

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde,
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
Direktor: Herr Prof. Dr. med. Dr. h.c. Th. Zahnert

Korrelation von Selbsttests und standardisierten Testverfahren für das Riech- und Schmeckvermögen

D i s s e r t a t i o n s s c h r i f t

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin
Doctor medicinae (Dr. med.)
vorgelegt
der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus
der Technischen Universität Dresden

von

Selina Stolper
aus Potsdam

Dresden 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	8
1.1	Die chemosensorischen Sinne des Menschen	8
1.2	Folgen von Riech- und Schmeckstörungen	8
1.3	Quantifizierung der Chemorezeption	9
1.4	COVID-19 und die Bedeutung von Selbsttests	9
1.5	Fragestellung der Arbeit	11
2	Theoretische Grundlagen	12
2.1	Riechen: Anatomie und Physiologie	12
2.2	Schmecken: Anatomie und Physiologie.....	14
2.3	Der Nervus trigeminus und seine Bedeutung für das Riechen.....	16
2.4	Riech- und Schmeckstörungen.....	17
2.4.1	Riechstörungen.....	17
2.4.2	Schmeckstörungen	18
3	Messverfahren der chemosensorischen Sinne.....	20
3.1	Untersuchungsverfahren des Riechvermögens	20
3.1.1	Psychophysische orthonasale Riechtestung	20
3.1.2	Die Untersuchung des retronasalen Riechens.....	21
3.1.3	Objektivierende Testung	21
3.1.4	Radiologische Verfahren	22
3.1.5	Screeningtests	22
3.2	Untersuchungsverfahren des Schmeckvermögens.....	22
3.2.1	Psychophysische Schmecktests.....	23
3.2.2	Objektivierbare Verfahren	23
3.3	Untersuchungsverfahren der trigeminalen Funktion.....	23
3.4	Möglichkeiten zur Selbsttestung	24
3.5	Die subjektive Einschätzung des Riechvermögens.....	26
4	Material und Methoden	28

4.1	Studiendesign.....	28
4.2	Probandenrekrutierung.....	28
4.3	Ablauf.....	28
4.4	Fragebögen.....	30
4.4.1	Anamnese.....	30
4.4.2	WHO-5 Well-being Index.....	30
4.5	Online-Fragebogen mit Anleitung zum Selbsttest.....	30
4.6	Psychophysische Untersuchungen in der Klinik.....	32
4.6.1	Sniffin' Sticks (SDI-Test).....	32
4.6.2	Schmecksprays.....	34
4.6.3	Schmeckstreifen.....	34
4.6.4	Trigeminale Reizbarkeit.....	34
4.7	Statistische Auswertung.....	35
5	Ergebnisse.....	37
5.1	Deskriptive Daten.....	37
5.2	Fragebögen.....	38
5.2.1	Anamnesebogen.....	38
5.2.2	WHO-5 WBI und Depressivität.....	40
5.3	Selbsteinschätzungen.....	42
5.4	Ergebnisse des Selbsttests.....	43
5.5	Ergebnisse der psychophysischen Testung in der Klinik.....	46
5.5.1	Riechfunktion.....	46
5.5.2	Schmeckfunktion.....	47
5.5.3	Trigeminale Empfindlichkeit.....	48
5.6	Vergleich zwischen Selbsteinschätzungen und objektiven Tests.....	49
5.7	Vergleich zwischen Heimtest und Klinik.....	50
5.7.1	Riechen.....	50
5.7.2	Schmecken.....	52
5.7.3	Trigeminale Empfindlichkeit.....	53
5.8	Störfaktoren zwischen Heimtest und Kliniktest.....	54

5.9	Signifikante Ergebnisse im Überblick.....	57
6	Diskussion	58
6.1	Diskussion der Ergebnisse	58
6.1.1	Diskussion der Ergebnisse des Selbsttests	58
6.1.2	Diskussion der Ergebnisse der psychophysischen Kliniktests	58
6.1.3	Diskussion der Selbsteinschätzungen und deren Einflussfaktoren	60
6.1.4	Validierung des Selbsttests	62
6.2	Diskussion der Methoden	62
6.2.1	Fragebögen und Selbsteinschätzungen	62
6.2.2	Selbsttest	62
6.2.3	Psychophysische Testung.....	64
6.3	Methodenkritik	65
6.4	Schlussfolgerungen und Ausblick	66
7	Zusammenfassung	67
8	Summary	68
9	Literaturverzeichnis.....	69
10	Abbildungsverzeichnis	84
11	Tabellenverzeichnis	86
12	Anhang.....	87
	Danksagung	99
	Anlage 1: Erklärungen zur Eröffnung des Promotionsverfahrens.....	101
	Anlage 2: Erklärung zur Einhaltung rechtlicher Vorschriften	103

Abkürzungsverzeichnis

AMP	Adenosinmonophosphat
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cAMP	cyclisches Adenosinmonophosphat
CNG(-Kanäle)	cyclic nucleotide-gated ion channels
COVID-19	Corona Virus Disease 2019
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CT	Computertomographie
EEG	Elektroenzephalografie
et al.	et alii, et aliae
ggf.	gegebenenfalls
G-Protein	Guanosintriphosphat-bindendes Protein
HNO	Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
M	Mittelwert
M.	Morbus
MRT	Magnetresonanztomographie
<i>n</i>	Anzahl
N.	Nervus
NaCl	Natriumchlorid
OEP	Olfaktorisch evozierte Potenziale
<i>p</i>	Signifikanzwert
<i>r</i>	Korrelationskoeffizient
SDI	Schwelle, Diskrimination, Identifikation
UPSIT	University of Pennsylvania Smell Identification Test
VAS	visuelle Analogskala
vs.	versus
WHO	World Health Organization
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Die chemosensorischen Sinne des Menschen

Der Geruchssinn erfüllt vielfältige Aufgaben. Neben der Bewertung von Lebensmitteln und der Erkennung von potenziellen Gefahrenstoffen (Santos et al., 2004; Stevenson, 2010) spielt er eine Rolle in der sozialen Interaktion (Blomqvist et al., 2004), insbesondere in der Mutter-Kind-Bindung (Macfarlane, 1975; Schaal et al., 1980) und in der Partnerwahl (Santos et al., 2005; Wedekind et al., 1995). Durch eine enge Verknüpfung mit dem limbischen System und dem Neocortex beeinflusst Riechen unsere Erinnerungen und Emotionen (LeDoux, 2012; Stevenson, 2010). Es konnte gezeigt werden, dass über Körpergerüche positive Emotionen von einem Individuum auf andere übertragen werden können (Groot et al., 2015). Assoziatives Lernen bewirkt, dass wir den Geruch und Geschmack von Speisen, von denen uns zuvor übel geworden ist, als unangenehm empfinden (Cannon et al., 1983). Der menschliche Geruchssinn ist entgegen dem allgemeinen Volksglauben sehr empfindlich (McGann, 2017). Je nach Literaturangabe kann der Mensch zwischen 2.000 und über 100.000 verschiedenen Düften unterscheiden, was bei etwa 400 verschiedenen Riechrezeptoren kaum verwunderlich ist (Firestein, 2001; McGann, 2017). Riechen erfasst als einziger dualer Sinn sowohl Eindrücke aus der Außenwelt als auch innerhalb des Körpers (Rozin, 1982).

Das Schmecken spielt eine wichtige Rolle bei der Nahrungskontrolle. Es beeinflusst vegetative Vorgänge des oberen Gastrointestinaltrakts wie den Würgereflex (Behrends, 2010). Die fünf Geschmacksqualitäten (süß, sauer, salzig, bitter und umami) geben bereits einen Hinweis auf die Funktionen des Schmecksinnes: er warnt uns vor potenziell giftigen Bitterstoffen und animiert uns zur Aufnahme von Aminosäuren, Salzen und Kohlenhydraten, besonders wenn ein entsprechender Mangel vorliegt. Ein NaCl-Mangel löst einen starken Salzhunger aus (Falk, 1965), wohingegen unsere entwicklungsgeschichtlich bedingte Vorliebe für süße Speisen ein häufiger Grund für Übergewicht ist (Behrends, 2010; Pape et al., 2019). Lebensmittel mit einem höheren Fettanteil erscheinen uns angenehmer im Geschmack (Birch, 1992). Wir können sogar lernen, unangenehme Geschmäcker zu mögen, wenn diese zuvor mit kalorienreichen Lebensmitteln kombiniert wurden (Capaldi & Privitera, 2007).

1.2 Folgen von Riech- und Schmeckstörungen

Die Bedeutung der chemosensorischen Sinne wird uns oftmals erst nach einer Störung derselben klar. Riech- oder Schmeckstörungen führen zu einer Einschränkung der Lebensqualität (Deems et al., 1991) und der Aktivitäten des täglichen Lebens (Temmel et al., 2002). Sie wirken sich negativ auf unsere physische und psychische Gesundheit, Beruf und Freizeit, Partnerschaft und Freundschaften, sowie unsere emotionale Stabilität und unser Wohlbefinden aus (Blomqvist et al., 2004). Dabei ist der Grad der Einschränkung unabhängig

von der Ursache der Riechstörung (Welge-Lüssen et al., 2005). Männer mit kongenitaler Anosmie haben eine geringere Anzahl an Sexualpartnern, während sich anosmische Frauen in bestehenden Partnerschaften unsicherer fühlen (Croy et al., 2013). Riechstörungen erhöhen das Risiko für alltägliche Gefahren: Brand- und Gasgeruch werden später wahrgenommen und verdorbene oder giftige Lebensmittel werden nicht sicher erkannt und aus Versehen gegessen (Santos et al., 2004). Riechstörungen sind mit Depressionen assoziiert (Croy & Hummel, 2017; Deems et al., 1991). Als Folge einer Depression ist die Riechfunktion wegen mangelnder Aufmerksamkeit und verminderten Zellregenerationsraten eingeschränkt. Gleichzeitig könnte ein reduziertes Volumen des Bulbus olfactorius ein Anzeichen für das Auftreten einer Depression darstellen (Croy & Hummel, 2017). Menschen mit Riechstörungen zeigen einen schnelleren Verfall kognitiver Leistungen (Adams et al., 2017; Wilson et al., 2006). Es konnte allerdings gezeigt werden, dass die negativen Einflüsse auf Sozialleben, Kognition und emotionale Gesundheit vor allem bei Menschen auftreten, die sich ihrer Riechstörung bewusst sind (Oleszkiewicz et al., 2020).

1.3 Quantifizierung der Chemorezeption

Eine Einteilung des Riechsinn nach Qualität und Intensität, wie sie bei den übrigen Sinnen eingesetzt werden kann, ist nur eingeschränkt möglich (Pape et al., 2019). Bis heute gibt es kein allgemein akzeptiertes Klassifizierungssystem für Gerüche. Bisherige Klassifikationsansätze orientieren sich an Eigenschaften des Sinnesorgans, chemischer Struktur des Stimulus oder der subjektiven Sinneswahrnehmung (Kaepler & Mueller, 2013). Amoore beschreibt etwa in seiner stereochemischen Geruchstheorie einen Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und Wahrnehmung eines Duftstoffes (Amoore, 1971). Diese Theorie ist jedoch in vielen Fällen nicht anwendbar. Geruchswahrnehmungen setzen sich aus komplexen Aktivierungsmustern verschiedener Rezeptoren zusammen und können nicht einfach ein paar wenigen messbaren physikochemischen Komponenten des Riechsystems zugeordnet werden (Firestein, 2001; Kaepler & Mueller, 2013). Die Beurteilung von Geruchsqualitäten nach ihrer Wahrnehmung ist ebenso kritisch zu sehen, da die subjektiv gemessene Riechleistung oft nicht mit objektiv messbaren Werten übereinstimmt (Landis, Hummel et al., 2003; Temmel et al., 2002). Validierte psychophysische und objektivierende Testmethoden bieten eine Möglichkeit, das Riechvermögen reproduzierbar zu quantifizieren. Sie bilden die Grundlage für Diagnostik und Therapie von Riech- und Schmeckstörungen (Hummel, Hähner et al., 2007).

1.4 COVID-19 und die Bedeutung von Selbsttests

Im Zuge der COVID-19-Pandemie erlangte der Riechsinn neue Aufmerksamkeit im wissenschaftlichen und klinischen Alltag. Bereits früh stellte sich heraus, dass eine Riechstörung ein häufiges Symptom einer COVID-19-Erkrankung darstellt (Izquierdo-

Dominguez et al., 2020; Saussez et al., 2021). In vielen Fällen wurde sie als einziges oder erstes Symptom einer Infektion mit der im Jahr 2020 vorherrschenden Virusvariante identifiziert (Borsetto et al., 2020; Hopkins et al., 2020). Eine Störung des Schmeckvermögens wurde ebenfalls beschrieben (Niklassen et al., 2021; Singer-Cornelius et al., 2021). Sie tritt jedoch deutlich seltener auf, als subjektiv von Patient*innen berichtet wird (Hintschich et al., 2022). Ein subjektiv berichteter Riechverlust stellte sich als der beste alleinige Prädiktor für COVID-19 heraus (Gerkin et al., 2020). Daraus ergibt sich, dass eine frühzeitige Detektion von Veränderungen des Riechens und/oder Schmeckens ein wertvolles Werkzeug ist, um die Erkrankung zu erkennen. Das gilt insbesondere für asymptomatische, aber trotzdem infektiöse Menschen. Dadurch können sich diese frühzeitig isolieren und eine Weiterverbreitung des Virus verhindern.

Standardisierte Riechtestung (Hummel, Hähner et al., 2007) erfolgt im klinischen Umfeld, erfordert geschultes Personal und nimmt oft viel Zeit in Anspruch. Bei Infektionszahlen von zeitweise über 1900 Neuinfektionen je 100.000 Einwohner pro Woche in Deutschland (Stand: April 2022) (Robert Koch-Institut, 2022) und einer daraus resultierenden Überlastung des Gesundheitswesens sind umfassende Testungen der Bevölkerung nicht zu leisten. Davon abgesehen erscheint es bei einer hohen Infektiosität durch Aerosole (van Doremalen et al., 2020) wenig zielführend, potenziell ansteckende Personen in unmittelbarer räumlicher Nähe zu anderen Erkrankten zu sammeln und zu testen, was weitere Infektionen von Personal und Patient*innen nach sich ziehen könnte. Eine mögliche Lösung bietet ein neuartiger, zu Hause durchführbarer Selbsttest der chemosensorischen Sinne. Dieser ist niederschwellig über eine Internetseite erreichbar, kann ohne geschultes Personal und mit haushaltsüblichen Lebensmitteln und Gegenständen durchgeführt werden. Die Anleitung erfolgt schriftlich und ist leicht verständlich.

Ein solcher Test ist nicht nur für die COVID-19-Früherkennung anwendbar. Ein regelmäßiges Screening der Bevölkerung kann einen vorher unbekanntem Riechverlust etwa als Frühsymptom von neurologischen Erkrankungen aufdecken. Insbesondere ältere Menschen bemerken oft eine objektiv messbare Riechstörung nicht (Jang et al., 2021) und werden seltener klinisch vorstellig (Adams et al., 2017). Das durch den Selbsttest erlangte Bewusstsein könnte dazu beitragen, eventuell bestehende Grunderkrankungen frühzeitig zu diagnostizieren und ggf. zu behandeln.

1.5 Fragestellung der Arbeit

Der im Vorfeld der Studie von Prof. Dr. med. T. Hummel, J. Draf und anderen Mitarbeitenden des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken in Dresden entwickelte Selbsttest (siehe Anhang I) bietet Interessierten die Möglichkeit, das eigene Riech- und Schmeckvermögen, sowie die trigeminale Funktion selbstständig zu Hause zu untersuchen. Ziel der Studie war es, die Validität dieses Selbsttests bezogen auf die Detektion von Pathologien des Riechens, des Schmeckens und der trigeminalen Funktion im Vergleich zu standardisierten validierten psychophysischen Testverfahren festzustellen. Dazu wurden die Ergebnisse der Selbsteinschätzung zu Hause und in der Klinik, sowie die der objektiven Testung zu Hause und in der Klinik miteinander verglichen. Sollte sich der Selbsttest als hochsensitiv und -spezifisch herausstellen, wäre dieser als Ergänzung zur klinischen Testung ein wertvolles diagnostisches Instrument.

Eine weitere Fragestellung war, die Einflussfaktoren zu untersuchen, die zu konsistenten oder abweichenden Ergebnissen zwischen den verschiedenen Testmodalitäten führten. Dabei wurden die Selbsteinschätzung und die objektive Messung zu Hause und in der Klinik sowohl untereinander als auch miteinander verglichen; ebenso wurden die Selbsteinschätzung zu Hause der Testung in der Klinik und die Selbsteinschätzung in der Klinik der Testung zu Hause gegenübergestellt. Die Identifikation von Risikofaktoren für diskrepante Ergebnisse zwischen den einzelnen Tests könnte in zukünftigen Studien dabei helfen, noch genauere Selbsttests zu entwickeln.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Riechen: Anatomie und Physiologie

Zu den anatomischen Komponenten des Riechvermögens gehören die Nase mit den Nasennebenhöhlen, das Riechepithel mit den Riechsinneszellen, der Bulbus olfactorius und der Tractus olfactorius, sowie weitere Bereiche des Gehirns zur Weiterleitung und Verarbeitung der Sinneseindrücke.

Die Nase als Teil der oberen Atemwege setzt sich aus der äußeren Nase und der Nasenhöhle zusammen. Ihre Funktion besteht neben dem Riechen darin, die Atemluft zu reinigen, zu befeuchten und zu erwärmen. Es erfolgt eine biologische Kontrolle der Luft durch antibakterielle Komponenten des Schleims. Zusätzlich sind Nase und Nasennebenhöhlen an der Sprachbildung beteiligt (Aumüller et al., 2020). Die äußere Nase besteht aus knöchernen und knorpeligen Anteilen. Neben der knöchernen Nasenwurzel wird sie vom knorpeligen Nasenrücken und den knorpeligen Nasenflügeln gebildet. Ein weiterer Knorpel bildet den vorderen Teil des Nasenseptums. Die beiden Nasenlöcher bilden jeweils den Zugang zum Nasenvorhof. Die knöchern umschlossene Apertura piriformis markiert den gemeinsamen Eingang zu den paarigen Nasenhöhlen. Diese werden von Anteilen verschiedener Knochen umschlossen. Die laterale Nasenwand gliedert sich in drei Nasenmuscheln (Conchae nasalis) auf (Aumüller et al., 2020).

Die Nasennebenhöhlen (Sinus maxillaris, frontalis, sphenoidalis und ethmoidalis) sind Aussackungen beider Nasenhöhlen, die durch Einwachsen der Nasenschleimhaut in die benachbarten Knochen im Kindesalter entstehen. Zwei hintere Öffnungen (Choanen) verbinden die Nasenhöhlen mit dem Epipharynx. Darüber hinaus sind die Nasenhöhlen über verschiedene Öffnungen und Kanäle miteinander, sowie mit umliegenden Strukturen verbunden. Die Mündungsstellen, insbesondere die der Kiefer- und der Stirnhöhlen (auch als ostiomeataler Komplex bezeichnet), können anatomisch sehr unterschiedlich gestaltet sein und Hindernisse bei der Belüftung und dem Sekretabfluss der Nasennebenhöhlen darstellen (Aumüller et al., 2020). Das bei Tieren vorhandene Vomeronasalorgan, das über die Detektion von Pheromonen eine besondere Rolle in der nonverbalen Kommunikation innehat, ist beim Menschen jenseits der Embryonalentwicklung nicht mehr nachweisbar (Pape et al., 2019).

Im oberen Teil der Nasenhöhlen befindet sich die Regio olfactoria, die sich auf einem ca. 400-500mm² großen Bereich über die oberen Nasenmuscheln und eine kleine Fläche des Septums erstreckt (Behrends, 2010; Féron et al., 1998; Pape et al., 2019). Dabei handelt es sich beim Menschen nicht um eine einzige scharf begrenzte Fläche. Sie erstreckt sich vielmehr landkartenartig mit Inseln und Ausbuchtungen von Flimmerepithel (v. Brunn, 1892). Während das Vestibulum nasi mit Epidermis ausgekleidet ist, die sowohl mit Haaren (Vibrissae) als auch mit Talg- und Schweißdrüsen ausgestattet ist, sind die Nasenhöhlen und Nasennebenhöhlen

größtenteils mit einem Flimmerepithel bedeckt. Subepithelial liegen muzinöse Drüsen und ein Venenplexus. Dieser schwillt bei Entzündungen der Nasenschleimhaut an, wodurch die Nasendurchgängigkeit behindert wird (Aumüller et al., 2020).

In der Regio olfactoria ist die spezialisierte Riechschleimhaut zu finden. Sie besteht aus Riechzellen, Stützzellen und Basalzellen. Bei den 10 bis 30 Millionen Riechzellen handelt es sich um primäre bipolare Sinneszellen mit Kinozilien. Sie gehören mit einem Lebenszyklus von drei bis sechs Wochen zu den wenigen regenerationsfähigen Neuronen (Pape et al., 2019). Ihre dünnen Neuriten schließen sich in der Lamina propria zu den Fila olfactoria zusammen, die durch die Lamina cribrosa des Siebbeins zum Bulbus olfactorius führen. Die Gesamtheit der Riechsinneszellen wird als Nervus olfactorius bezeichnet (Behrends, 2010).

Subepithelial liegen die Glandulae olfactoriae (Bowmann-Drüsen). Sie produzieren einen Schleim, in dem die Zilien der Riechsinneszellen flottieren (Aumüller et al., 2020; Behrends, 2010).

Natürliche Gerüche sind meist Gemische aus verschiedenen Substanzen (Behrends, 2010). Diese strömen, vermischt mit der Atemluft, durch den Nasenvorhof in die Nasenhöhlen, wobei der Großteil durch die unteren Conchae geleitet wird. Durch „Schnüffeln“ verändert sich der Anteil der Luft, der das Riechepithel erreicht. Beim Essen gelangen außerdem Aromen aus der Mundhöhle über die Choanen in die Nasenhöhlen, was als retronasales Riechen bezeichnet wird (Buettner et al., 2001). Ortho- und retronasale Eindrücke werden auf verschiedenen neuronalen Wegen verarbeitet und wahrgenommen (Bojanowski & Hummel, 2012). Diese Empfindung wird im allgemeinen Sprachgebrauch oftmals mit dem Schmecken gleichgesetzt (Rozin, 1982).

Duftmoleküle lösen sich im von den Bowmann-Drüsen gebildeten Schleim und gelangen so zu den Rezeptoren auf den Zilien der Riechsinneszellen, von denen es schätzungsweise 350 verschiedene gibt. Dabei besitzen viele Moleküle mehrere verschiedene Rezeptor-bindende Domänen, sodass sie über die Aktivierung mehrerer Rezeptoren ein komplexes Erregungsmuster erzeugen. Als G-Protein-gekoppelte Proteine stimulieren die Riechrezeptoren eine Adenylatcyclase, die wiederum über die Synthetisierung von cAMP aus AMP eine Öffnung unspezifischer Kationenkanäle (auch: CNG-Kanäle = cyclic nucleotide-gated ion channel) bewirkt. Über diese strömen Kationen in die Zelle und depolarisieren das Membranpotential. Ein Einstrom von Calciumionen bewirkt zusätzlich die Öffnung calciumvermittelter Chloridkanäle, was über einen Chloridausstrom eine weitere Depolarisierung der Membran bewirkt. Dieses Rezeptorpotenzial wird in der Sinneszelle fortgeleitet und löst schließlich am Axonhügel ein Aktionspotenzial aus, das über die Fila olfactoria zum Bulbus olfactorius weitergeleitet wird (Behrends, 2010). Die Schließung der CNG-Kanäle durch das einströmende Calcium begrenzt deren Aktivität, was zur Adaption an anhaltende Gerüche beiträgt (Kurahashi & Shibuya, 1990).

Im Bulbus olfactorius werden die afferenten Axone gleichartiger Riechsinneszellen stark konvergent auf Mitral- und Büschelzellen umgeschaltet, deren Zellkörper in Glomeruli liegen. Diese sind bei allen Individuen einer Art nach einem speziellen Muster angeordnet. Diese hochpräzise Sortierung ist besonders im Hinblick auf die hohe Regenerationsrate der Sinneszellen erstaunlich. Bereits hierbei wird der wahrgenommene Geruch als komplexes Aktivitätsmuster codiert. Zusätzlich aktivierte periglomeruläre Zellen sowie rekurrent geschaltete Körnerzellen wirken inhibierend. Über laterale Hemmung benachbarter Glomeruli wird eine Kontrastverschärfung erreicht (Behrends, 2010; Pape et al., 2019).

Die Axone der Mitral- und Büschelzellen lagern sich zum Tractus olfactorius zusammen und ziehen zum primären Riechhirn, dem der präpiriforme Kortex, das Tuberculum olfactorium und Teile der Amygdala zugeordnet werden. Damit projiziert das Riechen als einziges Sinnessystem ohne vorherige Umschaltung im Thalamus in kortikale Netzwerke. Vom primären Riechhirn bestehen zahlreiche weitere Verbindungen, die wichtigsten zum Hypothalamus, zur Amygdala, zum orbitofrontalen Kortex, wo die bewusste Wahrnehmung und Bewertung eines Geruchs in angenehm und unangenehm (Hedonik) erfolgt, und zur Insula, wo Riech- und Schmeckeindrücke konvergieren. Weitere Verschaltungen zur Formatio reticularis beeinflussen die Aufmerksamkeit durch Riecheindrücke bis hin zur Weckfunktion. Über den Hypothalamus wird in die Steuerung der Nahrungsaufnahme eingegriffen. Die Amygdala vermittelt emotionale Reaktionen und über den entorhinalen Kortex und das limbische System wird langanhaltend das Gedächtnis beeinflusst (Pape et al., 2019).

2.2 Schmecken: Anatomie und Physiologie

Der Schmecksinn wird über Rezeptoren in der Mundhöhle und im oberen Rachenbereich, insbesondere auf den Papillen der Zunge, vermittelt. Die Mundhöhle als Eingangsbereich zum Verdauungstrakt erfüllt vielfältige Aufgaben, zu denen neben der Zerkleinerung und sensorischen Kontrolle der Nahrung auch die Sprachbildung und die Atmung zählen. Die Speicheldrüsen (Glandulae parotidea, sublingualis und submandibularis) produzieren ein Sekret, in dem die Schmeckstoffe der Nahrungsmittel gelöst werden und so zu den Schmeckrezeptoren gelangen können (Pape et al., 2019).

Die Zunge als Hauptort des Schmeckens liegt in der Cavitas oris propria. Sie besteht aus verschiedenen mit Schleimhaut überzogenen Muskeln und spielt neben der Schmeckfunktion und Aufnahme mechanischer Reize eine wichtige Rolle bei der Artikulation, beim Kauen und beim Schluckvorgang (Aumüller et al., 2020). Im Gegensatz zur glatten Unterfläche befinden sich auf dem Zungenrücken zahlreiche Papillen, von denen man vier Typen unterscheidet, welche in Form und Aufbau voneinander verschieden sind. Zur Chemosensibilität tragen insbesondere die Papillae vallatae, die Papillae foliatae und die Papillae fungiformes bei, während die Papillae filiformes vornehmlich mechanozeptive Funktionen erfüllen. Die auf den Papillen und im Bereich des Gaumens, an den Wangen, im Pharynx und auf der Epiglottis

vorkommenden 3000-5000 Geschmacksknospen bilden zusammen mit freien Nervenendigungen das Schmeckorgan (Aumüller et al., 2020; Behrends, 2010; Pape et al., 2019).

Die Geschmacksknospen sind tonnenartige Gebilde im Niveau des Oberflächenepithels. Sie bestehen aus je 10-50 zwiebelschalenartig aneinander liegenden Sinneszellen, sowie Stützzellen und Basalzellen. Sie schließen sich apikal im Porus gustatorius zusammen, in den die Mikrovilli der Schmeckzellen ragen. Die Oberfläche der Schmeckzellen wird durch Ebner-Spüldrüsen mittels spezieller Bindungsproteine gereinigt. Die Sinneszellen regenerieren sich aus den Basalzellen in einem Zyklus von 10-15 Tagen (Aumüller et al., 2020; Behrends, 2010; Pape et al., 2019). Auch wenn die Geschmacksqualitäten nicht an einzelne Papillen gebunden sind und somit prinzipiell jeder Geschmack überall wahrgenommen werden kann, sind subjektiv lokale Unterschiede für die fünf Geschmacksqualitäten bekannt (Aumüller et al., 2020; Sato et al., 2002).

Die gustatorische Transduktion wird durch die Bindung von Schmeckstoffen an spezifische Rezeptormoleküle in der Mikrovillimembran ausgelöst. Das dabei erzeugte Rezeptorpotenzial erregt wiederum die basal ansetzende afferente Nervenfasern. Die Chemotransduktion erfolgt je nach Geschmacksqualität unterschiedlich. Es sind ionotrope (salzig, sauer) und metabotrope (G-Protein-gekoppelte; süß, bitter, umami) Mechanismen bekannt. Für Bitterstoffe sind wegen der notwendigen Schutzfunktion bis zu 30 Rezeptortypen beschrieben; bitter hat außerdem die niedrigste Schwellenkonzentration aller Geschmacksqualitäten (Behrends, 2010; Pape et al., 2019).

Im Gegensatz zu den Riechzellen sind die Schmeckzellen sekundäre Sinneszellen und werden durch afferente Fasern von drei Hirnnerven (VII., IX. und X.) versorgt (Pape et al., 2019). Die sensorischen Fasern werden im Nucleus solitarius umgeschaltet und ziehen dann zum Teil über den Thalamus zur bewussten Wahrnehmung in den Neocortex (Gyrus postcentralis und Insel; primäres Projektionsfeld der Schmeckbahn), aber auch zu Kerngebieten des limbischen Systems (Hypothalamus und Amygdala), wo hedonische Bewertung und emotionale Verarbeitung erfolgen. Sekundäre Schmeckareale finden sich im orbitofrontalen Kortex, wo Informationen der verschiedenen Sinne integriert werden (Behrends, 2010; Pape et al., 2019).

Die Identifikation der Geschmacksqualität erfolgt durch kombinatorische Signalverarbeitung vieler afferenter Fasern. Der Schmecksinn adaptiert bei kontinuierlicher Reizung, gleichzeitig steigt die Empfindlichkeit für andere Geschmacksqualitäten (Pape et al., 2019). Die Schmeckwahrnehmung wird durch die Körperhomöostase beeinflusst (Behrends, 2010).

2.3 Der Nervus trigeminus und seine Bedeutung für das Riechen

Der N. trigeminus als fünfter Hirnnerv innerviert das Gesicht und weitere Teile des Kopfes über hauptsächlich somatosensible Fasern. Außerdem besitzt er somatomotorische und parasympathische Fasern, die z. B. die Kaumuskulatur und die Tränendrüse steuern. Seine drei Hauptäste sind der N. ophthalmicus (V_1), N. maxillaris (V_2) und N. mandibularis (V_3). Das erste Neuron der afferenten Fasern liegt im Ganglion trigeminale. Die somatosensiblen Kerngebiete befinden sich im Hirnstamm. Die Fasern ziehen nach Umschaltung in den Kernen zum Thalamus und von dort zum primären sensorischen Kortex (Aumüller et al., 2020).

Der N. trigeminus innerviert sensibel die äußere Nase (Äste aus V_1 und V_2) und die Nasenhöhlen (Rami nasales aus dem N. ethmoidalis anterior (V_1) und aus V_2). Die sensible Innervation der Mundhöhle erfolgt durch Äste aus V_2 und V_3 ; der N. lingualis (V_3) versorgt die vorderen zwei Drittel der Zunge (Aumüller et al., 2020).

Trigemurale Reize dienen neben der taktilen Empfindung auch der Nozizeption und werden als stechende oder beißende Empfindungen wahrgenommen. Für ihre Detektion sind meist hohe Stoffkonzentrationen nötig. Endigungen des N. trigeminus auf der Zunge vermitteln den Eindruck „scharf“ (Behrends, 2010; Elsberg et al., 1936). Durch die Wahrnehmung von strömender Luft und Kälte vermittelt der N. trigeminus ein Gefühl für die Nasendurchgängigkeit, das aber häufig nicht mit objektiv gemessenen Werten übereinstimmt (Zhao et al., 2011; Zhao et al., 2014).

