhebung nutzten ungefähr 59% der Befragten die nikotinhaltigen Liquids, während 23% nikotinfreie Liquids verwendeten [European Commission Report, 2015].

Die höchsten Werte an benutzten nikotinhaltigen Liquids in E-Zigaretten zeigten sich in Dänemark (57%) und im Vereinigten Königreich (51%). Österreich lag mit 27% im mittleren Bereich und unter dem EU-Durchschnitt. Die Nutzung von nikotinhaltigen E-Zigaretten war zudem bei Männern häufiger nachzuweisen als bei Frauen. Die nikotinfreie E-Zigarette wurde in Belgien, Dänemark und im Vereinigten Königreich am häufigsten genutzt. E-Zigaretten sind vor allem unter Jüngeren geläufiger: 15- bis 24-Jährige probierten im Vergleich zu den über 55 Jährigen die E-Zigarette häufiger, nutzten aber diese nicht täglich [European Commission Report, 2015].

Wie dampft Österreich? Nach dem Epidemiologiebericht „Sucht des Jahres 2017“, im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz, zählt sich ein Prozent der österreichischen Bevölkerung ab dem 15. Lebensjahr zu jenen, die täglich oder fast täglich E-Zigaretten verwenden, wobei auch E-Shishas und E-Pfeifen einbezogen sind [Anzenberger et al., 2017; Strizek und Uhl, 2016a]

In Abbildung 7 sieht man, dass 3% der Österreicher E-Zigaretten sporadisch verwenden, d.h. in den letzten 30 Tagen gelegentlich dampften. Immer mehr Personen der österreichischen Bevölkerung probieren elektronische Geräte aus. Generell haben laut dem Epidemiologiebericht 2017 16% der Bevölkerung, darunter am höchsten die Gruppe der 15- bis 19-Jährigen, die elektronischen Geräte (E-Zigarette, E-Shisha, E-Pfeife) schon mal probiert. Auch hier sind geschlechtsspezifische Unterschiede deutlich: So haben Männer, wie in der Abbildung 7 und Tabelle 2 ersichtlich ist, etwas höhere Werte als Frauen [Anzenberger et al., 2017; Strizek und Uhl, 2016a].

Die Ergebnisse der Eurobarometerbefragung in den Jahren 2015 und 2017 zeigten, dass der Konsum von E-Zigaretten, E-Shishas sowie E-Pfeifen leicht angestiegen ist. So lag dieser im Jahr 2015 bei 1% und im Jahr 2017 bei 3%. Am höchsten ist der tägliche oder fast tägliche Konsum mit zwei Prozent in der Gruppe der 25- bis 39-Jährigen (Tabelle 2) [Anzenberger et al., 2017; Strizek und Uhl, 2016a; Strizek und Uhl, 2016b]. Dies spiegelt auch die leichte Reduktion des Tabakkonsums in Österreich wider.

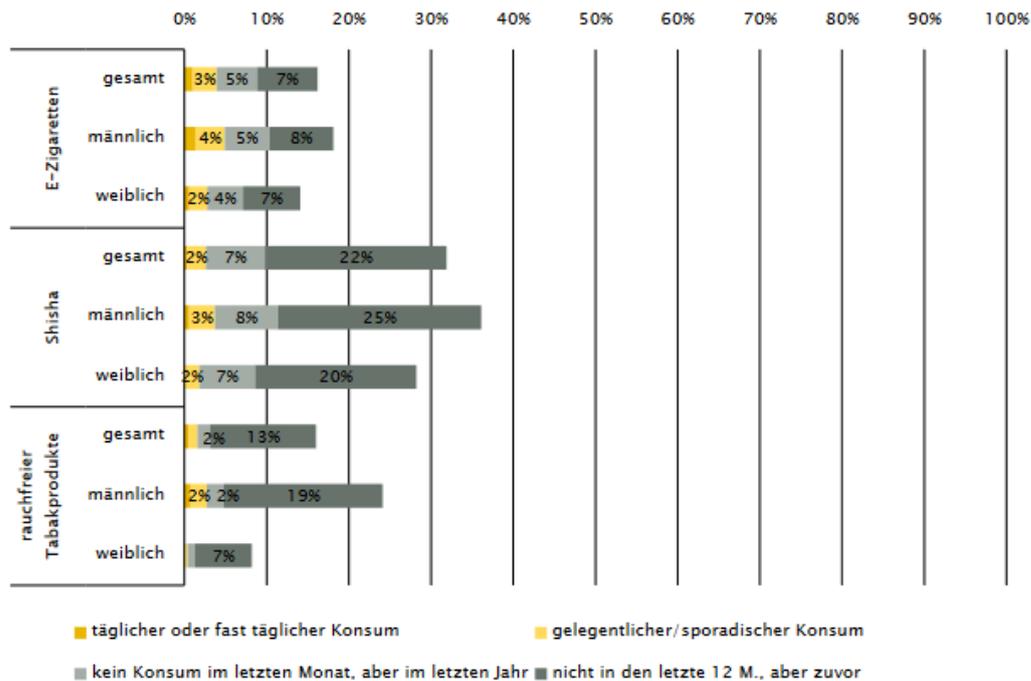


Abbildung 7: Prävalenz von E-Zigarette, Shisha und rauchfreien Tabakprodukten nach Geschlecht [Strizek und Uhl, 2016a]

Tabelle 2: Prävalenz des E-Zigaretten-Konsums modifiziert nach [Strizek und Uhl, 2016b]

	gesamt	männlich	weiblich	15-19 Jahre	20-24 Jahre	25-29 Jahre	30-39 Jahre
täglich	1%	1,4%	0,6%	0,4%	1,4%	1,9%	2%
gelegentlich	3%	3,5%	2,2%	6%	5,4%	4,9%	3,3%
ausprobiert	16%	18%	14%	36%	26%	25%	18%

2.2.3. Gesundheitsrisiken beim Dampfen

Beim Rauchen einer klassischen Zigarette entstehen durch den Verbrennungsprozess gesundheitsschädliche und krebserregende Stoffe, was beim Dampfen nicht der Fall ist. Trotzdem handelt es sich hier um kein ungefährliches Gerät, da bei jedem Zug an der E-Zigarette ein Gemisch aus verschiedenen Substanzen inhaliert wird. Dennoch nehmen Forscher an, dass elektrische Zigaretten weniger schädlich sind als konventionelle Zigaretten. Jedoch sind kaum aussagekräftige Studien vorhanden, die diese Annahme bestätigen können [BfR, 2013].

Bei nikotinhaltigen E-Zigaretten besteht die Gefahr von Nikotin abhängig zu werden und damit der Gesundheit zu schaden. Nikotin ist giftig und hat viele negative Auswirkungen auf den Körper. So kann es u.a. neben einem Anstieg des Blutdrucks, die Herzfrequenz und die Schmerzempfindlichkeit erhöhen, Erbrechen und Durchfall verursachen sowie die Blutgerinnung fördern, wodurch wiederum die Gefahr für Thrombosen steigt [DKFZ, 2013].

Wie bereits in Kapitel 2.2. (Dampfen – allgemeines) erwähnt, ist die Hauptsubstanz des Liquids Propylenglykol, welche akut zur Reizung der Atemwege und generell zur Beeinträchtigung der Lungenfunktion führen kann [Wieslander et al., 2001]. Es gibt Hinweise, dass bei glyzerinhaltigen Liquids der E-Zigarette, die kanzerogene Substanz Formaldehyd beim Erhitzen entsteht und bei langfristiger Aufnahme zu Tumoren im Nasen-Rachenraum führen kann. Zu den Duft- und Aromastoffen gibt es kaum Informationen bezüglich Konzentrationen und Zusammensetzung im Liquid. Es besteht die Annahme, dass Menthol die Kälterezeptoren (TRPM8) der Lunge aktiviert, das Husten verhindert und damit das Inhalieren erleichtert. Damit kann es den Konsum von E-Zigaretten fördern [Ha et al., 2015; BfR, 2013].

Nicht nur bei einer konventionellen Zigarette, sondern auch bei der elektrischen Zigarette ist die Gesundheit der Mitmenschen durch das „Passivdampfen“ betroffen, auch wenn Hersteller und Nutzer behaupten, dass beim Dampfen von E-Zigaretten nur harmlose Wasserdämpfe abgegeben werden. Es wurde dazu bislang nicht viel erforscht, dennoch zeigen Untersuchungen gegenteilige Behauptungen [Zainol Abidin et al. 2017].

Beim Dampfen gelangen sogenannte ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 2,5 Mikrometer ($PM_{2,5}$) in die Raumluft, wobei in Abbildung 8 ersichtlich ist, dass die emittierte Menge an ultrafeinen Partikeln bei einer konventionellen Zigarette viel höher ist. Die blaue Linie in der Abbildung stellt den WHO-Richtwert für die Luftqualität für $PM_{2,5}$ bei Kurzzeitbelastung dar. Die Gefahr besteht darin, dass diese in Innenräumen von Mitmenschen eingeatmet werden können. Neben diesen in der Raumluft im entstandenen Dampf der E-Zigarette enthaltenen ultrafeinen Partikeln sind Propylenglykol, Nikotin, Aromen und flüchtige organische Verbindungen enthalten [Schripp et al., 2013; Fernández et al., 2015].

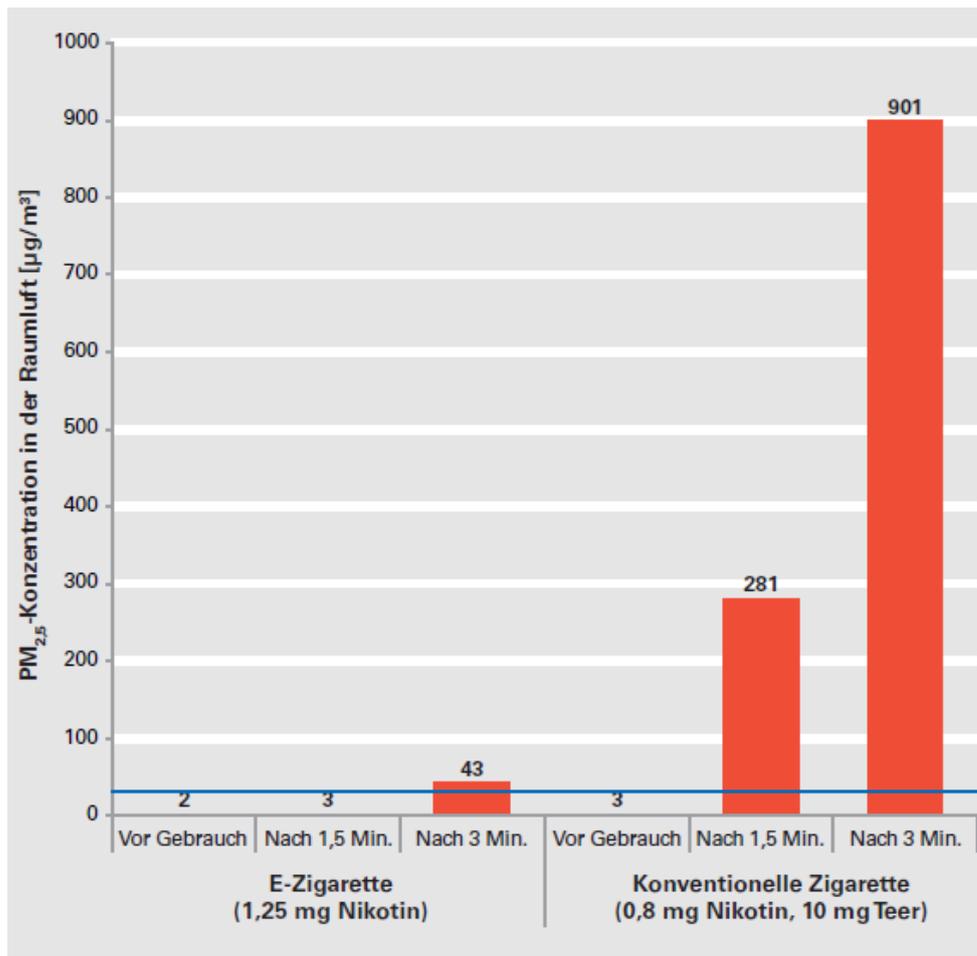


Abbildung 8: Konzentration von $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$) in der Innenraumlufte vor und nach dem Rauchen sowie Dampfen [DKFZ, 2013]

Vergleicht man nun die Auswirkungen zwischen einer klassischen Zigarette und E-Zigarette anhand der bisherigen Studienergebnisse, so kann man sagen, dass E-Zigaretten eine wenig schädlichere Alternative für Raucher darstellen. Grundsätzlich können die Geräte als erster Schritt zum Rauchstopp benutzt werden, stellen aber keine Garantie für eine Raucherentwöhnung dar. Es gilt aber auch zu beachten, dass der Griff zur E-Zigarette keine gesündere und harmlosere Option zur Zigarette darstellt. Wie sich zeigte, ist bei beiderlei Konsum mit gesundheitlichen Schäden zu rechnen, sowohl für den aktiven als auch passiven Raucher und Dampfer.

2.3. Der Geruchssinn

Der Geruchssinn zählt, wie auch der Geschmackssinn, zu den chemischen Sinnen. Grund für die Benennung als chemischer Sinn ist hierbei die direkte Wechselwirkung zwischen den flüchtigen Geruchsstoffen und der Nasenschleimhaut [Ohloff, 1990]. Dabei sind die in der Riechschleimhaut vorhandenen Rezeptorproteine relevant für die Erkennung dieser Geruchsstoffe. Schätzungsweise 1% des gesamten humanen

Genoms in unserem Körper ist auf die Gene dieser Proteine zurückzuführen [Busch-Stockfisch, 2015].

Lange Zeit wurde der Geruchssinn, im Vergleich zum Sehen und Hören, nur sekundär betrachtet. Deshalb findet sich auch oft die Bezeichnung „niederer“ Sinn. Heutzutage wird dieser aber als einer der am weitesten verbreiteten Sinne bei Menschen als Schlüsseldeterminante des Verhaltens angesehen [Auffarth, 2013].

2.3.1. Bedeutung des Geruchssinns

Der Geruchssinn spielt als Fernsinn in verschiedenen Bereichen eine lebensnotwendige Rolle. Im Rahmen der Ernährung lernen Menschen bestimmte Lebensmittel zu bevorzugen oder abzulehnen. Doch nicht nur in der Nahrungsaufnahme, sondern auch als Frühwarnsystem fungiert der Geruchssinn und schützt u.a. vor verfaulten Speisen oder macht beispielsweise aufmerksam auf Brandgeruch oder ein Gasleck. So wird bei derart unangenehmen Gerüchen ein Nies- und Würgereflex ausgelöst, die einer Warnung gleichzusetzen sind. Besonders auf emotionaler und sozialer Ebene ist dieser Sinn relevant, da dieser mit dem limbischen System verbunden ist. Hierbei soll der Eigengeruch eines Menschen eine große Rolle spielen. Je näher Personen miteinander verwandt sind, desto ähnlicher ist ihr Eigengeruch. Vor allem im Partnerwahlverhalten, sozialem Umfeld (Gruppen) sowie der Mutter-Kind-Beziehung spielt der Eigengeruch eine große Rolle [Sarafoleanu et al., 2009; Birbaumer und Schmidt, 2010].

2.3.2. Geruchswahrnehmung

Die Geruchswahrnehmung erfolgt grundsätzlich über zwei Systeme. Man unterscheidet zwischen dem olfaktorischen und dem nasal-trigeminalen System.

Das olfaktorische System lässt sich unterteilen:

- Orthonasal, das direkte Einatmen von Duftstoffen durch die Nasenlöcher zum Riechepithel. Hauptsächlich riecht der Mensch direkt über das Einatmen in die Nase. Bei ruhiger Atmung gelangt jedoch nur ein geringer Anteil der Duftstoffe zum Riechepithel, welcher aber durch das „Schnüffeln“ verstärkt werden kann [Simat et al., 2016; Diaz, 2004; Mücke und Lemmen, 2010].

- Retronasal: Hier werden beim Verzehr (Kauen, Schlucken) von Speisen die Duftstoffe beim Ausatmen über den Rachenraum zum Riechepithel transportiert [Simat et al., 2016; Diaz, 2004].

Beim nasal-trigeminalen System sind statt des eigentlichen Geruchsorgans, freie Nervenendigungen des Gesichtsnervs Nervus trigeminus (5. Hirnnerv) für die Wahrnehmung verantwortlich. Diese vermitteln Empfindungen wie zum Beispiel brennend, kühlend, beißend sowie stechend [Simat et al., 2016; Shusterman, 2009].

2.3.3. Anatomie und Physiologie des Geruchssinns

Der Mensch besitzt die Fähigkeit, weit mehr als tausend verschiedene Gerüche voneinander zu unterscheiden, wobei Schwierigkeiten bei der Benennung bestehen. Deshalb dienen bis heute noch die von Amoore 1952 vorgeschlagenen sieben Duftklassen als Grundlage: Blumig (Rosen), ätherisch (Birnen), moschusartig (Moschus), kampherartig (Eukalyptus), faulig (faule Eier), schweißig (Schweiß), stechend (Essig) [Buck und Axel, 1991; Birbaumer und Schmidt, 2010].

Wie in Abbildung 9 ersichtlich, befindet sich unser Geruchsorgan im inneren Bereich der oberen Nasenmuschel (*Conchae nasalis superior*). Die Nase wird durch die Nasenscheidewand (*Septum nasi*) in die jeweiligen Nasenhöhlen unterteilt. Im Inneren der Nase befinden sich drei übereinander und paarig liegende Nasenmuscheln, welche die Nasenhöhle in drei Nasengänge unterteilt [Spornitz, 2002; Mücke und Lemmen, 2010].

Die Riechzone (*Regio olfactoria*) beziehungsweise die Riechschleimhaut ist in der obersten Nasenmuschel lokalisiert. Diese wird jeweils von der Nasenscheidewand zu den Nasenhöhlen getrennt und nimmt pro Nasenseite eine Fläche von 5 cm² ein [Ohloff, 1990; Mücke und Lemmen, 2010]. Aufgrund dieser kleinen Fläche werden wir Menschen als „Mikrosmatiker“, hingegen zum Beispiel Hunde mit einer Fläche von zirka 100 cm² als „Makrosmatiker“ bezeichnet [Rouquier et al., 2000].

Die Riechschleimhaut (Mukosa) ist von einem olfaktorischen Epithel ausgekleidet, welches ausschlaggebend für die Geruchswahrnehmung ist. Dieses Epithel ist nur durch das poröse Siebbein vom Gehirn getrennt [Mücke und Lemmen, 2010].

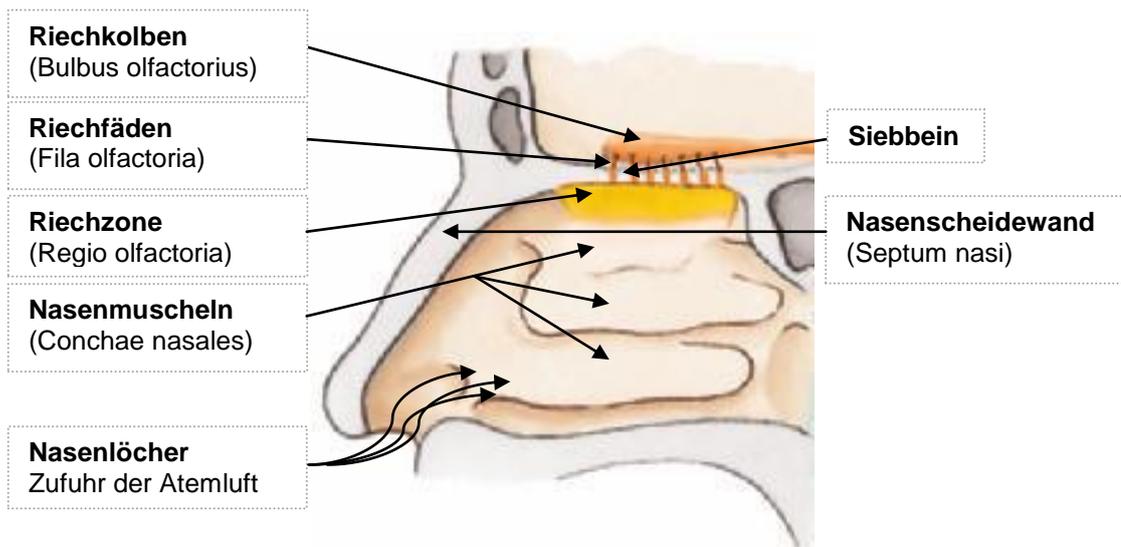


Abbildung 9: Längsschnitt der Nasenhöhle
 modifiziert nach [Ohloff, 1990; Silbernagl und Despopoulos, 2012]

Das mehrreihige olfaktorische Epithel (Riechepithel) unterteilt sich in drei verschiedene Zelltypen (Abb. 10): Die Basalzellen, Stützzellen sowie die Riechsinneszellen. Des Weiteren befinden sich die Bowmanschen-Drüsen im Epithel, welche für die Schleimschicht verantwortlich sind und u.a. als Schutz vor Austrocknung und Infektionen dienen [Schmidt und Schaible, 2005; Waldeck und Frings, 2005].

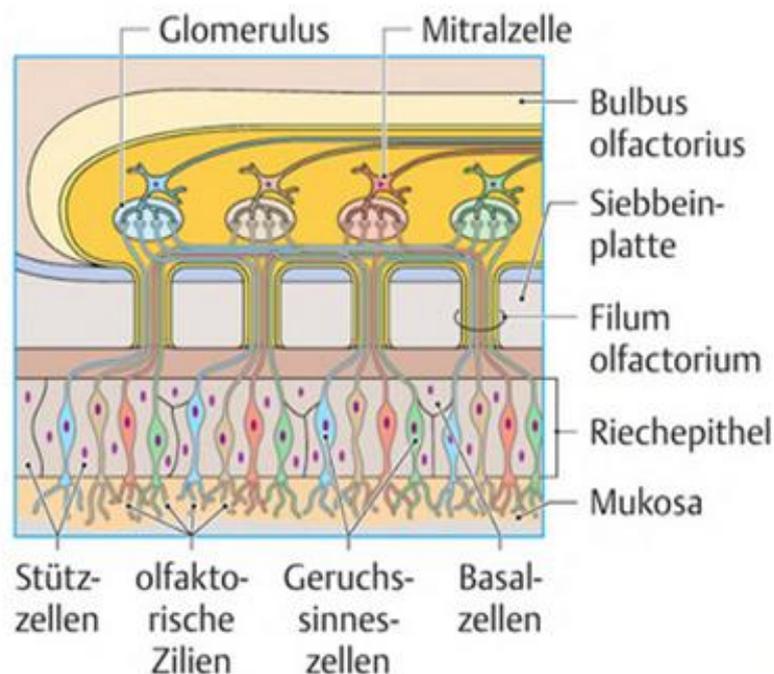


Abbildung 10: Aufbau des Riechepithels und Riechkolbens
 [Gelke et al., 2010]

Die Basalzellen sind ungereifte neuronale Stammzellen, deren Aufgabe es ist, nach zirka einem Monat die abgestorbenen Riechsinneszellen zu ersetzen. Damit zeigt sich eine interessante Besonderheit, da normalerweise keine Nervenzellen im Körper ersetzt werden können [Beites et al., 2005].

Die Stützzellen machen den Großteil des Epithels aus. Sie sorgen für Isolierung, Barriere und Stabilität des gesamten Epithels. Außerdem können diese Zellen Schleim sezernieren, womit gemeinsam mit den Bowmanschen-Drüsen die Schleimschicht entsteht [Mücke und Lemmen, 2010].

Die eigentlichen Riechsinneszellen sind primäre bipolare Neurone, welche für die eigentliche Wahrnehmung von Gerüchen verantwortlich sind. Der Mensch besitzt zirka 10-30 Millionen dieser primären Sinneszellen, wobei diese eine begrenzte Lebenszeit von etwa einem Monat haben (siehe Basalzellen) [Mücke und Lemmen, 2010].

An der apikalen Seite der Riechsinneszelle münden dicke dendritische Fortsätze mit Zilien, welche in die Schleimschicht der Epitheloberfläche ragen und somit mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Die Riechrezeptoren für die Duftstoffe liegen in der Membran der Zilien. So kommen die Moleküle der Duftstoffe in Kontakt mit den Zilien, indem diese von der Schleimschicht „aufgefangen“ und darin gelöst werden. Diese gelangen dann zu den Zilien, docken an die Rezeptoren, wo dann die Transduktion stattfindet. Das Ergebnis ist ein Aktionspotential beziehungsweise ein elektrisches Signal, welches über das Axon an das Gehirn weitergeleitet wird [Birbaumer und Schmidt, 2010; Gelke et al., 2010; Mücke und Lemmen, 2010; Challis et al., 2015].

An der basalen Seite der Riechsinneszelle befinden sich dünne Axone, die mit dem Zentralnervensystem in Verbindung stehen. Diese dünnen Axone werden zu *Fila olfactoria* (Riechfäden) gebündelt, welche dann nach Durchtreten des porösen Siebbeins den *Nervus olfactorius* (1. Hirnnerv) bilden und zum *Bulbus olfactorius* (Riechkolben) gelangen [Birbaumer und Schmidt, 2010; Gelke et al., 2010; Mücke und Lemmen, 2010]. Mithilfe dieser Axone sind die Riechsinneszellen fähig, Aktionspotentiale zu lösen und zum *Bulbus olfactorius* sowie zum Gehirn weiterzuleiten [Draguhn, 2005].

Dieser über dem Siebbein paarig liegende *Bulbus olfactorius* (Riechkolben) ist das Zentrum für die Verschaltung und für die Weiterleitung der Impulse an das Gehirn verantwortlich [Birbaumer und Schmidt, 2010]. Der Riechkolben ist in zahlreichen knäuelartigen Glomeruli aufgeteilt, in denen die Axone der Riechsinneszellen münden. Beachtlich ist hierbei, dass zirka 1000 Axone gleicher Duftstoffselektivität hier auf eine einzige Mitralzelle treffen (Abb. 10). Diese verbinden sich mit den Dendriten der Mitralzellen, welche wiederum mit deren Axone den *Tractus olfactorius* bilden und zum primären olfaktorischen Cortex (Riechhirn) ziehen. Die hier verarbeitete Information wird dann in weitere Hirnregionen weitergeleitet [Draguhn, 2005; Breer, 2008; Waldeck und Frings, 2005].

2.3.3.1. Mechanismus der olfaktorischen Signaltransduktion

Der Mensch besitzt etwa 800 Riechrezeptor-Gene, wobei mehr als die Hälfte davon Pseudogene sind und somit zirka 400 funktionelle Gene die verschiedenen Proteine der Riechrezeptoren kodieren [Niimura und Nei, 2005]. Durch diese Riechrezeptoren werden zahlreiche flüchtige Duftstoffe als verschiedene Gerüche wahrgenommen. So kann jeder Rezeptor auf mehrere Duftstoffe reagieren und jeder Duftstoff mehrere Rezeptoren aktivieren. Diese Kombination an Kodierungen ermöglicht im Riechhirn ein „Geruchsprofil“ oder ein Muster, welches dann dort verarbeitet wird [Witt und Hansen, 2008; Lötsch et al., 2012].

Damit es zu einer Wahrnehmung von Gerüchen kommt, wird in den Riechsinneszellen ein chemischer Reiz (Duftstoffe) durch eine signalverstärkende Kaskade (second messenger Kaskade) in ein elektrisches Signal umgewandelt [Hatt, 2004; Hatt, 2007]. Dieser Vorgang wird in Abbildung 11 dargestellt.

Die eingeatmeten Duftstoffe werden in der Schleimschicht des Epithels gelöst und binden sich an die passenden Riechrezeptoren in den Zilien, womit eine Signalkaskade ausgelöst wird. Diese Riechrezeptoren sind Guaninnucleotid-Protein (G-Protein) gekoppelte Rezeptoren. Sobald ein Duftstoff an den Riechrezeptor bindet, folgt ein Austausch von GDP zu GTP am G-Protein. Nach Austausch erfolgt eine Trennung des G-Proteins in die inaktive $\beta\gamma$ -Untereinheit und aktive α -Untereinheit. Die α -Untereinheit aktiviert das membranständige Enzym, die sogenannte Adenylatzyklase. Durch diese Aktivierung werden große Mengen des intrazellulären sekundären Botenstoffs c-AMP (zyklisches Adenosinmonophosphat) produziert. Dabei bindet

sich das c-AMP an sogenannte CNG-Kanäle (cyclic-nucleotide-gated) und verursacht durch Veränderung derer Struktur eine Öffnung dieser Kanäle. Dadurch kommt es zum Einstrom von Kalzium- und Natrium-Ionen in das Zilienlumen und ein Membranpotential der Zelle (Depolarisation) wird erzeugt. Durch Anstieg der intrazellulären Kalziumkonzentration kommt es zum Ausstrom von Chlorid-Ionen, wodurch das Membranpotential steigt und ein elektrischer Impuls beziehungsweise ein Aktionspotential ausgelöst wird. Dieses wiederum wird über die Axone an das Gehirn weitergeleitet [Waldeck und Frings, 2005; Draguhn, 2005; Hatt, 2004; Hatt, 2007; Pfifferi et al., 2012].

Dieser Vorgang der Signalkaskade erfolgt sehr rasch. Innerhalb weniger Millisekunden entsteht ein Aktionspotential, gefolgt von einem Ruhepotential. Dabei spalten Phosphodiesterasen den Botenstoff c-AMP, wodurch das Membranpotential in den Ruhezustand gelangt. An den CNG-Kanälen sind die Kalzium-Bindeproteine vorhanden, das sogenannte Calmodulin. Bindet sich das einströmende Kalzium an das Calmodulin, entsteht ein Kalzium-/Calmodulin-Komplex und es werden die Kanäle geschlossen. Dadurch wird die Signalkette beendet [Waldeck und Frings, 2005; Persaud, 2013]. Dieser Prozess entspricht einer Adaptation, die auf Ebene der Riechsinneszellen entsteht.

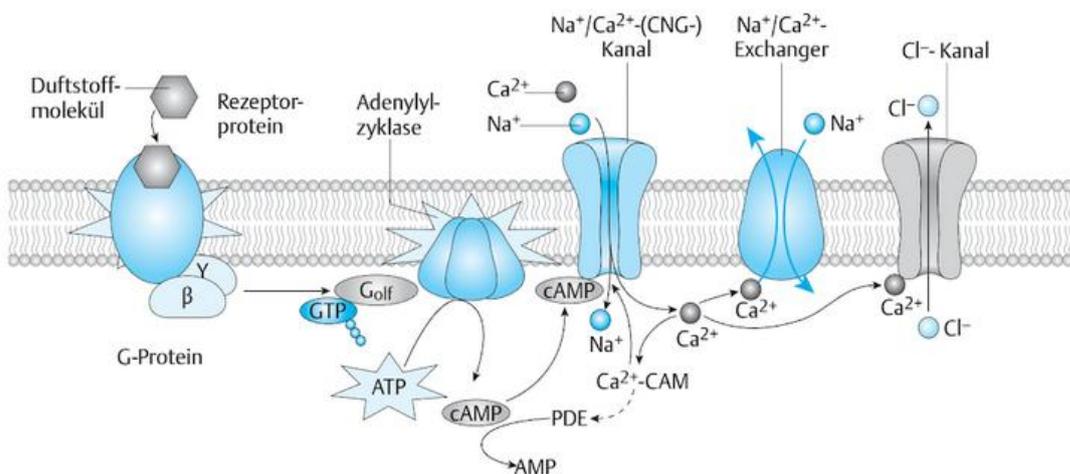


Abbildung 11: Schema der Signaltransduktion [Witt und Hansen, 2008]

2.3.4. Adaptation und Habituation

Adaptation (Anpassung) und Habituation (Gewöhnung) sind Prozesse, bei welchen es zu einer Verminderung der Geruchswahrnehmung kommt. Wie schon erwähnt, findet die Adaptation auf Ebene der Riechsinneszellen statt, wohingegen bei der Ha-

bituation der primäre olfaktorische Cortex (Riechhirn) eine Rolle spielt [Witt und Hansen, 2008; Plattig, 1987].

Bei der Adaptation wird durch eine einmalige kontinuierliche Exposition gegenüber dem Duftstoff (zum Beispiel Zigarettenrauch in einer Bar) die Empfindungsintensität gesenkt und in vielen Fällen auch gestoppt, sodass der Eindruck entsteht, den Geruch nicht mehr riechen zu können. Hierbei ist die Adaptation nur auf den gegenwärtigen Geruch eingeschränkt. Andere Gerüche können weiterhin wahrgenommen werden [Birbaumer und Schmidt, 2010].

Die Habituation stellt im Gegensatz zur Adaptation einen komplexen Lernprozess dar. Hier kommt es zur Gewöhnung an immer wiederkehrende Reize. Dadurch werden irrelevante und wiederholte Reize der Umgebung ausgefiltert [Witt und Hansen, 2008; Pellegrino et al., 2017].

