

Aus der Klinik für Hals-, Nasen-, und Ohrenheilkunde
Direktor: Herr Prof. Dr. med. Dr. h.c. Thomas Zahnert

**Verlässlichkeit subjektiver Aussagen und Bewertung des Nutzens
psychophysischer Tests im Themenkomplex Riechen**

Dissertationsschrift

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

Doctor medicae (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus

der Technischen Universität Dresden

von

Lena Linden

geboren in Goslar

Dresden 2022

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der mündlichen Prüfung:

Gezeichnet (Vorsitzender der Prüfungskommission)

Anmerkung:

Die Eintragung der Gutachter und Tag der mündlichen Prüfung (Verteidigung) erfolgt nach Festlegung von Seiten der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden. Die oben genannten Eintragungen werden durch die Doktoranden nach der Verteidigung zwecks Übergabe der fünf Pflichtexemplare an die Zweigbibliothek Medizin in gedruckter Form oder handschriftlich vorgenommen.

Danksagung

Der wesentliche Kern der Schaffenskraft ist,
den Misserfolg nicht zu fürchten.
(Isaac Newton, 1643 – 1727)

Ich möchte mich herzlich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Thomas Hummel für die beständige Hilfe und Unterstützung zu jeder Zeit bedanken. Auch bedanke ich mich für seine stete Geduld trotz häufig auftretenden Verzögerungen bis zur Vollendung dieser Arbeit.

Ich danke von Herzen meinem Mann und meinen beiden Töchtern, meinen Eltern, meinem Bruder, meinen Schwiegereltern sowie meinen Großeltern, und meinen engsten Freunden für die Geduld, den Zuspruch und die permanente Unterstützung in unterschiedlichster Form für dieses Projekt.

Danke!

Eigene Publikation

Zou, L., Linden, L., Cuevas, M., Metasch, M., Welge-Lüssen, A., Hähner, A. & Hummel, T. (2019). Self-reported mini olfactory questionnaire (Self-MOQ): A simple and useful measurement for the screening of olfactory dysfunction. *The Laryngoscope*, 130(12), E786–E790. <https://doi.org/10.1002/lary.28419>

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG	III
EIGENE PUBLIKATION	IV
INHALTSVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
TABELLENVERZEICHNIS	X
ANHANGSVERZEICHNIS	XI
ANLAGENVERZEICHNIS	XII
1. EINFÜHRUNG	1
1.1 ANATOMIE	1
1.1.1 <i>Knöcherner und knorpeliger Aufbau der Nase</i>	2
1.1.2 <i>Nasenhöhlen</i>	2
1.1.3 <i>Nasennebenhöhlen</i>	3
1.1.4 <i>Nasengänge</i>	3
1.1.5 <i>Nervale Versorgung</i>	3
1.1.6 <i>Riechbahn</i>	4
1.2 OLFAKTORISCHES EPITHEL	4
1.2.1 <i>Lokalisation</i>	5
1.2.2 <i>Histologie</i>	5
1.3 PHYSIOLOGIE DES RIECHENS	6
1.3.1 <i>Geruchsadaptation</i>	6
1.3.2 <i>Geruchshabituat</i>	7
1.3.3 <i>Weitere Faktoren</i>	7
1.4 PATHOLOGIE DES RIECHENS	8
1.4.1 <i>Riechstörungsursachen</i>	9
1.4.2 <i>Riechstörungen (Dysosmie)</i>	10
1.4.2.1 <i>Epidemiologie</i>	11
1.4.2.2 <i>Quantitative Riechstörungen</i>	11
1.4.2.3 <i>Qualitative Riechstörungen</i>	12
1.5 DIAGNOSTIKHILFSMITTEL.....	12
1.5.1 <i>Fragebögen</i>	13
1.5.1.1 <i>The Odor Awareness Scale (OAS) – die Geruchwahrnehmungsskala</i>	13
1.5.1.2 <i>Questionnaire of Olfactory Disorders (QOD) - Fragebogen zu olfaktorischen Störungen</i> .15	

1.5.1.3 Importance of Olfaction Questionnaire – Fragebogen zur Wichtigkeit des Riechens	15
1.5.1.4 Zusammenfassung der Aussagekraft der Fragebögen	16
1.5.2 <i>Psychophysische Tests</i>	17
1.5.2.1 University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT)	17
1.5.2.2 Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT)	18
1.5.2.3 Züricher Riechtest	19
1.5.2.4 Aussagekraft der psychophysischen Tests	19
1.5.3 <i>Elektrophysiologische Tests</i>	20
1.5.3.1 Ableitung von olfaktorisch evozierten Potenzialen (OEP)	20
1.5.3.2 Ableitung peripherer olfaktorischer Potenziale	20
1.5.3.3 Magnetresonanztomographie (MRT) zur Beurteilung der Riechfunktion	21
2. ZIEL DER STUDIE	22
3. MATERIAL UND METHODEN	23
3.1 TEIL I	23
3.1.1 <i>Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ)</i>	23
3.1.2 <i>Statistik</i>	24
3.2 TEIL II	25
3.2.1 <i>Tests</i>	26
3.2.1.1 <i>Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ)</i>	27
3.2.1.2 <i>Weitere Daten</i>	27
3.2.1.3 <i>Visuelle Analogskala (VAS)</i>	28
3.2.1.4 <i>Sniffin'-Sticks-Test</i>	28
3.2.2 <i>Statistik</i>	30
4. ERGEBNISSE	33
4.1 TEIL I	33
4.2 TEIL II	37
4.2.1 <i>Riechstörungsursache</i>	42
4.2.2 <i>Geschlecht</i>	43
4.2.3 <i>Alter</i>	44
4.2.4 <i>Erst – oder erneute Testung</i>	44
4.2.5 <i>Parosmie</i>	45
4.2.6 <i>Phantosmie</i>	45
4.2.7 <i>Dauer der Riechstörung</i>	46
4.2.8 <i>Erst – oder erneuter Besuch</i>	47
4.3 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	47
4.3.1 <i>Teil I</i>	47
4.3.2 <i>Teil II</i>	48
5. DISKUSSION	49

5.1 TEIL I	49
5.2 TEIL II	50
5.2.1 <i>Riechstörungsursache</i>	52
5.2.2 <i>Geschlecht</i>	54
5.2.3 <i>Alter</i>	55
5.2.4 <i>Erst- oder erneute Testung</i>	56
5.2.5 <i>Parosmie</i>	56
5.2.6 <i>Phantosmie, Dauer der Riechstörung & Erst – oder Wiedervorstellung</i>	58
5.3 LIMITATION DER STUDIE	58
6. FAZIT	59
7. ZUSAMMENFASSUNG	60
LITERATURVERZEICHNIS	62
ANHANG	77
ANLAGEN	84

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
CC-SIT	Cross-Cultural Smell Identification Test
D	Diskriminierung (Sniffin'-Sticks-Test)
EEG	Elektroenzephalogramm
EOG	Elektroolfaktogramm
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
I	Identifikation (Sniffin'-Sticks-Test)
HNO	Hals, Nasen, Ohren
MCS	Multiple Chemical Sensitivity
MRT	Magnetresonanztomographie
n	Stichprobengröße
OAS	The Odor Awareness Scale
OEP	olfaktorisch ereigniskorreliertes Potenzial
ORN	olfaktorisches/-n Rezeptorneuron/-en
p	Signifikanzniveau
QOD	Questionnaire of olfactory Disorders
r	Korrelationskoeffizient
S	Riechschwelle (Sniffin'-Sticks-Test)
SDI	Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Tests
Self-MOQ	Self-reported Mini Olfactory Questionnaire
Self-MOQ14	Prototyp des Self-MOQ mit 14 Fragen
s.u.	siehe unten
UPSIT	University of Pennsylvania Smell Identification Test
u.a.	unter anderem
u.v.m.	und viele/s mehr
v.a.	vor allem
VAS	Visuelle Analogskala
VIF	Variance-Inflation-Factor
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Testreihenfolge	26
Abbildung 2: Self-MOQ	27
Abbildung 3: Streudiagramm Self-MOQ	40
Abbildung 4: ROC-Kurve normosmisch vs. hyposmisch	40
Abbildung 5: ROC-Kurve normosmisch vs. anosmisch	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Statistiken	33
Tabelle 2: Fragendiagnostik für den Self-MOQ14	34
Tabelle 3: Korrelationen zwischen SDI, VAS und Self-MOQ14	35
Tabelle 4: t-Test der Self-MOQ14-Items zu SDI.....	36
Tabelle 5: Deskriptive Statistik	37
Tabelle 6: Multiple Regressionsanalyse	39
Tabelle 7: Diskriminierungsrate von Self-MOQ & VAS für normosmisch vs. hyposmisch	41
Tabelle 8: Diskriminierungsrate von SELF-MOQ und VAS für normosmisch vs. anosmisch	42

Anhangsverzeichnis

Tabelle 1: Teil II Ergebnisse der Mittelwerte.....	77
Tabelle 2: Teil II der Ergebnisse der Korrelationen nach Pearson der unterschiedlichen Gruppen.....	80
Abbildung 1: Self-MOQ14.....	83

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Erklärungen zur Eröffnung des Promotionsverfahrens.....	84
Anlage 2: Bestätigung der Einhaltung aktueller gesetzlicher Vorgaben.....	86

1. Einführung

Einer der fünf Sinne des Menschen ist das Riechen. Im Ursprung dient dieser Sinn dazu, Gefahren zu erkennen (z.B. Rauch bei Bränden), Essbares zu identifizieren und zu verwerten. Ein weiterer elementarer Punkt ist die soziale Interaktion und damit verbunden die Partnerwahl sowie Sexualität. (Bendas et al., 2018; Croy et al., 2014)

Insgesamt sind drei bis 20 Prozent der Bevölkerung jedoch von Riechstörungen betroffen (Boesveldt et al., 2017). Erstaunlicherweise würden sich die Menschen als Konsequenz daraus jedoch nicht als krank bezeichnen (Oleszkiewicz & Hummel, 2019). Der Mensch mag sich ohne Geruchssinn zwar noch nicht krank fühlen, allerdings wurde bereits häufig gezeigt, dass ein Verlust des Riechvermögens ein Frühsymptom für Krankheiten wie etwa COVID-19 (Moein et al., 2020) Parkinson, Alzheimer (Hüttenbrink et al., 2013) oder intrakranieller Hypertonie (Samancı et al., 2019) sein kann.

Seit dem Ausbruch der COVID-19-Pandemie ist die anamnestische Erhebung des Riechvermögens deutlich in den Fokus gerückt (Gorzowski et al., 2020; Lee et al., 2020). Wird das Riechvermögen in die Anamnese aufgenommen, so entsteht jedoch der Eindruck, dass dieses nur oberflächlich behandelt wird. Jedoch wurde gezeigt, dass bei Probanden mit gemessener Riechstörung rund 74% nichts davon wussten (Adams, et al., 2016).

So behandelt diese Untersuchung das Thema ob und inwieweit subjektive Aussagen des Patienten in Bezug auf sein persönliches Riechvermögen zuverlässig sind. Weiterhin wird betrachtet, ob somit psychophysische Tests wie der Sniffin'-Sticks-Test überflüssig sind und ein Fragebogen wie etwa der Self-reported Mini Olfactory Questionnaire zur Erhebung des Riechvermögens ausreichend ist.

Im Ergebnis zeigte sich, dass eine Erhebung des Riechvermögens rein über einen subjektiven Test wie etwa einen Fragebogen nicht ausreichend ist und stets eine objektivierende Messmethode wie etwa der Sniffin'-Sticks-Test zur genaueren Diagnostik durchgeführt werden sollte.

1.1 Anatomie

Die Nase als ein Instrument der Sinneswahrnehmung hat eine Vielzahl von Funktionen. Genannt seien hier beispielhaft das Anwärmen und Anfeuchten der

Atemluft, Reinigung der Atemluft von groben Partikeln, Immunabwehr, sowie das Riechen als solches. Weiterhin dienen Nase und Nasennebenhöhlen als Resonanzorgan von Lauten und steuern so ihren Teil zur Sprachbildung bei. (Aumüller et al., 2007, S. 1044; Tasman, 2009)

Die Betrachtung der Anatomie und Physiologie erfolgt in dieser Arbeit mit dem Schwerpunkt des Riechvorgangs. Strukturen, die sich in und um die Nase herum befinden, die jedoch mit dem reinen Riechvorgang nicht in Zusammenhang stehen, werden nicht betrachtet.

1.1.1 Knöcherner und knorpeliger Aufbau der Nase

Der äußere, sichtbare Teil wird von Knorpel gebildet, der die Nasenspitze als auch große Teile des Nasenrückens und der Nasenflügel formt. Der Nasenrücken wird weiterhin von einem Knochen – dem Os nasale – als Übergang zum Stirnbein (Os frontale) gebildet. Der äußere laterale Übergang wird vom Oberkieferknochen (Os maxillare) begrenzt. (Schünke, et al., 2009, S. 14)

Der Eingang in die Nasenhöhle durch die Nasenlöcher (Nares) wird durch die sogenannte Apertura piriformis abgegrenzt. Die Apertura piriformis wird kranial von dem Os nasale begrenzt, medial von der Nasenscheidewand. Die restliche Abgrenzung bildet das Os maxillare. (Aumüller et al., 2007, S. 1044)

1.1.2 Nasenhöhlen

In den paarig angelegten Nasenhöhlen finden sich jeweils drei markante Strukturen: die untere Nasenmuschel, kraniodorsal davon die mittlere Nasenmuschel und davon ebenfalls kraniodorsal versetzt zeigt sich die obere Nasenmuschel. Die beiden Letzteren sind Teil des sogenannten Siebbeins (Os sphenoidale), die untere Nasenmuschel zählt als eigenständiger Knochen.

Nach medial wird eine Nasenhöhle von der anderen durch die Nasenscheidewand abgegrenzt, einer teils knöchernen, teils knorpeligen Struktur. Kaudal begrenzt der Knochen Os palatinum als Teil der Maxilla die Nasenhöhle. Dorsal bilden die sogenannten Choanen – knöcherne Öffnungen des Os sphenoidale - den Übergang in den Rachenraum. (Aumüller et al., 2007, S. 1044 - 1047; Schünke, et al., 2009, S. 30 - 31)

1.1.3 Nasennebenhöhlen

Der Schädel beinhaltet drei paarig angelegte große Nasennebenhöhlen, das heißt die Stirnhöhlen (Sinus frontalis), die Kieferhöhlen (Sinus maxillaris) und die Keilbeinhöhlen (Sinus sphenoidalis) sowie die tief im Schädelinneren aus vielen kleinen zusammenhängenden Lufträumen bestehenden Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales) (Aumüller et al., 2007, S. 1044 - 1045; Schünke, et al., 2009, S. 30 - 31).

Die Funktion der Nasennebenhöhlen ist bis heute nicht eindeutig und vollständig geklärt. Eine Aufgabe bildet die Stickstoffmonoxidproduktion, welches bei Inspiration der Luft beigemischt wird. Dieses Gasgemisch ist toxisch für Krankheitserreger und soll so pulmoprotektiv wirken (Schmidt, 2017; Sieron et al., 2020). Vermutet wird weiterhin, dass sie für die Stimmbildung wichtig sind. Weiterhin wird hier auch die Atemluft angewärmt oder abgekühlt. Auch sollen sie bei einem Sturz auf den Kopf das Gehirn durch die zusätzliche Pufferzone etwas besser schützen. (Keir, 2008; Schmidt, 2017; Sieron et al., 2020)

1.1.4 Nasengänge

Es gibt drei Nasengänge, die jeweils unterhalb der dazugehörigen Nasenmuschel liegen. Sie haben die elementare Funktion, Sekrete von z.B. den Nasennebenhöhlen in den Rachenraum zu drainieren. Dabei drainieren ein Teil der Siebbeinzellen in den oberen Nasengang, Stirn – und Kieferhöhle sowie ein weiterer Teil der Siebbeinzellen drainieren in den mittleren Nasengang. Der sogenannte Tränennasengang mündet in den unteren Nasengang. (Aumüller et al., 2007, S. 1044 - 1045; Schünke, et al., 2009, S. 30 - 31)

1.1.5 Nervale Versorgung

Der erste Hirnnerv, der Nervus olfactorius, innerviert die Riechschleimhaut. Besonders an diesem Nerv ist, dass er den Ursprung in der Riechschleimhaut selbst nimmt. Dort sitzen die primären Sinneszellen – die sog. olfaktorischen Rezeptorneuronen (ORN) -, die von dort marklose Fortsätze (Fila olfactoria) von allen ORN gebündelt in Richtung Bulbus olfactorius aussenden. Im Bulbus olfactorius findet die erste Verschaltung vom Nervus olfactorius zur Riechbahn in Richtung zentrales Nervensystem statt. (Schünke, et al., 2009, S. 164 - 165; Trepel, 2008; Witt & Hansen, 2008, S. 12 - 18)

Ein weiterer wichtiger Hirnnerv ist der Nervus trigeminus. Seine Äste innervieren sensibel die Schleimhaut der Nasenhöhlen. Durch diesen Nerv werden v.a. Temperatur, Schmerzreize und auch z.B. stechende oder scharfe Gerüche wie Ammoniak wahrgenommen. Spricht man von „fehlendem Geruchssinn“, so ist dieser Nerv in der Regel nicht betroffen. Er ist oft noch funktional und scharfe Gerüche, Abgase, etc. können noch wahrgenommen werden (Schünke, et al., 2009, S 164 - 165; Schuster, 2013). Insgesamt lässt sich sagen, dass es Duftstoffe gibt, die nur den Nervus olfactorius (z.B. Vanille) oder nur den Nervus trigeminus oder aber beide gleichermaßen reizen (Frings & Müller, 2016, S. 711). Dies ist von großer Wichtigkeit, da bei objektiven Messungen (s.u.) von Relevanz ist, ob der Nervus olfactorius oder der Nervus trigeminus gereizt wurde.

1.1.6 Riechbahn

Im Bulbus olfactorius bilden die Nervenendigungen der olfaktorischen Rezeptorneurone mit den Dendriten der sogenannten Mitralzellen die erste Verschaltung. Die weiterführende Bahn, von den Axonen der Mitralzellen gebildet, ist der sogenannte Tractus olfactorius lateralis, der die Riechinformationen in viele verschiedene Bereiche des Gehirns führt. Es wird das limbische System, das heißt Amygdala, Hippocampus und enterorhinaler Kortex angesteuert. Hier findet eine Verknüpfung der Gerüche mit Emotionen statt. Weiterhin werden Hirnstamm, Kleinhirn, ventrales Striatum, Inselrinde und orbitofrontaler Kortex mit Riechinformationen versorgt. Hervorzuheben ist hier die Inselrinde, in der die Riechinformation mit anderen Sinnesinformationen gekoppelt werden kann, so z.B. mit dem Schmecken. Der Riechsinn erreicht als einziger Sinn seine Zielstrukturen nicht über den Thalamus. Eine Filterung der Riechinformationen erfolgt hier im Bulbus olfactorius. (Compston, 2010; Han et al., 2019; Kay & Sherman, 2007; Manzini et al., 2014; Trepel, 2008; Witt & Hansen, 2008, S. 21 - 26)

1.2 Olfaktorisches Epithel

Betrachtet werden hier die Histologie und Lokalisation des olfaktorischen Epithels.

1.2.1 Lokalisation

Das Riechepithel, das aus 10 – 30 Millionen Zellen besteht (Frings & Müller, 2016, S. 712), befindet sich nicht auf der gesamten Nasenschleimhaut. Es liegt vor allem kranial der Nasenhöhle in der sogenannten Riechspalte, auf der oberen Nasenmuschel, teilweise auch auf der mittleren Nasenmuschel sowie am kranialen Teil des Nasenseptums. (Aumüller et al., 2007, S. 1050; Frings & Müller, 2016, S. 712; Witt & Hansen, 2008, S. 12)

1.2.2 Histologie

Das olfaktorische Epithel oder auch Riechepithel genannt, macht im Vergleich zum respiratorischen Epithel in der Nase nur einen Bruchteil der Gesamtfläche des in der Nase vorkommenden Epithels aus. Bei 30 – 40-Jährigen beträgt die Fläche des olfaktorischen Epithels etwa 500mm², wobei die Fläche auf der mittleren Nasenmuschel vernachlässigt wurde (Witt & Hansen, 2008, S. 13). Relativ gesehen sind es also etwa 3 – 5% der gesamten in der Nase vorkommenden Epithelfläche (Salazar et al., 2019). Dieses Epithel kann sich während des gesamten Lebens regenerieren, allerdings, je älter der Mensch wird, nicht mehr unbedingt immer vollständig. So konnte gezeigt werden, dass bei älteren Menschen das vormals durchgängige Riechepithel nun mit dysplastischen Arealen durchsetzt ist und mosaikartig erscheint (Witt & Hansen, 2008, S. 11 - 17).

Bei dem olfaktorischen Epithel handelt es sich um ein mehrreihiges Epithel, zu dem weiterhin eine Lamina propria und eine Basallamina gezählt wird. In Letzteren befinden sich Bowman-Drüsen, Bindegewebe und Blutgefäße. Das olfaktorische Epithel für sich genommen hat vier unterschiedliche Zelltypen. Basalzellen als neuronale Stammzellen, die die Regeneration der ORNs (zweiter Zelltyp) aber auch Stützzellen (dritter Zelltyp) garantieren. Die Stützzellen umgeben die ORNs, stützen und schützen sie. Der vierte, noch nicht gut erforschte Zelltyp sind die mikrovillären Zellen, die möglicherweise für die Chemorezeption verantwortlich sind. (Manzini et al., 2014; Salazar et al., 2019; Witt & Hansen, 2008, S. 11 - 17)

1.3 Physiologie des Riechens

Die Riechwahrnehmung des Menschen kann auf zwei Wegen erfolgen. Der orthonasale Weg der Duftwahrnehmung ist der bekanntere von beiden. Man atmet Duftmoleküle über die Nase ein und kann dann den Geruch wahrnehmen. Der retronasale Weg ist derjenige, welcher trivial auch als Schmecken bezeichnet wird. Der Duftstoff des Gegessenen oder Getrunkenen gelangt über den Rachenraum und die Choanen retrograd in die Nasenhöhle. (Castillo, 2014; Hannum et al., 2018)

Wichtig für den Riechvorgang ist der Luftfluss in der Nase. Es ist bekannt, dass nur zirka zehn Prozent der Luft die olfaktorische Region erreichen. Weiterhin ist bekannt, dass Pathologien innerhalb der Nase, z.B. Polypen, starke Septumdeviationen oder Sinusitiden, den Riechvorgang behindern und das Riechvermögen somit verschlechtern. (Zhao et al., 2004)

Auf zellulärer Ebene gilt, dass ein ORN durch ein bestimmtes Duftstoffmolekül, häufig jedoch auch durch chemisch verwandte Duftstoffmoleküle aktiviert werden kann. Bindet ein Molekül an ein ORN, so wird intrazellulär z.B. eine G-Protein-gekoppelte Signalkaskade ausgelöst. Die genauen intrazellulären chemischen Prozesse sind jedoch nach wie vor nicht vollständig aufgeklärt. (Manzini et al., 2014; Witt & Hansen, 2008, S. 17 - 20)

1.3.1 Geruchsadaptation

Ein physiologischer Prozess, der laut Hannum et al. (2018) nur während des orthonasalen Riechvorgangs stattfindet, ist die Gewöhnung an Gerüche. Eine Geruchsadaptation bedeutet, dass es zu einer Abnahme der Antwort bzw. Reaktion auf zellulärer und neuraler Ebene kommt (Dalton, 2000). Die Geruchsadaptation lässt sich nach Pellegrino et al. (2017) auch in periphere Adaptation, das heißt auf Rezeptorebene und zentrale Adaptation einteilen. Sowohl die Rezeptoren, an die die Duftmoleküle „andocken“, als auch zentralnervöse Strukturen wie Amygdala und Hippocampus können ihre Reizschwelle, bis sie reagieren, deutlich erhöhen. Hierbei besteht eine Abhängigkeit sowohl von der Stärke als auch von der Dauer der Duftexposition, wobei diese Variablen unabhängig voneinander sind (Köster & De Wijk, 1991). Die Konsequenz daraus ist, dass eine deutlich höhere Konzentration des dargebotenen Stoffes benötigt wird, um diesen wieder bewusst wahrzunehmen (Zufall & Leinders-Zufall, 2000). Die Zeit bis zur Adaptation kann von einigen hundert

Millisekunden bis hin zu mehreren Sekunden andauern (Yoder, et al., 2014).

Diese Adaptation gibt es nicht nur beim Riechen, sondern auch bei anderen Sinnen, wie etwa dem Sehen (Kohn, 2007). Sie verfolgt den Zweck, das neurologische System weiterhin aktivierbar für neue, möglicherweise gefährliche Reize zu halten, bzw. das Gehirn zu entlasten, das heißt eine Reizüberflutung zu vermeiden (Kohn, 2007; Webster, 2012).

Soll wieder der volle Umfang der Sensibilität der Riechzellen hergestellt sein, so muss ein gewisser Zeitabstand eingehalten werden, ehe die Nase wieder die eigentlich nur nötige Duftkonzentration eines bestimmten Stoffes wahrnimmt. Diese kann wiederum – genau wie die Adaptation – einige Millisekunden bis hin zu einigen Minuten andauern (Yoder, et al., 2014). Es ist gezeigt worden, dass gerade ältere Menschen eine längere Regenerationszeit aufweisen, die Riechzellen wieder vollumfänglich für den wiederholt präsentierten Duft zu sensibilisieren als Jüngere (Stevens et al., 1989).

1.3.2 Geruchshabituation

Bei der Geruchshabituation handelt es sich um einen komplexen, zentralen Lernvorgang, der im Kontrast zur Adaptation steht. Dieser beschränkt sich im Grunde genommen auf biochemische Prozesse. Im Vergleich zur Geruchsadaption ist die Zeit, bis es zur Geruchshabituation kommt, deutlich länger. Grundsätzlich aber ist auch hier eine sich ständig wiederholende Exposition an Duftreizen oder eines Duftreizes notwendig. Auch sie verfolgt den Zweck, das System weiterhin aktivierbar für neue Reize zu halten und Informationen zu filtern. (Pellegrino et al., 2017; Witt & Hansen, 2008, S. 19 - 20)

1.3.3 Weitere Faktoren

Es gibt eine Vielzahl von weiteren Faktoren neben der Geruchsadaption und Geruchshabituation, die den Geruchssinn bzw. die Wahrnehmung von Gerüchen beeinflussen. So ist bekannt, dass das Geschlecht Einfluss nimmt (Sorokowski, et al., 2019). Frauen haben ein besseres Riechvermögen als Männer, wobei z.B. eine Metaanalyse von Sorokowski et al. (2019) mit über 8000 Probanden hier nur einen schwacher Effekt aufzeigen konnte. In einer weiteren Studie (Garcia-Falgueras et al.,

2006) wurde gezeigt, dass Frauen und Männer eine unterschiedliche Ausprägung der verschiedenen Areale im Gehirn für die olfaktorische Chemosensorik aufweisen.