Olfaktorisches und trigeminales System sind eng miteinander verknüpft. Viele Duftstoffe besitzen zusätzlich eine trigeminale Komponente. Während reine Duftstoffe (z. B. Vanillin, Zimt, Kaffee, Phenylethylalkohol) ausschließlich über den N. olfactorius vermittelt werden, reizen Duftstoffe mit trigeminaler Komponente (z. B. Chlor, Ammoniak, Essigsäure, Eukalyptus) zusätzlich die freien Nervenendigungen des N. trigeminus (Elsberg et al., 1936). Patient*innen mit Riechverlust zeigen eine niedrigere Sensitivität auf trigeminale Reize (Frasnelli et al., 2010; Hummel et al., 2003; Hummel et al., 1996). Gleichzeitig scheinen beide Systeme über Adaptionsmechanismen miteinander zu interagieren: bei Patient*innen mit erworbenem Riechverlust ist die periphere trigeminale Aktivierung erhöht (Frasnelli et al., 2007a, 2007b). Eine physiologische Abnahme der trigeminalen Empfindlichkeit mit steigendem Alter wurde beschrieben (Frasnelli & Hummel, 2003; Hummel et al., 2003). Diese scheint jedoch nicht so stark ausgeprägt zu sein, wie der Rückgang der olfaktorischen Funktion (Wysocki et al., 2003).

Im Gegensatz zu rein olfaktorischen Duftstoffen können trigeminale Reize lateralisiert, also bei einseitiger Präsentation der jeweiligen Seite zugeordnet werden (Cometto-Muñiz & Cain, 1998; Croy et al., 2014; Kobal et al., 1989). Diese Fähigkeit ist abhängig von Intensität und Volumen des Stimulus (Hummel et al., 2011). Trigemurale Effekte können genutzt werden, um

funktionelle von organischer Anosmie zu unterscheiden, sowie wahre von simulierter Anosmie bei gutachterlichen Fragestellungen. Bei einem Ausfall des Riechorgans werden trigeminale Empfindungen noch wahrgenommen, während dies bei Simulation verneint wird (Doty, 1975; Elsberg et al., 1936).

2.4 Riech- und Schmeckstörungen

2.4.1 Riechstörungen

Die Prävalenz von Riechstörungen ist höher als im Allgemeinen angenommen und steigt mit dem Alter (Doty et al., 1984). Während in der Altersgruppe unter 65 Jahren Prävalenzen in Größenordnungen bis zu 5% (Anosmie) bzw. 15% (Hyposmie) angegeben werden (Landis et al., 2004), wurde eine Einschränkung bei einem Viertel der 53 - 97 Jahre alten und sogar bei fast zwei Drittel der 80 - 97 Jahre alten Proband*innen festgestellt (Landis et al., 2004; Murphy et al., 2002). Insbesondere ältere Menschen mit Riechstörungen werden oftmals nicht klinisch vorstellig (Adams et al., 2017). Die Abnahme der Riechfunktion im Alter ist durch hormonelle Mechanismen und eine verminderte Fähigkeit der Riechsinneszellen zur Regeneration bedingt (Hummel & Welge-Lüssen, 2009; Pape et al., 2019). Männer sind generell häufiger von Riechstörungen betroffen (Doty et al., 1984). Als weitere Risikofaktoren sind Rauchen, Schlaganfälle, Epilepsien, behinderte Nasenatmung und Infektionen der oberen Atemwege bekannt (Landis et al., 2004; Murphy et al., 2002; Vennemann et al., 2008).

Bei den Pathologien des Riechvermögens unterscheidet man zwischen quantitativen und qualitativen Störungen (Hummel & Welge-Lüssen, 2009). Zu den quantitativen Störungen zählen die Anosmie (kompletter Riechverlust), die funktionelle Anosmie (deutliche Einschränkung des Riechvermögens, unabhängig davon, ob noch eine geringe Restwahrnehmung vorhanden ist), die partielle Anosmie (auf einen bestimmten Duftstoff/ eine Duftstoffgruppe bezogen), die Hyposmie (partieller Verlust), die olfaktorische Intoleranz (übersteigerte subjektive Empfindlichkeit) und die Hyperosmie (übernormale Funktion). Qualitative Störungen sind die Parosmie (Missempfindung bei vorhandenem Sinnesreiz) und die Phantosmie (Missempfindung bei nicht vorhandenem Sinnesreiz). Dabei werden „normale“ Düfte verändert und oft subjektiv als unangenehm empfunden (z. B. Kaffee als Fäulnis- oder Fäkaliengeruch) (Hummel, Hähner et al., 2007). Qualitative Riechstörungen treten häufig bei Virusinfekten und posttraumatischen oder psychiatrischen Krankheitsbildern auf und können sich nach Monaten bis Jahren wieder zurückbilden (Hummel & Welge-Lüssen, 2009).

Neben dem altersbedingten Riechverlust (Hummel & Welge-Lüssen, 2009) sind die Ursachen für Riechstörungen vielfältig. Im deutschsprachigen Raum stellen sinunasale Erkrankungen mit 72% die häufigste Ursache dar (Damm et al., 2004). Krankheiten wie die Chronische Rhinosinusitis verursachen Riechstörungen durch nasale Strömungshindernisse (Damm et al., 2000). Weitere häufige Ursachen sind (virale) Infektionen der oberen Atemwege, idiopathische

Störungen und Schädel-Hirn-Traumata durch Abriss der Fila olfactoria oder Narbenbildung im Bereich des Bulbus olfactorius (Damm et al., 2004). Die genaue Verteilung unterscheidet sich je nach Zentrum, so wurde an einzelnen Kliniken der Anteil postviraler Riechstörungen mit bis zu 91% angegeben (Damm et al., 2004).

Seit Anfang 2020 trägt die COVID-19 Pandemie eine große Bedeutung im HNO-klinischen Alltag. Die Datenlage zu mit der Erkrankung assoziierten Riechstörungen ist sehr heterogen. Über die 2020 vorherrschende Virusvariante wurde berichtet, dass bis zu 85% der COVID-19-Patient*innen eine Riechstörung hatten (Hähner et al., 2020; Izquierdo-Dominguez et al., 2020). Bei über 24 Millionen infizierten Personen in Deutschland (Stand: April 2022) (Robert Koch-Institut, 2022) dürften viral bedingte Riechstörungen seit Beginn der Pandemie eine noch größere Bedeutung besitzen, als von den oben genannten Studien berichtet.

Seltenere Ursachen für Riechstörungen sind Hirntumoren und neurodegenerative Erkrankungen wie M. Alzheimer, M. Parkinson oder Multiple Sklerose (Pape et al., 2019). Beim idiopathischen Parkinson-Syndrom sind Riechstörungen ein häufiges Früh- oder sogar Erstsymptom und treten oft schon vor Beginn motorischer oder kognitiver Symptome auf (Müller et al., 2003). Idiopathische Hyposmie kann somit als Risikofaktor für die spätere Entwicklung eines Parkinson-Syndroms verstanden werden (Hawkes, 2006). Riechstörungen treten bei psychiatrischen Krankheitsbildern wie Schizophrenien (Kamath et al., 2014) oder Depressionen (Croy & Hummel, 2017) auf. Es sind außerdem kongenitale Störungen bekannt. Bei Patient*innen mit angeborener Riechstörung wie dem Kallmann-Syndrom wurde eine Hypoplasie oder sogar ein komplettes Fehlen von Bulbus und Tractus olfactorius nachgewiesen (Yousem et al., 1996). Bei Patient*innen mit isolierter Anosmie wurden im MRT Hypo- und Aplasien des Bulbus olfactorius und weniger tiefe Sulci olfactorii nachgewiesen (Abolmaali et al., 2002). Weitere mögliche Ursachen sind Epilepsien, cerebrovaskuläre Vorfälle, neurochirurgische Operationen und endokrine Störungen. Sehr selten wurde eine Assoziation mit Exposition zu toxischen Chemikalien oder Zigarettenrauch, ionisierender Strahlung, und anderen neurologischen und internistischen Erkrankungen gezeigt (Smith & Seiden, 1991).

2.4.2 Schmeckstörungen

Spezifische Störungen des Schmecksinnes sind viel seltener als solche des olfaktorischen Systems. Nur etwa 5% der Bevölkerung zeigt eine objektiv messbare Hypogeusie (Pape et al., 2019; Welge-Lüssen et al., 2011). Der subjektiv berichtete Anteil liegt mit knapp 20% viel höher (Rawal et al., 2016). Oftmals werden auch Störungen des Riechens als Schmeckstörungen wahrgenommen (Deems et al., 1991; Temmel et al., 2002). Der Geschmack eines Lebensmittels setzt sich aus den Komponenten ortho- und retronasaler Geruch, Geschmack und Berührung zusammen (Bojanowski & Hummel, 2012). Die Empfindung des retronasalen Riechens wird im allgemeinen Sprachgebrauch oftmals mit dem

Schmecken gleichgesetzt (Rozin, 1982), was eine mögliche Ursache für die subjektiv höher berichtete Prävalenz darstellt. Im Gegensatz dazu bleiben regionale Schmeckausfälle oft unbemerkt. Das lässt sich durch die mehrfache Innervation durch drei Hirnnerven (VII., IV. und X.) erklären. Da sich die Schmeckstoffe im ganzen Mund verteilen, kann der Ausfall eines Nerves durch die anderen kompensiert werden (Hummel & Welge-Lüssen, 2009; Pape et al., 2019). Als Risikofaktoren für eine Schmeckstörung sind Nasen- oder Gesichtsverletzungen, ein niedriger Bildungsstand und ein allgemein schlechter Gesundheitszustand bekannt (Rawal et al., 2016).

Schmeckstörungen unterteilt man wie Riechstörungen in quantitative und qualitative Veränderungen. Quantitative Störungen des Schmeckvermögens sind die Hypergeusie (gesteigerte Empfindlichkeit), die Hypogeusie (verminderte Empfindlichkeit), die funktionelle Ageusie (sehr deutliche Einschränkung mit oder ohne Restwahrnehmung), die partielle Ageusie (Verlust einer bestimmten Geschmacksqualität) und die komplette Ageusie (vollständiger Verlust). Zu den qualitativen Störungen zählen die Parageusie (veränderte Wahrnehmung von Schmeckeindrücken) und die Phantogeusie (Wahrnehmung nicht vorhandener Schmeckeindrücke) (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. [AWMF], 2016; Behrends, 2010; Hummel & Welge-Lüssen, 2009; Pape et al., 2019).

Das Schmeckvermögen nimmt im Alter physiologisch ab (Fukunaga et al., 2005; Hummel & Welge-Lüssen, 2009; Mojet et al., 2001). Ursachen für Dysgeusien können epithelial, also durch eine Schädigung der Geschmacksknospen oder Sinneszellen, oder neural bedingt sein (Hummel & Welge-Lüssen, 2009). Epitheliale Schäden entstehen durch Verbrennungen oder Bestrahlung (Just et al., 2005). Häufig treten Schmeckstörungen als Medikamentennebenwirkung, insbesondere bei Chemotherapien (Rademacher et al., 2020; Wilmes & Landthaler, 1986), oder im Zuge von System- oder Stoffwechselerkrankungen auf (Hummel & Welge-Lüssen, 2009). Eine Schädigung der Schmecknerven tritt bei Operationen auf, etwa die Schädigung des N. glossopharyngeus nach Tonsillektomie (Dressler & Conrad, 1989). Die Chorda tympani (VII) kann durch Entzündungen im Mittelohr in Mitleidenschaft gezogen werden (Landis et al., 2005). Ageusie kann ebenso wie Anosmie posttraumatisch auftreten (Sumner, 1967). Einen Spezialfall stellt das Burning-Mouth-Syndrom dar, das ohne sichtbare Schleimhautveränderungen mit metallischem Fehlgeschmack, Schleimhautbrennen und einer Schmeckschwellerhöhung einhergeht (Eliav et al., 2007; Hummel & Welge-Lüssen, 2009). Eine ungenügende Speichelsekretion (Xerostomie) ist häufig mit einer Schmeckstörung assoziiert (Rawal et al., 2016). Sie kann infolge einer Radiotherapie auftreten (Temmel et al., 2005). Das Sjögren-Syndrom ist mit chemosensorischen Einschränkungen

assoziiert (Šijan Gobeljić et al., 2020), wobei hier der Zusammenhang zwischen Xerostomie und Schmeckstörung umstritten ist (Al-Ezzi et al., 2020).

3 Messverfahren der chemosensorischen Sinne

3.1 Untersuchungsverfahren des Riechvermögens

In Deutschland stellen sich laut Schätzungen jährlich 79.000 Patient*innen mit Riechstörungen in HNO-Kliniken vor (Damm et al., 2004). Für Diagnose und Verlaufskontrollen werden standardisierte, validierte Riechtests verwendet. Sie überprüfen verschiedene Funktionen des Riechvermögens, da so unterschiedliche Strukturen erfasst werden können, die an der Verarbeitung olfaktorischer Information beteiligt sind (Doty et al., 1994; Hummel, Hähner et al., 2007). Dazu gehören die Wahrnehmungsschwelle, die Diskrimination oder Identifikation, das Riechgedächtnis oder die Skalierung überschwelliger Duftkonzentrationen (Hummel, Hähner et al., 2007).

Bei jeder Untersuchung sollte eine ausführliche Anamnese durchgeführt werden. Dabei werden Ess- Trink- und Rauchgewohnheiten, Unfälle, Operationen, Vorerkrankungen und eingenommene Medikamente erfragt. Anschließend sollten eine HNO-ärztliche Untersuchung und eine Endoskopie der Nase durchgeführt werden. Ergänzend kann eine neurologische Untersuchung hilfreich sein, um eine neurodegenerative Erkrankung als mögliche Ursache der Riechstörung abzuklären; ebenso sollten gravierende internistische Krankheitsbilder ausgeschlossen werden (Hummel, Hähner et al., 2007). Die Basisdiagnostik umfasst außerdem die Riechtestung mit einem validierten Testverfahren und ein Screening der globalen Schmeckfunktion (AWMF, 2016).

3.1.1 Psychophysische orthonasale Riechtestung

Sniffin' Sticks bieten eine wiederverwendbare, validierte und umfassende Möglichkeit zur Untersuchung des Riechvermögens (Hummel et al., 1997; Kobal et al., 2000). Der Test nutzt mit Duftstoff gefüllte Riechstifte und besteht aus den Teilen Riechschwelle, Diskrimination und Identifikation (Göktas et al., 2018; Hummel et al., 1997). Der Schwellentest zeigte sich dabei als der sensitivste Subtest zur Detektion einer Riechstörung (Damm et al., 2000; Lötsch et al., 2008). Ihre kommerzielle Verfügbarkeit und standardisierte Anwendung ermöglichen eine räumliche und zeitliche Vergleichbarkeit klinischer Untersuchungen (Hummel, Hähner et al., 2007).

Der UPSIT (University of Pennsylvania Smell Identification Test) ist ein reiner Identifikationstest. 40 Gerüche sind in Mikrokapseln auf Papier aufgetragen und werden durch Aufkratzen freigesetzt („Scratch'n Sniff-Technik“). Die verwendeten Gerüche schränken ihn lokal in seiner Anwendbarkeit ein, da sie in verschiedenen Kulturen nicht denselben

Bekanntheitsgrad besitzen wie in Nordamerika (Doty et al., 1984). Eine Kurzversion des UPSIT, der CC-SIT (Cross-Cultural Smell Identification Test) nutzt dagegen Gerüche, die der Bevölkerung in weiten Teilen der Welt bekannt sein sollten (Doty et al., 1996). Die sichere Unterscheidung zwischen Normosmie, Hyposmie oder Anosmie auf individueller Ebene ist nicht mit reinen Identifikationstests möglich (Hummel, Hähner et al., 2007).

Der CCCRC-Test (Connecticut Chemosensory Clinical Research Centers Test) untersucht seitengetreunt die Riechschwelle für Butanol und die Identifikation für von Gerüchen. Die Duftstoffe werden in kleinen Fläschchen angereicht (Cain et al., 1988). In späteren Studien wurde jedoch gezeigt, dass der CCCRC-Test nur eine geringe Test-Retest-Reliabilität von 0,36 für die Schwelle und 0,6 für die Identifikation besitzt (Hummel et al., 1997).

3.1.2 Die Untersuchung des retronasalen Riechens

Bei bestimmten Krankheitsbildern besteht eine Diskrepanz zwischen ortho- und retronasalem Riechvermögen, zum Beispiel bei der mechanischen Verlegung der Atemwege bei Nasenpolypen (Landis, Giger et al., 2003; Pfaar et al., 2006). Außerdem scheint die Verarbeitung ortho- und retronasaler Stimuli voneinander verschieden zu sein (Heilmann & Hummel, 2004). Die Testung des retronasalen Riechens erfolgt mit Schmeckpulvern, die den Patient*innen mit zunächst verschlossener Nase in den Mund gegeben und aus einer vorgegebenen Liste identifiziert werden (Heilmann et al., 2002). Eine weitere Möglichkeit ist der „Candy Smell Test“. Hierbei werden Sorbitolbonbons in den Mund gegeben, die beim Kauen ihr Aroma retronasal entfalten (Renner et al., 2009).

3.1.3 Objektivierende Testung

Psychophysische Verfahren sind stark von der Mitarbeit der Patient*innen abhängig. Objektivierende Testverfahren sind davon unabhängig, und somit auch anwendbar, wenn die Testpersonen nicht zur Mitarbeit motiviert oder fähig sind. Sie sind auch zur Klärung gutachterlicher Fragestellungen geeignet, aber teurer, aufwändiger, und erfordern eine gewisse Expertise des Untersuchenden (Hummel, Hähner et al., 2007).

Bei der Messung olfaktorisch evozierter Potenziale (OEP) werden rein olfaktorische Reize mit definierter Intensität, Dauer und Anstiegssteilheit mittels eines Olfaktometers appliziert. Die Reizantwort wird mit EEG-Elektroden erfasst. Trotz eines hohen apparativen Aufwandes wird diese Methode in verschiedenen Zentren im klinischen Routinebetrieb, sowie in der Forschung angewendet (Hummel et al., 2000). Elektro-Olfaktogramme nutzen periphere Schleimhautpotenziale, die direkt vom Riechepithel abgeleitet werden (Knecht & Hummel, 2004). Diese sind aber nur stark eingeschränkt beurteilbar und werden daher bisher nicht in der klinischen Routinediagnostik eingesetzt (Hummel, Hähner et al., 2007).

3.1.4 Radiologische Verfahren

Über CT- oder MRT-Untersuchungen können intrakranielle Raumforderungen und Hypo- oder Aplasien des Bulbus olfactorius bei kongenitaler Anosmie gefunden werden (Abolmaali et al., 2002; Yousem et al., 1996). Die Analyse des Bulbusvolumens und der -morphologie ermöglicht eine Aussage über den funktionellen Status des Riechsystems. Eine Größenreduktion des Bulbus kann durch verminderte Vaskularisierung (Korol & Brunjes, 1992) und eine Abnahme der Zellzahl nach olfaktorischer Deprivation bedingt sein (Cummings et al., 1997). Sie wurde bei Patient*innen mit posttraumatischem und postinfektiösem Riechdefizit nachgewiesen (Müller et al., 2005). Die Abnahme des Bulbusvolumens korreliert signifikant mit dem Verlust der Riechfunktion (Rombaux et al., 2006).

3.1.5 Screeningtests

Screeningtests dienen lediglich einer sicheren Unterscheidung zwischen „gesund“ und „krank“. Die Ätiologie der Riechstörung spielt dabei keine Rolle (Kremer et al., 1998). In der Regel sind Screeningtests kurze Identifikationstests, wie etwa die Kurzversion des UPSIT, bei der 3 bzw. 12 Düfte getestet werden (Doty et al., 1996; Jackman & Doty, 2005). Als Screeningtest kann ein Identifikationstest mit 12 oder 16 Sniffin' Sticks durchgeführt werden (Gudziol & Förster, 2002; Hummel et al., 2001). Ein Screeningtest mit der Identifikation von 16 Sniffin' Sticks kann Normosmiker, Hyposmiker und Anosmiker verlässlich auseinanderhalten (Hummel et al., 2001). Ein von Simmen et al. beschriebener Screeningtest nutzt acht Riechdisketten und kann Menschen mit normaler Riechfunktion mit einer Sensitivität von 99,7% identifizieren (Simmen et al., 1999). Bei einem anderen Test mit sechs oral applizierten Nasensprays konnte eine Normosmie mit einer Sensitivität von 88% identifiziert werden (Kremer et al., 1998). Der „Alcohol Sniff Test“ nutzt einen Einweg-Desinfektionstupfer, der langsam an die Nase geführt wird. Dabei wird der Abstand gemessen, ab dem der Geruch zum ersten Mal wahrgenommen werden kann (Davidson et al., 1998).

3.2 Untersuchungsverfahren des Schmeckvermögens

Eine messbare Schmeckstörung liegt bei knapp 5% der Patient*innen vor, die sich wegen Riech- oder Schmeckstörungen klinisch vorstellen (Deems et al., 1991). Analog zu Störungen des Riechvermögens sollte zunächst eine umfangreiche Basisdiagnostik erfolgen, bestehend aus Anamnese, HNO-Status und Endoskopie (AWMF, 2016). Da Riechstörungen oft als Schmeckstörungen fehlinterpretiert werden (Deems et al., 1991), sollte auch bei scheinbar isolierter Schmeckstörung eine orientierende Überprüfung des Riechvermögens erfolgen (AWMF, 2016).

3.2.1 Psychophysische Schmecktests

Als Screeningtest der globalen Schmeckfunktion eignet sich die Identifikation von vier Schmecksprays mit stereotypischen Substanzen der Geschmacksrichtungen süß, sauer, salzig und bitter (Welge-Lüssen et al., 2011). Zur Bestimmung der Schmeckschwelle kann eine Lösung als Tropfen auf die Zunge gegeben werden. Die Testperson soll dabei den Tropfen mit in ansteigender Konzentration gelöstem Schmeckstoff im Vergleich zu zwei Tropfen Wasser erkennen (Henkin et al., 1963). Die Identifikation kann mit Schmeckstoffen überprüft werden, die in verschiedenen Konzentrationen in pseudorandomisierter Reihenfolge angeboten werden. Eine mögliche Darreichungsform sind die Schmeckstreifen (Müller et al., 2003). Eine Applikation in flüssiger Form (Grant et al., 1989) oder als kleine Tablette (Ahne et al., 2000) wurde ebenso beschrieben.

Eine regionale Schmecktestung sollte insbesondere bei Verdacht auf eine nervale Schädigung durchgeführt werden (AWMF, 2016). Dabei soll die Testperson ihre Zunge herausstrecken um die lokale Applikation zu ermöglichen, während der Schmeckstoff mit Wattestäbchen oder Schmeckstreifen aufgetragen wird (Bartoshuk, 1989; Müller et al., 2003; Wrobel & Leopold, 2004). Bei der Elektrogustometrie wird die elektrische Wahrnehmungsschwelle auf verschiedenen Arealen der Zunge bestimmt. Dabei kann eine gemessene Seitendifferenz für die Schädigung eines einzelnen Nerven sprechen (Stillman et al., 2003).

3.2.2 Objektivierbare Verfahren

Im Gegensatz zu objektivierbaren Verfahren bei Riechstörungen finden gustatorisch evozierte Potenziale bisher ausschließlich in der Forschung Anwendung (AWMF, 2016). Dabei werden wässrige Schmeckstoffe flächig auf die Zunge gesprüht und die Reizantwort mittels EEG abgeleitet (Ikui, 2002; Kobal, 1985). Zur weiterführenden Diagnostik können CT- oder MRT-Untersuchungen (Hummel & Welge-Lüssen, 2009) oder eine Kontaktendoskopie (Just et al., 2006) durchgeführt werden.

3.3 Untersuchungsverfahren der trigeminalen Funktion

Eine zuverlässige und valide Methode zur Bestimmung der trigeminalen Empfindlichkeit ist der CO₂-Stimulator. Bei diesem wird CO₂ aus einer Gasflasche über eine Sauerstoffbrille auf die Nasenschleimhaut appliziert. Ein Computer ermöglicht über ein vorgeschaltetes Ventil eine genau definierte Reizdauer. Die Testperson gibt über einen Druckknopf Rückmeldung, ob ein stechender Reiz wahrgenommen wird. Abhängig von der gegebenen Antwort wird die Reizdauer verlängert oder verkürzt. Aus dem Durchschnitt der letzten vier Wendepunkte wird die Empfindungsschwelle des Probanden errechnet (Hummel et al., 2016).

Die Lateralisationstestung nutzt die Fähigkeit des N. trigeminus, einen angebotenen Reiz der rechten oder linken Seite zuzuordnen. Der N. olfactorius besitzt diese Fähigkeit nicht, sodass

diese Methode einen direkten Rückschluss auf die trigeminale Empfindlichkeit erlaubt. Dafür wird eine sogenannte „Quetsche“ mit zwei optisch identischen Plastikfläschchen verwendet. Nur eines der Fläschchen enthält einen Duftstoff mit trigeminaler Komponente (z. B. Eukalyptol). Durch Zusammendrücken der Fläschchen wird über zwei Silikonschläuche ein Luftstrom in die Nasenlöcher der Testperson geleitet. Diese muss daraufhin angeben, ob ein stechender Reiz links oder rechts wahrgenommen wurde. Die Testung wird bis zu vierzigmal wiederholt und die Anzahl der korrekten Antworten gilt als Maß für die trigeminale Empfindlichkeit (Cometto-Muñiz et al., 2000; Hummel et al., 2003). Ähnliche Methoden mit Bestimmung der Lateralisationsschwelle (Cometto-Muñiz & Cain, 1998) oder der Applikation flüssiger Stimuli (Prah & Benignus, 1984) wurden ebenfalls beschrieben.

3.4 Möglichkeiten zur Selbsttestung

Bisher existiert eine Vielzahl an Methoden, die es Patient*innen und anderen Interessierten ermöglichen, ihr Riechvermögen im klinischen Umfeld oder zu Hause selbst zu testen. Diese besitzen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und Limitationen.

Um eine gute Durchführbarkeit und Auswertbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, schlagen Parma et al. folgende Kriterien vor, die ein Riech-Selbsttest erfüllen muss:

- 1) schnelle Durchführbarkeit auch ohne geschultes Personal
- 2) einfach zu identifizierende Duftstoffe
- 3) Möglichkeit der Mehrfachnutzung
- 4) einheitliche Präsentation der Duftstoffe über verschiedene Sitzungen hinweg
- 5) Schutz vor physischer Kontamination während der Durchführung
- 6) Antworten, die nicht durch Raten herauszufinden sind (Parma et al., 2021).

Besonders im Zuge der COVID-19-Pandemie wurden zahlreiche neue Möglichkeiten zum schnellen selbstständigen Screening der Riechfunktion vorgestellt. Gerkin et al. ziehen die subjektive Wahrnehmung eines Riechverlustes als Prädiktor für COVID-19 heran. Die „Olfactory Determination Rating Scale in COVID-19“ (ODoR-19) erfragt das Riechvermögen auf einer numerischen Skala von 0 - 10. Antworten kleiner oder gleich 2 (bei Patient*innen ohne vorher bestehende Riech- oder Schmeckstörung) indizieren ein hohes Risiko einer COVID-19-Erkrankung (Gerkin et al., 2020). Als einfache Möglichkeit der orthonasalen Selbsttestung beschreibt Bell die Introspektion, also eine bewusste Wahrnehmung des Sinneseindrucks beim Riechen an einem duftenden Haushaltsgegenstand, und den Vergleich mit dem erwarteten Riecheindruck. Beim „Jelly-Bean-Test“ zur Testung des retronasalen Riechens soll eine Süßigkeit mit verschlossener Nase in den Mund genommen werden. Beim Öffnen der Nase sollte der gewohnte Geschmack sofort wahrgenommen werden, andernfalls besteht der Verdacht auf eine Riechstörung (Bell, 2020). Das Werkzeug „Smelltracker.org“ erfasst die wahrgenommene Geruchsintensität von fünf haushaltsüblichen

Gegenständen. Die durchschnittlich wahrgenommenen Intensitäten stehen in engem Zusammenhang mit COVID-19-Symptomen der getesteten Personen und der geschätzten COVID-19-Prävalenz in der Bevölkerung (Iravani et al., 2020). Ein von Sheen et al. durchgeführter Selbsttest mit sechs haushaltsüblichen Duftquellen, die in ihrer Intensität bewertet werden sollten, zeigte nur eine geringe Sensitivität bei der Detektion einer Riechstörung (Sheen et al., 2022). Die genannten Tests verlassen sich ausschließlich auf die subjektive Wahrnehmung.

Im klinischen Umfeld sind, im Gegensatz zum durchschnittlichen Haushalt, Materialien vorhanden, die zur Durchführung eines objektiven Riechtests benötigt werden. Limitierende Faktoren sind hier Zeit- oder Personalmangel. Diese können mit Möglichkeiten zur Selbsttestung umgangen werden. Dabei wird die Zeitersparnis jedoch durch die Erholungszeit zwischen den Testungen begrenzt (Besser et al., 2020).

Die Sniffin' Sticks sind als validierte Testmethode in vielen Kliniken vorhanden. Der Identifikationstest kann von Patient*innen selbst durchgeführt werden, indem der Geruch mit dem Stift zunächst auf ein Blatt Papier „gemalt“ wird. Auf diese Weise werden ähnliche Ergebnisse erreicht wie beim klassischen Identifikationstest (Müller et al., 2006). Diese auch als „Odour-Curves-On-Paper“ bezeichnete Methode ist ebenso geeignet zur Bestimmung der Diskriminationsfähigkeit, und mit Einschränkungen auch für die Riechschwelle. Voraussetzungen sind schriftliche Instruktionen und ein neutrales Aussehen der Riechstifte (Besser et al., 2020).

Der Selbsttest „SCENTinel 1.0“ testet die Funktionen Detektion, Intensität und Identifikation. Die Testpersonen sollen drei Flicker mit Duftstoff nacheinander öffnen, daran riechen, und sie wieder verschließen („Lift'n Smell-Technik“). Anschließend wird 1) der Flicker mit dem stärksten Duft gewählt; 2) die Intensität des Dufts auf einer visuellen Analogskala von 0 (kein Geruch) bis 100 (sehr starker Geruch) bewertet; und 3) der Duft aus vier verbalen und visuellen Auswahlmöglichkeiten gewählt. Mittels des kombinierten Ergebnisses der drei Funktionen können Normosmiker, Hyposmiker und Anosmiker signifikant voneinander unterschieden werden (Parma et al., 2021).

Eine weitere Möglichkeit ist der Versand kommerziell verfügbarer Testkits per Post. So kann etwa der oben beschriebene UPSIT verschickt und zu Hause durchgeführt werden (Doty et al., 1984). Sheen et al. entwickelten den ebenfalls versandfähigen „Singapore Smell and Taste Test“ (SSTT). Das Testkit besteht aus zwei Riechstiften und vier Schmeckpulvern. Geruch und Geschmack werden identifiziert und nach ihrer wahrgenommenen Intensität bewertet. Die Ergebnisse des SSTT sind vergleichbar mit den subjektiv berichteten Einschränkungen (Sheen et al., 2022).

Der wohl naheliegendste Weg, um einen Selbsttest der breiten Masse der Bevölkerung zugänglich zu machen, ist die Nutzung haushaltsüblicher Gegenstände. Beim „Ozzie-Test“ nach Bell handelt es sich um einen Test, der individuelle Veränderungen der Riechschwelle detektiert. Diese wird aus einer selbst hergestellten Verdünnungsreihe einer primären Geruchslösung, zum Beispiel Rosenwasser, ermittelt. Die Anleitung zur Herstellung und Durchführung des Tests erfolgt schriftlich. Bei einer Veränderung der Riechschwelle wird vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie empfohlen, sich ärztlich vorzustellen. Individuelle Einzelwerte werden jedoch nicht mit der Populationsnorm verglichen (Bell, 2020). Die Ergebnisse eines selbst durchgeführten Riech- und Schmecktests bei mit COVID-19 infiziertem Krankenhauspersonal zeigten in einer Studie von Vaira et al. keine signifikanten Unterschiede zu standardisierten, in der Klinik durchgeführten Tests. Der verwendete Selbsttest nutzte mit Ausnahme von Ethylalkohol (das für den Schwellentest benötigt wurde) ausschließlich haushaltsübliche Gegenstände (Vaira et al., 2020).

Ein Test der chemosensorischen Sinne, der leicht verfügbare Materialien nutzt, selbstständig durchführbar ist und reproduzierbare Ergebnisse liefert, wurde bisher nicht beschrieben.

3.5 Die subjektive Einschätzung des Riechvermögens

Die Selbsteinschätzung der Riechleistung gilt im Vergleich zu standardisierten Testmethoden als unzuverlässig (Knaapila et al., 2008; Landis, Hummel et al., 2003; Philpott et al., 2006; Temmel et al., 2002). Obwohl eine Selbsteinschätzung einigermaßen genaue Informationen darüber liefern kann, ob eine Person riechen kann oder nicht, schätzen bis zu 30% der Anosmiker ihr Riechvermögen als mindestens durchschnittlich ein (Lötsch & Hummel, 2019). Bei einer Studie von Adams et al. bewerteten 74,2% der Patient*innen mit Riechstörung ihre Riechfunktion als normal (Adams et al., 2017). In anderen Studien bestand zwar eine moderate Korrelation zwischen Selbsteinschätzung und Messung des Riechvermögens, auf individueller Ebene gab es aber erhebliche Unterschiede (Prajapati et al., 2020; Welge-Lüssen et al., 2005). Lediglich bei Menschen mit tatsächlich vorhandenen Riechstörungen zeigte sich die Selbsteinschätzung in einigen Studien als verlässlicher Indikator (Haxel et al., 2012; Welge-Lüssen et al., 2005).