2.3.5. Einflussfaktoren

Viele verschiedene Faktoren können unser Riechvermögen beeinflussen. Auf diese wird im Folgenden eingegangen. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen intrinsischen und extrinsischen Einflüssen. Dabei versteht man unter dem Begriff intrinsisch die inneren Einflüsse des Organismus auf den Geruchssinn wie das Alter und das Geschlecht. Unter extrinsisch fallen äußere Einflüsse wie das Rauchen von Zigaretten, das Dampfen von E-Zigaretten, die Einnahme von Pharmazeutika oder auch der Alkoholkonsum und Erkrankungen.

2.3.5.1. Intrinsische Einflüsse

ALTER

Ein vermindertes Riechvermögen tritt in der älteren Bevölkerung sehr häufig auf. Mehr als die Hälfte der 65- bis 80-Jährigen und über 80-Jährigen sind davon betroffen. Gründe können hierfür u.a. Krankheiten wie Alzheimer oder Morbus Parkinson sein. Auf physiologischer Ebene kommt es zu einer Veränderung des olfaktorischen Epithels, d.h. eine erhöhte Apoptoserate und Abnahme der Anzahl an Riechrezeptoren. Dadurch nimmt die Anzahl an Fasern (*Fila olfactoria*), die zum *Bulbus olfactorius* ziehen, ab. Untersuchungen im Bereich der dafür relevanten Hirnregionen bestätigen, dass ältere Menschen eine geringere Aktivität im Bereich der primären olfaktori-

schen Hirnregionen haben [Cerf-Ducastel und Murphy, 2003; Boyce und Shone, 2006; Doty und Kamath, 2014].

Strukturelle Veränderungen (Größe und Schichten) des *Bulbus olfactorius* führen zu einer verschlechterten Weiterleitung des elektrischen Signals [Attems et al., 2015]. Aufgrund dieser Veränderungen haben ältere Personen generell Schwierigkeiten, Gerüche zu erkennen, zu unterscheiden, abzurufen sowie sich an diese zu erinnern [Cerf-Ducastel und Murphy, 2003].

GESCHLECHT

Frauen scheinen einen besseren Geruchssinn als Männer zu haben. Sie können Gerüche besser erkennen, haben ein besseres Erinnerungsvermögen und reagieren empfindlicher auf Gerüche. Gründe dafür wurden bisher noch nicht vollständig aufgeklärt. Es besteht die Annahme, dass strukturelle Unterschiede in der Anzahl der Zellen und der Masse des Riechkolbens bestehen. Die Verarbeitung der Reize bei Frauen ist differenzierter als bei Männern [Brand und Millot, 2001; Oliveira-Pinto et al., 2014].

Bezüglich der Geruchserkennung (Identifikation) wurde bei einer deutschen Studie das Riechvermögen von 1240 Probanden untersucht. Der geringe, aber signifikante Unterschied in den Ergebnissen des Identifikationstests beschreibt, dass Frauen die die Pille einnahmen besser abschnitten, als Frauen die keine Pille einnahmen [Lan-dis et al., 2004]. Im Zuge der Evaluierung von Hummel et al. [2007] wurden zur Erstellung normativer Daten für Sniffin Sticks in 4 Alterskategorien (Kategorie A: 5-15 Jahre; Kategorie B: 16-35 Jahre; Kategorie C: 36-55 Jahre; Kategorie D: >55 Jahre) Ergebnisse von insgesamt 3282 Probanden erfasst und miteinander verglichen. Dabei konnten geschlechtsspezifische Unterschiede in allen durchgeführten Geruchstests mittels Sniffin` Sticks festgestellt werden. Besonders in der Alterskategorie B 16-35 Jahren schnitten Frauen beim Schwellentest, Diskriminationstest, Identifikationstest sowie beim SDI-Wert besser ab als Männer. Die Gruppe der Frauen erreichte im Vergleich zur Gruppe der Männer höhere Mittelwerte.

2.3.5.2. Extrinsische Einflüsse

ERKRANKUNGEN

Eine Nasenatmungsbehinderung (Obstruktion) durch chronische Nasenentzündung, ein allergischer Schnupfen oder durch Viren verursachte Schäden des olfaktorischen

Epithels können die Geruchswahrnehmung beeinträchtigen. Des Weiteren können Nasenoperationen, Tumore innerhalb der Nase sowie Erkrankungen wie Morbus Alzheimer oder Morbus Parkinson zu einer Beeinträchtigung führen [Doty, 2015]. Außerdem wird ein Zusammenhang zwischen Diabetes mellitus und einer Verschlechterung der Geruchswahrnehmung beschrieben [Brämerson et al., 2004].

PHARMAZEUTIKA

Medikamente wie Antibiotika, Antidepressiva, Opioide sowie Psychopharmaka beeinträchtigen die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit. Dabei wird auf molekularer Ebene eine Interaktion der Medikamente mit den Riechrezeptoren sowie Rezeptoren im Gehirn beschrieben, wodurch Prozesse der Signaltransduktion gestört werden können [Hummel et al., 2011; Lötsch et al., 2012].

Außerdem wird eine Hemmung des Cytochrom P₄₅₀, welches in den Stützzellen und Bowmanschen-Drüsen im Riechepithel vorhanden ist und u.a. für die Erhaltung der mechanischen Integrität des Riechepithels verantwortlich ist, beschrieben. Dennoch sind diese Wirkungen auf die Geruchswahrnehmung meist nur kurzfristig und stellen sich nach Absetzen der Medikamente ein [Doty und Bromley, 2004; Welge-Lüssen und Hummel, 2008b].

ALKOHOLKONSUM

Ein exzessiver Konsum von Alkohol (Alkoholmissbrauch) führt zu einer Beeinträchtigung des Geruchssinns [Greenberg et al., 2013]. So haben Alkoholiker Schwierigkeiten Gerüche zu erkennen, zu unterscheiden sowie sich an diese zu erinnern. Rupp et al. stellten im Jahr 2003 bei allen durchgeführten Riechtests (Schwellentest, Diskriminationstest, Identifikationstest) fest, dass Alkoholiker schlechter abschneiden als Nicht-Alkoholiker. Alkoholiker wiesen generell niedrigere SDI-Werte (Summe aus allen Untertests) als Nicht-Alkoholiker auf [Rupp et al., 2003].

RAUCHVERHALTEN

Der Einfluss des Rauchens auf das Riechvermögen wird bis heute kontrovers diskutiert. Bisherige wissenschaftliche Ergebnisse deuten daraufhin, dass das Rauchen nachteilige Folgen auf die Geruchswahrnehmung mit sich bringt, wobei man hier zwischen kurzfristigen und langfristigen Effekten unterscheiden muss. Diesbezüglich folgt nun eine Auswahl an bisherigen Studienergebnissen.

Die Studie von Brämerson et al. [2004] beschäftigte sich mit der Häufigkeit von Riechstörungen. Die Probanden (n=1378) wurden u.a. zum Raucherstatus interviewt, auf Erkrankungen der Nase untersucht und ihr Riechvermögen mittels Identifikationstest basierend auf 16 Riechstifte getestet. Der Raucherstatus wurde erhoben und umfasste folgende Fragen: Rauchen Sie zurzeit? Haben Sie jemals geraucht bzw. jemals regelmäßig geraucht? Wie viele Jahre rauchen Sie schon Zigaretten? Zudem wurde die durchschnittliche Menge an gerauchten Zigaretten pro Tag erfragt, welche wiederum mit den angegebenen Jahren in „pack years“ beziehungsweise „Packungsjahre“ umgerechnet wurde. Es konnten schlechtere Ergebnisse bei älteren Personen, bei männlichen Probanden sowie Probanden mit Erkrankungen der Nase (Polypen) festgestellt werden. Raucher hingegen wiesen kein schlechteres Riechvermögen auf als Nichtraucher. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass allein mit dem Identifikationstest mit 16 Riechstiften das Riechvermögen nicht ausreichend beurteilt werden kann.

In einer Studie von Mackay-Sim et al. [2006] wurde das Riechvermögen von 942 Probanden mittels „Sniffin' Sticks“ getestet. Neben einer Untersuchung der Nase wurden der Raucherstatus sowie die Medikamenteneinnahme erhoben. Beim Raucherstatus wurde gefragt, ob der Proband die letzte Zigarette 15 Minuten vor Testbeginn rauchte. Wie in der vorherigen Studie wurden keinerlei Unterschiede im Riechvermögen zwischen Rauchern und Nichtrauchern festgestellt. Nur Raucher, die innerhalb von 15 Minuten vor Testbeginn geraucht haben, wiesen signifikant schlechtere Gesamtergebnisse (SDI-Wert) auf, im Vergleich zu jenen die keine Zigarette vor Testbeginn geraucht haben. Die Forscher gehen aufgrund dieser Ergebnisse von kurzfristigen negativen Effekten aus, wobei hier nur der Zeitpunkt der letzten Zigarette abgefragt wurde.

Katotomichelakis et al. [2007] untersuchten ebenso den Einfluss des Rauchens auf das Riechvermögen mittels „Sniffin' Sticks“. Dabei wurden insgesamt 114 Probanden getestet, von denen 65 Raucher und 49 Nichtraucher waren. Außerdem wurden auch die „pack years“ berechnet, um die Rauchdosis abschätzen zu können. Raucher hatten signifikant niedrigere Gesamtergebnisse (SDI-Wert) und schnitten in den einzelnen Untertests schlechter ab als Nichtraucher. Es konnte ein dosisabhängiger Effekt festgestellt werden: Je mehr „Packungsjahre“, umso schlechter das Gesamtergebnis (SDI-Wert). Die Forscher nehmen aufgrund der Ergebnisse an, dass der negative Effekt des Rauchens auf das Riechvermögen langfristig und dosisabhängig ist.

In einer Studie von Vennemann et al. [2008] wurde u.a. mittels „Sniffin‘ Sticks“ der Einfluss des Rauchens auf das Riechvermögen untersucht. Insgesamt haben 1277 Probanden am Screening 12-Riechtest (Identifikationstest) teilgenommen und wurden u.a. zum Raucherstatus (Raucherjahre und Menge an täglich konsumierten Zigaretten) abgefragt. Es wurde zwischen Rauchern, Ex-Rauchern und Nierauchern unterschieden und die „Packungsjahre“ berechnet. Die Raucher schnitten signifikant schlechter ab. Hierbei konnte ein dosisabhängiger Effekt nachgewiesen werden. Dagegen, dass mehr „Packungsjahre“ zu einem schlechteren Ergebnis des Identifikationstests führten. Vennemann et al. [2008] gehen von einem negativen, aber kurzfristigen Effekt auf das Riechvermögen aus.

Bei der Studie von Hayes und Jinks [2012] wurden Schwellentests (n-Butanol und Phenylethylalkohol) an insgesamt 46 Probanden, wovon 23 Raucher und 23 Nichtraucher waren, durchgeführt. So zeigten die Ergebnisse, dass Raucher bei beiden Schwellentests schlechter abschnitten als Nichtraucher, wobei die Anzahl der Probanden nicht repräsentativ war. Ebenso hatten Raucher generell Schwierigkeiten, beide angewandten Riechstoffe zu identifizieren. Ob die negativen Effekte des Rauchens auf das Riechvermögen kurzfristig oder langfristig sind, wurde nicht diskutiert.

In einer ebenso in 2012 publizierten Studie von Schubert et al. beschäftigte man sich mit der Häufigkeit von Beeinträchtigungen des Geruchssinns. Zur Messung des Riechvermögens wurde ein Screening Test, d.h. der San Diego Identifikationstest (SDOIT), durchgeführt. Jedem Probanden (n=2383) wurden acht gewöhnliche Düfte mit jeweils 20 Antwortmöglichkeiten hingehalten. Deren Raucherstatus (Raucher/Nieraucher) sowie Erkrankungen der Nase und auch allgemeine Erkrankungen wurden abgefragt. Es konnte eine signifikante Beeinträchtigung des Geruchssinns nur bei Frauen festgestellt werden, wobei nur ein Identifikationstest eingesetzt wurde. Zu den negativen Effekten des Rauchens wurde keine Aussage getroffen [Schubert et al., 2012].

Gudziol et al. [2013] haben das Riechvermögen mittels „Sniffin‘ Sticks“-Testbatterie (Schwellen-, Diskrimination- und Identifikationstest) an 40 Rauchern und 43 Nichtrauchern evaluiert. Es folgte zuerst eine Anamnese der Probanden und eine medizinische Untersuchung der Nase. So wurden Erkrankungen, Medikamenteneinnahme und der Raucherstatus ermittelt. Nach der Raucheranamnese wurden die Probanden in die Gruppe der Nichtraucher oder Raucher eingeteilt. Voraussetzung für die Gruppe

der Raucher war es, mindestens 15 Zigaretten pro Tag zu rauchen. In dieser Studie wurden ebenso die Packungsjahre berechnet. Das Testen mittels „Sniffin‘ Sticks“ wurde in der Gruppe der Raucher fünf Mal und der Nieraucher zweimal durchgeführt und anschließend die SDI-Werte ermittelt. Die Ergebnisse machten deutlich, dass das Rauchen das Riechvermögen auf zwei Wege beeinträchtigt. Zum einen zeigten sich ein reversibler kurzfristiger Effekt nach akutem Rauchen und zum anderen ein irreversibler langfristiger Effekt in Abhängigkeit der Packungsjahre. Darüber hinaus stellte man zu allen Messzeitpunkten ein signifikant schlechteres Riechvermögen bei Rauchern fest, wobei diese trotzdem noch im Normbereich lagen.

DAMPFVERHALTEN

Bezüglich der Effekte des Dampfens auf den Geruchssinn wurden bislang keine Studien veröffentlicht.

2.3.6. Riechstörungen

2.3.6.1. Bedeutung von Riechstörungen

Die Bedeutung des Geruchssinns in unserem Leben wird erst dann einem bewusst, wenn man nicht mehr riechen kann. Riechstörungen beziehungsweise der völlige Ausfall der Geruchswahrnehmung können die Lebensqualität erheblich einschränken und das Wohlbefinden vermindern [Frasnelli und Hummel, 2005; Neuland et al., 2011; Croy et al., 2014].

So fehlt den Betroffenen die Frühwarnfunktion, womit beispielsweise ausströmendes Gas unbemerkt bleibt, Brände nicht sofort wahrgenommen werden sowie verdorbene Lebensmittel unbemerkt bleiben. Außerdem kann die unvollständige Wahrnehmung von Körpergerüchen zu Unsicherheiten auf zwischenmenschlicher Ebene führen und somit zu einer sozialen Isolation führen. Des Weiteren können Betroffene kaum Speisen und Getränke genießen. Parallel zu einer verminderten orthonasalen Geruchswahrnehmung kann auch aufgrund der retronasalen Wahrnehmung der Gerüche, der Geschmackssinn beeinträchtigt werden. All diese Probleme im Alltag führen bei vielen Patienten zu Depressionen [Santos et al., 2004; Hüttenbrink et al., 2013].

2.3.6.2. Epidemiologie von Riechstörungen

Riechstörungen kommen häufiger vor als angenommen wird, wobei das Risiko mit zunehmendem Alter steigt. Es besteht die Annahme, dass viele Menschen bei

Riechstörungen kaum beziehungsweise gar nicht medizinische Hilfe aufsuchen. Deshalb ist es schwierig, genau zu erfassen, wie viele Menschen tatsächlich an Riechstörungen leiden [Hähner et al., 2006]. Während frühere Untersuchungen eine Häufigkeit an Riechstörungen von zirka 1-3% der Bevölkerung aufzeigten, stellten darauffolgende Evaluierungen wiederum einen deutlichen Anstieg über die Jahre fest: Bis zu 19% der Bevölkerung leiden demnach unter Riechstörungen, wovon 13% Hyposmiker sowie zirka 6% Anosmiker sind [Hoffman et al., 1998; Brämerson et al., 2004].

Die epidemiologische Untersuchung von Vennemann et al. [2008] indizierte ähnliche Daten bezüglich der Häufigkeit von Riechstörungen. So ging man von 18% Hyposmikern und 4% Anosmikern aus. Weitere Studien von Murphy et al. [2002] sowie Landis et al. [2004] und Boesveldt et al. [2011] ergaben ähnliche Ergebnisse.

Eine Umfrage mittels Fragebogen an den HNO-Kliniken in Deutschland zeigt, dass zirka 110.000 Patienten in Deutschland, Österreich und Schweiz mit Riechstörungen behandelt werden. Nach Schätzungen aus den USA sind jährlich bis zu 200.000 Patienten unter Behandlung aufgrund von Riechstörungen [Damm et al., 2004].

2.3.6.3. Ursachen von Riechstörungen

Grundsätzlich werden die Ursachen von Riechstörungen in sinunasale (Erkrankungen der Nase/Nasennebenhöhlen) und nicht-sinunasale (krankhafte Veränderung des Riechepithels) Ursachen eingeteilt. Abbildung 12 stellt die ermittelten Häufigkeiten der Riechstörungen dar. So sind die häufigsten Ursachen von behandelten Patienten in deutschsprachigen HNO-Kliniken sinunasale Störungen, d.h. Entzündungen der Nase/Nasennebenhöhlen (53%) gefolgt von respiratorischen Störungen (19%) und nicht-sinunasalen Störungen, d.h. postviralen Störungen (11%) des Geruchsinns, wobei die Werte je nach Klinik variieren können [Damm et al., 2004].

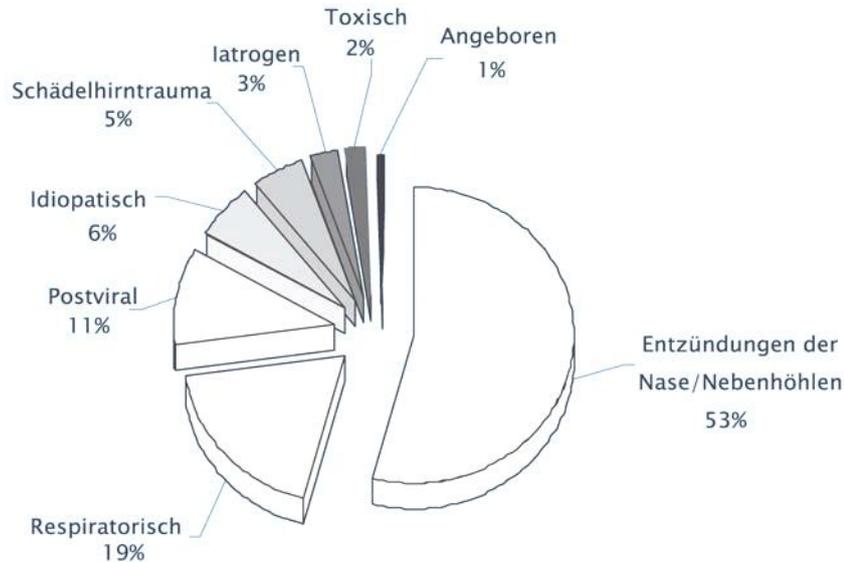


Abbildung 12: Häufigkeit und Ursachen von Riechstörungen [Damm et al., 2004]

2.3.6.4. Einteilung der Riechstörungen

Eine normale Geruchswahrnehmung wird als Normosmie bezeichnet. Riechstörungen werden in quantitative und qualitative Störungen unterteilt. Eine spezifische Aufteilung wird in nachstehender Tabelle 3 aufgezeigt.

Tabelle 3: Einteilung der Riechstörungen modifiziert nach [Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf-und Halschirurgie, 2016; Ludger et al., 2000]

RIECHSTÖRUNG		DEFINITION
QUANTITATIV	Hyperosmie	gesteigerte Geruchswahrnehmung (selten)
	Hyposmie	verminderte Geruchswahrnehmung
	Anosmie	völliger Ausfall der Geruchswahrnehmung; kein Riechvermögen vorhanden
	Funktionelle Anosmie	deutliche Einschränkung des Riechvermögens; kompletter Verlust und geringe Restwahrnehmung
	Partielle Anosmie	deutlich verminderte Sensibilität gegenüber bestimmten Gerüchen; ansonsten normale Geruchswahrnehmung
QUALITATIV	Parosmie	verzerrte Geruchswahrnehmung in Gegenwart eines Reizes
	Phantosmie	Geruchswahrnehmung in Abwesenheit eines Reizes (Geruchshalluzinationen)
	Pseudoosmie	Umdeutung einer Geruchswahrnehmung durch starke Emotionen (Geruchstillusionen)
	Olfaktorische Intoleranz	gesteigerte Sensibilität gegenüber Gerüchen; ansonsten normale Geruchswahrnehmung

2.3.7. Psychophysische Tests zur Untersuchung des Riechvermögens

Es gibt eine breite Auswahl an psychophysischen Tests (Tab. 4), wobei hier nur auf die in der vorliegenden Studie angewendete Methode, d.h. die „Sniffin‘ Sticks“-Testbatterie detaillierter eingegangen wird.

Tabelle 4: Riechtests und die von ihnen getestete Riechfunktion modifiziert nach [Ebenstein et al., 2005]

RIECHTESTS	GETESTETE RIECHFUNKTION
Sniffin‘ Sticks-Testbatterie	Riechschwelle ² , Diskrimination ³ , Identifikation ⁴
Connecticut Chemosensory Clinical Research Center (CCCRC) Test	Riechschwelle, Identifikation
Olfactory Perception Threshold Test (OPTT)	Riechschwelle
T&T Olfactometer	Riechschwelle
Smell Threshold Test	Riechschwelle
Scandinavian Odor Identification Test	Identifikation
University of Pennsylvania Smell Identifikation Test (UPSIT)	Identifikation
Biolfa olfactory test	Identifikation
Odorant confusion matrix	Identifikation
Sniff Magnitude Test	Schnüffelfunktion
12-Item Odor Memory Test	Riechgedächtnis, Diskrimination
SCREENING-TESTS	GETESTETE RIECHFUNKTION
Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT)	Identifikation
Pocket Smell Test (PST)	Identifikation
San Diego Odor Identification Test	Identifikation
Smell Diskettes Test	Identifikation

² Ab welcher Konzentration wird der Duft (n-Butanol oder Phenylethylalkohol) wahrgenommen.

³ Die Fähigkeit Düfte zu unterscheiden.

⁴ Die Fähigkeit Düfte zu erkennen.

2.3.7.1. Untersuchung des Riechvermögens mittels „Sniffin‘ Sticks“

Das Riechtestverfahren mit der „Sniffin‘ Sticks“-Testbatterie wird als Standard zur detaillierten Untersuchung der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit beziehungsweise des Riechvermögens angewendet [Hummel et al., 2007; Rumeau et al., 2016]. Dieser Riechtest wurde 1995 von Hummel und Kobal entwickelt und wird von der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Olfaktologie und Gustologie für Untersuchungen des Geruchssinns empfohlen. Dieser umfasst einen Test zur Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle für n-Butanol beziehungsweise Schwellentest, einen Diskriminationstest und einen Identifikationstest. Somit enthält dieser Test einen schwellennahe sowie zwei überschwellige, also einen verbalen (Identifikation) und nichtverbalen (Diskrimination) Test [Wolfensberger und Schnieper, 1999]. Erwähnenswert ist hier, dass schon in über 100 publizierten Studien die „Sniffin‘ Sticks“ verwendet wurden [Hummel et al., 2007].

Die Riechstifte haben die Form und das Aussehen von Filzstiften und sind mit Duftstoffen gefüllt. In der stabilen Hülle der Stifte (Stiftkörper) befindet sich ein mit Duftstoff getränkter Tampon. Über die Filzspitze wird der Duftstoff freigegeben. Die Stifte sind in etwa 14 Zentimeter lang und haben ein Innendurchmesser von 1,3 Zentimeter sowie ein Gesamtvolumen von 4 ml (natürliche und künstliche Duftstoffe). Somit nehmen diese nicht viel Platz ein und sind gut transportierbare Materialien. Alle darin enthaltenen Duftstoffe sind gesundheitlich unbedenklich und werden auch in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie verwendet. Des Weiteren wird jeder Stift durch eine Verschlusskappe u.a. vor Austrocknung geschützt und verschlossen (Abb. 13) [Hummel et al., 1997].

Für die Duftstofffreisetzung wird die Stiftkappe abgenommen und dem Probanden die Filzspitze in zirka 2 Zentimeter Abstand für etwa 3 Sekunden vor beide Nasenlöcher hingehalten. Der gesamte Riechtest besteht aus 112 „Sniffin‘ Sticks“, wovon 48 für den Schwellentest, 48 für den Diskriminationstest und 16 für den Identifikationstest sind [Hummel et al., 1997]. Die im Rahmen der Studie angewendeten Tests sowie deren Durchführung werden in Kapitel 3.2.2 ausführlich behandelt.

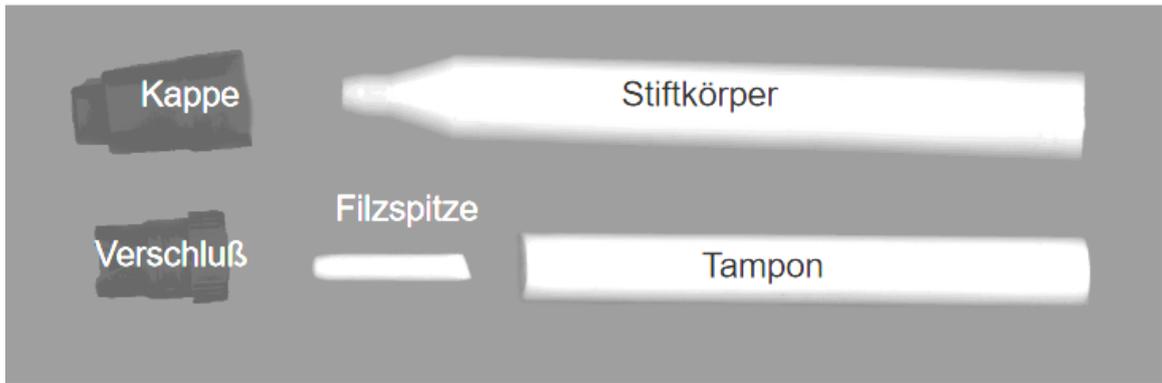


Abbildung 13: Aufbau eines „Sniffin‘ Sticks“ [Hummel, o. Jg.]

Dieses Riechtestverfahren kann zirka ein Jahr benutzt werden und beruht auf eine „forced-choice-Methode“. Der Proband bekommt vorgegebene Antwortmöglichkeiten und muss sich für eine Antwort entscheiden. Außerdem ist der Test gut validiert, zuverlässig sowie einfach anzuwenden [Hummel und Heckmann, 2009].

3. Probanden und Methoden

3.1. Probanden

Zur Durchführung der präsentierten Studie wurden im Zeitraum von 20. Juli 2017 bis 13. Oktober 2017 insgesamt 181 Probanden untersucht.

3.1.1. Rekrutierung der Probanden

Die Auswahl der Probanden erfolgte mittels Mundpropaganda, dem Verteilen von Flyern, dem Aufruf über diverse Social Media Kanäle sowie mittels persönlicher Ansprache in der Dampfbar Wien im 6. Bezirk und in der A1 Filiale im 1. Bezirk, die ihre Seminarräume für die Untersuchungen zur Verfügung stellten. Weitere Standorte waren diverse Universitäten Wiens (Hauptuniversität Wien, Wirtschaftsuniversität Wien, Executive Academy der Wirtschaftsuniversität). Es wurde gezielt nach Personen im Alter zwischen 18 und 46 Jahren gesucht, da in diesem Alter die Geruchswahrnehmung am besten ausgeprägt ist. Auch auf eine ausgeglichene Verteilung der Geschlechter sowie der Gruppen wurde geachtet.

Um eine möglichst perfekte Terminkoordination zu schaffen, wurde mithilfe vom Online Tool Doodle ein Link mit der Beschreibung der Studie, dem Ort der Untersuchung sowie den Teilnahmevoraussetzungen erstellt.

Damit die Studie ordnungsgemäß durchgeführt werden konnte, wurden im Vorfeld folgende Ausschlusskriterien aufgestellt:

- regelmäßiger Konsum von Drogen, Alkohol (Alkoholmissbrauch)
- regelmäßige Medikamenteneinnahme (Ausnahme: hormonelle Kontrazeptiva)
- Allergien
- Erkältung zum Untersuchungszeitpunkt
- Alter unter 18 und über 46 Jahre
- bestehende Schwangerschaft
- akute oder chronische Erkrankungen
- weniger als 1 Jahr rauchen

Die Probanden wurden vor Beginn der Untersuchung detailliert über den Zweck der Studie sowie über die Durchführung aufgeklärt. Mittels Fragebogen wurden alle wichtigen Daten erfasst. Die Teilnahme an der Studie erfolgte freiwillig.

3.1.2. Verteilung der Probanden

Wie die graphische Darstellung in Abbildung 14 zeigt, war das Geschlechterverhältnis ausgeglichen. Unter den 181 untersuchten Probanden nahmen 90 Frauen und 91 Männer teil.

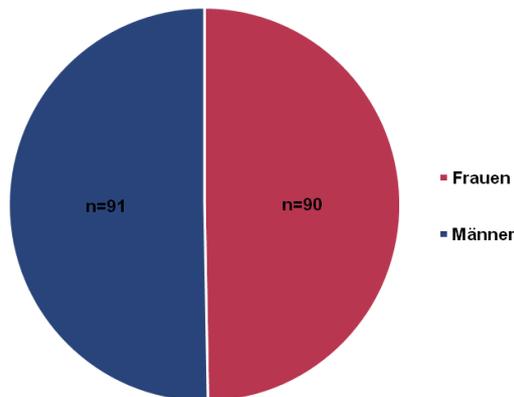


Abbildung 14: Geschlechterverteilung der Probanden

Die Verteilung der Studienteilnehmer in den Gruppen ergab sich wie folgt: Die Kontrollgruppe, d.h. die Nichtraucher, umfasste 70 Personen. Zudem nahmen 66 Raucher sowie 45 Dampfer⁵ an der Studie teil. Abbildung 15 stellt die Anzahl der rekrutierten Probanden in der Kontrollgruppe sowie der zwei Untersuchungsgruppen (Raucher, Dampfer) graphisch dar.

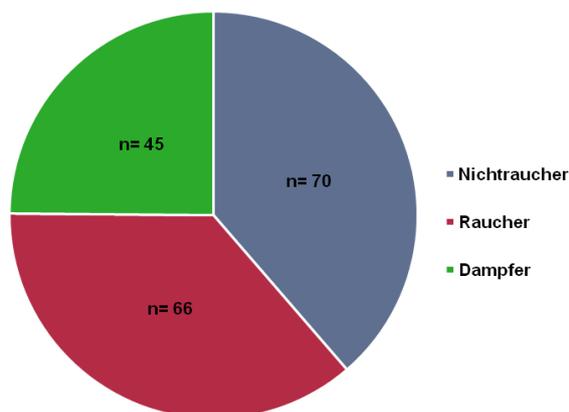


Abbildung 15: Anzahl der rekrutierten Probanden

In der Kontrollgruppe (n=70) nahmen 40 Frauen und 30 Männer teil. Das Durchschnittsalter der Gruppe betrug $25,21 \pm 5,35$ Jahre.

⁵ Dampfer = E- Zigaretten Konsumenten

Die erste Untersuchungsgruppe (n=66), die Raucher, teilte sich auf 32 Frauen und 34 Männer auf. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe betrug $27,18 \pm 5,70$ Jahre. Alle Raucher gaben an, dass sie mindestens 30 Minuten vor Testbeginn rauchten. Im Durchschnitt rauchten die Probanden seit 11 Jahren und konsumierten 14 Zigaretten pro Tag. Der durchschnittliche Tabakkonsum beläuft sich, umgerechnet in „Packungsjahre“, auf 8 Jahre. Das Packungsjahr (im Englischen: pack years) ist eine Einheit mit der die Rauchdosis beziehungsweise die Anzahl an konsumierten Zigaretten pro Tag und die Raucherjahre besser abgeschätzt werden kann. Es wird die pro Tag gerauchte Anzahl an Zigaretten durch 20 (eine Packung Zigaretten) geteilt und mit den Raucherjahren multipliziert [Brämerson et al., 2004; Katotomichelakis et al., 2007; Vennemann et al., 2008; Gudziol et al., 2013].

Die Gruppe der Dampfer (n=45), allesamt zuvor Raucher, teilte sich in 18 Frauen und 27 Männer auf. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe betrug $26,82 \pm 6,27$ Jahre. Alle Probanden gaben an, dass sie keine konventionellen Zigaretten zu den E-Zigaretten konsumieren. Durchschnittlich wurde seit 2,3 Jahren gedampft und 10,8 ml Liquid pro Tag konsumiert. Alle Probanden dieser Gruppe gaben an nikotinhaltige E-Zigaretten zu dampfen.

Da für diese Studie nur junge Erwachsene im Alter zwischen 18 und 46 Jahren getestet wurden, erfolgte keine weitere Einteilung nach Altersklassen. Die folgende Grafik gibt dennoch eine Übersicht über die Altersverteilung der drei Gruppen.