Ein weiterer Faktor ist das Alter. Natürlicherweise nimmt die Fähigkeit zu Riechen mit steigendem Alter ab. Bei 65 bis 80-jährigen zeigen schon über 50% deutliche Riechdefizite auf, bei über 80-jährigen sind bis zu 75% betroffen (Doty & Kamath, 2014). Mögliche Gründe hierfür sind, dass die Regenerationsfähigkeit des Riechepithels mit zunehmendem Alter abnimmt. Somit wird das Riechepithel vermutlich leichter angreifbar für weitere schädigende Einflüsse, wie Viren oder andere toxische Umwelteinflüsse. Diese schädigenden Einflüsse kumulieren im Alter und in Kombination mit der verminderten Regenerationsfähigkeit des Riechepithels folgt daraus mindestens eine Schwächung des Sinnes Riechen. (Klimek et al., 2000)

Eine Vielzahl weiterer Faktoren wie Schwangerschaft (Cameron, 2014), Medikamente (Schuster, 2016), Krankheit (z.B. Alzheimer) (Hüttenbrink, et al., 2013) u.v.m. können den Geruchssinn beeinflussen. Eine Studie aus dem Jahr 2018 geht sogar weiter und untersuchte, ob es auch möglich sei, Mittels Schmerzreiz die Duftwahrnehmung zu beeinflussen. Im Ergebnis zeigte sich, dass es sogar möglich ist, den Menschen Mittels Schmerzreiz so zu konditionieren, dass er Gerüche besser auseinanderhalten kann (Cavazzana et al., 2018). Sogar die Mimik anderer Personen und somit emotionale Bewertung eines Geruchs kann die eigene individuelle Wahrnehmung und Bewertung eines Geruchs beeinflussen (Ruhr-Universität Bochum, 2017). Dies alles zeigt wie fragil, angreifbar und gleichzeitig manipulierbar das Riechorgan und dessen dazugehörige Strukturen sind.

1.4 Pathologien des Riechens

Riechstörungen sind in der weltweiten Bevölkerung häufig und nehmen mit dem Alter zu. Die Ursachen hierfür sind vielfältig und gehen von inhalativem Tabakwarenkonsum (Ajmani et al., 2017), über virale Genesen, Allergien über Traumata bis hin zu Ursachen unbekannter Art (Hüttenbrink et al., 2013). Die psychosozialen Folgen von Riechstörungen können verheerend sein. Bekannt ist, dass Einschränkungen im Riechvermögen z.B. negativen Einfluss auf eine Partnerschaft oder den Freundeskreis nehmen (Blomqvist et al., 2004). Der Essensgenuss leidet ebenfalls, schlimmer sogar, ungenießbare Nahrung wird nicht mehr sicher identifiziert (Keller & Malaspina, 2013) und es kann zusätzlich sogar zur Gewichtsabnahme der betroffenen Person führen (Bromley, 2000). Im Grundsatz kann also die Lebensqualität bei vorhandenen

Riechstörungen stark beeinträchtigt sein. So ist in diesem Kontext auch bekannt, dass Menschen mit Riechstörungen häufiger psychisch erkranken, wie z.B. Depressionen (Leopold et al., 2002; Rochet et al., 2018). Dies sollen nur Beispiele sein, die jedoch nicht das gesamte Ausmaß der psychosozialen Folgen für Riechstörungen zeigen.

1.4.1 Riechstörungsursachen

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Ursachen, die eine Riechstörung auslösen können. Sinunasale Ursachen verursachen 7 – 56% aller Riechstörungen (Davaris et al., 2012; Kim et al., 2017; Raviv & Kern, 2004). Im deutschsprachigen Raum erzeugen sinunasale Ursachen zwei Drittel der Riechstörungen (Damm et al.; 2019). Hiermit gemeint sind z.B. Polypen, die eine Verengung der inneren Nase und somit eine Blockierung des Luftstroms innerhalb der Nase zur Folge haben. Dadurch erreichen die Duftstoffe das Riechepithel nur mäßig bis gar nicht. Weiterhin sind chronische Entzündungen der Nase und der Nasennebenhöhlen gemeint, die allergischen oder nicht-allergischen Ursprungs sein können (Damm et al.; 2019; Davaris et al., 2012; Raviv & Kern, 2006).

Der zweite Bereich, der 17 – 45% aller Riechstörungsursachen ausmacht (Kim et al., 2017), bildet die Infektionen der oberen Atemwege ab. Im deutschsprachigen Raum beträgt dieser Anteil 14%, ist jedoch nach den sinunasalen Ursachen die zweithäufigste Ursache (Damm et al.; 2019). Die meist virale Genese führt wahrscheinlich zu einer Zerstörung olfaktorischer Rezeptorneurone (Kim, et al., 2016). Oft zeigt sich eine Besserung der Symptomatik über Jahre (Davaris et al., 2012; Hüttenbrink et al., 2013). Auffällig ist, dass hierbei wohl häufiger Frauen von Riechstörungen in Folge einer viralen Infektion betroffen sind als Männer (Davaris et al., 2012).

Nicht zu verkennen ist der dritte Bereich – Traumata in der Kopfregion mit 6 – 20% (Damm et al., 2019; Kim, et al., 2016). Diese können oft einen Abriss der Filae olfactoriae und damit einen Riechverlust bewirken, zu Kontusionen des Bulbus olfactorius oder den Teilen der weiteren Riechbahn (wie etwa dem Temporallappen, Frontallappen oder Operationen an der Hypophyse) führen und somit ebenfalls eine Riechverschlechterung oder einen Riechverlust bewirken (Howell et al., 2018). Aber auch Operationen am Kopf, können dies herbeiführen (Keller & Malaspina, 2013).

Nach der deutschen Leitlinie für Riech – und Schmeckstörungen haben 6% der Riechstörungen idiopathische Ursachen (AWMF, 2016). Hierbei ist sowohl dem

Patienten als auch dem Arzt gänzlich unbekannt, was die Riechstörung provoziert haben könnte. In dieser Studie wird hierfür der Begriff „Idiopathisch“ verwendet.

Weitere, eher seltenere Ursachen, sind Ursachen toxischer Genese. Sie sind Folge von Medikamenten (wie etwa Chemotherapeutika), oder schädigenden Stoffen in der Umwelt (z.B. Nickel), die die olfaktorischen Rezeptorneurone angreifen und so auch eine Riechverschlechterung oder einen Riechverlust bewirken können (Hüttenbrink et al., 2013; Keller & Malaspina, 2013; Smith et al., 2009; Werner & Nies, 2018).

Ebenfalls als wichtige Ursache zu benennen sind neurodegenerative Prozesse. Hier sind Krankheiten wie etwa Alzheimer oder Parkinson ursächlich anzusehen (De Moraes e Silva et al., 2018; Doty R. L., 2017; Haehner et al., 2011). Ein weiterer Aspekt ist, dass natürlich ein fehlender Geruchssinn angeboren sein kann. Der Anteil derjenigen, die eine congenitale Anosmie haben liegt bei etwa 3% (Keller & Malaspina, 2013).

Eine weitere Ursache, die bis heute nicht richtig verstanden ist, ist die der sogenannten „Multiple Chemical Sensitivity (MCS)“. Sie ist gekennzeichnet durch eine deutlich herabgesetzte Toleranz gegenüber Gerüchen, die normalerweise keine schweren Beschwerden verursachen, jedoch bei olfaktorischer Wahrnehmung dann zu körperlichen Symptomen führen können, wie etwa Kopfschmerzen, Atemnot und Konzentrationsstörungen. Es handelt sich oft um Düfte wie Haarspray, Abgase oder Parfüm. Trigger kann eine längerfristige Exposition gegenüber Insektiziden, Abgasen, das heißt hauptsächlich von Menschen hergestellten synthetischen Stoffen, sein. (Alobid, et al., 2014; Nasterlack et al., 2002)

Endokrine Ursachen wurden in dieser Studie nicht erhoben, sollen jedoch kurz Erwähnung finden, da sie das Riechen beeinflussen können. So gibt es Studien, die zeigen, dass bei einer Schwangerschaft die Riechschwelle herabgesetzt ist und eine sogenannte Hyperosmie besteht, das heißt Frauen haben in dieser Zeit einen deutlich empfindlicheren Geruchssinn (Fornazieri et al., 2019). Andererseits können z.B. bei Erkrankungen wie Morbus Cushing, Hypothyreose oder etwa auch Alkoholenzephalopathie Riechstörungen auftreten (Thurner et al., 2010).

1.4.2 Riechstörungen (Dysosmie)

Riechstörungen lassen sich in qualitative und quantitative Riechstörungen einteilen. Diese Einteilung beruht hauptsächlich auf der Anamnese des Patienten und

psychophysischen Tests, wie etwa der Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., o. D.).

1.4.2.1 Epidemiologie

Riechstörungen kommen weltweit häufiger vor als im Allgemeinen angenommen. Dadurch, dass der Geruchssinn in der westlichen Welt nicht mehr für das existentielle Überleben wichtig ist, wird ihm auch am wenigsten Bedeutung beigemessen (Oleszkiewicz & Hummel, 2019). Jedoch sind es bei deutschen HNO – Ärzten pro Jahr ca. 79.000 neue Fälle, die wegen Riechstörungen behandelt werden (AWMF, 2016). In der Allgemeinbevölkerung sind es zirka 5%, die kein Riechvermögen, das heißt also eine Anosmie haben (Hüttenbrink et al., 2013). Sogar 20% der Allgemeinbevölkerung weisen Riechdefizite auf, wobei der betroffenen Person nicht unbedingt bekannt sein muss, dass ein solches Defizit besteht.

1.4.2.2 Quantitative Riechstörungen

Bei dieser Art der Dysosmie ist die Schwelle zur Geruchswahrnehmung verändert. Die Duftkonzentration bis zur Geruchswahrnehmung liegt deutlich höher als bei einem normosmischen Menschen. Unterschieden wird hierbei zwischen „Hyposmie“ und „Anosmie“.

Hyposmie wird in den unterschiedlichen Quellen stets als Einschränkung des Riechvermögens beziehungsweise als verminderte Empfindlichkeit gegenüber Gerüchen definiert (AWMF, 2016; Dhuihir, et al., 2019; Schuster, 2016). Welche Faktoren (z.B. Riechschwelle, Diskriminierung, etc.) zur Beurteilung mit einbezogen werden und ab welcher Punktzahl genau man hiervon spricht, muss den unterschiedlichen Riechtests entnommen werden. Es gilt zu bedenken, dass natürlicher Weise das Riechvermögen im Alter abnimmt, besonders wenn das 50. Lebensjahr überschritten wurde (Doty & Kamath, 2014). Dies berücksichtigt z.B. der Sniffin'-Sticks-Test (AWMF, 2016; Sucker et al., 2014).

Anosmie bedeutet, dass keine Wahrnehmung der Gerüche erfolgt. Dabei schlägt Hüttenbrink et al. (2013) folgende Subeinteilung vor: Bei einer „kompletten Anosmie“ ist kein Riechvermögen vorhanden. Eine „funktionale Anosmie“, besteht bei einer sehr geringe Restwahrnehmung von Düften. Eine in der Regel nicht pathologische „partielle Anosmie“ kann ebenfalls bestehen, das heißt nur bestimmte Gerüche oder Duftstoffgruppen werden nicht wahrgenommen. Genauso zählt aber

auch die sogenannte Hyperosmie zu diesen Störungen, wobei diese nicht unbedingt pathologisch sein muss (Bsp. Schwangerschaft). Eine Hyperosmie setzt eine herabgesetzte Geruchsschwelle voraus, das heißt man nimmt Düfte schon bei deutlich geringeren Konzentrationen wahr, als jemand, der normosmisch ist (Sucker et al.; 2014).

1.4.2.3 Qualitative Riechstörungen

Allgemein gesprochen ist unter einer qualitativen Riechstörung die veränderte Wahrnehmung im Vergleich zu Gesunden gemeint. Das heißt, nicht die Konzentration des Duftstoffes bestimmt die Riechstörung, sondern wie oder als was der Geruch wahrgenommen wird.

So gibt es eine sogenannte Phantosmie. Hierbei wird ein vermeintlicher Duft wahrgenommen, wobei keine Geruchsquelle identifiziert werden kann. Eine weitere Störung ist die Parosmie. Der Duft ist real, allerdings die Wahrnehmung dessen verändert (Hüttenbrink et al., 2013). So kann es z.B. sein, dass ein blumiger Duft als z.B. Rauch – oder Benzingeruch wahrgenommen wird. Diese Art der Riechstörung scheint nicht selten zu sein und macht je nach Quelle 10 – 60% der Dysosmien aus (Frasnelli & Hummel, 2004). Sowohl Parosmie als auch Phantosmie können häufig mit quantitativen Riechstörungen einhergehen (Landis et al., 2010; Reden et al., 2006). Beide Riechstörungen kennzeichnet, dass die wahrgenommenen Düfte eher negativ bewertet werden (Frasnelli et al., 2003).

1.5 Diagnostikhilfsmittel

In der heutigen Literatur findet sich die Einteilung der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden nach „subjektive Messungen“ und „objektive Messungen“. In die Sparte der sogenannten „subjektiven Messungen“ fallen die psychophysischen Tests, wie der Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997). Zu den „objektiven Messungen“ zählt das Elektroolfaktogramm (EOG) oder die Messung von olfaktorisch ereigniskorrelierten Potenzialen (OEP) Mittels Elektroenzephalogramm (EEG) (AWMF, 2016; Doty R. L., 2015). Diese Kategorisierung wurde gewählt, da objektivierende Messungen scheinbar kaum von dem Probanden selbst und dessen subjektiven Aussagen abhängig sind (Deutscher Berufsverband der Hals-Nasen-Ohrenärzte e.V., o. D.). Dies ist nur bedingt richtig, da tatsächlich jede objektive Messung immer

mindestens von der Mitarbeit und dem Konzentrationsvermögen des Probanden abhängt (Knecht & Hummel, 2004). Weiterhin wird angeführt, dass objektive Tests seitens des Probanden weniger manipulierbar seien. Auch dieser Punkt wird kritisch betrachtet (Doty, 2015). Es wurde gezeigt, dass subjektive Tests absichtliche Verfälschungen der Messung aufdecken können, da dann die Testergebnisse inkongruent erscheinen. Weiterhin sind z.B. psychophysische Tests häufig deutlich sensitiver in Bezug auf Riechstörungen, als es sogenannte objektive Tests wie das EOG sind. Grund hierfür ist, dass z.B. das EOG bei Weitem nicht immer die olfaktorischen Potenziale ableitet. Psychophysische Tests hingegen liefern in den meisten Fällen verlässliche Daten. (Doty, 2015; Knecht & Hummel, 2004)

1.5.1 Fragebögen

Die meisten Fragebögen beschäftigen sich mit z.B. der Erhebung der Geruchswahrnehmung im alltäglichen Leben (Cupchik et al., 2005; Smeets et al., 2008), der subjektiv gewerteten Bedeutung des Riechvermögens (Croy et al., 2009) oder der Auswirkung von Dysosmien im alltäglichen Leben (Frasnelli & Hummel, 2005) (Yang et al., 2016). Weiterhin wurden Fragebögen entworfen, die dazu dienen, das Riechvermögen z.B. prä – und postoperativ zu evaluieren (Soler et al., 2015) oder auch um die olfaktorischen Auswirkungen bei bestehenden Krankheiten wie Alzheimer zu betrachten (Joussain et al., 2016). Bisher wurde kein Schwerpunkt auf die Erhebung des aktuell bestehenden Riechvermögens nur via Fragebogen gelegt. Eine Ausnahme hiervon bildet der in dieser Studie näher betrachtete Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ) (Zou et al., 2019).

Da eine Fülle von Fragebögen existiert, werden hier lediglich drei beispielhaft näher erläutert.

1.5.1.1 The Odor Awareness Scale (OAS) – die Geruchwahrnehmungsskala

Dieser Fragebogen aus dem Jahr 2008 (Smeets et al., 2008) hat zum Ziel, einzuschätzen, wie die individuelle Geruchswahrnehmung in Bezug auf in unterschiedliche Gruppen eingeteilte Düfte ist. Weiterhin wird getestet, ob sich die generelle Wahrnehmungsfähigkeit eines Menschen auf die tatsächliche Riechfähigkeit produzieren lässt.

Der Test beinhaltet 32 Fragen, die in vier Kategorien eingeteilt werden können: Zivilisation, Essen und Trinken, Natur sowie die Kategorie Menschen. Dies soll repräsentativ für das Vorkommen der im Alltag üblichen Gerüche sein. Weiterhin wurden die Fragen nach Düften eingeteilt, die Unbehagen oder eine mögliche Gefahrenquelle darstellen und solchen, die wohltuend riechen, bzw. keine Gefahr darstellen. Der Fragebogen beinhaltet halboffene Fragen. Um die Wahrnehmung und den Grad der Wahrnehmung zu erfragen wurden Aussagen mit Verben wie „paying attention“ (schenke ich Beachtung), „noticing“ (nehme ich wahr), etc. gewählt (Bsp.: „Do you notice the smell of people’s breath or sweat?“ – Nehmen Sie den Atem – oder Schweißgeruch von Menschen wahr?). Der Proband bewertet diese Aussagen Mittels einer von 1 – 5 reichenden Skala („Always (5)“ - immer, „often (4)“ - oft, „sometimes (3)“ - manchmal, „seldom (2)“ - selten, „never (1)“ - nie). Die Einteilung und Nominierung der Skalierung variieren innerhalb des Tests. So soll die Konzentration des Probanden auf einem möglichst hohen Niveau gehalten werden. Im Anschluss wurde der Sniffin‘-Sticks-Test nach Hummel et al. (1997) durchgeführt, um zu überprüfen, ob z.B. eine hohe Punktzahl in der OAS gleichzeitig auf ein hohes Riechvermögen schließen lässt.

Der Test hat eine gute Reliabilität (positive Fragen: Cronbachs Alpha – Koeffizient = 0,77; negative Fragen: Cronbachs Alpha – Koeffizient = 0,80) und eine gute Validität, die mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse ermittelt wurde. Die Untersuchung hat mit n=525 Teilnehmern eine repräsentative Stichprobengröße. Das Durchschnittsalter liegt bei 23,1 Jahren, der jüngste Teilnehmer war 17 Jahre alt, der älteste Teilnehmer 61 Jahre. Eingeschlossen wurden Raucher, Nichtraucher, Allergiker und Asthmatiker. 70% der Teilnehmer waren Frauen, 30% Männer.

Der Test zeigt, dass das Individuum den Fokus der Geruchswahrnehmung unterschiedlich setzt. Der einen Gruppe werden angenehme Gerüche eher bewusst, der anderen Gruppe werden unangenehme Gerüche eher bewusst. Die Ursache dessen konnte jedoch nicht klar herausgearbeitet werden. Ein weiteres Ergebnis war u. a., dass eine hohe Punktzahl der OAS mit einer hohen Punktzahl im Sniffin‘-Sticks-Test korrelierte, dass also Menschen, die angeben, eine hohe Sensibilität für Gerüche zu haben, auch ein gutes Riechvermögen hatten. (Smeets et al., 2008)

So ist der Test grundsätzlich ein geeignetes Messinstrument, um herauszufinden, ob jemand eher angenehme oder eher unangenehme Gerüche wahrnimmt und ist mit finalen 32 Fragen schnell und kostengünstig durchzuführen. Es ist jedoch fraglich, ob die reine Erkenntnis dessen klinisch von Relevanz ist. Es ist

interessant die negativen Auswirkungen von Dysosmien auf Psyche und Alltag zu betrachten, sowie Dysosmien grundsätzlich zu identifizieren, um mögliche Krankheiten zu diagnostizieren.

1.5.1.2 Questionnaire of Olfactory Disorders (QOD) - Fragebogen zu olfaktorischen Störungen

Dieses Messinstrument wurde 2004 von Frasnelli und Hummel (Frasnelli & Hummel, 2004) entwickelt und befasst sich speziell mit den Auswirkungen von Dysosmien auf das tägliche Leben. Er setzt sich aus insgesamt 52 Aussagen zusammen. Diese können aufgeteilt werden in 39 Negativaussagen (NS) (dies soll den Grad des Leidens bei olfaktorischer Beeinträchtigung widerspiegeln), 5 Positivaussagen (PS) (gibt an, wie beeinträchtigt der Proband im Alltag ist) und acht Aussagen, die die soziale Erwünschtheit (DS) testen. Die letzte Gruppe soll dabei die Glaubwürdigkeit der vorher getroffenen Aussagen des Probanden anzeigen. Jede Aussage muss vom Probanden bewertet werden, das heißt „ich stimme zu“ (2 Punkte), „ich stimme teilweise zu“ (1 Punkt), „ich stimme gar nicht zu“ (0 Punkte).

Insgesamt ist für diesen Fragebogen die interne Konsistenz, sowie die Test-Retest- Reliabilität hoch. Jedoch gilt es hervorzuheben, dass sie vor allem für die NS hoch ist, für die PS ist sie eher unzureichend. Der Fragebogen wurde mit anderen psychometrischen Tests sowie dem Sniffing-Stick-Test verglichen. Hierbei zeigten sich signifikante Korrelationen des QOD zu den psychometrischen Tests. (Frasnelli & Hummel, 2004). Dieser Fragebogen ist inzwischen europaweit und darüber hinaus international gefragt und wurde in China und Korea angepasst und dort ebenfalls auf Reliabilität und Validität getestet, ebenfalls mit hohen positiven Ergebnissen (Choi et al., 2018; Yang et al., 2016). Es wurde weiterhin in diesem Fragebogen gezeigt, dass es signifikante Unterschiede in den Testergebnissen des QOD bei norm -, hyp – oder anosmischen Patienten gibt (Frasnelli & Hummel, 2004). Dieser Punkt wurde jedoch nicht weitergehend betrachtet.

1.5.1.3 Importance of Olfaction Questionnaire – Fragebogen zur Wichtigkeit des Riechens

Dieses im Jahr 2009 entwickelte Messinstrument (Croy et al., 2009) befasst sich mit der individuellen Bewertung der Wichtigkeit des eigenen Riechvermögens und ob

dadurch die Handlungen im täglichen Leben beeinflusst werden. Der Fragebogen lässt sich in drei Unterkategorien aufteilen:

- 1.) Die Assoziationsskala: misst die hervorgerufenen Emotionen, Erinnerungen und die Bewertung des Duftes abgebildet werden.
- 2.) Die Anwendung: hier wird abgebildet, in wie weit die Person ihren Geruchssinn im alltäglichen Leben nutzt.
- 3.) Die Konsequenz-Skala: es ermittelt, inwieweit Gerüche das eigene Handeln bestimmen.

Es sind insgesamt 18 Fragen, formuliert mit „Ich-Aussagen“, die danach in einer Skala bewertet werden sollen. Die Skala umfasst die Aussagen „Ich stimme voll zu“, „Ich stimme zu“, „Ich stimme nicht zu“, „Ich stimme überhaupt nicht zu“.

Getestet wurde der Fragebogen an 123 Probanden, davon 67 männlich, 49 weiblich und sieben ohne Geschlechtsangabe. Das Durchschnittsalter lag bei 36 Jahren (Croy et al., 2009). Fraglich ist, ob dieser Fragebogen die Tendenzen der tatsächlichen Bevölkerung in Deutschland hätte abbilden können, da die Geschlechts- und Altersverteilung der Getesteten nicht denen des Jahres 2009 entsprach (Bevölkerungspyramide: Altersstruktur Deutschlands von 1950 – 2060, o. D.). Die Reliabilität des Fragebogens wurde mit einem Cronbachs Alpha - Koeffizient von 0,77 angegeben und ist somit als akzeptabel zu bewerten (Croy et al., 2009). Der Fragebogen scheint somit ein geeignetes Messinstrument zu sein, um die Frage nach der Bewertung der Wichtigkeit eines vorhandenen Riechvermögens zu klären.

Es gibt keine Skalierung für die Einteilung der individuellen Wichtigkeit des Riechvermögens. Der Fragebogen zeigt somit nur an, ob dem Individuum das Riechen wichtig ist, oder nicht. So wird dieser Fragebogen zwar in weiteren Studien genutzt (Oleszkiewicz et al., 2016), erscheint jedoch in der klinischen Praxis bisher nicht von Relevanz zu sein.

1.5.1.4 Zusammenfassung der Aussagekraft der Fragebögen

Alle drei oben aufgeführten Fragebögen sind für ihre jeweilige Fragestellung geeignete Messinstrumente. Gleichzeitig lässt sich mit keinem dieser Fragebögen erheben, ob eine qualitative oder quantitative Riechstörung vorliegt. Auch wurde bei allen drei oben

aufgeführten Fragebögen nicht getestet, ob sie im zeitlichen Verlauf eine Verschlechterung oder eine Verbesserung des zuvor Gemessenen darstellen können.

1.5.2 Psychophysische Tests

Um unterschiedliche Riechstörungen quantitativ wie qualitativ diagnostizieren zu können, gibt es weltweit unterschiedliche Riechtests. Die S2k-Leitlinie 017/50: Riech – und Schmeckstörungen (AWMF, 2016) nennt die in Deutschland am häufigsten genutzten Testverfahren. Hiernach erfolgte die Auswahl der hier dargestellten psychophysischen Tests.

Bei all diesen Tests muss eine gute psychische und physische Konstitution des Probanden gegeben sein, damit diese erfolgreich durchführbar sind. Es erfordert ein hohes Konzentrationslevel und teilweise auch eine große kognitive Ausdauer Seitens des Probanden, um verwertbare Daten zu erhalten.