Auch die subjektive Empfindung der Nasendurchgängigkeit stimmt selten mit dem objektiv gemessenen Luftfluss überein (Zhao et al., 2011). Die Selbsteinschätzung der Nasendurchgängigkeit korreliert jedoch mit der Selbsteinschätzung der Riechfunktion (Landis, Hummel et al., 2003). Es gibt einen Zusammenhang zwischen Luftfluss und Riechschwelle: bei einer besseren Nasendurchgängigkeit ist die Riechschwelle niedriger, man kann also besser riechen (Philpott et al., 2006).

Auch wenn in zahlreichen Studien bestätigt wurde, dass eine Selbsteinschätzung nur begrenzt aussagekräftig ist, gibt es verschiedene Faktoren, die das beeinflussen. Je höher das Alter,

desto weniger verlässlich wird eine Selbsteinschätzung der Riechfunktion (Murphy et al., 2002). Das führt dazu, dass insbesondere ältere Menschen seltener von tatsächlich vorhandenen Riechstörungen berichten (Murphy et al., 2002). Häufig werden sie trotz Störung nicht klinisch vorstellig (Adams et al., 2017). Laut einer Studie von Lötsch et al. steigt mit höherem Alter der Anteil fehlerhaft eingeschätzter Anosmie;s falsch-negativ eingeschätzte Normosmie scheint dagegen seltener zu werden (Lötsch & Hummel, 2019). Erfolgt die Selbsteinschätzung der Riechfunktion im Anschluss an eine psychophysische Testung, ist sie aussagekräftiger als vor der Testung (Landis, Hummel et al., 2003). Eine Veränderung der Riechfunktion über mehrere Jahre wird von den Betroffenen zuverlässiger eingeschätzt als dauerhaft vorhandene interindividuelle Unterschiede (Ekström et al., 2019). Patient*innen mit länger bestehenden Erkältungssymptomen neigen dagegen zum Überbewerten ihrer Riechstörung (Jang et al., 2021). Es scheint auch eine Rolle zu spielen, wie unangenehm ein Duft wahrgenommen wird: die Selbsteinschätzung des Riechens korreliert mit der subjektiven Wahrnehmung unangenehmer Gerüche (Knaapila et al., 2008). Weitere Faktoren, die die Zuverlässigkeit der Selbsteinschätzung negativ beeinflussen, sind eine schlechte kognitive Funktion und lediger Familienstand (Adams et al., 2017).

Eine mögliche Erklärung für die fehlende Fähigkeit zur Selbsteinschätzung ist die begrenzte Aufmerksamkeit, die der Riechsinn im Alltag normalerweise erhält (Landis, Hummel et al., 2003). Kollndorfer et al. sehen einen engen Zusammenhang zwischen Sinneswahrnehmungen und mentalen Bildern. Bei Anosmikern wurde im Vergleich zu Gesunden eine weniger lebhaftes Geruchsvorstellung beobachtet, auch bei Hyposmikern war sie leicht eingeschränkt. Bei der Selbsteinschätzung ihres Riechvermögens verlassen sich Menschen mit vorhandenem (auch eingeschränktem) Riechsinn auf ihre mentalen Bilder. Anosmiker dagegen vertrauen auf ihr Wissen, dass sie keine Gerüche wahrnehmen können. Das erklärt, warum die Selbsteinschätzung bei Anosmikern verlässlicher ist als bei Menschen mit vorhandener Riechleistung (Kollndorfer et al., 2015).

4 Material und Methoden

4.1 Studiendesign

In der durchgeführten Querschnittsstudie wurden Teilnehmende aus zwei Gruppen miteinander verglichen. Patient*innen mit einer Einschränkung des Riech- und/oder Schmeckvermögens wurden einer gesunden Kontrollgruppe gegenübergestellt. Maßgebend für die Zuordnung zur Patientengruppe war eine subjektive Einschränkung des Geruchs- und/oder Schmecksinnes mit darauffolgender Vorstellung in der Sprechstunde des Interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken des Universitätsklinikums Dresden.

Einschlusskriterien waren 1) ein Alter von mindestens 18 Jahren; 2) freiwillige Teilnahme; 3) Einwilligungsfähigkeit der Teilnehmenden; 4) für die Kontrollgruppe: subjektiv normales Riech- und Schmeckvermögen sowie 5) für die Patientengruppe: Riech- und/oder Schmeckstörung. Ausschlusskriterien waren 1) gravierende Erkrankungen, die das Riechvermögen beeinträchtigen können (z. B. M. Parkinson) und 2) für die Kontrollgruppe: akute oder chronische Entzündungen der Nase.

Die Datenerhebung fand im Zeitraum von März bis September 2021 statt und erfolgte in Räumen des Universitätsklinikums Dresden, in Falkensee (Brandenburg), in Welzow (Brandenburg) und in Pirna (Sachsen). Alle Teilnehmenden gaben ihr schriftliches Einverständnis vor Beginn der Untersuchungen. Die Datenverarbeitung erfolgte verschlüsselt. Die Studie wurde unter der Kennung EK351082020 durch die Ethikkommission der Technischen Universität Dresden positiv begutachtet. Die Durchführung erfolgte in Anlehnung an die Deklaration von Helsinki.

4.2 Probandenrekrutierung

Teilnehmende der Patientengruppe wurde aus Sprechstundenpatient*innen am Interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken des Universitätsklinikums Dresden gewonnen. Die Rekrutierung der Kontrollgruppe erfolgte via Mundpropaganda sowie über eine Intranetanzeige und einen Flyer, der in verschiedenen Gebäuden des Universitätsklinikums Dresden ausgehängt wurde.

Von insgesamt 211 Teilnehmenden mussten 11 aufgrund unvollständiger Datensätze ausgeschlossen werden, sodass sich eine Gesamtzahl von 200 Teilnehmenden für die statistische Analyse ergab.

4.3 Ablauf

Die Studie bestand aus zwei Teilen: 1) einem Online-Fragebogen mit der Anleitung zu einem Selbsttest des Riech- und Schmeckvermögens sowie der trigeminalen Reizbarkeit; und 2) einem Termin in der Klinik, bei dem Fragebögen ausgefüllt wurden und eine psychophysische

Testung der chemosensorischen Sinne stattfand. Beide Teile wurden im Abstand von maximal einer Woche durchgeführt. Die Patientengruppe wurde im Rahmen eines bereits vorher vereinbarten Sprechstundentermins im Interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken in Dresden getestet.

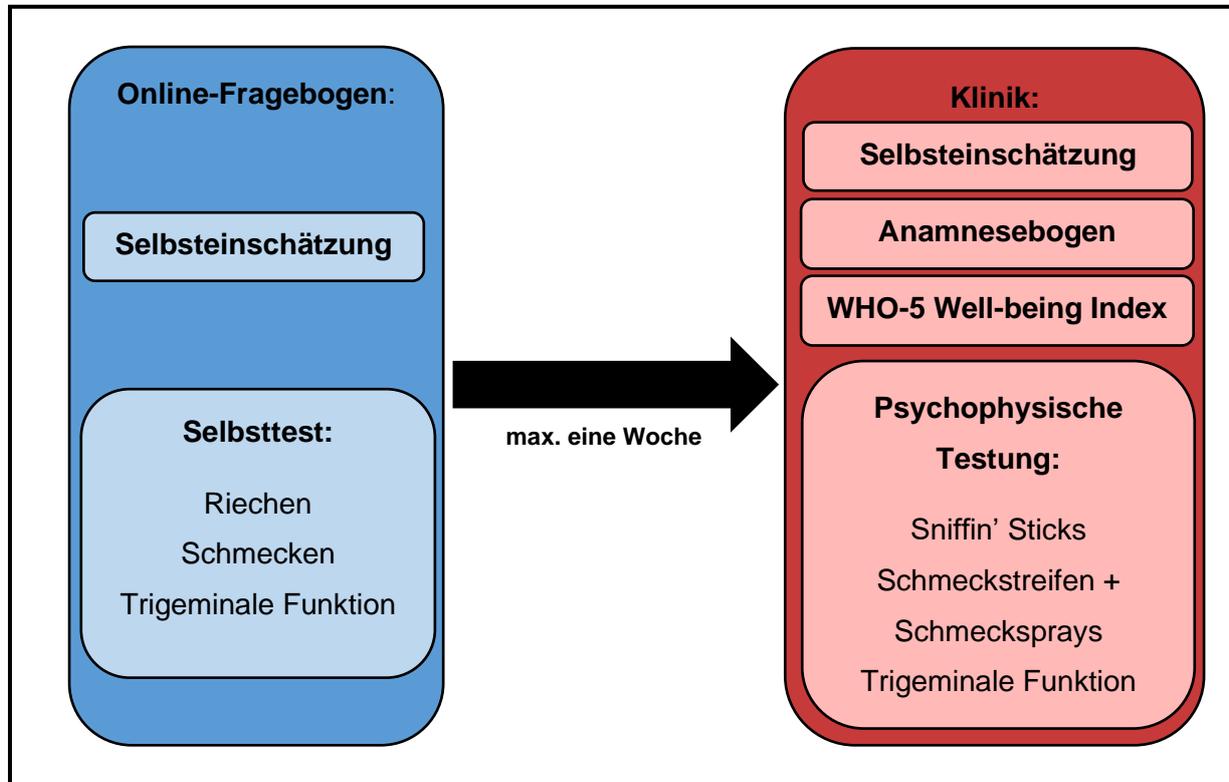


Abbildung 1: Grafische Darstellung von Ablauf und Inhalten der Studie

Den Online-Fragebogen mit der Anleitung zum Selbsttest (siehe Anhang I) erhielten die Teilnehmenden über einen Weblink, der ihnen per E-Mail zugestellt wurde. Beim Öffnen der Website wurde den Teilnehmenden das Informationsblatt zur Studie zur Verfügung gestellt. Nach der Zustimmung zur Teilnahme an der Studie erfolgte eine Selbsteinschätzung des Riech- und Schmeckvermögens sowie der Nasenatmung. Anschließend wurden die Teilnehmenden zum Selbsttest weitergeleitet. Nach dessen Durchführung wurden die Teilnehmenden zur Erstellung eines anonymisierten persönlichen Codes gebeten, um die Ergebnisse des Online-Fragebogens eindeutig den in der Klinik erhobenen Daten zuordnen zu können.

Beim Termin in der Klinik erfolgte die Aufklärung über Studienablauf, Nutzen und Risiken, Freiwilligkeit und Datenschutz; sowie die schriftliche Einwilligung der Teilnehmenden. Anschließend fand ein Anamnesegespräch statt. Die Teilnehmenden wurden um eine erneute Selbsteinschätzung gebeten und füllten den WHO-5 Well-being Index aus. Abschließend erfolgte die psychophysische Testung der chemosensorischen Sinne. Diese bestand aus einer Testung des Riechvermögens (SDI-Bestimmung mit Sniffin' Sticks), des Schmeckvermögens

(mit Schmecksprays und Schmeckstreifen) sowie der trigeminalen Reizbarkeit (mittels Lateralisationstest). Für Teilnehmende der Patientengruppe folgte ein ärztliches Gespräch sowie ggf. die HNO-ärztliche Weiterbehandlung.

4.4 Fragebögen

4.4.1 Anamnese

Der Anamnesebogen (siehe Anhang II) erfasste Geschlecht, Alter, Gewicht und Körpergröße. Weiterhin abgefragt wurden Rauchverhalten, Medikamenteneinnahme, Nasenoperationen und -polypen, Asthma und Schädel-Hirn-Traumata.

Patient*innen der Sprechstunde am Interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken füllten zusätzlich einen speziellen Anamnesebogen für Riech- und/oder Schmeckstörungen aus (Hummel & Welge-Lüssen, 2009; Welge-Lüssen, 2014) (siehe Anhang III). Für die Studie wurden die Art des Problems („Riechen“; „Feingeschmack beim Essen“; „Schmecken“); die Dauer und Beginn („allmählich“; „plötzlich“; „noch nie gerochen“; „weiß nicht“), die vermutete Ursache sowie die Veränderlichkeit der Störung und damit einhergehende Beeinträchtigung erfasst. Parosmien und Phantosmien wurden beim ärztlichen Gespräch erfragt.

4.4.2 WHO-5 Well-being Index

Der von der WHO entwickelte „Fragebogen zum Wohlbefinden“ (WHO-5 Well-Being Index, World Health Organization, 1998) (siehe Anhang IV) erfasste anhand der Bewertung sechs einfacher Aussagen die Stimmung der Testperson in den letzten beiden Wochen. Die Aussagen waren „Ich bin froh und guter Laune“; „Ich fühle mich ruhig und entspannt“; „Ich fühle mich aktiv und voller Energie“; „Beim Aufwachen fühle ich mich frisch und ausgeruht“ und „Mein Alltag ist voller Dinge, die mich interessieren“. Die Bewertung durch die Testperson erfolgte nach dem Multiple-Choice-Prinzip durch eine der Optionen „Immer“ (= 5 Punkte); „Meistens“ (= 4 Punkte); „Mehr als die Hälfte der Zeit“ (= 3 Punkte); „Weniger als die Hälfte der Zeit“ (= 2 Punkte); „Ab und zu“ (= 1 Punkt) und „Nie“ (= 0 Punkte). Die Punktwerte der Aussagen wurden addiert; ein Wert von weniger als 12 Punkten wurde als Anhalt für Depressivität gewertet (Heun et al., 1999).

4.5 Online-Fragebogen mit Anleitung zum Selbsttest

Innerhalb einer Woche vor der Vorstellung in der Klinik sollten die Teilnehmenden den Online-Fragebogen zu Hause ausfüllen. Zunächst erfolgte eine Selbsteinschätzung des Schmeckvermögens (süß, sauer, salzig, bitter), des Riechvermögens und der Nasenatmung auf numerischen Skalen mit Werten von 1 („nicht vorhanden“) bis 10 („extrem gut“). Anschließend erfolgte der Riech-Selbsttest. Teilnehmende wurden gebeten, 4 der 5 möglichen Duftquellen (Kaffee, Honig, Seife, Wein und Waschmittel) sowie Essig oder Senf, eine Augenbinde (z. B. einen Schal) und 5 Gläser oder Schalen bereitzulegen. Außerdem

erforderte der Test eine zweite Person zum Anreichen der Duftquellen. Bei bestehenden Allergien oder Unverträglichkeiten sollte die entsprechende Duftquelle ausgelassen oder durch eine andere aus der Liste ersetzt werden.

Von den gewählten Duftquellen wurde jeweils etwas in ein Glas gefüllt. Anschließend wurden der Testperson die Augen verbunden. Die zweite Person hielt der Testperson nacheinander die Gläser in zufälliger Reihenfolge unter die Nase, wobei zwischen den verschiedenen Duftquellen mindestens eine Minute gewartet werden sollte. Die Testperson antwortete auf die Frage „Riechen Sie etwas?“ mit „etwas gerochen“ oder „nichts gerochen“. Die Antworten wurden von der zweiten Person notiert, aber nicht kommentiert. In einem zweiten Durchlauf wurde der Testperson die Frage „Erkennen Sie den Duft?“ gestellt. Dabei sollte die Reihenfolge der angebotenen Düfte der im ersten Durchlauf entsprechen und die Antwortmöglichkeiten wurden wiederholt angesagt. Die untersuchende Person notierte entsprechend der gegebenen Antworten „Duft richtig erkannt“ oder „Duft nicht erkannt“. Die Frage nach der fünften (nicht genutzten) Duftquelle blieb jeweils unbeantwortet. Erst nach Ende der beiden Durchläufe durfte die Testperson die Augenbinde abnehmen und wurde über richtige oder falsche Ergebnisse informiert. Aus den beiden Fragen mit jeweils maximal 4 richtigen Antwortmöglichkeiten ergab sich ein maximales Ergebnis von 8 Punkten für den Riechtest.



Abbildung 2: Materialien und Durchführung des Riech-Selbsttests

Zur Testung der trigeminalen Reizbarkeit sollte die Testperson an Essig oder Senf riechen und dabei angeben, ob Kälte, Schärfe und/oder Irritation wahrgenommen wurden. Diese Frage wurde mit „ja“ oder „nein“ beantwortet.

Es folgte der Schmeck-Selbsttest. Dafür wurden 4 Lebensmittel aus einer Liste gewählt: Zitrone, Limette oder Grapefruit (sauer); Kaffee oder Tee (bitter); Zucker oder Honig (süß) sowie Salz (salzig). Außerdem wurden eine Augenbinde (z. B. ein Schal), 4 kleine Löffel, ein

Glas Wasser und eine zweite Person benötigt. Der Testperson wurden die Augen verbunden. Die zweite Person reichte nacheinander eine geringe Menge der gewählten Lebensmittel in zufälliger Reihenfolge auf einem Löffel an. Zwischen den Proben sollte mindestens eine Minute gewartet werden. In dieser Zeit wurde die Testperson gebeten etwas Wasser zu trinken, um den Geschmack zu neutralisieren. Im ersten Durchlauf beantwortete die Testperson die Frage „Schmecken Sie etwas?“ mit „etwas geschmeckt“ oder „nichts geschmeckt“. Im zweiten Durchlauf mit gleicher Reihenfolge der dargebotenen Lebensmittel wurde die Frage „Erkennen Sie den Geschmack?“ gestellt, wobei die zweite Person die 4 Möglichkeiten wiederholt ansagte. Entsprechend der Antworten der Testperson wurde „Lebensmittel richtig erkannt“ oder „Lebensmittel nicht erkannt“ notiert. Die Ergebnisse wurden bis zur letzten gegebenen Antwort nicht von der untersuchenden Person kommentiert. Anschließend durfte die Testperson die Augenbinde abnehmen und falsche bzw. richtige Ergebnisse wurden bekannt gegeben. Es ergab sich ein bestmögliches Ergebnis von 8 Punkten aus den beiden Fragen mit jeweils 4 möglichen richtigen Antworten.



Abbildung 3: Materialien und Durchführung des Schmeck-Selbsttests

4.6 Psychophysische Untersuchungen in der Klinik

4.6.1 Sniffin' Sticks (SDI-Test)

Die Bestimmung des Riechvermögens erfolgte mit Sniffin' Sticks (Burghart, Wedel) und umfasste die Teile Riechschwelle (S), Diskrimination (D) und Identifikation (I) (Hummel et al., 1997). Dabei wurden die Gerüche vom Untersuchenden mithilfe von Filzstift-artigen Riechstiften präsentiert, deren Faserkern mit gelöstem Geruchsstoff getränkt war. Zur Präsentation der Düfte wurde die Kappe für ca. drei Sekunden geöffnet und die Stiftspitze in zwei Zentimeter Entfernung vor beide Nasenlöcher der Testperson gehalten. Die Testperson wurde dabei angewiesen, leicht einzusatmen oder zu „schnüffeln“. Alle Antworten erfolgten

nach dem „Forced-Choice-Prinzip“. Das bedeutet, dass aus einer Auswahl vorgegebener Antwortmöglichkeiten zwingend eine Antwort gegeben werden musste. Während der Testung bekam die Testperson keine Rückmeldung über richtige oder falsche Antworten. Die Untersuchung wurde in einem gut belüfteten, geruchsneutralen Raum durchgeführt. Die untersuchende Person trug dabei geruchsneutrale Handschuhe. Zwischen den verschiedenen Duftquellen wurde mindestens 30 Sekunden gewartet, um eine Desensibilisierung zu vermeiden (Hummel, Knecht & Kobal, 1996).

Die **Riechschwelle** ist die minimale Konzentration eines Duftstoffes, die gerade noch wahrgenommen werden kann. Zur Testung wurden Sniffin' Sticks mit dem blumig riechenden Duftstoff n-Butanol in 16 Verdünnungsstufen verwendet. Als Negativkontrolle dienten mit geruchsneutralem Propylenglykol gefüllte Stifte. Das verwendete Testkit bestand aus 48 Stiften, beziehungsweise 16 Triplets aus jeweils einem mit n-Butanol gefüllten „Target“ und 2 Negativkontrollen. Der Testperson wurden für die Untersuchung die Augen verbunden. Es wurden nun die Triplets nacheinander präsentiert, wobei die Stifte vom Untersuchenden mit „1, 2 und 3“ angesagt wurden. Die Reihenfolge der Stifte innerhalb der Triplets war dabei zufällig. Die Testperson musste entscheiden, welcher der Stifte die Geruchsquelle enthielt. Die Testung begann mit dem Triplet mit dem am niedrigsten konzentrierten Duftstoff. Bei einer falschen Antwort wurden Stifte mit einer um eine Stufe höheren Konzentration verwendet, nach einer richtigen Antwort wurde die Testung mit einer niedrigeren Konzentrationsstufe fortgeführt. Richtige Antworten mussten dabei mit einer zweiten richtigen Antwort kontrolliert werden, während eine Falschantwort schon ab der ersten falschen Aussage zählte. Die Konzentrationen der präsentierten Triplets wurden entsprechend der gegebenen Antworten so oft erhöht bzw. erniedrigt, bis 7 Wendepunkte durchlaufen wurden. Das Ergebnis wurde aus dem Durchschnitt der letzten 4 Umkehrpunkte berechnet. Es waren Punktwerte von 1 (höchste Riechschwelle) bis 16 (niedrigste Riechschwelle) möglich.

Der **Diskriminationstest** überprüfte die Fähigkeit zur Unterscheidung überschwelliger Gerüche. Er bestand aus 16 Triplets, von denen jeweils zwei Stifte gleich und einer anders rochen. Die Testperson sollte entscheiden, welcher der drei präsentierten Stifte sich von den anderen unterschied. Die gegebenen Antworten wurden von der untersuchenden Person notiert und ausgewertet. Es waren minimal 0, maximal 16 richtige Antworten möglich.

Der **Identifikationstest** bestand aus 16 Stiften mit verschiedenen, überschwelligen Düften. Die Testperson erhielt eine Karte, auf der für jeden präsentierten Riechstift 4 mögliche Geruchsquellen inklusive Beschriftung abgebildet waren. Der Geruch musste benannt werden, wobei die Testperson immer wieder am Stift riechen durfte. Die untersuchende Person konnte anhand eines vorliegenden Schlüssels die richtigen Antworten notieren und addieren. Minimal waren 0, maximal 16 richtige Antworten möglich.

Die Ergebnisse der drei Teile mit jeweils 16 möglichen Punkten wurden addiert und ergaben einen **SDI-Wert** von mindestens einem (schlechtestes Ergebnis) und maximal 48 Punkten (bestes Ergebnis), wobei ein Wert ab 31 Punkten einem normalen Riechvermögen entsprach (Hummel, Kobal et al., 2007; Kobal et al., 2000).

4.6.2 Schmecksprays

Zur Testung der Identifikation überschwelliger Geschmäcker wurden Sprays mit in Wasser gelöstem Schmeckstoff genutzt (süß: 10g D-Saccharose, sauer: 5g Zitronensäure, salzig: 7,5g NaCl, bitter: 0,025g Chininhydrochlorid; jeweils in 100ml Wasser). Die verschiedenen Sprays waren durch die Testperson optisch nicht zu identifizieren.

Die Testperson bekam bis zu 3 Hübe eines zufällig gewählten Sprays auf die ausgestreckte Zunge gesprüht. Sie sollte anschließend den Mund schließen und den angebotenen Geschmack identifizieren. Zwischen den verschiedenen Sprays spülte sie ihren Mund mit etwas Wasser zum Neutralisieren des Geschmacks. Ein Ergebnis von weniger als 3 richtigen Antworten wurde als Hypogeusie gewertet (Welge-Lüssen et al., 2011).

4.6.3 Schmeckstreifen

Die Schmeckstreifen (Landis et al., 2009; Müller et al., 2003; Welge-Lüssen et al., 2011) testeten die Erkennung der 4 Geschmäcker süß, sauer, salzig und bitter in jeweils 4 verschieden hohen Konzentrationen. Das Testkit bestand aus 8cm langen Streifen aus Filterpapier mit einem 2cm² großen Endstück („Taste Strips“, Burghart, Wedel, Deutschland), die in Lösungen aus destilliertem Wasser und Schmeckstoff (in den Konzentrationen: süß: 0,4, 0,2, 0,1, 0,05 g/ml Saccharose; sauer: 0,3, 0,165, 0,09, 0,05 g/ml Zitronensäure; salzig: 0,25, 0,1, 0,04, 0,016 g/ml Natriumchlorid; bitter: 0,006, 0,0024, 0,0009, 0,0004 g/ml Chininhydrochlorid) getaucht und anschließend getrocknet wurden. Bei der Testung wurden die Streifen in einer pseudorandomisierten Reihenfolge angeboten, wobei die Konzentrationen der einzelnen Stoffe anstiegen. Die Testperson wurde angewiesen, den breiten Teil des angereicherten Streifens auf die Zunge zu legen, den Mund zu schließen und den Streifen auf der Zunge zu bewegen. Nach dem Multiple-Forced-Choice-Prinzip sollte der Geschmack identifiziert werden. Zwischen den Streifen spülte die Testperson den Mund mit etwas Wasser zum Neutralisieren des Geschmacks.

Es ergab sich ein Resultat von maximal 16 Punkten. Ein Ergebnis unter 9 Punkten wurde als Hypogeusie gewertet (Welge-Lüssen et al., 2011).

4.6.4 Trigeminale Reizbarkeit

Die trigeminale Empfindlichkeit wurde anhand der Fähigkeit zur Lateralisierung eines trigeminalen Reizes getestet (Hummel et al., 2003). Dieser Reiz wurde durch Eukalyptol ausgelöst (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA, C80601 – 500ml). Als Negativkontrolle diente geruchsneutrales Wasser. Zur Testung wurden zwei optisch identische Polyethylenfläschchen

(250ml) mit jeweils 30ml Eukalyptol bzw. Wasser befüllt. Auf die Öffnungen der Fläschchen wurden 5cm lange, weiche Silikonschläuche gesteckt, die ca. 0,5cm in die beiden Nasenlöcher der Testperson eingeführt wurden. Die Fläschchen wurden in eine sogenannte „Quetsche“ gestellt. Um die Position der Schläuche während der Testung zu fixieren, wurden diese von der Testperson mit beiden Händen festgehalten.

Durch Drücken auf die beiden Platten an der Vorder- und Hinterseite der „Quetsche“ wurden die Flaschen komprimiert und jeweils 12ml Luft strömten durch beide Flaschenhalse nach oben. Dabei sollte die Testperson angeben, ob ein Reiz („kühles“ oder „stechendes“ Gefühl) im linken oder rechten Nasenloch wahrgenommen wurde. Nach einer pseudorandomisierten Reihenfolge wurde die Testung 20-mal wiederholt, wobei der trigeminale Reiz jeweils zehnmal links und zehnmal rechts angeboten wurde. Zwischen den Testungen wurde 30 Sekunden gewartet. Es konnten maximal 20 Punkte erreicht werden.



Abbildung 4: Die „Quetsche“ und Durchführung des Lateralisierungstests

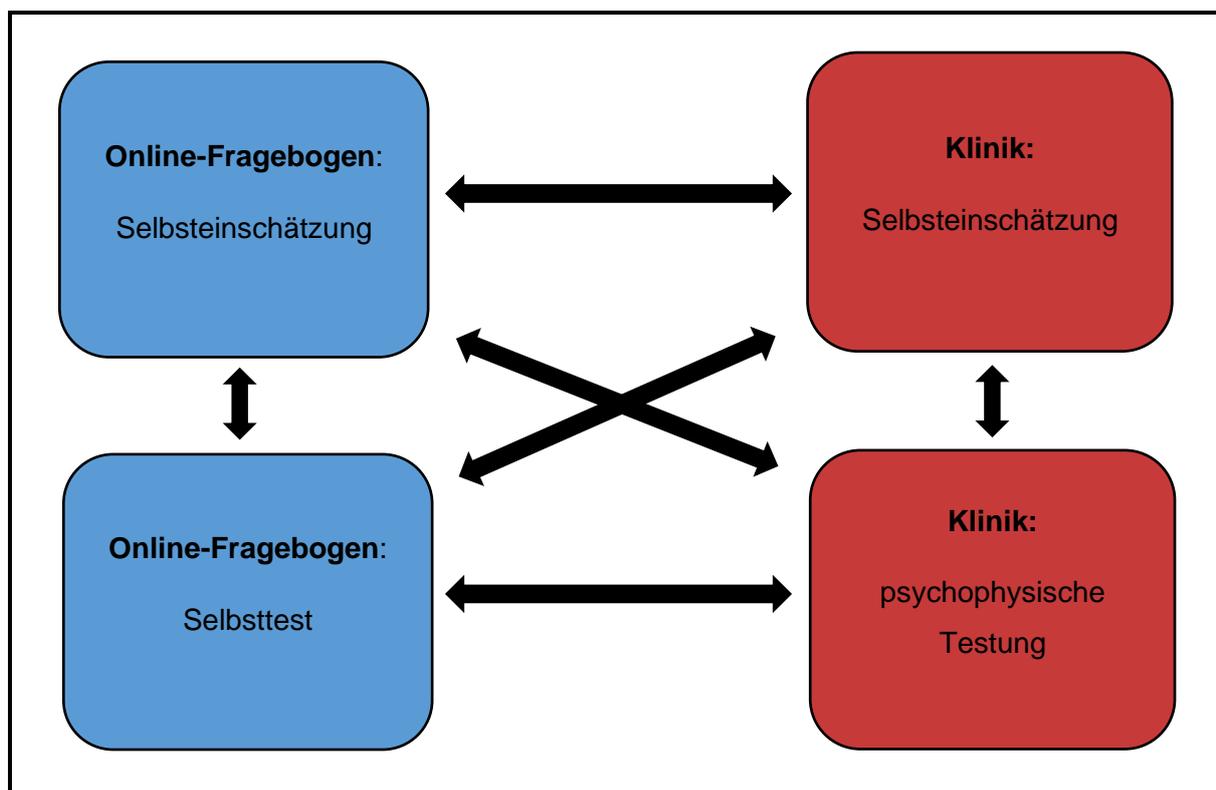
4.7 Statistische Auswertung

Die Datenanalyse erfolgte mit SPSS Version 28 (IBM, Armonk, NY, USA). Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. Für die deskriptive Statistik wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Der Vergleich zwischen Patienten- und Kontrollgruppe erfolgte mittels unabhängiger t -Tests und χ^2 -Tests. Zum Vergleich zwischen Selbsttest und Tests in der Klinik wurden Pearson-Korrelationsanalysen sowie Sensitivitäts- und Spezifitätsanalysen genutzt. Die Sensitivität wurde aus dem Quotienten der im Selbsttest richtig Positiven und der insgesamt Erkrankten berechnet; die Spezifität aus dem Quotienten der richtig Negativen und der tatsächlich Gesunden. Der positive prädiktive Wert beschreibt den Anteil der tatsächlich Erkrankten an allen Menschen mit positivem Testergebnis; der negative prädiktive Wert beschreibt den Anteil der tatsächlich Gesunden an den Menschen mit negativem Testergebnis.

Mittels Faktorenanalyse und binärer logistischer Regressionsanalyse wurden Ursachen für konsistente bzw. diskrepante Testergebnisse zwischen den Selbsteinschätzungen, Heim- und Kliniktests untersucht. Hierfür wurden alle Teilnehmenden nach ihren Testergebnissen in eine „konsistente Gruppe“ (CONS) und eine „diskrepante Gruppe“ (DISCR) aufgeteilt. Grundlage dafür war die Formel:

$$\frac{|\text{Ergebnis des Teilnehmenden von Test 1} - \text{maximales Ergebnis von Test 1} - \text{Ergebnis des Teilnehmenden von Test 2} + \text{maximales Ergebnis von Test 2}| \times 100\%$$

Dabei sprach ein kleinerer Betrag für konsistentere Ergebnisse. Teilnehmende mit Beträgen unterhalb der 25. Perzentile wurden der CONS-Gruppe und Teilnehmende mit Beträgen oberhalb der 25. Perzentile der DISCR-Gruppe zugeordnet. Basierend auf den Ergebnissen vorausgehender Studien (Adams et al., 2017; Jang et al., 2021) wurden als mögliche Einflussfaktoren Alter, Geschlecht, Raucheranamnese, Alkoholkonsum, Depressivität, Vorerkrankungen und subjektive Riechstörung analysiert.



