

Diplomarbeit

Das „Riechtagebuch“: Riechstörungen im Tagesverlauf

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde (Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Wien**

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten

unter der Anleitung von

DDr. David T. Liu

und

Assoc.Prof. Priv.-Doz. Dr. Christian A. Müller

eingereicht von

Cand.med. Veronika Moser

n01509362

Wien, 19.04.2022

Ort, Datum



Unterschrift (Studierende)

## **Danksagung**

Ich bedanke mich sehr herzlich bei meinem Betreuer, DDr. David T. Liu, der die Entstehung der Arbeit mit viel Unterstützung vorangetrieben hat, sich immer Zeit für meine Fragen und Anliegen nahm und dessen wissenschaftliche Arbeit und fachliche Expertise ich sehr bewundere. Ich bedanke mich sehr herzlich bei meinem Betreuer Prof. Dr. Christian A. Müller für seine sehr freundliche Unterstützung und Hilfestellung. Weiters bedanke ich mich sehr herzlich bei allen anderen Studierenden, die ebenfalls in der Riechambulanz tätig waren und mich sehr bei der Rekrutierung und Untersuchung der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer unterstützt haben.

Ein großes Danke gilt meiner Familie, die mich während meines gesamten Studiums sowohl finanziell als auch mental unterstützt haben. Ohne euch, Mama, Papa und Matthias, hätte ich meine Studienzeit nicht so schön und erfolgreich verbringen können. Mein weiterer Dank gilt meinen Mitbewohnerinnen und Freundinnen Maria und Karina, die während meiner gesamten Studienzeit an meiner Seite waren und diese unvergesslich gemacht haben.

## **Genderhinweis**

In dieser Diplomarbeit wird hauptsächlich die weibliche und männliche Sprachform verwendet. Hiermit wird festgehalten, dass bei personenbezogenen Aussagen selbstverständlich immer alle Geschlechter gemeint sind.

# Inhaltsverzeichnis

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Zusammenfassung .....   | 6  |
| 2     | Abstract .....  | 7  |
| 3     | Einleitung .....  | 8  |
| 3.1   | Anatomie der Nase und Nasennebenhöhlen .....                                    | 8  |
| 3.1.1 | Äußere Nase .....   | 8  |
| 3.1.2 | Innere Nase.....  | 9  |
| 3.1.3 | Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales).....                                       | 13 |
| 3.2   | Physiologie der Nase .....  | 15 |
| 3.2.1 | Der Geruchssinn .....   | 15 |
| 3.2.2 | Die Nasenatmung .....   | 21 |
| 3.2.3 | Reflexe .....   | 22 |
| 3.2.4 | Abwehrfunktion der Nasenschleimhaut .....                                       | 23 |
| 3.2.5 | Die Nase als Resonanzraum .....   | 25 |
| 3.2.6 | Der Nasenzyklus .....   | 25 |
| 3.3   | Störungen des Geruchssinns, Dysosmien .....                                     | 26 |
| 3.3.1 | Klassifikationen.....   | 26 |
| 3.3.2 | Epidemiologie .....   | 27 |
| 3.3.3 | Ursachen.....   | 28 |
| 3.3.4 | Diagnostik und Untersuchungsmethoden.....                                       | 32 |
| 3.3.5 | Beratung und Therapie .....   | 41 |
| 3.4   | Fragestellung und Zielsetzung.....  | 46 |
| 4     | Material und Methoden .....   | 47 |
| 4.1   | Ablauf.....   | 47 |
| 4.2   | Studienpopulation.....  | 48 |
| 4.3   | Riechtest und Geschmackstest .....  | 48 |
| 4.4   | Fragebögen .....  | 49 |
| 4.5   | Riechtagebuch .....   | 49 |
| 4.6   | Datenmanagement .....   | 50 |
| 4.7   | Statistische Analysen.....  | 51 |
| 5     | Ergebnisse .....  | 52 |
| 5.1   | Beschreibung des Studienteilnehmerinnen- und Studienteilnehmer-Kollektivs ..... | 52 |
| 5.2   | Ergebnisse des Riechtagebuchs .....   | 57 |
| 5.2.1 | Tägliche Häufigkeiten allgemein .....   | 57 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.2.2 | Bewusstsein der Riechstörung im Tagesverlauf (Patientinnen und Patienten)..                      | 58 |
| 5.2.3 | Bewusstes Wahrnehmen des Geruchssinns im Tagesverlauf (gesunde Probandinnen und Probanden) ..... | 61 |
| 5.2.4 | Vergleiche Patientinnen/Patienten vs. Probandinnen/Probanden .....                               | 62 |
| 5.3   | Korrelationen zwischen erhobenen Variablen.....  | 65 |
| 6     | Diskussion .....   | 66 |
| 6.1   | Limitationen.....  | 67 |
| 6.2   | Interpretation der Ergebnisse .....  | 67 |
| 6.2.1 | Eigenschaften der Studienpopulation.....   | 67 |
| 6.2.2 | Riechtest und Fragebögen .....   | 67 |
| 6.2.3 | Riechtagebuch .....  | 68 |
| 6.3   | Ausblick.....  | 69 |
| 7     | Literaturverzeichnis.....  | 71 |
| 8     | Abbildungsverzeichnis .....  | 77 |
| 9     | Abkürzungsverzeichnis .....  | 78 |
| 10    | Anhang .....   | 79 |