1.5.2.1 University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT)

Einer der weltweit bekanntesten Riechtests ist der 1984 implementierte UPSIT (Doty et al., 1984), der jedoch in Deutschland nur sehr selten genutzt wird (AWMF, 2016). Hier kommt das Prinzip „Scratch and Sniff“ zum Tragen. Der Proband kratzt mit einem Bleistift in einer standardisierten Art und Weise auf einem Blatt Papier in einem hierfür markierten Feld. Auf diesem Feld ist ein mikroverkapselter Duft angebracht, der nach dem Bekratzen den Geruch abgibt. Es gibt 40 Seiten, also 40 Felder für „Scratch and Sniff“. Weiterhin sind pro Seite vier Antwortmöglichkeiten gegeben, die als Hilfestellung dienen, den Geruch zu identifizieren. Von diesen vier Antworten ist nur eine richtig. Insgesamt gibt es 51 unterschiedliche Antwortmöglichkeiten, da die Antworten immer wieder genutzt werden. Nachdem die Anzahl der richtig angekreuzten Antworten abgezählt wurde, lässt sich die Riechfähigkeit des Probanden einordnen. Null bedeutet, dass der Proband keinen Duft erkannt hat, 40 bedeutet, dass der Proband alle Duftstoffe erkannt hat. Anhand dessen lässt sich auch der Grad der Riechstörung einteilen. So gilt man bei 6 – 18 erkannten Gerüchen als anosmisch (Kamrava et al., 2014). Die Einteilung kann nach dem Alter und dem Geschlecht erfolgen (Doty et al., 1984; Kamrava et al., 2014).

Dieses Messinstrument hat eine exzellente Reliabilität ($r=0,918$; $p<0,001$) und eine hohe Validität ($r=-0,89$; $p<0,001$) (Doty et al., 1984). Die Validität wurde überprüft,

indem die Messergebnisse des UPSIT mit Ergebnissen eines Riechtests, der sich an einem traditionellen Riechtest orientiert, korreliert wurden (Doty et al., 1984). Eine realistische Interpretation der Validität in diesem Kontext ist schwierig, da der gewählte Test zur Überprüfung der Validität selbst eine geänderte Variante eines bereits bestehenden Riechtests war und somit dieser geänderte Test auch noch nicht einer Validitätsprüfung unterlag.

Der Proband kann den Test ohne einen Versuchsleiter selbstständig durchführen. Dies stellt eine nicht unerhebliche Zeitersparnis dar. Allerdings bezieht sich die Testung lediglich auf den Aspekt der Identifizierung. Die Faktoren „Diskriminierung“ und „Riechschwelle“ werden nicht getestet. Die Urheber dieses Tests geben außerdem an, dass dieser sensitiv für z.B. auch die Variable „ethnische Herkunft“ sei (Doty et al., 1984). Verschiedene Studien (Altundag et al., 2015; Doty et al., 1996) haben jedoch gezeigt, dass die hier verwendeten Gerüche nicht universell einsetzbar sind, da in verschiedenen Kulturen bestimmte Gerüche gänzlich unbekannt sind. Aus diesem Grund gibt es verschiedene Weiterentwicklungen, wie den Cross – Cultural – Smell – Identification Test (CC – SIT) (Doty et al., 1996) oder den UPSIT – Turkey (Altundag et al., 2015).

1.5.2.2 Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT)

Eine Weiterentwicklung des UPSIT ist der CC-SIT (Doty et al., 1996). Er beinhaltet zwölf Düfte, die wiederum aus den 40 Düften des UPSIT gewählt wurden. Diese Düfte sollen international einen höheren Wiedererkennungswert haben. Genauer bezeichnet sollen mit diesem Test der asiatische, nord – und südamerikanische, sowie europäische Raum abgedeckt sein.

Auch hier gilt das Prinzip „Scratch and Sniff“, das bedeutet, dass der Proband wieder mit einem Bleistift in einer standardisierten Art und Weise auf einer dafür vorgesehen Fläche kratzt. Der Duft wird mittels Mikrokapseln freigesetzt. Anschließend erfolgt die Identifizierung des Dufts auf einem separaten Bogen als Multiple – Choice- Verfahren. Aus vier Antwortmöglichkeiten muss die Richtige ausgewählt werden. Der Proband kann diesen Test komplett selbstständig ausführen. Die Interpretation der erlangten Punkte ermittelt sich aus einer Tabelle, bei der das Alter und das Geschlecht von wesentlicher Bedeutung sind. So gibt es für unterschiedliche Altersklassen (in Fünf-Jahres-Schritten) auch unterschiedliche Punktzahlen, die man erreichen muss, um als normosmisch zu gelten.

Dieser Test hat einen sehr geringen Zeitaufwand von zirka fünf Minuten. Der Test hat eine gute Test-Retest-Reliabilität mit $r = 0,71$ hat und kann gut zwischen riechgesunden und riechgestörten Probanden unterscheiden (Doty et al., 1996).

1.5.2.3 Züricher Riechtest

Dieser Test nutzt sogenannte Riechdisketten, wie sie auch in der Parfümeriebranche genutzt werden (Simmen et al., 1999). Der Proband erhält acht unterschiedliche Riechdisketten, auf denen jeweils ein Duftstoff auf einem Polyesterschwämmchen aufgetragen ist. Bei der Auswahl der Düfte wurden solche gewählt, die im mitteleuropäischen Raum allgemein bekannt sind und positiv gewertet werden. Zusätzlich erhält der Proband einen Bogen, auf dem pro Diskette drei Antwortmöglichkeiten inklusive dazu passendem Bild aufgedruckt sind. Die Visualisierung der Antworten soll dazu dienen, die Geruchserkennung zu erleichtern und die Attraktivität des Tests zu steigern. So muss der Proband von den drei Antwortmöglichkeiten pro Diskette die Richtige finden. Der Proband öffnet und schließt selbstständig mit seinen Händen jede einzelne Diskette. Die Dauer des Tests beträgt ca. zwei bis vier Minuten. Ist das Testergebnis größer oder gleich sieben richtigen erkannten Düften, so gilt der Proband/Patient als normosmisch. Alles unter sieben erkannten Düften gilt als hyp – oder anosmisch.

Vorteil dieses Tests ist eindeutig der geringe Zeitaufwand, die Wiederverwendung der Disketten, sowie die Simplizität der Durchführung. Jedoch ist die Tatsache, dass jeder Proband die Disketten mit seinen Händen anfassen darf, nicht für die Konstanz des Tests von Vorteil. So können z.B. Düfte von Handcrèmes, etc. sich mit dem Duft auf dem Schwämmchen vermischen und so das Testergebnis verfälschen. Außerdem kann der Test nicht zwischen hyp – und anosmisch unterscheiden, das heißt der Schweregrad der Riechstörung ist hiermit nicht einwandfrei identifizierbar (Davaris et al., 2012). Weiterhin unbekannt ist auch die Retest-Reliabilität (AWMF, 2016).

1.5.2.4 Aussagekraft der psychophysischen Tests

Allen hier näher erläuterten psychophysischen Tests ist gemeinsam, dass sie weltweit bekannt sind und mindestens das Riechvermögen in Form der Fähigkeit Düfte identifizieren zu können, testen. Jedoch werden die Punkte Diskriminierungsfähigkeit

und die Riechschwelle nicht betrachtet. Einige von ihnen beziehen das Geschlecht und das Alter mit in die Auswertung ein (z.B. UPSIT, CC-SIT).

1.5.3 Elektrophysiologische Tests

Diese Tests erfordern zumeist einen hohen technischen Aufwand, eine hohe Fachexpertise und bei manchen Untersuchungsmethoden eine hohe Toleranzschwelle seitens des Probanden. Hier aufgeführt und eingehend betrachtet werden das Elektroolfaktoriogramm (EOG), die Messung olfaktorisch ereigniskorrelierter Potenziale (OEP) Mittels Elektroenzephalogramm (EEG) sowie die Untersuchung mittels eines Magnetresonanztomographen (MRT).

1.5.3.1 Ableitung von olfaktorisch evozierten Potenzialen (OEP)

Bei dieser rechnergestützten Messart werden mittels EEG zerebrale elektrische Signale abgeleitet, die olfaktorischen Ursprungs sind. Mit Hilfe eines Olfaktometers werden dem Probanden einzeln Duftstoffe präsentiert, die dann im EEG typische Ausschläge hervorrufen. Mit Hilfe dieser Prozedur lassen sich trigeminale als auch olfaktorielle Signale untersuchen. Diese Testmethode ist relativ leicht in der Durchführung, allerdings äußerst zeitaufwändig und störanfällig. So kann schon ein Blinzeln zu einer Verfälschung der Messergebnisse führen. (Boesvelt et al., 2007; Galletti et al., 2016; Güdücü et al., 2019; Hummel & Welge-Lüssen, 2008a) Weiterhin kann die Quantität des Riechvermögens mit diesem Verfahren nicht bestimmt werden (Hummel & Welge-Lüssen, 2008a; Schmidt et al., 2018).

Als Orientierungshilfe sei laut den Leitlinien von 2016 für Riech – und Schmeckstörungen von der Arbeitsgemeinschaft Olfaktologie und Gustologie der deutschen HNO-Gesellschaft diese Art der Testung jedoch sinnvoll z.B. bei kognitiv eingeschränkten Probanden, bei Kindern sowie bei Verständigungsproblemen. Somit hat diese Untersuchung einen hohen Stellenwert in der Diagnostik von Riechstörungen im klinischen Alltag. Weiterhin von sehr hoher Relevanz sind OEPs bei gutachterlichen Fragen (Hummel & Welge-Lüssen, 2008a).

1.5.3.2 Ableitung peripherer olfaktorischer Potenziale

Neben der zentralen Ableitung von OEPs gibt es noch die Möglichkeit an der

Riechschleimhaut selbst, das heißt in der Peripherie, elektrische Potenziale – sogenannte Elektroolfaktogramme (EOG) – abzuleiten. Dies ist eine hochoaufwändige Methode und weist bisher nur eine sehr geringe Studienlage mit Testungen am Menschen auf. (Knecht & Hummel, 2004; Lapid & Hummel, 2012)

Es ist allerdings bisher kein zuverlässiges Diagnosemittel, da die erfolgreiche, vollständige Ableitung selbst in Experimenten nur bei ca. 50% der Probanden gelingt und somit dieses Mittel keine verlässlichen Aussagen treffen kann, ob jemand anosmisch oder normosmisch ist. (Hummel & Welge-Lüssen, 2008b; Lapid & Hummel, 2012)

Somit ist das EOG als Methode heutzutage noch Teil der Forschung und findet auch bisher nur dort seinen Einsatz. Im klinischen Alltag hat es auf Grund der Komplexität, des zeitlichen Aufwandes und der bisher geringen Aussagekraft keine Relevanz. (AWMF, 2016)

1.5.3.3 Magnetresonanztomographie (MRT) zur Beurteilung der Riechfunktion

Zum Studium der Riechfunktion wird inzwischen in einigen Studien das MRT herangezogen. Es gibt dabei die Möglichkeit sowohl ein strukturelles MRT durchzuführen, oder aber ein funktionelles MRT (fMRT) zu erstellen. Ein strukturelles MRT zeigt eine Momentaufnahme von z.B. dem Gehirn. Im Speziellen wird in Riechstudien häufig ein strukturelles MRT vom Bulbus olfactorius angefertigt, da dessen Größe mit dem Riechvermögen korreliert (Hummel & Welge-Lüssen, 2008c). Bei einem fMRT macht man sich die Tatsache zu Nutze, dass die Hirnregion, die man sich anschauen möchte, bei Aktivierung einen erhöhten Sauerstoff – und Nährstoffbedarf hat. Es lässt sich der gerade besonders aktive Teil des Gehirns vom quasi inaktiven Teil unterscheiden. Aber auch die Stärke der Aktivität kann auf dieselbe Weise gemessen werden. (Hummel & Welge-Lüssen, 2008c; Funktionelle Magnetresonanztomographie, 2015)

Aktuell hat das MRT im Kontext des Riechens seine Bedeutung vor allem in der Forschung. Im klinischen Kontext bleibt es bei der Diagnostik in puncto Riechstörung und Diagnostik des Ausmaßes der Riechstörung eher unbeachtet (AWMF, 2016).

2. Ziel der Studie

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, das Riechvermögen zu untersuchen. Wie bisher dargestellt wurde, scheint bis auf den Self-MOQ kein adäquates Messinstrument für die Erhebung des individuellen Riechvermögens in Form eines Fragebogens zu existieren.

Daher beschäftigt sich diese Studie im **ersten Teil (Teil I)** näher mit dem Self-MOQ. Es wird geprüft, ob mit anderen statistischen Verfahren als in unserer Studie aus dem Jahr 2019 (Zou, et al., 2019) geschehen, der Fragebogen von dem Prototyp mit den ursprünglichen 14 Fragen (Self-MOQ14) auf dieselben fünf Fragen gekürzt werden kann. Es liegt im wissenschaftlichen Interesse einen Vergleich beider Methoden zu ziehen.

Weiterhin fällt auf, dass die Ergebnisse aus subjektiveren Messmethoden (z.B. Fragebögen) zum Thema Riechen mit Ergebnissen objektiver Messmethoden (psychophysische Tests), die eine geringe Störanfälligkeit haben, getestet wurden, um die Validität der Fragebögen zu prüfen. Daher befasst sich der **zweite Teil** der Studie (**Teil II**) mit der Fragestellung, ob subjektive Aussagen in Bezug auf das individuelle Riechvermögen zuverlässige Daten liefern und somit z.B. psychophysische Tests wie etwa der Sniffin'-Sticks-Test überflüssig sein könnten. Es soll geprüft werden, ob das Ergebnis zweier subjektiver Messinstrumente, das heißt eines Fragebogens (Self-MOQ) und einer visuellen Analogskala (VAS), mit dem Ergebnis eines objektiveren Messinstruments (Sniffin'-Sticks-Test) zusammenhängt.

Weiterhin sollte überprüft werden, ob unterschiedliche Faktoren (Geschlecht, Alter, Parosmie, Phantosmie, unterschiedliche Riechstörungsursachen und weitere siehe unten) zu unterschiedlichen Ergebnissen in den unterschiedlichen Testverfahren führen, da – wie oben aufgeführt - bereits in mehreren Studien gezeigt wurde, dass z.B. das Geschlecht Einfluss auf das Riechvermögen zu haben scheint.

3. Material und Methoden

Diese Studie wurde an der Universitätsklinik Dresden im Fachbereich Hals-Nasen-Ohren Abteilung für Riechen und Schmecken durchgeführt. Es handelt sich um eine retrospektive Querschnittsstudie. Dazu wurden 441 Patienten befragt. Die Patienten erhielten vor Vorstellung in unserer Sprechstunde eine HNO-ärztliche Untersuchung. Ausschlusskriterien im ersten Teil der Studie waren unvollständige Angaben im Sniffin'-Sticks-Test sowie im Self-MOQ14 (ursprünglicher Fragebogen von Zou et al., (2019)). Im zweiten Teil der Studie wurden diejenigen ausgeschlossen, die unvollständige Angaben in der visuellen Analogskala (VAS), dem Self-MOQ14 und dem Sniffin'-Sticks-Test hatten.

Das retrospektive Studienprotokoll ist von der Ethikkommission positiv begutachtet (Aktenzeichen: EK251112006).

3.1 Teil I

Der Prototyp des Self-MOQ (Self-MOQ14) (Zou et al., 2019) wird hier näher beschrieben und zur weiteren statistischen Analyse genutzt.

3.1.1 Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ)

Beim Self-MOQ14 beantwortet der Proband selbstständig vierzehn Fragen entweder mit „stimmt“ oder „stimmt nicht“ (siehe Anlage Abbildung 1). Die Wahl der geschlossenen Fragen vereinfacht die Auswertung. Die Fragen sind in negierender Form gestellt (Beispiel Frage 1: In Parfümerien nehme ich kaum den Duft wahr). Als Orientierung für die Erstellung des Prototyps des Fragebogens diente der Mini-Audio-Test (MAD) aus dem Jahr 2013 (Löhler et al., 2013). Weiterhin bezieht dieser Fragebogen die Funktionen des Riechens mit ein. Hiermit gemeint sind das Erkennen von Gefahr (z.B. Modergeruch im feuchten Keller), Essen und Trinken (z.B. Duft nach Kaffee und frischen Brötchen), sowie der sozialen Interaktion (z.B. Geruch von Freunden) (Croy et al, 2012). Anders eingeteilt lässt sich auch sagen, dass fünf Fragen ein eher positives Geruchserlebnis erheben (Blumen, Gras, Kaffee und frische Brötchen, Essensgeruch im Allgemeinen, Geruch von Freunden). Sechs Fragen behandeln eher negativ attribuierte Gerüche (Hundehaufen, Knoblauchgeruch an anderen, Schweißgeruch, Duft von verdorbenen Speisen, „Modergeruch“ im feuchten

Keller, „Gestank“ in öffentlichen Toiletten). Drei Fragen beschreiben ein markantes Riecherlebnis, wobei jeder für sich individuell entscheidet, ob er diese Gerüche als positiv oder negativ wertet (Duft in Parfümerie, Teergeruch, Duft nach Pinselreiniger oder Klebstoff).

3.1.2 Statistik

Für die Analyse des Fragebogens mit dem Ziel, diesen auf fünf Fragen zu kürzen, wurde wie folgt vorgegangen: eingeschlossen sind jene Fragebögen, die vollständig beantwortet wurden und jene, zu denen ebenfalls ein vollständiger SDI vorliegen. Damit ergibt sich eine Stichprobengröße von $n=303$. Um die interne Konsistenz des Fragebogens zu überprüfen, wurde der Cronbachs Alpha-Koeffizient ermittelt. Zur Beurteilung der Trennschärfe wurde zu jeder einzelnen Frage die korrigierte Item-Skala-Korrelation erstellt.

Es wurden die Mittelwerte von SDI, Self-MOQ14, VAS und dem Alter berechnet. Um die durchschnittliche Abweichung vom Mittelwert zu bestimmen, wurde die Standardabweichung von SDI, Self-MOQ14, VAS und Alter errechnet. Die Gesamtpunktzahlen des SDI, des Self-MOQ14 und der VAS wurden in Form der Pearson-Korrelation miteinander korreliert (das heißt SDI und Self-MOQ14 ($n=303$), SDI und VAS ($n=260$), Self-MOQ14 und VAS ($n=260$)) und das Signifikanzniveau berechnet. Weiterhin wurde jede einzelne Frage des Self-MOQ14 mit der Gesamtpunktzahl des SDI und das Signifikanzniveau berechnet. Hiermit wird überprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem psychophysischen Test und dem Self-MOQ14 besteht und somit eine Validierung des Fragebogens erfolgen kann. Mittels t-Test wurden die Mittelwerte des SDI mit der Beantwortung der einzelnen Items des Fragebogens verglichen. So wurde betrachtet, ob Personen, die ein Item positiv (das heißt also sie können subjektiv schlechter riechen) beantworten, im Mittel einen geringeren SDI erreicht haben als jene, die auf die einzelne Frage negativ geantwortet haben. Zusätzlich wurde für dieselbe Fragestellung die Effektstärke Cohens d bestimmt.

Die Auswahl der fünf finalen Fragen des Fragebogens erfolgte hier in zwei Schritten. Im ersten Schritt wurden drei Bedingungen gesetzt. Es werden zunächst nur jene Fragen inkludiert, welche:

- 1.) einen Wert größer 0,5 in der korrigierten Item-Skala-Korrelation haben (Kordts-Freudinger, 2015),
- 2.) eine Korrelation zwischen der Gesamtpunktzahl des SDI zu jeder einzelnen Frage mit einem Koeffizienten größer 0,5 (Hanna & Dempster, 2017) und
- 3.) ein Cohens d größer oder gleich |0,8| aufweisen (Hanna & Dempster, 2017).

So wurden im ersten Schritt nur Fragen ausgewählt, die eine sehr hohe Trennschärfe, einen hohen Zusammenhang, als auch eine hohe Effektstärke haben. Ziel sollte es sein, so fünf Fragen auswählen zu können, die hohe Gütekriterien in puncto Reliabilität, Validität und Objektivität haben. Kämen hierbei keine fünf Fragen zu Stande, so erfolgte die weitere Auswahl mit dem Ziel im besten Fall die Frage mit der nächst höchsten korrigierten Item-Skala-Korrelation, den nächst höchsten Korrelationskoeffizienten des SDI zur entsprechenden Frage und der nächst höchsten Effektstärke Cohens d zu haben.

Die statistischen Daten wurden mit Microsoft Excel (Version 16.27; 2019) und SPSS (Version 27.0.0) untersucht.

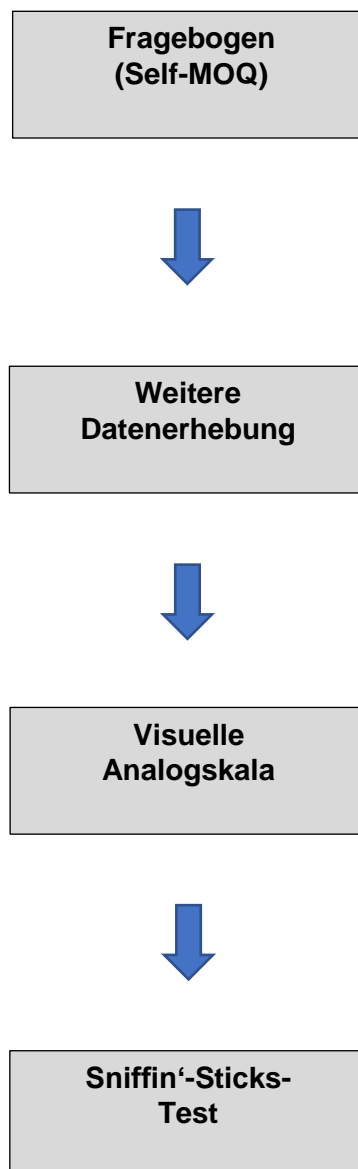
3.2 Teil II

Es wurde ein Fragebogen (Self-MOQ), eine VAS sowie der Sniffin'-Sticks-Test durchgeführt sowie weitere deskriptive Daten wie unten aufgeführt (z.B. Alter und Geschlecht) erhoben.

3.2.1 Tests

Die Reihenfolge der unterschiedlichen Testinstrumente ist wie folgt dargestellt:

Abbildung 1: Testreihenfolge



Damit die subjektiven Daten des Probanden in Bezug auf sein individuelles Riechvermögen möglichst nicht verfälscht werden, wurden sie zu Beginn erhoben.

3.2.1.1 Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ)

Es wurde dieses Messinstrument gewählt, da bisher keine Fragebögen vorhanden sind, die sich rein mit dem Riechvermögen beschäftigen.

Der Satzbau der einzelnen Fragen ist in negierender Form gestellt. Vier der fünf Fragen bilden ein eher positives Geruchserlebnis ab, eine Frage stellt ein eher negatives Geruchserlebnis dar. Zu beantworten sind die Fragen mit „stimmt“ und „stimmt nicht“. Dieser Version des Self-MOQ ist Resultat der Studie von Zou et al., 2019 (Zou, et al., 2019).

Abbildung 2: Self-MOQ

	stimmt	stimmt nicht
1. In Parfümerien nehme ich kaum den Duft wahr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Der Duft von Kaffee und frischen Brötchen geht an mir vorbei.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Im Blumenladen sehe ich mich gern um, kann aber nichts riechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Den Geruch von frischem Teer an einer Straßenbaustelle bekomme ich nicht mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Den Geruch von frisch gemähtem Gras erkenne ich nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ein Wert < 3,5 bedeutet, dass der Proband als normosmisch zu werten ist. Ein Wert zwischen 3,5 und 4,5 stellt eine Hyposmie dar, ein Wert > 4,5 stellt eine Anosmie dar.

3.2.1.2 Weitere Daten

Folgende weitere Punkte wurden abgefragt: Geschlecht, Alter, Riechstörungsursache, Dauer der Riechstörung, Parosmie, Phantosmie, Erst – oder Wiedervorstellung, zuvor bereits einen (nicht näher definierten) Riechtest durchgeführt.

3.2.1.3 Visuelle Analogskala (VAS)

Dieses Messinstrument wurde gewählt, da hier in einfachster Form die Fragestellung überprüft werden kann, ob der Proband glaubt, gut oder schlecht riechen zu können. Die Patienten wurden gebeten, ihr subjektives Riechvermögen auf einer Geraden von 8,9cm zu markieren. Dabei galt null als „kein Riechvermögen“ und 8,9cm als „volles Riechvermögen“. Die Markierung wurde händisch ausgemessen. Die Ergebnisse wurden in prozentuale Angaben (0% – 100%) konvertiert.

3.2.1.4 Sniffin'-Sticks-Test

Diese Messmethode (Hummel et al., 1997) ist mindestens europaweit validiert worden (Rumeau et al., 2016), wird europaweit am häufigsten von den zur Verfügung stehenden psychophysischen Tests genutzt (Davaris et al., 2012) und ist relativ simpel in der Durchführung sowie wenig zeitintensiv. Weiterhin besteht eine hohe Test-Retest-Reliabilität (Hummel et al., 1997). Somit ist dieser Test ein geeignetes Messinstrument für diese Studie.

Der Sniffin'-Sticks-Test setzt sich aus den drei Komponenten „Riechschwelle“ (S), „Diskriminierung (D)“ und „Identifizierung (I)“ zusammen. Die Riechschwelle erfasst eher das periphere Riechvermögen, Diskriminierungs- und Identifizierungsfähigkeit erfasst eher die zentrale Verarbeitung der Geruchsinformation (Davaris et al., 2012).

Die Testung erfolgt in einem möglichst geruchsneutralen Raum mit möglichst wenig akustischen Reizen. Der Versuchsleiter trägt während der gesamten Untersuchung Handschuhe, sodass der Proband möglichst nicht den Eigengeruch des Versuchsleiters wahrnimmt und somit die Ergebnisse nicht verfälscht werden. Im gesamten Test werden sogenannte Riechstifte genutzt. Sie geben eine konstante Konzentration des Riechstoffes ab.

Während der Ermittlung der Riechschwelle und des Diskriminierungsvermögens bedeckt eine Augenmaske die Augen des Probanden, damit visuelle Reize und somit mögliche Störquellen eliminiert werden können. Die Riechstifte werden allesamt für drei Sekunden im Abstand von ca. zwei Zentimetern unter die Nase gehalten. Der nächste Stift wird erst nach 30 Sekunden präsentiert, um eine vollständige Sensibilisierung der Riechrezeptoren zu gewährleisten. Der Proband erhält die

Anweisung, während der Testung möglichst still zu sitzen, damit der Riechstift stets denselben Abstand zur Nase hat.