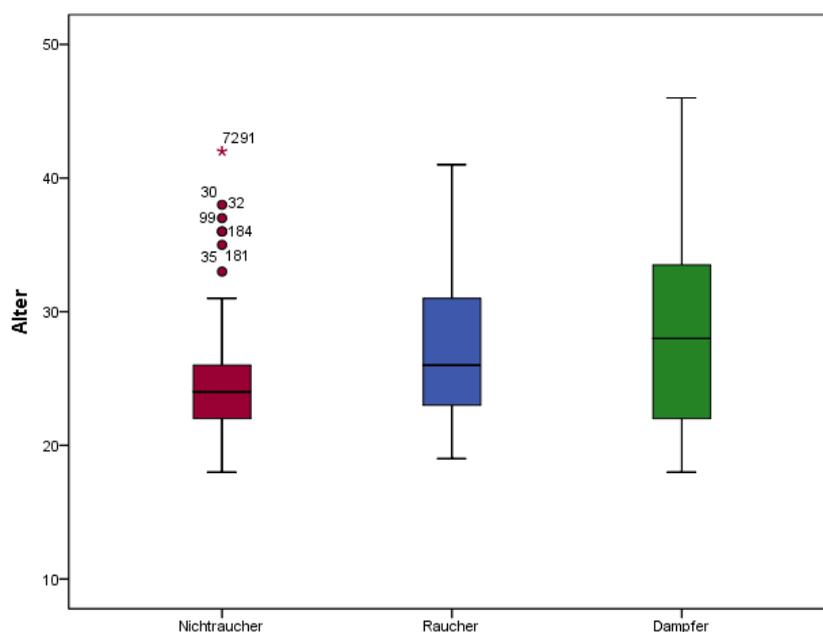


Abbildung 16: Darstellung der Altersverteilung in den verschiedenen Gruppen

3.2. Methodisches Verfahren

3.2.1. Aufbau des Fragebogens

Um die Studie fachgerecht auswerten zu können, wurden alle Daten im Zuge eines 4-seitigen Fragebogens vollständig erfasst. Dieser setzte sich aus insgesamt drei wichtigen Teilen zusammen: Allgemeine Angaben, Abfrage des Raucher- oder Dampferstatus und des Riechvermögens. Der detaillierte Fragebogen ist dem Anhang 9 zu entnehmen. Im Folgenden ein kurzer Überblick:

- Allgemeine Angaben: Hier wurde der Name, das Alter, das Geschlecht und der Beruf erhoben. Der Name wurde nur zwecks einfacherer Datensammlung abgefragt, aber nicht veröffentlicht. Zudem wurden mögliche Erkrankungen (genetische, chronische), die Medikamenteneinnahme, der Gesundheitszustand, eine mögliche Schwangerschaft, die Einnahme von Kontrazeptiva sowie der Alkoholkonsum erfasst.
- Die Abfrage des Raucher- oder Dampferstatus hat sich folgendermaßen ergeben: Die Probanden mussten sich zur Gruppe der Nichtraucher, Raucher, Ex-Raucher oder Dampfer zuordnen. Im Falle eines Rauchers oder Dampfers wurden weitere genaue Angaben zum Verhalten und Konsum abgefragt.
- Die Selbsteinschätzung des Riechvermögens sowie die Erhebung von Riechstörungen und Erkrankungen der Nase waren ein ebenso essentieller Teil des Fragebogens.

An den Fragebogen wurden die Einverständniserklärung sowie die standardisierten Antworttabellen der drei Untertests (Schwellen-, Diskriminations- und Identifikationstest) angehängt. Die Ergebnisse konnten dadurch direkt nacheinander eingetragen werden und waren entsprechend dem jeweiligen Probanden in gesammelter Form zugeordnet. In der Einverständniserklärung wurde u.a. versichert, dass die „Sniffin‘ Sticks“ gesundheitlich unbedenklich sind.

3.2.2. Untersuchungsbedingungen

Die Untersuchungen fanden an der Wirtschaftsuniversität Wien (1020 Wien), Executive Academy (1020 Wien), Dampfbar Wien (1060 Wien) und in einer A1 Filiale (1010 Wien) statt. Wenn auch an unterschiedlichen Plätzen, so konnten alle Untersuchungs-

sorte separate Räume, die mit Tischen und Sesseln ausgestattet waren, zur Verfügung stellen. Diese erfüllten die idealen Voraussetzungen, um etwaige Störfaktoren auszuschließen. Demnach handelte es sich um ruhige, geruchslose und gut belüftete Räume mit konstanter Raumtemperatur.

Um weiteren Einflüssen vorzubeugen, wurden die Probanden im Vorfeld über den bereits erwähnten Doodle-Link gebeten, kein Parfüm oder Aftershave zu tragen. Zudem durfte mindestens 30 Minuten vor Beginn der Untersuchung keinerlei Kaugummi, Zigarette, E-Zigarette, Bonbons sowie Getränke, außer Wasser, und stark gewürzte Speisen konsumiert werden.

Des Weiteren wurde die gesamte Untersuchung nur mit weißen Baumwollhandschuhen durchgeführt, um mögliche Einflüsse durch die Hände der Versuchsleiterin zu vermeiden, wobei für jeden Untertest eigene verwendet wurden. Die Stifte wurden nur mit einer Hand am unteren Rand angefasst und mit der anderen Hand die Kappe abgezogen. Unmittelbar nach dem Schnüffeln wurde die Verschlusskappe wieder aufgesetzt. Eine Berührung mit der Filzspitze durch die Versuchsleiterin sowie durch Hautkontakt mit dem Probanden wurde vermieden.

3.2.3. Ablauf der Geruchstests

Die Untersuchung der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit erfolgte mittels „Sniffin‘ Sticks“-Testbatterie, laut Bedienungsanleitung der Firma Burghart Messtechnik GmbH (Wedel, Deutschland). Diese wurden vom Sensorik-Labor der Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien zur Verfügung gestellt.

Dabei wurden die Geruchsschwelle (Schwellentest), die Fähigkeit Gerüche voneinander zu unterscheiden (Diskriminationstest) sowie die Fähigkeit verschiedene Gerüche zu erkennen (Identifikationstest) untersucht. Folgende Reihenfolge wurde hierbei vorgenommen: Schwelle-Diskrimination-Identifikation. Zwischen den drei Untertests wurde ein Abstand von 3 Minuten eingehalten, um den Probanden aufgrund der vielen Düfte nicht zu überfordern.

Nun zum eigentlichen Ablauf der erfolgten Untersuchung: Pro Person wurde eine Untersuchungsdauer von 30-45 Minuten eingeplant. Es wurde kurz vor Beginn darauf aufmerksam gemacht, dass während dessen nicht gegessen und getrunken werden durfte, mit Ausnahme von Wasser. Außerdem wurde darum gebeten, die Tech-

nik des Schnüffeln anzuwenden, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. Nachdem der Proband den vorgelegten Fragebogen vollständig ausgefüllt und die Einverständniserklärung unterschrieben hat, wurden die jeweiligen Tests genau erklärt und auf etwaige Fragen eingegangen. Der Proband musste zudem beim Schwellen- und Diskriminationstest eine Schlafmaske anlegen, damit das Darbietungsmuster der Stifte durch farbliche Markierung bzw. Codierung nicht erkannt sowie Aufzeichnungen des Protokollblatts nicht eingesehen werden konnten. Beim Identifikationstest konnte die Maske abgenommen werden, da der Proband die Antwort selbst ankreuzte. Zwischen den Tests wurde jeweils eine dreiminütige Pause eingelegt.

Nach folgendem Grundprinzip erfolgten schließlich die Geruchstest: Im Zuge der sogenannten beidseitigen Testung (links- und rechtsseitig) wurden von der Versuchsleiterin die geöffneten Riechstifte mit ihrer Filzspitze unterhalb der beiden Nasenlöcher mittig hingehalten. Dabei wurde auf einen Abstand von 2 Zentimetern zu den Nasenlöchern geachtet. Mit den Worten Stift 1, Stift 2 oder Stift 3 wurde der Proband zum Schnüffeln aufgefordert. Jeder Stift wurde einmalig für ungefähr 3 Sekunden hingehalten. Parallel dazu wurden die Antworten von der Versuchsleiterin am standardisierten Protokollbogen notiert. Eine Wiederholung des Schnüffelvorgangs war ausgeschlossen. Während der gesamten Untersuchung erfolgten keine Hinweise auf Richtigkeit der Antwort durch die Versuchsleiterin.

Nach Testende wurde den Probanden die individuelle Riechschwelle für n-Butanol sowie die Anzahl der korrekten Diskrimination und Identifikation mitgeteilt. Aus der Summe der drei Tests wurde der SDI-Wert errechnet. Daraus wiederum konnte das Riechvermögen des Teilnehmers definiert und mitgeteilt werden. Abgeschlossen wurde die Untersuchung mit einer kleinen Aufmerksamkeit.

Das gesamte Test-Set mit jeweils 48 Stiften des Schwellentests und Diskriminationstests, die 16 Stifte des Identifikationstests sowie die weißen Baumwollhandschuhe und die Schlafmaske sind in folgender Abbildung 17 ersichtlich.



Abbildung 17: Untersuchungstisch [Eigene Darstellung]

3.2.3.1. Schwellentest

Der erste Untertest dient der Bestimmung der Geruchsschwelle des Probanden nach dem sogenannten „Staircase-Verfahren“. Hierbei wird festgestellt, ab welcher Konzentration ein Duftstoff, in diesem Fall n-Butanol, vom Proband wahrgenommen werden kann. Wie schon erwähnt, besteht der Schwellentest aus 48 Stiften, wovon 16 den Duftstoff in unterschiedlichen Konzentrationen enthalten (Tabelle 5) und die restlichen 32 Kontrollproben mit Lösungsmittel gefüllt sind.

Alle Triplets bestehen aus jeweils einem Stift mit einer Konzentrationsstufe von n-Butanol (rot) sowie zwei Stiften mit dem geruchslosen Lösungsmittel (blau und grün). Wie man in der Tabelle 5 sehen kann, entspricht die Verdünnung der Konzentrationen einer geometrischen Reihe. So wird mit jedem Schritt der 16 Stifte die n-Butanol Konzentration halbiert. Nach Erklärung der Tests, wird der Proband aufgefordert, die Schlafmaske aufzusetzen. Wie bereits erläutert, wird jeder Stift für zirka 3 Sekunden, mittig und 2 Zentimeter unter die Nasenöffnungen gehalten und bei den Worten „Stift 1, Stift 2, Stift 3“ aufgefordert zu schnüffeln. Das Hinhalten der Triplets erfolgte in zufälliger Reihenfolge, damit der Proband kein Muster erkennt. Zwischen den Triplets wurde auf einen Abstand von etwa 20 Sekunden geachtet. Anhang 9.3. stellt die standardisierten Ergebnisprotokollbögen, zur Erfassung der Ergebnisse, dar.

Tabelle 5: Verdünnungsreihe des Schwellentests modifiziert nach [Hummel et al., 2007]

TRIPLETT- NR.	KONZENTRATION VON N-BUTANOL (%)
1	4%
2	2%
3	1%
4	0,5%
5	0,25%
6	0,13%
7	0,0625%
8	0,03125%
9	0,015625%
10	0,0078125%
11	0,00390625%
12	0,00195313%
13	0,00097656%
14	0,00048828%
15	0,00024414%
16	0,00012207%

Zunächst wird der Startpunkt festgelegt: Dabei wurde der Stift mit der höchsten n-Butanol Konzentration, d.h. Stift Nummer 1 für 3 Sekunden hingehalten, damit sich der Proband den Duft gut einprägt und genau diesen innerhalb der Untersuchung in den unterschiedlichen Konzentrationen wiedererkennen kann. Dieser Schritt erfolgte nur einmalig. Dann startete man bei Triplet Nummer 16, d.h. mit der niedrigsten Konzentration.

- Bei einem Nichterkennen des Stiftes mit n-Butanol der Stufe 16 setzt man den Test mit Stufe 14 fort. Bei weiterem Nichterkennen geht es in Zweierschritten weiter, also 12, 10, usw. (Tab. 6, vertikal verlaufende Markierung „-“)
- Wenn auch der Proband nichts riechen konnte, musste er sich für einen der drei Stifte entscheiden („forced-choice-Methode“).
- Wurde der Stift vom Probanden richtig erkannt, so wurde dieses Triplet wiederholt. Sollte jetzt der Proband den Stift mit n-Butanol ein weiteres Mal nicht erkennen, so ging man bei der nächsthöheren Konzentrationsstufe weiter. Wird aber der Stift mit n-Butanol ein zweites Mal erkannt, wurde diese Konzentrationsstufe als Startpunkt (zweimal richtig erkannt = XX, siehe Tab. 6/orangenes Feld) eingezeichnet.

Vorweg ist anzumerken, dass es folgende Antwort-Optionen gibt: „XX“ = zweimal erkannt, „X-“ = einmal erkannt und einmal nicht erkannt und „-“ = nicht erkannt.

Vom Startpunkt ausgehend, ging man absteigend, d.h. Richtung Stufe 16 (niedrigste Konzentration) in Einzelschritten voran, bis der Proband den Duft nicht mehr zweimal hintereinander erkannt hat. Das war der erste Wendepunkt (grünes Feld in Tab. 6). Sobald dieser eingezeichnet war, wurde in Einzelschritten mit aufsteigender Konzentration (Richtung Stufe 1) fortgesetzt, bis der Proband wieder zweimal hintereinander den Stoff mit n-Butanol erkennt. Dann zeichnete man im Protokoll den zweiten Wendepunkt ein (blaues Feld in Tab. 6).

Nach diesem Prinzip ging man so lange voran, bis insgesamt sieben Wendepunkte nach dem Startpunkt erreicht wurden. Abschließend berechnete man die Geruchsschwelle (S-Wert) aus dem Mittelwert der vier letzten Wendepunkte (violette Felder). Im angeführten Dokumentationsverlauf aus Tabelle 6 ergab sich somit eine Geruchsschwelle von $5+6+5+7/4= 5,75$. Die Schwellenergebnisse können von 1 bis 16 reichen, wobei „Anosmiker“ bei 0 Punkten liegen.

Tabelle 6: Beispiel für eine Dokumentation des Schwellentests [Eigene Darstellung]

VERDÜNNUNGSSTUFE								
1								
2								
3								
4								
5					XX		XX	
6	XX		XX		X-	X-		XX
7		XX	-	-				-
8	-	X-						
9								
10	-							
11								
12	-							
13								
14	-							
15								
16	-							

3.2.3.2. Diskriminationstest

Der zweite Untertest besteht, wie der Schwellentest, aus 48 Stiften (zu jeweils 16 Mal grün, rot und blau) und testet wie gut der Proband Gerüche voneinander unterscheiden kann. Pro Triplet sind zwei Stifte (blau und rot) mit dem identen Duftstoff und der dritte Stift (grün) mit einem anderen Duftstoff gefüllt (Duftstoffe, siehe Tabelle 7). Insgesamt werden dem Probanden 16 Triplets in randomisierter Reihenfolge hingehalten. Nach Aufsetzen der Schlafmaske begann die Versuchsleiterin mit dem ersten Triplet: Die Stifte wurden im Abstand von zirka 2 Zentimetern für etwa 3 Sekunden unter die Nase gehalten und der Proband mit den Worten „Stift 1, Stift 2, Stift 3“ zum Schnüffeln aufgefordert.

Bei jedem Triplet musste sich der Proband für einen Stift entscheiden, der sich von den anderen unterscheidet. Die Antwort des Probanden wurde dann in der Antworttabelle (siehe Anhang 9.3.) eingetragen. Außerdem erfolgte nur ein einmaliges Hinhalten des Stiftes. Zwischen den Triplets achtete man auf einen zeitlichen Abstand von etwa 20-30 Sekunden. Nur die grün markierten Ergebnisse (korrekte Antwort) wurden ausgewertet. Die Summe (D-Wert) ergab sich dann aus allen grün markierten Ergebnissen. Hierfür konnten maximal 16 Punkte erreicht werden.

Tabelle 7: Darstellung der Duftstoffe des Diskriminationstests modifiziert nach [Waldfahrer, 2008]

STIFT	STIFFARBE (GRÜN) ⁶	STIFFARBE (ROT + BLAU)
1	Octylacetat	Zimtaldehyd
2	n-Butanol	2-Phenylethanol
3	Isoamylacetat	Anethol
4	Anethol	Eugenol
5	Geraniol	Octylacetat
6	2-Phenylethanol	Isoamylacetat
7	(+)-Limonen	(+)-Fenchon
8	(-)-Carvon	(+)-Carvon
9	(-)-Limonen	Citronellal
10	2-Phenylethanol	(+)-Menthol
11	(+)-Carvon	Geraniol
12	n-Butanol	(-)-Fenchon
13	Citronellal	Linalool
14	Pyridin	(-)-Limonen
15	Eugenol	Zimtaldehyd
16	Eucalyptol	a-Ionon

⁶ Der Stift mit der grünen Markierung enthält immer einen anderen Duftstoff als die anderen Stifte mit der roten und blauen Markierung.

3.2.3.3. Identifikationstest

Der dritte Untertest besteht aus 16 Stiften, welche unterschiedliche Alltagsgerüche enthalten. Bei diesem Test findet keine Verblindung des Probanden statt. Der Proband erhält eine standardisierte Multiple-Choice-Vorlage mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten pro Stift. In Tabelle 8 sind die 16 Duftstoffe mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten ersichtlich. Dem Probanden wurden hintereinander 16 Stifte in einem Abstand von zirka 2 Zentimetern für etwa 3 Sekunden unter die Nase gehalten. Der Proband wurde aufgefordert zu schnüffeln, dann die 4 Antwortmöglichkeiten durchzulesen, sich für einen Begriff zu entscheiden und diesen anzukreuzen. Der Proband musste sich für eine Antwort in der Multiple-Choice-Vorlage entscheiden, die am besten zutrifft, auch wenn der unsicher war. Bevor der nächste Stift angeboten war, wurde 20-30 Sekunden zwischen den Stiften pausiert. Nach Testende wurden alle Punkte zusammengerechnet (I-Wert). Hierfür konnten ebenso maximal 16 Punkte erreicht werden.

Tabelle 8: Multiple-Choice Vorlage des Identifikationstests

STIFT NR.	4 ANTWORTMÖGLICHKEITEN ⁷			
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	Möhren
10	Zigarette	Kaffee	Wein	Kerzenrauch
11	Melone	Pfirsich	Orange	Apfel
12	Gewürznelke	Pfeffer	Zimt	Senf
13	Birne	Pflaume	Pfirsich	Ananas
14	Kamille	Himbeere	Rose	Kirsche
15	Anis	Rum	Honig	Fichte
16	Brot	Fisch	Käse	Schinken

⁷ Fett gedruckt steht für korrekte Antwort.

3.2.4. Auswertung der Geruchstests

Nachdem der Proband alle Untertests abgeschlossen hat, wurden diese ausgewertet. Auf der einen Seite wurden die Ergebnisse der einzelnen Untertests ausgewertet und auf der anderen Seite der Summenwert aus allen Untertests. Wie schon erwähnt, konnte pro Untertest ein Highscore von 16 Punkten erreicht werden.

Der Summenwert aus allen drei Tests wird abgekürzt als SDI-Wert bezeichnet. Somit konnten maximal 48 Punkte erreicht werden. Diese Summe gibt Auskunft über die Riechleistung des Probanden.

Hat der Proband einen SDI-Wert von mehr als 30, so ist dieser „Normosmiker“. Hat der Proband einen SDI-Wert von 30 oder weniger, so ist dieser „Hyposmiker“. Bei einem SDI-Wert 15 oder weniger zählt der Proband zu den „Anosmikern“ [Burghart, 2012].

Für die statistische Auswertung erfolgte des Weiteren der Vergleich der Ergebnisse aus den Einzeltests mit den Normwerten (Mittelwert \pm Standardabweichung) laut Burghart [2012], die da wären:

- S-Wert: 9.45 ± 0.9
- D-Wert: 12.35 ± 1.5
- I-Wert: 14.70 ± 1.2

um noch genauere Aussagen zur Riechleistung treffen zu können.

3.3. Statistische Auswertung

In der vorliegenden Masterarbeit wurde die statistische Auswertung mit dem Programm „IBM SPSS Statistics 24 / IBM SPSS Statistics 25“ für Windows durchgeführt. Bevor mit der Auswertung begonnen werden konnte, wurde das Signifikanzniveau auf $\alpha=5\%$ festgelegt. Das bedeutet, dass bei einem α -Niveau von $p \leq 0.05$ ein Unterschied zwischen den untersuchten Variablen besteht.

Für die deskriptive Statistik wurden Mittelwerte, Median sowie die Standardabweichung herangezogen. Mithilfe dieser Werte konnte eine grafische Darstellung anhand von Kreisdiagrammen sowie Boxplots erfolgen. Somit konnte die Verteilung der

Charakteristika der Probanden sowie die Verteilung der Ergebnisse der verschiedenen Geruchstests übersichtlich dargestellt werden.

Um in der Gruppe der Raucher Zusammenhänge zwischen den Packungsjahren und den erzielten Testergebnissen festzustellen, wurden Korrelationen durchgeführt. Bei ordinalen Variablen wurde die Korrelation nach Spearman und bei metrischen Variablen die Korrelation nach Pearson durchgeführt. Anschließend erfolgte die grafische Darstellung mittels Streudiagrammen. Dabei wurde zusätzlich eine Gerade durch die Datenpunkte gelegt, wodurch anhand der Steigung der Geraden der Zusammenhang zwischen den Daten der x- und y-Achse interpretiert werden konnten. Die sogenannten „Packungsjahre“ errechneten sich aus der Anzahl der pro Tag konsumierten Zigaretten, die durch 20 geteilt und mit den Raucherjahren multipliziert wird. Um in der Gruppe der Dampfer Zusammenhänge zwischen der Dauer des Dampfens und Menge des Liquids und den erzielten Testergebnissen festzustellen, wurden ebenso Korrelationen durchgeführt. Je nach Skalierung der Daten wurde die Spearman oder Pearson Korrelation angewendet. Anschließend erfolgte ebenso die grafische Darstellung mittels Streudiagrammen.

Für die Interferenzstatistik wurden zuerst die Voraussetzungen auf Normalverteilung geprüft. Dies erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test und Shapiro-Wilk-Test. Nachdem sowohl bei den Daten des Schwellentests, Diskriminationstest, Identifikationstests, SDI-Wert sowie bei den Unterschiedstestungen für 2 Gruppen keine Normalverteilung gegeben war, erfolgte die Berechnung mittels Kruskal-Wallis-Test und anschließenden paarweisen Mann-Whitney-U-Test.

Die Hypothesen, die sich auf die Fehlerquote bei der Beantwortung des Identifikationstests beziehen, wurden mithilfe des Allgemeinen Linearen Modells (ALM) und anschließendem Tukey-HSD (post-hoc Test) beantwortet.

Bei den Unterschiedstestungen für mehrere Gruppen erfolgte die Berechnung mittels ANOVA mit anschließenden paarweisen Bonferroni-Post hoc Tests, wobei die Voraussetzung der Varianzhomogenität mittels Levene Test geprüft wurde.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Ergebnisse der durchgeführten Tests

4.1.1. Schwellentest

4.1.1.1. Grafische Darstellung der erzielten Schwellentest-Ergebnisse

Die folgende Grafik (Abbildung 18) gibt einen Überblick über die erzielten Schwellentest-Ergebnisse in den beiden Untersuchungsgruppen (Raucher, Dampfer) sowie der Kontrollgruppe (Nichtraucher). Während die x-Achse die drei Gruppen darstellt, werden auf der y-Achse die erzielten Schwellen (S-Wert) innerhalb der Gruppen aufgezeigt.

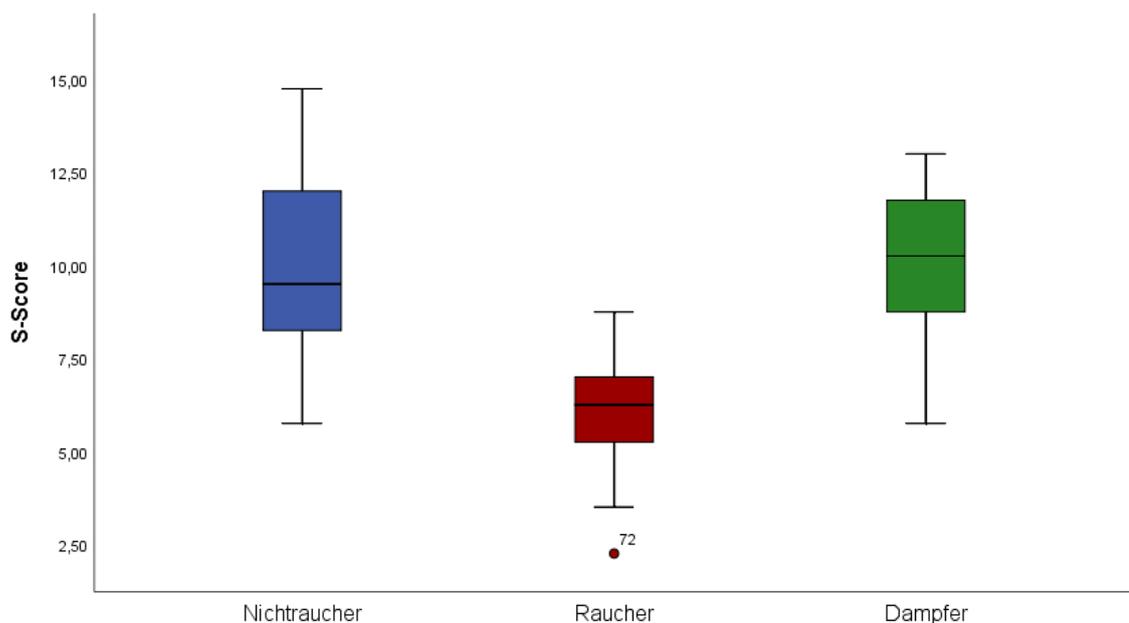


Abbildung 18: Schwellentest-Ergebnisse der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich

- Nichtraucher: Der erste Boxplot zeigt, dass 25% der Kontrollgruppe eine Schwelle von 8.25 oder darunter erzielten. Der Median⁸ lag bei einer Schwelle von 9.5. Des Weiteren erreichten 75% der Probanden der Kontrollgruppe ein Schwellentest-Ergebnis von 12 oder darunter.
- Raucher: Bei Betrachtung des zweiten Boxplots erkennt man, dass 25% der Raucher eine Schwelle von 5.18 oder darunter erzielten. Der Median lag bei

⁸ Median = Wert, der in der Mitte aller gereihten Beobachtungswerte liegt

6.25. Zudem erreichten 75% der Probanden eine Schwelle von 7 oder darunter.

- Dampfer: Der dritte Boxplot zeigt, dass 25% der Dampfer eine Schwelle von 8.63 oder darunter erreichten. Der Median dieser Gruppe lag bei einem Schwellentest-Ergebnis von 10.25. Des Weiteren ist ersichtlich, dass 75% der Probanden dieser Gruppe eine Schwelle von 11.88 oder darunter erzielten.

Insgesamt hätte beim Schwellentest ein Wert von 16 erreicht werden können, was keinem der insgesamt 181 evaluierten Probanden gelungen ist. Der am höchsten erreichte S-Score lag bei einem Wert von 14.75. Dieser wurde bei einem Teilnehmer aus der Kontrollgruppe „Nichtraucher“ festgestellt. Die niedrigste Schwelle (2.25) wies ein Proband aus der Untersuchungsgruppe „Raucher“ auf.

Zusammenfassend kann man aus der Grafik schließen, dass die Kontrollgruppe am besten beim Schwellentest abgeschnitten hat, dicht gefolgt von den Dampfern. Bei Betrachtung des Boxplots geht hervor, dass die Raucher im Vergleich zu den anderen untersuchten Gruppen schlechter abgeschnitten haben. Betrachtet man Abbildung 18 insgesamt, so erreichten 75% der Raucher, 25% der Dampfer sowie 25% der Nichtraucher Schwellentest-Ergebnisse außerhalb des Normbereichs von 9.45 ± 0.9 .

4.1.1.2. Erzielte Schwellentest-Ergebnisse im Vergleich

Um zu testen, ob es in Hinblick auf das Schwellentestergebnis einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen gibt, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet.

Dazu wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich des Ergebnisses des Schwellentests.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich des Ergebnisses des Schwellentests.

Tabelle 9: Output Kruskal-Wallis-Test

Statistik für Test^{a,b}	
Chi-Quadrat	108.152
df	2
Asymptotische Signifikanz	.000

- a. Kruskal-Wallis-Test
- b. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern (nikotinhaltige E-Zigaretten) hinsichtlich des Ergebnisses des Schwellentests ($\chi^2(2, n= 181) =108.152, p\leq.001$) (Tab.9).

H0 wird verworfen.

Anschließend erfolgte der paarweise Mann-Whitney-U-Test (post-hoc Test), um die Gruppen miteinander zu vergleichen.

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU RAUCHER

Tabelle 10: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	197.500
Wilcoxon-W	2408.500
Z	-9.211
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

- a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 11: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	1412.000
Wilcoxon-W	3897.000
Z	-.936
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.349

- a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Tabelle 12: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)

Statistik für Test ^a	
Mann-Whitney-U	81.000
Wilcoxon-W	2292.000
Z	-8.446
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Im Rahmen der paarweisen post-hoc Testung (Mann-Whitney-U-Test) zeigte sich, dass sich Raucher (Md=6.25) von Nichtrauchern (Md=9.5; U=197.500, Z=-9.211, $p \leq .001$) sowie Raucher von Dampfern (Md=10.25; U=81.000, Z=-8.446, $p \leq .001$) signifikant unterschieden (Tab. 10, 12). Jedoch gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern und Dampfern (U=1412.000, Z=-0.936, $p = .349$) (Tab. 11)

4.1.1.3. Einfluss der Packungsjahre auf das Ergebnis des Schwellentests

Um zu untersuchen, ob die „Packungsjahre“ (Rauchdosis) der Raucher einen Einfluss auf das Ergebnis des Schwellentests haben, wurde eine Korrelation nach Pearson angewendet und anschließend die Ergebnisse mittels Streudiagramm grafisch dargestellt.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Packungsjahren
der Raucher und den erzielten Schwellen

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Schwellentests und den Packungsjahren.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Schwellentests und den Packungsjahren.

Tabelle 13: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)

			Packungsjahre	S-Score
Raucher	Packungsjahre	Korrelation nach Pearson	1	-.353**
		Signifikanz (2-seitig)		.004
		N	66	66
	S-Score	Korrelation nach Pearson	-.353**	1
		Signifikanz (2-seitig)	.004	
		N	66	66

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant

Es bestand eine signifikante negative Korrelation zwischen den Packungsjahren und dem Ergebnis des Schwellentests ($r=-.35$, $p=0.004$, $n=66$). Je mehr Packungsjahre, umso schlechter das Schwellentestergebnis. (Tab. 13, Abb. 19)

H0 wird verworfen.

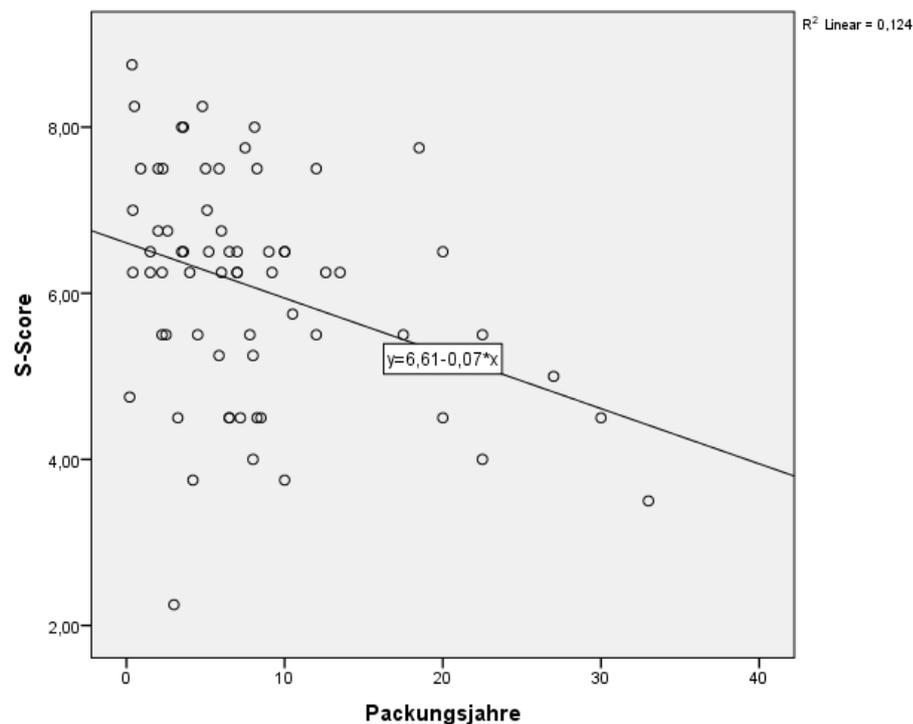


Abbildung 19: Streudiagramm (Raucher)

4.1.1.4. Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Schwellentests

Um in der Gruppe der Dampfer den Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Schwellentests zu untersuchen, wurde eine Korrelation nach

Pearson angewendet. Die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mittels Streudiagramm.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Dauer des Dampfens
und den erzielten Schwellen

Es wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Schwellentests und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Schwellentests und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

Tabelle 14: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

			Dauer (Jahre)	S-Score
Dampfer	Dauer (Jahre)	Korrelation nach Pearson	1	-.099
		Signifikanz (2-seitig)		.517
		N	45	45
	S-Score	Korrelation nach Pearson	-.099	1
		Signifikanz (2-seitig)	.517	
		N	45	45

Es bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Dauer des Dampfens und dem Ergebnis des Schwellentests ($r=-.09$ mit $p=.517$, $n=45$) (Tab. 14, Abb. 20)

H0 wird beibehalten.