Anmerkung: die Ergebnisse von Heimtests und klinischen Tests wurden in verschiedenen Modellen miteinander verglichen. Jeder Pfeil steht für ein analysiertes Modell.

Abbildung 5: Grafische Darstellung der Modelle der binären logistischen Regressionsanalyse

5 Ergebnisse

5.1 Deskriptive Daten

Es wurden die Daten von 200 Teilnehmenden ausgewertet. Davon waren 118 Frauen und 82 Männer. Das Durchschnittsalter betrug $45,1 \pm 17,0$ Jahre bei einer Spanne von 18,1-83,3 Jahren. Eine Einteilung in die Patientengruppe mit Riech- und/oder Schmeckstörung und gesunde Kontrollgruppe erfolgte anhand einer subjektiv wahrgenommenen Einschränkung des Riech- und/oder Schmecksinnes mit darauffolgender Vorstellung in der Sprechstunde des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken in Dresden. Das durchschnittliche Alter der Patientengruppe ($n = 109$) betrug $46,0 \pm 16,7$ Jahre bei einer Spanne von 18,1-82,8 Jahren, das der gesunden Kontrollgruppe ($n = 91$) betrug $44,1 \pm 17,5$ Jahre bei einer Spanne von 18,6-83,3 Jahren. Die Altersstruktur der beiden Gruppen unterschied sich nicht signifikant voneinander ($p > 0,05$).

5.2 Fragebögen

5.2.1 Anamnesebogen

Die Ergebnisse des Anamnesebogens sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Deskriptive Ergebnisse des allgemeinen Anamnesebogens

<i>n</i> = 200	Proband*innenanzahl	Anteil [%]	Anteil in Patientengruppe [%]	Anteil in Kontrollgruppe [%]
Gesamt	200			
Weiblich	118	59	58	60
Männlich	82	41	42	40
Riechvermögen normal*:				
Nein	96	48	87	1
Ja	102	51	11	99
Keine Angabe	2	1	2	-
Schmeckvermögen normal*:				
Nein	66	33	59,5	1
Ja	132	66	38,5	99
Keine Angabe	2	1	2	-
Raucher*innen	25	12,5	12	13
Alkoholkonsum:				
Nein	43	21,5	28	14
Gelegentlich	147	73,5	70	78
Regelmäßig	10	5	2	8
Medikamenteneinnahme	101	51	56	40
Vorerkrankungen:				
Nasenoperationen	15	8	9	7
Nasendpolypen	3	2	3	-
Asthma	20	11	16	5
Schädel-Hirn-Traumata	14	8	12	1
Keine	134	71	60	87

**Anmerkung: die Fragen nach der Selbsteinschätzung des Riech- und Schmeckvermögens wurden nach der Durchführung des Heimtests in der Klinik gestellt und hatten keinen Einfluss auf die Gruppeneinteilung.*

Die Teilnehmenden der Patientengruppe beantworteten zusätzlich Fragen zu ihrer Riech- oder Schmeckstörung. Ergebnisse können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Deskriptive Ergebnisse des Patient*innen-spezifischen Anamnesebogens

<i>n</i> = 109	Patient*innenzahl	Anteil [%]
Wobei besteht das Problem?		
Riechen	25	23
Feingeschmack beim Essen	1	1
Schmecken	3	3
Kombination mehrerer	80	73
Seit wann?		
≤ 1 Jahr	75	69
> 1 Jahr	27	25
Unbekannt	4	3,5
Schon immer	3	2,5
Beginn:		
Allmählich	21	19
Plötzlich	78	72
Noch nie gerochen	3	3
Weiß nicht	7	6
Ursache:		
Postviral	62	57
Posttraumatisch	7	6
Sinusal	2	2
Postoperativ	2	2
Medikamente	2	2
Asthma/Bronchitis	1	1
Kombination mehrerer	10	9
Unbekannt	23	21
Zeitlicher Verlauf der Störung:		
Veränderlich	1	28,5
Konstant	55	50,5
Weiß nicht	16	15
Durch bestimmte Umstände veränderlich	7	6
Beeinträchtigung:		
Gar nicht	2	2
Mäßig	28	26
Stark	44	40
Sehr stark	33	30
Keine Angabe	2	2

Von den Teilnehmenden der Patientengruppe berichteten insgesamt 49 über eine Parosmie und/oder Phantosmie. Diese traten sowohl isoliert als auch in Kombination auf und es wurden verschiedene Grade der Ausprägung angegeben (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Verteilung (Anzahl und prozentualer Anteil) von verschiedenen Graden von Parosmie und Phantosmie in der Patientengruppe

<i>n</i> = 109	Parosmie:		Phantosmie:	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Insgesamt	39	36	16	15
Gradeinteilung:				
0°	7	6	10	9
1°	6	6	4	4
2°	21	19	2	2
3°	5	5	-	-

5.2.2 WHO-5 WBI und Depressivität

Im WHO-5 Well-being Index wurden durchschnittlich $15,39 \pm 4,78$ von 25 Punkten erreicht, wobei ein niedrigerer Wert für schlechtere Stimmung in den letzten 2 Wochen sprach und ein Wert unter 12 Punkten als Anhalt für Depressivität gewertet wurde.

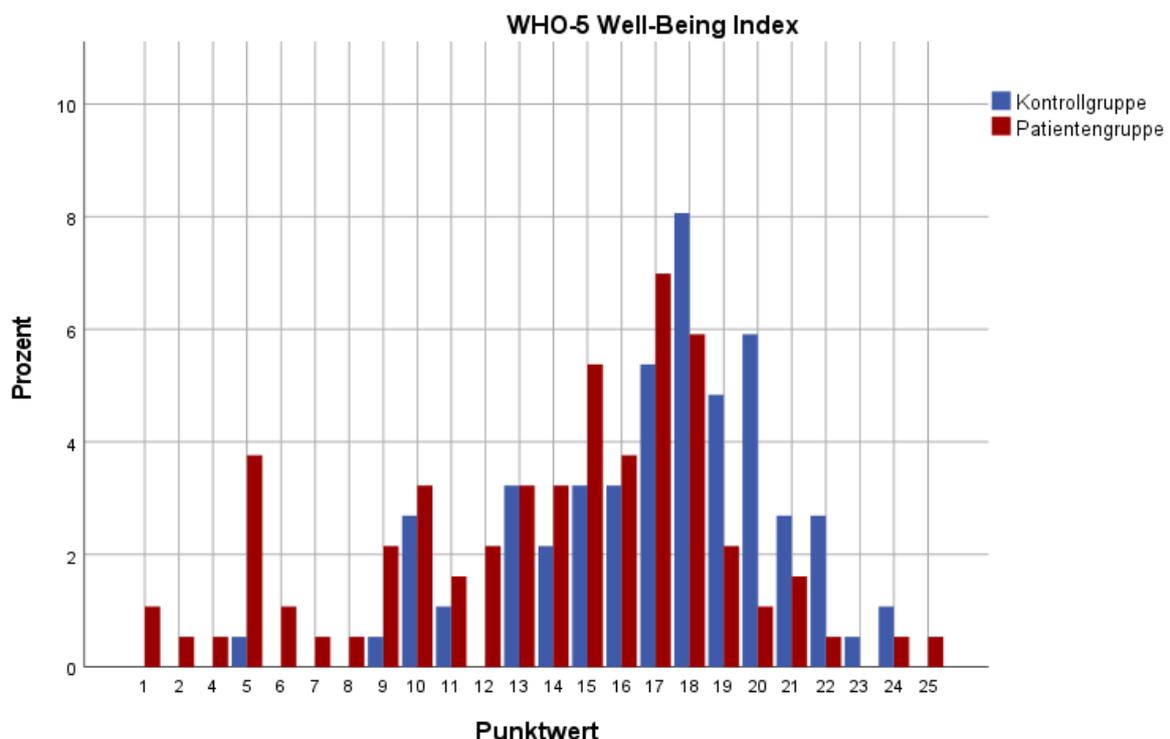


Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Punktwerte im WHO-5 WBI bei Patienten- und Kontrollgruppe

Teilnehmende der Patientengruppe erreichten signifikant niedrigere Punktzahlen (Kontrollgruppe: $M = 17,11 \pm 3,65$; Patientengruppe: $M = 13,81 \pm 5,14$; $t[184] = 5,00$; $p < 0,001$). Ein Anhalt für Depressivität war bei 37 Teilnehmenden (27 Frauen, 10 Männer) gegeben. In der Patientengruppe waren 28 Personen (21 Frauen, 7 Männer) depressiv, 78 Personen (40 Frauen, 38 Männer) gesund und bei 3 Personen (2 Frauen, 1 Mann) lagen keine Daten vor. In der Kontrollgruppe waren 9 Personen (6 Frauen, 3 Männer) depressiv und 82 (49 Frauen, 33 Männer) gesund. Die prozentuale Verteilung ist in Abbildung 7 dargestellt:

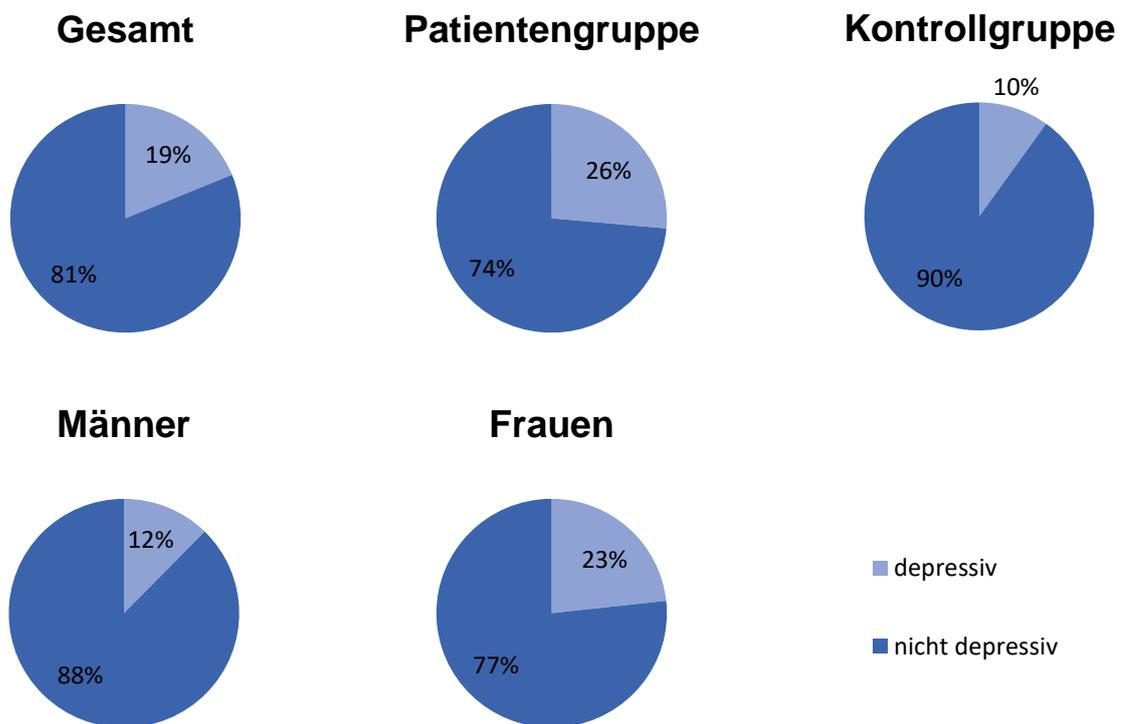
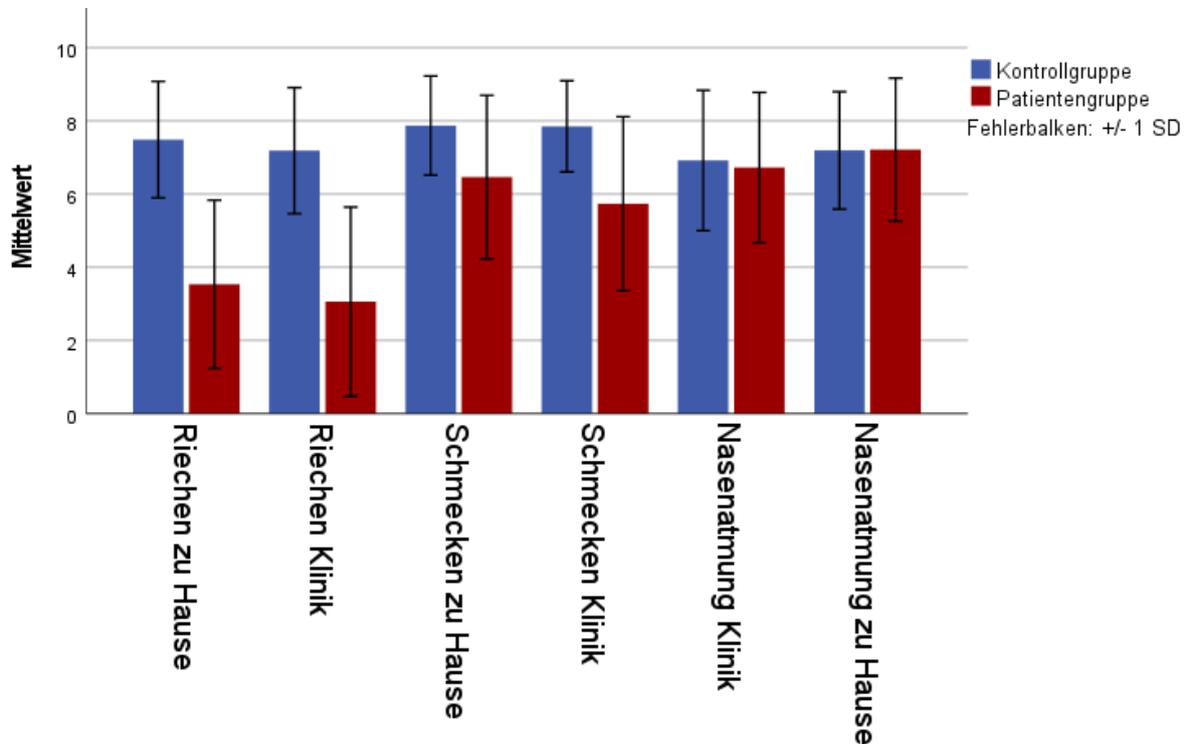


Abbildung 7: Prozentuale Verteilung der Depressivität laut WHO-5 WBI in der gesamten Stichprobe, in Patienten- und Kontrollgruppe sowie nach Frauen und Männern getrennt

5.3 Selbsteinschätzungen

Eine Selbsteinschätzung von Riechvermögen, Schmeckvermögen und Nasendurchgängigkeit erfolgte sowohl zu Hause als auch in der Klinik. Die Ergebnisse sind in Abbildung 8 dargestellt.



Anmerkung: beim direkten Vergleich ist zu beachten, dass die Selbsteinschätzungen zu Hause auf numerischen Skalen (ganze Zahlen von 1 bis 10) und in der Klinik auf visuellen Analogskalen (Auswertung in 0,5er-Schritten) stattfand.

Abbildung 8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Selbsteinschätzungen für Riechen, Schmecken und Nasenatmung, jeweils zu Hause und im klinischen Umfeld, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

Teilnehmende der Patientengruppe schätzten ihr Riech- und Schmeckvermögen signifikant schlechter ein als Teilnehmende der Kontrollgruppe (Riechen zu Hause: $t[198] = 14,22$; Riechen Klinik: $t[195] = 13,23$; Schmecken zu Hause: $t[198] = 5,34$; Schmecken Klinik: $t[185] = 7,55$; alle mit $p < 0,001$). Die Einschätzungen der Nasenatmung zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (alle $p > 0,05$).

5.4 Ergebnisse des Selbsttests

Bei der Auswahl von 4 der 5 möglichen Duftquellen wurde Kaffee (96%) am häufigsten verwendet, gefolgt von Honig (94%), Waschmittel (91%), Seife (82,5%) und Wein (76,5%).

Von den maximal 4 möglichen Düften wurden durchschnittlich $3,24 \pm 1,24$ wahrgenommen und $2,88 \pm 1,41$ erkannt. In der Patientengruppe lag der Mittelwert für wahrgenommene Düfte bei $2,63 \pm 1,41$ und für erkannte Düfte bei $2,14 \pm 1,48$; in der Kontrollgruppe wurden durchschnittlich $3,96 \pm 0,20$ Düfte wahrgenommen und $3,76 \pm 0,58$ Düfte erkannt. Für die Auswertung wurden beide Werte miteinander addiert, sodass maximal 8 Punkte möglich waren.

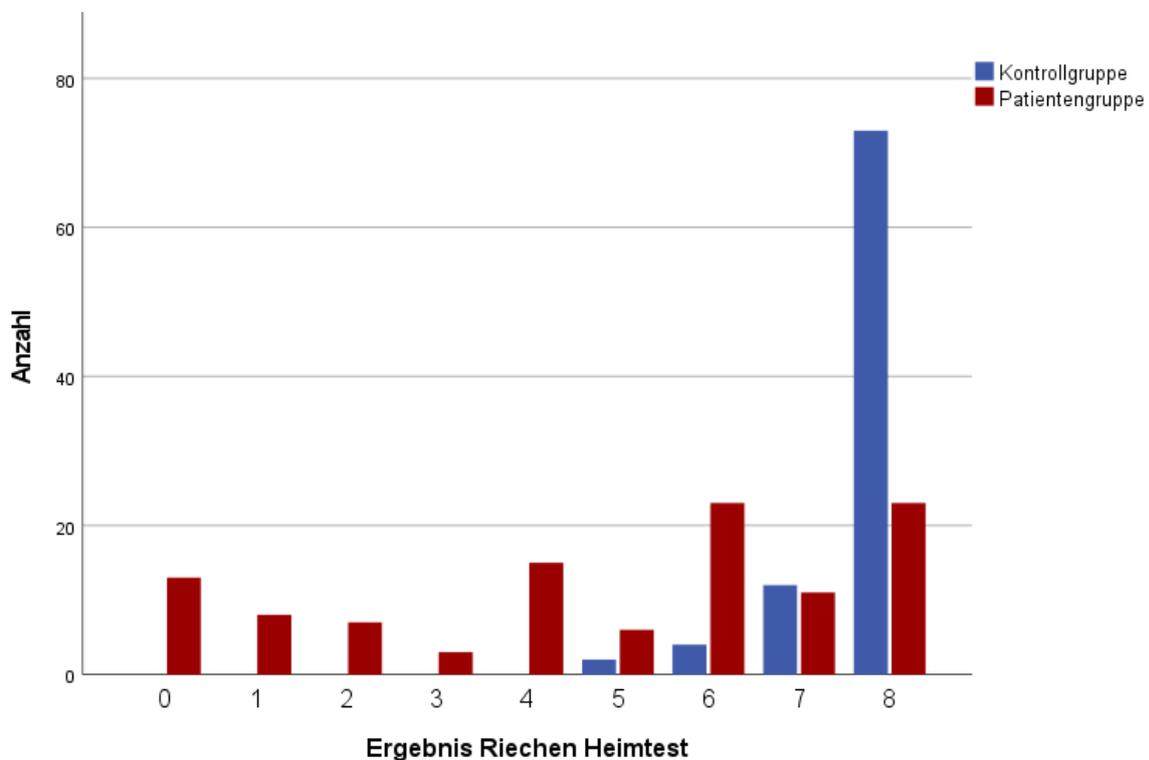


Abbildung 9: Erreichte Punktwerte beim Riech-Selbsttest, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

Von den maximal 4 möglichen Geschmäckern wurden durchschnittlich $3,86 \pm 0,51$ wahrgenommen und $3,68 \pm 0,76$ erkannt. In der Patientengruppe lag der Mittelwert für wahrgenommene Geschmäcker bei $3,77 \pm 0,66$ und für erkannte Geschmäcker bei $3,47 \pm 0,95$. In der Kontrollgruppe wurden durchschnittlich $3,97 \pm 0,18$ Geschmäcker wahrgenommen und $3,93 \pm 0,29$ Geschmäcker erkannt. Auch hier waren insgesamt maximal 8 Punkte möglich.

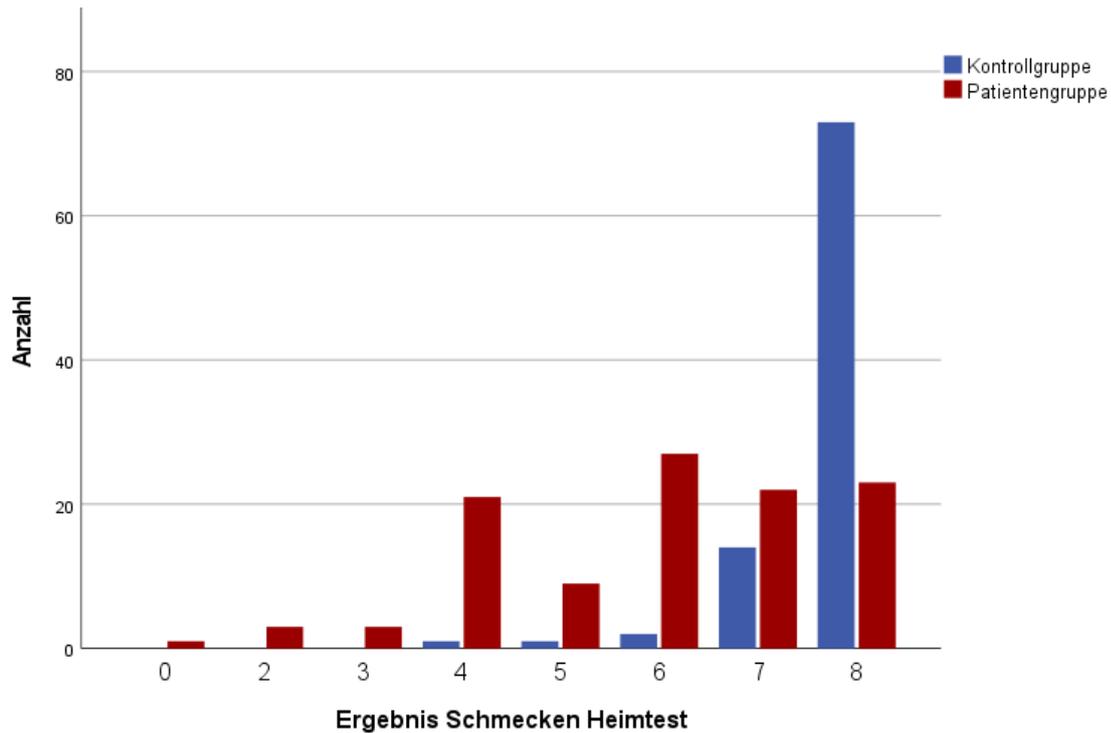


Abbildung 10: Erreichte Punktwerte beim Schmeck-Selbsttest, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

Beim Riechtest erreichten Teilnehmende der Patientengruppe ($M = 4,77 \pm 2,74$) signifikant niedrigere Punktzahlen als Teilnehmende der Kontrollgruppe ($M = 7,71 \pm 0,66$; $t[198] = 10,01$; $p < 0,001$). Beim Schmecktest wurden von Teilnehmenden der Kontrollgruppe ($M = 7,73 \pm 0,67$) ebenfalls signifikant bessere Ergebnisse erreicht als von Teilnehmenden der Patientengruppe ($M = 5,91 \pm 1,71$; $t[198] = 9,53$; $p < 0,001$).

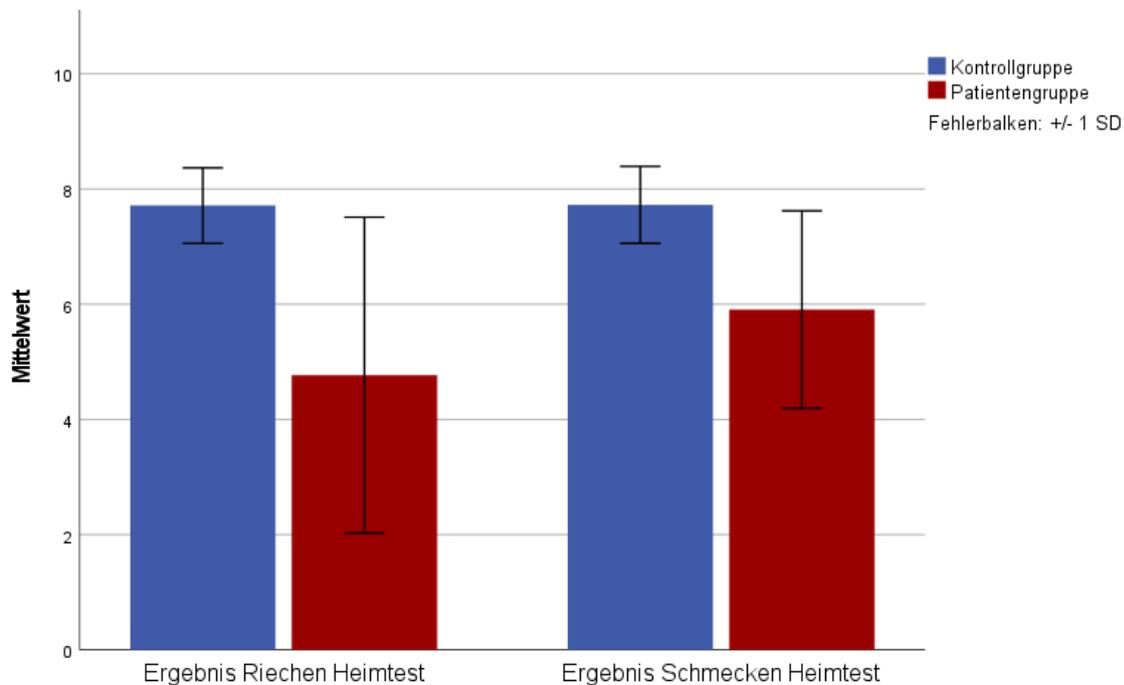


Abbildung 11: Mittelwerte und Standardabweichungen der Riech- und Schmeck-Selbsttests, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

Eine trigeminale Reizung wurde von 75,9% der Teilnehmenden wahrgenommen. In der Kontrollgruppe wurde eine Reizung von 82,4% berichtet, in der Patientengruppe lediglich von 70,4%. Somit berichtete ein größerer Anteil der Patient*innen, dass sie im Heimtest keine trigeminale Reizung wahrnahmen ($\chi^2 = 3,92$; $p = 0,048$).

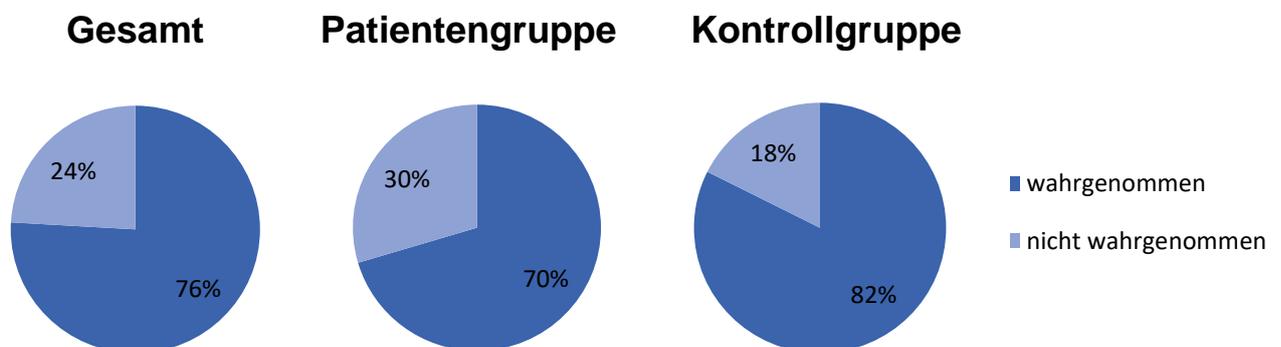


Abbildung 12: Ergebnisse des Selbsttests der trigeminalen Empfindlichkeit

5.5 Ergebnisse der psychophysischen Testung in der Klinik

5.5.1 Riechfunktion

Im Gesamtergebnis des SDI-Riechtests erreichten die Teilnehmenden durchschnittlich $27,73 \pm 8,95$ Punkte (Schwelle: $5,31 \pm 0,24$; Diskrimination: $11,10 \pm 3,14$; Identifikation: $11,38 \pm 3,55$). Teilnehmende der Kontrollgruppe ($M = 33,93 \pm 4,62$) erreichten signifikant bessere Ergebnisse als Teilnehmende der Patientengruppe ($M = 22,55 \pm 8,39$; $t [198] = 11.56$; $p < 0,001$).

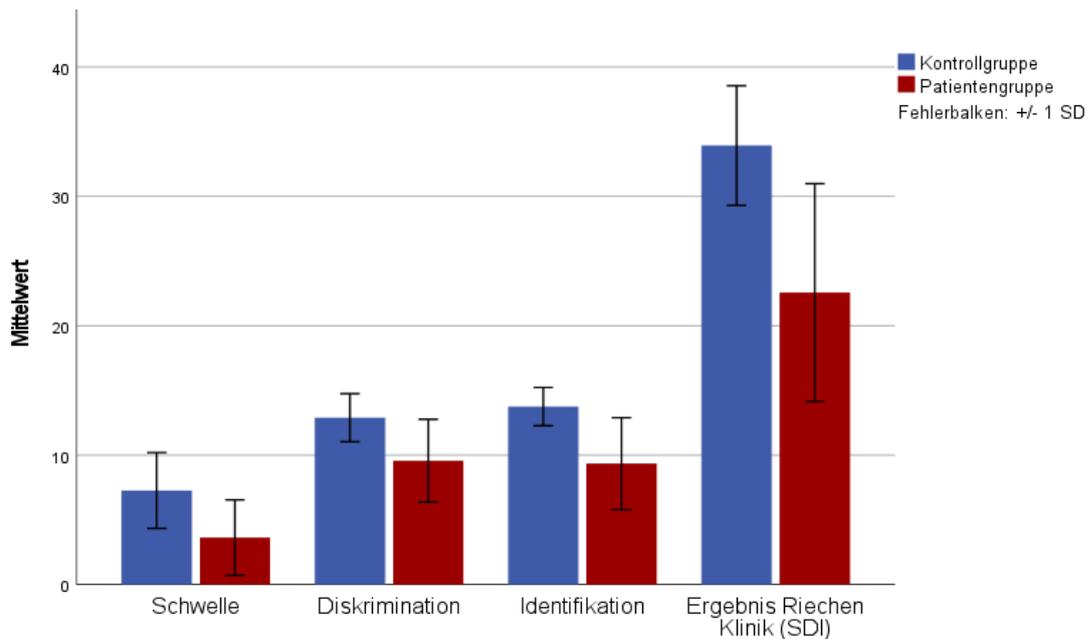


Abbildung 13: Mittelwerte und Standardabweichungen von Schwellen- Diskriminations- und Identifikationstests sowie deren Summe (SDI), getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

Der SDI-Test detektierte bei einem Grenzwert von weniger als 31 Punkten insgesamt 110 (55%) Menschen mit Riechminderung. Die Verteilung auf Patienten- und Kontrollgruppe sowie die Altersgruppen ist in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4: Prävalenz von Riechminderungen laut SDI-Test in verschiedenen Altersgruppen, insgesamt sowie getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

<i>n</i> = 200	Gesamt	Patientengruppe	Kontrollgruppe
Gesamt	110 (55%)	89 (82%)	21 (23%)
18-30 J.	21 (39%)	17 (74%)	4 (13%)
30-40 J.	17 (57%)	15 (71%)	2 (22%)
40-50 J.	13 (62%)	13 (81%)	-
50-60 J.	25 (50%)	20 (87%)	4 (16%)
60-70 J.	26 (70%)	17 (90%)	9 (50%)
70-80 J.	5 (83%)	4 (100%)	1 (50%)
>80 J.	4 (100%)	3 (100%)	1 (100%)

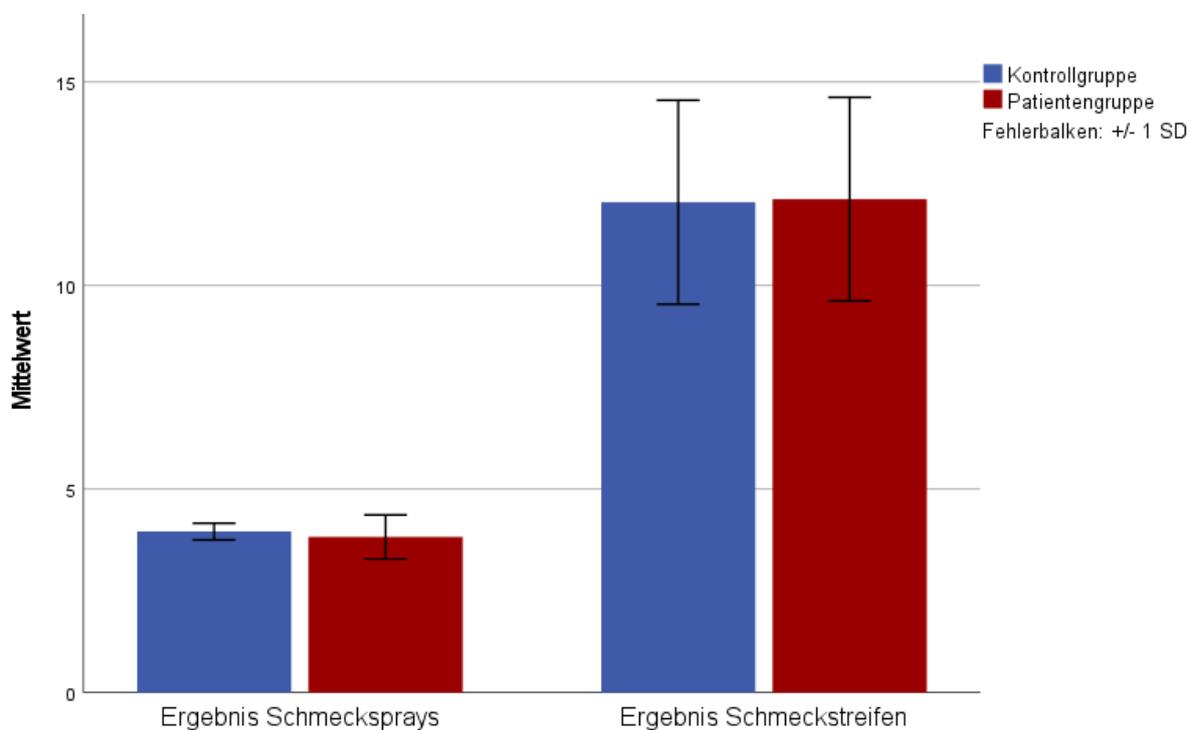
Anmerkung: die Prozentwerte in Klammern beziehen sich auf den Anteil in der jeweiligen Altersgruppe.