Für die Ermittlung von S werden insgesamt sieben Durchläufe durchgeführt. Dabei werden Riechstifte desselben Duftstoffes in unterschiedlichen Konzentrationen präsentiert. Die Stifte sind von eins bis sechzehn durchnummeriert, wobei eins die höchste Duftkonzentration und sechzehn die Niedrigste darstellte. Zu Beginn wird dem Probanden die höchste Konzentration präsentiert, um sich den Geruch zu merken und ihn später wiedererkennen zu können. Um zu garantieren, dass der Proband tatsächlich den Geruch auch in niedriger Konzentration riecht, werden pro Durchlauf drei Stifte nacheinander präsentiert. Davon riecht lediglich einer nach dem zu erkennenden Duft. Die beiden anderen Riechstifte sind geruchsneutral. Der Proband nennt anschließend „Stift 1“, „Stift 2“ oder „Stift 3“, der für ihn den Duft beinhaltet. Die Testreihe wird mit der niedrigsten Duftkonzentration begonnen. Bei Durchlauf Nummer eins wird die Konzentration so lange erhöht, bis der Proband den riechenden Stift zweimal hintereinander richtig identifiziert. An diesem sogenannten Wendepunkt angelangt kommt es zu Durchlauf Nummer zwei. Jetzt wird die Konzentration so lange erniedrigt, bis der Duft einmal falsch identifiziert wurde. Danach folgt bei Durchlauf Nummer drei wieder die Erhöhung der Konzentration, bis der Duft zwei Mal richtig erkannt wurde. Dieses Schema wird weitere vier Mal durchgeführt, bis sieben Durchläufe vervollständigt sind. Die ersten drei Durchgänge sollen dem Probanden helfen, sich in die Testsituation einzufinden und werden nicht in die Berechnung des Wertes für S mit einbezogen. S berechnet sich aus dem Mittelwert (Zahl auf den Stiften) der letzten vier Runden, sodass das Ergebnis zwischen eins und sechzehn liegt.

Für die Ermittlung von D werden pro Durchlauf ebenfalls jeweils drei Stifte verwendet. Hierbei haben zwei Stifte gleichen Duft, der Dritte einen anderen. Genannt werden soll der Stift, der sich von den anderen beiden unterscheidet. Es waren insgesamt 48 Riechstifte, aufgeteilt in sechzehn Durchläufe à drei Riechstifte. Jeder Durchlauf hat eine unterschiedliche Zusammenstellung der Gerüche, wobei die Gerüche selbst sich innerhalb dieser Testreihe wiederholen können. Die Stifte sind mit den Zahlen eins bis sechzehn nummeriert. Begonnen wird mit den Stiften der Zahlen eins. Die Reihenfolge der Präsentation der Stifte derselben Zahlenreihe erfolgt willkürlich. Der Wert für D ergibt sich aus der Addition der richtig erkannten Stifte, die anders riechen. Folglich liegt der Zahlenwert zwischen „null“ und „sechzehn“. Null

bedeutet, dass der Proband den anders riechenden Stift nie richtig identifiziert hat, sechzehn bedeutet, dass der anders riechende Stift immer erkannt wurde.

Für die Ermittlung der Fähigkeit zur Identifizierung von Gerüchen werden sechzehn verschiedene Gerüche Mittels Riechstift präsentiert. Als Hilfsmittel wurde pro Stift jeweils eine Karte mit vier unterschiedlichen Bildern und passender Beschriftung der Bilder (Beispiel: zu sehen ist eine Banane, Titel des Bildes ist „Banane“) bereitgelegt. Die Karten gibt es sowohl in Deutsch als auch in Englisch, für Probanden ohne Deutschkenntnisse. Das Bild muss passend zum Duft ausgewählt werden. Am Ende ergibt sich durch Addition der richtig erkannten Gerüche ein Zahlenwert zwischen Null und Sechzehn für den Wert von I. Null bedeutet, dass kein Duft richtig identifiziert wird, sechzehn bedeutet, dass jedem Duft das richtige Bild zugeordnet werden kann.

Zur Beurteilung des Riechvermögens insgesamt werden nun die Werte von S, D und I addiert. Es ergibt sich somit ein Gesamtscore des Sniffin'-Stick-Tests (SDI) zwischen eins und 48. Hiermit erfolgt die Einteilung in „normosmisch“ ($SDI > 30$), „hyposmisch“ ($16 < SDI < 30$) und „anosmisch“ ($SDI < 16$).

3.2.2 Statistik

Ziel war es, zu ergründen, ob subjektive Aussagen (Self-MOQ und VAS) zuverlässige Daten liefern. Verglichen wurden hierfür die Angaben aus dem Self-MOQ und der VAS mit den Angaben aus dem Sniffin'-Sticks-Test.

Eingeschlossen wurden jene, die sowohl die VAS als auch den Sniffin'-Sticks-Test als auch den Self-MOQ vollständig beantwortet haben. Dabei wurde der Self-MOQ nicht erneut getestet, sondern die bereits beantworteten Fragen aus dem Self-MOQ14 verwendet. Weiterhin sind die Fragebögen derer eingeflossen, die älter oder gleich 20 Jahre waren. Grund hierfür ist, dass die Stichprobengröße der unter zwanzig Jährigen kleiner als zehn ist und somit keine repräsentative Stichprobengröße darstellen würde.

Zur Ermittlung der Durchschnittswerte der drei Tests wurde der Mittelwert von jedem der drei Tests und dem Alter gebildet. Weiterhin wurde als Streumaß die Standardabweichung des Mittelwerts für jeden Test bestimmt. Danach wurde eine Korrelation nach Pearson inklusive Signifikanzniveaubestimmung für die aufgeführten Tests durchgeführt, um zu überprüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen den subjektiven und dem psychophysischen Test gibt. Die unterschiedlichen Korrelationskonstellationen gestalten sich wie folgt:

- 1.) Gesamtpunktzahl Self-MOQ5 und SDI
- 2.) Gesamtpunktzahl Self-MOQ5 und S
- 3.) Gesamtpunktzahl Self-MOQ5 und D
- 4.) Gesamtpunktzahl Self-MOQ5 und I
- 5.) VAS und SDI
- 6.) VAS und S
- 7.) VAS und D
- 8.) VAS und I
- 9.) Gesamtpunktzahl Self-MOQ5 und VAS

Hiernach wurden Gruppen gebildet, um zu überprüfen, wie diese Einfluss auf die Tests nehmen. Die Gruppen waren: Geschlecht (männlich, weiblich), Alter (20 – 29 Jahre, 30 – 39 Jahre, 40 – 49 Jahre, 50 – 59 Jahre, 60 – 69 Jahre, 70 – 79 Jahre, 80 – 89 Jahre), Parosmie, Phantosmie, Riechstörungsursache (gesund, idiopathisch, sinusal, trauma, viral), Dauer der Riechstörung (hier werden nur die Gruppen 0 – 6 Monate (N=70), 7 – 12 Monate (N=57), 13 – 24 Monate (N=52) und 61 – 120 Monate (N=30) näher betrachtet, da hier die Stichprobengröße ≥ 30 ist), Erst – oder erneute Testung, Erst – oder erneuter Besuch. Die Gruppe der Riechstörungsursache setzt sich aus den vier häufigsten Riechstörungsursachen, d.h. „idiopathisch“, „sinusal“, „viral“, „traumatisch“ und der Gruppe der sich selbst als „gesund“ Bezeichnenden zusammen.

Für jede dieser Gruppen wurden die Durchschnittswerte in den einzelnen Tests in Form des Mittelwerts und als Streumaß die Standardabweichung für die Gesamtpunktzahl des Self-MOQ, Sniffin'-Sticks-Tests, als auch für VAS und die Einzelkomponenten des Sniffin'-Sticks-Test S, D und I bestimmt. Auch hier wurden die oben aufgeführten Korrelationen durchgeführt, allerdings immer unter der Bedingung von Geschlecht (männlich, weiblich), Alter (20 – 29 Jahre, 30 – 39 Jahre, 40 – 49 Jahre, 50 – 59 Jahre, 60 – 69 Jahre, 70 – 79 Jahre, 80 – 89 Jahre), Parosmie, Phantosmie, Riechstörungsursache (gesund, idiopathisch, sinusal, trauma, viral), Dauer der Riechstörung (hier werden nur die Gruppen 0 – 6 Monate (N=70), 7 – 12 Monate (N=57), 13 – 24 Monate (N=52) und 61 – 120 Monate (N=30) näher betrachtet, da hier die Stichprobengröße ≥ 30 ist), Erst – oder erneute Testung, Erst – oder erneuter Besuch.

Als Nächstes wurde überprüft, ob und wie die unterschiedlichen Gruppen Einfluss auf die Ergebnisse der Tests nehmen. Um den Alpha-Fehler möglichst gering zu halten wurde eine Multiple - Regressionsanalyse durchgeführt. Hierfür wird zur Berechnung eine Konstante benötigt. Gewählt wurden hierfür die jüngsten, bzw. die mit der kleinsten Stichprobengröße. Für die unterschiedlichen Prädiktoren und deren Untergruppen ergibt sich, dass bei „Alter“ die Untergruppe „20 – 29 Jahre“ die Konstante ist, bei „Dauer der Riechstörungsursache“ die Untergruppe „0 – 6 Monate“ die Konstante ist und bei „Riechstörungsursache“ „gesund“ die Konstante ist. Da sich jedoch im Zuge dessen herausstellte, dass der Variance – Inflation – Factor (VIF) für die Prädiktoren der „Riechstörungsursache“ größer als 10 war (zwischen 36 und 57), und somit eine Multikollinearität zu den anderen Prädiktoren besteht, wurde dieser Prädiktor nicht in die Multiple Regression mit aufgenommen. Ausnahme hiervon bildet der Unterpunkt „gesund“. Dieser zeigte keine Multikollinearität und konnte daher in die Multiple Regression mit aufgenommen werden. Weiterhin wurde für die Multiple Regressionsanalyse auf Heteroskedastizität getestet. Diese wurde visuell mittels Streudiagramm geprüft. Für die einzelnen Prädiktoren wurde außerdem die Effektstärke (R^2) und die korrigierte Effektstärke (R^2 korrigiert) berechnet. Zur einzelnen Betrachtung jedes einzelnen Prädiktors und dessen Größe des Einflusses auf ein Testergebnis wurde das unstandardisierte Beta (β) für Self-MOQ, VAS, SDI, S, D, I berechnet.

Weiterhin wurden ROC-Kurven für VAS und Self-MOQ berechnet. Überprüft werden sollte, ob die VAS und der Self-MOQ zwischen 1.) normosmisch und hypo-/anosmisch, und 2.) normosmisch und hyposmisch, und 3.) normosmisch und anosmisch unterscheiden kann. Hierfür wurde zur besseren übersichtlichen Gestaltung die VAS umgepolt. Ein hoher Wert entspricht hierbei demzufolge einem subjektiv geringen Riechvermögen, ein niedriger Wert für ein subjektiv sehr gutes Riechvermögen.

Die statistischen Daten wurden mit Microsoft Excel (Version 16.27; 2019) und SPSS (Version 27.0.0) erstellt.

4. Ergebnisse

Der Ergebnisteil gliedert sich in die zwei zu untersuchenden Fragestellungen. Im ersten Teil erfolgt die Ergebnisdarstellung der statistischen Methoden zur Kürzung des Fragebogens. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der Fragestellung dargestellt, ob subjektive Daten im Kontext Riechkomplex zuverlässige Daten liefern und ob somit ein psychophysischer Test wie etwa der Sniffin'-Sticks-Test überflüssig wäre.

4.1 Teil I

Der Fragebogen umfasst vierzehn Fragen, den 441 Probanden beantwortet haben. Tabelle 1 zeigt die deskriptive Auswertung, in die 303 (68,71%) Fragebögen eingeschlossen wurden. Das Durchschnittsalter liegt bei 55,95 Jahren ($\pm 16,03$ Jahre). Im Durchschnitt erreichten die Probanden einen SDI von 18,44 ($\pm 8,55$), eine Self-MOQ14-Gesamtpunktzahl von 10,70 ($\pm 4,20$). In der VAS (n=260) wurde im Durchschnitt 20,17% ($\pm 24,47\%$) angegeben.

Tabelle 1: Deskriptive Statistiken

	n	MW (SD)	Min-Max
Alter	301	55,95 (16,03)	8,00-88,00
Sniffin'-Sticks-Test			
SDI	303	18,44 (8,55)	3,00-39,50
Fragebogen			
Self-MOQ14	303	10,70 (4,20)	0,00-14,00
VAS			
In cm (8,9cm)	260	1,80 (2,18)	0,00-8,90
In %	260	20,17 (24,47)	0,00-100,00

Anmerkung. n = Stichprobengröße; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; ; Min-Max = minimales bis maximales Alter in Jahren; SDI=Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Tests (Hummel et al., 1997); Self-MOQ14 = Self-reported-Mini-Olfactory-Questionnaire mit den ursprünglichen 14 Fragen(Zou et al., 2019); VAS = Visuelle Analogskala

Die weitere statistische Auswertung des Self-MOQ14 erbrachte einen Cronbachs Alpha-Koeffizient von 0,926. Nachfolgend aufgeführt ist die Tabelle 2 mit der oben beschriebenen Fragendiagnostik.

In Tabelle 2 dargestellt sind die Fragen eins bis vierzehn, sowie die Mittelwerte, Standardabweichungen, Item-Skala-Korrelationen (hier Trennschärfe genannt) und die Korrelationen der Fragen mit dem SDI. Alle Fragen weisen eine hohe Trennschärfe auf. Weiterhin hat Frage neun die höchste Trennschärfe, Frage zwei die niedrigste. Alle Fragen korrelieren signifikant mit dem SDI-Gesamtscore, wobei Fragen 1,5,6,9 einen Korrelationskoeffizienten größer oder gleich 0,5 aufweisen. Auf fünfter Position folgt hier die Frage zwölf.

Tabelle 2: Fragendiagnostik für den Self-MOQ14

Frage	MW (SD)	Trennschärfe	Korrelation mit SDI
Frage 1	0,75 (0,44)	0,67	r = -0,52 p<.001
Frage 2	0,73 (0,45)	0,52	r = -0,34 p<.001
Frage 3	0,75 (0,44)	0,65	r = -0,45 p<.001
Frage 4	0,80 (0,40)	0,69	r = -0,47 p<.001
Frage 5	0,82 (0,38)	0,67	r = -0,50 p<.001
Frage 6	0,78 (0,42)	0,67	r = -0,50 p<.001
Frage 7	0,81 (0,39)	0,54	r = -0,36 p<.001
Frage 8	0,63 (0,48)	0,61	r = -0,40 p <.001
Frage 9	0,69 (0,47)	0,80	r = -,060 p<.001
Frage 10	0,87 (0,33)	0,65	r = -,038 p<.001
Frage 11	0,84 (0,37)	0,71	r = -0,47 p<.001
Frage 12	0,76 (0,43)	0,72	r = -0,49 p<.001
Frage 13	0,72 (0,45)	0,69	r = -0,48 p<.001
Frage 14	0,76 (0,43)	0,71	r = -0,46 p<.001

Anmerkung. MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; SDI = Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997); Self-MOQ14 = Self-reported-Mini-Olfactory-Questionnaire mit den ursprünglichen 14 Fragen (Zou et al.; 2019)

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass SDI und VAS, SDI und Self-MOQ14, sowie Self-MOQ14 und VAS signifikant miteinander korrelieren.

Tabelle 3: Korrelationen zwischen SDI, VAS und Self-MOQ14

	SDI	Self-MOQ14
Self-MOQ14	-0,641*	
VAS (in %)	0,660*	-0,836*

***Pearson Korrelation ist signifikant auf einem Niveau von 0,01 (2-seitig).**

Anmerkung. SDI = Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997); VAS = Visuelle Analogskala; Self-MOQ14 = Self-reported-Mini-Olfactory-Questionnaire mit den ursprünglichen 14 Fragen (Zou et al.; 2019)

In Tabelle 4 ist ersichtlich, dass der Mittelwertvergleich mit Hilfe des t-Tests signifikante Mittelwertunterschiede der SDI-Gesamtpunktzahl für die positive Beantwortung der einzelnen Fragen des Fragebogens im Vergleich zur negativen Beantwortung der einzelnen Fragen haben. So haben Probanden, die eine Frage positiv beantworten im Mittel eine niedrigere SDI-Gesamtpunktzahl als Probanden, die eine Frage negativ beantworteten. Dies gilt für alle Fragen. Alle Fragen weisen zudem einen Cohens d größer |0,8| auf. Die Fragen 1,5,6,9,11 weisen hier die fünf höchsten Effektstärken auf.

Tabelle 4: t-Test der Self-MOQ14-Items zu SDI

Frage	Gruppe	n	Mittelwert auf SDI	t	df	Sig.	Cohen's d
Frage 1	1	226	15,85	-10,54	301	<,000	-1,39
	0	77	26,04				
Frage 2	1	220	16,66	-6,27	301	<,000	-0,81
	0	83	23,17				
Frage 3	1	226	16,20	-8,74	301	<,000	-1,15
	0	77	25,03				
Frage 4	1	243	16,47	-9,12	301	<,000	-1,32
	0	60	26,44				
Frage 5	1	249	16,44	-10,11	301	<,000	-1,52
	0	54	27,67				
Frage 6	1	235	16,13	-10,03	301	<,000	-1,39
	0	68	26,42				
Frage 7	1	245	16,95	-6,66	301	<,000	-0,972
	0	58	24,73				
Frage 8	1	192	15,83	-7,30	201,94	<,000	-0,908
	0	111	22,96				
Frage 9	1	208	14,98	13,02	301	<,000	-1,61
	0	95	26,03				
Frage 10	1	265	17,21	-7,16	301	<,000	-1,24
	0	38	27,04				
Frage 11	1	254	16,69	-9,19	301	<,000	-1,43
	0	49	27,54				
Frage 12	1	231	16,12	-9,65	301	<,000	-1,30
	0	72	25,88				
Frage 13	1	218	15,91	-9,35	301	<,000	-1,20
	0	85	24,93				
Frage 14	1	229	16,21	-8,08	105,81	<,000	-1,20

Anmerkung. 1 = Ja; 0 = Nein; n = Stichprobengröße; SDI = Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997); t = T-Statistik; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanzniveau

4.2 Teil II

Eingeschlossen wurden alle, die einen vollständigen SDI, Self-MOQ und VAS hatten und älter als 20 Jahre waren, das heißt n=283 (64,17%). Das Durchschnittsalter beträgt 56,94 Jahre ($\pm 14,68$ Jahre). Im Durchschnitt wurde eine Gesamtpunktzahl im Self-MOQ von 3,69 ($\pm 1,74$), im SDI von 18,85 ($\pm 8,56$) und eine durchschnittliche Prozentangabe von 21,13% ($\pm 24,04$) in der VAS angegeben.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik

	n	MW (SD)	Min-Max
Alter (in Jahren)	283	56,94 (14,68)	23-86
Sniffin'-Sticks-Test			
SDI	283	18,85 (8,56)	3,00-39,50
S	283	2,71 (2,49)	1,00-11,50
D	283	8,37 (3,38)	0,00-15,00
I	283	7,77 (4,02)	0,00-16,50
Fragebogen			
Self-MOQ	283	3,69 (1,74)	0,00-5,00
VAS			
in cm (8,9cm)	283	1,88 (2,14)	0,00-8,80
in %	283	21,13 (24,04)	0,00-98,88

Anmerkung. n=Stichprobengröße; MW=Mittelwert; SD=Standardabweichung; Min-Max=minimales Testergebnis – maximales Testergebnis; SDI=Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Tests (Hummel et al., 1997); S = Riechschwelle; D = Diskriminierung; I = Identifikation; Self-MOQ = Self-reported-Mini-Olfactory-Questionnaire (Zou et al., 2019), VAS = Visuelle Analogskala

Eine detaillierte Auflistung der Mittelwerte und Standardabweichungen der unterschiedlichen Gruppen finden sich im Anhang in Tabelle 1. Im Anhang in Tabelle 2 zeigt sich bei der Pearson-Korrelation, dass der SDI sowohl mit der Gesamtpunktzahl der VAS ($r=0,661$; $p<0,05$) als auch mit der Gesamtpunktzahl des Self-MOQ ($r=-0,624$ ($p<0,05$)) stark signifikant korreliert. Auch die Teilaspekte S, D, I korrelieren stark signifikant sowohl mit der VAS als auch mit der Gesamtpunktzahl des Self-MOQ5. Weiterhin korrelieren VAS und Self-MOQ5 ebenfalls stark signifikant miteinander ($r=0,78$; $p=0,00$). Ebenfalls im Anhang in Tabelle 2 ist zu erkennen, dass unter den

Bedingungen „Geschlecht“, „Alter“, „Dauer der Riechstörungen“ etc. SDI zu VAS, Self-MOQ zu SDI, Self-MOQ zu VAS, als auch S, D, I zu jeweils VAS und Self-MOQ größtenteils stark signifikant korrelieren.

Die Multiple Regressionsanalyse (Tabelle 6) zeigt, dass für den SDI R^2 korrigiert = 0,137 beträgt, für den Self-MOQ ist R^2 korrigiert = 0,035, für die VAS beträgt R^2 korrigiert = 0,046. Zusammenfassend ist R^2 korrigiert für SDI, S, D, I, VAS und Self-MOQ nie größer als 0,137. Die Multiple Regressionsanalyse zeigt weiterhin, dass es keine signifikanten Korrelationen in puncto Geschlecht oder Alter der Probanden noch bei einer bestehenden Phantasmie oder einem Erstbesuch gibt. Signifikante Korrelationen konnten bei Probanden mit bestehender Parosmie und bei Probanden mit wiederholter Testung gezeigt werden.

Tabelle 6: Multiple Regressionsanalyse

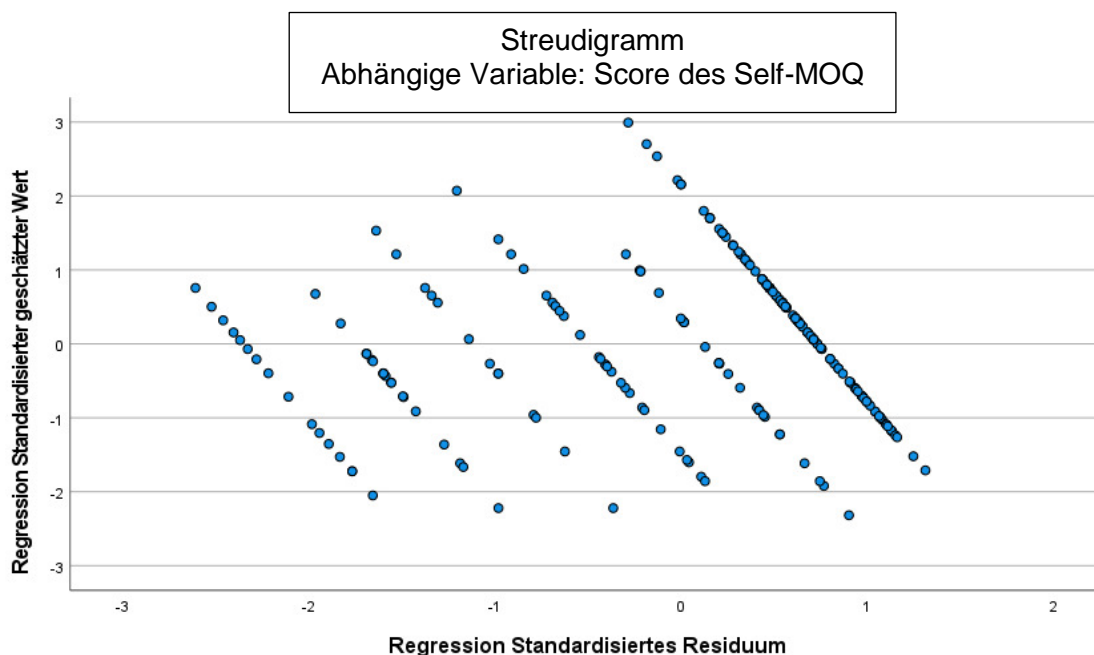
	SDI β	S β	D β	I β	Self- MOQ β	VAS β
Geschlecht	-,032	-,027	-,001	-,049	-,044	-,033
Alter (20-29 Jahre)						
30-39 J	-,011	-,037	-,020	,013	,047	-,145
40-49 J	-,006	-,028	-,048	,042	,137	-,123
50-59 J	-,127	-,215	-,080	-,074	,174	-,223
60-69 J	-,139	-,184	-,096	-,105	,141	-,103
70-79 J	-,191	-,203	-,112	-,187	,186	-,130
80-89 J	,014	-,125	,049	,060	,123	-,046
Dauer (0-6 Monate)						
7-12 M	,088	,025	,051	,125	-,076	-,072
13-24M	,137	,083	,125	,134	-,186*	,154
25-36M	,025	,050	,056	-,021	-,135	,007
37-48M	-,120	-,072	-,136*	-,095	,071	-,078
49-60M	,076	,128	,042	,050	-,082	,049
61-120M	,024	-,011	,011	,046	-,135	,066
>120 M	-,137*	-,078	-,143*	-,122	-,023	-,074
Parosmie	,172**	,083	,206**	,140*	-,188**	,195**
Phantosmie	-,062	-,035	-,036	-,078	-,040	-,029
Erstbesuch	,044	,087	,033	,015	-,020	-,042
Vorherige Testung	-,232**	-,184	-,228**	-,189**	,153*	-,151*
R ² /	,205/	,112/	,191/	,190/	,111/	,121/
R ² korrigiert	,137	,037	,122	,121	,035	,046

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Anmerkung. SDI = Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997); S = Riechschwelle; D = Diskriminierung; I = Identifikation; Self-MOQ = Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Zou et al., 2019); VAS = Visuelle Analogskala; β = unstandardisierter Regressionskoeffizient; J = Jahre; M = Monate; R² = Effektstärke; R² korrigiert = korrigierte Effektstärke; p = Signifikanzniveau

Nachfolgend ist in Abbildung 3 das Streudiagramm zur Überprüfung auf Heteroskedastizität des Self-MOQ abgebildet, da es von den Streudiagrammen der anderen erheblich abweicht.

Abbildung 3: Streudiagramm Self-MOQ



Das Streudiagramm zeigt, dass die Varianz der Residuen der vorhergesagten Werte für den Self-MOQ erheblich variiert. Die Residuen sind in diesem Fall die Gruppen „Geschlecht“, „Alter“, „Dauer der Riechstörung“, „Parosmie“, „Phantosmie“, „Erstbesuch“, „Erst- oder erneute Testung“.