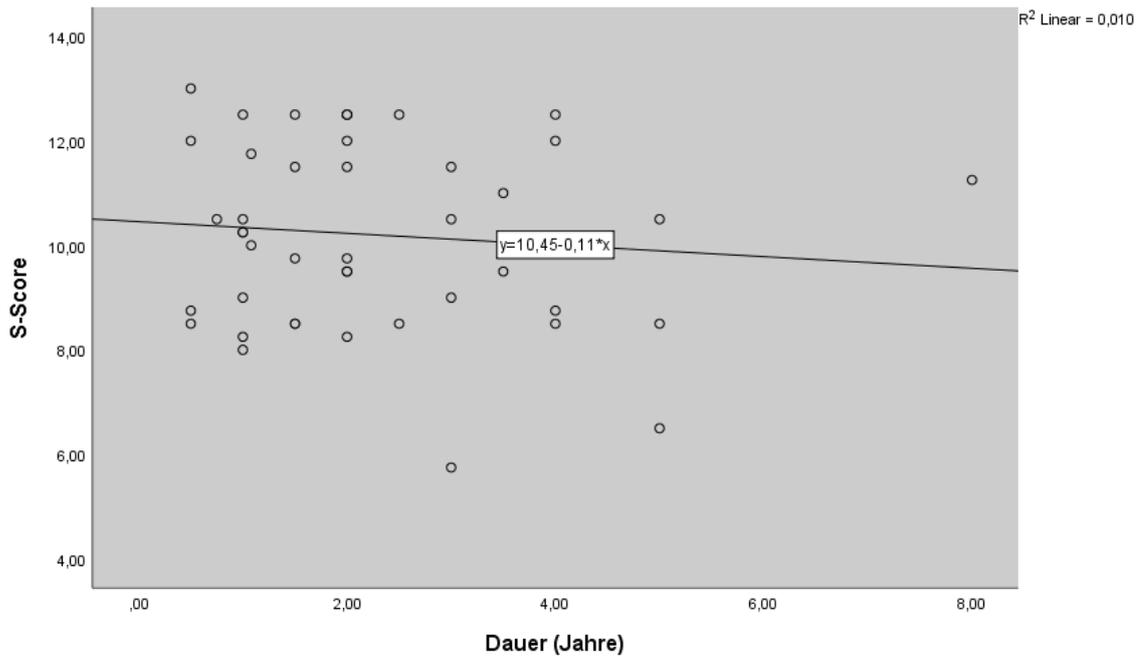


Abbildung 20: Streudiagramm (Dampfer)

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Menge des Dampfens
und den erzielten Schwellen

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Schwellentests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Schwellentests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

Tabelle 15: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

		S-Score	Menge an Liquid (ml)	
Dampfer	S-Score	Korrelation nach Pearson	1	
		Signifikanz (2-seitig)	.180	
		N	45	
	Menge an Liquid (ml)	Korrelation nach Pearson	-.204	1
		Signifikanz (2-seitig)	.180	
		N	45	45

Es bestand zwar eine schwach negative Korrelation zwischen der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wurde, und dem Ergebnis des Schwellentests bei $r = -.20$ mit $p = .180$, $n = 45$, jedoch war dieser Effekt nicht signifikant (Tab. 15, Abb. 21). **H0 wird beibehalten.**

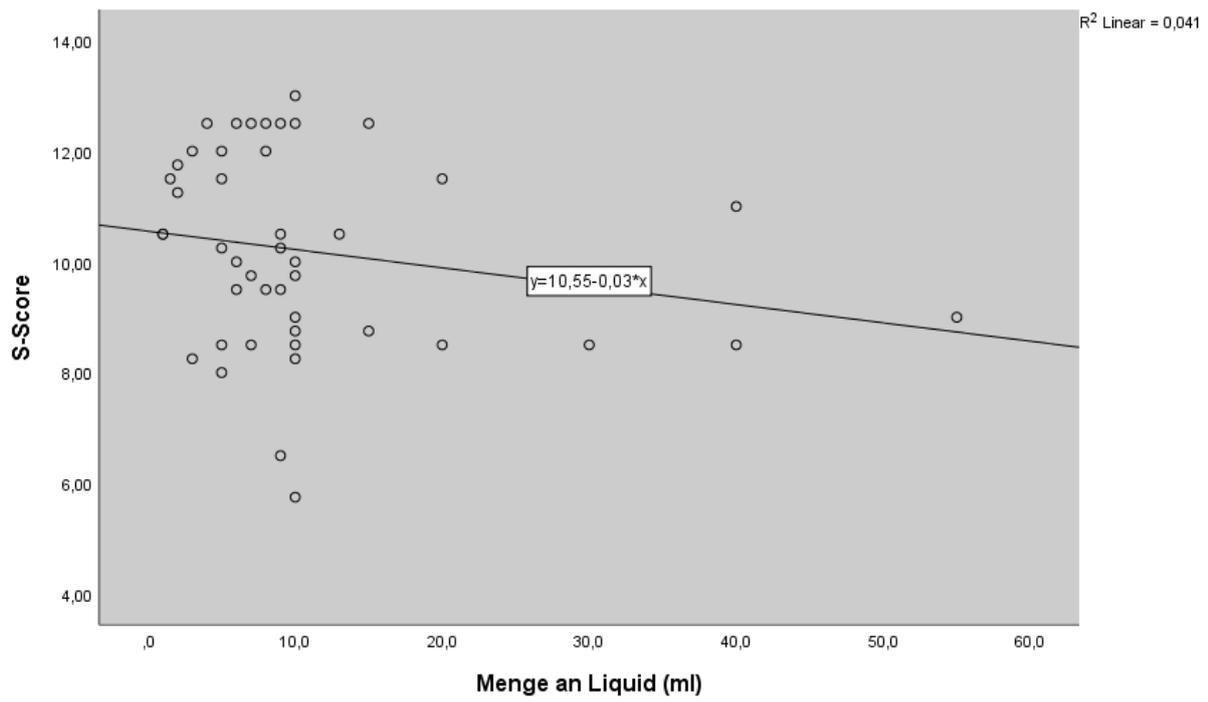


Abbildung 21: Streudiagramm (Dampfer)

4.1.2. Diskriminationstest

4.1.2.1. Grafische Darstellung der korrekt diskriminierten Gerüche

Die nachstehende Grafik (Abbildung 22) stellt die korrekt diskriminierten Gerüche in den evaluierten Gruppen dar. Auf der x-Achse sind die drei untersuchten Gruppen und auf der y-Achse die Anzahl der korrekten Diskriminationen (D-Wert) dargestellt.

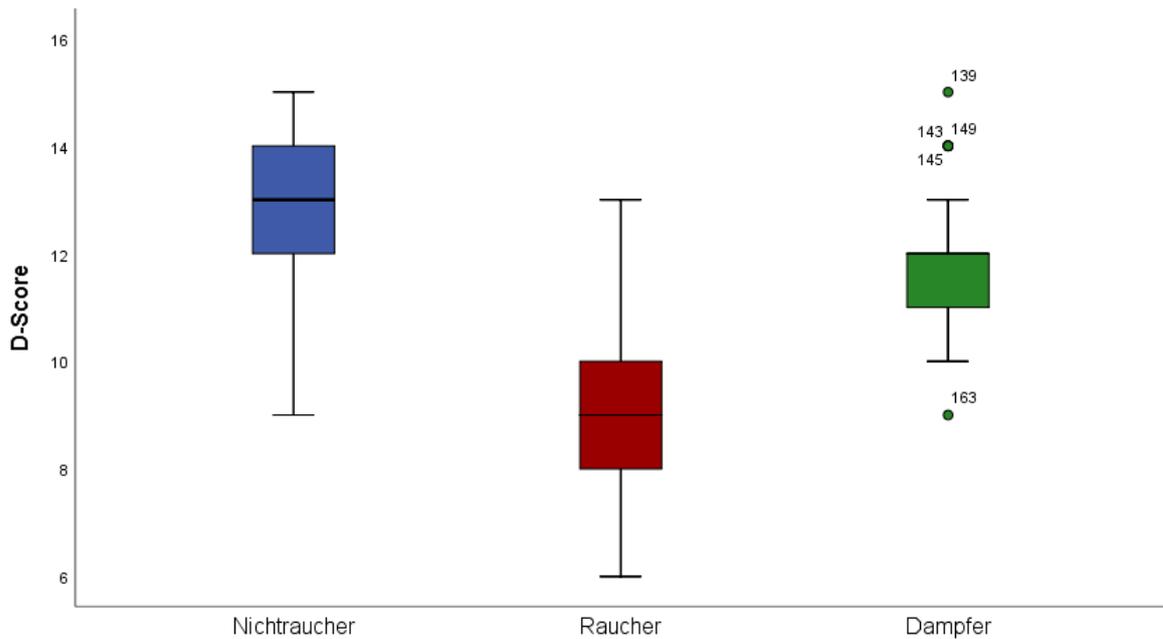


Abbildung 22: Anzahl der korrekten Diskriminationen der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich

- Nichteiniger: Der erste Boxplot hebt hervor, dass 25% der Nichteiniger 12 Gerüche oder weniger korrekt diskriminierten. Der Median lag bei 13 korrekt diskriminierten Sniffin` Sticks. 75% der Probanden dieser Gruppe erzielten 14 oder weniger korrekte Diskriminationen.
- Raucher: Der zweite Boxplot zeigt, dass 25% der Raucher 8 Gerüche oder weniger korrekt diskriminierten. Der Median lag bei 9 korrekt diskriminierten Proben. 75% der Raucher erreichten eine Anzahl von 10 oder weniger korrekten Diskriminationen.
- Dampfer: Wie man dem dritten Boxplot entnehmen kann, wurden von 25% der Dampfer 11 Gerüche oder weniger korrekt diskriminiert. Der Median lag bei 12

oder weniger korrekt diskriminierten Sniffin` Sticks. 75% der Dampfer erzielten einen Wert von 12 oder weniger korrekten Diskriminationen.

Insgesamt hätten beim Diskriminationstest 16 Punkte erreicht werden können, was bei keinem der insgesamt 181 Probanden der Fall war. Der höchst erreichte Wert lag bei 15 korrekten Diskriminationen und wurde von insgesamt 7 Probanden (6 Nicht-raucher, 1 Dampfer) erreicht. Das schlechteste Ergebnis erzielten mit nur 6 korrekt erkannten diskriminierten Gerüchen 2 Raucher.

Zusammenfassend kann man daraus schließen, dass die Nichtraucher am besten beim Diskriminationstest abgeschnitten haben, dicht gefolgt von den Dampfern. Im Vergleich dazu haben die Raucher am schlechtesten abgeschnitten. Betrachtet man die Abbildung 22 insgesamt, so geht hervor, dass über 25% der Nichtraucher und 25% der Dampfer vergleichsweise zu den Rauchern im Normbereich von 12.35 ± 1.5 Punkten lagen.

4.1.2.2. Vergleich der Anzahl der korrekt diskriminierten Gerüche

Um die Vergleiche zwischen den evaluierten Gruppen bezüglich der Anzahl an korrekten Diskriminationen machen zu können wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet.

Die Hypothesenaufstellung hierzu lautet wie folgt:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich der Anzahl korrekt diskriminierter Gerüche.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich der Anzahl korrekt diskriminierter Gerüche.

Tabelle 16: Output Kruskal-Wallis-Test

Statistik für Test ^{a,b}	
Chi-Quadrat	101.029
df	2
Asymptotische Signifikanz	.000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich der Anzahl korrekt diskriminierter Gerüche ($\chi^2(2, n=181) = 101.029, p \leq .001$) (Tab. 16). **H0 wird verworfen.**

Im Anschluss wurde der paarweise Mann-Whitney-U-Test (post-hoc Test) durchgeführt, um die evaluierten Gruppen miteinander zu vergleichen zu können.

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU RAUCHER

Tabelle 17: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	239.500
Wilcoxon-W	2450.500
Z	-9.099
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 18: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	917.500
Wilcoxon-W	1952.500
Z	-3.836
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH RAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 19: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	308.000
Wilcoxon-W	2519.000
Z	-7.179
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Im Rahmen der paarweisen post-hoc Testung (Mann-Whitney-U-Test) zeigte sich, dass sich Raucher (Md=9) von Nichtrauchern (Md=13; U=239.500, Z=-9.099, $p \leq .001$) sowie von Dampfern (Md=12; U=308.000, Z=-7.179, $p \leq .001$) signifikant unterscheiden. (Tab.17, 19). Der Unterschied zwischen Nichtraucher und Dampfern war auch signifikant (U=917.500, Z=-3.836, $p \leq .001$) (Tab. 18).

4.1.2.3. Einfluss der Packungsjahre auf das Ergebnis des Diskriminationstests

Um zu untersuchen, ob die „Packungsjahre“ (Rauchdosis) der Raucher einen Einfluss auf das Ergebnis des Diskriminationstests haben, wurde eine Korrelation nach Pearson angewendet und anschließend die Ergebnisse mittels Streudiagramm grafisch dargestellt.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Packungsjahren der Raucher und der Anzahl der korrekt diskriminierten Gerüche

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und den Packungsjahren.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und den Packungsjahren.

Tabelle 20: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)

			Packungsjahre	D-Score
Raucher	Packungsjahre	Korrelation nach Pearson	1	-.153
		Signifikanz (2-seitig)		.221
		N	66	66
	D-Score	Korrelation nach Pearson	-.153	1
		Signifikanz (2-seitig)	.221	
		N	66	66

Es bestand eine schwach negative aber nicht signifikante Korrelation zwischen den Packungsjahren und dem Ergebnis des Diskriminationstests bei $r = -.15$, $p = .221$, $n = 66$ (Tab. 20, Abb. 23). **H0 wird beibehalten.**

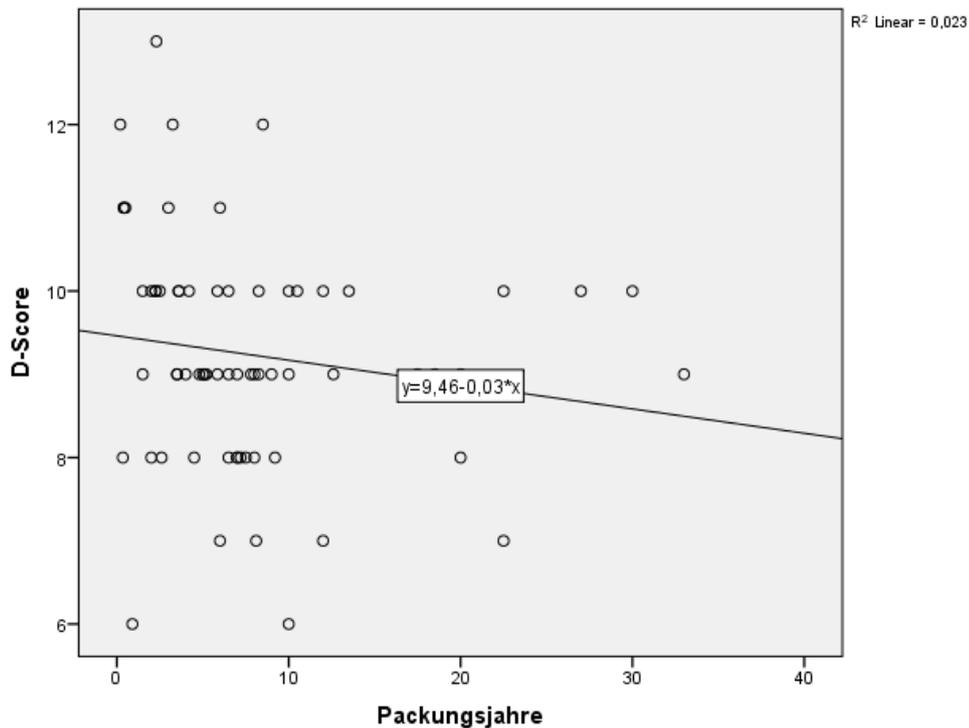


Abbildung 23: Streudiagramm (Raucher)

4.1.2.4. Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Diskriminationstests

Um auch hier zu untersuchen, ob die Dauer und Menge des Dampfens einen Einfluss auf das Ergebnis des Diskriminationstests haben, wurde eine Korrelation nach Pearson angewendet. Anschließend erfolgte die grafische Darstellung der Ergebnisse mittels Streudiagramm.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Dauer des Dampfens
und der Anzahl korrekter Diskriminationen

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

Tabelle 21: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

		Dauer (in Jahren)	D-Score
Dampfer	Dauer (in Jahren)	Korrelation nach Pearson	1
		Signifikanz (2-seitig)	.553
		N	45
	D-Score	Korrelation nach Pearson	.091
		Signifikanz (2-seitig)	.553
		N	45

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und der Dauer (in Jahren) des Dampfens bei $r=.09$, $p=.553$, $n=45$ (Tab. 21, Abb. 24). **H0 wird beibehalten.**

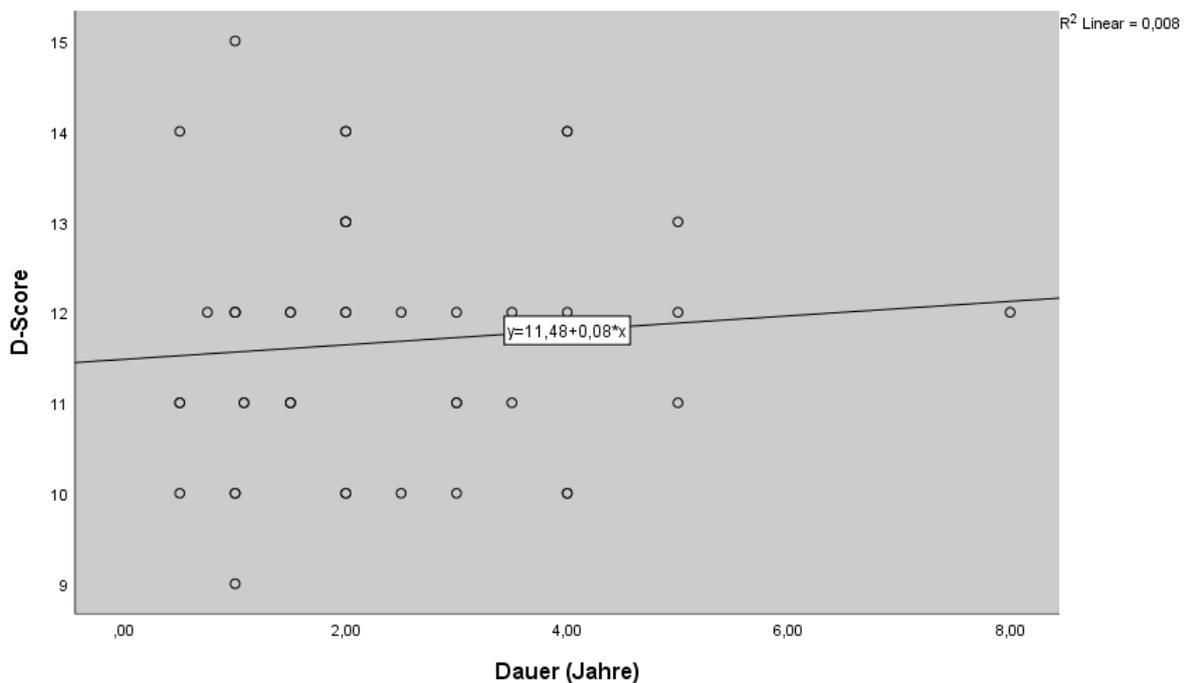


Abbildung 24: Streudiagramm (Dampfer)

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Menge des Dampfens
und der Anzahl korrekter Diskriminationen

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

Tabelle 22: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

		Menge an Liquid (ml)	D-Score
Dampfer	Menge an Liquid (ml)	Korrelation nach Pearson	1
		Signifikanz (2-seitig)	.932
		N	45
	D-Score	Korrelation nach Pearson	-.013
		Signifikanz (2-seitig)	.932
		N	45

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Ergebnis des Diskriminationstests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wurde ($r = -.01$, $p = .932$, $n = 45$) (Tab. 22, Abb. 25). **H₀ wird beibehalten.**

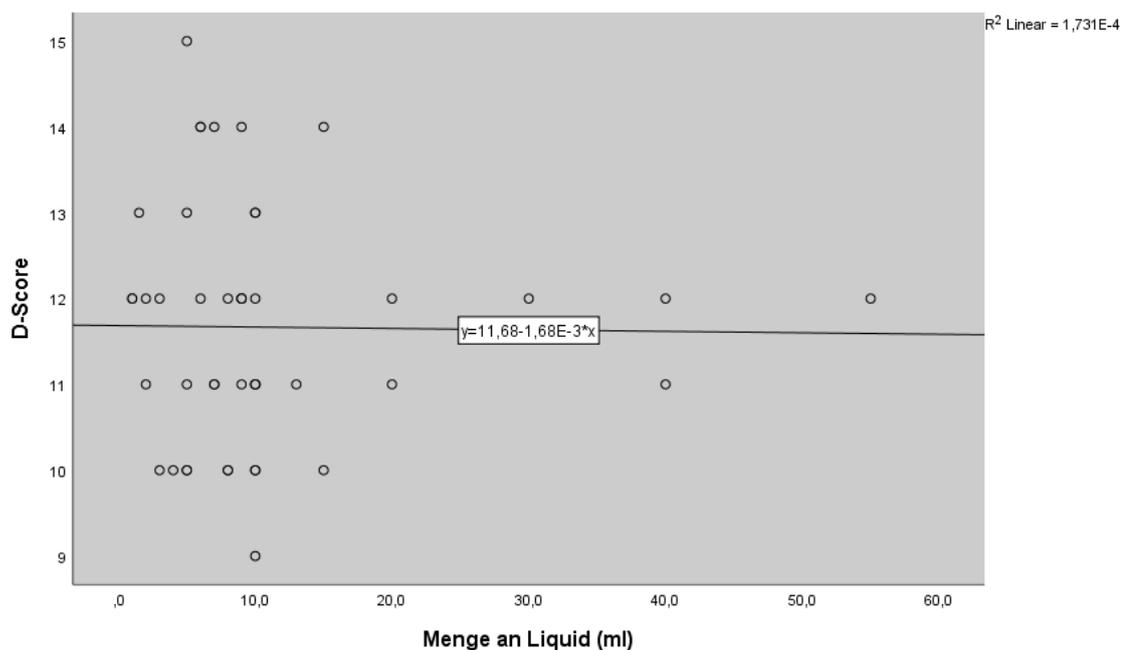


Abbildung 25: Streudiagramm (Dampfer)

4.1.3. Identifikationstest

4.1.3.1. Grafische Darstellung der korrekt identifizierten Gerüche

Folgende Abbildung 26 stellt die korrekt identifizierten Gerüche in den beiden Untersuchungsgruppen (Raucher, Dampfer), sowie der Kontrollgruppe (Nichtraucher) dar. Auf der x-Achse sind die evaluierten Gruppen und auf der y-Achse die Anzahl der korrekten Identifikationen (I-Wert) dargestellt.

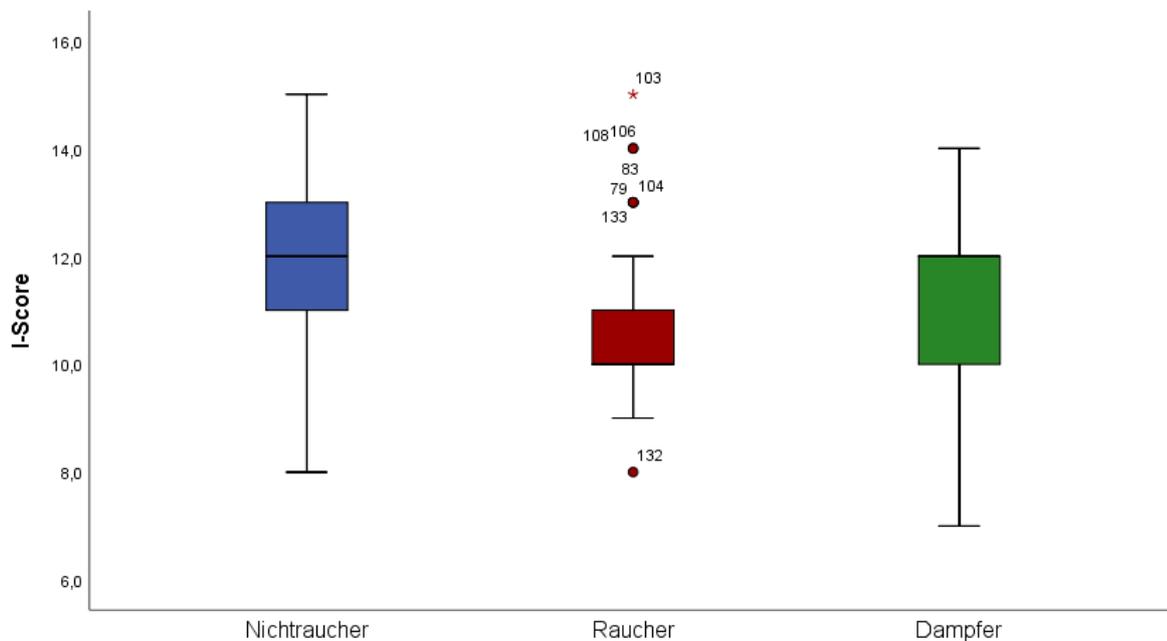


Abbildung 26: Anzahl der korrekten Identifikationen der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich

- Nichteiniger: Wirft man einen Blick auf den ersten Boxplot, so wird erkenntlich, dass 25% der Nichteiniger 11 Gerüche oder weniger korrekt identifizierten. Der Median lag bei einem Wert von 12. Des Weiteren erreichten 75% der Probanden dieser Gruppe ein Testergebnis von 13 oder weniger korrekten Identifikationen.
- Raucher: Der zweite Boxplot zeigt, dass 25% der Probanden dieser Gruppe 10 oder weniger Gerüche richtig identifizieren. Der Median betrug 10 korrekte Identifikationen. 75% der Raucher haben 10 oder weniger Gerüche korrekt erkannt.
- Dampfer: Betrachtet man den dritten Boxplot, so geht hervor, dass 25% der Probanden 10 oder weniger Gerüche korrekt identifizierten. Der Median lag bei einem Wert 12 korrekten Identifikationen. 75% der Dampfer erkannten 12.25 oder weniger Gerüche korrekt.

Insgesamt hätten beim Identifikationstest 16 Punkte erreicht werden können, was keiner der insgesamt 181 Probanden schaffte. Der höchste I-Wert betrug 15 und wurde von insgesamt 8 Probanden (7 Nichteiniger und 1 Raucher) erreicht. Das schlechteste erzielte Testergebnis (1 Dampfer) lag bei nur 7 richtig erkannten Sniffin' Sticks.

Bei Betrachtung der Grafik (Abb. 26) kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Nichtraucher und die Dampfer beim Identifikationstest gleich gut abgeschnitten haben. Die Raucher wiesen im Vergleich zu den anderen Gruppen etwas schlechtere Resultate auf, wobei einige wenige nach oben hin gut abgeschnitten haben. Vergleicht man die Ergebnisse mit dem Normwert von 14.70 ± 1.2 , so haben 75% der Probanden aller drei Gruppen Resultate unterhalb des Normbereichs gezeigt.

4.1.3.2. Vergleich der Anzahl der korrekt identifizierten Gerüche

Um zu untersuchen, ob es Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen und der Kontrollgruppe bezüglich der Anzahl an korrekten Identifikationen gibt, wird auch hier der Kruskal-Wallis-Test angewendet.

Die Hypothesen hierzu lauten wie folgt:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich der Anzahl korrekt identifizierter Gerüche.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich der Anzahl korrekt identifizierter Gerüche.

Tabelle 23: Output Kruskal-Wallis-Test

Statistik für Test ^{a,b}	
Chi-Quadrat	29.099
df	2
Asymptotische Signifikanz	.000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich der Anzahl korrekt identifizierter Gerüche ($\chi^2(2, n=181) = 29.099, p \leq .001$) (Tab. 23). **H0 wird verworfen.**

Im Anschluss an den Kruskal-Wallis-Test, wurde wieder der paarweise Mann-Whitney-U-Test (post-hoc Test) durchgeführt, um die evaluierten Gruppen miteinander zu vergleichen.

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU RAUCHER

Tabelle 24: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher)

Statistik für Test ^a	
Mann-Whitney-U	1157.000
Wilcoxon-W	3368.000
Z	-5.098
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 25: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)

Statistik für Test ^a	
Mann-Whitney-U	1208.500
Wilcoxon-W	2243.500
Z	-2.132
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.033

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH RAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 26: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)

Statistik für Test ^a	
Mann-Whitney-U	939.000
Wilcoxon-W	3150.000
Z	-3.359
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.001

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Im Rahmen der paarweisen post-hoc Testung (Mann-Whitney-U-Test) zeigte sich, dass sich Raucher (Md=10) von Nichtrauchern (Md=12; U=1157.000, Z=-5.098, $p \leq .001$) sowie von Dampfern (Md=12; U=939.000, Z=-3.359, $p = .001$) signifikant unterschieden (Tab. 24,26). Der Unterschied zwischen Nichtrauchern und Dampfern war auch signifikant (U=1208.500, Z=-2.132, $p = .033$) (Tab. 25).

4.1.3.3. Einfluss der Packungsjahre auf das Ergebnis des Identifikationstests

Ob die „Packungsjahre“ (Rauchdosis) der Raucher einen Einfluss auf das Ergebnis des Identifikationstests haben, wurde mittels einer Korrelation nach Pearson überprüft. Die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mithilfe eines Streudiagramms.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Packungsjahren der Raucher und der Anzahl der korrekt identifizierten Gerüche

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und den Packungsjahren.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und den Packungsjahren.