5.5.2 Schmeckfunktion

Im Mittel betrug das Ergebnis bei den Schmecksprays $3,89 \pm 0,41$ von 4 möglichen Punkten, das Ergebnis bei den Schmeckstreifen betrug durchschnittlich $12,09 \pm 2,50$ von 16 möglichen Punkten.

Bei den Schmecksprays wurden von der Kontrollgruppe durchschnittlich $3,96 \pm 0,21$ und von der Patientengruppe $3,84 \pm 0,52$ richtig erkannt. Somit schnitt die Kontrollgruppe signifikant besser ab ($t[145] = 2,10$; $p = 0,037$).

Die Testung mit den Schmeckstreifen ergab durchschnittliche Werte von $12,04 \pm 2,51$ in der Kontrollgruppe und $12,12 \pm 2,51$ in der Patientengruppe, wobei sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen zeigte ($t[186] = -0,22$; $p > 0,05$).



Anmerkung: bei der Testung mit den Schmecksprays konnten maximal 4 Punkte erreicht werden. Bei den Schmeckstreifen waren maximal 16 Punkte möglich.

Abbildung 14: Mittelwerte und Standardabweichungen der Testergebnisse mit Schmecksprays und Schmeckstreifen, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

5.5.3 Trigeminale Empfindlichkeit

Beim Lateralisierungstest wurden durchschnittlich $15,72 \pm 3,90$ von 20 möglichen Punkten erreicht. Teilnehmende der Kontrollgruppe erkannten durchschnittlich $15,59 \pm 4,03$ und Teilnehmende der Patientengruppe $15,85 \pm 3,79$ Reize richtig. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ($t[183] = -0,45; p > 0,05$). Die Verteilung ist Abbildung 15 zu entnehmen:

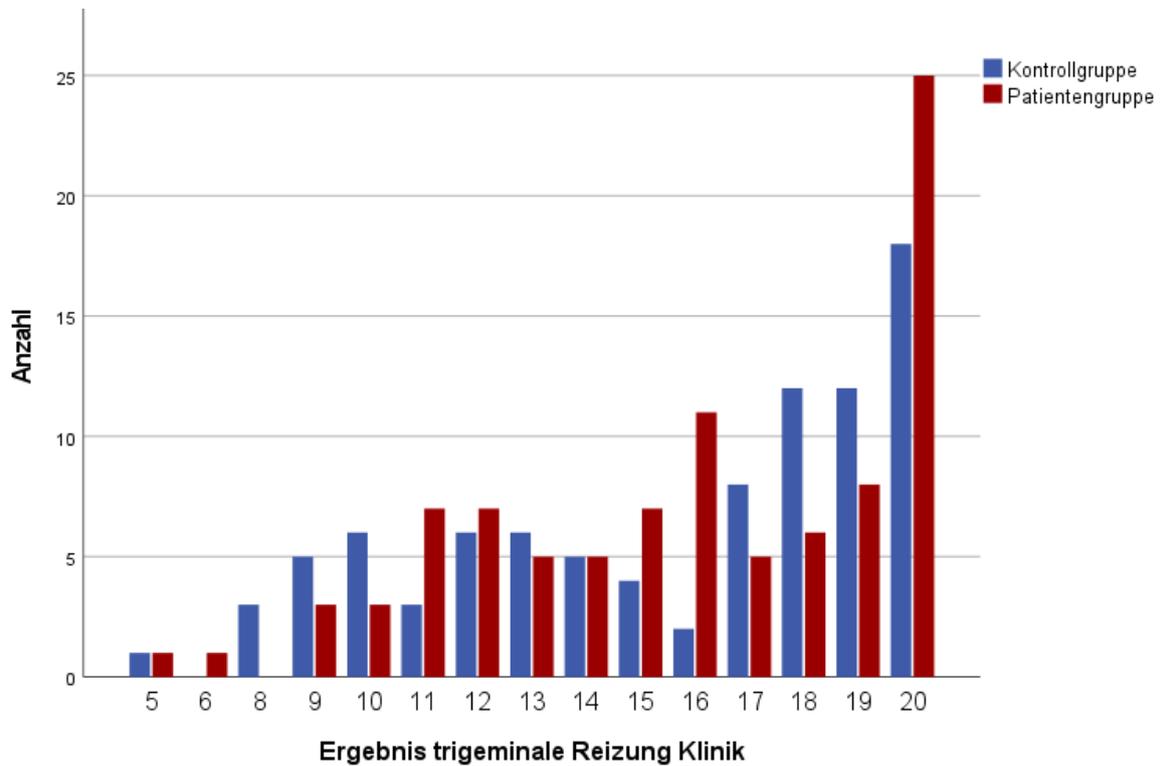


Abbildung 15: Erreichte Punktwerte beim Lateralisierungstest, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe

5.6 Vergleich zwischen Selbsteinschätzungen und objektiven Tests

Die Selbsteinschätzung des Riechens korrelierte sowohl zu Hause als auch in der Klinik mit den jeweiligen Riechtests (Selbsteinschätzung zu Hause und Selbsttest: $r = 0,73$; Selbsteinschätzung und Riechtest in der Klinik: $r = 0,72$; alle $p < 0,001$).

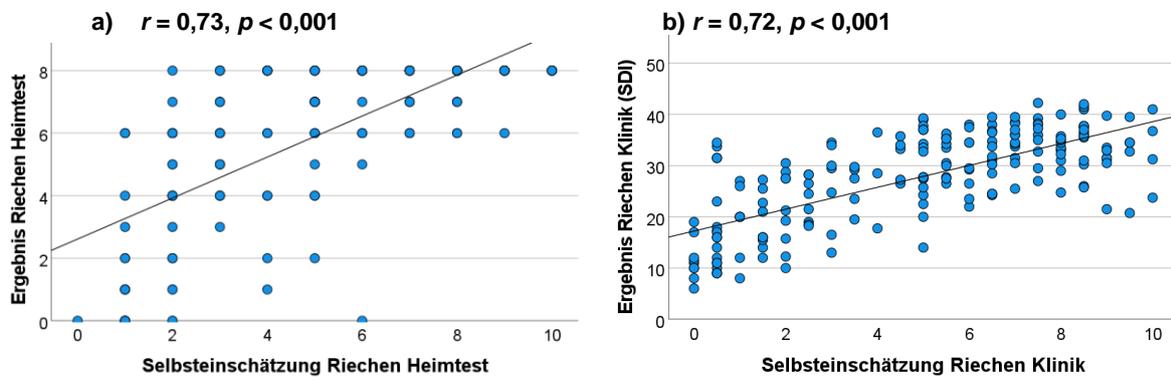


Abbildung 16: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen Selbsteinschätzungen und objektiven Tests des Riechvermögens, jeweils zu Hause und in der Klinik

Die Selbsteinschätzung des Schmeckens zu Hause korrelierte mit den Ergebnissen des Heimtests ($r = 0,27$, $p < 0,001$). Die Selbsteinschätzung des Schmeckens in der Klinik korrelierte mit marginaler Signifikanz mit den Ergebnissen der Schmecksprays ($r = 0,14$, $p = 0,05$), jedoch nicht signifikant mit den Ergebnissen der Schmeckstreifen ($p > 0,05$).

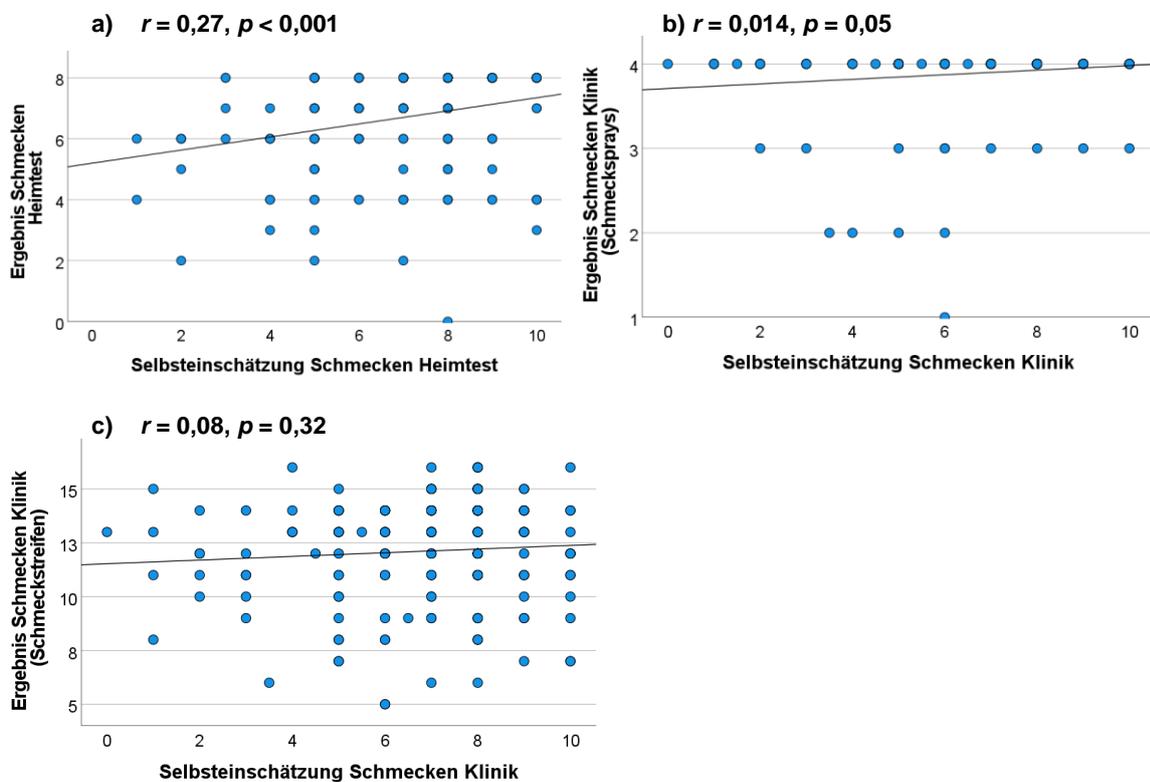


Abbildung 17: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen Selbsteinschätzungen und objektiven Tests des Schmeckvermögens, jeweils zu Hause und in der Klinik

5.7 Vergleich zwischen Heimtest und Klinik

5.7.1 Riechen

Abbildung 18 zeigt die Zusammenhänge zwischen Selbsteinschätzungen und objektiver Testung, jeweils zu Hause und in der Klinik. Es zeigten sich gute Korrelationen zwischen den Ergebnissen des Selbsttests und in der Klinik (Selbsteinschätzung zu Hause und in der Klinik: $r = 0,87$; Selbsteinschätzung zu Hause und Riechtest in der Klinik: $r = 0,65$; Heimtest und Selbsteinschätzung in der Klinik: $r = 0,74$; Heimtest und Riechtest in der Klinik: $r = 0,75$, alle mit $p < 0,001$).

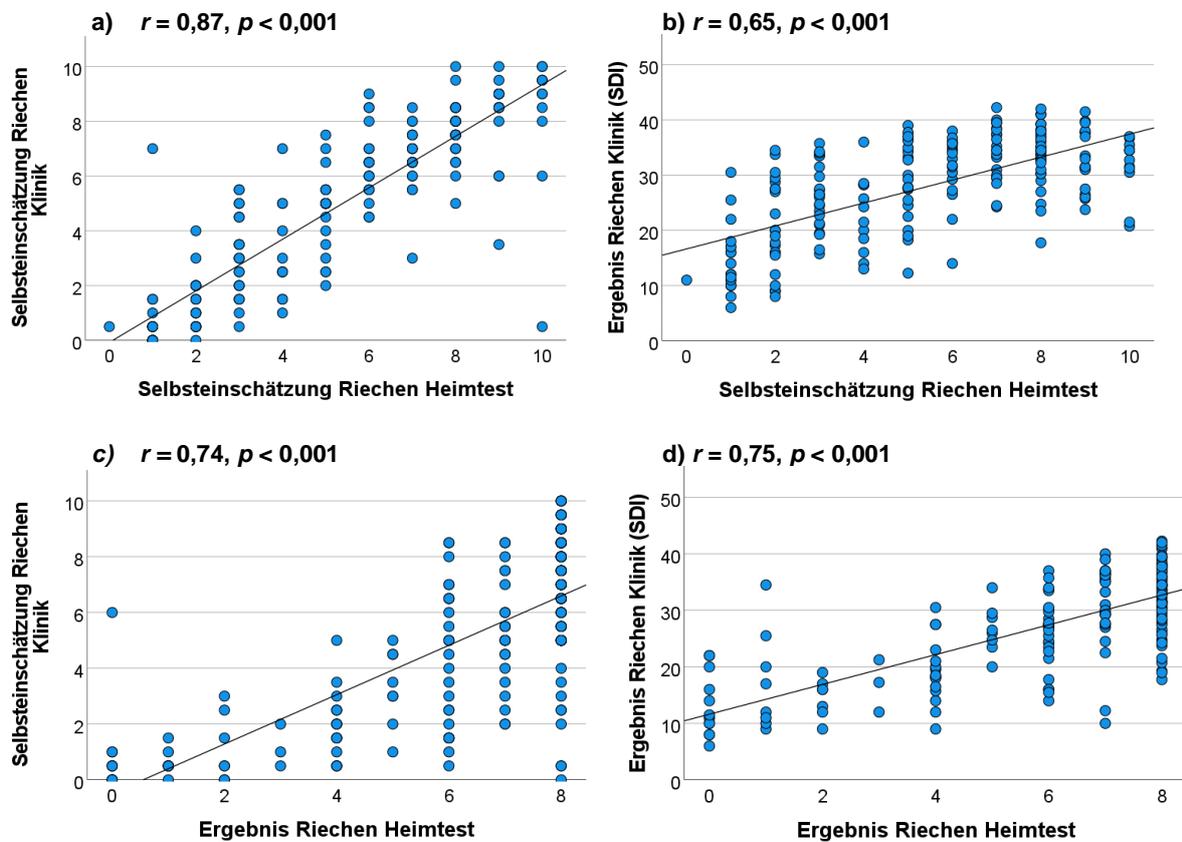


Abbildung 18: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen heimischem und klinischem Umfeld, jeweils für Selbsteinschätzungen und objektive Tests des Riechvermögens

Die Selbsteinschätzung der Nasendurchgängigkeit im Heimtest zeigte eine gute Korrelation mit der Selbsteinschätzung in der Klinik ($r = 0,69$, $p < 0,001$).

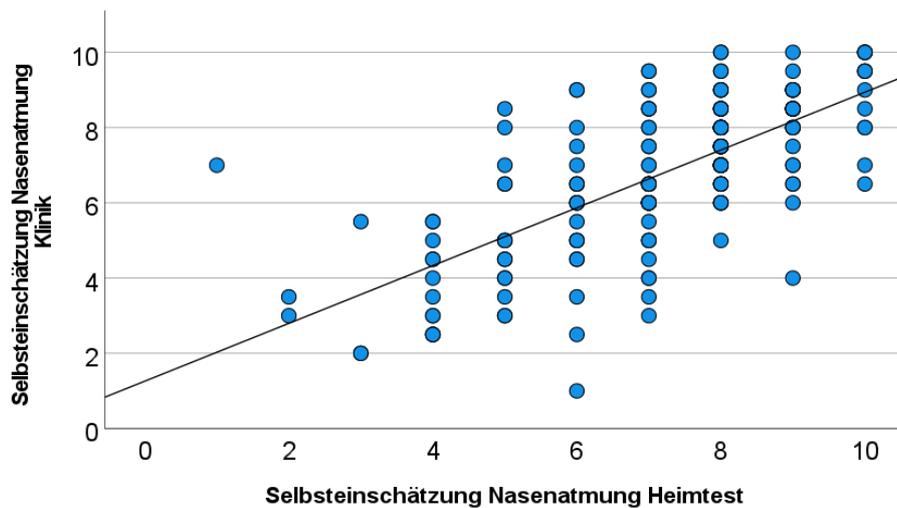


Abbildung 19: Streudiagramm und Regressionsgerade für den Vergleich der Selbsteinschätzungen der Nasendurchgängigkeit zu Hause und in der Klinik

Zur Validierung des Riech-Selbsttests wurde der SDI-Riechtest als Standard herangezogen und ein Ergebnis von mindestens 7 Punkten im Selbsttest als normales Riechvermögen definiert. So konnte eine Riechstörung mit einer Sensitivität von 67% und einer Spezifität von 92% detektiert werden. Das ergibt einen positiven prädiktiven Wert von 91% und einen negativen prädiktiven Wert von 70%.

Tabelle 5: Vierfeldertafel der detektierten Normosmien und Riechstörungen jeweils von Heimtest und klinischem Test, sowie Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW des Riech-Selbsttests

	Klinik: Normosmie	Klinik: Riechstörung	Gesamt	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW
Heimtest: Normosmie	83	36	119	67%	92%	91%	70%
Heimtest: Riechstörung	7	74	81				
Gesamt	90	110	200				

Anmerkung: PPW = positiver prädiktiver Wert; NPW = negativer prädiktiver Wert

5.7.2 Schmecken

Die Selbsteinschätzung des Schmeckens in der Klinik korrelierte stark mit der Selbsteinschätzung zu Hause und dem Schmeck-Selbsttest (Selbsteinschätzung zu Hause und in der Klinik: $r = 0,69$, Selbsteinschätzung in der Klinik und Heimtest: $r = 0,45$; alle $p < 0,001$). Allerdings konnte keine signifikante Korrelation zwischen den Klinik-Schmecktests (sowohl mit Schmecksprays als auch mit Schmeckstreifen) und dem Selbsttest gefunden werden (alle mit $p > 0,05$).

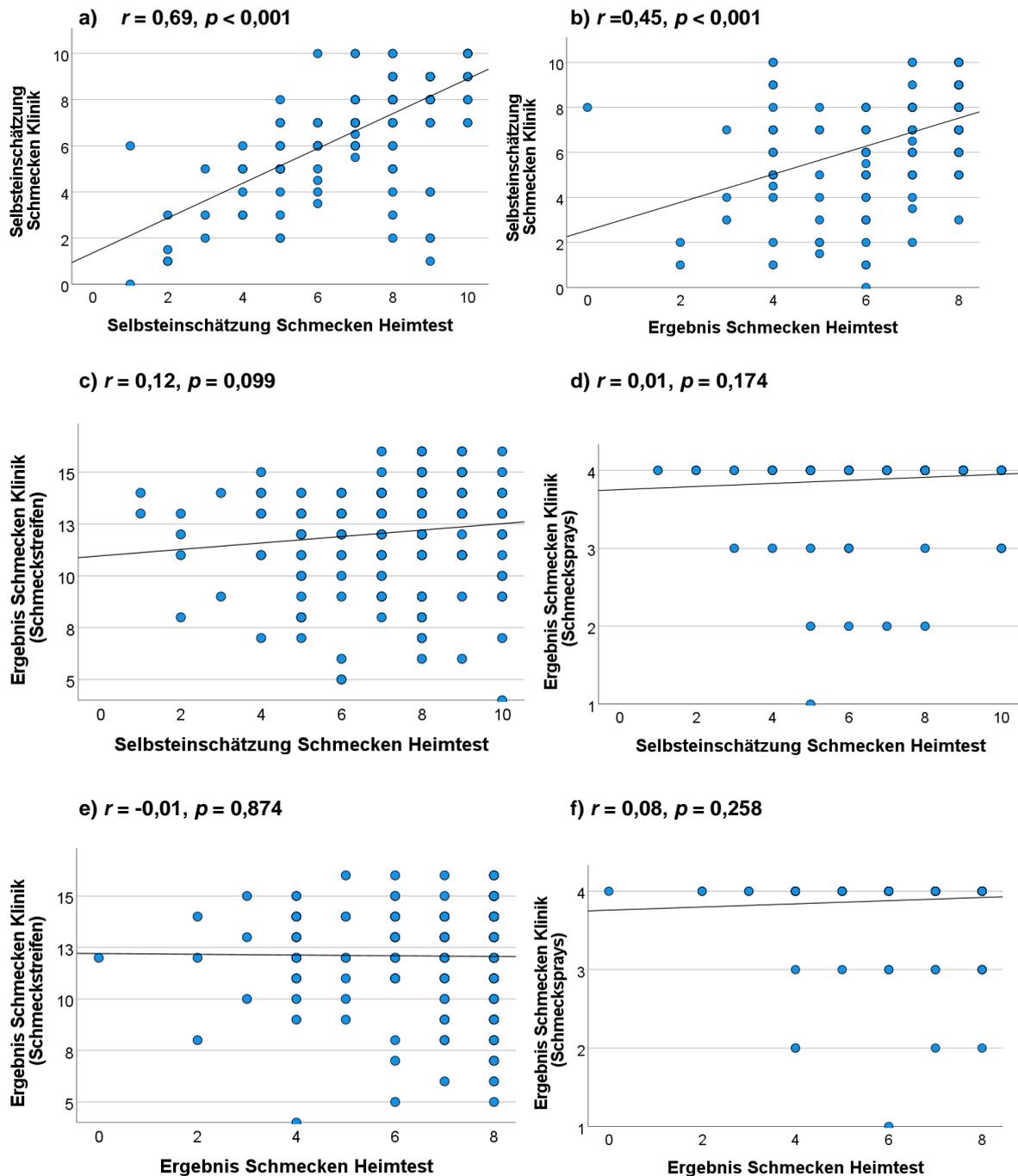


Abbildung 20: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen heimischem und klinischem Umfeld, jeweils für Selbsteinschätzungen und objektive Tests des Schmeckvermögens

Zur Validierung des Schmeck-Selbsttests wurden die Schmeckstreifen in der Klinik als Standard verwendet. Bei einem Grenzwert von weniger als 7 Punkten im Selbsttest konnte eine Schmeckstörung mit einer Sensitivität von 25% und einer Spezifität von 66% detektiert werden. Daraus ergeben sich ein positiver prädiktiver Wert von 8% und ein negativer prädiktiver Wert von 88%.

Tabelle 6: Vierfeldertafel der detektierten Normogeusien und Schmeckstörungen jeweils von Heimtest und klinischem Test, sowie Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW des Schmeck-Selbsttests

	Klinik: Normogeusie	Klinik: Schmeckstörung	Gesamt	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW
Heimtest: Normogeusie	111	15	126	25%	66%	8%	88%
Heimtest: Schmeckstörung	57	5	62				
Gesamt	168	20	188				

Anmerkung: PPW = positiver prädiktiver Wert; NPW = negativer prädiktiver Wert

5.7.3 Trigeminale Empfindlichkeit

Bei der Testung der trigeminalen Funktion im Heimtest und in der Klinik konnte keine signifikante Korrelation nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

Zur Feststellung der Sensitivität des Heimtests wurde eine normale trigeminale Reizbarkeit einem Ergebnis von mehr als 16 Punkten im Kliniktest gleichgesetzt, was dem Mittelwert entsprach. Eine verminderte trigeminale Reizbarkeit konnte im Heimtest durch Verneinung der Wahrnehmung einer trigeminalen Reizung mit einer Sensitivität von 22% und einer Spezifität von 74% identifiziert werden. Das ergibt einen positiven prädiktiven Wert von 38% und einen negativen prädiktiven Wert von 57%.

Tabelle 7: Vierfeldertafel der detektierten normalen und verminderten trigeminalen Reizbarkeiten jeweils von Heimtest und klinischem Test, sowie Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW des Selbsttests der trigeminalen Reizbarkeit

	Klinik: normale Reizbarkeit	Klinik: verminderte Reizbarkeit	Gesamt	Sensitivität	Spezifität	PPW	NPW
Heimtest: Reizung wahrgenommen	79	60	139	22%	74%	38%	57%
Heimtest: Reizung nicht wahrgenommen	28	17	45				
Gesamt	107	77	184				

Anmerkung: PPW = positiver prädiktiver Wert; NPW = negativer prädiktiver Wert

5.8 Störfaktoren zwischen Heimtest und Kliniktest

Es wurden verschiedene Kovariaten als mögliche Störfaktoren für konsistente Ergebnisse zwischen Selbsttest und Kliniktests untersucht. Deren Verteilung ist in Abbildung 21 ersichtlich.

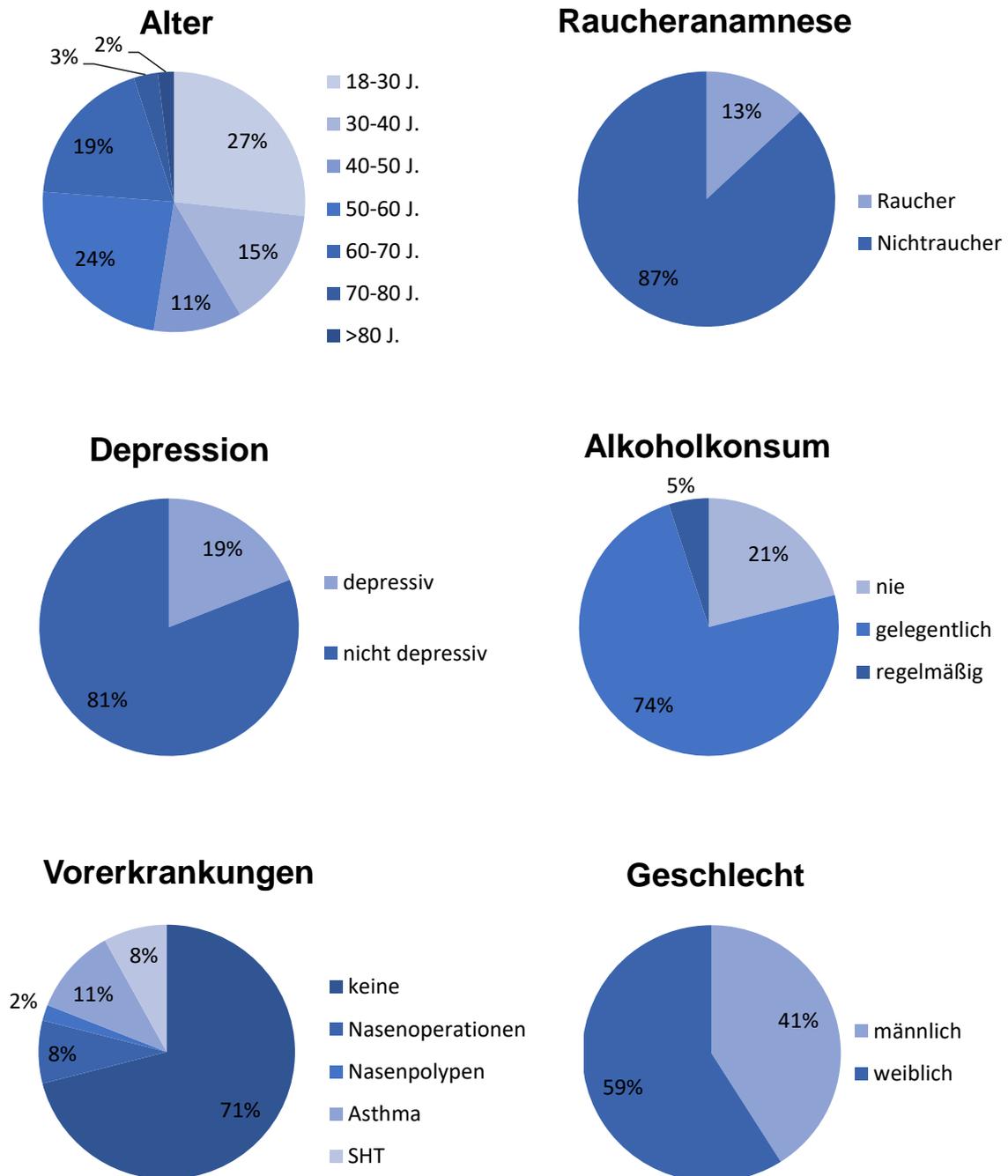


Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der Kovariaten Alter, Raucheranamnese, Depression, Alkoholkonsum, Vorerkrankungen und Geschlecht in der gesamten Stichprobe

In der binären logistischen Regressionsanalyse zeigten Teilnehmende mit subjektiver Riechstörung eher abweichende Ergebnisse zwischen der Selbsteinschätzung des Riechvermögens zu Hause und den psychophysischen Tests in der Klinik (Omnibus $\chi^2 = 3,94$, $p = 0,047$; Odds Ratio [OR] und 95% Konfidenzintervall [KI] für alle Kovariaten siehe Tabelle 8). Teilnehmende im Alter von 60 - 70 Jahren zeigten mit höherer Wahrscheinlichkeit diskrepante Ergebnisse zwischen Riech-Heimtest und klinischer Testung (Omnibus $\chi^2 = 15,83$, $p = 0,070$), wohingegen Teilnehmende mit subjektiver Riechstörung und solche, die in der Anamnese angaben regelmäßig Alkohol zu trinken, weniger abweichende Ergebnisse erreichten. Patient*innen mit Riechstörung zeigten dagegen mit höherer Wahrscheinlichkeit diskrepante Ergebnisse zwischen Heimtest und Selbsteinschätzung in der Klinik (Omnibus $\chi^2 = 4,80$, $p = 0,028$). Es zeigten sich keine signifikanten Kovariaten zwischen Selbsteinschätzung des Riechvermögens zu Hause und in der Klinik.

Beim Schmecktest zeigten Patient*innen mit Riechstörung und Teilnehmende mit einem Schädel-Hirn-Trauma in der Anamnese mit höherer Wahrscheinlichkeit Abweichungen zwischen den Selbsteinschätzungen zu Hause und in der Klinik (Omnibus $\chi^2 = 21,88$, $p = 0,001$). Patient*innen mit Riechstörung und Teilnehmende höheren Alters zeigten mit höherer Wahrscheinlichkeit diskrepante Ergebnisse zwischen der Selbsteinschätzung zu Hause und dem Schmeckstreifen-Test in der Klinik (Omnibus $\chi^2 = 24,33$, $p = 0,002$). Teilnehmende im Alter zwischen 60 - 70 Jahren, männlichen Geschlechts und mit Asthma in der Anamnese zeigten mit höherer Wahrscheinlichkeit Abweichungen zwischen Heimtest und Schmeckstreifen-Test in der Klinik (Omnibus $\chi^2 = 21,16$, $p = 0,026$). Patient*innen mit Riechstörung zeigten mit höherer Wahrscheinlichkeit Abweichungen zwischen dem Heimtest und der Selbsteinschätzung in der Klinik (Omnibus $\chi^2 = 18,43$, $p = 0,018$).