In den Tabellen 7 und 8 sowie Abbildungen 4 und 5 finden sich die Ergebnisse der ROC-Analysen. Hierbei wurden Ergebnisse der VAS zur besseren Übersichtlichkeit für die ROC-Analyse umgepolt. Es wurde zum Vergleich, wie in der Studie von Zou et al. (2019) geschehen, die ROC-Kurven des Self-MOQ mit aufgezeigt.

Abbildung 4: ROC-Kurve normosmisch vs. hyposmisch

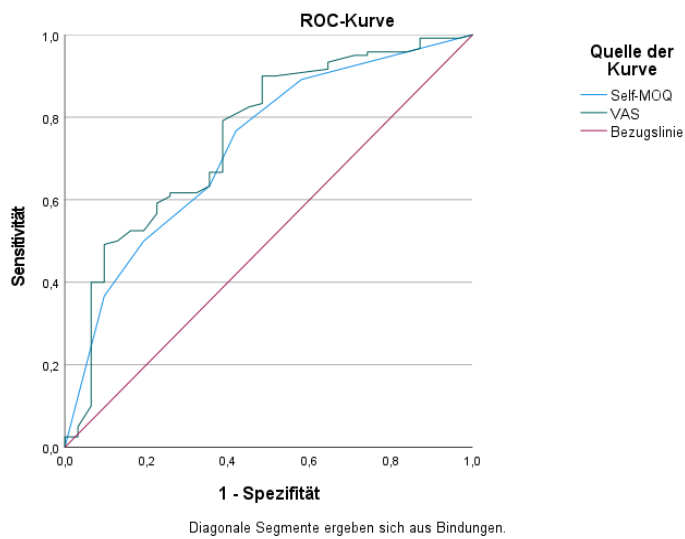


Tabelle 7: Diskriminierungsrate von Self-MOQ & VAS für normosmisch vs. hyposmisch

	Cutoff	Fläche unter der Kurve	p	Sensitivität	Spezifität
Self-MOQ	3,50	0,727±0,051	<0,001	0,500	0,806
VAS	50,00	0,752±0,051		0,792	0,613

Anmerkung. p = Signifikanzniveau; VAS = Visuelle Analogskala; Self-MOQ = Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Zou et al., 2019)

Bei der Unterscheidung von normosmischen und hyposmischen Patienten weist die ROC-Analyse der VAS eine Sensitivität von 79,2% auf, und eine Spezifität von 61,3% (1 – Spezifität = 0,387). Der Self-MOQ weist zur Unterscheidung von norm – und hyposmischen Patienten eine geringere Sensitivität als die VAS mit 50,0% auf. Die Spezifität des Self-MOQ ist mit 80,6% (1- Spezifität = 0,194) höher als die der VAS bei der Unterscheidung norm – zu hyposmisch.

Abbildung 5: ROC-Kurve normosmisch vs. anosmisch

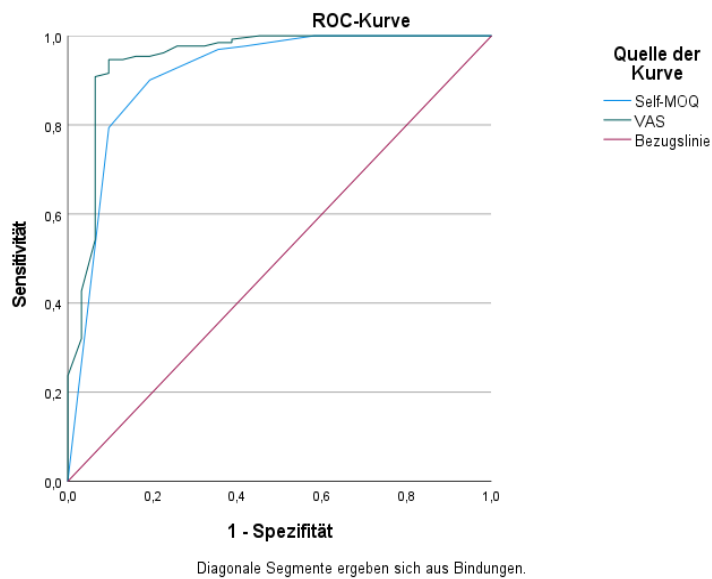


Tabelle 8: Diskriminierungsrate von SELF-MOQ und VAS für normosmisch vs. anosmisch

	Cutoff	Fläche unter der Kurve	p	Sensitivität	Spezifität
Self-MOQ	4,50	0,913±0,035	<0,001	0,794	0,903
VAS	75,84	0,947±0,028	<0,001	0,954	0,806

Anmerkung. p = Signifikanzniveau; VAS = Visuelle Analogskala; Self-MOQ = Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Zou et al., 2019)

Die VAS weist zur Unterscheidung von Norm – und anosmischen Patienten eine Sensitivität von 95,4% und eine Spezifität von 80,6% auf (1 – Spezifität = 0,194). Der Self-MOQ weist auch hier wieder eine geringere Sensitivität zur Unterscheidung von norm – zu anosmischen Patienten auf als die VAS und hat auch hier wieder eine höhere Spezifität als die VAS.

4.2.1 Riechstörungsursache

In diese Analyse eingeschlossen wurden 273 Probanden (96,47%). Davon sind in der Gruppe „gesund“ acht (2,93%) miteingeschlossen, die Gruppe „idiopathisch“ hat n=90 (32,97%), „viral“ mit n=81 (29,67%), „sinusal“ mit n=47 (17,22%), „trauma“ mit n=47 (17,22%). Die übrig gebliebenen und nicht mit Eingeschlossenen 10 Probanden hatten entweder keine Angabe gemacht oder hatten eine zu geringe Stichprobengröße.

Die Mittelwerte für die unterschiedlichen Gruppen zeigt, dass „gesund“ in der SDI-Gesamtpunktzahl (31,76 Punkte ($\pm 5,37$)), der Self-MOQ-Gesamtpunktzahl (0,13 Punkte ($\pm 0,35$)) durchweg deutlich höhere, bzw. bei der VAS (80,20% ($\pm 16,91\%$)) niedrigere Mittelwerte erreichte als die restlichen Gruppen. Dort liegt das Intervall der einzelnen Gruppen für die SDI-Gesamtpunktzahl zwischen 13,97 Punkten ($\pm 6,44$) („trauma“) und 21,45 Punkten ($\pm 7,08$) („viral“), für die Self-MOQ-Gesamtpunktzahl zwischen 3,52 Punkten ($\pm 1,76$) („idiopathisch“) und 4,34 Punkten ($\pm 1,17$) („trauma“), sowie für die VAS-Angabe zwischen 12,28% ($\pm 16,97\%$) („trauma“) und 21,40% ($\pm 22,50\%$) („viral“) (s. Anhang Tabelle 1).

Die neun Konstellationen für die Pearson-Korrelation korrelieren größtenteils stark signifikant miteinander (s. Anhang Tabelle 2). Beispielhaft sei hier die Gruppe „viral“ näher aufgeführt, da sich die Werte der anderen Gruppen, mit Ausnahme der Gruppe „gesund“, sehr ähneln. Die Gruppe „viral“ weist signifikant hohe Korrelationskoeffizienten auf bei Self-MOQ zu SDI ($r = -0,577$; $p < 0,05$), VAS zu SDI ($r = 0,571$) als auch bei Self-MOQ zu VAS ($r = -0,681$; $p < 0,05$). Eine Ausnahme bildet die Gruppe „gesund“, in der es bis auf eine Konstellation zu keinen signifikanten Korrelationen kommt. Lediglich SDI zu VAS ($r = 0,717$; $p < 0,05$) korrelieren stark signifikant miteinander. Drei (37,5%) der acht Gesunden weisen außerdem einen SDI < 30 auf. Die Testung auf Multikollinearität erbrachte einen Varianzinflationsfaktor (VIF) zwischen 36 – 57 für die hier aufgeführten Gruppen „viral“, „idiopathisch“, „trauma“, „sinusal“. Somit besteht eine Multikollinearität zu den anderen Gruppen. Daher kann hier keine Multiple Regression durchgeführt werden. Da jedoch die Gruppe „gesund“ nur eine Stichprobengröße von acht hat, ist somit die gesamte Gruppe der Riechstörungsursache in den anderen Gruppen in über 95% der Fälle vertreten. Anders gesagt: bis auf acht Probanden gaben alle eine Riechstörungsursache an.

4.2.2 Geschlecht

Von den eingeschlossenen 283 Probanden sind 156 weiblich (55,12%) und 127 männlich (44,88%). Frauen erreichten eine durchschnittliche Punktzahl im SDI von 19,07 ($\pm 8,97$), im Self-MOQ von 3,76 ($\pm 1,73$) und gaben im Durchschnitt auf der VAS 21,23% ($\pm 24,28$) an. Männer erreichten eine durchschnittliche Punktzahl im SDI von 18,59 ($\pm 8,05$), im Self-MOQ von 3,59 ($\pm 1,75$) und gaben im Durchschnitt auf der VAS 21,01% ($\pm 23,84\%$) an.

In allen oben genannten Konstellationen für die Korrelationen zeigen sich sowohl für Männer als auch für Frauen stark signifikante Zusammenhänge, das heißt $r < 0,5$ (s. Anhang Tabelle 1). Als Beispiel seien hier für Frauen die Korrelationen der Gesamtpunktzahlen von SDI zum Self-MOQ genannt mit $r = -0,616$; $p < 0,05$ und der Gesamtpunktzahl des SDI zur VAS mit $r = 0,658$; $p < 0,05$. Beispielhaft für Männer zeigen sich signifikante Korrelationen für die Gesamtpunktzahlen von SDI zum Self-MOQ mit $r = -0,643$; $p < 0,05$ und der Gesamtpunktzahl des SDI zur VAS mit $r = 0,665$; $p < 0,05$. Die Multiple Regressionsanalyse ergibt für den Self-MOQ ein β unstandardisiert = $-0,044$ mit $p > 0,05$, für VAS β unstandardisiert = $-0,033$ mit $p > 0,05$, für SDI β unstandardisiert = $-0,032$ mit $p > 0,05$ (s. Tabelle 6).

4.2.3 Alter

Der Mittelwert der Gesamtpunktzahl des SDI zeigt ein gemischtes Bild. 20 – 29-jährige erreichen im Mittel 20,94 Punkte ($\pm 10,60$) und 70 – 79 – jährige erreichen im Mittel 17,03 Punkte ($\pm 6,87$). Die Betrachtung der Mittelwerte des Self-MOQ zeigt, dass die Punktzahl mit dem Alter eher zunimmt. 20 – 29-jährige erreichen im Mittel 3,11 Punkte ($\pm 1,88$), 70 – 79-jährige erreichen im Mittel 3,69 Punkte ($\pm 1,70$). Die Angaben in der VAS zeigen wiederum ein gemischtes Bild ohne erkennbare Tendenz. Beispielhaft seien hier die 20 – 29-Jährige genannt. Diese geben im Mittel 28,25% ($\pm 28,99\%$), die 70 – 79-Jährige geben im Mittel 22,82% ($\pm 24,34$) an (s. Anhang Tabelle 1).

Allerdings sind die Korrelationen in den neun oben genannten Konstellationen signifikant hoch (s. Anhang Tabelle 2). Ausnahme hiervon bildet die Gruppe der über 80-jährigen. Hier besteht in keiner der oben genannten Konstellation eine signifikante Korrelation. Die Multiple Regressionsanalyse erbringt für jede Altersgruppe kein signifikantes unstandardisiertes Beta für die unterschiedlichen Testverfahren (Bsp.: 50 – 59 Jahre: unstandardisiertes Beta beim SDI: $-0,127$; $p > 0,05$) (s. Tabelle 6).

4.2.4 Erst – oder erneute Testung

97 (34,28%) der 283 Eingeschlossenen wurden bereits zuvor schon einmal mit einem Riechtest getestet. 148 (52,3%) hatten zuvor noch nie einen Riechtest erhalten. Die Mittelwerte zeigen, dass diejenigen, die noch nie einen Riechtest gemacht hatten, höhere Testergebnisse in SDI mit 20,13 Punkten ($\pm 8,73$) und VAS mit 23,65% ($\pm 23,88$) erzielten und im Mittel geringere Ergebnisse im Self-MOQ 3,52 Punkte ($\pm 1,85$) (s. Anhang Tabelle 1). Die Multiple Regressionsanalyse erbringt bei allen Testmethoden ein signifikantes unstandardisiertes β (SDI: unstandardisiertes $\beta = -0,232$ mit $p < 0,01$; Self-MOQ: unstandardisiertes $\beta = 0,153$ mit $p < 0,05$; VAS: unstandardisiertes $\beta = -0,151$ mit $p < 0,05$) (s. Tabelle 6). Die Korrelation nach Pearson zeigen sowohl für bereits Getestete signifikant hohe Korrelationskoeffizienten für alle Korrelationskonstellationen (SDI zu VAS: $r = 0,606$; $p < 0,05$; SDI zu Self-MOQ: $r = -0,662$; $r < 0,05$; VAS zu Self-MOQ: $r = -0,772$; $p < 0,05$), als auch für jene, die noch nie getestet wurden (SDI zu VAS: $r = 0,704$; $p < 0,05$; SDI zu Self-MOQ: $r = -0,587$; $p < 0,05$; VAS zu Self-MOQ: $r = -0,745$; $p < 0,05$) (s. Anhang Tabelle 2).

4.2.5 Parosmie

36 (12,72%) der 283 Eingeschlossenen leiden an einer Parosmie. Die Probanden mit Parosmie erreichen eine durchschnittliche Punktzahl im SDI von 23,01 ($\pm 6,77$), im Self-MOQ von 2,97 ($\pm 1,81$) und gaben auf der VAS durchschnittlich 30,51% ($\pm 22,79$) an. Hiervon erreichen 77,77% einen SDI-Wert zwischen 16 und 30 und 8,33% einen SDI-Wert < 16 . Diejenigen, die keine Parosmie angaben, erreichten eine durchschnittliche Punktzahl im SDI von 18,16 ($\pm 8,66$) im Self-MOQ von 3,80 Punkte ($\pm 1,71$) und gaben auf der VAS durchschnittlich 19,41% ($\pm 23,26\%$) an (s. Anhang Tabelle 1). Die Korrelationskonstellationen derjenigen, die an einer Parosmie leiden, sind bis auf eine Ausnahme (S zu VAS korreliert nicht signifikant) signifikant hoch (s. Anhang Tabelle 2). Die Multiple Regressionsanalyse ergibt für SDI ein signifikantes β unstandardisiert = 0,172 mit $p < 0,01$; für den Self-MOQ ein signifikantes β unstandardisiert = -0,188 mit $p < 0,01$ und für die VAS ein signifikantes β unstandardisiert = 0,195 mit $p < 0,01$ (s. Tabelle 6).

4.2.6 Phantosmie

23 (8,13%) der 283 Eingeschlossenen gaben eine Phantasmie an, 238 (84,1%) verneinten dies. Diejenigen, die an einer Phantasmie leiden, erreichten im SDI im Mittel eine Gesamtpunktzahl von 17,27 ($\pm 8,61$), im Self-MOQ im Mittel 3,52 ($\pm 2,02$) und in der VAS im Mittel 21,15% ($\pm 26,93\%$) (s. Anhang Tabelle 1). Davon erreichen 43,48% (n=10) einen SDI unterhalb von 16; 47,83% (n=11) erreichen einen Wert zwischen 16 und 30 und 8,7% (n=2) erreichen ein SDI-Testergebnis von über 30.

Die unterschiedlichen Korrelationskonstellationen für diejenigen, die an einer Phantasmie leiden als auch für diejenigen, die nicht daran leiden, zeigen signifikant mäßig bis hohe Korrelationen (Self-MOQ zu SDI: $r = -0,604$; $p < 0,05$; Self-MOQ zu VAS $r = -0,730$; $p < 0,05$; SDI zu VAS $r = 0,690$; $p < 0,05$) (s. Anhang Tabelle 2). Diejenigen, die an einer Phantasmie leiden, zeigen kein signifikanten unstandardisiertes β bei den drei Testverfahren (s. Tabelle 6).

4.2.7 Dauer der Riechstörung

272 (96,11%) der 283 Eingeschlossenen gaben eine Dauer ihrer Riechstörung an. Davon näher betrachtet werden die vier größten Gruppen (76,64% von den 274 Angaben) 0 – 6 Monate (n=70), 7 – 12 Monate (n=57), 13 – 24 Monate (n=52), 60 – 120 Monate (n=30).

Die Intervallbreite der Mittelwerte für die verschiedenen Tests ergab für den SDI 16,14 Punkte ($\pm 8,14$) (61 – 120 Monate) bis 20,20 Punkte ($\pm 7,54$) (13 – 24 Monate), Self-MOQ-Gesamtpunktzahl 3,48 Punkte ($\pm 1,59$) (13 – 24 Monate) bis 3,87 Punkte ($\pm 1,72$) (0 – 6 Monate) und in der VAS 16,84% ($\pm 24,30$) (61 – 120 Monate) bis 22,28% ($\pm 18,90$) (13 – 24 Monate) (s. Anhang Tabelle 1). Dabei ist nicht regelhaft zu beobachten, dass mit größerer Dauer der Riechstörung die Mittelwerte in den verschiedenen Tests chronologisch abnehmen. Jedoch ist zu erkennen, dass die Gruppe mit 61 – 120 Monaten anhaltender Riechstörung meist die wenigsten Punkte in SDI und VAS erreicht, als die anderen Gruppen. Die neun unterschiedlichen Korrelationskonstellationen zeigen für die vier Gruppen mäßig bis hohe signifikante Korrelationen. Einzige Ausnahme hiervon bildet eine Korrelation der Gruppe 61 – 120 Monate, in der VAS nicht signifikant mit S korreliert (s. Anhang Tabelle 2). In den Ergebnissen der Multiplen Regressionsanalyse gibt es bis auf eine Ausnahme kein signifikantes unstandardisiertes β . Einzig die Gruppe 13 – 24 Monate zeigt in Bezug

auf den Self-MOQ ein unstandardisiertes $\beta = -0,186$ mit $p < 0,05$. Hier zeigt sich ein R^2 korrigiert = 0,035 für den Einfluss aller Prädiktoren auf den Self-MOQ (s. Tabelle 6).

4.2.8 Erst – oder erneuter Besuch

233 (82,33%) der 283 Eingeschlossenen waren zum ersten Mal in unserer Abteilung vorstellig. 39 (13,78%) Probanden waren zum wiederholten Mal bei uns. Diejenigen, die zum ersten Mal in unserer Abteilung waren, erreichten im Mittel nahezu die gleichen Testergebnisse (SDI: 19,02 Punkte ($\pm 8,67$); Self-MOQ: 3,66 Punkte ($\pm 1,78$); VAS: 21,50% ($\pm 24,48$)) wie diejenigen, die schon einmal in unserer Abteilung waren (SDI: 18,60 Punkte ($\pm 8,54$); Self-MOQ: 3,64 Punkte ($\pm 1,56$); VAS: 21,50% ($\pm 23,48$)) (s. Anhang Tabelle 1). Alle Testverfahren zeigen bei dieser Gruppe ein nicht signifikantes unstandardisiertes β (s. Tabelle 6). Die Korrelation nach Pearson erbrachte für alle Korrelationskonstellationen für Erstbesucher, als auch für Besucher, die schon einmal da waren, signifikant hohe Korrelationskoeffizienten (s. Anhang Tabelle 2).

4.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Aufgeführt werden hier die zentralen Ergebnisse der beiden Teiluntersuchungen.

4.3.1 Teil I

Der Self-MOQ14 korreliert stark negativ signifikant mit dem SDI ($r = -0,641$; $p = 0,01$), als auch negativ signifikant mit der VAS ($r = -0,826$; $p = 0,01$). Die Reliabilitätsanalyse des Self-MOQ14 ergibt einen hohen Cronbachs Alpha-Koeffizienten von 0,926. Alle 14 Fragen weisen eine Item-Skala-Korrelation größer als 0,5 auf. Einen signifikant hohen Korrelationskoeffizienten mit der Gesamtpunktzahl des SDI haben die Fragen 1, 5, 6 und 9. Dieselben vier Fragen weisen eine hohe Effektstärke auf und sind gleichzeitig die vier Fragen mit der höchsten Effektstärke. Frage 12 bietet bei den übrig gebliebenen Fragen die Korrelation von SDI zu jeder einzelnen Frage mit dem nächst höchsten Koeffizienten, Frage 11 hat nach den oben genannten vier Fragen die nächst höchste Effektstärke.

4.3.2 Teil II

Eingeschlossen wurden 283 Probanden, das heißt 64,17%. Im Durchschnitt wurde eine Gesamtpunktzahl im Self-MOQ von 3,69 Punkten ($\pm 1,74$), im SDI von 18,85 ($\pm 8,56$) und eine durchschnittliche Prozentangabe von 21,13% ($\pm 24,04$) in der VAS angegeben. SDI und VAS haben einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0,661$ ($p < 0,05$), SDI und Self-MOQ zeigen hier ein $r = -0,624$ ($p < 0,05$).

Die unterschiedlichen Korrelationskonstellationen der Korrelationen nach Pearson erbrachte lediglich für die Gruppe „gesund“ keine signifikanten Korrelationskoeffizienten. Die Gruppen „Alter“, „Geschlecht“, „Riechstörungsursache“, „Dauer der Riechstörung“, „Parosmie“, „Phantosmie“, „Erst – oder erneute Testung“, „Erst – oder erneuter Besuch“ korrelierten in den Punkten SDI zu VAS, SDI zu Self-MOQ, S zu VAS, D zu VAS, I zu VAS, S zu Self-MOQ, D zu Self-MOQ, I zu Self-MOQ, VAS zu Self-MOQ meist signifikant hoch.

Die Multiple Regressionsanalyse zeigte, dass für den SDI R^2 korrigiert = 0,137 beträgt, für den Self-MOQ ist R^2 korrigiert = 0,035, für die VAS beträgt R^2 korrigiert = 0,046. Zusammenfassend ist R^2 korrigiert für SDI, S, D, I, VAS und Self-MOQ nie größer als 0,137. Ein signifikantes unstandardisiertes β für SDI, VAS und Self-MOQ hat die Gruppe „Parosmie“ und „Erst- oder erneute Testung“. Die Testung des Self-MOQ auf Heteroskedastizität unter den Bedingungen „Alter“, „Geschlecht“, „Dauer der Riechstörung“, „Parosmie“, „Phantosmie“, „Erst – oder erneute Testung“, „Erst – oder erneuter Besuch“ war positiv.

Die VAS scheint zwischen norm -, hyp – und anosmisch unterscheiden zu können. Die Cutoffs liegen hier für normosmisch bei $VAS > 50\%$, für hyposmisch $24\% < VAS < 50\%$, für anosmisch $VAS < 24\%$. Die höchste Sensitivität und Spezifität bietet die VAS bei der Unterscheidung von norm – und anosmischen Probanden (Sensitivität: 95,4%; Spezifität: 80,6%).

5. Diskussion

Die Diskussion gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil befasst sich mit der Thematik der Kürzung des Fragebogens auf fünf finale Fragen, der zweite Teil mit der Fragestellung, ob subjektive Daten im Kontext Riechkomplex zuverlässige Daten liefern und ob somit ein psychophysischer Test wie etwa der Sniffin'-Sticks-Test überflüssig wäre.

5.1 Teil I

Da bisher kein Fragebogen zum Screening des quantitativen Riechvermögens existiert, ergibt sich auf Grund der bisher bestehenden medizinischen Kenntnisse über Riechstörungen auch als Vorboten von schwerwiegenden Krankheiten (Hüttenbrink et al., 2013) (Samancı, et al., 2019), die Notwendigkeit, einen solchen zu entwickeln und zu überprüfen, so wie in dieser und in der Studie von Zou et al., 2019 geschehen. Allerdings sollte hier lediglich mit einer anderen statistischen Methodik überprüft werden, ob das Resultat dieselben fünf finalen Fragen des Self-MOQ zu Tage bringt, wie in der Studie von Zou et al., 2019.

Beide Studien nutzen den gleichen ursprünglichen Datensatz. Die Stichprobengrößen der beiden Studien weichen nur leicht voneinander ab, Zou et al., 2019 verwendeten die Ergebnisse von 285 Probanden, in dieser aktuellen Studie ist der Stichprobenumfang mit $n = 303$ nur leicht größer. Somit sind diese beiden Studien annähernd vergleichbar. Ähnliche Stichprobengrößen wurden in verwandten Studien verwendet (Croy et al., 2009; Frasnelli & Hummel, 2004; Smeets et al., 2008). Somit ist anzunehmen, dass dieser Stichprobenumfang als statistisch sinnvoll zu betrachten ist.

Die Realibilitätsanalyse für die internale Konsistenz des ursprünglichen Fragebogens (Self-MOQ14) ergibt in dieser Studie einen Cronbachs Alpha-Koeffizienten von 0,926 und ist somit als sehr gut zu bewerten. Die Vergleichsstudie weicht nur leicht hiervon ab und liefert einen Cronbachs Alpha-Koeffizienten von 0,854. Somit kommen beide Studien zu dem Schluss, dass dieser ursprüngliche Fragebogen mit vierzehn Fragen eine hohe Reliabilität hat. Im Vergleich zu anderen Studien ist dies ein Fragebogen mit einer sehr hohen internalen Konsistenz (Croy et al., 2009; Frasnelli & Hummel, 2004; Smeets et al., 2008).

Weiterhin zeigte die Korrelation nach Pearson eine stark negative signifikante Korrelation zwischen dem Self-MOQ14 und dem SDI und negativ signifikanten

Zusammenhang zwischen VAS und Self-MOQ14. Somit kann angenommen werden, dass der Fragebogen ein geeignetes Mittel zur Erhebung des Riechvermögens zu sein scheint. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt die Studie von Zou et al., 2019.

Aufgrund der hohen Effektstärken und der hohen Korrelationskoeffizienten würden demnach in dieser Arbeit die Fragen 1,5,6,9 in dem finalen Fragebogen beinhaltet sein. Die fünfte Frage musste so ausgewählt werden, dass sie am besten die oben genannten Bedingungen erfüllt. Zwar weisen die Ergebnisse der Frage zwölf den nächsthöchsten Korrelationskoeffizienten zum SDI auf, jedoch weicht der Korrelationskoeffizienten der Frage 11 nur um 0,02 Punkte von dem Korrelationskoeffizienten der Frage 12 ab. Zusätzlich weist Frage elf eine deutlich höhere Effektstärke als Frage 12 auf. Da die Effektstärke unabhängig von der Stichprobengröße ist (Lind, 2014), gilt es hier der Frage 11 den Vorzug zu geben. Somit werden in dieser Studie die Fragen 1,5,6,9,11 in den finalen Fragebogen mit einbezogen.