Tabelle 27: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)

		Packungsjahre	I-Score
Raucher	Packungsjahre	Korrelation nach Pearson	1
		Signifikanz (2-seitig)	.131
		N	66
	I-Score	Korrelation nach Pearson	-.188
		Signifikanz (2-seitig)	.131
		N	66

Zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und den Packungsjahren bestand eine schwach negative, jedoch nicht signifikante Korrelation ($r = -.19$, $p = .131$, $n = 66$) (Tab. 27, Abb. 27). **H0 wird beibehalten.**

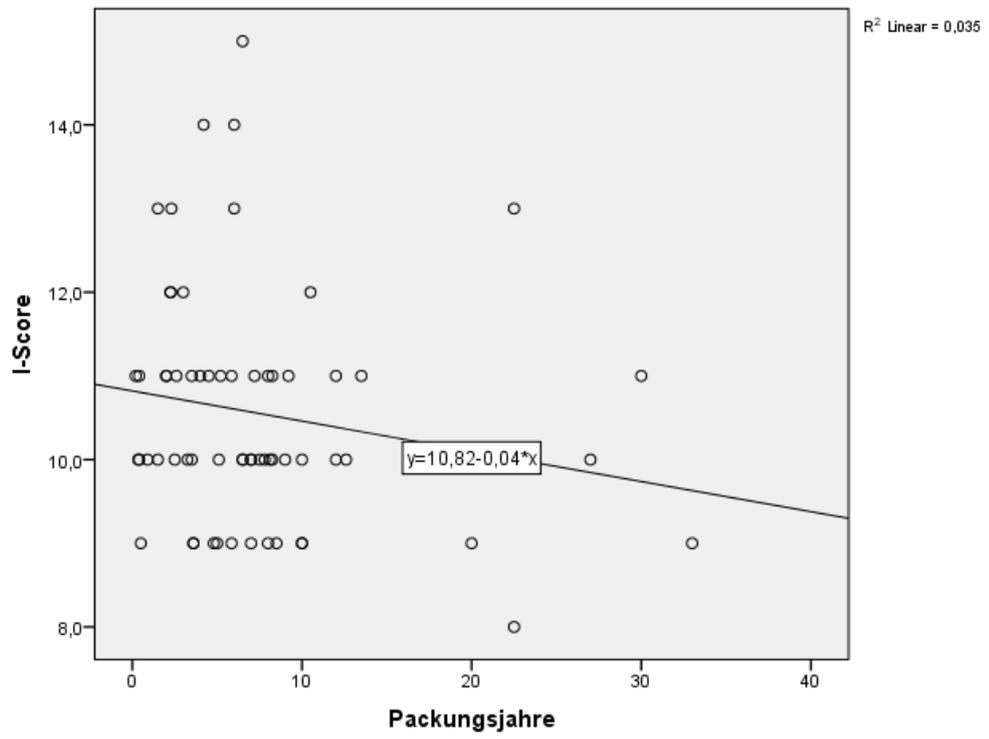


Abbildung 27: Streudiagramm (Raucher)

4.1.3.4. Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf das Ergebnis des Identifikationstests

Ob die Dauer und Menge des Dampfens einen Einfluss auf das Ergebnis des Identifikationstests haben, wurde mit Hilfe einer Korrelation nach Pearson überprüft. Die Ergebnisse sind mittels Streudiagramm grafisch dargestellt.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Dauer des Dampfens und der Anzahl korrekter Identifikationen

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

Tabelle 28: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

			Dauer (in Jahren)	I-Score
Dampfer	Dauer (in Jahren)	Korrelation nach Pearson	1	-.075
		Signifikanz (2-seitig)		.626
		N	45	45
	I-Score	Korrelation nach Pearson	-.075	1
		Signifikanz (2-seitig)	.626	
		N	45	45

Zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und der Dauer des Dampfens (in Jahren) bestand keine signifikante Korrelation ($r=-.08$, $p=.626$, $n=45$) (Tab. 28, Abb. 28). **H0 wird beibehalten.**

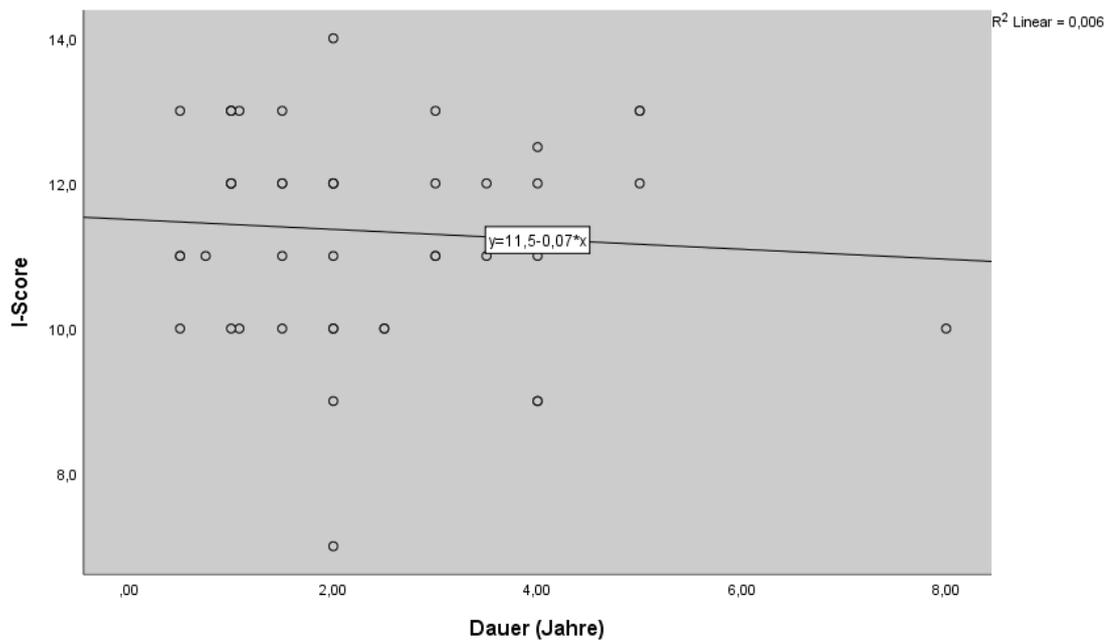


Abbildung 28: Streudiagramm (Dampfer)

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Menge des Dampfens
und der Anzahl korrekter Identifikationen

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

Tabelle 29: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

		Menge an Liquid (ml)	I-Score	
Dampfer	Menge an Liquid (ml)	Korrelation nach Pearson	1	
		Signifikanz (2-seitig)	.803	
		N	45	
	I-Score	Korrelation nach Pearson	-.038	1
		Signifikanz (2-seitig)	.803	
		N	45	45

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Ergebnis des Identifikationstests und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wurde, bei $r = -.04$, $p = .803$, $n = 45$ (Tab. 29, Abb. 29). **H₀ wird beibehalten.**

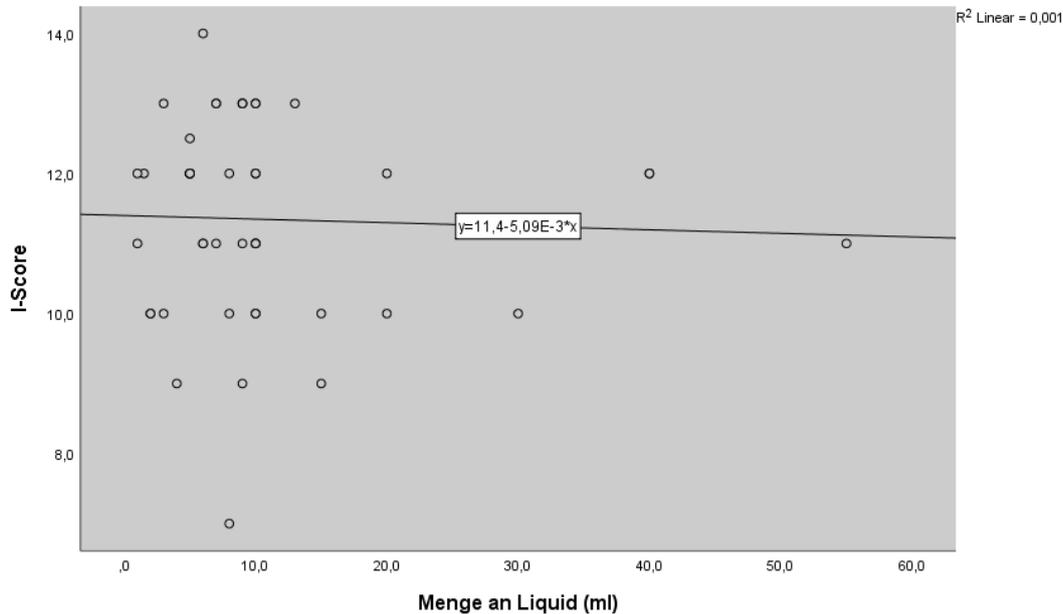


Abbildung 29: Streudiagramm (Dampfer)

4.1.3.5. Auswertung der einzelnen „Sniffin‘ Sticks“

Um zu eruieren, ob die Gruppenzugehörigkeit (Raucher, Dampfer, Nichtraucher) einen Einfluss auf die Fehlerquote bei der Erkennung der Sniffin‘ Sticks des Identifikationstests hat, wurde mit dem Allgemeinen Linearen Modell (ALM) gearbeitet.

Die Hypothesenaufstellung hierzu lautet folgendermaßen:

H₀: Die Gruppenzugehörigkeit (Raucher, Dampfer, Nichtraucher) hat keinen signifikanten Einfluss auf die Fehlerquote bei der Erkennung der Sniffin‘ Sticks im Identifikationstest.

H₁: Die Gruppenzugehörigkeit (Raucher, Dampfer, Nichtraucher) hat einen signifikanten Einfluss auf die Fehlerquote bei der Erkennung der Sniffin‘ Sticks im Identifikationstest.

Tabelle 30: Output Tests der Zwischensubjekteffekte (Fehlerquote)

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable: Fehlerquote					
Quelle	Typ III Quadratsumme	df	Quadratischer Mittelwert	F	Sig.
Korrigiertes Modell	.292 ^a	2	.146	14.468	.000
Konstanter Term	14,955	1	14.955	1484.240	.000
Gruppenzugehörigkeit	.292	2	.146	14.468	.000
Fehler	1.793	178	.010		
Gesamtsumme	17.531	181			
Korrigierter Gesamtwert	2.085	180			

a. R-Quadrat = .140 (Angepasstes R-Quadrat = .130)

Der Haupteffekt der Gruppenzugehörigkeit war signifikant hinsichtlich der Fehlerquote ($F(2,2) = 14.468$, $p = .000$) (Tab. 30)

Tabelle 31: Output Parameterschätzungen (Fehlerquote)

Parameterschätzungen						
Abhängige Variable: Fehlerquote						
Parameter	B	Standardfehler	t	Sig.	95 % Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Konstanter Term	.292	.015	19.492	.000	.262	.321
Nichtraucher	-.044	.018	-2.312	.022	-.082	-.006
Raucher	.048	.019	2.489	.014	.010	.087
Dampfer	0 ^a					

a. Dieser Parameter wurde auf den Wert null gesetzt, da er redundant ist.

Die Gruppenzugehörigkeit hatte einen signifikanten Einfluss auf die Fehlerquote ($F(2,2) = 14.468$, $p = .000$, partielles $\eta^2 = .13$, $n = 181$). 14 % der Streuung der Fehlerquoten-Werte um den Gesamtmittelwert konnten durch die Gruppenzugehörigkeit erklärt werden.

Tabelle 32: Output Mehrfachvergleiche (Fehlerquote)

Mehrfachvergleiche						
Abhängige Variable: Fehlerquote						
Tukey-HSD						
(I) Tabakkonsum		Mittelwertdifferenz (I-J)	Standardfehler	Sig.	95 % Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Nichtraucher	Raucher	-.0926*	.01722	.000	-.1333	-.0519
	Dampfer	-.0443	.01918	.057	-.0897	.0010
Raucher	Nichtraucher	.0926*	.01722	.000	.0519	.1333
	Dampfer	.0483*	.01941	.036	.0024	.0942
Dampfer	Nichtraucher	.0443	.01918	.057	-.0010	.0897
	Raucher	-.0483*	.01941	.036	-.0942	-.0024

Basierend auf beobachteten Mittelwerten.

Der Fehlerterm ist Mittel der Quadrate(Fehler) = ,010.

*. die Mittelwertdifferenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Anhand des post-hoc-Test (Tukey-HSD) zeigte sich, dass sich Raucher (MW=.34, SD=.09) von Nichtrauchern (MW=.25, SD=.11) sowie zu Dampfern (MW=.29, SD=.10) in ihrer Fehlerquote signifikant ($p < 0.05$) unterschieden. Zwischen Nichtrauchern und Dampfern bestanden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich ihrer Fehlerquote (Tab. 32, Abb. 30)

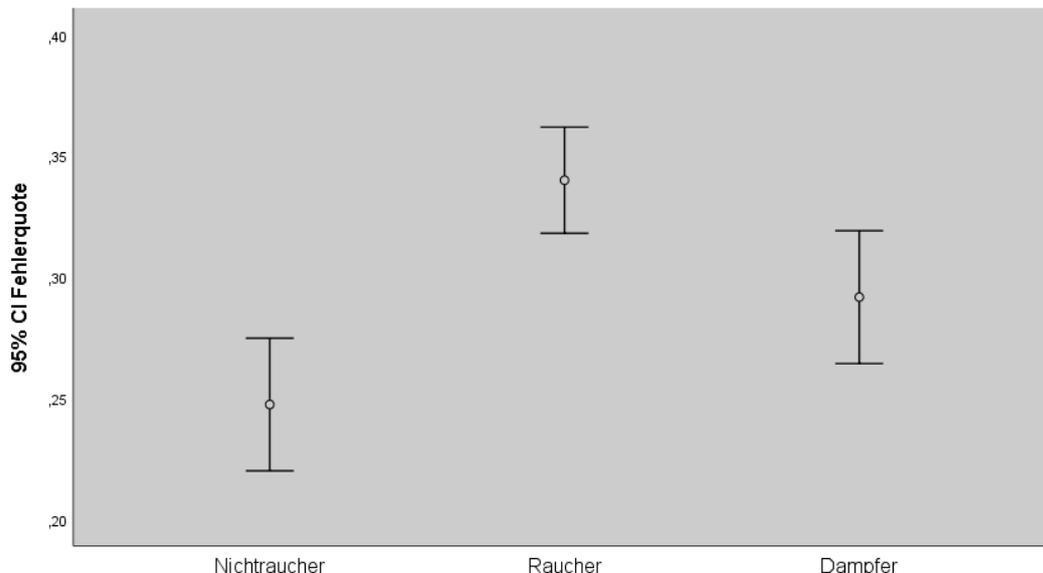


Abbildung 30: Fehlerbalkendiagramm (Identifikationstest)

Bei Betrachtung des Diagramms (Abb. 30) geht hervor, dass sich das Konfidenzintervall der Fehlerquoten-Mittelwerte der Raucher nicht mit jenem der Dampfer und der Nichtraucher überschneidet. Der Hinweis auf den signifikanten Unterschied

wurde bereits im Zuge des Allgemeinen Linearen Modells (ALM) festgestellt. Aufgrund der vorhandenen Überschneidung laut Fehlerbalkendiagramm bestand zwischen Nichtrauchern und Dampfern kein signifikanter Unterschied.

Betrachtet man die einzelnen Mittelwerte der drei evaluierten Gruppen, so geht hervor, dass die Kontrollgruppe mit 25% die niedrigste Fehlerquote aufwies. Wohingegen die Dampfer mit einer Fehlerquote von 29% und Raucher mit 34% oberhalb dieses Wertes lagen.

Übersicht der Fehlerquoten bei der Erkennung der Sniffin' Sticks im Identifikationstest

Die Tabelle 33 zeigt die Mittelwerte der Fehlerquote aller evaluierten Gruppen für jeden einzelnen der 16 Stifte des Identifikationstests.

Tabelle 33: Vergleich der Fehlerquoten beim Identifikationstest der evaluierten Gruppen

	Nichtraucher	Raucher	Dampfer	Gesamtsumme ⁹
Stift 1 (Orange)	.29	.53	.27	.37
Stift 2 (Schuhleder)	.07	.18	.18	.14
Stift 3 (Zimt)	.17	.23	.20	.20
Stift 4 (Pfefferminz)	.00	.14	.05	.06
Stift 5 (Banane)	.06	.03	.02	.04
Stift 6 (Zitrone)	.74	.86	.80	.80
Stift 7 (Lakritz)	.19	.30	.20	.23
Stift 8 (Terpentin)	.63	.62	.65	.63
Stift 9 (Knoblauch)	.14	.32	.22	.23
Stift 10 (Kaffee)	.29	.21	.27	.26
Stift 11 (Apfel)	.59	.71	.64	.64
Stift 12 (Gewürznelke)	.07	.20	.15	.14
Stift 13 (Ananas)	.37	.56	.44	.46
Stift 14 (Rose)	.09	.08	.13	.09
Stift 15 (Anis)	.27	.45	.35	.36
Stift 16 (Fisch)	.00	.02	.04	.02

⁹ Gesamtsumme= Mittelwert der Fehlerquote des jeweiligen Stiftes von allen Probanden insgesamt (Gesamtfehlerquote)

Folgendes Balkendiagramm (Abb. 31) gibt einen Überblick über die Fehlerquote bei der Erkennung der 16 verschiedenen „Sniffin‘ Sticks“ aller evaluierten Gruppen. Hierbei ist ersichtlich, dass die Raucher beim Großteil der Stifte eine höhere Fehlerquote als die beiden anderen Gruppen aufgezeigt haben.

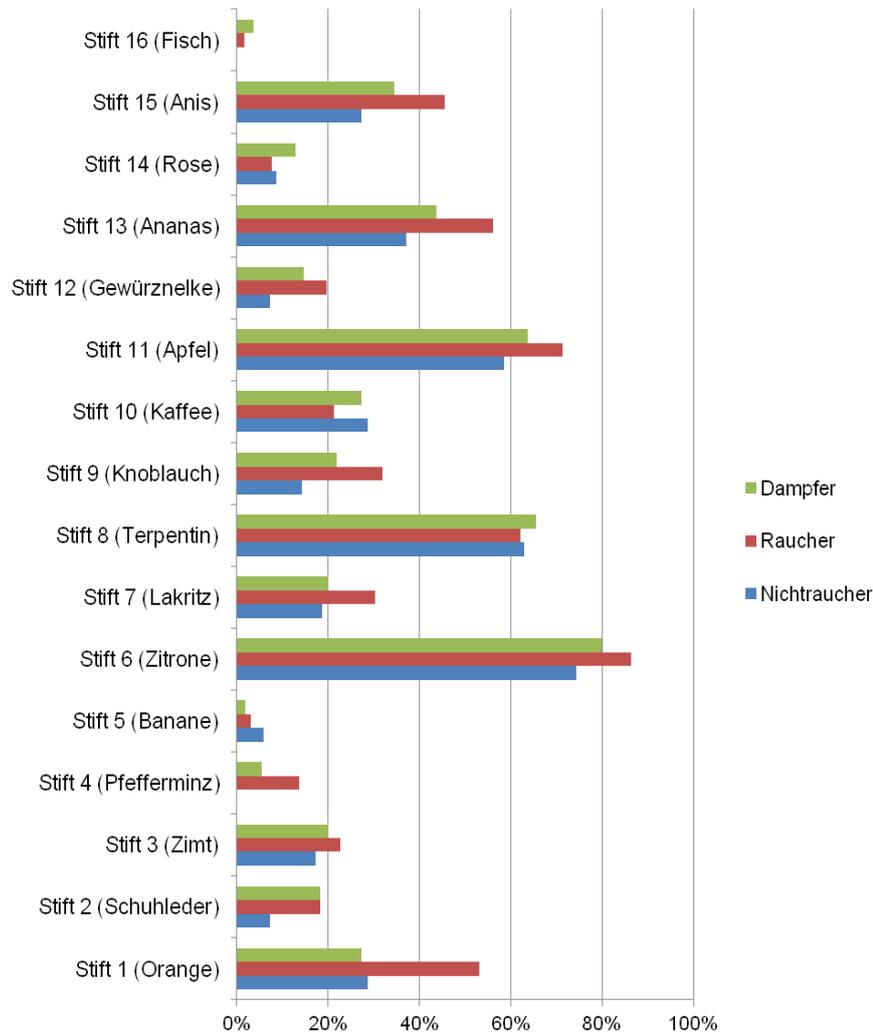


Abbildung 31: Übersicht der Fehlerquoten der evaluierten Gruppen bei den einzelnen Stiften

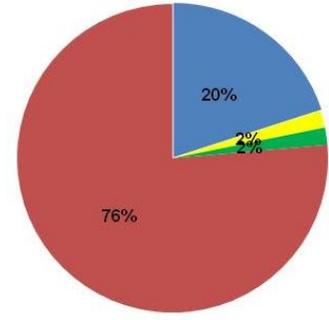
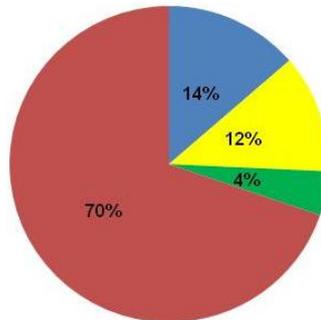
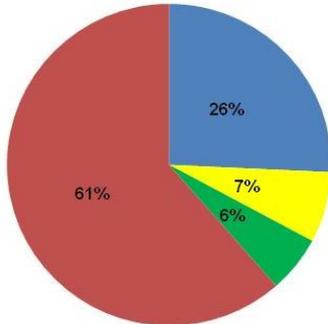
Beachtlich ist hierbei, dass alle Gruppen bei den Stiften 6 (Zitrone), 8 (Terpentin) und 11 (Apfel) eine Fehlerquote von über 50% aufwiesen. Besonders bei Stift 6 gab es Probleme, da der Zitronenduft häufig mit Grapefruitduft verwechselt worden war (siehe zusätzlich Abb. 32). Mit der Erkennung der Stifte Nummer 4, 5, 14 und 16 haben sich die Probanden der Grafik zufolge leichtgetan, bei diesen Stiften lag die Fehlerquote bei unter 15%.

NICHTRAUCHER

RAUCHER

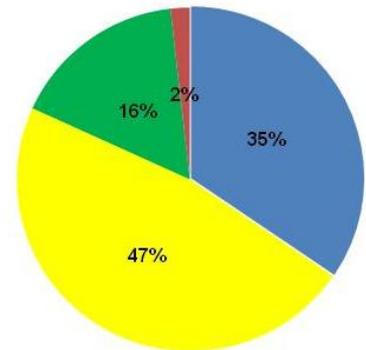
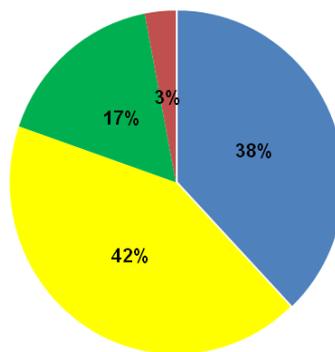
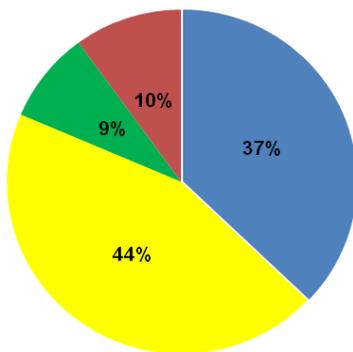
DAMPFER

Stift Nr. 6 (Zitrone)



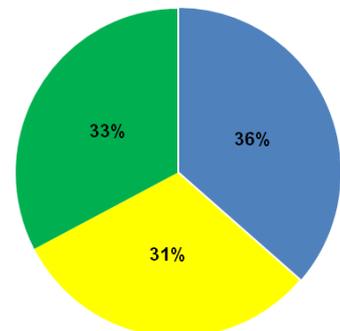
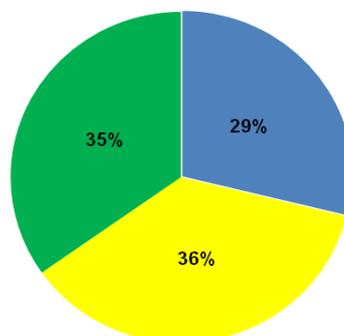
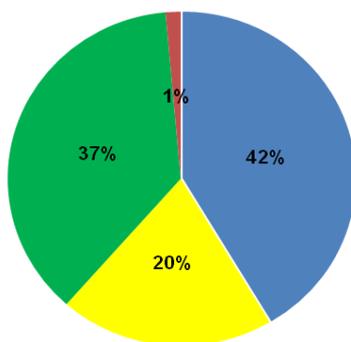
■ Zitronen ■ Pfirsich ■ Apfel ■ Grapefruit

Stift Nr. 8 (Terpentin)



■ Terpentin ■ Senf ■ Gummi ■ Menthol

Stift Nr.11 (Apfel)



■ Apfel ■ Melone ■ Pfirsich ■ Orange

Abbildung 32: Kreisdiagramme zu den auffälligen Stiften Nr. 6, 8 sowie 11

4.1.4. SDI-Wert

4.1.4.1. Grafische Darstellung der erreichten SDI-Werte

Die Summe der erreichten Werte aller durchgeführten Tests (Schwellentest, Diskriminationstest, Identifikationstest), d.h. der SDI-Score im Vergleich zwischen beiden Untersuchungsgruppen (Raucher, Dampfer) sowie der Kontrollgruppe (Nichtraucher) ist in einem Boxplot dargestellt (Abb. 33). Auf der x-Achse werden die evaluierten Gruppen und auf der y-Achse die von den Probanden erreichten SDI-Werte angezeigt.

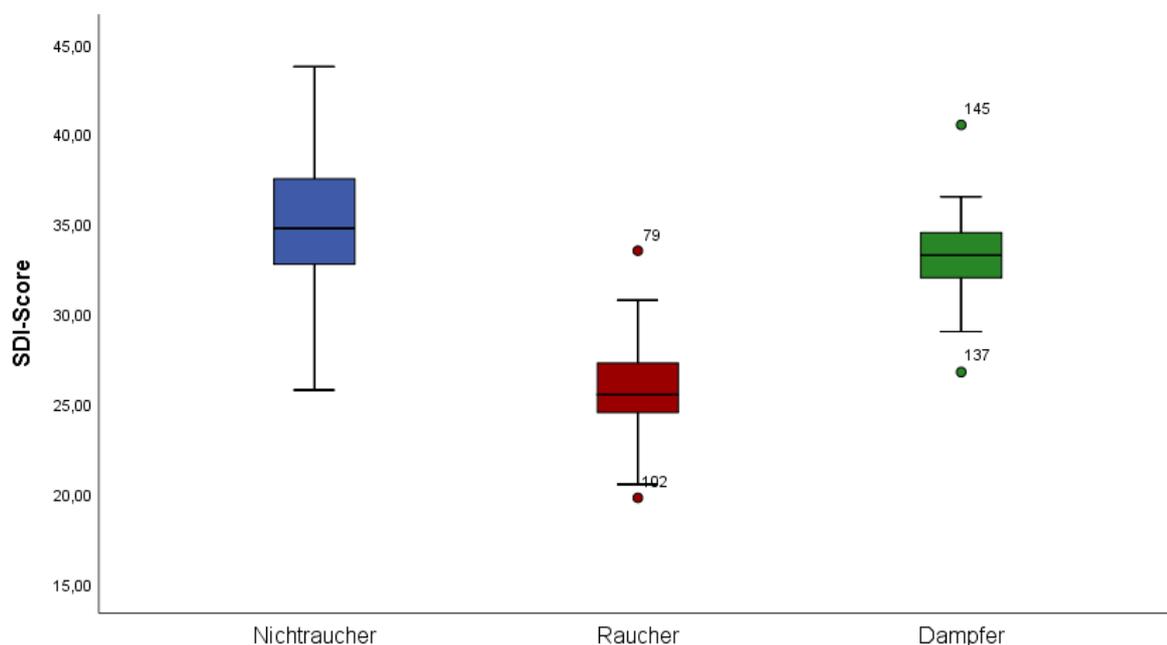


Abbildung 33: Erzielte SDI-Werte der Probanden der evaluierten Gruppen im Vergleich

- Nichtraucher: Im ersten Boxplot ist ersichtlich, dass 25% der Kontrollgruppe einen SDI-Wert von 32,75 oder weniger erreichten. Der Median lag bei einem SDI-Wert von 34,75. Des Weiteren erzielten 75% der Nichtraucher einen SDI-Wert von 37,50 oder weniger.
- Raucher: Anhand des zweiten Boxplots erkennt man, dass 25% der Probanden dieser Gruppe einen SDI-Wert von 24,50 oder weniger erzielten. Der Median betrug 25,50. Darüber hinaus schafften 75% der Raucher einen SDI-Wert von 27,25 oder weniger.
- Dampfer: Der dritte Boxplot zeigt, dass 25% der Teilnehmer dieser Gruppe einen SDI-Wert von 31,88 oder weniger erreichten. Der Median lag bei einem

Wert von 33.25. Einen SDI-Wert von 34.50 oder weniger wiesen 75% der Dampfer auf.

Insgesamt hätte man bei Summierung der Ergebnisse 48 Punkte erreichen können, was keiner der insgesamt 181 Probanden schaffte. Während der höchste SDI-Wert mit 43.75 Punkten bei einem Nichtraucher festgestellt wurde, wurde der niedrigste SDI-Wert mit 19.75 bei einem Raucher beobachtet.

Resümierend kann über die Grafik gesagt werden, dass die Kontrollgruppe im Vergleich zu den anderen evaluierten Gruppen die höchsten SDI-Werte, wohingegen die Gruppe der Raucher die niedrigsten SDI-Werte erzielte. Ab einem SDI-Wert von 30 oder mehr wird man als sogenannter „Normosmiker“ bezeichnet [Burghart, 2012]. In der Gruppe der Raucher lagen 75% der Probanden unterhalb dieses Wertes, sie zählten daher zu den „Hyposmikern“. In der Gruppe der Nichtraucher und Dampfer waren mindestens 75% der Teilnehmer „Normosmiker“. Unter einem SDI-Wert von 15 wird man den „Anosmikern“ zugeteilt, was bei keinem Probanden der Fall war.

4.1.4.2. Vergleich der erzielten SDI-Werte

Um festzustellen, ob es Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen und der Kontrollgruppe bezüglich der erreichten SDI-Werte gibt, wurde auch hier der Kruskal-Wallis-Test angewendet.

Die Hypothesenaufstellung hierzu lautet wie folgt:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich des SDI-Wertes.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich des SDI-Wertes.

Tabelle 34: Output Kruskal-Wallis-Test

Statistik für Test^{a,b}	
Chi-Quadrat	119.908
df	2
Asymptotische Signifikanz	.000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern hinsichtlich des SDI-Wertes ($\chi^2(2, n= 181) = 119.908, p \leq .001$) (Tab.34). **H₀ wird verworfen.**

Im Anschluss an den Kruskal-Wallis-Test, wurde der paarweise Mann-Whitney-U-Test (post-hoc Test) durchgeführt, um die evaluierten Gruppen miteinander vergleichen zu können.

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU RAUCHER

Tabelle 35: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Raucher)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	81.000
Wilcoxon-W	2292.000
Z	-9.710
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH NICHTRAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 36: Output Mann-Whitney-U-Test (Nichtraucher zu Dampfer)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	1082.000
Wilcoxon-W	2117.000
Z	-2.828
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.005

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

VERGLEICH RAUCHER ZU DAMPFER

Tabelle 37: Output Mann-Whitney-U-Test (Raucher zu Dampfer)

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	50.500
Wilcoxon-W	2261.500
Z	-8.622
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000

a. Gruppenvariable: Tabakkonsum

Im Rahmen der paarweisen post-hoc Testung (Mann-Whitney-U-Test) zeigte sich, dass sich Raucher (Md=25.50) von Nichtrauchern (Md=34.75; U=81.000, Z=-9.710, $p \leq .001$) und Dampfern (Md=33.25; U=50.500, Z=-8.622, $p \leq .001$) signifikant unter-

schieden haben. (Tab. 35, 37). Der Unterschied zwischen Nichtraucher und Dampf- fern war auch signifikant ($U=1082.000$, $Z=-2.828$, $p=.005$) (Tab. 36)

4.1.4.3. Einfluss der Packungsjahre auf den erzielten SDI-Wert

Ob die „Packungsjahre“ (Rauchdosis) der Raucher einen Einfluss auf den erzielten SDI-Wert hatte, wurde mittels einer Korrelation nach Pearson überprüft. Die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mithilfe eines Streudiagramms.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Packungsjahren der Raucher und dem erzielten SDI-Wert

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem erzielten SDI-Wert und den Packungsjahren.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem erzielten SDI-Wert und den Packungsjahren.

Tabelle 38: Output der Korrelation nach Pearson (Raucher)

			Packungsjahre	SDI-Wert
Raucher	Packungsjahre	Korrelation nach Pearson	1	-.420
		Signifikanz (2-seitig)		.000
		N	66	66
	SDI-Wert	Korrelation nach Pearson	-.420	1
		Signifikanz (2-seitig)	.000	
		N	66	66

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant

Es bestand eine negative signifikante Korrelation zwischen dem erzielten SDI-Wert und den Packungsjahren bei $r=-.42$, $p\leq.001$, $n=66$. Je mehr Packungsjahre, desto geringer war der erzielte SDI-Wert der Raucher (Tab. 38, Abb. 34).

H0 wird verworfen.

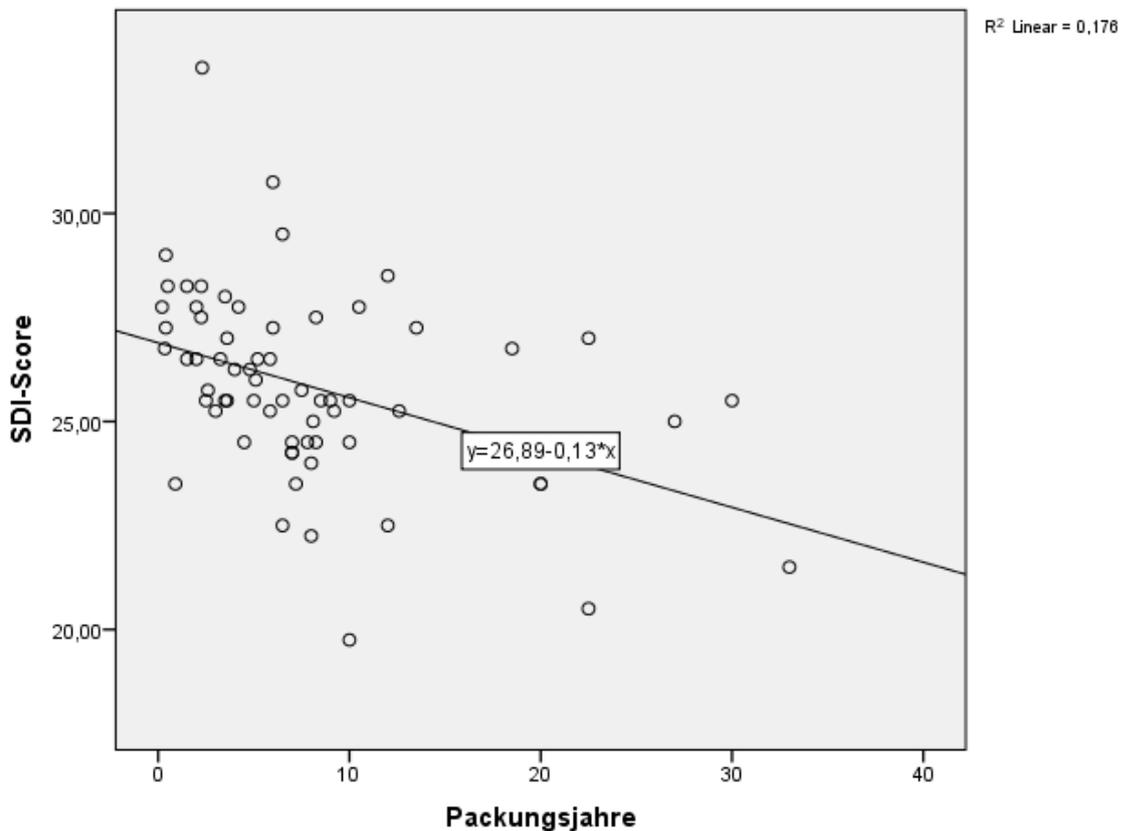


Abbildung 34: Streudiagramm (Raucher)

4.1.4.4. Einfluss der Dauer und Menge des Dampfens auf den erzielten SDI-Wert

In der Untersuchungsgruppe der Dampfer wurde überprüft, ob die Dauer und Menge des Dampfens einen Einfluss auf den erzielten SDI-Wert haben. Dies wurde mithilfe der Korrelation nach Pearson durchgeführt und anschließend die Ergebnisse mittels Streudiagramm grafisch dargestellt.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Dauer des Dampfens
und dem erzielten SDI-Wert

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem erzielten SDI-Wert und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem erzielten SDI-Wert und der Dauer des Dampfens (in Jahren).