Tabelle 8: Ergebnisse der binären logistischen Regression der verschiedenen Modelle zwischen Heim- und Kliniktests

	Modell	Kovariate	B	OR	95% KI	Wald	p
Riechen:	Selbsteinschätzung zu Hause vs. in der Klinik	-	-	-	-	-	-
	Selbsteinschätzung zu Hause vs. klinische Testung	Riechstörung*	0,65	1,92	[0,99, 3,69]	3,81	0,051
	Heimtest vs. klinische Testung	Riechstörung*	-0,62	0,54	[0,29, 0,99]	3,86	0,050
		Altersgruppe 60-70 Jahre	1,08	2,95	[1,20, 7,27]	5,55	0,019
		regelmäßiger Alkoholkonsum	-1,94	0,14	[0,03-0,82]	4,76	0,029
	Heimtest vs. Selbsteinschätzung in der Klinik	Riechstörung*	0,63	1,88	[1,07, 3,33]	4,74	0,029
Schmecken:	Selbsteinschätzung zu Hause vs. in der Klinik	Riechstörung*	2,10	8,16	[1,75, 37,99]	7,16	0,007
		SHT in der Anamnese	1,33	3,77	[0,97, 14,73]	3,64	0,056
	Selbsteinschätzung zu Hause vs. klinische Testung	Riechstörung*	1,04	2,82	[1,29, 6,16]	6,77	0,009
		Altersgruppe 60-70 Jahre	0,99	2,67	[0,96, 7,46]	3,51	0,061
		Altersgruppe 70-80 Jahre	2,10	8,19	[1,02, 54,77]	4,70	0,030
	Heimtest vs. klinische Testung	Altersgruppe 60-70 Jahre	1,21	3,35	[1,20, 9,37]	5,30	0,021
		Männliches Geschlecht	0,68	1,98	[0,95, 4,11]	3,35	0,067
		Asthma	1,05	2,85	[1,01, 8,05]	3,92	0,048
	Heimtest vs. Selbsteinschätzung in der Klinik	Riechstörung*	0,84	2,32	[1,12, 4,79]	5,17	0,023

Anmerkung: B = Regressionskoeffizient ; OR = Odds Ratio ; 95% KI = Konfidenzintervall; Wald = Wald-Statistik; p = Signifikanzwert. Marginal signifikante Ergebnisse ($0,05 < p < 0,1$) wurden mit aufgeführt.

*subjektive Riechstörung entsprechend der ursprünglichen Gruppeneinteilung

5.9 Signifikante Ergebnisse im Überblick

- 1) Teilnehmende der Patientengruppe schätzten ihr Riech- und Schmeckvermögen schlechter ein, erreichten niedrigere Punktzahlen im WHO-5 Well-being Index und zeigten schlechtere Ergebnisse im Riech- und Schmeck-Selbsttest, im SDI-Riechtest und bei den Schmecksprays.
- 2) Es zeigten sich gute Korrelationen zwischen den Ergebnissen des Riech-Selbsttests und Tests in der Klinik, der Selbsteinschätzungen des Riech- und Schmeckvermögens und der Nasendurchgängigkeit, sowie einzelnen Modellen des Schmecktests.
- 3) Der Riech-Selbsttest konnte bei einem Grenzwert von weniger als 7 Punkten eine Riechstörung mit einer Sensitivität von 67% und einer Spezifität von 92% detektieren.
- 4) Der Schmeck-Selbsttest konnte bei einem Grenzwert von weniger als 7 Punkten eine Schmeckstörung mit einer Sensitivität von 25% und einer Spezifität von 66% detektieren.
- 5) Der Selbsttest der trigeminalen Reizbarkeit konnte eine verminderte Funktion mit einer Sensitivität von 22% und einer Spezifität von 74% detektieren.
- 6) Als Störfaktor für konsistente Ergebnisse zwischen Riech-Selbsttests und Tests in der Klinik konnte ein Alter von 60 - 70 Jahren identifiziert werden, wogegen die Angabe eines regelmäßigen Alkoholkonsums einen protektiven Faktor darstellte. Eine subjektive Riechstörung wirkte sich je nach Modell störend oder protektiv aus.
- 7) Störfaktoren für konsistente Ergebnisse zwischen Schmeck-Selbsttest und Tests in der Klinik waren eine subjektive Riechstörung, Schädel-Hirn-Traumata, höheres Alter, männliches Geschlecht und Asthma.

6 Diskussion

6.1 Diskussion der Ergebnisse

6.1.1 Diskussion der Ergebnisse des Selbsttests

Im Rahmen der Studie wurde ein Selbsttest der chemosensorischen Sinne vorgestellt und validiert, der nach schriftlicher Anleitung von den Testpersonen eigenständig zu Hause durchgeführt wurde.

Beim Riech-Selbsttest wurde aus den verfügbaren Duftquellen Kaffee (96,0%) am häufigsten ausgewählt, wohingegen Wein (76,5%) am seltensten genutzt wurde. Das könnte einerseits daran liegen, dass nicht alle Menschen Alkohol trinken: 21,5% der Teilnehmenden verneinten Alkoholkonsum. Andererseits sind die meisten der vorgeschlagenen Duftquellen im geöffneten Zustand lange haltbar, wohingegen eine geöffnete Flasche Wein innerhalb weniger Tage verbraucht werden sollte. Ein weiterer Faktor für die Auswahl der Duftquellen könnten Allergien sein.

In der Kontrollgruppe mit subjektiv normalem Riechvermögen wurden signifikant höhere Punktzahlen im Riech-Selbsttest erreicht als in der Gruppe mit subjektiver Riechstörung. Das spricht dafür, dass eine Selbsteinschätzung zumindest ungefähr mit der tatsächlichen Riechleistung übereinstimmt (Haxel et al., 2012; Lötsch & Hummel, 2019). Jedoch gab es auch 34 Teilnehmende der Patientengruppe (31,2%), die sieben oder mehr Punkte im Riechtest erreichten, sowie sechs Gesunde (6,6%), die eine niedrigere Punktzahl erreichten. Wie in vorherigen Studien bestanden also auf individueller Ebene Ungenauigkeiten in der Selbsteinschätzung (Welge-Lüssen et al., 2005).

Auch beim Schmeck-Selbsttest wurden von der Kontrollgruppe signifikant bessere Ergebnisse erreicht. Hierbei ist zu beachten, dass die Gruppeneinteilung nach einer subjektiven „Riech- und/oder Schmeckstörung“ erfolgte. 38,5% der Patientengruppe gaben in der Anamnese ein normales Schmeckvermögen an. Dass die Ergebnisse des Selbsttests in dieser Gruppe dennoch so schlecht ausfielen, könnte sich dadurch erklären, dass wir uns beim „schmecken“ von Lebensmitteln auch auf den retronasalen Geruch verlassen (Rozin, 1982). Ist dieser eingeschränkt, können Lebensmittel trotz intaktem Schmeckvermögen schlechter identifiziert werden.

Beim Test der trigeminalen Empfindlichkeit wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Die trigeminale Reizbarkeit war kein Kriterium bei der Gruppenzuordnung, sodass dieses Ergebnis wenig überraschend ist.

6.1.2 Diskussion der Ergebnisse der psychophysischen Kliniktests

Beim SDI-Riechtest wurden 90 (45%) Normosmiker und 110 (55%) Menschen mit Riechminderung detektiert. Diese Werte sind nicht zum Vergleich mit der

Allgemeinbevölkerung geeignet, da die Teilnehmenden der Patientengruppe speziell nach einer Riech- und/oder Schmeckstörung selektiert wurden. Betrachtet man ausschließlich die subjektiv gesunde Kontrollgruppe ($n = 91$), ergibt sich ein Anteil von 21 (23,1%) Menschen mit Riechminderung. Das stützt die Erkenntnisse bestehender Arbeiten, dass Riechstörungen in der Allgemeinbevölkerung oftmals unerkannt bleiben (Adams et al., 2017; Lötsch & Hummel, 2019). Da die Studie den Selbsttest lediglich als Screeningtest zur Unterscheidung zwischen gesund und krank validieren sollte, wurde auf eine weitere Unterteilung der Riechstörungen in Hyposmie und Anosmie verzichtet.

Teilnehmende der Kontrollgruppe erreichten signifikant bessere Ergebnisse im SDI-Riechtest. Auch hier war also die Selbsteinschätzung der Patient*innen, dass eine Störung vorliegt, auf das Kollektiv bezogen zutreffend (Welge-Lüssen et al., 2005). Nach Altersgruppen geordnet, zeigte sich in beiden Gruppen eine größere Prävalenz von Riechstörungen in höheren Altersgruppen (z. B. 100% der über 80-jährigen; siehe Tabelle 4). Das deckt sich mit epidemiologischen Daten vorausgehender Studien (Doty et al., 1984; Murphy et al., 2002). Die häufigste Ursache für Riechstörungen waren mit 57% postvirale Störungen. Das entspricht einem höheren Anteil als in vorherigen Arbeiten beschrieben wurde, auch wenn in einzelnen Kliniken von einem Anteil bis zu 91% berichtet wurde (Damm et al., 2000; Smith & Seiden, 1991). Es ist davon auszugehen, dass dieser Anteil zum Zeitpunkt der Datenerfassung (März bis September 2021) bedingt durch die COVID-19-Pandemie höher war, als in anderen Jahren. 21% der Störungen waren zum Zeitpunkt der Anamnese noch ungeklärter Ursache. Diese können nicht alle mit idiopathischen Störungen gleichgesetzt werden, da in vielen Fällen noch keine umfassende Diagnostik erfolgt war.

Die Ergebnisse bei den Schmecksprays zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen. Das ist überraschend, da lediglich 82% der Gesunden alle vier Sprays zuverlässig erkennen können (Welge-Lüssen et al., 2011) und 38,5% der Patient*innen angaben, ein normales Schmeckvermögen zu besitzen. Bei den Ergebnissen der Schmeckstreifen zeigte sich dagegen kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen. Das könnte durch die beiden oben genannten Gründe erklärt werden. Die Konzentrationen der Schmeckstoffe sind bei den Schmeckstreifen außerdem insgesamt niedriger als bei den Schmecksprays. Das erschwerte auch den Gesunden die Identifikation der Geschmäcker. Dies betraf aufgrund der physiologischen Abnahme des Schmeckvermögens insbesondere die höheren Altersgruppen (Fukunaga et al., 2005; Mojet et al., 2001).

Beim Lateralisationstest zeigte sich ebenso kein Unterschied zwischen den Gruppen. Auch wenn olfaktorisches und trigeminales System eng miteinander verknüpft sind (Hummel et al., 1996), wurde die trigeminale Reizbarkeit bei der Gruppeneinteilung nicht berücksichtigt.

6.1.3 Diskussion der Selbsteinschätzungen und deren Einflussfaktoren

Die beiden untersuchten Gruppen zeigten signifikante Unterschiede in den Selbsteinschätzungen des Riech- und Schmeckvermögens. Das ist nicht erstaunlich, da eine subjektive Riech- und/oder Schmeckstörung Einschlusskriterium für die Patientengruppe war. Davon abweichend gab es dennoch zwölf Patient*innen, die die Frage nach normalem Riech- und Schmeckvermögen in der klinischen Anamnese mit „ja“ beantworteten, und zwei Teilnehmende der Kontrollgruppe, die zumindest eine der beiden Fragen verneinten. Dennoch verstanden sich diese nicht als krank und nahmen keine ärztliche Behandlung in Anspruch. Ein „nicht normales“ Riech- oder Schmeckvermögen wurde von den betroffenen „gesunden“ Teilnehmenden nicht als Einschränkung gewertet. Dies bestätigt, dass die subjektive Selbsteinschätzung variabel ist und dass Veränderungen der chemosensorischen Sinne nicht unbedingt mit einem Krankheitswert einhergehen (Landis, Hummel et al., 2003; Oleszkiewicz et al., 2020). Das wird ebenso von den Ergebnissen des WHO-5-WBI untermauert. Während in der Kontrollgruppe bei 10% der Menschen eine Depressivität zu vermuten war, was mit epidemiologischen Daten der Gesamtbevölkerung im Einklang steht (Kessler et al., 2012; McRae et al., 2016), zeigte in der Gruppe mit subjektiver Riechstörung ein deutlich größerer Anteil (26%) der Menschen einen Anhalt auf eine Depression. Es gibt Berichte über erhöhte Prävalenzen von affektiven Störungen und Angststörungen seit Beginn der COVID-19-Pandemie (Stephenson et al., 2022). Diese wird bisher vor allem mit sozialen und ökonomischen Folgen der Kontaktreduzierung begründet (Bau et al., 2022). Inwieweit eine mögliche höhere Prävalenz von Riechstörungen einen Einfluss haben könnte, wurde noch nicht untersucht.

Patient*innen, die zusätzlich zur Riechstörung eine Schmeckstörung angaben, zeigten oftmals eine normale Schmeckfunktion in der klinischen Testung. Das bestätigt die Ergebnisse vorausgegangener Studien, laut denen Riechstörungen oftmals auch als Schmeckstörungen wahrgenommen werden (Deems et al., 1991).

Die Selbsteinschätzung der Nasendurchgängigkeit kann einen Hinweis auf die trigeminale Reizbarkeit geben, da das Gefühl für den Luftfluss über trigeminale Kälterezeptoren vermittelt wird (Zhao et al., 2014). Wie in der Selbsteinschätzung zeigte sich auch im Lateralisierungstest kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Die Wahrnehmung einer Irritation schien mit einer subjektiven Riechstörung in Zusammenhang zu stehen: im Heimtest schnitt die Patientengruppe, wenn auch nicht signifikant, schlechter ab.

Eine subjektive Riechstörung war ein wichtiger Störfaktor für abweichende Ergebnisse zwischen Selbsteinschätzung und objektiver Testung der Riechfunktion. Patient*innen, die sich beeinträchtigt fühlten, waren also schlechter darin, ihre Fähigkeiten richtig einzuschätzen. Das widerspricht den Erkenntnissen vorheriger Studien, die aufzeigten, dass die

Selbsteinschätzung bei Menschen mit Riechstörung zuverlässiger als bei Gesunden ist (Haxel et al., 2012). Andererseits zeigten Menschen mit Riechstörung mit marginaler Signifikanz konsistentere Ergebnisse zwischen Riech-Selbsttest und Kliniktest. Da die Sniffin' Sticks als zuverlässiges Verfahren zur Quantifizierung des Riechvermögens gelten, spricht das dafür, dass der Riech-Selbsttest bei einer vorhandenen Riechstörung validere Ergebnisse liefert.

Patient*innen im Alter zwischen 60-70 Jahren zeigten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit abweichende Ergebnisse zwischen objektivem Heimtest und Kliniktest. Als mögliche Erklärung könnte eine mit dem höheren Alter einhergehende niedrigere kognitive Funktion dienen (Park et al., 2003). Diese erschwert das Leseverständnis der schriftlichen Instruktionen im Heimtest, wodurch eine korrekte Durchführung nicht immer gewährleistet ist. In der Klinik ist dagegen stets geschultes Personal vor Ort, um die Tests standardisiert durchzuführen und, falls nötig, Fehler bei der Ausführung zu korrigieren. Die kognitiven Fähigkeiten beeinflussen ebenso das Riechen, insbesondere die Funktionen Diskrimination und Identifikation (Hedner et al., 2010). Beide wurden in der Klinik viel detaillierter getestet, was zu einer realistischeren Fehlerquote bei älteren Menschen geführt haben könnte. Unklar ist jedoch, warum die Altersgruppen von 70-80 Jahren und über 80 Jahren wiederum konsistentere Ergebnisse zeigten.

Menschen, die bei der Anamnese angaben regelmäßig Alkohol zu trinken, zeigten mit marginaler Signifikanz konsistentere Ergebnisse zwischen Riech-Selbsttest und Kliniktest. Wenn man als gegeben sieht, dass der Großteil der Menschen in Deutschland regelmäßig Alkohol konsumiert (Kraus et al., 2000), kann davon ausgegangen werden, dass diejenigen, die das in der Klinik wahrheitsgemäß angaben, direkter oder aufrichtiger sind. Dieses Denkmuster könnte ihnen ermöglicht haben, konsistentere Ergebnisse zwischen Heimtest und klinischem Riechtest zu erreichen.

Ein wichtiger Störfaktor für konsistente Ergebnisse zwischen Schmeck-Selbsttest und klinischen Tests war eine subjektive Riechstörung. Bei den im Selbsttest verwendeten Materialien kann nicht ausgeschlossen werden, dass olfaktorische Eindrücke die Identifikation der Lebensmittel unterstützt haben. In der Klinik ist die Vermeidung dieser Fehlerquelle durch die Verwendung standardisierter Substanzen sichergestellt. Somit bedingt eine Riechstörung inkonsistentere Ergebnisse. Weitere Risikofaktoren für diskrepante Ergebnisse zwischen Schmeck-Selbsttest und klinischen Tests waren Vorerkrankungen wie Schädel-Hirn-Traumata oder Asthma, höheres Alter und männliches Geschlecht. Alle der genannten Faktoren sind ebenfalls Risikofaktoren für Riechstörungen. Wie oben beschrieben, können diese die Ergebnisse einzelner Schmecktests verfälschen.

6.1.4 Validierung des Selbsttests

Die Ergebnisse des Riech-Selbsttests korrelierten stark mit denen der klinischen Testung. Er konnte eine Riechstörung mit einer Sensitivität von 67% und einer Spezifität von 92% erkennen, wenn ein Grenzwert von sieben Punkten oder mehr für Normosmie gesetzt wurde. Somit zeigte er im Vergleich zur standardisierten psychophysischen Testung akzeptable Ergebnisse. Eine Unterscheidung zwischen „gesund“ und „krank“ erfolgte mit einer hohen Genauigkeit, somit ist eine Verwendung als Screeningtest denkbar.

Die Ergebnisse des Selbsttests für das Schmecken korrelierten nicht mit den psychophysischen Testmethoden. Er konnte eine Schmeckstörung mit einer Sensitivität von 25% und einer Spezifität von 66% erkennen. Somit erwies er sich zwar als recht zuverlässig bei der Erkennung der Gesunden (negativer prädiktiver Wert von 88%), zeigte aber keine validen Ergebnisse bei der Detektion einer Schmeckstörung. Daher ist die praktische Anwendbarkeit als Screeningtest begrenzt.

Der Selbsttest für trigeminale Reizbarkeit detektierte eine verminderte Funktion mit einer Sensitivität von 22% und einer Spezifität von 74%. Die Ergebnisse korrelierten nicht mit der klinischen Testung. Auch dieser Test ist daher nur begrenzt als Screeningtest geeignet.

6.2 Diskussion der Methoden

6.2.1 Fragebögen und Selbsteinschätzungen

Die Selbsteinschätzungen wurden im Online-Fragebogen auf numerischen Skalen und in der Klinik auf visuellen Analogskalen (VAS) erfasst. Es ist fraglich, inwiefern dieser Unterschied die Ergebnisse beeinflusste. Die VAS gibt besonders im mittleren Bereich weniger Anhaltspunkte als die sehr strukturierte numerische Skala, was zu Ungenauigkeiten führen kann. Von den Teilnehmenden wurden außerdem Unsicherheiten in Bezug auf die Bedeutung der Werte berichtet. Eine 10 wurde in der Selbsteinschätzung trotz der Beschriftung „extrem gut“ manchmal als „normal“ oder „durchschnittlich“ aufgefasst. So gaben manche Menschen höhere Werte an, als der vorgesehenen Einschätzung entsprochen hätte.

6.2.2 Selbsttest

Bisher existieren validierte Testverfahren der Chemosensorik im klinischen Umfeld, aber nicht als Heimtest. Im Gegensatz zu bisher beschriebenen Selbsttests (Besser et al., 2020; Parma et al., 2021; Sheen et al., 2022) nutzt der von uns verwendete Test ausschließlich leicht verfügbare Duft- und Geschmacksquellen. In vielen deutschen Haushalten sind diese bereits vorhanden. Durch die Auswahlmöglichkeit von vier aus fünf Duftquellen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, für den Test nicht extra einkaufen zu müssen. Außerdem wird es durch Ausschluss einer Duftquelle auch Personen mit Allergien oder Unverträglichkeiten erleichtert,

den Test durchzuführen. Das alles trägt dazu bei, den Selbsttest niederschwellig und einer großen Zielgruppe verfügbar zu machen.

Die Rahmenbedingungen des Selbsttests ließen sich trotz schriftlicher Instruktionen nur eingeschränkt kontrollieren. Störfaktoren wie Hintergrundgerüche im Untersuchungsraum, Deo oder Parfum der Untersuchenden oder Rückstände von Spülmittel auf den Löffeln konnten nicht sicher ausgeschlossen werden. Teilnehmende merkten an, dass die Auswahl der Duftquellen und Lebensmittel zum Teil einen großen Spielraum gelassen habe. Unterschiedliche Sorten Seife riechen sehr verschieden, wogegen es sich bei Seife und Waschmittel je nach Marke um sehr ähnliche Gerüche handele. Ebenso war die Menge der zu verwendenden Duftstoffe nicht genau definiert. Ob dies die Intensität des verströmten Geruchs signifikant veränderte, ist fraglich. Der Abstand zwischen Duftquelle und Nase bei der Duftpräsentation war nicht genau vorgegeben und konnte je nach verwendeten Schüsseln oder Gläsern variieren. Beim Schmecktest dürfte die Darreichungsform der Lebensmittel relevant sein, da das Mundgefühl (Pulver, Saft oder klebrige Paste) entscheidende Hinweise auf das entsprechende Lebensmittel geben konnte. Bei Kaffee oder Tee sei etwa nicht eindeutig gewesen, ob Pulver oder das aufgebrühte Produkt verwendet werden sollte. Fertige Testkits haben den Vorteil, dass die verwendeten Proben nicht erst von den Testpersonen vorbereitet und portioniert werden müssen. Außerdem wird eine einheitlichere Stimuluspräsentation sichergestellt (Sheen et al., 2022). Dieser Vorteil muss gegenüber der besseren Verfügbarkeit eines Selbsttests mit haushaltsüblichen Gegenständen abgewogen werden.

Die Instruktionen ließen Spielraum in der genauen Durchführung. Zum Teil wurden die beiden Fragen „Etwas gerochen/geschmeckt?“ und „Duft/Geschmack erkannt?“ in einem statt in zwei Durchgängen beantwortet. Manche Untersucher*innen veränderten die Reihenfolge zwischen den Durchläufen oder sagten die Antwortmöglichkeiten nicht wie vorgegeben immer wieder an. Das erschwerte den Testpersonen das korrekte Antworten, da eine freie Identifikation von Düften ohne vorgegebene Antwortmöglichkeiten selbst für riechgesunde Menschen schwierig ist (Iravani et al., 2020).

Im Gegensatz zur psychophysischen Testung wurde bei den Fragen „Riechen/ schmecken Sie etwas?“ nicht nach dem „Forced-Choice-Prinzip“ gearbeitet. Dieses zwingt die Proband*innen etwa bei der Riechschwellenbestimmung mit Sniffin' Sticks dazu, sich für einen Stift zu entscheiden, auch wenn sie der Meinung sind, nichts gerochen zu haben. Das erhöht die Objektivität der Testung. Wenn dahingegen wie im Selbsttest die Antwortmöglichkeit „nichts gerochen“ zur Verfügung steht, wird diese in der Regel von einem gewissen Prozentsatz der Patient*innen gewählt, die in Wirklichkeit noch ein wenig riechen können (Hummel, Hähner et al., 2007). Außerdem ermöglicht das Forced-Choice-Prinzip, Personen,

die einen Riechverlust etwa aus Versicherungsgründen imitieren, von wahren Anosmikern zu unterscheiden. Während Anosmiker einen der Zufallswahrscheinlichkeit entsprechenden Anteil der Fragen richtig beantworten, neigen Simulanten dazu, deutlich weniger richtige Antworten zu geben (Doty et al., 1984). Beim zweiten Teil des Tests („Duft/ Geschmack erkannt?“) wurde das Forced-Choice-Prinzip verwendet, da sich die Testperson für einen der angebotenen Gegenstände entscheiden musste.

Im Schmecktest wurden vier prototypische Lebensmittel für die Geschmacksrichtungen süß, sauer, salzig und bitter verwendet. Die Geschmacksrichtung Umami wurde sowohl im Heimtest als auch in der klinischen Testung ausgelassen, da diese den meisten Menschen im westeuropäischen Kulturkreis nicht sehr geläufig ist und das Ergebnis negativ beeinflussen könnte (Landis et al., 2009; Welge-Lüssen et al., 2011). Bei der Entwicklung von Tests für andere Regionen der Welt sollte gegebenenfalls darauf geachtet werden, Umami mit aufzunehmen.

6.2.3 Psychophysische Testung

Der SDI-Test mit Sniffin' Sticks gilt in Deutschland als Methode erster Wahl zur Testung des Riechvermögens (AWMF, 2016). Er kommt vor allem zur Quantifizierung eines subjektiv eingeschränkten Riechvermögens zum Einsatz. Bei speziellen diagnostischen Fragestellungen kann der SDI-Test zur Detektion eines schleichend einsetzenden Riechverlusts eingesetzt werden, etwa als Frühsymptom neurologischer Erkrankungen. Klinisch relevant ist in den meisten Fällen jedoch die subjektive Einschränkung. Es konnte gezeigt werden, dass eine Riechstörung vor allem dann negative Auswirkungen auf Lebensqualität und Sozialleben hat, wenn sie den Betroffenen auch bewusst ist (Oleszkiewicz et al., 2020). Eine Testung subjektiv gesunder Proband*innen ohne diagnostische Fragestellung ist somit wenig sinnvoll.

Die verwendeten Gerüche besitzen keine bedeutsame trigeminale Komponente (Hummel et al., 2007). Somit wird eine separate Testung des olfaktorischen und des trigeminalen Systems gewährleistet. Die bei der Testung bestimmte Riechschwelle ist nach modernen Erkenntnissen keine feste Grenze, die sicher in „überschwellige“ und „unterschwellige“ Reize unterteilt. Laut der Signalentdeckungstheorie (Ehrenstein & Ehrenstein, 1999) gibt es einen Konzentrationsbereich, in dem die Wahrscheinlichkeit der Detektion eines Reizes ansteigt. Die „Schwelle“ definiert den Punkt, bei dem 50% der angebotenen Reize erkannt werden. Sie kann durch Inkonsistenzen im Antwortverhalten und durch äußere Faktoren variieren (Hummel & Welge-Lüssen, 2009). Das ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, da zwischen Selbsttest und dem Termin in der Klinik bis zu eine Woche verging und keine genaue Tageszeit für die Testungen definiert war.

Zur Testung des Schmeckvermögens wurden sowohl Schmecksprays als auch Schmeckstreifen verwendet. Im Gegensatz zur Studie von Landis et al. wurde der Schmecksinn nicht auf der ausgestreckten Zunge, sondern bei geschlossenem Mund getestet. Das ermöglicht keine differenzierte Testung der einzelnen Nerven (Landis et al., 2009). Jedoch werden auch Geschmacksknospen in anderen Bereichen des Mundes angesprochen (Lehman et al., 1995), wodurch sich die Sensitivität der Schmeckwahrnehmung erhöht. Diese Methode ist der im Selbsttest verwendeten Technik sehr ähnlich, was eine gute Vergleichbarkeit gewährleistet.

Da das Schmeckvermögen mit dem Alter abnimmt, wurden die Normwerte für verschiedene Altersgruppen einzeln festgelegt (Landis et al., 2009). In der vorliegenden Studie wurde für alle Altersgruppen ein einheitlicher Grenzwert genutzt, da auch der Selbsttest hier nicht differenziert.

Die trigeminale Reizbarkeit wurde mit der Fähigkeit zur Lateralisierung eines trigeminalen Stimulus überprüft. Dafür wurde mit 20 Stimuli gereizt. Diese Methode liefert in kürzerer Zeit ähnliche Ergebnisse wie die in vorherigen Studien genutzten 40 Stimuli (Jobin et al., 2021). Die Genauigkeit der Testung war von der Mitarbeit der Proband*innen abhängig, da während der Stimuluspräsentation (Zusammendrücken der Fläschchen) leicht eingeatmet werden sollte. Von vielen Testperson wurde der vermehrte Luftstrom in einem Nasenloch als trigeminaler Reiz fehlinterpretiert. Dieser ist durch den Nasenzyklus, also das wechselseitige An- und Abswellen der Nasenschleimhaut, zu erklären (Kern, 1975). Manche Testpersonen erkannten das nach einer gewissen Zeit und passten ihre Antworten an. Andere beschrieben ein „Nachklingen“ des Eukalyptusduftes vorhergegangener Stimuli im jeweils anderen Nasenloch. Das erklärt einzelne Ergebnisse, die deutlich unter dem durch Zufall zu erwartendem Wert von 10 Punkten lagen.

6.3 Methodenkritik

Das Studiendesign als Querschnittsstudie zeigt lediglich eine Momentaufnahme der chemosensorischen Sinne der Teilnehmenden. Es erlaubt keine Rückschlüsse auf Ursachen, Einflussfaktoren oder Verläufe der Riech- und/oder Schmeckstörungen.

Da nur eine begrenzte Gruppe der Gesamtbevölkerung an der Studie teilgenommen hat, könnte es zu einer Stichprobenverzerrung gekommen sein. Die Teilnahme war für beide Gruppen freiwillig und brachte keine unmittelbaren Vorteile mit sich. Motivierende Gründe könnten ein allgemeines Interesse für das Thema oder an Studienteilnahmen generell gewesen sein. Die Kontrollgruppe wurde zum Großteil aus dem erweiterten sozialen Umfeld der Autorin rekrutiert und stellt nicht zwangsläufig einen repräsentativen Querschnitt der Grundgesamtheit dar. Auch die räumliche Begrenzung (Testungen ausschließlich in Sachsen und Brandenburg) ist zu beachten.

Die Teilnehmenden führten den Selbsttest zu Hause und ohne Überwachung durch geschultes Personal durch. Dabei konnte eine exakte Ausführung der Instruktionen nicht kontrolliert werden. Es bestand außerdem das Risiko einer Verzerrung durch falsche Erinnerung oder einer fehlerhaften Angabe von Punktzahlen.

Für Menschen aus verschiedenen Regionen der Welt könnten einige der angegebenen Duft- und Geschmacksquellen nicht oder nur schwer verfügbar sein. In zukünftigen Studien zu Heimtests sollte darauf geachtet werden, ausschließlich Lebensmittel zu verwenden, die international gleich gut erhältlich sind. Alternativ wäre auch eine Entwicklung verschiedener Testversionen denkbar, die an den jeweiligen Kulturkreis angepasst sind.

6.4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Der vorgestellte Selbsttest kann einen groben Überblick über die chemosensorischen Sinne der getesteten Person geben. Er ist einfach zu Hause durchführbar und nutzt ausschließlich haushaltsübliche Gegenstände und Lebensmittel. Der Riech-Selbsttest konnte als relativ zuverlässiges Mittel zur Unterscheidung zwischen gesund und krank validiert werden. Die Selbsttests für Schmecken und trigeminale Reizbarkeit besitzen noch Einschränkungen und könnten in zukünftigen Studien angepasst werden.

Eine überarbeitete Version des validierten Riech-Selbsttests wurde als „SmellScreen – ein interaktiver Selbsttest zum Riechvermögen“ in drei Sprachen auf der Internetseite des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken des Universitätsklinikums Dresden hochgeladen und wird Interessierten zur groben Überprüfung des Riechvermögens dauerhaft zur Verfügung stehen. Der SmellScreen kann genutzt werden, wenn Unsicherheiten über einen möglichen Riechverlust bestehen. Somit kann er etwa niederschwellig einen Hinweis auf eine COVID-19-Infektion, aber auch auf neurodegenerative Erkrankungen geben.

Nichtsdestotrotz sind die Ergebnisse dieses stark vereinfachten Tests kritisch zu sehen und ersetzen keine klinische Vorstellung. Sie sollten nur in Zusammenschau mit Anamnese, ausführlicher psychophysischer Testung und ärztlicher Untersuchung beurteilt werden.

7 Zusammenfassung

Einleitung: Ziel der Studie war es, einen neuartigen Selbsttest der chemosensorischen Sinne (Riechen, Schmecken und trigeminale Reizbarkeit) anhand von standardisierten psychophysischen Testmethoden zu validieren. Außerdem sollten Einflussfaktoren untersucht werden, die sich auf die Korrelationen zwischen Selbsteinschätzungen, Selbsttest und in der Klinik durchgeführten Tests auswirkten.

Methoden: Die statistische Auswertung erfasste die Daten von 200 Personen. Die Patient*innengruppe mit subjektiver Riech- und/oder Schmeckstörung ($n = 109$) wurde aus der Sprechstunde des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken des Universitätsklinikums Dresden rekrutiert. Ihr wurde eine gesunde Kontrollgruppe ($n = 91$) gegenüber gestellt. Beide Gruppen führten einen Selbsttest der chemosensorischen Sinne durch und wurden anschließend im Abstand von maximal einer Woche in der Klinik mit Sniffin' Sticks, Schmecksprays, Schmeckstreifen und auf die Fähigkeit zur Lateralisierung trigeminaler Reize getestet. Zu beiden Zeitpunkten fanden Selbsteinschätzungen des Riechens, des Schmeckens und des nasalen Luftflusses statt. Außerdem wurden Anamnesedaten und der WHO-5 Well-being Index erfasst.