Im Vergleich zur Studie von Zou et al., 2019 sind die finalen Fragebögen zu 60% deckungsgleich. Dort sind die finalen Fragen die Fragen 1,3,5,9,13. Die unterschiedlichen Ergebnisse in den finalen fünf Fragen sind Folge der unterschiedlichen statistischen Methoden sowie der Ein – und Ausschlusskriterien. Gemeinsam ist beiden Methoden eine Realibilitätsanalyse sowie die Überprüfung der Validität. Weiterhin gemeinsam ist, dass eine Item-Skala-Korrelation auf jede der 14 Fragen zur Gesamtpunktzahl des SDI durchgeführt wurde, beide mit ähnlichen Ergebnissen für die Intervallbreite.

Ein Unterschied ist, dass die Studie von Zou et al. (2019) im Weiteren die explorative Faktorenanalyse zur Identifizierung der statistisch aussagekräftigsten Fragen nutzt. Im Vergleich dazu stellt der in dieser Studie aufgeführte Weg eine alternative Methode dar, die zu ähnlichen Ergebnissen führt.

5.2 Teil II

In die Auswertung sind Daten von 283 Probanden eingeflossen, die annähernd normalverteilt sind. Somit liegt ein repräsentatives Bild für die Dresdener Bevölkerung vor. In verwandten Studien (Croy et al., 2009; Frasnelli & Hummel, 2005; Smeets et al., 2008) wurde die Stichprobengröße ähnlich gesetzt, sodass die hier vorliegende Stichprobengröße als gängig und wissenschaftlich akzeptiert angesehen werden kann. Das Durchschnittsalter dieser Studie liegt bei 56,94 Jahre ($\pm 14,68$ Jahre), die stärksten

Gruppen bilden die 50 – 59-Jährigen und 60 – 69-Jährigen. Dies deckt sich mit den Zahlen für Deutschland aus dem statistischen Bundesamt Deutschland (Grobeck et al., 2021) und wird als repräsentativ angesehen werden.

In dieser Studie ist zu erkennen, dass die Ergebnisse von SDI und VAS ($r = 0,661$; $p < 0,05$), als auch von SDI zu Self-MOQ ($r = -0,624$; $p < 0,05$) einen starken Zusammenhang aufweisen. Somit scheinen VAS und Self-MOQ probate Mittel zur Erhebung des individuellen Riechvermögens zu sein. Weiterhin zeigen die ROC-Analysen, dass sowohl mit Hilfe des Self-MOQ (Zou et al., 2019) als auch Mittels VAS eine genauere Beurteilung der Quantität des Riechvermögens (Norm -, Hyp und Anosmie) möglich sein kann. Die Cutoffs dieser Studie für den Self-MOQ sind deckungsgleich mit denen der Studie von Zou et al. (2019). So würde demnach gelten, dass ein Proband mit einem ein Testergebnis von $< 3,5$ Punkten als normosmisch gilt, ab $3,5$ Punkten und mehr als hyposmisch sowie ab $4,5$ Punkten und mehr als anosmisch. So liegen die Cutoffs dieser Studie für die VAS bei > 50 Prozent für die Einteilung „normosmisch“, bzw. für „hyposmisch“ $< 50\%$ (Spezifität: $0,613$; Sensitivität: $0,792$.) und für „anosmisch“ VAS $< 24\%$ (Spezifität: $0,806$; Sensitivität $0,954$). Insgesamt lässt sich zur VAS jedoch sagen, dass diese am besten zwischen norm – und anosmischen Probanden unterscheiden kann. Im Vergleich zu anderen Studien scheint die Sensitivität hier für die subjektiven Testergebnisse sehr hoch zu sein. In vergleichbaren Studien lag sie hier im Bereich von nur ca. 20% (Murphy et al., 2002; Nordin et al., 1995; Wehling et al., 2011).

Jedoch unterliegen die Erkenntnisse dieser Studie einem möglichen Fehler. Es ist bekannt, dass die überwiegende Mehrheit der Probanden von einer Riechstörung wusste und nur acht Probanden eingeschlossen wurden, die sich selbst als gesund bezeichneten. Daher könnten diese Ergebnisse, vor allem in Bezug auf die Aussagekraft der VAS verfälscht sein. Regelmäßig wird in anderen Studien benannt, dass es nur einen geringen Zusammenhang zwischen der VAS respektive subjektiven Angaben und dem Sniffin'-Sticks-Test respektive objektiven Testverfahren im Allgemeinen bei vermeintlich gesunden Probanden gibt (Cavazzana, et al., 2017; Landis et al., 2003; Nguyen et al., 2012; Philpott et al., 2006; Wehling et al., 2011).

Weiterhin wies die Überprüfung des Self-MOQ und seiner unabhängigen Variablen (Alter, Geschlecht, Dauer der Riechstörung, Parosmie, Phantosmie, Erstbesuch, Erst- oder erneute Testung) eine Heteroskedastizität auf. Der vielleicht zu geringe Umfang der Stichprobengröße könnte eine mögliche Erklärung dessen sein. Möglicherweise haben jedoch diese unabhängigen Faktoren tatsächlich keinen

Einfluss auf das Testergebnis des Self-MOQ. Es schließt sich die Vermutung an, dass das Testergebnis eines subjektiven Tests wie das des Self-MOQ von anderen Faktoren, wie etwa der psychischen Verfassung abhängig ist. So konnte z.B. in mehreren Studien gezeigt werden, dass etwa Depressionen das Riechvermögen insoweit beeinflusst, dass Duftkonzentrationen deutlich höher sein mussten, um erkannt zu werden (Kazour et al., 2020; Negoias et al., 2010; Pollatos et al., 2007). Weiterhin ist sogar die Anatomie wie die des Bulbus olfactorius von Depressionen betroffen sein. Er hat ein geringeres Volumen bei Patienten mit Depressionen als bei gesunden Menschen. Dies könnte eine mögliche Erklärung für ein geringeres Riechvermögen sein (Negoias et al., 2010). Auch konnte eine Studie (Krusemark et al., 2013) zeigen, dass etwa die Emotion Angst das Riechen beeinflusst. Ein als neutral geltender Duft wurde unter dem Gefühl der Angst als eher negativ bewertet und auch die Zeitdauer bis zur Geruchsidentifikation wurde größer. Gerade der letzte Punkt könnte wichtig für die Einschätzung des Testergebnisses Seitens des Versuchsleiters sein. Daher erscheint es sinnvoll, die psychische Verfassung des Probanden in zukünftigen Studien im Kontext Riechen stets zu erheben.

5.2.1 Riechstörungsursache

Die Ergebnisse der Mittelwerte zeigen, dass die Gruppe „gesund“ im Vergleich zu den anderen Riechstörungsursachengruppen stets bessere Testergebnisse in subjektiven wie objektiven Messungen hat. Somit scheint die gesunde Gruppe, wie anzunehmen, im Vergleich ein besseres Riechvermögen zu haben als die Gruppen „trauma“, „viral“, „idiopathisch“ und „sinusal“. Jedoch haben drei Probanden (37,5 %) der Gruppe „gesund“ einen SDI < 30 und gelten somit als hyposmisch. Im Self-MOQ erreichten diese drei Probanden 0 Punkte (n=1) oder 1 Punkt (n=2). Somit gelten sie Seitens des Self-MOQ als normosmisch. In der VAS gaben sie Werte zwischen 50,56 % und 92,13% an. Laut den ROC-Analysen der VAS würden sie somit als normosmisch gelten. Dies könnte belegen, dass eine Erhebung des Riechvermögens lediglich auf Basis von subjektiven Testverfahren wie etwa Fragebögen oder der VAS nur sehr begrenzt möglich ist. Obwohl die Stichprobengröße der gesunden mit acht Probanden als viel zu gering zu bewerten ist, finden sich in anderen Studien ähnliche Ergebnisse (Doty R., 2020; Wehling et al., 2011). Eine Studie aus dem Jahr 2018 (Cavazzana, et al., 2018) prüfte, ob es Zusammenhänge in den Testergebnissen zwischen subjektiven (in Form eines Fragebogens) und objektiven Messmethoden (Bestimmung der

Riechschwelle mit Hilfe des Sniffin'-Sticks-Tests) bei über 50-jährigen u.a. bei dem Geruchssinn gibt. Eingeschlossen wurden nur jene, welche von sich selbst behaupteten, in einem gesunden Grundzustand zu sein. Hierbei zeigte sich jedoch keine signifikante Korrelation zwischen der subjektiven Messmethode und der objektiven Testung. Kritisieren könnte man hierbei, dass alle Eingeschlossenen über 50 Jahre alt waren und somit die junge Generation und deren eventueller Einfluss nicht betrachtet wurde. Eine andere Studie (Nguyen et al., 2012) beschäftigt sich mit der Fragestellung, inwieweit objektive Messmethoden mit den subjektiven Angaben der Probanden mit Nasenpolypen korrelieren. Hier konnten signifikante Zusammenhänge bei Probanden mit Nasenpolypen gezeigt werden. Jedoch liefert die Kontrollgruppe der Gesunden auch hier keine signifikanten Zusammenhänge. So scheint es, dass Menschen, die von einer möglichen Störung ihres Geruchssinns wissen, mindestens richtig benennen können, ob sich ihr Riechvermögen verschlechtert hat. Bei sich als gesund bezeichnenden Probanden scheint dies in dieser Studie nicht zuverlässig zu erheben zu sein. Eine Studie aus dem Jahr 2006 (Philpott et al., 2006), die nur sich selbst als gesund bezeichnende Probanden einbezogen hat, liefert ein ähnliches Bild der Unzuverlässigkeit der Testergebnisse von subjektiven zu objektiven Angaben. Eine Studie aus dem Jahr 2015 (Kollindorfer et al., 2015) prüfte diesen Zusammenhang ebenfalls. Hier wurde das subjektive Riechvermögen mit einer Skala von eins (=guter Geruchssinn) bis neun (=schlechter Geruchssinn) abgefragt und mit Hilfe eines Sniffin'-Sticks-Tests überprüft. Auch hier zeigte sich, dass die Testergebnisse von sich selbst als gesund bezeichneten Probanden nicht korrelierten, das heißt subjektive und objektive Ergebnisse nicht übereinstimmten.

2008 (Knaapila et al., 2008) wurde eine Zwillingstudie publiziert, die ebenfalls die Unzuverlässigkeit der Testergebnisse von subjektiven zu objektiven Angaben zu bestätigt und weiterhin eine interessante These zur Begründung dieser möglichen Tatsache liefert. So ist v.a. die persönliche Bewertung und hier insbesondere die Negativbewertung von Gerüchen wichtig, ob man sich selbst als gut oder schlecht riechend bezeichnen würde. Eine andere Studie aus dem Jahr 2003 (Landis et al., 2003) hat zum Ergebnis, dass die Reihenfolge der Testung von Bedeutung ist. Hier konnte gezeigt werden, dass signifikant hohe Korrelationen zwischen der subjektiven Testmethode (VAS) und objektiven Messmethode (Sniffin'-Sticks-Test) bestehen, wenn zuerst der Sniffin'-Sticks-Test durchgeführt wurde und danach die VAS. Wurde zuerst die VAS durchgeführt und danach der Sniffin'-Sticks-Test trat keine signifikante Korrelation auf. Dies könnte für die hier vorliegende Studie eine weitere Erklärung für

die geringe Aussagekraft der subjektiven Daten sein, da hier die subjektiven Testmethoden vor dem Sniffin'-Sticks-Test durchgeführt wurden. Eine schwedische Studie (Ekström et al., 2018) zeigt, dass zuverlässige subjektive Testergebnisse erhalten werden können, wenn man vielmehr im Verlauf des Lebens des Individuums ein regelmäßiges subjektives Riechscreening durchführt.

5.2.2 Geschlecht

Das Ergebnis der Multiplen Regression zeigt, dass das Geschlecht kaum Einfluss auf das Riechvermögen hat. Die Studienlage hierzu ist kontrovers. Zahlreiche Studien haben zum Ergebnis, dass Frauen besser riechen können als Männer (Sorokowski et al., 2019; Xu et al., 2020), eine Studie zeigt eine mögliche – allerdings nicht signifikante Tendenz, dass Frauen besser riechen können (Haxel et al., 2012), andere können dieses nicht zeigen (Kranz et al., 2020; Schlosser et al., 2020). Ein Review aus dem Jahr 2009 (Doty & Cameron, 2009) betrachtet diese Fragestellung wesentlich detaillierter. Verschiedene Studien zeigen, dass z.B. im Kontext der Riechschwelle und bestimmten Gerüchen, es geschlechtsspezifische Unterschiede geben mag, es aber auch Düfte gibt, bei denen es in puncto Riechschwelle keine Geschlechtsunterschiede gibt. Weiterhin soll das Riechvermögen auch von dem Hormonstatus abhängig sein. Eine Studie aus dem Jahr 2013 (Seo et al., 2013) bringt einen weiteren Aspekt mit ein. Sie zeigt, dass Frauen ihren Geruchssinn häufiger zu nutzen scheinen, um Entscheidungen im Alltag zu treffen, als Männer. Daraus resultierend könnte man die Annahme treffen, dass somit Frauen, da sie geschulter im Umgang mit dem eigenen Riechvermögen sind, selbiges besser einschätzen können.

In dieser Studie ist aufgrund der Ergebnisse der Multiplen Regression zu erkennen, dass das Geschlecht weiterhin nahezu keinen Einfluss auf die Testergebnisse des Sniffin'-Sticks-Tests, der VAS oder des Self-MOQ hat. Da zudem hohe signifikante Korrelationen zwischen diesen drei Tests bestehen, ist daher anzunehmen, dass die Richtigkeit der Einschätzung des individuellen Riechvermögens geschlechtsunabhängig zu sein scheint. Selbiges stellte bereits oben erwähnte Studie aus dem Jahr 2015 (Kollndorfer et al., 2015) fest. Zusammenfassend ist in den Studien erkenntlich, dass wenn das Geschlecht Einfluss nimmt, es das weibliche Geschlecht ist, dass einen Vorteil beim Riechen hat.

5.2.3 Alter

In dieser Studie kann auf Grund der Mittelwerte nicht bestätigt werden, dass alte Menschen ein objektiv vermindertes Riechvermögen haben. Eine Studie von Cavazzana, et al., 2017 zeigt dies ebenfalls. Dort konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Alter und dem Riechvermögen ermittelt werden. Allerdings waren die Probanden nicht jünger als 50 Jahre. So konnte kein reeller Vergleich zwischen den Altersgruppen stattfinden. Zahlreiche Studien scheinen belegen jedoch, dass mit dem Alter das Riechvermögen abnimmt (Doty R., 2020; Kondo et al., 2020; Wehling et al., 2011). Grund hierfür sollen auch altersbedingte anatomische Veränderungen beim Riechepithel oder im Gehirn sein (Xu et al., 2020).

Auch die Ergebnisse der Multiple Regressionsanalyse in dieser Studie zeigt, dass der Faktor „Alter“ kaum einen Einfluss auf die Testergebnisse von Self-MOQ, VAS und Sniffin'-Sticks-Test hat. Dies lässt den Schluss zu, dass Senioren ihr Riechvermögen subjektiv nicht schlechter einzuschätzen vermögen als im Vergleich Jüngere. Weiterhin scheinen in dieser Studie die unterschiedlichen Altersgruppen äquivalent fähig zu sein, das individuelle Riechvermögen annähernd richtig einzuordnen, da signifikant mäßig bis hohe Zusammenhänge zwischen Self-MOQ und SDI, zwischen Self-MOQ und VAS als auch zwischen VAS zu SDI bestehen. Jedoch gilt es weiterhin zu bemerken, dass die überwiegende Mehrheit der hier eingeschlossenen Probanden an einer schon bekannter Riechstörung litt. Im Jahr 2012 konnte ähnliches gezeigt werden (Haxel et al., 2012). Dort wurde ebenfalls gemessen, ob es einen Zusammenhang zwischen subjektiven Angaben (VAS) und objektiven Messmethoden (Sniffin'-Sticks-Test) gibt. Probanden, die sich ihrer Riechstörung bewusst waren, wiesen signifikant hohe Zusammenhänge in den beiden Testverfahren in den dort aufgestellten Altersgruppen auf. Eine Studie aus dem Jahr 2015 (Kollndorfer et al., 2015) machte ähnliche Beobachtungen. Dort wurde getestet, ob das Riechvermögen mit der Fähigkeit zusammenhängt, sich bestimmte Gerüche vorzustellen oder nicht vorstellen zu können. Auch hier hatte das Alter keinen Einfluss auf diesen Zusammenhang. Konträr dazu steht eine Studie aus dem Jahr 2002 (Murphy et al., 2002). Sie untersuchte Probanden im Alter von 53 bis 97 Jahren und kommt zu dem Ergebnis, dass die Fähigkeit, sein Riechvermögen subjektiv korrekt einzuordnen, mit dem Alter abnimmt.

Erklären lässt sich das Ergebnis in dieser Studie dadurch, dass die überwiegende Mehrheit der Getesteten an einer Riechstörung litt. So scheinen

Probanden mit einer Riechstörung unabhängig vom Alter zuverlässige subjektive Daten liefern zu können. Da so jedoch kaum Rückschlüsse auf die Normalbevölkerung möglich sind, wären weiterführende Studien sinnvoll.

5.2.4 Erst- oder erneute Testung

Die Ergebnisse zeigen, dass diejenigen, die noch nie einen Riechtest durchgeführt haben, im Mittel höhere Punktzahlen im SDI und VAS erreichen und im Self-MOQ niedrigere. Somit scheinen diejenigen, die bisher noch nie getestet wurden, subjektiv wie objektiv ein besseres Riechvermögen aufzuweisen. Eine spekulative Begründung hierfür könnte sein, dass diejenigen, die sich wiederholt bei uns testen ließen vor allem Patienten waren, deren Riechvermögen sich subjektiv verschlechtert hat.

Beide Gruppen weisen stark signifikante Zusammenhänge in den Testungen von SDI zu VAS und SDI zu Self-MOQ auf. Jedoch sind die Korrelationskoeffizienten von SDI zu VAS und SDI zu Self-MOQ für diejenigen, die bereits Riechtests durchführen ließen, deutlich höher. Dies lässt den Schluss zu, dass diejenigen, die bereits Riechtests durchgeführt haben, ihr Riechvermögen besser einschätzen können. Allerdings wurde in dieser Studie nicht auf die Signifikanz dieser möglichen Mittelwertunterschiede getestet. Auch zeigt die Multiple Regressionsanalyse, dass eine erneute Testung einen ähnlich hohen Einfluss auf die Testergebnisse von SDI, VAS wie die Parosmie zu haben scheint, wenngleich dieser Einfluss insgesamt auf die Testergebnisse sehr gering ist. Eine Studie aus dem Jahr 2018 (Ekström, et al., 2018) scheint dies ebenfalls zu bestätigen. Sie hat zum Ergebnis, dass erneute Testungen über Jahre hinweg zu signifikant höheren Zusammenhängen zwischen einer subjektiven und einer objektiven Testmethode führt. Sie zeigt außerdem, dass der Faktor „Erst – oder erneute Testung“ deutlich mehr Einfluss hat als etwa das Alter oder das Geschlecht, wie auch in dieser Studie gezeigt werden konnte. Da für den Self-MOQ nach Analyse des Streudiagramms eine Heteroskedastizität vorliegt, scheinen weder Erst – oder erneute Testung noch die Parosmie Einfluss auf das Testergebnis des Self-MOQ zu nehmen. Dies gilt es jedoch tiefergehend zu untersuchen, da aufgrund der Neuheit des Self-MOQ kaum weitere Studien vorliegen.

5.2.5 Parosmie

Der Großteil an Parosmie leidenden Probanden ist hyp (77,78%) – oder anosmisch

(8,33%). Jedoch erreichen diejenigen mit Parosmie im Durchschnitt bessere Mittelwerte in allen drei Testverfahren im Vergleich zu Probanden, die nicht an einer Parosmie litten. So zeigt auch die Multiple Regressionsanalyse, dass Parosmie einen signifikanten Einfluss auf die Testergebnisse von SDI und VAS zu haben scheint – wenngleich hier auch keinen besonders großen. Da der Großteil der hier Getesteten an Riechstörungen litt, lässt sich folgern, dass Menschen mit Parosmie zwar grundsätzlich ein schlechteres Riechvermögen haben als Menschen ohne Riechstörung, jedoch im Vergleich zu anderen Riechstörungen bzw. Riechstörungsursachen eher mit einem besseren Riechvermögen assoziiert sind. Eine Studie aus dem Jahr 2006 (Reden et al., 2006) erbrachte in Teilen ähnliche Ergebnisse, in der Probanden mit Phantosmie häufiger an einer Anosmie litten als Probanden mit Parosmie. Eine Studie aus dem Jahr 2010 (Landis et al., 2010) in der Probanden mit Parosmie, Phantosmie und Probanden ohne qualitative Riechstörung u.a. mittels Fragebogen und dem SDI getestet und verglichen wurden, zeigte Gegenteiliges. So gab es bei diesen drei Gruppen keine signifikanten Mittelwertunterschiede im SDI. Der dort verwendete Fragebogen beschäftigte sich allerdings rein mit der Identifizierung und näheren Beschreibung von Par – und Phantosmie. Ebenfalls konnte eine Studie aus dem Jahr 2019 (Iannilli et al., 2019) keine signifikanten Unterschiede in dem SDI-Test zwischen Probanden mit Parosmie und Probanden mit einer quantitativen Riechstörung feststellen.

In dieser Studie ist laut den Ergebnissen ein Zusammenhang zwischen den subjektiven und objektiven Testmethoden gegeben. So besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Menschen trotz Parosmie richtig benennen können, ob sie normosmisch sind oder nicht. In einer Studie von 2005 (Bonfils et al., 2005) konnte ebenfalls gezeigt werden, dass Menschen mit Parosmie ein vermindertes Riechvermögen angaben und sich dieses in einem psychophysischen Test bestätigte. Hier wurde ein starker Zusammenhang zwischen subjektivem und objektivem Riechvermögen angegeben. Gleiches konnte die Studie aus dem Jahr 2010 (Landis et al., 2010) bestätigen.

So ist es möglich, dass Menschen trotz bestehender Parosmie ihr Riechvermögen, das heißt ob normal oder von der Norm abweichend, dennoch richtig einschätzen können.

5.2.6 Phantosmie, Dauer der Riechstörung & Erst – oder Wiedervorstellung

In dieser Studie scheinen die Gruppen „Phantosmie“, „Dauer der Riechstörung“ und „Erst – oder Wiedervorstellung“ keinen besonderen Einfluss auf die Ergebnisse der subjektiven und objektiven Testmethoden zu nehmen. So lassen sich zumindest die Ergebnisse deuten, die keine deutlichen Unterschiede in den Mittelwerten, in der Korrelation nach Pearson zeigen sowie keine nennenswerten Unterschiede beim unstandardisierten Beta-Koeffizienten aufweisen. Dennoch können alle drei Gruppen, da sie meist einen signifikant hohen Korrelationskoeffizienten in der Pearson-Korrelation aufweisen, relativ treffsicher ihr Riechvermögen einordnen. So zeigen die Ergebnisse weiterhin, dass die Dauer der Riechstörung keinen Einfluss auf subjektive und objektive Aussagen hat. Die Studienlage hierzu ist schwierig und es hat den Anschein, als lägen zu dieser Thematik kaum Studien vor. Viele Studien betrachten zumeist die Prognose in Bezug auf die Wiedererlangung des Riechvermögen und Auswirkungen von möglichen Therapien (Kim et al., 2017; Le Bon et al., 2021). Sie zeigen, dass sich das Riechvermögen bei einer frühzeitigen Therapie verbessern kann. Jedoch konnten unsererseits keine Studien gefunden werden, die die Aussagekraft subjektiver und objektiver Testergebnisse unter den Bedingungen „Phantosmie“, „Dauer der Riechstörung“ „Erst – oder Wiedervorstellung“ prüft.

5.3 Limitation der Studie

Diese Studie ist nicht als repräsentativ für die Weltbevölkerung zu werten, da die Betrachtung der Ergebnisse möglicher Unterschiede oder Gemeinsamkeiten in Bezug auf ethnische Gruppen nicht vorgenommen wurde. Statistische Limitationen ergeben sich in dem Fall der Multiplen Regression. Das Streudiagramm weist für den Self-MOQ eine mögliche Heteroskedastizität auf, sodass die Ergebnisse anfällig für Verzerrungen sind. Zusätzlich ist in dieser Studie die Gruppe der Gesunden mit $n = 8$ zu gering, um von einer repräsentativen Stichprobengröße und Kontrollgruppe ausgehen zu können. Außerdem liegt für den Self-MOQ keine Retest-Reliabilität vor. Obwohl es weiterhin der Sniffin'-Sticks-Test zulassen würde, die Interpretation der Ergebnisse nach Alter und Geschlecht vorzunehmen, wurde dies zur Vereinfachung in dieser Studie nicht durchgeführt. Trotz der Durchführung einer Multiplen Regression und nicht etwa einer Varianzanalyse kann dennoch für die Ergebnisse ein möglicher Alpha-Fehler nicht ausgeschlossen werden, wenngleich er hierdurch jedoch stark minimiert wurde.

6. Fazit

Diese Studie zeigt, dass subjektive Angaben in Bezug auf das individuelle Riechvermögen in Form eines Fragebogens oder einer VAS eine gute Aussagekraft haben. Weiterhin scheint für die Aussagekraft der subjektiven und objektiven Testmethoden wichtig zu sein, ob der Proband bereits Erfahrungen mit Riechtests sammeln konnte. Jedoch scheint diese Studie auch einer erheblichen statistischen Verzerrung zu unterliegen. So erkennt ein Großteil der Probanden zwar, dass sie eine Riechstörung haben, jedoch wusste die überwiegende Mehrheit bereits von ihrer Riechstörung. Basierend auf einer Vielzahl anderer Studien und auch einem Teilaspekt dieser Studie muss davon ausgegangen werden, dass die tatsächliche Aussagekraft rein subjektiv erhobener Daten bei sich selbst als gesund bezeichnende Menschen recht unzuverlässig ist. Daher scheint es unerlässlich, gerade auch im Kontext der aktuellen COVID-19-Pandemie, weiterführende Tests mit höherer Objektivität (Bsp. Sniffin'-Sticks-Test) sowie eine detaillierte Anamnese auch mit Fokus auf psychische Symptome durchzuführen. Nur so lassen sich Krankheiten wie etwa eine COVID-19-Infektion, Parkinson, Alzheimer, Depressionen, u.v.m. rechtzeitig diagnostizieren, eindämmen und therapieren.