Tabelle 39: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

		Dauer (Jahre)	SDI-Wert
Dampfer	Dauer (Jahre)	Korrelation nach Pearson	1
		Signifikanz (2-seitig)	.647
		N	45
	SDI-Wert	Korrelation nach Pearson	-.070
		Signifikanz (2-seitig)	.647
		N	45

Zwischen dem erzielten SDI-Wert und der Dauer des Dampfers (in Jahren) bestand keine Korrelation ($r=-.07$, $p=.647$, $n=45$) (Tab. 39, Abb. 35). **H₀ wird beibehalten.**

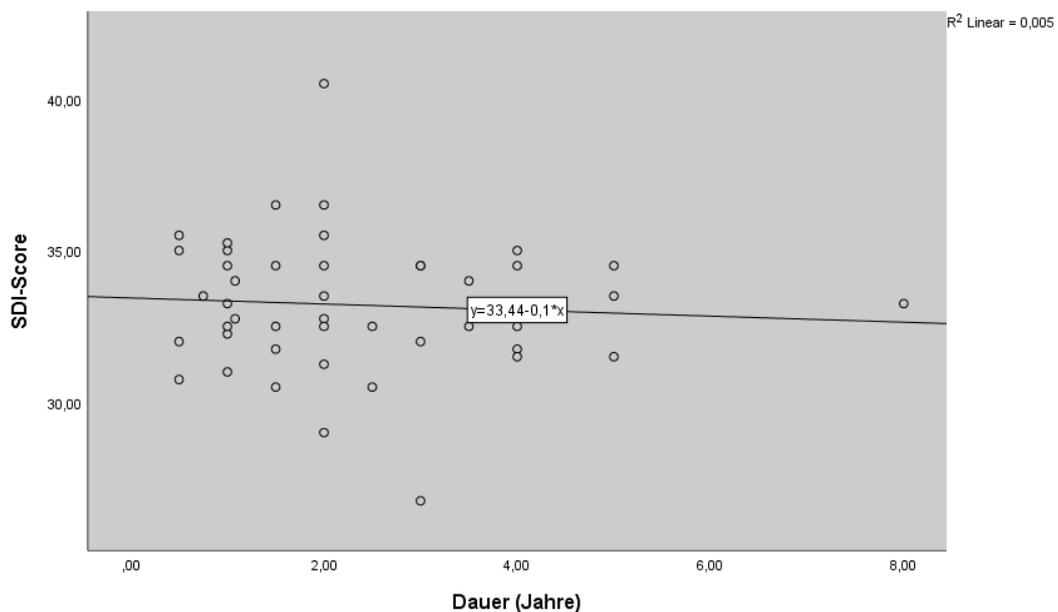


Abbildung 35: Streudiagramm (Dampfer)

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Menge des Dampfers
und dem erzielten SDI-Wert

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H₀: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem erzielten SDI-Wert und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

H₁: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem erzielten SDI-Wert und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wird.

Tabelle 40: Output der Korrelation nach Pearson (Dampfer)

			Menge an Liquid (ml)	SDI-Wert
Dampfer	Menge an Liquid (ml)	Korrelation nach Pearson	1	-.194
		Signifikanz (2-seitig)		.202
		N	45	45
	SDI-Wert	Korrelation nach Pearson	-.194	1
		Signifikanz (2-seitig)	.202	
		N	45	45

Zwischen dem erzielten SDI-Wert und der Menge an Liquid (ml), die von der Gruppe der Dampfer konsumiert wurde, bestand eine schwach negative aber nicht signifikante Korrelation ($r=-.19$, $p=.202$, $n=45$) (Tab. 40, Abb. 36). **H₀ wird beibehalten.**

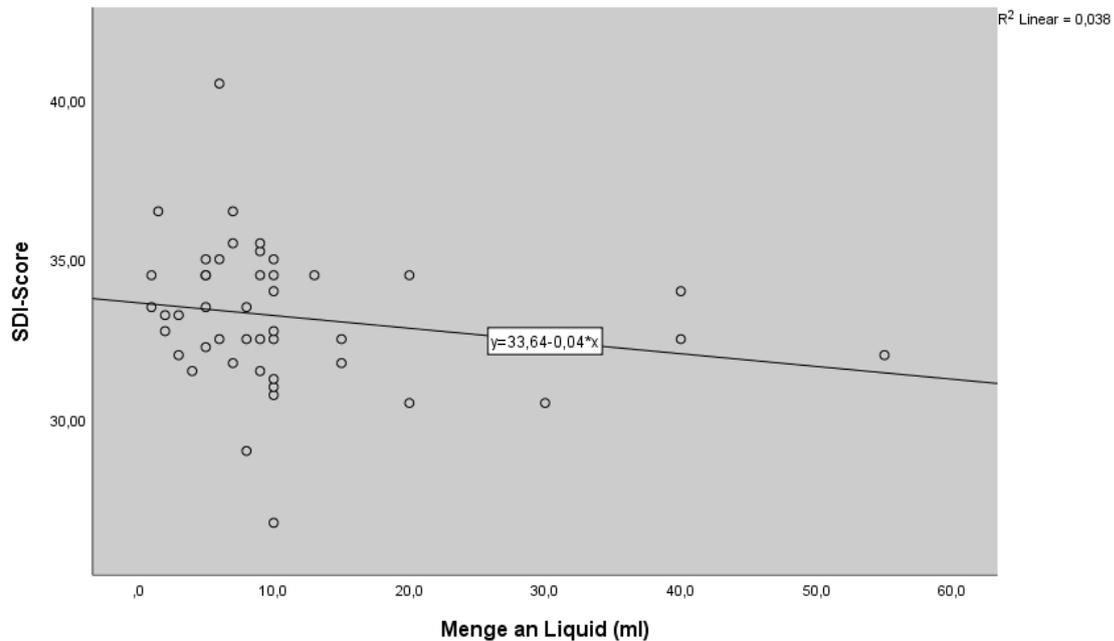


Abbildung 36: Streudiagramm (Dampfer)

4.1.4.5. Übersicht zu den Mittelwerten und Standardabweichungen

Die folgende Tabelle 41 gibt einen Überblick zu den Mittelwerten und Standardabweichungen der Ergebnisse aller durchgeführten Tests sowie dem SDI-Wert. Dabei wurden die drei evaluierten Gruppen miteinander verglichen.

Tabelle 41: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen der evaluierten Gruppen¹⁰

	S-Wert (MW±SD)	D-Wert (MW±SD)	I-Wert (MW±SD)	SDI-Wert (MW±SD)
Nichtraucher	9.96±2.03	12.73±1.46	12.06±1.82	34.74±3.60
Raucher	6.07±1.36	9.23±1.38	10.53±1.38	25.83±2.26
Dampfer	10.19±1.76	11.67±1.38	11.34±1.44	33.20±2.23

Die Tabelle 41 verdeutlicht noch einmal, dass die Raucher in allen Kategorien die niedrigsten Werte im Vergleich zu den anderen evaluierten Gruppen aufgewiesen haben. Die Nichtraucher haben die höchsten Werte erreicht, mit Ausnahme des Schwellentests, wo die Dampfer den höchsten S-Wert zeigten.

4.1.4.6. Selbsteinschätzung des Riechvermögens verglichen mit dem SDI-Wert

Bevor die Probanden mit der Testreihe begonnen haben, wurde die eigene Selbsteinschätzung des Riechvermögens abgefragt. Um zu überprüfen, ob sich die Studienteilnehmer richtig eingeschätzt haben, wurden die Korrelationen nach Spearman durchgeführt. Hierbei wurde der Zusammenhang der Selbsteinschätzung und dem erreichten SDI-Wert getestet. Es wurden einerseits alle Probanden gesamt sowie die evaluierten Gruppen einzeln betrachtet.

PROBANDEN GESAMT

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Probanden gesamt und dem erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Probanden gesamt und dem erzielten SDI-Wert.

¹⁰ S-Wert= erzielte Schwellen, D-Wert= Anzahl korrekter Diskriminationen, I-Wert= Anzahl korrekter Identifikationen, SDI-Wert= Summe aller Einzeltests; MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung

Tabelle 42: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Probanden gesamt)

		SDI-Wert	Selbsteinschätzung
Probanden Gesamt	SDI-Wert	Korrelationskoeffizient	1
		Signifikanz (2-seitig)	.037
		N	181
	Selbsteinschätzung	Korrelationskoeffizient	-.155*
		Signifikanz (2-seitig)	.037
		N	181

*. Die Korrelation ist auf dem 0.05 Niveau signifikant (zweiseitig)

Zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Teilnehmer und dem erzielten SDI-Wert bestand eine signifikante und schwach negative Korrelation ($r_s = -.15$, $p = .037$, $n = 181$). Je besser die Selbsteinschätzung der Probanden war, desto niedriger war der erzielte SDI-Wert (Tab.42, Abb. 37). **H₀ wird verworfen.**

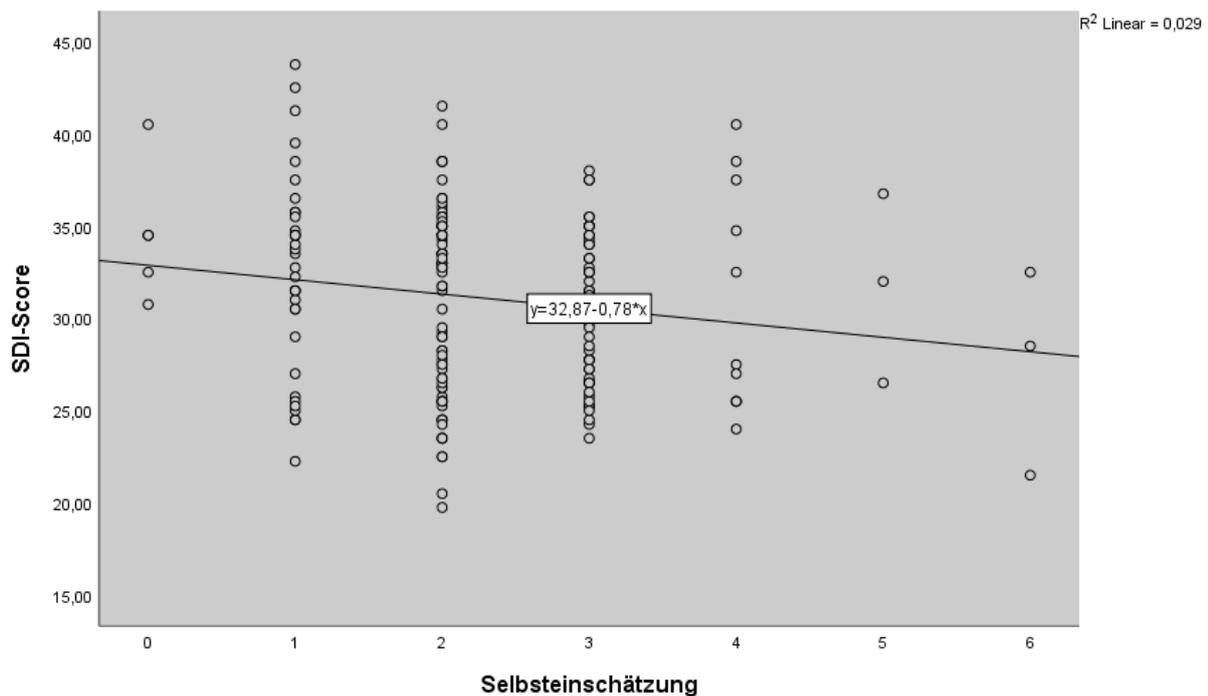


Abbildung 37: Streudiagramm (Probanden gesamt)¹¹

¹¹ Beschriftung der x-Achse; 0=überdurchschnittlich gut; 1=sehr gut; 2=gut; 3=mittelmäßig; 4=eher schlecht; 5=schlecht; 6=sehr schlecht

NICHTRAUCHER

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Nichtraucher und dem erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Nichtraucher und dem erzielten SDI-Wert.

Tabelle 43: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Nichtraucher)

			SDI-Wert	Selbsteinschätzung
Nichtraucher	SDI-Wert	Korrelationskoeffizient	1	-.084
		Signifikanz (2-seitig)		.490
		N	70	70
	Selbsteinschätzung	Korrelationskoeffizient	-.084	1
		Signifikanz (2-seitig)	.490	
		N	70	70

Zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Nichtraucher und dem erzielten SDI-Wert bestand kein Zusammenhang ($r_s = -.08$, $p = .490$, $n = 70$) (Tab. 43)

H0 wird beibehalten.

RAUCHER

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Raucher und dem erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Raucher und dem erzielten SDI-Wert.

Tabelle 44: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Raucher)

			SDI-Wert	Selbsteinschätzung
Raucher	SDI-Wert	Korrelationskoeffizient	1	.097
		Signifikanz (2-seitig)		.441
		N	66	66
	Selbsteinschätzung	Korrelationskoeffizient	.097	1
		Signifikanz (2-seitig)	.441	
		N	66	66

Zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Raucher und dem erzielten SDI-Wert bestand eine schwach positive Korrelation ($r_s=.10$, $n=66$), die jedoch nicht signifikant war ($p=.441$) (Tab. 44). **H0 wird beibehalten.**

DAMPFER

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Dampfer und dem erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Dampfer und dem erzielten SDI-Wert.

Tabelle 45: Output der Korrelation nach Spearman-Rho (Dampfer)

			SDI-Wert	Selbsteinschätzung
Dampfer	SDI-Wert	Korrelationskoeffizient	1	-.143
		Signifikanz (2-seitig)		.347
		N	45	45
	Selbsteinschätzung	Korrelationskoeffizient	-.143	1
		Signifikanz (2-seitig)	.347	
		N	45	45

Zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens der Dampfer und dem erzielten SDI-Wert bestand keine Korrelation ($r_s=-.14$, $p=.347$, $n=45$) (Tab. 45). **H0 wird beibehalten.**

4.1.4.7. Einflussfaktoren

Wie bereits in der Literaturübersicht erwähnt, können verschiedenste Faktoren einen Einfluss auf das Riechvermögen haben. In der vorliegenden Studie wurde überprüft ob das Geschlecht, das Alkoholkonsumverhalten sowie die Einnahme von Kontrazeptiva bei Frauen einen Einfluss auf den erzielten SDI-Wert haben.

4.1.4.7.1. Einfluss des Geschlechts auf den erzielten SDI-Wert

Um zu überprüfen, ob es geschlechterspezifische Unterschiede bezüglich des erzielten SDI-Wertes gibt, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet.

Hierzu wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert.

Tabelle 46: Output Kruskal-Wallis-Test

Statistik für Test ^{a,b}	
Chi-Quadrat	.197
df	1
Asymptotische Signifikanz	.657

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Geschlecht

Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert ($\chi^2(1, n= 181) = .197, p=.657$) (Tab. 46). **H0 wird beibehalten.**

4.1.4.7.2. Einfluss des Alkoholkonsums auf den erzielten SDI-Wert

Um zu überprüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Grad des Alkoholkonsums¹² und dem SDI-Wert gibt, wurde eine Korrelation nach Spearman durchgeführt.

¹² Fragestellung im Fragebogen: Wie oft konsumieren Sie alkoholische Getränke? Auswahlmöglichkeiten täglich, mehr als 4 Mal die Woche, mehr als 2 Mal die Woche, einmal pro Woche, 1-2 im Monat, nie

Dazu wurden nachstehende Hypothesen aufgestellt:

H0: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen dem Grad des Alkoholkonsums (gesamt) und dem erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Grad des Alkoholkonsums (gesamt) und dem erzielten SDI-Wert.

Tabelle 47: Output der Korrelation nach Spearman (Alkoholkonsum)

			Alkohol- konsum	SDI-Wert
Probanden Gesamt	Alkohol- konsum	Korrelationskoeffizient	1	-.168*
		Signifikanz (2-seitig)		.024
		N	181	181
	SDI-Wert	Korrelationskoeffizient	-.168*	1
		Signifikanz (2-seitig)	.024	
		N	181	181

*. Die Korrelation ist auf dem 0.05 Niveau signifikant (zweiseitig)

Es bestand eine signifikante schwach negative Korrelation zwischen dem Grad des Alkoholkonsums (gesamt) und dem erzielten SDI-Wert bei $r_s = -.17$ mit $p = .024$. Je geringer der Alkoholkonsum, desto höher war der erzielte SDI-Wert (Tab. 47)

H0 wird verworfen.

Des Weiteren wurde mittels einer ANOVA mit anschließendem paarweisen Bonferoni-post-hoc Test untersucht, ob es einen Unterschied innerhalb der verschiedenen Gruppen des Alkoholkonsums gibt.

Die Hypothesenaufstellung lautet wie folgt:

H0: Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen des Alkoholkonsums in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert.

H1: Es bestehen signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen des Alkoholkonsums in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert.

Tabelle 48: Output ANOVA

Einfaktorielle ANOVA					
SDI-Wert	Quadratsumme	Df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	225.356	4	56.339	2.412	.035
Innerhalb der Gruppen	4087.810	175	23.359		
Gesamt	4313.165	179			

Anzumerken ist, dass nur eine Person einen täglichen Alkoholkonsum angab. Da dies statistisch gesehen nicht aussagekräftig ist, wurde der Proband für die Berechnung der ANOVA ausgeschlossen.

Es bestanden signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen des Alkoholkonsums in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert ($F(4,179) = 2.412$, $p = .035$, $\eta^2 = .05$, $\omega^2 = .03$) (Tab. 48). **H₀ wird verworfen.**

Tabelle 49: Output Bonferroni Mehrfachvergleiche

Alkoholkonsum (I)	Alkoholkonsum (J)	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz
mehr als 2-mal die Woche	mehr als 4 mal pro Woche	-.92083	1.65082	1
	1 mal pro Woche	-2.19876	1.12944	0.532
	1 bis 2 mal pro Monat	-1.52083	1.08072	1
	nie	-3.65672*	1.23780	0.036

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant (zweiseitig)

Im Rahmen der paarweisen post-hoc Testung zeigte sich, dass sich lediglich Personen, die mehr als 2-mal die Woche Alkohol konsumierten ($M = 29.52$, $SD = 2.95$, $p = .036$) signifikant von der Gruppe unterschieden haben, die nie Alkohol ($M = 33.30$, $SD = 4.86$) zu sich nahmen. Bei den restlichen Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tab. 49, Abb. 38).

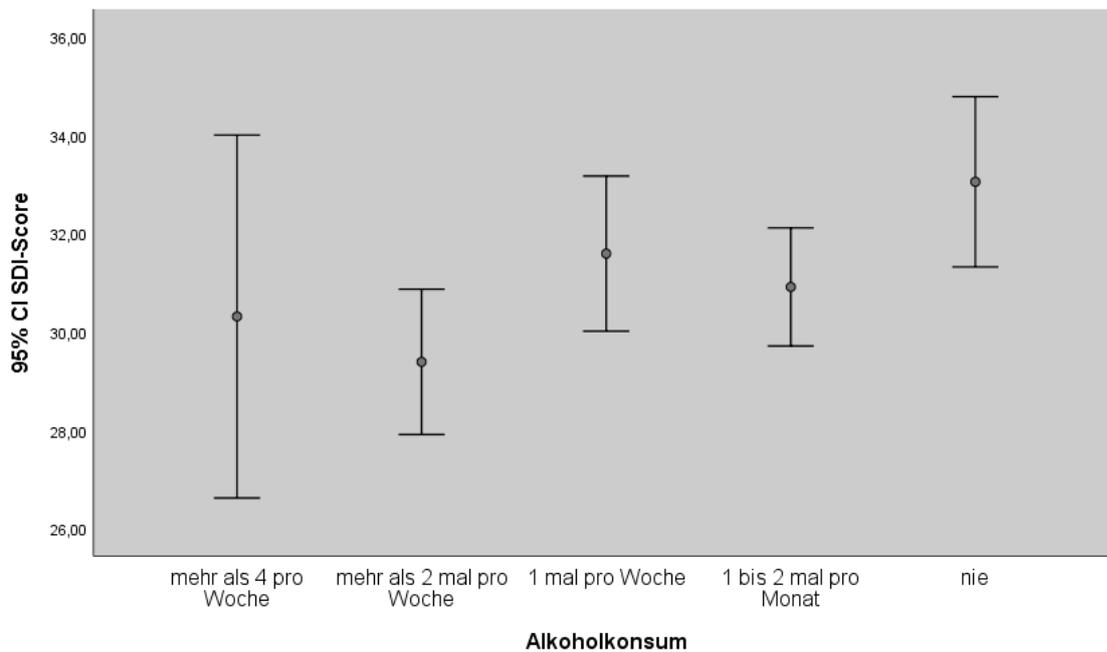


Abbildung 38: Fehlerbalkendiagramm (Einflussfaktor Alkoholkonsum)

4.1.4.7.3. Einfluss von Kontrazeptiva auf den erzielten SDI-Wert

Um zu überprüfen, ob es Unterschiede zwischen der Einnahme von Kontrazeptiva und dem erzielten SDI-Wert gibt, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet.

Hierzu wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Kontrazeptiva-Einnahme in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert.

H1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Kontrazeptiva-Einnahme in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert.

Tabelle 50: Output Kruskal-Wallis-Test

Statistik für Test ^{a,b}	
Chi-Quadrat	1.667
df	1
Asymptotische Signifikanz	.197

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Kontrazeptiva

Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Kontrazeptiva-Einnahme in Hinblick auf den SDI-Wert ($\chi^2(n= 181) = 1.667, p=.197$) (Tab. 50). **H0 wird beibehalten.**

Im Anschluss an den Kruskal-Wallis-Test, wurde der paarweise Mann-Whitney-U-Test (post-hoc Test) durchgeführt, um diese zwei Gruppen miteinander zu vergleichen.

VERGLEICH DER PROBANDEN DIE KONTRAZEPTIVA EINNEHMEN ZU PROBANDEN DIE NICHT KONTRAZEPTIVA EINNEHMEN

Tabelle 51: Output Mann-Whitney-U-Test

Statistik für Test^a	
Mann-Whitney-U	1575.500
Wilcoxon-W	1875.500
Z	-1.291
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.197

a. Gruppenvariable: Kontrazeptiva

Im Rahmen der paarweisen post-hoc Testung (Mann-Whitney-U-Test) zeigte sich, dass sich Personen die Kontrazeptiva einnahmen (Md=30) von Personen die keine Kontrazeptiva verwendeten (Md=32.50;U=1575.500, Z=-1.291, p= .197) nicht signifikant unterschieden haben (Tab. 51). **H₀ wird beibehalten.**

4.2. Diskussion

Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um den Einfluss des Zigarettenkonsums (Zigarette, E-Zigarette) auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit der Menschen zu untersuchen. Dabei wurden Raucher (n=66) und Dampfer (n=45, Konsumenten nikotinhaltiger E-Zigaretten) im Vergleich zu Nichtrauchern (n=70) getestet.

4.2.1. Schwellentest

Grundsätzlich wäre es aus Sicht des bisherigen Forschungsstandes wünschenswert, die Auseinandersetzung mit den Effekten des Rauchens auf das Riechvermögen zu intensivieren. Nichtsdestotrotz gibt es bezüglich der individuellen Riechschwelle einige wenige Studien, die auf mögliche Auswirkungen durch Tabakrauch hinweisen [Ahlström et al., 1987; Rosenblatt et al., 1998; Katotomichelakis et al., 2007; Hayes und Jinks, 2012].

Betrachtet man die durchschnittlich erreichten S-Werte (Schwellen), so wird deutlich, dass die Raucher im Vergleich zu den anderen evaluierten Gruppen am schlechtesten abschnitten. Bei 75% der Raucher lagen die erreichten Schwellen unterhalb des von Burghart [2012] angeführten Normbereiches (9.45 ± 0.9). Verglichen zu den Rauchern erreichten die Dampfer deutlich höhere S-Werte, wobei 25% der Dampfer unterhalb des üblichen Normbereichs lagen. Die durchschnittlich erreichten S-Werte der Dampfer waren auch höher im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die Schwellentest-Ergebnisse der präsentierten Evaluierung zeigten in der statistischen Auswertung einen signifikanten Unterschied ($p \leq 0.05$) zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern. Beim paarweisen Vergleich der einzelnen Gruppen ging Folgendes hervor: Die Nichtraucher unterschieden sich signifikant ($p \leq 0.05$) von den Rauchern, jedoch nicht von den Dampfern. Zudem wurde ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0.05$) zwischen Rauchern und Dampfern beobachtet.

Dies bestätigte teilweise die Ergebnisse der Studie von Hayes und Jinks [2012] bei der anhand von Riechflaschen (Sniff Bottles) die Schwellen für n-Butanol an Rauchern (n=23) und Nichtrauchern (n=23) ermittelt wurden. Es konnte ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0.05$) zwischen Rauchern und Nichtrauchern bezüglich der Riechschwellen für n-Butanol festgestellt werden. Außerdem stellte man in einer Untersuchung von Ahlström et al. [1987] fest, dass Raucher (n=26) im Vergleich zu Nichtrauchern

chern (n=26) Geruchsdefizite gegenüber bestimmten Gerüchen wie n-Butanol und Pyridin aufweisen. Der Grund wurde in der Habituation (Gewöhnung) zu diesen Gerüchen vermutet. So machte die Riechschwellenuntersuchung, welche ebenso mittels Riechflaschen in verschiedenen Konzentrationen von n-Butanol und Pyridin ermittelt wurde, deutlich, dass diese Stoffe in Zigaretten vorkommen und demnach Raucher beiden Stoffen stets ausgesetzt sind. Pyridin war in viel höheren Konzentrationen vorhanden. Möglicherweise fällt es Rauchern dadurch schwer sich diese Gerüche einzuprägen und wiederzuerkennen [Hayes und Jinks, 2012].

In einer weiteren Studie wurden die Riechschwellen anhand von Riechflaschen (Sniff Bottles) in verschiedenen Konzentrationen für Menthol und Nikotin getestet. Es konnte beobachtet werden, dass Raucher (n=10) im Vergleich zu Nichtrauchern (n=10) schlechter abschnitten, wobei dies nur bei Nikotin der Fall war. Die Forscher begründeten die Ergebnisse wieder nur mit Geruchsdefiziten zu Stoffen, die in Zigaretten enthalten sind [Rosenblatt et al., 1998].

In der von Katotomichelakis et al. [2007] durchgeführten Studie wurden, wie in vorliegender Studie, anhand von Sniffin' Sticks, d.h. mit dem Schwellentest, Diskriminationstest und Identifikationstest, das Riechvermögen der Probanden untersucht. Es wurden Raucher (n=65) mit Nichtrauchern (n=49) verglichen. Die Forscher begründeten das verminderte Riechvermögen, d.h. die niedrigen Schwellentest-Ergebnisse der Raucher weniger mit einer Habituation, sondern vielmehr als klares Defizit des Riechvermögens.

In der vorliegenden Studie wurde bei der Betrachtung des Einflusses der Anzahl an konsumierten Zigaretten pro Tag und der Dauer der Raucherjahre ein Parameter, die sogenannten „Packungsjahre“, zur besseren Abschätzung der Rauchdosis berechnet. Der Einfluss der „Packungsjahre“ bestätigte eine signifikante negative und mittlere Korrelation ($p \leq 0.05$, $r = -.353$). Je höher die „Packungsjahre“ eines Rauchers waren, umso schlechter war das Schwellentest-Ergebnis. Dieser Effekt konnte auch bei Studien von Hayes und Jinks [2012] und Katotomichelakis et al. [2007] nachgewiesen werden. Bezugnehmend auf die Dampfer die in vorliegender Studie auch evaluiert wurden, konnte keine signifikante Korrelation ($p > 0.05$) zwischen der Dauer des Dampfens ($r = -.099$) sowie der Menge an konsumiertem Liquid ($r = -.204$) und dem Ergebnis des Schwellentests festgestellt werden.

4.2.2. Diskriminationstest

Bei Betrachtung der Mittelwerte der Anzahl an korrekt diskriminierten Gerüchen wurde deutlich, dass Raucher mit 9 von 16 korrekten Diskriminationen am schlechtesten abschnitten. Die evaluierte Gruppe der Dampfer konnte 12 von 16 Gerüchen korrekt diskriminieren. Die Kontrollgruppe (Nichtraucher) wies durchschnittlich 13 von 16 korrekte Diskriminationen auf. Der Vergleich der Ergebnisse der evaluierten Probanden mit den Normwerten laut Burghart [2012] zeigte, dass die durchschnittlich erreichten Resultate der Nichtraucher sowie Dampfer im Gegensatz zu den Rauchern im Normbereich von 12.35 ± 1.5 Punkten lagen.

In der vorliegenden Studie konnte beim Diskriminationstest ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0.05$) zwischen Nichtrauchern, Rauchern und Dampfern festgestellt werden. Zudem zeigte der paarweise Vergleich zwischen den evaluierten Gruppen, dass sich Nichtraucher von Rauchern und Dampfern sowie Raucher von Dampfern beim Diskriminieren von Gerüchen signifikant unterschieden ($p \leq 0.05$).

Bereits Katotomichelakis et al. [2007] berichteten, dass Raucher beim korrekten Diskriminieren von Gerüchen Schwierigkeiten aufwiesen. Dabei wurden Raucher mittels Sniffin' Sticks, d.h. mit dem Schwellentest, Diskriminationstest und Identifikationstest auf ihr Riechvermögen untersucht. Die Raucher ($n=65$) schnitten besonders beim Diskriminationstest schlechter ab als die Nichtraucher ($n=49$). In den Ergebnissen der Studie von Gudziol et al. [2013] zeigten sich bei Evaluierung des Riechvermögens mittels Sniffin' Sticks, d.h. mit dem Schwellentest, Diskriminationstest sowie Identifikationstest ähnliche Resultate. Raucher ($n=40$) wiesen ebenso Schwierigkeiten beim Diskriminieren von Gerüchen auf und schnitten schlechter ab als Nichtraucher ($n=43$).

Bei Berücksichtigung der Anzahl der konsumierten Zigaretten pro Tag und Dauer der Raucherjahre wurde der Parameter „Packungsjahr“ zur besseren Abschätzung der Rauchdosis herangezogen. Es konnte eine schwach negative, jedoch nicht signifikante Korrelation ($p > 0.05$, $r = -.153$) zwischen den „Packungsjahren“ und dem Ergebnis des Diskriminationstests festgestellt werden. Bei den Dampfern wurden die Dauer des Dampfens ($r = .091$) und die Menge an konsumiertem Liquid ($r = .013$) bei der Auswertung einbezogen. Hierbei konnte, wie beim Schwellentest, keine signifikante Korrelation ($p > 0.05$) festgestellt werden.

4.2.3. Identifikationstest

Die Betrachtung der durchschnittlichen I-Werte machte deutlich, dass diese bei allen drei evaluierten Gruppen unter dem Normbereich von 14.70 ± 1.2 Punkten lagen. Beim Vergleich der Mittelwerte untereinander sieht man, dass die Raucher am schlechtesten abgeschnitten haben. Die Kontrollgruppe und die Untersuchungsgruppe der „Dampfer“ schnitten gleich gut ab. Grundsätzlich wiesen 75% der Probanden aller drei evaluierten Gruppen Resultate unterhalb des Normbereichs auf.

Die Ergebnisse des Identifikationstests der vorliegenden Evaluierung zeigten, so wie bei den beiden Tests zuvor, dass es signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) bei der Identifikation von Gerüchen zwischen den getesteten Gruppen gab. Beim paarweisen Vergleich der einzelnen Gruppen stellte sich heraus, dass signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) zwischen Nichtrauchern und Rauchern sowie Rauchern und Dampfern zu finden sind. Die Unterschiede beim Identifizieren von Gerüchen zwischen Nichtrauchern und Dampfern waren auch signifikant ($p \leq 0.05$).