Ergebnisse: Die Patient*innengruppe zeigte signifikant schlechtere Ergebnisse bei der Selbsteinschätzung des Riech- und Schmeckvermögens, im WHO-5 Well-being Index, im Riech- und Schmeck-Selbsttest, bei den Sniffin' Sticks und bei den Schmecksprays. Der Riech-Selbsttest konnte bei einem Grenzwert von weniger als sieben Punkten mit einer Sensitivität von 67% und einer Spezifität von 92% für die Detektion einer Riechstörung validiert werden. Die Selbsttests für Schmecken und trigeminale Empfindlichkeit zeigten im Vergleich zu standardisierter psychophysischer Testung keine validen Ergebnisse. Einflussfaktoren auf die Korrelation zwischen Riechtests zu Hause und in der Klinik waren ein Alter von 60 - 70 Jahren, die Angabe eines regelmäßigen Alkoholkonsums und eine subjektive Riechstörung. Zwischen den Ergebnissen der Schmecktests waren die Einflussfaktoren eine subjektive Riechstörung, Schädel-Hirn-Traumata, Asthma, höheres Alter und männliches Geschlecht.

Schlussfolgerung: Der neuartige Riech-Selbsttest zeigte valide Ergebnisse und könnte als Screeningtest genutzt werden. Die Selbsttests für Schmecken und trigeminale Reizbarkeit sind in der vorliegenden Form nicht sinnvoll anwendbar. Es gibt verschiedene Einflussfaktoren, die beim Vergleich der Ergebnisse verschiedener Tests beachtet werden sollten. Die Ergebnisse von Selbsttests sollten stets kritisch und im klinischen Kontext betrachtet werden.

8 Summary

Introduction: Aim of the study was to validate a newly-developed self-administered test of the chemosensory senses (smell, taste and trigeminal sensitivity) using standardized psychophysical test methods. In addition, influencing factors which affected the correlations between self-assessment, the self-tests and tests executed at the clinic, were examined.

Methods: Statistical analysis included data from 200 participants. The patient group with subjective loss of smell and/or taste ($n = 109$) was recruited from the Smell & Taste Clinic, University Hospital of Dresden, Germany. It was compared to a healthy control group ($n = 91$). Both groups conducted a self-administered test of the chemosensory senses and, after a maximum of one week, were tested at the clinic using Sniffin' Sticks, taste sprays, taste strips and a test of the lateralization of trigeminal stimuli. At both times, self-ratings of smell, taste and nasal patency were conducted. Additionally, anamnesis data and the WHO-5 Well-being Index were captured.

Results: The patient group showed significantly lower scores at the self-assessment of smell and taste; the WHO-5 Well-being Index; the smell and taste self-test; the Sniffin' Sticks; and the taste sprays. Using a cut-off of fewer than seven points, the self-test for smell showed a sensitivity of 67% and a specificity of 92% for the detection of loss of smell. The self-tests for taste and trigeminal sensitivity did not show any valid results compared to standardized psychophysical testing. Influencing factors of the correlation between smell tests at home and at the clinic were an age between 60 - 70 years, the indication of regular consumption of alcohol, and subjective loss of smell. Between the results of taste tests, influencing factors were subjective smell loss, history of brain injury, asthma, higher age, and male gender.

Conclusion: The newly-developed self-administered smell test showed valid results and could be used as a screening test. The self-tests for taste and trigeminal sensitivity are not suited for application in their present form. There are various influencing factors that should be considered when comparing different test results. The results of self-tests should always be viewed critically and within their clinical context.

9 Literaturverzeichnis

- Abolmaali, N., Hietschold, V., Vogl, T. J., Hüttenbrink, K.-B. & Hummel, T. (2002). MR evaluation in patients with isolated anosmia since birth or early childhood. *American journal of neuroradiology*, 23(1), 157–164. <http://www.ajnr.org/content/23/1/157>
- Adams, D. R., Wroblewski, K. E., Kern, D. W., Kozloski, M. J., Dale, W., McClintock, M. K. & Pinto, J. M. (2017). 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>
- Ahne, G., Erras, A., Hummel, T. & Kobal, G. (2000). Assessment of gustatory function by means of tasting tablets. *The Laryngoscope*, 110(8), 1396–1401. <https://doi.org/10.1097/00005537-200008000-00033>
- Al-Ezzi, M., Khan, K. & Tappuni, A. R. (2020). Is the taste acuity affected by oral dryness in primary Sjögren's syndrome patients? *Oral diseases*, 26(3), 688–695. <https://doi.org/10.1111/odi.13259>
- Amoore, J. E. (1971). Stereochemical and vibrational theories of odour. *Nature*, 233(5317), 270–271. <https://doi.org/10.1038/233270a0>
- Aumüller, G., Aust, G., Conrad, A., Engele, J., Kirsch, J., Maio, G., Mayerhofer, A., Mense, S., Reißig, D., Salvetter, J., Schmidt, W., Schmitz, F., Schulte, E., Spanel-Borowski, K., Wennemuth, G., Wolff, W., Wurzinger, L. J. & Zilch, H.-G. (2020). *Duale Reihe Anatomie* (5. Aufl.). Georg Thieme Verlag.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (2016). *S2k-Leitlinie 017/050: Riech- und Schmeckstörungen*. [Aufruf am: 04.05.2022] https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-050I_S2k_Riech-und-Schmeckst%C3%B6rungen_2021-04-abgelaufen.pdf
- Bartoshuk, L. M. (1989). Clinical evaluation of the sense of taste. *Ear, nose, & throat journal*, 68(4), 331–337. <https://europepmc.org/article/MED/2661202>
- Bau, N., Khanna, G., Low, C., Shah, M., Sharmin, S. & Voena, A. (2022). Women's well-being during a pandemic and its containment. *Journal of Development Economics*, 156, 102839. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2022.102839>
- Behrends, J. C., Bischofberger, J., Deutzmann, R., Ehmke, H., Frings, S., Grissmer, S., Hoth, M., Kurtz, A., Leipziger, J., Müller, F., Pedain, C., Rettig, J., Wagner, C., Wischmeyer, E. (2021). *Duale Reihe Physiologie* (4. Aufl.). Georg Thieme Verlag.
- Bell, G. A. (2020). Olfactory acuity test while pre-symptomatic for COVID-19. *Journal and Proceedings of Royal Society of New South Wales*, 153(1), 14-23. <https://royalsoc.org.au/images/pdf/journal/153-1-Bell.pdf>
- Besser, G., Liu, D. T., Renner, B. & Müller, C. A. (2020). Self-Administered Testing of Odor Threshold and Discrimination Using Sniffin' Sticks—Reviving the “Odor-Curves-On-

- Paper" Method. *Chemosensory Perception*, 13(1), 71–77.
<https://doi.org/10.1007/s12078-019-09263-x>
- Birch, L. L. (1992). Children's preferences for high-fat foods. *Nutrition reviews*, 50(9), 249–255.
<https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1992.tb01341.x>
- Blomqvist, E. H., Brämerson, A., Stjärne, P. & Nordin, S. (2004). Consequences of olfactory loss and adopted coping strategies. *Rhinology*, 42(4), 189–194.
<https://www.rhinologyjournal.com/Abstract.php?id=455>
- Bojanowski, V. & Hummel, T. (2012). Retronasal perception of odors. *Physiology & behavior*, 107(4), 484–487. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.03.001>
- Borsetto, D., Hopkins, C., Philips, V., Obholzer, R., Tirelli, G., Polesel, J. & Boscolo-Rizzo, P. (2020). Self-reported alteration of sense of smell or taste in patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis on 3563 patients. *Rhinology*, 58(5), 430–436.
<https://doi.org/10.4193/Rhin20.185>
- Buettner, A., Beer, A., Hannig, C. & Settles, M. (2001). Observation of the swallowing process by application of videofluoroscopy and real-time magnetic resonance imaging-consequences for retronasal aroma stimulation. *Chemical senses*, 26(9), 1211–1219.
<https://doi.org/10.1093/chemse/26.9.1211>
- Cain, W. S., Gent, J. F., Goodspeed, R. B. & 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>
- Cannon, D. S., Best, M. R., Batson, J. D. & Feldman, M. (1983). Taste familiarity and apomorphine-induced taste aversions in humans. *Behaviour Research and Therapy*, 21(6), 669–673. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(83\)90085-2](https://doi.org/10.1016/0005-7967(83)90085-2)
- Capaldi, E. D. & Privitera, G. J. (2007). Flavor-nutrient learning independent of flavor-taste learning with college students. *Appetite*, 49(3), 712–715.
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.08.001>
- Cometto-Muñiz, J. E. & Cain, W. S. (1998). Trigeminal and olfactory sensitivity: comparison of modalities and methods of measurement. *International archives of occupational and environmental health*, 71(2), 105–110. <https://doi.org/10.1007/s004200050256>
- Cometto-Muñiz, J. E., Cain, W. S., Hiraishi, T., Abraham, M. H. & Gola, J. M. (2000). Comparison of two stimulus-delivery systems for measurement of nasal pungency thresholds. *Chemical Senses*, 25(3), 285–291.
<https://doi.org/10.1093/chemse/25.3.285>
- Croy, I., Bojanowski, V. & Hummel, T. (2013). Men without a sense of smell exhibit a strongly reduced number of sexual relationships, women exhibit reduced partnership security - a reanalysis of previously published data. *Biological psychology*, 92(2), 292–294.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.11.008>

- Croy, I. & Hummel, T. (2017). Olfaction as a marker for depression. *Journal of neurology*, 264(4), 631–638. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8227-8>
- Croy, I., Schulz, M., Blumrich, A., Hummel, C., Gerber, J. C. & Hummel, T. (2014). Human olfactory lateralization requires trigeminal activation. *NeuroImage*, 98, 289–295. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.004>
- Cummings, D. M., Knab, B. R. & Brunjes, P. C. (1997). Effects of unilateral olfactory deprivation in the developing opossum, *Monodelphis domestica*. *Journal of Neurobiology*, 33(4), 429–438. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4695\(199710\)33:4<429::AID-NEU7>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4695(199710)33:4<429::AID-NEU7>3.0.CO;2-C)
- Damm, M., Eckel, H. E., Streppel, M., Jungehülsing, M. & Stennert, E. (2000). Abhängigkeit des uni- und bilateralen Riechvermögens von der nasalen Strömung bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis. *HNO*, 48(6), 436–443. <https://doi.org/10.1007/s001060050594>
- Damm, M., Temmel, A. F. P., Welge-Lüssen, A., Eckel, H. E., Kreft, M.-P., Klussmann, J. P., Gudziol, H., Hüttenbrink, K.-B. & Hummel, T. (2004). Riechstörungen. Epidemiologie und Therapie in Deutschland, Österreich und der Schweiz. *HNO*, 52(2), 112–120. <https://doi.org/10.1007/s00106-003-0877-z>
- Davidson, T. M., Freed, C., Healy, M. P. & Murphy, C. (1998). Rapid clinical evaluation of anosmia in children: the Alcohol Sniff Test. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 855, 787–792. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb10659.x>
- Deems, D. A., Doty, R. L., Settle, R. G., Moore-Gillon, V., Shaman, P., Mester, A. F., Kimmelman, C. P., Brightman, V. J. & Snow, J. B. (1991). Smell and taste disorders, a study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 117(5), 519–528. <https://doi.org/10.1001/archotol.1991.01870170065015>
- Doty, R. L. (1975). Intranasal trigeminal detection of chemical vapors by humans. *Physiology & behavior*, 14(6), 855–859. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(75\)90081-5](https://doi.org/10.1016/0031-9384(75)90081-5)
- Doty, R. L., Marcus, A. & Lee, W. W. (1996). Development of the 12-item Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT). *The Laryngoscope*, 106(3 Pt 1), 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)
- Doty, R. L., Shaman, P., Kimmelman, C. P. & Dann, M. (1984). University of Pennsylvania Smell Identification Test: a rapid quantitative olfactory function test for the clinic. *The Laryngoscope*, 94(2), 176–178. <https://doi.org/10.1288/00005537-198402000-00004>

- Doty, R. L., Smith, R., McKeown, D. A. & Raj, J. (1994). Tests of human olfactory function: principal components analysis suggests that most measure a common source of variance. *Perception & psychophysics*, 56(6), 701–707. <https://doi.org/10.3758/bf03208363>
- Dressler, D. & Conrad, B. (1989). Geschmacksstörungen nach Tonsillektomie. Seltene Komplikation einer häufigen Operation. *Der Nervenarzt*, 60(9), 572–575. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2812163/>
- Ehrenstein, W. H. & Ehrenstein, A. (1999). Psychophysical Methods. In U. Windhorst & H. Johansson (Hrsg.), *Modern Techniques in Neuroscience Research* (S. 1211–1241). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-58552-4_43
- Ekström, I., Josefsson, M., Larsson, M., Rönnlund, M., Nordin, S. & Olofsson, J. K. (2019). 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>
- Eliav, E., Kamran, B., Schaham, R., Czerninski, R., Gracely, R. H. & Benoliel, R. (2007). Evidence of chorda tympani dysfunction in patients with burning mouth syndrome. *Journal of the American Dental Association* (1939), 138(5), 628–633. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0234>
- Elsberg, C. A., Levy, I. & Brewer, E. D. (1936). The Sense of Smell. VI: the Trigeminal Effects of Odorous Substances. *Journal of Mental Science*, 82(337), 185. <https://doi.org/10.1192/bjp.82.337.185-a>
- Falk, J. L. (1965). Water Intake and NaCl Appetite in Sodium Depletion. *Psychological reports*, 16, 315–325. <https://doi.org/10.2466/pr0.1965.16.1.315>
- Féron, F., Perry, C., McGrath, J. J. & Mackay-Sim, A. (1998). New techniques for biopsy and culture of human olfactory epithelial neurons. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 124(8), 861–866. <https://doi.org/10.1001/archotol.124.8.861>
- Firestein, S. (2001). How the olfactory system makes sense of scents. *Nature*, 413(6852), 211–218. <https://doi.org/10.1038/35093026>
- Frasnelli, J. & Hummel, T. (2003). Age-related decline of intranasal trigeminal sensitivity: is it a peripheral event? *Brain Research*, 987(2), 201–206. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(03\)03336-5](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(03)03336-5)
- Frasnelli, J., Schuster, B. & Hummel, T. (2007a). Interactions between olfaction and the trigeminal system: what can be learned from olfactory loss. *Cerebral cortex*, 17(10), 2268–2275. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl135>
- Frasnelli, J., Schuster, B. & Hummel, T. (2007b). Subjects with congenital anosmia have larger peripheral but similar central trigeminal responses. *Cerebral cortex*, 17(2), 370–377. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj154>

- Frasnelli, J., Schuster, B. & Hummel, T. (2010). Olfactory dysfunction affects thresholds to trigeminal chemosensory sensations. *Neuroscience letters*, *468*(3), 259–263. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.11.008>
- Fukunaga, A., Uematsu, H. & Sugimoto, K. (2005). Influences of aging on taste perception and oral somatic sensation. *The journals of gerontology. Series A*, *60*(1), 109–113. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.1.109>
- Gerkin, R. C., Ohla, K., Veldhuizen, M. G., Joseph, P. V., Kelly, C. E., Bakke, A. J., Steele, K. E., Farruggia, M. C., Pellegrino, R., Pepino, M. Y., Bouysset, C., Soler, G. M., Pereda-Loth, V., Dibattista, M., Cooper, K. W., Croijmans, I., Di Pizio, A., Ozdener, M. H., Fjaeldstad, A. W., . . . Parma, V. (2020). The best COVID-19 predictor is recent smell loss: a cross-sectional study. *medRxiv*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1101/2020.07.22.20157263>
- Göktas, Ö., Fräßdorf, S., Walliczek-Dworschak, U., Han, P. & Hummel, T. (2018). Beurteilung der chemosensorischen Funktion mit validierten Riech- und Schmecktests. *Laryngo-rhino- otologie*, *97*(5), 344–356. <https://doi.org/10.1055/s-0043-124025>
- Grant, R., Miller, S., Simpson, D., Lamey, P. J. & Bone, I. (1989). The effect of chorda tympani section on ipsilateral and contralateral salivary secretion and taste in man. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, *52*(9), 1058–1062. <https://doi.org/10.1136/jnnp.52.9.1058>
- Groot, J. H. B. de, Smeets, M. A. M., Rowson, M. J., Bulsing, P. J., Blonk, C. G., Wilkinson, J. E. & Semin, G. R. (2015). A sniff of happiness. *Psychological science*, *26*(6), 684–700. <https://doi.org/10.1177/0956797614566318>
- Gudziol, H. & Förster, G. (2002). Zur Durchführung präoperativer Riechtests aus medicolegaler Sicht. *Laryngo- rhino- otologie*, *81*(8), 586–590. <https://doi.org/10.1055/s-2002-33360>
- Hähner, A., Draf, J., Dräger, S., With, K. de & Hummel, T. (2020). Predictive Value of Sudden Olfactory Loss in the Diagnosis of COVID-19. *ORL*, *82*(4), 175–180. <https://doi.org/10.1159/000509143>
- Hawkes, C. (2006). Olfaction in neurodegenerative disorder. *Advances in oto-rhino-laryngology*, *63*, 133–151. <https://doi.org/10.1159/000093759>
- 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 and otology*, *126*(7), 692–697. <https://doi.org/10.1017/S002221511200076X>
- Hedner, M., Larsson, M., Arnold, N., Zucco, G. M. & Hummel, T. (2010). Cognitive factors in odor detection, odor discrimination, and odor identification tasks. *Journal of Clinical and*

- Heilmann, S. & Hummel, T. (2004). A new method for comparing orthonasal and retronasal olfaction. *Behavioral neuroscience*, 118(2), 412–419. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.118.2.412>
- Heilmann, S., Strehle, G., Rosenheim, K., Damm, M. & Hummel, T. (2002). Clinical assessment of retronasal olfactory function. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 128(4), 414–418. <https://doi.org/10.1001/archotol.128.4.414>
- Henkin, R. I., Gill, J. R. & Bartter, F. C. (1963). Studies on taste thresholds in normal man and in patients with adrenal cortical insufficiency: the role of adrenal cortical steroids and of serum sodium concentration. *The Journal of clinical investigation*, 42(5), 727–735. <https://doi.org/10.1172/JCI104765>
- Heun, R., Burkart, M., Maier, W. & Bech, P. (1999). Internal and external validity of the WHO Well-Being Scale in the elderly general population. *Acta psychiatrica Scandinavica*, 99(3), 171–178. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1999.tb00973.x>
- Hintschich, C., Brosig, A., Hummel, T., Andorfer, K. E., Wenzel, J. J., Bohr, C. & Vielsmeier, V. (2022). Gustatory Function in Acute COVID-19 - Results from Home-Based Psychophysical Testing. *The Laryngoscope*, 132(5), 1082-1087. <https://doi.org/10.1002/lary.30080>
- Hopkins, C., Surda, P. & Kumar, N. (2020). Presentation of new onset anosmia during the COVID-19 pandemic. *Rhinology*, 58(3), 295–298. <https://doi.org/10.4193/Rhin20.116>
- Hummel, T., Barz, S., Lötsch, J., Roscher, S., Kettenmann, B. & Kobal, G. (1996). Loss of olfactory function leads to a decrease of trigeminal sensitivity. *Chemical senses*, 21(1), 75–79. <https://doi.org/10.1093/chemse/21.1.75>
- Hummel, T., Berg, J., Huang, G. & Doty, R. L. (2011). Intranasal localizability of odorants: influence of stimulus volume. *Chemical senses*, 36(4), 405–410. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjr001>
- Hummel, T., Futschik, T. Frasnelli, J. & Hüttenbrink, K.-B. (2003). Effects of olfactory function, age, and gender on trigeminally mediated sensations: a study based on the lateralization of chemosensory stimuli. *Toxicology Letters*, 140-141, 273–280. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(03\)00078-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(03)00078-X)
- Hummel, T., Hähner, A., Witt, M. & Landis, B. N. (2007). Die Untersuchung des Riechvermögens. *HNO*, 55(10), 827-837. <https://doi.org/10.1007/s00106-007-1593-x>
- Hummel, T., Kaehling, C. & Grosse, F. (2016). Automated assessment of intranasal trigeminal function. *Rhinology journal*, 54(1), 27–31. <https://doi.org/10.4193/Rhin15.002>

- Hummel, T., Klimek, L., Welge-Lüssen, A., Wolfensberger, G., Gudziol, H., Renner, B. & Kobal, G. (2000). Chemosensorisch evozierte Potentiale zur klinischen Diagnostik von Riechstörungen. *HNO*, 48(6), 481–485. <https://doi.org/10.1007/s001060050602>
- Hummel, T., Knecht, M. & Kobal, G. (1996). Peripherally obtained electrophysiological responses to olfactory stimulation in man: electro-olfactograms exhibit a smaller degree of desensitization compared with subjective intensity estimates. *Brain Research*, 717(1-2), 160–164. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(96\)00094-7](https://doi.org/10.1016/0006-8993(96)00094-7)
- Hummel, T., Kobal, G., Gudziol, H. & Mackay-Sim, A. (2007). Normative data for the "Sniffin' Sticks" including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 264(3), 237–243. <https://doi.org/10.1007/s00405-006-0173-0>
- Hummel, T., Konnerth, C. G., Rosenheim, K. & Kobal, G. (2001). Screening of olfactory function with a four-minute odor identification test: reliability, normative data, and investigations in patients with olfactory loss. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*, 110(10), 976–981. <https://doi.org/10.1177/000348940111001015>
- Hummel, T., Sekinger, B., Wolf, S., Pauli, E. & Kobal, G. (1997). 'Sniffin' sticks': olfactory performance assessed by the combined testing of odor 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. (2009). *Riech- und Schmeckstörungen: Physiologie, Pathophysiologie, therapeutische Ansätze*. Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/b-002-33686>
- Ikui, A. (2002). A review of objective measures of gustatory function. *Acta oto-laryngologica*. 122(4), 60–68. <https://doi.org/10.1080/00016480260046427>
- Iravani, B., Arshamian, A., Ravia, A., Mishor, E., Snitz, K., Shushan, S., Roth, Y., Perl, O., Honigstein, D., Weissgross, R., Karagach, S., Ernst, G., Okamoto, M., Mainen, Z., Monteleone, E., Dinnella, C., Spinelli, S., Mariño-Sánchez, F., Ferdenzi, C., . . . Lundström, J. N. (2020). Relationship between odor intensity estimates and COVID-19 prevalence prediction in a Swedish population. *Chemical senses*, 45(6), 449-456. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjaa034>
- Izquierdo-Dominguez, A., Rojas-Lechuga, M. J., Mullol, J. & Alobid, I. (2020). Olfactory Dysfunction in the COVID-19 Outbreak. *Journal of investigational allergology & clinical immunology*, 30(5), 317–326. <https://doi.org/10.18176/jiaci.0567>
- Jackman, A. H. & Doty, R. L. (2005). Utility of a three-item smell identification test in detecting olfactory dysfunction. *The Laryngoscope*, 115(12), 2209–2212. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000183194.17484.bb>

- Jang, S. S., Choi, J. S., Kim, J. H., Kim, N. & Ference, E. H. (2021). Discordance Between Subjective and Objective Measures of Smell and Taste in US Adults. *Otolaryngology--head and neck surgery*, 166(3), 572-579. <https://doi.org/10.1177/01945998211018386>
- Jobin, B., Tremblay, C., Giguère, F. L., Steffener, J. & Frasnelli, J. (2021). Improving the Assessment of Trigeminal Sensitivity: a Pilot Study. *Chemosensory Perception*, 14(1), 19–26. <https://doi.org/10.1007/s12078-020-09281-0>
- Just, T., Pau, H. W., Bombor, I., Guthoff, R. F., Fietkau, R. & Hummel, T. (2005). Confocal microscopy of the peripheral gustatory system: comparison between healthy subjects and patients suffering from taste disorders during radiochemotherapy. *The Laryngoscope*, 115(12), 2178–2182. <https://doi.org/10.1097/01.MLG.0000181502.07160.86>
- Just, T., Pau, H. W., Witt, M. & Hummel, T. (2006). Contact endoscopic comparison of morphology of human fungiform papillae of healthy subjects and patients with transected chorda tympani nerve. *The Laryngoscope*, 116(7), 1216–1222. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000224509.61099.29>
- Kaepler, K. & Mueller, F. (2013). Odor classification: a review of factors influencing perception-based odor arrangements. *Chemical Senses*, 38(3), 189–209. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjs141>
- Kamath, V., Turetsky, B. I., Calkins, M. E., Kohler, C. G., Conroy, C. G., Borgmann-Winter, K., Gatto, D. E., Gur, R. E. & Moberg, P. J. (2014). Olfactory processing in schizophrenia, non-ill first-degree family members, and young people at-risk for psychosis. *The world journal of biological psychiatry*, 15(3), 209–218. <https://doi.org/10.3109/15622975.2011.615862>
- Kern, E. B. (1975). The nose: structure and function. *Postgraduate medicine*, 57(6), 101–103. <https://doi.org/10.1080/00325481.1975.11714050>
- Kessler, R. C., Petukhova, M., Sampson, N. A., Zaslavsky, A. M. & Wittchen, H.-U. (2012). Twelve-month and lifetime prevalence and lifetime morbid risk of anxiety and mood disorders in the United States. *International journal of methods in psychiatric research*, 21(3), 169–184. <https://doi.org/10.1002/mpr.1359>
- 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/j.physbeh.2004.07.024>

- Kobal, G. (1985). Gustatory evoked potentials in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 62(6), 449–454. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(85\)90055-3](https://doi.org/10.1016/0168-5597(85)90055-3)
- Kobal, G., Klimek, L., Wolfensberger, M., Gudziol, H., Temmel, A. F. P., Owen, C. M., Seeber, H., Pauli, E. & Hummel, T. (2000). Multicenter investigation of 1,036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 257(4), 205–211. <https://doi.org/10.1007/s004050050223>
- Kobal, G., van Toller, S. & Hummel, T. (1989). Is there directional smelling? *Experientia*, 45(2), 130–132. <https://doi.org/10.1007/BF01954845>
- Kollndorfer, K., Kowalczyk, K., Nell, S., Krajnik, J., Müller, 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>
- Korol, D. L. & Brunjes, P. C. (1992). Unilateral naris closure and vascular development in the rat olfactory bulb. *Neuroscience*, 46(3), 631–641. [https://doi.org/10.1016/0306-4522\(92\)90150-Z](https://doi.org/10.1016/0306-4522(92)90150-Z)
- Kraus, L., Bloomfield, K., Augustin, R. & Reese, A. (2000). Prevalence of alcohol use and the association between onset of use and alcohol-related problems in a general population sample in Germany. *Addiction*, 95(9), 1389–1401. <https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.2000.95913899.x>
- Kremer, B., Klimek, L. & Mösges, R. (1998). Clinical validation of a new olfactory test. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 255(7), 355–358. <https://doi.org/10.1007/s004050050076>
- Kurahashi, T. & Shibuya, T. (1990). Ca²⁺-dependent adaptive properties in the solitary olfactory receptor cell of the newt. *Brain Research*, 515(1-2), 261–268. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(90\)90605-B](https://doi.org/10.1016/0006-8993(90)90605-B)
- Landis, B. N., Beutner, D., Frasnelli, J., Hüttenbrink, K.-B. & Hummel, T. (2005). Gustatory function in chronic inflammatory middle ear diseases. *The Laryngoscope*, 115(6), 1124–1127. <https://doi.org/10.1097/01.MLG.0000163750.72441.C3>
- Landis, B. N., Giger, R., Ricchetti, A., Leuchter, I., Hugentobler, M., Hummel, T. & Lacroix, J.-S. (2003). Retronasal olfactory function in nasal polyposis. *The Laryngoscope*, 113(11), 1993–1997. <https://doi.org/10.1097/00005537-200311000-00026>
- 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., Konnerth, C. G. & Hummel, T. (2004). A study on the frequency of olfactory dysfunction. *The Laryngoscope*, 114(10), 1764–1769. <https://doi.org/10.1097/00005537-200410000-00017>
- Landis, B. N., Welge-Lüssen, A., Brämerson, A., Bende, M., Müller, C. A., Nordin, S. & Hummel, T. (2009). "Taste Strips" - a rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers. *Journal of neurology*, 256(2), 242–248. <https://doi.org/10.1007/s00415-009-0088-y>
- LeDoux, J. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, 73(4), 653–676. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.02.004>
- Lehman, C. D., Bartoshuk, L. M., Catalanotto, F. C., Kveton, J. F. & Lowlicht, R. A. (1995). Effect of anesthesia of the chorda tympani nerve on taste perception in humans. *Physiology & behavior*, 57(5), 943–951. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(95\)91121-r](https://doi.org/10.1016/0031-9384(95)91121-r)
- Lötsch, J. & Hummel, T. (2019). Clinical Usefulness of Self-Rated Olfactory Performance-A Data Science-Based Assessment of 6000 Patients. *Chemical senses*, 44(6), 357–364. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjz029>
- Lötsch, J., Reichmann, H. & Hummel, T. (2008). Different odor tests contribute differently to the evaluation of olfactory loss. *Chemical Senses*, 33(1), 17–21. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjm058>
- Macfarlane, A. (1975). Olfaction in the development of social preferences in the human neonate. In R. Porter & M. O'Connor (Hrsg.), *Ciba Foundation symposium 33 - Parent-Infant Interaction* (S.103–117). <https://doi.org/10.1002/9780470720158.ch7>
- McGann, J. P. (2017). Poor human olfaction is a 19th-century myth. *Science*, 356(6338), eaam7263. <https://doi.org/10.1126/science.aam7263>
- McRae, L., O'Donnell, S., Loukine, L., Rancourt, N. & Pelletier, C. (2016). Report summary - Mood and Anxiety Disorders in Canada. *Health promotion and chronic disease prevention in Canada : research, policy and practice*, 36(12), 314–315. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.36.12.05>
- Mojet, J., Christ-Hazelhof, E. & Heidema, J. (2001). Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? *Chemical senses*, 26(7), 845–860. <https://doi.org/10.1093/chemse/26.7.845>
- Müller, A., Abolmaali, N., Hummel, T. & Reichmann, H. (2003). Riechstörungen - ein frühes Kardinalsymptom des idiopathischen Parkinson-Syndroms. *Aktuelle Neurologie*, 30(5), 239–243. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39966>
- Müller, A., Rodewald, A., Reden, J., Gerber, J. C., Kummer, R. von & Hummel, T. (2005). Reduced olfactory bulb volume in post-traumatic and post-infectious olfactory dysfunction. *Neuroreport*, 16(5), 475–478. <https://doi.org/10.1097/00001756-200504040-00011>

- Müller, C. A., Grassinger, E., Naka, A., Temmel, A. F. P., Hummel, T. & Kobal, G. (2006). A self-administered odor identification test procedure using the "Sniffin' Sticks". *Chemical Senses*, 31(6), 595–598. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjj064>
- Müller, C. A., Kallert, S., Renner, B., Stiassny, K., Temmel, A. F. P., Hummel, T. & Kobal, G. (2003). Quantitative assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated "taste strips". *Rhinology*, 41(1), 2–6. <https://www.rhinologyjournal.com/Abstract.php?id=358>
- 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>
- Niklassen, A. S., Draf, J., Huart, C., Hintschich, C., Bocksberger, S., Trecca, E. M. C., Klimek, L., Le Bon, S. D., Altundag, A. & Hummel, T. (2021). COVID-19: Recovery from Chemosensory Dysfunction. A Multicentre study on Smell and Taste. *The Laryngoscope*, 131(5), 1095–1100. <https://doi.org/10.1002/lary.29383>
- Oleszkiewicz, A., Kunkel, F., Larsson, M. & Hummel, T. (2020). Consequences of undetected olfactory loss for human chemosensory communication and well-being. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 375(1800), 20190265. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0265>
- Pape, H.-C., Kurtz, A. & Silbernagl, S. (Hrsg.)(2019). *Physiologie* (9. Aufl.). Georg Thieme Verlag.
- Park, H. L., O'Connell, J. E. & Thomson, R. G. (2003). A systematic review of cognitive decline in the general elderly population. *International journal of geriatric psychiatry*, 18(12), 1121–1134. <https://doi.org/10.1002/gps.1023>
- Parma, V., Hannum, M. E., O'Leary, M., Pellegrino, R., Rawson, N. E., Reed, D. R. & Dalton, P. H. (2021). SCENTinel 1.0: Development of a Rapid Test to Screen for Smell Loss. *Chemical senses*, 46(1), bjab012. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjab012>
- Pfaar, O., Landis, B. N., Frasnelli, J., Hüttenbrink, K.-B. & Hummel, T. (2006). Mechanical obstruction of the olfactory cleft reveals differences between orthonasal and retronasal olfactory functions. *Chemical Senses*, 31(1), 27–31. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjj002>
- Philpott, C. M., Wolstenholme, C. R., Goodenough, P. C., Clark, A. & Murty, G. E. (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>
- Prah, J. D. & Benignus, V. A. (1984). Trigeminal sensitivity to contact chemical stimulation: a new method and some results. *Perception & psychophysics*, 35(1), 65–68. <https://doi.org/10.3758/bf03205925>