Weiterführend sollte somit erhoben werden, ob und wie auf die Thematik des individuellen Riechvermögens bei Arzterstkontakt eingegangen wird, da unseren Wissens nach bisher keine Studien zu diesem Thema durchgeführt wurden. Zusätzlich sollten den ersten Anlaufstellen von Patienten, z.B. Hausärzten, effiziente Screeningverfahren, wie etwa der Self-MOQ, an die Hand gegeben werden. Dies setzt voraus, dass z.B. der Self-MOQ einer weiteren Prüfung auf Retest-Reliabilität unterzogen wird und ebenfalls an einer deutlich größeren Kontrollgruppe von sich selbst als gesund bezeichnenden Probanden getestet wird.

7. Zusammenfassung

Zielsetzung: Im ersten Teil der Studie sollte der ursprüngliche Fragebogen (Self-MOQ14) aus der Studie von Zou et al. (2019) zur Überprüfung mit einem anderen statistischen Verfahren auf fünf Fragen gekürzt werden. Im zweiten Teil galt es herauszufinden, ob subjektiven Aussagen in Bezug auf das individuelle Riechvermögen zuverlässige Daten liefern und somit z.B. psychophysische Tests wie etwa der Sniffin'-Sticks-Test (SDI) überflüssig sein könnten. Weiterhin sollte überprüft werden, ob unterschiedliche Faktoren (z.B. Geschlecht) zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Methode: In dieser retrospektive Querschnittsstudie wurden 441 Patienten Mittels Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ), SDI und visueller Analogskala (VAS) getestet.

Ergebnisse: Im ersten Teil der Studie weisen 5 Fragen eine hohe Effektstärke auf, und korrelieren stark negativ signifikant mit der VAS und SDI. Im zweiten Teil wurden 283 Probanden eingeschlossen. Die Mehrheit litt an einer Riechstörung. SDI und VAS als auch SDI und Self-MOQ korrelierten signifikant hoch.

Fazit: Der Self-MOQ14 konnte auf fünf Fragen reduziert werden und war zu 60% deckungsgleich mit dem aus der Studie von Zou et al. (2019). Der zweite Teil der Studie scheint zu belegen, dass subjektiv erhobene Daten zuverlässige Ergebnisse bezüglich des Riechens liefern. Die überwiegende Mehrheit leidet an einer Riechstörung, sodass im Kontext mit anderen Studien nicht davon ausgegangen werden kann, dass subjektive Angaben in Bezug auf das individuelle Riechvermögen zuverlässig sind.

8. Summary

Objective: In the first part of the study, the original questionnaire (Self-MOQ14) from the study by Zou et al. (2019) was to be shortened to five questions for verification with another statistical method. In the second part, the aim was to find out whether subjective statements relating to individual olfactory ability provide reliable data and thus, for example, psychophysical tests such as the Sniffin'-Sticks test (SDI) could be superfluous. Furthermore, it should be checked whether different factors (e.g. gender) lead to different results.

Methods: In this retrospective cross-sectional study, 441 patients were tested using the Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Self-MOQ), SDI and visual analogue scale (VAS).

Results: In the first part of the study, 5 questions have a high effect size and correlate strongly negatively significant with the VAS and SDI. In the second part, 283 subjects were included. The majority suffered from an olfactory disorder. SDI and VAS as well as SDI and Self-MOQ correlated significantly high.

Conclusion: The Self-MOQ14 could be reduced to five questions and was 60% congruent with the one from the study by Zou et al. (2019). The second part of the study seems to prove that subjectively collected data provide reliable results regarding smelling. The vast majority suffer from an olfactory disorder. But in the context of other studies it cannot be assumed that subjective data are reliable with regard to individual olfactory ability.

Literaturverzeichnis

- Abel-Wanek, U. (2008, 16. Juni). *Kleiner Unterschied: Frauen riechen besser*. Avoxa – Mediengruppe Deutscher Apotheker GmbH. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-252008/frauen-riechen-besser/>
- Adams, D. R., Wroblewski, K. E., Kern, D. W., Kozloski, M. J., Dale, W., McClintock, M. K. & Pinto, J. M. (2016). Factors Associated with Inaccurate Self-Reporting of Olfactory Dysfunction in Older US Adults. *Chemical Senses*, 42(3), 223–231. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjw108>
- Ajmani, G. S., Suh, H. H., Wroblewski, K. E. & Pinto, J. M. (2017). Smoking and olfactory dysfunction: A systematic literature review and meta-analysis. *The Laryngoscope*, 127(8), 1753–1761. <https://doi.org/10.1002/lary.26558>
- Alobid, I., Nogué, S., Izquierdo-Dominguez, A., Centellas, S., Bernal-Sprekelsen, M. & Mullol, J. (2014). Multiple chemical sensitivity worsens quality of life and cognitive and sensorial features of sense of smell. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 271(12), 3203–3208. <https://doi.org/10.1007/s00405-014-3015-5>
- Altundag, A., Tekeli, H., Salihoglu, M., Cayonu, M., Yasar, H., Kendirli, M. T. & Saglam, O. (2015). Cross-Culturally Modified University of Pennsylvania Smell Identification Test for a Turkish Population. *American Journal of Rhinology & Allergy*, 29(5), e138–e141. <https://doi.org/10.2500/ajra.2015.29.4212>
- Aumüller, G. (2007). Anatomie. G. Aumüller, G. Aumüller, G. Aust, A. Doll, J. Engele, J. Kirsch, S. Mense, D. Reißig, J. Salvetter, W. Schmidt, F. Schmitz, E. Schulte, K. Spanel-Borowski, W. Wolff, L. J. Wurzinger & H.-G. Zilch (Hrsg.). Georg Thieme Verlag.
- AWMF. (2016). *S2k-Leitlinie 017/050: Riech- und Schmeckstörungen*. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-050l_S2k_Riech-und-Schmeckst%C3%B6rungen_2021-04.pdf
- Baltes-Götz, B. (2019). *Lineare Regressionsanalyse mit SPSS*. <https://www.uni-trier.de/fileadmin/urt/doku/linreg/linreg.pdf>
- Bendas, J., Hummel, T. & Croy, I. (2018). Olfactory Function Relates to Sexual Experience in Adults. *Archives of Sexual Behavior*, 47(5), 1333–1339. <https://doi.org/10.1007/s10508-018-1203-x>

- Bevölkerungspyramide: Altersstruktur Deutschlands von 1950 - 2060.* (o. D.). Destatis; Statistisches Bundesamt. Abgerufen am 13. August 2021, von <https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2009&v=2>
- Blomqvist, E. H., Brämerson, A., Stjärne, P. & Nordin, S. (2004). Consequences of olfactory loss and adopted coping strategies. *Rhinology*, *43*, 189–194. https://www.rhinologyjournal.com/Rhinology_issues/455.pdf
- Boesveldt, S., Haehner, A., Berendse, H. W. & Hummel, T. (2007). Signal-to-noise ratio of chemosensory event-related potentials. *Clinical Neurophysiology*, *118*(3), 690–695. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.11.004>
- Boesveldt, S., Postma, E. M., Boak, D., Welge-Luessen, A., Schöpf, V., Mainland, J. D., Martens, J., Ngai, J. & Duffy, V. B. (2017). Anosmia—A Clinical Review. *Chemical Senses*, *42*(7), 513–523. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjx025>
- Bonfils, P., Avan, P., Faulcon, P. & Malinvaud, D. (2005). Distorted Odorant Perception. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, *131*(2), 107. <https://doi.org/10.1001/archotol.131.2.107>
- Bromley, S. M. (2000). Smell and Taste Disorders: A Primary Care Approach. *Am Fam Physician*, *61*(2), 427–436. <https://www.aafp.org/afp/2000/0115/p427.html>
- Cain, W. S., Goodspeed, R. B., Gent, J. F. & Leonard, G. (1988). Evaluation of olfactory dysfunction in the Connecticut chemosensory clinical research center. *The Laryngoscope*, *98*(1), 83–88. <https://doi.org/10.1288/00005537-198801000-00017>
- Cameron, E. L. (2014). Pregnancy and olfaction: a review. *Frontiers in Psychology*, *5*, 67. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00067>
- Castillo, M. (Hrsg.). (2014). The Complicated Equation of Smell, Flavor, and Taste. *American Journal of Neuroradiology*, *35*(7), 1243–1245. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a3739>
- Cavazzana, A., Poletti, S. C., Guducu, C., Larsson, M. & Hummel, T. (2018). Electro-olfactogram Responses Before and After Aversive Olfactory Conditioning in Humans. *Neuroscience*, *373*, 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.01.025>
- Cavazzana, A., Röhrborn, A., Garthus-Niegel, S., Larsson, M., Hummel, T. & Croy, I. (2018). Sensory-specific impairment among older people. An investigation using both sensory thresholds and subjective measures across the five senses. *PLOS ONE*, *13*(8), e0202969. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202969>

- Çetinkaya, E. A., Muluk, N. B. & Cingi, C. (2016). Office-Based Olfaction Assessment. *BJMMR*, 14(8), 1–6. <https://doi.org/10.9734/BJMMR/2016/25060>
- Choi, W. R., Jeong, H. Y. & Kim, J. H. (2018). Reliability and validity of the Korean version of the Questionnaire of Olfactory Disorders. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 8(12), 1481–1485. <https://doi.org/10.1002/alr.22186>
- Compston, A. (2010). The hippocampus and the sense of smell. A review, by Alf Brodal. *Brain* 1947: 70; 179–222. *Brain*, 133(9), 2509–2513. <https://doi.org/10.1093/brain/awq242>
- Croy, I., Buschhüter, D., Seo, H. S., Negoias, S. & Hummel, T. (2009). Individual significance of olfaction: development of a questionnaire. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 267(1), 67–71. <https://doi.org/10.1007/s00405-009-1054-0>
- Croy, I., Negoias, S., Novakova, L., Landis, B. N. & Hummel, T. (2012). Learning about the Functions of the Olfactory System from People without a Sense of Smell. *PLOS ONE*, 7(3), e33365. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033365>
- Croy, I., Nordin, S. & Hummel, T. (2014). Olfactory Disorders and Quality of Life--An Updated Review. *Chemical Senses*, 39(3), 185–194. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjt072>
- Cupchik, G., Phillips, K. & Truong, H. (2005a). Sensitivity to the cognitive and affective qualities of odours. *Cognition & Emotion*, 19(1), 121–131. <https://doi.org/10.1080/0269993044100011>
- Cupchik, G., Phillips, K. & Truong, H. (2005b). Sensitivity to the cognitive and affective qualities of odours. *Cognition & Emotion*, 19(1), 121–131. <https://doi.org/10.1080/0269993044100011>
- Dalton, P. (2000). Psychophysical and Behavioral Characteristics of Olfactory Adaptation. *Chemical Senses*, 25(4), 487–492. <https://doi.org/10.1093/chemse/25.4.487>
- Damm, M., Schmitl, L., Müller, C. A., Welge-Lüssen, A. & Hummel, T. (2019). Diagnostik und Therapie von Riechstörungen. *HNO*, 67(4), 274–281. <https://doi.org/10.1007/s00106-019-0614-x>
- Davaris, N., Voigt-Zimmermann, S. & Arens, C. (2012). Riech- und Schmeckstörungen. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 91(04), 255–270. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1307469>
- de Moreas E Silva, M., Mercer, P. B. S., Zavagna Witt, M. C. & Pessoa, R. R. (2018). Olfactory dysfunction in Alzheimer's disease Systematic review and meta-

- analysis. *Dementia & Neuropsychologia*, 12(2), 123–132.
<https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn12-020004>
- Deutscher Berufsverband der Hals-Nasen-Ohrenärzte e. V. (o. D.). *Untersuchung und Diagnose » Riechstörungen » Krankheiten » HNO-Ärzte-im-Netz »*. HNO-Ärzte im Netz. Abgerufen am 17. August 2021, von <https://www.hno-aerzte-im-netz.de/krankheiten/riechstoerungen/untersuchung-und-diagnose.html>
- Doty, R. L. (2015). Olfactory dysfunction and its measurement in the clinic. *World Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 1(1), 28–33.
<https://doi.org/10.1016/j.wjorl.2015.09.007>
- Doty, R. L. (2017). Olfactory dysfunction in neurodegenerative diseases: is there a common pathological substrate? *The Lancet Neurology*, 16(6), 478–488.
[https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(17\)30123-0](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(17)30123-0)
- Doty, R. L. (2020). Aging and Olfaction. *Oxford Research Encyclopedia of Neuroscience*, e97. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264086.013.97>
- Doty, R. L., Applebaum, S., Zusho, H. & Settle, R. G. (1985). Sex differences in odor identification ability: a cross-cultural analysis. *Neuropsychologia*, 23(5), 667–672. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(85\)90067-3](https://doi.org/10.1016/0028-3932(85)90067-3)
- Doty, R. L. & Cameron, E. L. (2009). Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception. *Physiology & Behavior*, 97(2), 213–228.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.02.032>
- Doty, R. L. & Kamath, V. (2014). The influences of age on olfaction: a review. *Frontiers in Psychology*, 5, 20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00020>
- Doty, R. L., Marcus, A. & William Lee, W. (1996). Development of the 12-Item Cross-Cultural Smell Identification Test(CC-SIT). *The Laryngoscope*, 106(3), 353–356.
<https://doi.org/10.1097/00005537-199603000-00021>
- Doty, R. L., Shaman, P. & Dann, M. (1984). Development of the university of pennsylvania smell identification test: A standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiology & Behavior*, 32(3), 489–502.
[https://doi.org/10.1016/0031-9384\(84\)90269-5](https://doi.org/10.1016/0031-9384(84)90269-5)
- Ekström, I., Josefsson, M., Larsson, M., Rönnlund, M., Nordin, S. & Olofsson, J. K. (2018). Subjective Olfactory Loss in Older Adults Concurs with Long-Term Odor Identification Decline. *Chemical Senses*, 44(2), 105–112.
<https://doi.org/10.1093/chemse/bjy079>
- Fornazieri, M. A., Prina, D. M. C., Favoreto, J. P. M., Rodrigues E Silva, K., Ueda, D. M., de Rezende Pinna, F., Voegels, R. L., Cameron, L. & Doty, R. L. (2019).

- Olfaction During Pregnancy and Postpartum Period. *Chemosensory Perception*, 12(2), 125–134. <https://doi.org/10.1007/s12078-019-09259-7>
- Frasnelli, J. & Hummel, T. (2005). Olfactory dysfunction and daily life. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 262, 231–235. <https://doi.org/10.1007/s00405-004-0796-y>
- Frasnelli, J., Landis, B., Heilmann, S., Hauswald, B., Hüttenbrink, K., Lacroix, J., Leopold, D. & Hummel, T. (2003). Clinical presentation of qualitative olfactory dysfunction. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 261(7), 411–415. <https://doi.org/10.1007/s00405-003-0703-y>
- Frings, S. & Müller, F. (2016). [E-Book]. In J. Behrends, J. Bischofberger, R. Deutzmann, H. Ehmke, S. Frings, S. Grissmer, M. Hoth, A. Kurtz & J. Leipziger (Hrsg.), *Duale Reihe Physiologie* (3. vollständig überarbeitete Aufl.). Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-004-132217>
- Funktionelle Magnetresonanztomographie*. (2015, 22. Oktober). Universitätsklinikum Carl Gustav Carus. <https://www.uniklinikum-dresden.de/de/das-klinikum/kliniken-polikliniken-institute/nra/patienteninfo/diagnostische-verfahren/funktionelle-magnetresonanztomographie>. Abgerufen am: 23.07.2021
- Galletti, B., Santoro, R., Mannella, V. K., Caminiti, F., Bonanno, L., de Salvo, S., Cammaroto, G. & Galletti, F. (2016). Olfactory event-related potentials: a new approach for the evaluation of olfaction in nasopharyngeal carcinoma patients treated with chemo-radiotherapy. *The Journal of Laryngology & Otology*, 130(5), 453–461. <https://doi.org/10.1017/s0022215116000761>
- Garcia-Falgueras, A., Junque, C., Giménez, M., Caldú, X., Segovia, S. & Guillamon, A. (2006). Sex differences in the human olfactory system. *Brain Research*, 1116(1), 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.07.115>
- Gorzowski, V., Bevilacqua, S., Charmillon, A., Jankowski, R., Gallet, P., Rumeau, C. & Nguyen, D. T. (2020). Evolution of Olfactory Disorders in COVID-19 Patients. *The Laryngoscope*, 130(11), 2667–2673. <https://doi.org/10.1002/lary.28957>
- Grobecker, C., Statistisches Bundesamt (Destatis), Krack-Roberg, E., Pöttsch, O. & Sommer, B. (2021). *Bevölkerung und Demographie*. https://www.destatis.de/DE/Service/Statistik-Campus/Datenreport/Downloads/datenreport-2021-kap-1.pdf?__blob=publicationFile
- Güdücü, C., Olcay, B. O., Schäfer, L., Aziz, M., Schriever, V. A., ÖZgören, M. & Hummel, T. (2019). Separating normosmic and anosmic patients based on

- entropy evaluation of olfactory event-related potentials. *Brain Research*, 1708, 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2018.12.012>
- Haehner, A., Hummel, T. & Reichmann, H. (2011). Olfactory Loss in Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease*, 2011, 1–6. <https://doi.org/10.4061/2011/450939>
- Han, P., Zang, Y., Akshita, J. & Hummel, T. (2019). Magnetic Resonance Imaging of Human Olfactory Dysfunction. *Brain Topography*, 32(6), 987–997. <https://doi.org/10.1007/s10548-019-00729-5>
- Hanna, D. & Dempster, M. (2017). Statistik für Psychologen für Dummies. In *Kapitel 11: Effektgröße und Teststärke* (1. Aufl., S. 166–171). Wiley-VCH.
- Hannum, M., Stegman, M. A., Fryer, J. A. & Simons, C. T. (2018). Different Olfactory Percepts Evoked by Orthonasal and Retronasal Odorant Delivery. *Chemical Senses*, 43(7), 515–521. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjy043>
- Haxel, B. R., Bertz-Duffy, S., Fruth, K., Letzel, S., Mann, W. J. & Muttray, A. (2012). Comparison of subjective olfaction ratings in patients with and without olfactory disorders. *The Journal of Laryngology & Otology*, 126(7), 692–697. <https://doi.org/10.1017/s002221511200076x>
- Howell, J., Costanzo, R. M. & Reiter, E. R. (2018a). Head trauma and olfactory function. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, 4(1), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.wjorl.2018.02.001>
- Howell, J., Costanzo, R. M. & Reiter, E. R. (2018b). Head trauma and olfactory function. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, 4(1), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.wjorl.2018.02.001>
- Hummel, T., Müller, A. & Landis, B. (o. D.). *Umfangreiche Informationen zum Thema „Riech- und Schmeckstörungen“*. uniklinikum-dresden.de. Abgerufen am 10. August 2021, von <https://www.uniklinikum-dresden.de/de/das-klinikum/kliniken-polikliniken-institute/hno/forschung/interdisziplinaeres-zentrum-fuer-riechen-und-schmecken/neuigkeiten/umfangreiche-informationen-zum-thema-riech-und-schmeckstorungen#definition>
- Hummel, T., Sekinger, B., Wolf, S., Pauli, E. & Kobal, G. (1997). 'Sniffin' Sticks': Olfactory Performance Assessed by the Combined Testing of Odour Identification, Odor Discrimination and Olfactory Threshold. *Chemical Senses*, 22(1), 39–52. <https://doi.org/10.1093/chemse/22.1.39>
- Hummel, T. & Welge-Lüssen, A. (2008a). Ableitung von olfaktorisch evozierten Potenzialen (OEP). In A. Welge-Lüssen & T. Hummel (Hrsg.), *Riech- und*

- Schmeckstörungen: Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (1. Aufl., S. 50–51). Thieme.
- Hummel, T. & Welge-Lüssen, A. (2008b). Elektroolfaktogramme (EOG). In A. Welge-Lüssen & T. Hummel (Hrsg.), *Riech- und Schmeckstörungen: Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (1. Aufl., S. 51). Thieme.
- Hummel, T. & Welge-Lüssen, A. (2008c). Funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT). In A. Welge-Lüssen & T. Hummel (Hrsg.), *Riech- und Schmeckstörungen: Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (1. Aufl., S. 52–53). Thieme.
- Hüttenbrink, K.-B., Hummel, T., Berg, D., Gasser, T. & Hähner, A. (2013). Olfactory Dysfunction. *Deutsches Ärzteblatt Online*, 1–7.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2013.0001>
- Iannilli, E., Leopold, D., Hornung, D. & Hummel, T. (2019). Advances in Understanding Parosmia: An fMRI Study. *ORL*, 81(4), 185–192.
<https://doi.org/10.1159/000500558>
- Joussain, P., Bessy, M., Fournel, A., Ferdenzi, C., Rouby, C., Delphin-Combe, F., Krolak-Salmon, P. & Bensafi, M. (2016). Altered Affective Evaluations of Smells in Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 49(2), 433–441.
<https://doi.org/10.3233/jad-150332>
- Kamrava, S. K., Farhadi, M., Jalessi, M., Khosravian, B., Pousti, B., Amin Tehran, E. & Rezaee Hemami, M. (2014). University of Pennsylvania Smell Identification on Iranian Population. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(1), e7926.
<https://doi.org/10.5812/ircmj.7926>
- Kay, L. M. & Sherman, S. M. (2007). An argument for an olfactory thalamus. *Trends in Neurosciences*, 30(2), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.11.007>
- Kazour, F., Richa, S., Abi Char, C., Surget, A., Elhage, W. & Atanasova, B. (2020). Olfactory markers for depression: Differences between bipolar and unipolar patients. *PLOS ONE*, 15(8), e0237565.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237565>
- Keir, J. (2008). Why do we have paranasal sinuses? *The Journal of Laryngology & Otology*, 123(1), 4–8. <https://doi.org/10.1017/s0022215108003976>
- Keller, A. & Malaspina, D. (2013). Hidden consequences of olfactory dysfunction: a patient report series. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*, 13(1).
<https://doi.org/10.1186/1472-6815-13-8>

- Kim, D. H., Kim, S. W., Hwang, S. H., Kim, B. G., Kang, J. M., Cho, J. H., Park, Y. J. & Kim, S. W. (2017). Prognosis of Olfactory Dysfunction according to Etiology and Timing of Treatment. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 156(2), 371–377. <https://doi.org/10.1177/0194599816679952>
- Klimek, L., Moll, B. & Kobal, G. (2000, 7. April). *Riech- und Schmeckvermögen im Alter*. Deutsches Ärzteblatt. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/22440/Riech-und-Schmeckvermoegen-im-Alter>
- Knaapila, A., Tuorila, H., Kyvik, K. O., Wright, M. J., Keskitalo, K., Hansen, J., Kaprio, J., Perola, M. & Silventoinen, K. (2008). Self-Ratings of Olfactory Function Reflect Odor Annoyance Rather than Olfactory Acuity. *The Laryngoscope*, 118(12), 2212–2217. <https://doi.org/10.1097/mlg.0b013e3181826e43>
- Knecht, M. & Hummel, T. (2004). Recording of the human electro-olfactogram. *Physiology & Behavior*, 83(1), 13–19. [https://doi.org/10.1016/s0031-9384\(04\)00344-0](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(04)00344-0)
- Kohn, A. (2007). Visual Adaptation: Physiology, Mechanisms, and Functional Benefits. *Journal of Neurophysiology*, 97(5), 3155–3164. <https://doi.org/10.1152/jn.00086.2007>
- Kollndorfer, K., Kowalczyk, K., Nell, S., Krajnik, J., Mueller, C. A. & Schöpf, V. (2015). The inability to self-evaluate smell performance. How the vividness of mental images outweighs awareness of olfactory performance. *Frontiers in Psychology*, 6, 627. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00627>
- Kondo, K., Kikuta, S., Ueha, R., Suzukawa, K. & Yamasoba, T. (2020). Age-Related Olfactory Dysfunction: Epidemiology, Pathophysiology, and Clinical Management. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 208. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00208>
- Kordts-Freudinger, B. (2015, 7. April). *Item- und Skalenanalyse*. Forschen im Praxissemester. <https://blogs.uni-paderborn.de/fips/2015/04/07/item-und-skalenanalyse/>
- Köster, E. P. & de Wijk, R. A. (1991). Olfactory Adaptation. *The Human Sense of Smell*, 199–215. https://doi.org/10.1007/978-3-642-76223-9_10
- Kranz, G. S., Kaufmann, U. & Lanzenberger, R. (2020). Probing the Impact of Gender-Affirming Hormone Treatment on Odor Perception. *Chemical Senses*, 45(1), 37–44. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjz069>
- Krusemark, E. A., Novak, L. R., Gitelman, D. R. & Li, W. (2013). When the Sense of Smell Meets Emotion: Anxiety-State-Dependent Olfactory Processing and

- Neural Circuitry Adaptation. *The Journal of Neuroscience*, 33(39), 15324–15332. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1835-13.2013>
- Landis, B. N., Frasnelli, J., Croy, I. & Hummel, T. (2010). Evaluating the clinical usefulness of structured questions in parosmia assessment. *The Laryngoscope*, 120(8), 1707–1713. <https://doi.org/10.1002/lary.20955>
- Landis, B. N., Hummel, T., Hugentobler, M., Giger, R. & Lacroix, J. S. (2003). Ratings of Overall Olfactory Function. *Chemical Senses*, 28(8), 691–694. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjg061>
- Landis, B. N., Reden, J. & Haehner, A. (2010). Idiopathic Phantosmia: Outcome and Clinical Significance. *ORL*, 72(5), 252–255. <https://doi.org/10.1159/000317024>
- Lapid, H. & Hummel, T. (2012). Recording Odor-Evoked Response Potentials at the Human Olfactory Epithelium. *Chemical Senses*, 38(1), 3–17. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjs073>
- le Bon, S. D., Konopnicki, D., Pisarski, N., Prunier, L., Lechien, J. R. & Horoi, M. (2021). Efficacy and safety of oral corticosteroids and olfactory training in the management of COVID-19-related loss of smell. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 278(8), 3113–3117. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06520-8>
- Lee, Y., Min, P., Lee, S. & Kim, S. W. (2020). Prevalence and Duration of Acute Loss of Smell or Taste in COVID-19 Patients. *Journal of Korean Medical Science*, 35(18). <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e174>
- Leopold, D. A., Loehrl, T. A. & Schwob, J. E. (2002). Long-term Follow-up of Surgically Treated Phantosmia. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 128(6), 642–647. <https://doi.org/10.1001/archotol.128.6.642>
- Lind, G. (2014). *Effektstärken: Statistische, praktische und theoretische Bedeutsamkeit empirischer Studien*. Marktforschung. https://www.marktforschung.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/marktforschung.dossier/marktforschung.dossier_Lind-2014_Effektstaerke-Vortrag.pdf. Zugriff am: 27.08.2021
- Löhler, J., Walther, L. & Schlattmann, P. (2013). Der Mini-Audio-Test (MAT). Screening- Fragebogen zur Ermittlung einer relevanten Schwerhörigkeit ab dem 50. Lebensjahr. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 92(12), 815–822. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1355342>
- Manzini, I., Frasnelli, J. & Croy, I. (2014). Wie wir riechen und was es für uns bedeutet. *HNO*, 62(12), 846–852. <https://doi.org/10.1007/s00106-014-2925-2>