Dies bestätigt die Ergebnisse der Querschnittsstudie von Vennemann et al. [2008], bei der 1277 Probanden mittels Screening 12-Riechtest (Identifikationstest) auf ihr Riechvermögen untersucht wurden. Dabei zeigte sich, dass die Raucher signifikant schlechter abschnitten als die Nichtraucher. In der Studie von Brämerson et al. [2004] hingegen zeigten sich gegenteilige Ergebnisse. Es wurden insgesamt 1378 Probanden auf ihr Riechvermögen mittels Identifikationstest (16 Riechstifte) getestet und miteinander verglichen. Hierbei zeigte sich, dass die Raucher kein schlechteres Riechvermögen aufwiesen als Nichtraucher. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass allein mit dem Identifikationstest das Riechvermögen nicht ausreichend beurteilt werden kann.

Bei der Untersuchung des Einflusses der „Packungsjahre“ auf das Ergebnis des Identifikationstests konnte in der vorliegenden Studie eine schwach negative, jedoch nicht signifikante Korrelation ($p > 0.05$, $r = -.188$) festgestellt werden. Im Gegensatz dazu wurde eine signifikante und negative Korrelation in den Publikationen von Kato-tomichelakis et al. [2007] und Vennemann et al. [2008] nachgewiesen.

In der Untersuchungsgruppe der Dampfer konnten bezüglich der Dauer des Dampfens ($r = -.075$) und der Menge an konsumiertem Liquid ($r = -.038$) keine signifikanten Zusammenhänge ($p > 0.05$) beobachtet werden.

Bei der Auswertung des Identifikationstests wurde ein möglicher Einfluss der Gruppenzugehörigkeit (Raucher, Dampfer, Nichtraucher) auf die Fehlerquote berücksichtigt. Dabei stellte sich heraus, dass die Gruppenzugehörigkeit die Fehlerquote signifikant ($p \leq 0.05$) beeinflusste. Beim paarweisen Vergleich der Gruppen zeigte sich, dass sich Nichtraucher zu Rauchern sowie Raucher zu Dampfern in ihrer Fehlerquote signifikant unterschieden ($p \leq 0.05$). Zwischen Nichtrauchern und Dampfern konnte kein signifikanter Unterschied ($p > 0.05$) festgestellt werden.

Die Fehlerquoten der Raucher waren besonders bei folgenden zwei Stiften deutlich: So gab es Schwierigkeiten bei der Identifikation von Stift 1 (Orange): Die Fehlerquote der Raucher lag bei 53%, hingegen bei den Nichtrauchern bei 29% und den Dampfern bei 27%. Auch bei Stift 13 (Ananas) hatten die Raucher mit 56% eine höhere Fehlerquote als die Dampfer (44 %) und die Kontrollgruppe (37%).

Betrachtet man nun die Fehlerquote aller Gruppen miteinander, so wird deutlich, dass Stift 6 (Zitrone) der einzige war, bei dem es die größten Identifikationsprobleme gab. Dabei lag die Gesamtfehlerquote bei 80%. Hierbei ist spannend zu beobachten, dass sich der Großteil der Probanden für den Duft Grapefruit entschieden hat. Weitere auffällige Stifte waren Stift 8 (Terpentin) und Stift 11 (Apfel). Die Gesamtfehlerquote bei Terpentin lag bei 63%. Terpentin wurde hauptsächlich mit Senf verwechselt. Eine ähnlich hohe Gesamtfehlerquote mit 64% konnte bei Stift 11 (Apfel) festgestellt werden. Der Apfelduft wurde entweder mit Melonen- oder Pfirsichduft verwechselt.

4.2.4. SDI-Wert

Nach Auswertung der Teilttests wurde auch das Gesamtergebnis, der sogenannte SDI-Wert, berechnet und statistisch beurteilt. Er umfasst infolge der Riechschwellentestung sowohl den peripheren Anteil des Riechvorgangs als auch die zentrale olfaktorische Verarbeitung, welche mithilfe der Diskrimination und Identifikation von Gerüchen ermittelt wird [Hummel et al., o.Jg.].

Wie bereits die Beurteilung der drei durchgeführten Tests zeigte, bestätigte sich im Gesamtergebnis, dass es einen signifikanten Unterschied ($p \leq 0.05$) in der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit zwischen den getesteten Gruppen gab. Die Unterschiede im Riechvermögen konnten beim paarweisen Vergleich zwischen allen evaluierten Gruppen festgestellt werden.

Die Auswertung der drei Einzeltests sowie die Betrachtung des SDI-Wertes heben durchgehend signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) zwischen den beiden Gruppen Nichtrauchern und Rauchern sowie zwischen Rauchern und Dampfern hervor. Dies war bei den Nichtrauchern und Dampfern nicht der Fall.

Beim Vergleich der durchschnittlichen SDI-Scores und jenen der drei Einzeltests hatte die Gruppe der Raucher im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen in allen Kategorien die schlechtesten Resultate (Kap. 4.1.4, Tab. 41). Die Raucher befanden sich im Vergleich zu den anderen evaluierten Gruppen im leicht bis mittelmäßig hyposmischen Bereich, welcher nach Burghart [2012] einem Wert unter 30 entspricht. Die Gruppe der Dampfer lag beim Mittelwertvergleich des D-Wertes, I-Wertes sowie des SDI-Wertes an zweiter Stelle. Durchschnittlich haben die Dampfer beim S-Wert, wenn auch knapp, bessere Resultate als die Nichtraucher erreicht. Betrachtet man alle Mittelwerte insgesamt, so schnitten die Nichtraucher am besten ab. Die in der präsentierten Arbeit dargelegten Ergebnisse der Dampfer, allesamt ehemalige Raucher, könnten auf mögliche reversible Schäden durch Zigarettenrauch hinweisen. Frye et al. [1990] beobachteten bei Untersuchung des Riechvermögens an 638 Studienteilnehmern, mittels Identifikationstest (University of Pennsylvania Smell Identification Test), dass ehemalige Raucher ein besseres Riechvermögen als Raucher aufwiesen, je länger das chronische Rauchen von Zigaretten zurücklag. Dies sprach laut den Forschern für eine Regeneration des Geruchssinns. Auch die Metaanalyse von Ajmani et al. [2017] zeigte, dass es keine Unterschiede im Riechvermögen zwischen ehemaligen Rauchern und Nichtrauchern gab.

Da die Raucher in der vorliegenden Untersuchung am schlechtesten abschnitten, könnte man davon ausgehen, dass sich die negativen Effekte des Rauchens unter anderem auf die zentrale olfaktorische und periphere Verarbeitung auswirken. Beim Inhalieren des Zigarettenrauchs, auf Ebene des Riechepithels, werden zum einen allgemeine Reizungen der Riechrezeptoren, eine erhöhte trigeminale Aktivität und zum anderen eine Habituation der Riechsinneszellen durch die zahlreichen Inhaltsstoffe des Tabakrauchs beschrieben. All diese Veränderungen führen kurzfristig zu einer Verschlechterung des Riechvermögens [Ahlström et al., 1987; Katotomichelakis et al., 2007].

Rosenblatt et al. [1998] gehen von möglichen Blockaden der Rezeptoren im Riechepithel aus, die durch die zahlreichen Inhaltsstoffe des Zigarettenrauchs verursacht

werden. Des Weiteren werden Veränderungen an der Oberfläche der Riechschleimhaut (Mucus) beschrieben [Katotomichelakis et al., 2007]. Ebenso wird vermutet, dass Tabakrauch toxische Wirkungen auf die im Mucus vorhandenen Zilien, welche die Rezeptoren zur Bindung der Duftstoffe besitzen, haben [Cohen et al., 2009]. Die Veränderungen im Mucus (Schleimschicht) und in den Zilien würden einen erschwerten Transport zu den Rezeptoren und infolgedessen eine Abnahme in der olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit zur Folge haben. Dadurch entstandene Entzündungen können zu Verengungen beziehungsweise Verstopfungen der Nasennebenhöhlen führen, wodurch die Geruchswahrnehmung ebenso eingeschränkt wird [Katotomichelakis et al., 2007]. Neben den Ursachen möglicher kurzfristiger Auswirkungen wurden auch langfristige Effekte des Rauchens auf den Geruchssinn aufgezeigt, jedoch wurden diese Beobachtungen im Rahmen der Tierversuche gemacht. Eine Auslegung der Ergebnisse auf den Menschen ist somit nicht gegeben [Vent et al., 2004; Vent et al., 2003].

Vent et al. [2004] vermuten, dass unter anderem eine erhöhte Apoptose-Rate (programmierter Zelltod) der Riechzellen eine Erklärung für langfristige Effekte sein könnte. Ratten wurden dem Tabakrauch ausgesetzt und es konnte eine erhöhte Aktivität des Enzyms Caspase-3 im Riechepithel, welcher ein Indikator der Apoptose ist, beobachtet werden. Schon in den siebziger Jahren zeigte sich in einem Tierversuch, dass bei Mäusen, die für etwa eine Woche Tabakrauch ausgesetzt waren, strukturelle Veränderungen des Riechepithels nachgewiesen werden konnten [Matulionis, 1974]. Auch weitere histologische Veränderungen am Riechepithel wurden beobachtet. Ratten, die Tabakrauch und Ethanol ausgesetzt waren, wiesen eine Verminderung der Fläche des Riechepithels auf [Vent et al. 2003]. Außerdem zeigte sich eine Abnahme der Zellproduktion, besonders der Riechsinneszellen, womit gleichzeitig die Geruchssensibilität vermindert wird [Da Ré et al., 2018].

In der vorliegenden Studie konnte ein dosisabhängiger Effekt des Rauchens auf das Riechvermögen nachgewiesen werden. Es wurde eine signifikante negative Korrelation ($p \leq 0.05$, $r = -0.420$) zwischen den „Packungsjahren“ und dem erzielten SDI-Wert festgestellt. Das bedeutet, dass das Riechvermögen der Raucher umso schlechter war, je mehr „Packungsjahre“ die evaluierten Probanden aufwiesen. Dosisabhängige Effekte wurden auch von Frye et al. [1990] und Katotomichelakis et al. [2007] berichtet. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die zitierten Publikationen im Gegensatz zur

vorliegenden Studie auch ältere Probanden (über 46 Jahre) einbezogen haben und somit durchaus ein Einfluss des Alters auf das Ergebnis bestehen könnte.

Bezugnehmend auf die Dampfer wurde überprüft, ob die Dauer des Dampfens ($r = -.070$) und die Menge an konsumiertem Liquid ($r = -.194$) den erreichten SDI-Wert beeinflussen. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang ($p > 0.05$) nachgewiesen werden.

Resümierend kann bestätigt werden, dass das Riechvermögen der evaluierten Nicht-raucher genauso wie jenes der Dampfer zufriedenstellend ausgeprägt war. Defizite hingegen wiesen die Raucher auf, die durchschnittlich den niedrigsten SDI-Wert erzielten.

4.2.4.1. Eigene Selbsteinschätzung des Riechvermögens

Vor Testbeginn musste von den Probanden das eigene Riechvermögen anhand einer siebenstufigen Skala von „überdurchschnittlich gut“ bis „sehr schlecht“ angegeben werden. Die subjektive Bewertung des eigenen Riechvermögens zeigte, dass sich die Probanden als gut bis mittelmäßig eingeschätzt haben.

Auffällig war, dass sich die Raucher zwar besser eingeschätzt haben, als die tatsächlichen Ergebnisse der Untersuchung gezeigt haben. Der durchschnittlich erzielte SDI-Score der Raucher lag bei 25.83 ± 2.26 ($MW \pm SD$), welcher laut Burghart [2012] dem hyposmischen Bereich entspricht. Die Fehleinschätzung des eigenen Riechvermögens geht auch mit den Ergebnissen der anderen Autoren [Landis et al., 2003; Murphy et al., 2002] einher. In den oben erwähnten Studien schätzten sich die Probanden, unabhängig von ihrem Alter, anders ein, als sie in der Untersuchung tatsächlich abgeschlossen haben. Als Grund wird die untergeordnete Rolle des Geruchssinns im Alltag angegeben. Erwähnenswert ist, dass sowohl in der präsentierten Studie, als auch in den beiden genannten Publikationen die Probanden sensorisch ungeschult waren. Die Selbsteinschätzung des eigenen Riechvermögens lässt sich aber durch gezieltes Training des Geruchssinns deutlich verbessern [Landis et al., 2003].

Bei der Korrelation zwischen der eigenen Selbsteinschätzung der Probanden gesamt ($n = 181$) und dem erzielten SDI-Wert konnte eine schwach negative und signifikante Korrelation ($p \leq 0.05$) festgestellt werden: Je besser sich die Studienteilnehmer ein-

schätzten, desto schlechter war der erzielte SDI-Wert. Beim Vergleich der einzelnen Gruppen (Raucher n=66; Dampfer n=45; Nichtraucher n=70) konnte kein statistisch signifikanter Unterschied ($p > 0.05$) nachgewiesen werden. Dies liegt wahrscheinlich an den Stichprobengrößen der einzelnen Gruppen im Vergleich zur Stichprobengröße gesamt.

Die Selbsteinschätzung des Riechvermögens war relativ unzuverlässig und korrelierte in der vorliegenden Evaluierung ($r_s = -.155$), wie auch in anderen Studien festgestellt, nur schwach bis gar nicht mit der tatsächlichen Geruchswahrnehmung [Landis et al., 2003; Welge-Lüssen und Hummel, 2008a].

4.2.4.2. Einflussfaktoren

4.2.4.2.1. Einfluss des Geschlechts auf den erzielten SDI-Wert

Bei der Untersuchung eines möglichen Einflusses des Geschlechts auf den erzielten SDI-Wert konnte kein signifikanter Unterschied ($p > 0.05$) nachgewiesen werden. So unterschieden sich die durchschnittlich erzielten SDI-Werte bei den Frauen mit 31.17 und bei den Männern mit 31.25 kaum. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu anderen Publikationen, bei denen Frauen im Vergleich zu Männern bei diversen Riechtests besser abschneiden konnten [Brand und Millot, 2001; Murphy et al., 2002; Hummel et al., 2007].

Erklärungen für das normalerweise bessere Abschneiden des weiblichen Geschlechts sind u.a. ein höheres Erinnerungsvermögen sowie eine höhere verbale Intelligenz und Differenzierungsfähigkeit, welche bei diversen Riechuntersuchungen ebenfalls eine Rolle spielten [Larsson et al., 2003]. Des Weiteren wurden auch pränatale Gegebenheiten beschrieben, welche ein verbessertes Riechvermögen bei Frauen zur Folge haben. Die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Fötus ist lange vor der Geburt funktionstüchtig. So werden durch den Geruchssinn Zusammenhänge zwischen der pränatalen und postnatalen Wahrnehmung vermittelt [Schaal et al., 2004]. Eine weitere Studie diskutierte zudem hormonelle Faktoren als Erklärung für ein verbessertes Riechvermögen von Frauen [Doty et al., 1981]. Darüber hinaus wurden auch anatomische Differenzen in Betracht gezogen. Zwischen Männern und Frauen wurden anatomische Unterschiede im Bereich der mittleren Nasenmuschel beschrieben, die zu unterschiedlichen olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeiten führen könnten [Leopold, 1988].

4.2.4.2.2. Einfluss des Alkoholkonsums auf den erzielten SDI-Wert

Neben dem Einfluss des Geschlechts wurde auch eine mögliche Auswirkung der Konsumation von Alkohol untersucht. Im Vorfeld sei zu erwähnen, dass die Einschätzung des eigenen Alkoholkonsums sehr stark vom subjektiven Eindruck geprägt ist und womöglich als unangenehm empfunden werden kann, da der Konsum der Privatsphäre zuzuordnen ist. Es besteht die Gefahr, dass durch Hemmungen des Probanden von ihm vermutete gewünschte Antworten gegeben werden. Wie auch bei anderen Fragen, die die Privatsphäre betreffen, muss der Versuchsleiter auf die Beantwortung vertrauen. Außerdem sind die im Fragebogen zur Auswahl stehenden Antwortmöglichkeiten nur als Richtwerte anzusehen, da der tatsächliche Alkoholkonsum, unabhängig von der Selbsteinschätzung, variieren kann.

Im Zuge der ANOVA ergab sich ein signifikanter Unterschied ($p > 0.05$) zwischen den Alkohol-Konsumationsgruppen (mehr als 4-mal pro Woche ($n=12$), mehr als 2-mal pro Woche ($n=30$), einmal pro Woche ($n=47$), 1-2-mal im Monat ($n=60$) und nie ($n=31$)) in Hinblick auf den SDI-Wert. Ein Proband aus der Gruppe der Raucher wurde bei dieser statistischen Auswertung ausgeschlossen, da dieser allein einen täglichen Alkoholkonsum angab. Beim Mehrfachvergleich der einzelnen Konsumationsgruppen miteinander wurde deutlich, dass sich lediglich die Ergebnisse der Personen, die mehr als 2-mal pro Woche Alkohol konsumierten, signifikant von den Personen unterschieden ($p \leq 0.05$), die nie Alkohol verzehrten. In den restlichen Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.05$) nachgewiesen werden.

Des Weiteren wurde die Korrelation zwischen den verschiedenen Gruppen des Alkoholkonsums gesamt ($n=181$) in Hinblick auf den erzielten SDI-Wert untersucht. Hierbei konnte eine schwach negative ($r_s = -.168$) aber signifikante ($p \leq 0.05$) Korrelation nachgewiesen werden: Je höher der Alkoholkonsum war, desto niedriger war der erreichte SDI-Wert. Bisher wurden relativ wenige Publikationen zu dieser Thematik veröffentlicht. Nichtsdestotrotz konnten einige wenige Studien die negative Auswirkung von übermäßigem Alkoholkonsum auf die olfaktorische Wahrnehmung feststellen [Rupp et al., 2003; Rupp et al., 2004; Greenberg et al. 2013]. So zeigte eine Studie, dass alkoholabhängige Personen im Vergleich zu Nicht-Alkoholikern im Zuge der Evaluierung des Riechvermögens mittels Sniffin` Sticks (Schwellentest, Diskriminationstest, Identifikationstest) Probleme hatten und signifikant schlechtere Ergebnisse erzielten [Rupp et al., 2003].

Auch die Studie von Greenberg et al., [2013] bestätigt, dass exzessiver Konsum von Alkohol (Alkoholmissbrauch) zu einer Beeinträchtigung des Geruchssinns führen kann. Der Grund für die Defizite in der Geruchswahrnehmung findet sich vermutlich in der Beeinträchtigung der zentralnervösen Verschaltung, die sich durch den übermäßigen Alkoholkonsum ergibt [Rupp et al., 2003].

4.2.4.2.3. Einfluss von Kontrazeptiva auf den erzielten SDI-Wert

Es konnte kein signifikanter Unterschied ($p > 0.05$) zwischen der Einnahme von Kontrazeptiva und dem erreichten SDI-Wert festgestellt werden.

Dieses Ergebnis steht kontrovers zu diversen anderen Publikationen [Landis et al., 2004; Derntl et al., 2013]. Den Studien zufolge haben Frauen, die Kontrazeptiva einnehmen, eine erhöhte Geruchssensibilität. So bestätigte eine Studie, dass die Einnahmedauer oraler Kontrazeptiva und die Geruchswahrnehmung signifikant miteinander korrelieren. Das bedeutet, dass je länger die Probandinnen die oralen Verhütungsmittel aufnahmen, desto besser war ihr Riechvermögen [Derntl et al., 2013]. Eine weitere Studie stellte fest, dass Frauen, die Kontrazeptiva zu sich nahmen, beim Identifikationstest besser abschnitten, als Frauen die keine Kontrazeptiva einnahmen [Landis et al., 2004].

Eine Erklärung, weswegen in der vorliegenden Studie keine Auswirkung der Kontrazeptiva-Einnahme auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit nachgewiesen wurde, könnte die relativ kleine Stichprobengröße ($n=24$) beziehungsweise das Verhältnis zwischen den Gruppen „Einnahme“ ($n=24$) und „Nicht-Einnahme“ ($n=157$) sein.

5. Schlussbetrachtung

Lange Zeit wurde der Geruchssinn als sekundär angesehen und als niederer Sinn bezeichnet, jedoch gilt er heutzutage als einer der wichtigsten Sinne des Menschen [Auffarth, 2013]. Der Geruchssinn spielt im Alltag eine wesentliche Rolle, da er eng mit unseren Gefühlen gekoppelt ist und dabei hilft, zahlreiche Entscheidungen zu treffen, sei es bei der Auswahl der Nahrung oder sogar des Partners. Zudem fungiert er als wichtiges Warnsystem vor Gefahren wie Feuer oder Gasaustritt. Zahlreiche Studien zeigen, dass es diverse Faktoren gibt, die sich auf die Geruchswahrnehmung auswirken können. Hierzu zählen das Rauchen von Zigaretten, ein übermäßiger Alkoholkonsum, Medikamenten-Einnahme sowie die Einnahme von Kontrazeptiva [Rupp et al., 2003; Hummel et al., 2011; Derntl et al., 2013; Vennemann et al., 2008]. Eine bislang noch nicht wissenschaftlich behandelte Fragestellung ist, ob das Dampfen von E-Zigaretten, welches in den letzten Jahren mehr Zuspruch findet, auch eine Auswirkung auf das Riechvermögen hat.

Um u.a. dies festzustellen, beschäftigte sich die vorliegende Studie mit dem Einfluss des Zigaretten- und E-Zigarettenkonsums auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit im Vergleich zu Nichtrauchern. Die Forschungsergebnisse dieser Evaluierung zeigten, dass sich die Raucher von den Dampfern in allen drei durchgeführten Tests und im Endergebnis signifikant unterschieden ($p \leq 0.05$). Ebenso wurden zwischen Rauchern und Nichtrauchern signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) festgestellt. Beim Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Tests sowie des SDI-Wertes schnitten die Raucher am schlechtesten ab. Bei der Riechschwelle konnten keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.05$) zwischen Nichtrauchern und Dampfern nachgewiesen werden.

So kann folgende Schlussfolgerung gezogen werden: **Das Rauchen von Zigaretten hat einen negativen Effekt auf das Riechvermögen, während beim Dampfen von nikotinhaltigen E-Zigaretten dieser Effekt im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht festgestellt werden konnte.**

Die „Packungsjahre“, die zu langfristigen Schäden führen können, zeigten in allen Untertests sowie im Gesamtergebnis (SDI-Wert) Zusammenhänge. Diese waren jedoch nur beim Schwellentest und beim SDI-Wert signifikant ($p \leq 0.05$).

Die Selbsteinschätzung des Riechvermögens und die erhobenen Werte standen in keiner Korrelation zueinander und demnach konnten keine Aussagen zum Riechvermögen durch die Berichte der eigenen Selbsteinschätzung getroffen werden.

Das Alter spielte als Einflussfaktor in der präsentierten Studie keine Rolle, da sich in der Stichprobe nur junge Erwachsene befanden. Es wurde lediglich bei der Untersuchung der Häufigkeit des Alkoholkonsums ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0.05$) zwischen Personen, die mehr als 2-mal pro Woche Alkohol konsumierten zu Personen, die nie Alkohol verzehrten, beobachtet. Dennoch ist festzuhalten, dass die Aussagekraft der Ergebnisse bezüglich der Untersuchung der Einflussfaktoren als Limitation der Studie betrachtet werden muss, da hier ein relativ kleiner Stichprobenumfang innerhalb der Gruppen vorhanden war sowie ein Ungleichgewicht zwischen den verschiedenen Gruppen bestand.

Die Quintessenz der vorliegenden Studie ist somit, dass das Rauchen von Zigaretten die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit im Vergleich zum Dampfen von nikotinhaltingen E-Zigaretten beeinträchtigt. E-Zigaretten hingegen scheinen keine Auswirkungen auf das Riechvermögen zu haben, da die Ergebnisse aller durchgeführten Tests im normosmischen Bereich lagen. Dies wäre ein Hinweis darauf, dass ein Umstieg auf E-Zigaretten eine Regeneration des Riechvermögens zur Folge haben könnte. Da bislang keine Ergebnisse zum Einfluss des E-Zigarettenkonsums auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit vorliegen, wäre es notwendig, sich damit in weiterer Forschung auseinanderzusetzen.

Als Ausblick wird empfohlen, mit einem noch größeren Studienkollektiv zu arbeiten und, wenn möglich, ein ausgeglichenes Verhältnis innerhalb der Gruppen anzustreben. Zudem wäre ein Studienmodell mit Messwiederholungen des Riechvermögens empfehlenswert, um ein aussagekräftigeres Ergebnis, auch über einen längeren Zeitraum hinweg, zu erhalten.

6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Einfluss des Konsums von Zigaretten (Raucher) sowie von E-Zigaretten (Dampfer) im Vergleich zu Nichtrauchern auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit zu untersuchen.

Im Zuge der durchgeführten Studie wurden insgesamt 181 Probanden im Alter zwischen 18 und 46 Jahren rekrutiert und in drei Gruppen eingeteilt: Kontrollgruppe „Nichtraucher“ (n=70; weiblich=40, männlich=30) sowie zwei Untersuchungsgruppen: Raucher (n=66; weiblich=32, männlich=34) und Dampfer (n=45; weiblich=18, männlich=27). Mithilfe von „Sniffin‘ Sticks“ der Firma Burghart wurde die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit evaluiert. Die „Sniffin‘ Sticks“ wurden vom Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien zur Verfügung gestellt. Durchgeführt wurden insgesamt drei Tests, welche sich aus der Bestimmung der Riechschwelle (S-Wert), der Testung der Fähigkeit der Geruchsdiskrimination (D-Wert) sowie der Geruchsidentifikation (I-Wert) zusammensetzen. Aus den Ergebnissen der drei olfaktorischen Einzeltests wurde letztendlich der SDI-Wert errechnet. Über diesen konnten schließlich die Aussagen über das Riechvermögen der Probanden getroffen werden. Vor Beginn der Untersuchung erhielt jeder Studienteilnehmer eine Einverständniserklärung und einen Fragebogen, mit dem Daten zur Person (Alter, Geschlecht, etc., Gesundheitszustand, Medikamenten-Einnahme, Kontrazeptiva-Einnahme, Alkoholkonsum) sowie Informationen zum Rauch- oder Dampfverhalten ermittelt wurden. Des Weiteren enthielt das Dokument Fragen zur Geruchswahrnehmung, wobei jeder Proband Angaben zur Selbsteinschätzung des eigenen Riechvermögens tätigen musste.

Die Ergebnisse der Riechschwellentestung wiesen signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) zwischen Nichtrauchern und Rauchern sowie Rauchern und Dampfern auf. Zwischen Nichtrauchern und Dampfern konnten keine signifikanten Differenzen ($p > 0.05$) festgestellt werden. Beim Diskriminationstest und Identifikationstest konnten signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) zwischen allen drei Gruppen nachgewiesen werden. Eine weitere Untersuchung im Zusammenhang mit dem Identifikationstest und der Fehlerquote ergab, dass die Fehlerquote beim Erkennen der Gerüche je nach Gruppe (Raucher, Dampfer, Nichtraucher) unterschiedlich ausfiel. Demnach wurden signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) zwischen Nichtrauchern und Rauchern sowie

Rauchern und Dampfern nachgewiesen. Bei Betrachtung des Gesamtwertes (SDI-Wert) konnten wiederum signifikante Unterschiede ($p \leq 0.05$) zwischen allen drei Gruppen ermittelt werden. Zudem wurde auch eine mögliche Korrelation zwischen den „Packungsjahren“, der Dauer des Dampfens und der Menge an Liquid, und den Ergebnissen der Einzeltests (S-, D-, I-Wert) sowie dem Gesamtergebnis (SDI-Wert) untersucht. Hierbei konnte eine signifikante Korrelation ($p \leq 0.05$) zwischen den Packungsjahren und den Ergebnissen des Schwellentests und SDI-Wert nachgewiesen werden. Die Korrelation zwischen den Packungsjahren und den Ergebnissen der beiden anderen durchgeführten Geruchstests war nicht signifikant. Die Dauer und Menge des Dampfens korrelierte nicht ($p > 0.05$) mit den Resultaten der Einzeltests (S-, D-, I-Wert) und dem SDI-Wert.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass der Konsum von Zigaretten einen negativen Einfluss auf das Riechvermögen ausübt, während beim Dampfen von E-Zigaretten dieser Effekt nicht nachgewiesen werden konnte. Die durchschnittlichen Resultate der Raucher lagen im hyposmischen Bereich. Die durchwegs guten Ergebnisse der Dampfer ($n=45$), die allesamt zuvor Raucher waren, könnten auf reversible Schäden durch Rauchen von Zigaretten hindeuten. Der Geruchssinn regeneriert sich offensichtlich nach dem Umstieg von Zigaretten- auf E-Zigarettenkonsum. Weitere wissenschaftliche Auseinandersetzungen sind aber notwendig, um den Einfluss des E-Zigarettenkonsums auf die olfaktorische Wahrnehmungsfähigkeit besser klären zu können.

7. Summary

The aim of this study was to investigate the odor perception of smokers and vapers (e-cigarette consumers) in comparison to non-smokers.

For the study 181 study participants aged 18 to 46 years were selected and divided into three groups: the control group, which consisted of 70 non-smokers (40 women, 30 men), as well as in two investigated groups: smokers (n=66; 32 women, 34 men) and vapers (n=45; 18 women, 27 men). The individuals were evaluated by applying the olfactory test battery "Sniffin' Sticks" by Burghart company, which consists of the threshold, odor discrimination and odor identification test. It has been provided by the Department of Nutritional Sciences of the University of Vienna. To assess the olfactory function the TDI-Score has been calculated. Before starting the evaluation, each participant received a letter of agreement and a questionnaire to determine personal data (age, gender etc., state of health, medication, contraceptive use, alcohol consumption), as well as information on their smoke or vape behavior. Additionally, each participant made self-assessment in regard to their olfactory perception.

The results of the threshold test revealed significant differences ($p \leq 0.05$) between non-smokers and smokers, as well as smokers and vapers. The difference ($p > 0.05$) between non-smokers and vapers was not statistically significant. The results of the odor discrimination- and odor identification test showed significant differences ($p \leq 0.05$) between all three evaluated groups. A further examination concerning the odor identification test showed that depending on whether the participant is a non-smoker, smoker or vaper the error rate of the results varied. Significant differences ($p \leq 0.05$) between non-smokers and smokers, as well as smokers and vapers were determined. The evaluation of the TDI-Score revealed significant differences ($p \leq 0.05$) between all three evaluated groups. In addition, a possible correlation between pack years (py), the duration of vaping (years), amount of liquid (milliliter) and the results of the threshold test, odor discrimination test, odor identification test and the TDI-Score was examined. There was a significant correlation ($p \leq 0.05$) between the pack years and the threshold test, as well as the TDI-Score. The correlation between the pack years and the results of the odor discrimination- and odor identification test was not significant. The duration and amount of vaping did not correlate ($p > 0.05$) with the

results of threshold, odor discrimination, odor identification test as well as the TDI-Score.

Generally it can be summarized, that the consumption of cigarettes, in contrast to the use of e-cigarettes, has a negative impact on the olfactory perception. The mean results of smokers were in the range of hyposmia. The consistently good results of the vapers (n=45), who have been former smokers, could indicate reversible damage of cigarette smoking and the regeneration possibilities of the sense of smell after switching from smoking cigarettes to vaping e-cigarettes. However, further research is necessary to clarify the influence of e-cigarette use on the olfactory perception.

8. Literaturverzeichnis

AHLSTRÖM R., BERGLUND B., BERGLUND U., ENGEN T., LINDVALL T. A comparison of odor perception in smokers, nonsmokers, and passive smokers. *American Journal of Otolaryngology*. 1987; 8(1):1-6.

AJMANI GS., SUH HH., WROBLEWSKI KE., PINTO JM. Smoking and Olfactory Dysfunction: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Laryngoscope*. 2017; 127:1753–1761. DOI:10.1002/lary.26558.

ANDREAS S., BATRA A., BEHR J., BERCK H., CHENOT J. F., GILLISSEN A., HERING T., HERTH F., MEIERJURGEN R., MUHLIG S., NOWAK D., PFEIFER M., RAUPACH, T., SCHULTZ K., SITTE H., WORTH H. Tabakentwöhnung bei COPD. S3 Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin. *Pneumologie*. 2008;62(5):255-272.

ANZENBERGER J., BUSCH M., GRABENHOFER-EGGERTH A., KERSCHBAUM J., KLEIN C., SCHMUTTERER I., TANIOS A. Epidemiologiebericht Sucht 2017. Illegale Drogen und Tabak. *Gesundheit Österreich, Wien*.

ATTEMS J., WALKER L., JELLINGER KA. Olfaction and Aging: A Mini-Review. *Gerontology*. 2015;61(6):485-490. DOI:10.1159/000381619.

AUFFARTH B. Understanding smell-the olfactory stimulus problem. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.2013;37(8):1667-1679. DOI:10.1016/j.neubiorev.2013.06.009.

BEITES CL., KAWAUCHI S., CROCKER CE., CALOF AL. Identification and molecular regulation of neural stem cells in the olfactory epithelium. *Experimental Cell Research*. 2005; 306:309-316. DOI:10.1016/j.yexcr.2005.03.027.