- Prajapati, D. P., Shahrivini, B., MacDonald, B. V., Crawford, K. L., Lechner, M., DeConde, A. S. & Yan, C. H. (2020). Association of subjective olfactory dysfunction and 12-item odor identification testing in ambulatory COVID-19 patients. *International forum of allergy & rhinology*, 10(11), 1209-1217. <https://doi.org/10.1002/alr.22688>
- Rademacher, W. M. H., Aziz, Y., Hielema, A., Cheung, K.-C., Lange, J. de, Vissink, A. & Rozema, F. R. (2020). Oral adverse effects of drugs: Taste disorders. *Oral diseases*, 26(1), 213–223. <https://doi.org/10.1111/odi.13199>
- Rawal, S., Hoffman, H. J., Bainbridge, K. E., Huedo-Medina, T. B. & Duffy, V. B. (2016). Prevalence and Risk Factors of Self-Reported Smell and Taste Alterations: Results from the 2011-2012 US National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Chemical senses*, 41(1), 69–76. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjv057>
- Renner, B., Müller, C. A., Dreier, J., Faulhaber, S., Rascher, W. & Kobal, G. (2009). The candy smell test: a new test for retronasal olfactory performance. *The Laryngoscope*, 119(3), 487–495. <https://doi.org/10.1002/lary.20123>
- Robert Koch-Institut. (2022). *COVID-19: Fallzahlen in Deutschland und weltweit*. [Aufruf am: 04.05.2022]
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Fallzahlen.html
- Rombaux, P., Mouraux, A., Bertrand, B., Nicolas, G., Duprez, T. & Hummel, T. (2006). Olfactory function and olfactory bulb volume in patients with postinfectious olfactory loss. *The Laryngoscope*, 116(3), 436–439. <https://doi.org/10.1097/01.MLG.0000195291.36641.1E>
- Rozin, P. (1982). "Taste-smell confusions" and the duality of the olfactory sense. *Perception & psychophysics*, 31(4), 397–401. <https://doi.org/10.3758/bf03202667>
- Santos, D. V., Reiter, E. R., DiNardo, L. J. & Costanzo, R. M. (2004). Hazardous events associated with impaired olfactory function. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 130(3), 317–319. <https://doi.org/10.1001/archotol.130.3.317>
- Santos, P. S. C., Schinemann, J. A., Gabardo, J. & Da Bicalho, M. G. (2005). New evidence that the MHC influences odor perception in humans: a study with 58 Southern Brazilian students. *Hormones and behavior*, 47(4), 384–388. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.11.005>
- Sato, K., Endo, S. & Tomita, H. (2002). Sensitivity of three loci on the tongue and soft palate to four basic tastes in smokers and non-smokers. *Acta oto-laryngologica*. 122(4), 74–82. <https://doi.org/10.1080/00016480260046445>
- Saussez, S., Lechien, J. R. & Hopkins, C. (2021). Anosmia: an evolution of our understanding of its importance in COVID-19 and what questions remain to be answered. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 278(7), 2187–2191. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06285-0>

- Schaal, B., Montagner, H., Hertling, E., Bolzoni, D., Moyse, A. & Quichon, R. (1980). Olfactory stimulation in the relationship between child and mother. *Reproduction, nutrition, developpement*, 20(3B), 843–858. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7349450/>
- Sheen, F., Tan, V., Lim, A. J., Haldar, S., Sengupta, S., Allen, D., Somani, J., Chen, H. Y., Tambyah, P. & Forde, C. G. (2022). The COVOSMIA-19 trial: Preliminary application of the Singapore smell and taste test to objectively measure smell and taste function with COVID-19. *Food quality and preference*, 97(1). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104482>
- Šijan Gobeljić, M., Milić, V., Pejnović, N. & Damjanov, N. (2020). Chemosensory dysfunction, Oral disorders and Oral health-related quality of life in patients with primary Sjögren's syndrome: comparative cross-sectional study. *BMC oral health*, 20(1), 187. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01169-5>
- Simmen, D., Briner, H. R. & Hess, K. (1999). Screeningtest des Geruchssinnes mit Riechdisketten. *Laryngo- rhino- otologie*, 78(3), 125–130. <https://doi.org/10.1055/s-2007-996844>
- Singer-Cornelius, T., Cornelius, J., Oberle, M., Metternich, F. U. & Brockmeier, S. J. (2021). Objective gustatory and olfactory dysfunction in COVID-19 patients: a prospective cross-sectional study. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 278(9), 3325–3332. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06590-8>
- Smith, D. V. & Seiden, A. M. (1991). Olfactory Dysfunction. In D. G. Laing, R. L. Doty & W. Breipohl (Hrsg.), *The Human Sense of Smell* (S. 283–305). Springer-Verlag.
- Stephenson, E., O'Neill, B., Kalia, S., Ji, C., Crampton, N., Butt, D. A. & Tu, K. (2022). Effects of COVID-19 pandemic on anxiety and depression in primary care: A retrospective cohort study. *Journal of affective disorders*, 303, 216–222. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.02.004>
- Stevenson, R. J. (2010). An initial evaluation of the functions of human olfaction. *Chemical Senses*, 35(1), 3–20. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjp083>
- Stillman, J. A., Morton, R. P., Hay, K. D., Ahmad, Z. & Goldsmith, D. (2003). Electrogustometry: strengths, weaknesses, and clinical evidence of stimulus boundaries. *Clinical otolaryngology and allied sciences*, 28(5), 406–410. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2273.2003.00729.x>
- Sumner, D. (1967). Post-traumatic ageusia. *Brain : a journal of neurology*, 90(1), 187–202. <https://doi.org/10.1093/brain/90.1.187>
- Temmel, A. F. P., Quint, C., Schickinger-Fischer, B. & Hummel, T. (2005). Taste function in xerostomia before and after treatment with a saliva substitute containing carboxymethylcellulose. *The Journal of otolaryngology*, 34(2), 116–120. <https://doi.org/10.2310/7070.2005.04008>

- Temmel, A. F. P., Quint, C., Schickinger-Fischer, B., Klimek, L., Stoller, E. & Hummel, T. (2002). Characteristics of olfactory disorders in relation to major causes of olfactory loss. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 128(6), 635–641. <https://doi.org/10.1001/archotol.128.6.635>
- v. Brunn, A. (1892). Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Nasenhöhle. *Archiv für mikroskopische Anatomie*, 39(1), 632–651. <https://doi.org/10.1007/BF02961542>
- Vaira, L. A., Salzano, G., Petrocelli, M., Deiana, G., Salzano, F. A. & Riu, G. de (2020). Validation of a self-administered olfactory and gustatory test for the remotely evaluation of COVID-19 patients in home quarantine. *Head & neck*, 42(7), 1570–1576. <https://doi.org/10.1002/hed.26228>
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., Wit, E. de & Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564–1567. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
- Vennemann, M. M., Hummel, T. & Berger, K. (2008). The association between smoking and smell and taste impairment in the general population. *Journal of neurology*, 255(8), 1121–1126. <https://doi.org/10.1007/s00415-008-0807-9>
- Wedekind, C., Seebeck, T., Bettens, F. & Paepke, A. J. (1995). MHC-dependent mate preferences in humans. *Proceedings. Biological sciences*, 260(1359), 245–249. <https://doi.org/10.1098/rspb.1995.0087>
- Welge-Lüssen, A., Hummel, T. (Hrsg.)(2014). *Management of Smell and Taste Disorders: A Practical Guide for Clinicians*. Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/b-002-89586>
- Welge-Lüssen, A., Dörig, P., Wolfensberger, M., Krone, F. & Hummel, T. (2011). A study about the frequency of taste disorders. *Journal of neurology*, 258(3), 386–392. <https://doi.org/10.1007/s00415-010-5763-5>
- Welge-Lüssen, A., Hummel, T., Stojan, T. & Wolfensberger, M. (2005). What is the correlation between ratings and measures of olfactory function in patients with olfactory loss? *American journal of rhinology*, 19(6), 567–571.
- Wilmes, E. & Landthaler, M. (1986). Nebenwirkungen von Medikamenten auf Speicheldrüsen und Mundschleimhaut. *Laryngologie, Rhinologie, Otologie*, 65(9), 470–476.
- Wilson, R. S., Arnold, S. E., Tang, Y. & Bennett, D. A. (2006). Odor identification and decline in different cognitive domains in old age. *Neuroepidemiology*, 26(2), 61–67. <https://doi.org/10.1159/000090250>

- Wrobel, B. B. & Leopold, D. A. (2004). Clinical assessment of patients with smell and taste disorders. *Otolaryngologic clinics of North America*, 37(6), 1127–1142. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2004.06.010>
- Wysocki, C. J., Cowart, B. J. & Radil, T. (2003). Nasal trigeminal chemosensitivity across the adult life span. *Perception & psychophysics*, 65(1), 115–122. <https://doi.org/10.3758/bf03194788>
- Yousem, D. M., Geckle, R. J., Bilker, W., McKeown, D. A. & Doty, R. L. (1996). MR evaluation of patients with congenital hyposmia or anosmia. *American journal of roentgenology*, 166(2), 439–443. <https://doi.org/10.2214/ajr.166.2.8553963>
- Zhao, K., Blacker, K., Luo, Y., Bryant, B. & Jiang, J. (2011). Perceiving nasal patency through mucosal cooling rather than air temperature or nasal resistance. *PloS one*, 6(10), e24618. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024618>
- Zhao, K., Jiang, J., Blacker, K., Lyman, B., Dalton, P. H., Cowart, B. J. & Pribitkin, E. A. (2014). Regional peak mucosal cooling predicts the perception of nasal patency. *The Laryngoscope*, 124(3), 589–595. <https://doi.org/10.1002/lary.24265>

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grafische Darstellung von Ablauf und Inhalten der Studie	29
Abbildung 2: Materialien und Durchführung des Riech-Selbsttests.....	31
Abbildung 3: Materialien und Durchführung des Schmeck-Selbsttests	32
Abbildung 4: Die „Quetsche“ und Durchführung des Lateralisierungstests	35
Abbildung 5: Grafische Darstellung der Modelle der binären logistischen Regressionsanalyse	36
Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Punktwerte im WHO-5 WBI bei Patienten- und Kontrollgruppe.....	40
Abbildung 7: Prozentuale Verteilung der Depressivität laut WHO-5 WBI in der gesamten Stichprobe, in Patienten- und Kontrollgruppe sowie nach Frauen und Männern getrennt	41
Abbildung 8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Selbsteinschätzungen für Riechen, Schmecken und Nasenatmung, jeweils zu Hause und im klinischen Umfeld, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe	42
Abbildung 9: Erreichte Punktwerte beim Riech-Selbsttest, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe.....	43
Abbildung 10: Erreichte Punktwerte beim Schmeck-Selbsttest, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe.....	44
Abbildung 11: Mittelwerte und Standardabweichungen der Riech- und Schmeck-Selbsttests, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe	45
Abbildung 12: Ergebnisse des Selbsttests der trigeminalen Empfindlichkeit.....	45
Abbildung 13: Mittelwerte und Standardabweichungen von Schwellen- Diskriminations- und Identifikationstests sowie deren Summe (SDI), getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe	46
Abbildung 14: Mittelwerte und Standardabweichungen der Testergebnisse mit Schmecksprays und Schmeckstreifen, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe.....	47
Abbildung 15: Erreichte Punktwerte beim Lateralisierungstest, getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe.....	48
Abbildung 16: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen Selbsteinschätzungen und objektiven Tests des Riechvermögens, jeweils zu Hause und in der Klinik	49
Abbildung 17: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen Selbsteinschätzungen und objektiven Tests des Schmeckvermögens, jeweils zu Hause und in der Klinik	49
Abbildung 18: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen heimischem und klinischem Umfeld, jeweils für Selbsteinschätzungen und objektive Tests des Riechvermögens	50

Abbildung 19: Streudiagramm und Regressionsgerade für den Vergleich der Selbsteinschätzungen der Nasendurchgängigkeit zu Hause und in der Klinik	51
Abbildung 20: Streudiagramme und Regressionsgeraden für den Vergleich zwischen heimischem und klinischem Umfeld, jeweils für Selbsteinschätzungen und objektive Tests des Schmeckvermögens	52
Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der Kovariaten Alter, Raucheranamnese, Depression, Alkoholkonsum, Vorerkrankungen und Geschlecht in der gesamten Stichprobe	54

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Ergebnisse des allgemeinen Anamnesebogens	38
Tabelle 2: Deskriptive Ergebnisse des Patient*innen-spezifischen Anamnesebogens.....	39
Tabelle 3: Verteilung (Anzahl und prozentualer Anteil) von verschiedenen Graden von Parosmie und Phantosmie in der Patientengruppe	40
Tabelle 4: Prävalenz von Riechminderungen laut SDI-Test in verschiedenen Altersgruppen, insgesamt sowie getrennt nach Patienten- und Kontrollgruppe	46
Tabelle 5: Vierfeldertafel der detektierten Normosmien und Riechstörungen jeweils von Heimtest und klinischem Test, sowie Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW des Riech-Selbsttests.....	51
Tabelle 6: Vierfeldertafel der detektierten Normogeusien und Schmeckstörungen jeweils von Heimtest und klinischem Test, sowie Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW des Schmeck-Selbsttests.....	53
Tabelle 7: Vierfeldertafel der detektierten normalen und verminderten trigeminalen Reizbarkeiten jeweils von Heimtest und klinischem Test, sowie Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW des Selbsttests der trigeminalen Reizbarkeit	53
Tabelle 8: Ergebnisse der binären logistischen Regression der verschiedenen Modelle zwischen Heim- und Kliniktests	56

12 Anhang

Anhangsverzeichnis

I. Online-Fragebogen mit Anleitung zum Selbsttest	88
II. Allgemeiner Anamnesebogen.....	93
III. Patient*innen-spezifischer Anamnesebogen.....	94
IV. WHO-5 Well-being Index.....	95
V. Untersuchungsbogen Sniffin' Sticks	96
VI. Untersuchungsbogen Schmecksprays und Schmeckstreifen.....	97
VII. Untersuchungsbogen Lateralisationstest	98

I. Online-Fragebogen mit Anleitung zum Selbsttest

Studie zum Vergleich des Ergebnisses von Riech- und Schmecktests bei Selbsttests zu Hause und standardisierter Testung in Spezialsprechstunden

Sie haben einen Termin in unserer Sprechstunde für Riech- und Schmeckstörungen im Interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken an der HNO-Klinik Dresden vereinbart aufgrund einer Riech- und/ oder Schmeckstörung und wurden deshalb darum gebeten, vorab einen Selbsttest zum Riech- und Schmeckvermögen zu Hause durchzuführen? Oder möchten Sie als Teilnehmer/in aus der sog. "Gesunden Kontrollgruppe" mit normalem Riech- und Schmeckvermögen an der Studie teilnehmen? Im Anschluss werden wir Sie zunächst um Ihre Einwilligung zur Teilnahme bitten und Ihnen über Links Informationsmaterial zur Studie zur Verfügung stellen. Danach kann es los gehen. Folgen Sie einfach den Instruktionen. Zögern Sie nicht, uns bei Fragen über die im nächsten Fenster genannten Kontaktinformationen zu kontaktieren. Wir freuen uns über Ihr Interesse an der Studie!

Diese Umfrage wird anonym durchgeführt. Wir speichern keine personenbezogenen Daten und können Ihre Antworten somit nicht zu Ihrer Person zurückverfolgen. Sie können die Befragung jederzeit abbrechen und auch einige Fragen überspringen, indem Sie auf die Schaltfläche „weiter“ drücken. Um den Fragebogen zu beenden, schließen Sie einfach das Browserfenster. Durch die Teilnahme an dieser Umfrage entsteht Ihnen kein besonderer persönlicher Nutzen. Die Umfrage dient rein wissenschaftlichen Zwecken. Ihnen entstehen durch die Teilnahme oder die Nichtteilnahme keine Nachteile. Diese Umfrage ist durch die Ethikkommission der TU Dresden unter der Kennung EK 351082020 beraten worden. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an thummel@mx.tu-dresden.de. Bitte lesen Sie das folgende Informationsblatt sorgfältig durch – es enthält weitere wichtige Informationen!

In der Studie sollen die Ergebnisse von Patienten mit Riech- und/ oder Schmeckstörungen mit denen einer Kontrollgruppe verglichen werden, die nicht an einer Riech- und/ oder Schmeckstörung leidet.

Klicken Sie hier [Datei herunterladen](#), um das Informationsblatt für Patienten in einem neuen Tab anzuzeigen.

Klicken Sie hier [Datei herunterladen](#), um das Informationsblatt für Teilnehmende der „gesunden Kontrollgruppe“ in einem neuen Tab anzuzeigen.

Ich bestätige, dass

- ich das Informationsblatt gelesen und verstanden habe,
- ich der Teilnahme zustimme.

Wenn Sie nicht zustimmen, wird diese Befragung automatisch beendet. Sie brauchen dann nichts weiter zu tun.

- Ja
 Nein

Bitte bewerten Sie Ihr Riechvermögen und Ihr Schmeckvermögen (süß, sauer, salzig, bitter).

Bitte klicken sie auf der Skala die gewünschte Zahl an.

	nicht vorhanden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extrem gut
Schmeckvermögen (süß, sauer, salzig, bitter)		<input type="radio"/>										
Riechvermögen		<input type="radio"/>										

Bitte bewerten Sie Ihre Nasenatmung.

Bitte klicken sie auf der Skala die gewünschte Zahl an.

	keine Nasenatmung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extrem gute Nasenatmung
Nasenatmung		<input type="radio"/>										

Willkommen zum Riechtest!

Hinweis: Wenn bei Ihnen eine Unverträglichkeit oder Allergie gegen eine oder mehrere der folgenden Duftquellen besteht, nutzen Sie bitte eine andere aus der untenstehenden Liste oder lassen eine Duftquelle aus.

Bitte legen Sie sich Folgendes bereit:

- 4 der folgenden Duftquellen:
 - Kaffee
 - Honig
 - Seife
 - Wein
 - Waschmittel
- Essig oder Senf
- Augenbinde (z.B. einen Schal)
- 5 Gläser/ Schalen
- eine zweite Person, die Ihnen hilft



Jetzt kann es losgehen!

Wählen Sie 4 Duftquellen aus und füllen Sie jeweils etwas davon in ein Glas (siehe unten).

Verbinden Sie sich nun bitte die Augen.

Bitte Sie nun eine zweite Person darum, Ihnen die 4 Gläser mit den Duftproben nacheinander vor die Nase zu halten. Bitte warten Sie zwischen den Gläsern jeweils mindestens 1 Minute.

Ihre Antworten werden vom Untersucher/in notiert, aber nicht kommentiert. Erst nach dem vierten Duft wird die Augenbinde gelöst und richtige oder falsche Ergebnisse bekanntgegeben.

Bitte lesen Sie jeweils die Instruktionen zu jeder Frage.

Riechen Sie etwas?

Die Duftquellen im Glas werden Ihnen nun durch eine zweite Person in zufälliger Reihenfolge unter die Nase gehalten. Die Reihenfolge muss dabei nicht mit der unten stehenden übereinstimmen.

Sie sollen nun angeben, ob Sie etwas riechen oder nicht. Die Duftquelle, die nicht mit getestet wird, lassen Sie einfach unbeantwortet.

	etwas gerochen	nichts gerochen
Kaffee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Waschmittel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Honig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seife	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Erkennen Sie den Duft?

Wenn Sie in der Frage zuvor etwas gerochen haben, um welchen der 4 möglichen Düfte handelt es sich jeweils (die 4 Möglichkeiten müssen dabei von der zweiten Person immer wieder angesagt werden)?

Die Reihenfolge der Düfte soll von der Versuchsperson genau wie in der Frage zuvor gewählt werden. Sie muss nicht mit der unten stehenden Reihenfolge übereinstimmen. Die Frage zum Duft, der nicht in Ihrer Auswahl dabei ist, wird wieder einfach nicht beantwortet.

	Duft richtig erkannt	Duft nicht erkannt
Kaffee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Waschmittel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Honig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seife	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nehmen Sie Schärfe, Irritationen oder Kälte in Ihrer Nase wahr bei Essig oder Senf?

Schnüffeln Sie bitte an Essig oder Senf. Sie sollen nun angeben, ob Sie in Ihrer Nase beim schnüffeln Kälte, Schärfe und/ oder Irritationen wahrnehmen.

Hinweis: Bitte verwenden keinen Balsamico, Himbeeressig oder süßen Senf.

	ja	nein
Kälte, Irritation und/ oder Schärfe wahrgenommen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Willkommen zum Schmecktest!

Wenn bei Ihnen eine Unverträglichkeit oder Allergie gegen eines oder mehrere der folgenden Lebensmittel besteht, nutzen Sie bitte ein anderes aus der untenstehenden Liste oder lassen ein Lebensmittel aus.

Bitte legen Sie sich Folgendes bereit:

- 4 der folgenden Lebensmittel (jeweils eines aus jeder Zeile):
 - Zitrone, Limette oder Grapefruit
 - Kaffee oder Tee (aus der Dose oder aus einem Teebeutel)
 - Zucker oder Honig
 - Salz
- Augenbinde (z.B. einen Schal)
- 4 (kleine) Löffel
- 1 Glas Wasser
- eine zweite Person, die Ihnen hilft



Jetzt kann es losgehen!

Wählen Sie 4 Lebensmittel aus der Liste aus. Es wichtig, dass aus jeder Zeile eines dabei ist. Verbinden Sie sich nun bitte die Augen.

Bitte Sie nun eine zweite Person darum, Ihnen die Lebensmittel auf einem (kleinen) Löffel nacheinander zu reichen. Bitte warten Sie zwischen den Lebensmitteln jeweils mindestens 1 Minute und trinken Sie etwas Wasser, um den Geschmack im Mund zu neutralisieren.

Ihre Antworten werden von der zweiten Person notiert, aber nicht kommentiert. Erst nach dem vierten Lebensmittel wird die Augenbinde gelöst und richtige oder falsche Ergebnisse bekanntgegeben.

Bitte lesen Sie jeweils die Instruktionen zu jeder Frage.

Schmecken Sie etwas?

Die Lebensmittel auf dem Löffel werden Ihnen nun durch eine zweite Person in zufälliger Reihenfolge gereicht. Die Reihenfolge muss dabei nicht mit der unten stehenden übereinstimmen.

Sie sollen nun angeben, ob Sie etwas schmecken oder nicht. Bitte trinken Sie nach jedem Löffel etwas Wasser zum neutralisieren des Geschmacks.

	etwas geschmeckt	nichts geschmeckt
Zitrone/ Limette oder Grapefruit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaffee oder Tee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zucker oder Honig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Erkennen Sie den Geschmack?

Wenn Sie in der Frage zuvor etwas geschmeckt haben, um welches der 4 möglichen Lebensmittel handelt es sich jeweils (die 4 Möglichkeiten müssen dabei von der zweiten Person immer wieder angesagt werden)?

Die Reihenfolge der Lebensmittel soll genau wie in der Frage zuvor gewählt werden. Sie muss nicht mit der unten stehenden Reihenfolge übereinstimmen. Bitte trinken Sie nach jedem Löffel etwas Wasser zum neutralisieren des Geschmacks.

	Lebensmittel richtig erkannt	Lebensmittel nicht erkannt
Zitrone/ Limette bzw. Grapefruit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaffee bzw. Tee	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zucker bzw. Honig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Erstellung eines persönlichen Codes

Damit wir die erhobenen Ergebnisse Ihres Riech- und Schmeckselbsttests mit den Ergebnissen der Testungen im interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken vergleichen können, möchten wir Sie darum bitten, einen Code zu erstellen. Erst, wenn Sie bei uns im Zentrum zum Testtermin erscheinen und dort den Code erneut angeben, können wir die Daten zusammenführen. Bis dahin können wir die Eingaben in diesem Fragebogen nicht auf Sie zurückführen.

Sie können Ihre Einwilligung zur Speicherung der Daten jederzeit widerrufen, in dem Sie uns den von Ihnen erstellten Code mitteilen. Damit können wir Ihre Daten auf Verlangen nachträglich löschen.

Bitte geben Sie den Tag Ihrer Geburt in das unten stehende Feld als Zahl ein (also z.B. 01 wenn Sie am 01.01.2000 geboren wurden).

Bitte geben Sie im unten stehenden Feld den ersten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters an (also z.B. ein M bei Max). Wenn Sie Ihren Vater nicht kennen, geben Sie bitte den ersten Buchstaben der Person an, die für Sie am ehesten die Vaterrolle übernommen hat.

Bitte geben Sie im unten stehenden Feld den ersten Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter an (also z.B. ein J bei Julia). Wenn Sie Ihre Mutter nicht kennen, geben Sie bitte den ersten Buchstaben der Person an, die für Sie am ehesten die Mutterrolle übernommen hat.

Bitte geben Sie den ersten und den letzten Buchstaben Ihres Geburtsortes im unten stehenden Feld ein (z.B. DN für Dresden).

Herzlichen Dank für die Teilnahme am Selbsttest!

Haben Sie Fragen? Dann zögern Sie nicht uns über Mail thummel@msx.tu-dresden.de bzw. über Telefon +49(0)351 458 4189 zu kontaktieren.

Da Sie schon einen Termin zur Riech- und Schmecktestung in unserem Interdisziplinären Zentrum für Riechen und Schmecken vereinbart hatten, brauchen Sie bis dahin nichts weiter zu tun.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

II. Allgemeiner Anamnesebogen

Dokumentationsbögen

Datum: PbdID

Anamnese-Fragebogen

Geschlecht: weiblich männlich Alter:
 Gewicht: in kg Größe in cm
 Riechvermögen normal: nein ja wie gut? (0 bis 10)
 Schmeckvermögen normal: nein ja wie gut? (0 bis 10)

 Rauchen: nein ja → wie viel (Anzahl Packyears)?.....
 Alkohol: nein gelegentlich regelmäßig
 Medikamente: nein ja → welche?

 Nasenoperation: nein ja
 falls ja, genauere Angaben:
 Polypen in der Nase: nein ja
 falls ja, genauere Angaben:
 Asthma: nein ja
 Schädel-Hirn-Trauma: nein ja
 falls ja, genauere Angaben:
 Sonstiges:

Wie würden Sie Ihr Riechvermögen bewerten?

Kein Riechvermögen	extrem gutes Riechvermögen

Wie würden Sie Ihre Nasenatmung bewerten?

Total Verstopft	extrem gut

III. Patient*innen-spezifischer Anamnesebogen

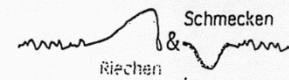
Anamnesebogen Dresden

Name: _____ Vorname: _____ Geburtsdatum: _____ Tel /mail: _____

Womit haben Sie ein Problem - <i>Sie können mehrere Angaben machen.</i>	<input type="checkbox"/> mit dem Riechen <input type="checkbox"/> mit dem feinen Geschmack beim Essen <input type="checkbox"/> mit dem Schmecken (süß, sauer, bitter, salzig)
Seit wann besteht dieses Problem?	<input type="checkbox"/> seit <input type="checkbox"/> immer schon / seit ich mich erinnern kann <input type="checkbox"/> weiß nicht
Wie begann dieses Problem?	<input type="checkbox"/> allmählich <input type="checkbox"/> plötzlich <input type="checkbox"/> habe noch nie gerochen <input type="checkbox"/> weiß nicht
Änderung der Störung?	<input type="checkbox"/> hat sich gebessert <input type="checkbox"/> unverändert <input type="checkbox"/> hat sich verschlechtert
Wie ist Ihr Riechvermögen?	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> sehr schlecht <input type="checkbox"/> kein RV
Wie ist Ihr Schmeckvermögen?	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> sehr schlecht <input type="checkbox"/> kein SV
Wie ist Ihre Nasendurchgängigkeit?	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> sehr schlecht <input type="checkbox"/> keine ND
Worauf führen Sie Ihr Problem zurück?	<input type="checkbox"/> Unfall <input type="checkbox"/> Erkältung / Infekt <input type="checkbox"/> Medikamenteinnahme <input type="checkbox"/> Operation <input type="checkbox"/> Nasenatmung/Polypen/Nebenhöhlenentzündung <input type="checkbox"/> Mundtrockenheit <input type="checkbox"/> Zahnersatz <input type="checkbox"/> Asthma / chron. obstr. Bronchitis <input type="checkbox"/> unbekannt <input type="checkbox"/> anderes (bitte angeben)
Bei traumatisch / unfallbedingter Ursache:	Frühere gravierende Schädelhirntraumen? Sturz/Schlag auf den Kopf <input type="checkbox"/> vorne <input type="checkbox"/> hinten <input type="checkbox"/> seitlich mit Bewusstlosigkeit ja/nein <= 5min >5min >30 min Wann wurde der Riech/Schmeckverlust erstmals bemerkt?
Haben Sie chronische Nasenprobleme ?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja – wenn ja, welche? Nasenlaufen, verstopfte Nasen, Niesen, Allergien, Polypen, Gesichtsschmerzen,
Ist ihre Störung veränderlich oder konstant?	<input type="checkbox"/> veränderlich <input type="checkbox"/> konstant <input type="checkbox"/> weiß nicht <input type="checkbox"/> wird durch bestimmte Umstände verändert – wenn ja, welche?
Wie stark fühlen Sie sich insgesamt durch Ihr Problem beeinträchtigt?	<input type="checkbox"/> gar nicht <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> sehr stark Mein Riech/Schmeckproblem stört auch mein Berufsleben: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Ich bin wegen meines Riech/Schmeckproblems depressiv: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Bei wievielen Ärzten waren sie schon wegen der Riech/Schmeckstörung?
Bitte das Folgende bei Störungen des Schmeckvermögens ausfüllen	
Die Schmeckstörung hat vor allem zu tun mit der Wahrnehmung von ?	<input type="checkbox"/> süß <input type="checkbox"/> sauer <input type="checkbox"/> salzig <input type="checkbox"/> bitter <input type="checkbox"/> scharf <input type="checkbox"/> anderem:
Haben Sie ständig im Mund eine der folgenden Empfindungen?	Dauernder Geschmack: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> sehr intensiv <input type="checkbox"/> wenig intensiv <input type="checkbox"/> Salzig <input type="checkbox"/> sauer <input type="checkbox"/> metallisch <input type="checkbox"/> bitter <input type="checkbox"/> andere: _____ Mundtrockenheit: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> sehr stark <input type="checkbox"/> weniger stark Brennen: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> sehr intensiv <input type="checkbox"/> wenig intensiv <input type="checkbox"/> konstant <input type="checkbox"/> Zunehmend im Tagesverlauf <input type="checkbox"/> beim Essen/Trinken weniger
Seite des Riech/Schmeckproblems?	<input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> gleich

IV. WHO-5 Well-being Index

Fragebogen: Stimmung



In den letzten beiden Wochen	Immer	Meistens	Mehr als die Hälfte der Zeit	Weniger als die Hälfte der Zeit	Ab und zu	Nie
Ich bin froh und guter Laune	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich ruhig und entspannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fühle mich aktiv und voller Energie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beim Aufwachen fühle ich mich frisch und ausgeruht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein Alltag ist voller Dinge, die mich interessieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

WHO 1998; Heun, Burkart, Maier, Bech 1999 (>12 Punkte)

V. Untersuchungsbogen Sniffin' Sticks

Untersuchungsprotokoll „Sniffin' Sticks“

Riechschwelle

Ergebnis:

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

Diskrimination

Ergebnis:

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

Identifikation

Ergebnis:

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

VI. Untersuchungsbogen Schmecksprays und Schmeckstreifen

Sprays

Grün	<input type="checkbox"/> süß	<input type="checkbox"/> salzig	<input type="checkbox"/> sauer	<input type="checkbox"/> bitter
Weiß	<input type="checkbox"/> süß	<input type="checkbox"/> salzig	<input type="checkbox"/> sauer	<input type="checkbox"/> bitter
Blau	<input type="checkbox"/> süß	<input type="checkbox"/> salzig	<input type="checkbox"/> sauer	<input type="checkbox"/> bitter
Rot	<input type="checkbox"/> süß	<input type="checkbox"/> salzig	<input type="checkbox"/> sauer	<input type="checkbox"/> bitter
PTC	nicht wahrgenommen	kaum wahrgenommen	eindeutig bitter	sehr bitter
PTC	Erst beim Schlucken als bitter wahrgenommen <input type="checkbox"/>			

Streifen

Reihenfolge	Konzentration	süß	sauer	bitter	salzig	
1	4					
2	4					
3	4					
4	4					
5	3					
6	3					
7	3					
8	3					
9	2					
10	2					
11	2					
12	2					
13	1					
14	1					
15	1					
16	1					
Ergebnis						Summe