- Moein, S. T., Hashemian, S. M., Mansourafshar, B., Khorram-Tousi, A., Tabarsi, P. & Doty, R. L. (2020). Smell dysfunction: a biomarker for COVID-19. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 10(8), 944–950. <https://doi.org/10.1002/alr.22587>
- Murphy, C., Schubert, C. R., Cruickshanks, K. J., Klein, B. E. K., Klein, R. & Nondahl, D. M. (2002). Prevalence of Olfactory Impairment in Older Adults. *JAMA*, 288(18), 2307–2312. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2307>
- Nasterlack, M., Kraus, T. & Wrbitzky, R. (2002). Multiple Chemical Sensitivity: Eine Darstellung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes aus arbeitsmedizinischer und umweltmedizinischer Sicht. *Deutsches Aerzteblatt*, 99(38), 2474–2483. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/32993>
- Negoias, S., Croy, I., Gerber, J., Puschmann, S., Petrowski, K., Joraschky, P. & Hummel, T. (2010). Reduced olfactory bulb volume and olfactory sensitivity in patients with acute major depression. *Neuroscience*, 169(1), 415–421. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.05.012>
- Nguyen, D. T., Nguyen-Thi, P. L. & Jankowski, R. (2012). How does measured olfactory function correlate with self-ratings of the sense of smell in patients with nasal polyposis? *The Laryngoscope*, 122(5), 947–952. <https://doi.org/10.1002/lary.23219>
- Nordin, S., Monsch, A. U. & Murphy, C. (1995). Unawareness of Smell Loss in Normal Aging and Alzheimer's Disease: Discrepancy between Self-Reported and Diagnosed Smell Sensitivity. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 50B(4), 187–192. <https://doi.org/10.1093/geronb/50b.4.p187>
- Oleszkiewicz, A. & Hummel, T. (2019). Whose nose does not know? Demographical characterization of people unaware of anosmia. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 276(6), 1849–1852. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05414-8>
- Oleszkiewicz, A., Walliczek-Dworschak, U., Klötze, P., Gerber, F., Croy, I. & Hummel, T. (2016). Developmental Changes in Adolescents' Olfactory Performance and Significance of Olfaction. *PLOS ONE*, 11(6), e0157560. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157560>
- Pellegrino, R., Sinding, C., de Wijk, R. & Hummel, T. (2017). Habituation and adaptation to odors in humans. *Physiology & Behavior*, 177, 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.04.006>

- Philpott, C., Wolstenholme, C., Goodenough, P., Clark, A. & Murty, G. (2006). Comparison of Subjective Perception with Objective Measurement of Olfaction. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 134(3), 488–490. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2005.10.041>
- Pollatos, O., Albrecht, J., Kopietz, R., Linn, J., Schoepf, V., Kleemann, A. M., Schreder, T., Schandry, R. & Wiesmann, M. (2007). Reduced olfactory sensitivity in subjects with depressive symptoms. *Journal of Affective Disorders*, 102(1–3), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2006.12.012>
- Raviv, J. R. & Kern, R. C. (2004). Chronic sinusitis and olfactory dysfunction. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 37(6), 1143–1157. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2004.06.003>
- Raviv, J. R. & Kern, R. C. (2006). Chronic Rhinosinusitis and Olfactory Dysfunction. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 63, 108–124. <https://doi.org/10.1159/000093757>
- Reden, J., Maroldt, H., Fritz, A., Zahnert, T. & Hummel, T. (2006). A study on the prognostic significance of qualitative olfactory dysfunction. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 264(2), 139–144. <https://doi.org/10.1007/s00405-006-0157-0>
- Rochet, M., El-Hage, W., Richa, S., Kazour, F. & Atanasova, B. (2018). Depression, Olfaction, and Quality of Life: A Mutual Relationship. *Brain Sciences*, 8(5), 80. <https://doi.org/10.3390/brainsci8050080>
- Ruhr-Universität Bochum. (2017, 24. August). *How the emotions of others influence our olfactory sense*. ScienceDaily. <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/08/170824101807.htm>
- Rumeau, C., Nguyen, D. & Jankowski, R. (2016). How to assess olfactory performance with the Sniffin' Sticks test ®. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 133(3), 203–206. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2015.08.004>
- Salazar, I., Sanchez-Quinteiro, P., Barrios, A. W., López Amado, M. & Vega, J. A. (2019). Anatomy of the olfactory mucosa. *Handbook of Clinical Neurology*, 47–65. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63855-7.00004-6>
- Samancı, B., Samancı, Y., Şen, C., Şahin, E., Sezgin, M., Kocasoy Orhan, E., Orhan, K. S. & Baykan, B. (2019). Assessment of the Olfactory Function in Patients With Idiopathic Intracranial Hypertension Using the Sniffin' Sticks Test: A Case-

- Control Study. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 59(6), 848–857.
<https://doi.org/10.1111/head.13538>
- Schaal, B., Hummel, T. & Soussignan, R. (2004). Olfaction in the fetal and premature infant: functional status and clinical implications. *Clinics in Perinatology*, 31(2), 261–285. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2004.04.003>
- Schlosser, R. J., Desiato, V. M., Storck, K. A., Nguyen, S. A., Hill, J. B., Washington, B. J., Noonan, T. E., Lamira, J., Mulligan, J. K., Rowan, N. R., Yoo, F., Matthews, L. J., Dubno, J. R. & Soler, Z. M. (2020). A Community-Based Study on the Prevalence of Olfactory Dysfunction. *American Journal of Rhinology & Allergy*, 34(5), 661–670. <https://doi.org/10.1177/1945892420922771>
- Schmidt, F., Harms, L., Prüss, H., Geran, R., Olze, H., Maas, M. & Uecker, F. (2018). Die Ableitung olfaktorisch evozierter Potenziale in Patienten mit limbischer Enzephalitis. *Klinische Neurophysiologie*, 50(01), 11–16.
<https://doi.org/10.1055/s-0043-124360>
- Schmidt, L. (2017, 11. Februar). *Höhlenmensch*. FAZ.NET.
<https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/experten-raetseln-um-sinn-von-nasennebenhoehlen-14780610.html>
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M. & Wesker, K. (2009). PROMETHEUS LernAtlas der Anatomie: Kopf, Hals und Neuroanatomie. (2. Aufl.). Thieme.
- Schuster, N. (2013, 20. August). *Geruchsstörungen: Vom guten Riecher verlassen*. Avoxa – Mediengruppe Deutscher Apotheker GmbH.
<https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-342013/vom-guten-riecher-verlassen/>
- Schuster, N. (2016, 14. November). *Geruch und Geschmack: Arzneimittel als Störfaktoren*. Avoxa – Mediengruppe Deutscher Apotheker GmbH.
<https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-462016/arzneimittel-als-stoerfaktoren/>
- Seo, H. S., Lee, S. & Cho, S. (2013). Relationships between personality traits and attitudes toward the sense of smell. *Frontiers in Psychology*, 4.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00901>
- Sieron, H. L., Sommer, F., Hoffmann, T. K., Grossi, A. S., Scheithauer, M. O., Stupp, F. & Lindemann, J. (2020). Funktion und Physiologie der Kieferhöhle. *HNO*, 68(8), 566–572. <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00869-2>

- Simmen, D., Briner, H. R. & Hess, K. (1999). Screeningtest des Geruchssinnes mit Riechdisketten. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 78(03), 125–130.
<https://doi.org/10.1055/s-2007-996844>
- Smeets, M. A., Schifferstein, H. N., Boelema, S. R. & Lensvelt-Mulders, G. (2008). The Odor Awareness Scale: A New Scale for Measuring Positive and Negative Odor Awareness. *Chemical Senses*, 33(8), 725–734.
<https://doi.org/10.1093/chemse/bjn038>
- Smith, W. M., Davidson, T. M. & Murphy, C. (2009). Toxin-Induced Chemosensory Dysfunction: A Case Series and Review. *American Journal of Rhinology & Allergy*, 23(6), 578–581. <https://doi.org/10.2500/ajra.2009.23.3368>
- Soler, Z. M., Smith, T. L., Alt, J. A., Ramakrishnan, V. R., Mace, J. C. & Schlosser, R. J. (2015). Olfactory-specific quality of life outcomes after endoscopic sinus surgery. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 6(4), 407–413.
<https://doi.org/10.1002/alr.21679>
- Sorokowski, P., Karwowski, M., Misiak, M., Marczak, M. K., Dziekan, M., Hummel, T. & Sorokowska, A. (2019). Sex Differences in Human Olfaction: A Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00242>
- Statistisches Bundesamt. (2019a). *Bevölkerung in Deutschland; Altersaufbau 2009*.
<https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2009&v=2>
- Statistisches Bundesamt. (2019b). *Bevölkerung in Deutschland; Altersaufbau in 2008*.
<https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2008&v=2>
- Stevens, J. C., Cain, W. S., Schiet, F. T. & Oatley, M. W. (1989). Olfactory Adaptation and Recovery in Old Age. *Perception*, 18(2), 265–276.
<https://doi.org/10.1068/p180265>
- Sucker, K., Westphal, G., Bünger, J. & Brüning, T. (2014). Gute oder schlechte Luft? Gerüche am Arbeitsplatz und im Innenraum und ihre Bedeutung für die Unfallversicherungsträger. *IPA-Journal*, 2, 16–20. https://www.ipa-dguv.de/medien/ipa/publikationen/ipa-journale/ipa-journale2014/documents/ipa-journal_1402.pdf
- Tasman, A. J. (2009). Facharztwissen HNO-Heilkunde: Differenzierte Diagnostik und Therapie. In M. Reiß (Hrsg.), *Funktion und Aufgaben der Nasennebenhöhlen* (2009. Aufl., S. 332–333). Springer.
- Thurnher, D., Grasl, M., Erovic, B. M. & Lercher, P. (2010). Riechstörungen. In *HNO-Heilkunde: Ein symptomorientiertes Lehrbuch* (2011. Aufl., S. 232–233). Springer.

- Trepel, M. (2008). Neuroanatomie mit StudentConsult-Zugang: Struktur und Funktion. In 2.3.1 I. *Hirnnerv: N. olfactorius* (4. Aufl., S. 60). Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
- Uí Dhuibhir, P., Barrett, M., O'Donoghue, N., Gillham, C., el Beltagi, N. & Walsh, D. (2019). Self-reported and objective taste and smell evaluation in treatment-naive solid tumour patients. *Supportive Care in Cancer*, 28(5), 2389–2396. <https://doi.org/10.1007/s00520-019-05017-3>
- Webster, M. A. (2012). Evolving concepts of sensory adaptation. *F1000 Biology Reports*, 4, 21. <https://doi.org/10.3410/b4-21>
- Wehling, E., Nordin, S., Espeseth, T., Reinvang, I. & Lundervold, A. J. (2011). Unawareness of Olfactory Dysfunction and its Association with Cognitive Functioning in Middle Aged and Old Adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 26(3), 260–269. <https://doi.org/10.1093/arclin/acr019>
- Werner, S. & Nies, E. (2018). Olfactory dysfunction revisited: a reappraisal of work-related olfactory dysfunction caused by chemicals. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 13(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s12995-018-0209-6>
- Witt, M. & Hansen, A. (2008). In A. Welge-Lüssen & T. Hummel (Hrsg.), *Riech- und Schmeckstörungen: Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze* (1. Aufl.). Thieme.
- Xu, L., Liu, J., Wroblewski, K. E., McClintock, M. K. & Pinto, J. M. (2020). Odor Sensitivity Versus Odor Identification in Older US Adults: Associations With Cognition, Age, Gender, and Race. *Chemical Senses*, 45(4), 321–330. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjaa018>
- Yang, D., Wang, J., Ni, D., Liu, J. & Wang, X. (2016). Reliability and validity of the Chinese version of the questionnaire of olfactory disorders (QOD) when used with patients having olfactory dysfunction. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 273(10), 3255–3261. <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3869-1>
- Yoder, W. M., LaRue, A. K., Rosen, J. M., Aggarwal, S., Shukla, R. M., Monir, J. & Smith, D. W. (2014). Evidence of rapid recovery from perceptual odor adaptation using a new stimulus paradigm. *Attention, Perception & Psychophysics*, 76(4), 1093–1105. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0620-0>
- Zhao, K., Scherer, P. W., Hajiloo, S. A. & Dalton, P. (2004). Effect of Anatomy on Human Nasal Air Flow and Odorant Transport Patterns: Implications for Olfaction. *Chemical Senses*, 29(5), 365–379. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh033>

- Zou, L., Linden, L., Cuevas, M., Metasch, M., Welge-Lüssen, A., Hähner, A. & Hummel, T. (2019). Self-reported mini olfactory questionnaire (Self-MOQ): A simple and useful measurement for the screening of olfactory dysfunction. *The Laryngoscope*, 130(12), E786–E790. <https://doi.org/10.1002/lary.28419>
- Zufall, F. & Leinders-Zufall, T. (2000). The Cellular and Molecular Basis of Odor Adaptation. *Chemical Senses*, 25(4), 473–481. <https://doi.org/10.1093/chemse/25.4.473>

Anhang

Tabelle 1: Teil II Ergebnisse der Mittelwerte

	SDI <i>MW (SD)</i>	S <i>MW (SD)</i>	D <i>MW (SD)</i>	I <i>MW (SD)</i>	Self-MOQ <i>MW (SD)</i>	VAS <i>MW (SD)</i>
Geschlecht						
Weiblich (n=156)	19,07 (8,97)	2,85 (2,77)	8,37 (3,48)	7,85 (4,09)	3,76 (1,73)	21,23 (24,28)
Männlich (n=127)	18,59 (8,05)	2,55 (2,10)	8,37 (3,27)	7,67 (3,95)	3,59 (1,75)	21,01 (23,84)
Erstbesucht						
Ja (n=233)	19,02 (8,67)	2,75 (2,54)	8,45 (3,43)	7,83 (4,05)	3,66 (1,78)	21,50 (24,48)
Nein (n=39)	18,60 (8,54)	2,70 (2,47)	8,28 (3,32)	7,62 (4,06)	3,64 (1,56)	21,50 (23,48)
Phantosmie						
Ja (n=23)	17,27 (8,61)	2,10 (1,85)	8,00 (4,03)	7,17 (3,84)	3,52 (2,02)	21,15 (26,93)
Nein (n=238)	18,98 (8,58)	2,74 (2,55)	8,41 (3,32)	7,82 (4,08)	3,70 (1,72)	20,92 (23,18)
Parosmie						
Ja (n=36)	23,01 (6,77)	3,10 (2,37)	10,39 (2,80)	9,53 (3,53)	2,97 (1,81)	30,51 (22,79)
Nein (n=225)	18,16 (8,66)	2,62 (2,52)	8,05 (3,36)	7,48 (4,07)	3,80 (1,71)	19,41 (23,26)

	SDI <i>MW (SD)</i>	S <i>MW (SD)</i>	D <i>MW (SD)</i>	I <i>MW (SD)</i>	Self-MOQ <i>MW (SD)</i>	VAS <i>MW (SD)</i>
Alter						
20-29 Jahre (n=18)	20,94 (10,60)	3,50 (2,87)	8,94 (3,98)	8,50 (4,76)	3,11 (1,88)	28,25 (28,99)
30-39 Jahre (n=21)	20,90 (10,71)	3,29 (2,95)	8,90 (4,29)	8,71 (4,53)	3,43 (1,80)	18,19 (19,34)
40-49 Jahre (n=38)	22,78 (9,67)	3,67 (3,10)	9,53 (3,60)	9,58 (4,37)	3,39 (1,82)	26,35 (29,37)
50-59 Jahre (n=77)	18,01 (7,62)	2,37 (2,32)	8,19 (3,14)	7,44 (3,69)	3,86 (1,75)	17,08 (20,56)
60-69 Jahre (n=74)	17,23 (8,22)	2,40 (2,19)	7,78 (3,30)	7,05 (3,97)	3,85 (1,69)	20,15 (24,35)
70-79 Jahre (n=42)	17,03 (6,87)	3,51 (2,28)	7,81 (3,01)	6,71 (3,42)	3,69 (1,70)	22,82 (24,34)
80-89 Jahre (n=13)	21,35 (6,37)	2,42 (1,75)	9,54 (2,37)	9,39 (3,10)	3,77 (1,59)	24,81 (22,12)
Dauer						
0-6 Monate (n=70)	18,86 (8,34)	2,66 (2,32)	8,53 (3,16)	7,67 (4,07)	3,87 (1,72)	22,10 (26,45)
7-12 Monate (n=57)	20,11 (7,73)	2,60 (2,43)	8,91 (3,15)	8,60 (3,75)	3,70 (1,75)	20,69 (21,64)
13-24 Monate (n=50)	20,20 (7,54)	3,01 (2,33)	8,70 (3,05)	8,49 (3,87)	3,48 (1,59)	22,28 (18,90)
25-36 Monate (n=18)	17,06 (9,47)	2,78 (3,13)	8,00 (3,60)	6,28 (3,94)	3,67 (1,88)	15,39 (18,05)
37-48 Monate (n=12)	12,92 (5,86)	1,58 (1,64)	6,00 (2,86)	5,33 (2,64)	4,67 (0,65)	7,49 (8,98)
49-60 Monate (n=14)	21,27 (9,90)	3,69 (2,86)	9,00(3,74)	8,57 (4,16)	3,86 (1,23)	18,98 (15,94)
61-120 Monate (n=30)	16,14 (8,14)	1,91 (2,05)	7,37 (3,54)	6,87 (3,86)	3,83 (1,82)	16,84 (24,30)
Mehr als 120 Monate (n=21)	12,85 (6,73)	1,65 (1,51)	6,14 (3,09)	5,05 (3,44)	4,19 (1,36)	9,79 (14,04)
Vorherige Testung						
Ja (n=97)	16,30 (7,94)	2,13 (2,10)	7,37 (3,36)	6,80 (3,86)	4,00 (1,52)	15,95 (22,36)

	SDI <i>MW (SD)</i>	S <i>MW (SD)</i>	D <i>MW (SD)</i>	I <i>MW (SD)</i>	Self-MOQ <i>MW (SD)</i>	VAS <i>MW (SD)</i>
Nein (n=148)	20,13 (8,73)	2,93 (2,60)	8,85 (3,21)	8,34 (4,19)	3,52 (1,85)	23,65 (23,88)
Ursache für Riechstörung						
Gesund (n=8)	31,76 (5,37)	7,51 (2,84)	12,38 (2,72)	11,88 (1,89)	0,13 (0,35)	80,20 (16,91)
Idiopathisch (n=90)	17,55 (7,00)	2,10 (1,88)	7,91 (2,85)	7,54 (3,67)	3,52 (1,76)	20,68 (21,77)
Sinunasal (n=47)	19,56 (11,15)	3,27 (2,97)	8,19 (4,42)	8,11 (4,81)	3,83 (1,63)	19,66 (24,20)
Trauma (n=47)	13,97 (6,44)	2,05 (2,24)	6,79 (3,10)	5,13 (3,05)	4,34 (1,17)	12,28 (16,97)
Viral (n=81)	21,45 (7,08)	2,94 (2,33)	9,54 (2,73)	8,98 (3,61)	3,80 (1,68)	21,40 (22,50)

Anmerkung. n = Stichprobengröße; SDI = Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997); S = Riechschwelle; D = Diskriminierung; I = Identifikation; Self-MOQ = Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Zou et al., 2019); VAS = Visuelle Analogskala; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung

Tabelle 2: Teil II der Ergebnisse der Korrelationen nach Pearson der unterschiedlichen Gruppen

Faktor	Self-MOQ vs.				VAS vs.				Self-MOQ vs. VAS
	SDI	S	D	I	SDI	S	D	I	
Alle Teilnehmende (n=283)	-,624*	-,528*	-,527*	-,557*	,661*	,527*	,558*	,610*	-,771*
Geschlecht									
Weiblich (n=156)	-,616*	-,575*	-,487*	-,546*	,658*	,565*	,537*	,604*	-,776*
Männlich (n=127)	-,643*	-,476*	-,582*	-,575	,665*	,476*	,586*	,618*	-,767
Alter									
20-29 Jahre (n=18)	-,782*	-,749*	-,726*	-,686*	,889*	,760*	,787*	,866*	-,893*
30-39 Jahre (n=21)	-,760*	-,605*	-,712*	-,731*	,515*	,289	,484*	,572*	-,748*
40-49 Jahre (n=38)	-,747*	-,629*	-,736*	-,599*	,697*	,560*	,633*	,624*	-,792*
50-59 Jahre (n=77)	-,571*	-,444*	-,468*	-,501*	,655*	,581*	,514*	,550*	-,736*
60-69 Jahre (n=74)	-,493*	-,358*	-,361*	-,524*	,636*	,451*	,498*	,655*	-,785*
70-79 Jahre (n=42)	-,723*	-,689*	-,496*	-,555*	,776*	,627*	,634*	,582*	-,841*
80-89 Jahre (n=13)	-,350	-,186	-,363	-,336	,301	-,070	,358	,385	-,457
Parosmie									
Ja (n=36)	-,529*	-,468*	-,279	-,481*	,386*	,206	,150	,484*	-,533*
Nein (n=225)	-,622*	-,538*	-,532*	-,552*	,699*	,607*	,588*	,625*	-,791*
Phantosmie									
Ja (n=23)	-,604*	-,510*	-,407	-,679*	,690*	,429*	,560*	,750*	-,730*

Faktor	Self-MOQ vs.				VAS vs.				Self-MOQ vs. VAS
	SDI	S	D	I	SDI	S	D	I	
Nein (n=238)	-,627*	-,541*	-,534*	-,545*	,674*	,575*	,554*	,608*	-,766*
Ursache der Riechstörung									
Gesund (n=8)	-,635	-,310	-,798*	-,188	,717*	,669	,474	,349	-,466
Idiopathisch (n=90)	-,562*	-,428*	-,445*	-,507*	,657*	,511*	,558*	,559*	-,747*
Sinunasal (n=47)	-,676*	-,514*	-,656*	-,648*	,606*	,308*	,573*	,688*	-,710*
Trauma (n=47)	-,663*	-,594*	-,641*	-,422*	,673*	,586*	,600*	,493*	-,822*
Viral (n=81)	-,577*	,527*	-,388*	-,501*	,571*	,432*	,370*	,562*	-,681*
Dauer der Riechstörung									
0-6 Monate (n=70)	-,652*	-,638*	-,591*	-,514*	,712*	,663*	,623*	,598*	-,867*
7-12 Monate (n=57)	-,618*	-,440*	-,406*	-,649*	,530*	,292*	,312*	,642*	-,606*
13-24 Monate (n=50)	-,564*	-,438*	-,448*	-,482*	,528*	,327*	,400*	,516*	-,634*
25-36 Monate (n=18)	-,471*	-,350	-,453	-,440	,580*	,581*	,470*	,503*	-,883*
37-48 Monate (n=12)	-,585*	-,845*	-,293	-,458	,547	,351	,585*	,362	-,652*
49-60 Monate (n=14)	-,555*	-,570*	-,618*	-,373	,543*	,624*	,465	,445	-,747*
61-120 Monate (n=30)	-,588*	-,387*	-,547*	-,533*	,675*	,270	,697*	,642*	-,705*
Mehr als 120 Monate (n=21)	-,579*	-,354	-,422	-,598*	,765*	,539*	,697*	,634*	-,780*
Erstbesuch									
Ja (n=233)	-,625*	-,546*	-,517*	,559*	,660*	,539*	,551*	,610*	-,760*

Faktor	Self-MOQ vs.				VAS vs.				Self-MOQ vs. VAS
	SDI	S	D	I	SDI	S	D	I	
Nein (n=39)	-,625*	-,372*	-,653*	-,553*	,652*	,432*	,606*	,612*	-,831*
Vorherige Testung									
Ja (n=97)	-,662*	-,538*	-,545*	-,595*	,606*	,407*	,484*	,605*	-,772*
Nein (n=148)	-,587*	-,516*	-,492*	-,526*	,704*	,642*	,599*	,611*	-,745*

*Signifikant auf einem Niveau von $p < 0,05$

Anmerkung. SDI = Gesamtscore des Sniffin'-Sticks-Test (Hummel et al., 1997); S = Riechschwelle; D = Diskriminierung; I = Identifikation; Self-MOQ = Self-reported Mini Olfactory Questionnaire (Zou et al., 2019); VAS = Visuelle Analogskala

Abbildung 1: Self-MOQ14

	stimmt	stimmt nicht
1. In Parfümerien nehme ich kaum den Duft wahr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Es kann vorkommen, dass ich es nicht bemerke, wenn ich in ein Hundehäufchen getreten bin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Der Duft von Kaffee und frischen Brötchen geht an mir vorbei.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Dass Andere stark nach Knoblauch riechen, bekomme ich nicht mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Im Blumenladen sehe ich mich gern um, kann aber nichts riechen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Die Ausdünstungen verschwitzter Menschen rieche ich nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Meine Freude am Essen geht nicht mit einem angenehmen Geruchserlebnis einher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Den „typischen Geruch“ von Pinselreiniger oder Klebstoff vermisse ich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Den Geruch von frischem Teer an einer Straßenbaustelle bekomme ich nicht mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Dass Speisen verdorben riechen, bemerken Andere eher als ich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Den angenehmen Duft eines Freundes oder einer Freundin rieche ich nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Den Modergeruch in einem feuchten Keller nehme ich nicht wahr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Den Geruch von frisch gemähtem Gras erkenne ich nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Gestank, z. B. in öffentlichen Toiletten, macht mir nichts aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anlagen