BERTHOLON JF., BECQUEMIN MH., ANNESI-MAESANO I., DAUTZENBERG B. Electronic Cigarettes: A Short Review. *Respiration*.2013;86:433–438. DOI:10.1159/000353253.

BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung (2013). Liquids von E-Zigaretten können die Gesundheit beeinträchtigen. Stellungnahme Nr. 016/2012 des BfR vom 24. Februar 2012, ergänzt am 21. Januar 2013. Internet: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/liquids-von-e-zigaretten-koennen-die-gesundheit-beeintraechtigen.pdf> (Zugriff zuletzt am 27.1.2018)

BIRBAUMER N., SCHMIDT RF. Geschmack und Geruch. In: *Biologische Psychologie* (Birbaumer N, Schmidt RF, Hrsg). 7. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. 2010.

BOESVELDT S., LINDAU ST., MCCLINTOCK MK., HUMMEL T., LUNDSTRÖM JN. Gustatory and olfactory dysfunction in older adults: a national probability study. *Rhinology*. 2011;49(3):324-330.

BOGDANOVICA I., GODFREY F., MCNEILL A., BRITTON J. Smoking prevalence in the European Union: a comparison of national and transnational prevalence survey methods and results. *Tobacco Control*. 2011; 20(1):1-9. DOI:10.1136/tc.2010.036103.

BOYCE JM., SHONE GR. Effects of ageing on smell and taste. *Postgraduate Medical Journal*. 2006; 82(966):239-241. DOI:10.1136/pgmj.2005.039453.

BRÄMERSON A., JOHANSSON L., EK L., NORDIN S., BENDE M. Prevalence of Olfactory Dysfunction: The Skövde Population-Based Study. *The Laryngoscope*. 2004;114(4):733-737.

BRAND G., MILLOT JL. Sex differences in human olfaction: Between evidence and enigma. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*. 2001;54(3): 259-270. DOI:10.1080/02724990143000045.

BREER H. The sense of smell: reception of flavors. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008;1126:1-6. DOI:10.1196/annals.1433.010.

BUCK L., AXEL R. A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell*. 1991; 65:175-187.

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

BUSCH-STOCKFISCH M. Sensorik kompakt: in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. (Busch-Stockfisch, Hrsg). 1. Auflage; Behr's Verlag, Hamburg, 2015.

BZgA - Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (2016). Ja ich werde rauchfrei. Internet: https://www.rauchfrei-info.de/fileadmin/main/data/Dokumente/Ja_ich_werde_rauchfrei.pdf. (Zugriff zuletzt am 23.2.2018)

CERF-DUCASTEL., MURPHY C. FMRI brain activation in response to odors is reduced in primary olfactory areas of elderly subjects. *Brain Research*. 2003; 986(1-2):39-53. DOI:10.1016 / S0006-8993(03)03168-8.

CHALLIS RC., TIAN H., WANG J., HE J., JIANG J., CHEN X., YIN W., CONNELLY T, MA L., YU CR., PLUZNICK JL., STORM DR., HUANG L., ZHAO K., MA M. An Olfactory Cilia Pattern in the Mammalian Nose Ensures High Sensitivity to Odors. *Current Biology*. 2015; 25(19):2503-2512. DOI:10.1016/j.cub.2015.07.065.

COHEN NA., ZHANG S., SHARP DB., TAMASHIRO E., CHEN B., SORSCHER EJ. WOODWORTH BA. Cigarette smoke condensate inhibits transepithelial chloride transport and ciliary beat frequency. *The Laryngoscope*. 2009;119(11):2269-2274 DOI:10.1002/lary.20223.

CROY I., NORDIN S., HUMMEL T. Olfactory disorders and quality of life- an updated review. *Chemical Senses*. 2014; 39(3):185-194. DOI:10.1093/chemse/bjt072.

DA RÉ AF., GURGEL LG., BUFFON G., MOURA WER., MARQUES VIDOR DCG., MAAHS MAP. Tobacco Influence on Taste and Smell: Systematic Review of the Lit-

erature. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2018;22(1):81-87. DOI:10.1055/s-0036-1597921.

DAMM M., TEMMEL A., WELGE-LÜSSEN A., ECKEL HE., KREFT MP., GUDZIOL H., HÜTTENBRINK KB., HUMMEL T. Riechstörungen. *Epidemiologie und Therapie in Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2004; 52:112–120. DOI:10.1007/s00106-003-0877-z.

DENLINGER-APTE RL., JOEL DL., STRASSER AA., DONNY EC. Low nicotine content descriptors reduce perceived health risks and positive cigarette ratings in participants using very low nicotine content cigarettes. *Nicotine & Tobacco Research*. 2017; 19(10):1149-1154. DOI:10.1093/ntr/ntw320.

DERNTL B., SCHÖPF V., KOLLNDORFER K., LANZENBERGER R. Menstrual Cycle Phase and Duration of Oral Contraception Intake Affect Olfactory Perception. *Chemical Senses*. 2013; 38:67-75. DOI:10.1093/chemse/bjs084.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HALS-NASEN-OHREN-HEILKUNDE, KOPF- und HALSCHIRURGIE: Riechstörungen: AWMF- Leitlinie zur Epidemiologie, Pathophysiologie, Klassifikation, Diagnose und Therapie (2016). Internet: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-050l_S2k_Riech-und-Schmeckst%C3%B6rungen_2017-03.pdf (Zugriff zuletzt am 7.3.2018)

DIAZ EM. Comparison between orthonasal and retronasal flavour perception at different concentrations. *Flavour and Fragrance Journal*. 2004; 19: 499–504. DOI:10.1002/ffj.1475.

DKFZ - Deutsches Krebsforschungszentrum (2013). Elektrische Zigaretten – ein Überblick. Heidelberg. Internet: https://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/RoteReihe/Band_19_e-zigaretten_ein_ueberblick.pdf (Zugriff zuletzt am 4.12.2017)

DKFZ - Deutsches Krebsforschungszentrum, Bundesärztekammer (2005). Dem Tabakkonsum Einhalt gebieten – Ärzte in Prävention und Therapie der Tabakabhängigkeit. 2. Auflage. Heidelberg und Berlin. Internet: https://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/RoteReihe/Aerzte_in_Praevention_und_Therapie.pdf (Zugriff zuletzt am 4.12.2017)

DOTY RL., KAMATH V. The influences of age on olfaction: a review. *Frontiers in Psychology*. 2014; 5:20. DOI:10.3389/fpsyg.2014.00020.

DOTY RL. Clinical Disorders of Olfaction. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (DOTY RL Hrsg). John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA, 2015 DOI:10.1002/9781118971758.ch17.

DOTY RL., BROMLEY SM. Effects of drugs on olfaction and taste. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2004; 37(6):1229-1254.

DOTY RL., SNYDER PJ., HUGGINS GR., LOWRY LD. Endocrine, cardiovascular, and psychological correlated of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 1981; 95(1):45-60.

DRAGUHN A. Geschmack und Geruch. In: Physiologie. (KLINKE R., PAPE H-C., SILBERNAGL S., Hrsg) 5. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 2005. 742-755.

EBENSTEIN A., FIORETTI AB., LENA C., ROSATI N., AMABILE G., FUSETTI M. Modern psychophysical tests to assess olfactory function. Neurological Science. 2005; 26:147-155.

EUROSTAT- PRESSESTELLE (2016). Tabakkonsum - Jeder vierte ab 15 Jahren in der EU ist aktiver Raucher. Internet: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7762301/3-07122016-AP-DE.pdf> (Zugriff zuletzt am 4.12.2017)

EUROPEAN COMMISSION REPORT (2015). Special Eurobarometer 429 - Attitudes of Europeans towards Tobacco and Electronic Cigarettes. DOI:10.2875/670456 (Zugriff zuletzt am 18.1.2018)

FARSALINOS KE., POLOSA R. Safety evaluation and risk assessment of electronic cigarettes as tobacco cigarette substitutes: a systematic review. Therapeutic Advances Drug Safety. 2014; 5(2):67-86. DOI:10.1177/2042098614524430.

FERNÁNDEZ E., BALLBÈ M., SUREDA X., FU M., SALTO E., MARTINEZ-SANCHEZ JM. Particulate Matter from Electronic Cigarettes and Conventional Cigarettes: a Systematic Review and Observational Study. Current Environmental Health Report. 2015; 2(4):423-429. DOI:10.1007/s40572-015-0072-x.

FRASNELLI J., HUMMEL T. Olfactory dysfunction and daily life. European Archives of Otorhinolaryngology. 2005; 262(3):231-235.

FRYE RE., SCHWARTZ BS, DOTY RL. Dose-related effects of cigarette smoking on olfactory function. Journal of the American Medical Association. 1990;263(9):1233-1236.

GELKE M., WISCHMEYER E., GRÜNDER S., PETERSEN M., SCHWAB A. Taschenlehrbuch Physiologie. 1. Auflage. Georg Thieme Verlag. 2010.

GBE - GESUNDHEITSBERICHTERSTATTUNG DES BUNDES (2018a). Glossar. Rauchen. Internet: <http://www.gbe-bund.de/glossar/Rauchen.html> (Zugriff zuletzt am 21.1.2018)

GBE - GESUNDHEITSBERICHTERSTATTUNG DES BUNDES (2018b). Regelmäßiges Rauchen. Internet: http://www.gbe-bund.de/gbe10/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gast&p_aid=0&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=1891::Rauchen. (Zugriff zuletzt am 21.1.2018)

GUDZIOL H., GRAUL J., BITTER T., GUNTINAS-LICHIUS O. Riechsinn wird durch akutes Rauchen reversibel und durch chronisches Rauchen dauerhaft geschädigt. Laryngo-Rhino-Otologie. 2013; 92(10):663-666. DOI:10.1055/s-0033-1349082.

GREENBERG MI., CURTIS JA., VEARRIER D. The perception of odor is not a surrogate marker for chemical exposure: a review of factors influencing human odor perception. Clinical Toxicology. 2013; 51(2):70-76. DOI:10.3109/15563650.2013.767908.

HA MA., SMITH GJ., CICHOCKI JA., FAN L., LIU YS., CACERES AI., MORRIS JB. Menthol Attenuates Respiratory Irritation and Elevates Blood Cotinine in Cigarette Smoke Exposed Mice. PLOS ONE. 2015; 10(2):e0117128. DOI:10.1371/journal.pone.0117128.

HACKSHAW A., MORRIS JK., BONIFACE S., TANG JL., MILENKOVIC D. Low cigarette consumption and risk of coronary heart disease and stroke: meta-analysis of 141 cohort studies in 55 study reports. British Medical Journal. 2018; 360:j5855. DOI:10.1136/bmj.j5855.

HÄHNER A., LANDIS BN., HÜTTENBRINK KB., ZAHNERT T., HUMMEL T. Nervi olfactorii(I): Riechstörungen. In: Erkrankungen von Hirnnerven. Referenzreihe Neurologie-Klinische Neurologie (Hopf HC., Kömpf D, Hrsg.). 1. Auflage. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2006.

HATT H. Geschmack und Geruch. In: Physiologie des Menschen – mit Pathophysiologie (SCHMIDT RF, LANG F, HECKMANN M. Hrsg). 30. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.

HATT H. Molecular and Cellular Basis of Human Olfaction. Chemistry & Biodiversity. 2004;1:1857-1869.

HAYES JE., JINKS AL. Evaluation of smoking on olfactory thresholds of phenyl ethyl alcohol and n-butanol. Physiology and Behavior. 2012; 107(2):177-180.

HOFFMAN HJ., ISHII EK., MACTURK RH. Age-related changes in the prevalence of smell/taste problems among the United States adult population. Results of the 1994 disability supplement to the National Health Interview Survey (NHIS). Annals of the New York Academy of Sciences. 1998; 855: 716-722.

HUMMEL T., HECKMANN JG. Riechprüfung. In: Facharztwissen HNO-Heilkunde. Differenzierte Diagnostik und Therapie (Michael Reiß, Hrsg.). Springer Medizin Verlag, Heidelberg. 2009; 331-341.

HUMMEL T (o.Jg.). Tutorial Sniffin' Sticks. Sniffin' Sticks – Riechstifte – Bedienungsanleitung. Uniklinikum Dresden. Internet: https://www.uniklinikum-dresden.de/de/das-klinikum/kliniken-polikliniken-institute/hno/forschung/interdisziplinaeres-zentrum-fuer-riechen-und-schmecken/downloads/downloads/sticks_deu.pdf. Zuletzt aktualisiert am 1.12.2017 (Zugriff zuletzt am 12.3.2018)

HUMMEL T., KOBAL G., GUDZIOL H., MACKAY-SIM A. Normative data for the "Sniffin' Sticks" including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. European Archives of Otorhinolaryngology. 2007; 264:237-243. DOI:10.1007/s00405-006-0173-0.

HUMMEL T., LANDIS BN., HÜTTENBRINK KB. Smell and Taste Disorders. GMS Current Topics in Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery. 2011; 10:1865-1011.

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.

HÜTTENBRINK KB., HUMMEL T., BERG D., GASSER T., HÄHNER A. Olfactory dysfunction: common in later life and early warning of neurodegenerative disease. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2013; 110(1–2):1–7.
DOI: 10.3238/arztebl.2013.0001.

KATOTOMICHELAKIS M., BALATSOURAS D., TRIPSIANIS G., DAVRIS S., MAROUDIAS N., DANIELIDES V., SIMOPOULOS C. The effect of smoking on the olfactory function. *Rhinology*. 2007; 45(4):273-280.

KRÜSEMANN EJZ., BOESVELDT S., DE GRAAF K., TALHOUT R. An E-Liquid Flavor Wheel: A Shared Vocabulary Based on Systematically Reviewing E-Liquid Flavor Classifications in Literature. *Nicotine & Tobacco Research*. 2018.
DOI:10.1093/ntr/nty101.

LANDIS BN., HUMMEL T., HUGENTOBLER M., GIGER R., LACROIX JS. Ratings of Overall Olfactory Function. *Chemical Senses*. 2003;28:691-694.
DOI:10.1093/chemse/bjg061.

LANDIS BN., KONNERTH CG., HUMMEL T. A Study on the Frequency of Olfactory Dysfunction. *The Laryngoscope*. 2004;114:1764-1769.

LARSSON M., LÖVDEN M., NILSSON LG. Sex differences in recollective experience for olfactory and verbal information. *Acta Psychologica*. 2003;112:89-103.

LEOPOLD DA. The relationship between nasal anatomy and human olfaction. *Laryngoscope*. 1988; 98(11):1232-1238.

LÖTSCH J., GEISLINGER G., HUMMEL T. Sniffing out pharmacology: interactions of drugs with human olfaction. *Trends in Pharmacological Sciences*. 2012; 33(4):193-199.

LUDGER K., MOLL B., KOBAL G. Riech- und Schmeckvermögen im Alter. *Medizin: Die Übersicht*. *Deutsches Ärzteblatt*. 2000; 97(14):911-918. Internet:
<https://www.aerzteblatt.de/pdf.asp?id=22440> (Zugriff zuletzt am 7.3.2018)

MACKAY-SIM A., JOHNSTON AN., OWEN C., BURNE TH. Olfactory Ability in the Healthy Population: Reassessing Presbyosmia, *Chemical Senses*. 2006; 31(8):763–771. DOI:10.1093/chemse/bjl019.

MATULIONIS D.H. Ultrastructure of Olfactory Epithelia in Mice after Smoke Exposure. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 1974;83(2):192-201.
DOI:10.1177/000348947408300207.

MÜCKE W., LEMMEN C. *Duft und Geruch. Wirkungen und gesundheitliche Bedeutung von Geruchsstoffen*. Ecomed MEDIZIN. Hüthig Jehle Rehm GmbH Verlag. Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg, 2010.

MURPHY C., SCHUBERT CR., CRUICKSHANKS KJ., KLEIN BE, KLEIN R., NONDAHL DM. Prevalence of olfactory impairment in older adults. *Journal of the American Medical Association*. 2002;288(18):2307-2312.

- NEULAND C., BITTER T., MARSCHNER H., GUDZIOL H., GUNTINAS-LICHIUS O. Health-related and specific olfaction-related quality of life in patients with chronic functional anosmia or severe hyposmia. *Laryngoscope*. 2011; 121(4):867-872. DOI:10.1002/lary.21387.
- NIIMURA Y., NEI M. Comparative evolutionary analysis of olfactory receptor gene clusters between humans and mice. *Gene*. 2005;346:13–21 DOI:10.1016/j.gene.2004.09.025.
- OHLOFF G. *Riechstoffe und Geruchssinn: Die molekulare Welt der Düfte*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 1990.
- OLIVEIRA-PINTO AV., SANTOS RM., COUTINHO RA., OLIVEIRA LM., SANTOS GB., ALHO ATL., LEITE REP., FARFEL JM., SUEMOTO CK., GRINBERG LT., PASQUALUCCI CA., JACOB-FILHO W., LENT R. Sexual Dimorphism in the Human Olfactory Bulb: Females Have More Neurons and Glial Cells than Males. *PLOS ONE*.2014;9(11):e111733. DOI:10.1371/journal.pone.0111733.
- PASUPATHI P., BAKTHAVATHSALAM G., RAO Y.Y., FAROOK J. Cigarette smoking-Effect of metabolic health risk: A review, *Diabetes & Metabolic Syndrome. Clinical Research & Reviews*. 2009; 37(8):120-127. DOI:10.1016/j.dsx.2009.02.006.
- PELLEGRINO R., SINDING C., DE WIJK RA., HUMMEL T. Habituation and adaptation to odors in humans. *Physiology & Behavior*. 2017; 177:13-19. DOI:10.1016/j.physbeh.2017.04.006.
- PERSAUD KC. Engineering Aspects of Olfaction (Kapitel 1). In: *Neuromorphic Olfaction* (PERSAUD KC., MARCO S., GUTIERREZ-GALVEZ A. Hrsg.). *Frontiers in Neuroengineering Series (Book 3)*. Verlagsgruppe CRC Press/Taylor & Francis Group, Baton Rouge/USA, 2013.
- PIFFERI S., CENEDESE V., MENINI A. Anoctamin 2/TMEM16B: a calcium-activated chloride channel in olfactory transduction. *Experimental Physiology*. 2012; 97(2):193-199. DOI:10.1113/expphysiol.2011.058230.
- PLATTIG KH. *Der Geruchssinn des Menschen. Chemische, physikalische, physiologische und psychologische Vorgänge beim Riechen*. Physik in unserer Zeit. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim.1987;18:146-158. DOI:10.1002/piuz.19870180505.
- ROM O., PECORELLI A., VALACCHI G., REZNICK Z. A. Are E-cigarettes a safe and good alternative to cigarette smoking? *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015; 1340: 65–74. DOI:10.1111/nyas.12609.
- ROSENBLATT M., OLMSTEAD R., IWAMOTO-SCHAAP P., JARVIK M. Olfactory Thresholds for Nicotine and Menthol in Smokers (Abstinent and Nonabstinent) and Nonsmokers. *Physiology & Behavior*.1998;65(3):575-579.
- ROUQUIER S., BLANCHER A., GIORGI D. The olfactory receptor gene repertoire in primates and mouse: Evidence for reduction of the functional fraction in primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2000;97(6):2870-2874. DOI:10.1073/pnas.040580197.

RUMEAU C., NGUYEN DT., JANKOWSKI R. How to assess olfactory performance with the Sniffin' Sticks test®. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2016; 133(3):203-206. DOI:10.1016/j.anorl.2015.08.004.

RUPP CI., FLEISCHHACKER WW., HAUSMANN A., MAIR D., HINTERHUBER H., KURZ M. Olfactory functioning in patients with alcohol dependence: impairments in odor judgements. *Alcohol and Alcoholism*. 2004; 39(6):514-519 DOI:10.1093/alcalc/agh100.

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(3):432-439. DOI:10.1097/01.ALC.0000057945.57330.2C.

SANTOS DV., REITER ER., DINARDO LJ., COSTANZO RM. Hazardous Events Associated With Impaired Olfactory Function. *Archives of Otolaryngology Head Neck Surgery*. 2004;130(3):317–319. DOI:10.1001/archotol.130.3.317.

SARAFOLEANU C., MELLA C., GEORGESCU M., PEREDERCO C. The importance of the olfactory sense in the human behavior and evolution. *Journal of Medicine and Life*. 2009;2(2):196-198.

SCHAAL B., HUMMEL T., SOUSSIGNAN R. Olfaction in the fetal and premature infant: Functional status and clinical implications. *Clinics in Perinatology*. 2004; 31:261-285.

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

SCHRIPP T., MARKEWITZ D., UHDE E., SALTHAMMER T. Does e-cigarette consumption cause passive vaping? *Indoor Air*. 2013; 23: 25-30. DOI:10.1111/j.1600-0668.2012.00792.x.

SCHUBERT CR., CRUICKSHANKS KJ., FISCHER ME., HUANG GH., KLEIN BEK., KLEIN R., PANKOW JS., NONDAHL DM. Olfactory Impairment in an Adult Population: The Beaver Dam Offspring Study. *Chemical Senses*. 2012; 37(4):325–334. DOI: 10.1093/chemse/bjr102.

SHUSTERMAN D. Qualitative effects in nasal trigeminal chemoreception. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009; 1170:196-201. DOI:10.1111/j.1749-6632.2009.03928.x.

SILBERNAGL S., DESPOPOULOS A. *Taschenatlas Physiologie*. 8. überarbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2012.

SIMAT T., HÄDER-SCHNEIDER B., UHL M., MLECZKO M. DLG-Expertenwissen 1/2017- Geruchs- und Aromaschulung in der Sensorik. Internet: https://www.chm.tu-dresden.de/lc2/dateien/2017_DLG_Geruchsschulung_und_Aromaschulung.pdf (Zugriff zuletzt am 20.2.2018)

SPORNITZ UM. *Anatomie und Physiologie. Lehrbuch und Atlas für Pflege- und Gesundheitsfachberufe*. 3. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2002.

STATISTIK AUSTRIA (2015a). Aktueller Raucherstatus 2014. Internet: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/rauchen/index.html (Zugriff zuletzt am 18.1.2018)

STATISTIK AUSTRIA (2015b). Österreichische Gesundheitsbefragung 2014. Internet: http://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/4/index.html?includePage=detailView§ionName=Gesundheit&pubId=714. ISBN 978-3-902925-86-2 (Zugriff zuletzt am 16.1.2018)

STRIZEK J., UHL A. Bevölkerungserhebung zu Substanzgebrauch 2016. Band 1: Forschungsbericht. Gesundheit Österreich GmbH Wien, 2016a.

STRIZEK J., UHL A. Repräsentativerhebung zu Substanzkonsum. Band 3: Kreuztabellen. Gesundheit Österreich Wien, 2016b.

VENNEMANN MM., HUMMEL T., BERGER K. The association between smoking and smell and taste impairment in the general population. *Journal of Neurology*. 2008 ;255(8):1121-1126. DOI:10.1007/s00415-008-0807-9.

VENT J., BARTELS S., HAYNATZKI G., GENTRY-NIELSEN MJ., HALLWORTH R., LEOPOLD DA. The impact of ethanol and tobacco smoke on intranasal epithelium in the rat. *American Journal of Rhinology*. 2003; 17(4):241-247.

VENT J., ROBINSON AM., GENTRY-NIELSEN MJ., CONLEY DB., HALLWORTH R., LEOPOLD DA., KERN RC. Pathology of the olfactory epithelium: smoking and ethanol exposure. *Laryngoscope*. 2004; 114(8):1383-1388. DOI:10.1097/00005537-200408000-00012.

WALDECK C., FRINGS S. Die molekularen Grundlagen der Geruchswahrnehmung. Wie wir riechen, was wir riechen. Wiley-VCH Verlag GmbH und Co. KGaA, Weinheim. 2005. DOI:10.1002/biuz.200410290. Internet:<http://www.molekulare-physiologie.de/publication/pdf/BiuZ05.pdf> (Zugriff zuletzt am 19.2.2018)

WALDFAHRER F. Riechstörungen unter medicolegalen Gesichtspunkten. In: *Klinik der menschlichen Sinne* (STOLL W. Hrsg.). Springer Verlag, Wien, 2008. 43-50.

WELGE-LÜSSEN A., HUMMEL T. Praktische Vorgehen bei Patienten mit Riechstörungen. In: *Riech- und Schmeckstörungen. Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (Hummel T., Welge-Lüssen A Hrsg). Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2008a.

WELGE-LÜSSEN A., HUMMEL T. Riechstörungen postinfektiöser, posttraumatischer, medikamentöser, toxischer, postoperativer und anderer Ätiologien. In: *Riech- und Schmeckstörungen. Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (Hummel T., Welge-Lüssen A Hrsg). Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2008b.

WHO - WHO report on the global tobacco epidemic (2009). Implementing smoke-free environments. Geneva: World Health Organization. Internet: http://www.who.int/tobacco/mpower/2009/gtcr_download/en/ (Zugriff zuletzt am 22.1.2018)

WHO - WHO report on the global tobacco epidemic (2017a). Monitoring tobacco use and prevention policies. Geneva: World Health Organization. Internet: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/255874/1/9789241512824-eng.pdf?ua=1&ua=1> (Zugriff zuletzt am 18.1.2018)

WHO - World Health Organization (2017b). Tobacco Factsheet. Internet: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/en/> (Zugriff zuletzt am 16.1.2018)

WIESLANDER G., NORBÄCK D., LINDGREN T. Experimental exposure to propylene glycol mist in aviation emergency training: acute ocular and respiratory effects. *Occupational and Environmental Medicine*. 2001; 58:649-655. DOI:10.1136/oem.58.10.649.

WITT M., HANSEN A. Strukturelle und funktionelle Grundlage des Riechens. In: *Riech- und Schmeckstörungen. Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (Hummel T., Welge-Lüssen A Hrsg). Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2008.

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

ZAINOL ABIDIN N., ZAINAL ABIDIN E., ZULKIFLI A., KARUPPIAH K., SYED ISMAIL SN., AMER NORDIN AS. Electronic cigarettes and indoor air quality: a review of studies using human volunteers. *Reviews on Environmental Health*. 2017; 32(3): 235-244. DOI:10.1515/reveh-2016-0059.

9. Anhang

9.1. Einverständniserklärung



Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie:

„Einfluss des Zigarettenkonsums (Zigaretten, E-Zigaretten) auf die olfaktorische
Wahrnehmungsfähigkeit der Österreicher“

Name Teilnehmer/in: _____

Geburtsdatum: _____

E-Mail-Adresse: _____

Ich wurde von einer verantwortlichen Person dieser Studie (Maria-Christin Ezzo),
vollständig über Wesen, Bedeutung und Tragweite dieser aufgeklärt.

Durch die Teilnahme an dieser Studie entsteht kein Risiko, das über die Risiken des
alltäglichen Lebens hinausgeht.

Mir ist bewusst, dass die Teilnahme an diesen Untersuchungen freiwillig ist. Es steht
mir zu jedem Zeitpunkt dieser Studie frei, die Teilnahme abubrechen, ohne dass
sich daraus Nachteile für mich ergeben.

Ich bin damit einverstanden, dass in dieser Studie Daten von mir aufgezeichnet
werden. Mir ist bekannt, dass meine Daten anonym gespeichert und ausschließlich
für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden.

Ort und Datum:

Unterschrift Teilnehmer/in:

9.2. Fragebogen

Fragebogen zur Studie:

„Einfluss des Zigarettenkonsums (Zigaretten, E-Zigaretten) auf die olfaktorische
Wahrnehmungsfähigkeit der Österreicher“

Probanden-Nr.: _____

1.) Allgemeine Angaben

Name Teilnehmer/in: _____

Geschlecht: _____

Alter: _____

Beruf: _____

Sind Sie in Ihrem Arbeitsumfeld hohen Staubbelastungen, Chemikalien oder Gasen
ausgesetzt? Ja Nein

Wenn ja, welcher dieser Belastungen? _____

Leiden Sie an chronischen Erkrankungen? Ja Nein

Wenn ja, unter welchen? _____

Liegen genetisch angeborene Erkrankungen vor? Ja Nein

Wenn ja, welche? _____

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein? Ja Nein

Wenn ja, welche? _____

Nehmen Sie derzeit Medikamente ein? Ja Nein

Wenn ja, welche? _____



Leiden Sie derzeit an einer Erkältung?

Ja

Nein

Besteht derzeit eine Schwangerschaft?

Ja

Nein

Wenn ja, in welcher Woche / welchem Monat ? _____

Verwenden Sie derzeit hormonelle Kontrazeptiva (Anti-Baby-Pille, Dreimonatsspritze, Hormonspirale, Hormonpflaster etc.)?

Ja

Nein

Wie oft konsumieren Sie alkoholische Getränke?

täglich

mehr als 4 Mal die Woche

mehr als 2 Mal die Woche

1 Mal pro Woche

1 bis 2 Mal im Monat

nie

Ich bin: Nichtraucher/in

Raucher/in

Dampfer/in

Ex-Raucher/in

Ich als Ex-Raucher/in habe vor _____ Jahren aufgehört zu rauchen.

2.) Nur von Raucher/innen auszufüllen:

Ich habe im Alter von _____ Jahren begonnen zu rauchen.

Ich rauche seit _____ Jahren.

Zwischendurch habe ich aufgehört zu rauchen. Ja Nein

Meine durchschnittliche Zigarettenmenge pro Tag beträgt _____ Stück.

Ich inhaliere den Zigarettenrauch Ja Nein

Liegt das Rauchen Ihrer letzten Zigarette vor Testbeginn länger als 30 Minuten zurück? Ja Nein

3.) Nur von Dampfer/innen auszufüllen:

Wie lange waren Sie Raucher? _____ Jahre

Ich bin seit _____ Jahren Dampfer/in.

Ich inhaliere den Dampf Ja Nein

Ich paffe den Dampf Ja Nein

Dampfen Sie nikotinhaltig oder nikotinfrei? nikotinfrei nikotinhaltig

Wie viel mL Liquid konsumieren Sie am Tag? _____ mL

Ich rauche nebenbei regelmäßig Zigaretten Ja Nein

4.) Angaben zum Riechvermögen

Selbsteinschätzung Ihres eigenen Riechvermögen als:

- überdurchschnittlich gut
- sehr gut
- gut
- mittelmäßig
- eher schlecht
- schlecht
- sehr schlecht

Ich leide unter einer quantitativen Riechstörung? Ja Nein

Wenn ja, unter welcher ?

- Anosmie (völliger Ausfall des Riechvermögens)
- Hyposmie (vermindertes Riechvermögen)
- Hypersomie (gesteigertes Riechvermögen)

Sonstiges (z.B.: schiefe Nasenscheidewand): _____

Ort und Datum:

9.3. Standardisierte Ergebnisprotokollbögen



Sniffin' Sticks	Riechtest
-----------------	-----------

Datum, Uhrzeit _____

Name _____ Alter _____ Geschlecht m w

Bestimmung der Geruchsschwelle

Ab welcher Konzentration nehmen Sie einen Riechstoff (n-Butanol) wahr? Ihnen werden mehrfach hintereinander drei Stifte angeboten, wovon nur einer der drei den Riechstoff enthält. Die beiden anderen Stifte enthalten mit Propylenglykol konserviertes Wasser (*Aqua conservans*). Ihre Aufgabe ist es, herauszufinden, bei welchem der drei dargebotenen Stifte Sie glauben n-Butanol wahrgenommen zu haben. Sie müssen sich für einen der drei Stifte entscheiden, selbst wenn Sie sich Ihrer Entscheidung nicht sicher sind.

beidseitige Testung

Verd.							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Sniffin' Sticks	Riechtest
------------------------	------------------

Datum, Uhrzeit _____, _____

Name _____ Alter _____ Geschlecht m w

Diskriminationsfähigkeit (Sniffing Sticks)

Wie gut werden Gerüche unterschieden?

Ihnen werden 16 Triplets mit je 3 Stiften angeboten; zwei Stifte des Triplets riechen gleich, nur einer der Stifte enthält einen anderen Riechstoff. Ihre Aufgabe ist es, den anders riechenden Stift herauszufinden und die Farbe am Protokollblatt zu notieren. Die Reihenfolge der Farben soll variiert werden.

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) beidseits

Sniffin' Sticks	Riechtest
------------------------	------------------

Datum, Uhrzeit _____

 Name _____ Alter _____ Geschlecht m w

Identifikationsfähigkeit
Wie gut werden Gerüche erkannt?

Ihnen werden 16 Stifte, mit aus dem Alltag bekannten Gerüchen, angeboten. Sie sollen jedem Geruch einen von vier Begriffen aus nachstehender Liste zuordnen, der den Geruch am zutreffendsten beschreibt.

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	Möhren
10	Zigarette	Kaffee	Wein	Kerzenrauch
11	Melone	Pfirsich	Orange	Apfel
12	Gewürznelke	Pfeffer	Zimt	Senf
13	Birne	Pflaume	Pfirsich	Ananas
14	Kamille	Himbeere	Rose	Kirsche
15	Anis	Rum	Honig	Fichte
16	Brot	Fisch	Käse	Schinken

 Ergebnis (Summe der korrekten Identifikationen) beidseits