## 1 Zusammenfassung

**Hintergrund:** Riechstörungen weisen eine hohe Prävalenz in der Bevölkerung auf (20%) und schränken oft die Lebensqualität der betroffenen Personen erheblich ein. Bisher wurden die durch die Riechstörung verursachten Probleme im alltäglichen Leben nur durch Fragebögen evaluiert. In dieser Studie wurde mit Hilfe eines Riechtagebuchs genau erfasst, in welchen Lebensbereichen und zu welchen Tageszeiten Betroffene besonders unter ihrer Riechstörung leiden.

**Methodik:** In die Studie wurden 26 Patientinnen und Patienten mit Riechstörungen und 30 gesunde Probandinnen und Probanden eingeschlossen. Bei den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern wurde ein Riechtest mit Sniffin' Sticks und eine Befragung mit visuellen analog Skalen, dem QOD (Questionnaire of Olfactory Disorders) und dem WDR (Wichtigkeit des Riechens) - Fragebogen durchgeführt. Bei Patientinnen und Patienten wurde zusätzlich ein Geschmackstest durchgeführt. Im Anschluss bekamen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein Riechtagebuch, das sie 14 Tage in Folge ausfüllen sollten. Jede Seite des Riechtagebuchs bestand aus 6 Spalten (Kategorien des täglichen Lebens) und 24 Zeilen (den 24 Stunden des Tages). Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden angeleitet, in der entsprechenden Kategorie des täglichen Lebens (Essen, Kochen, Persönliche Hygiene, Soziales Leben, Gas/Feuer, Anderes) die entsprechende Uhrzeit anzukreuzen, wenn sie an ihren Geruchssinn gedacht haben oder das Fehlen ihres Geruchssinns bemerkbar wurde.

**Ergebnisse:** Patientinnen und Patienten bemerkten im Durchschnitt täglich 8,2-mal das Fehlen ihres Geruchssinns, während gesunde Probandinnen und Probanden im Mittel 8,9-mal täglich auf ihren Geruchssinn aufmerksam wurden. Die am stärksten betroffenen Kategorien unter den Patientinnen und Patienten waren „Essen“ (im Durchschnitt 2,5-mal) und „persönliche Hygiene“ (im Durchschnitt 2,1-mal). Im Tagesverlauf gaben die Patientinnen und Patienten im Durchschnitt morgens (zwischen 8:00 und 9:00 Uhr) die häufigsten Probleme an.

**Schlussfolgerung:** Patientinnen und Patienten sind vor allem in Bezug auf ihre Ernährung und persönliche Hygiene durch die Riechstörung im Alltag sehr eingeschränkt. Insbesondere bei der morgendlichen Routine und zu Zeitpunkten der Hauptmahlzeiten scheint die Riechstörung besonders belastend zu sein. Vor allem in diesen Bereichen sollten neben der ursächlichen Behandlung der Riechstörung weitere Bemühungen erfolgen, Patientinnen und Patienten Beratungen und Hilfestellungen zukommen zu lassen.

## 2 Abstract

**Background:** Olfactory disorders have a high prevalence in the population (20%) and often significantly reduce the quality of life of those affected. So far, the problems in everyday life caused by olfactory disorders have only been evaluated using questionnaires. In this study, we used an olfactory diary to record the hourly burden of patients with smell loss.

**Methods:** Twenty-six people with olfactory disorders and 30 healthy volunteers were included in the study. Patients and healthy volunteers performed a smell test based on the Sniffin' Sticks and filled out a survey based on visual analog scales, the QOD (Questionnaire of Olfactory Disorders) and the WDR (Wichtigkeit des Riechens - Questionnaire). A taste test was performed on all patients. Patients and volunteers then received an olfactory diary. All participants were asked to fill out the olfactory diary for 14 days in a row. Each page the olfactory diary consisted of six columns, representing categories of daily life (eating, cooking, personal hygiene, social life, gas/fire and others) and 24 rows, representing the 24 hours of each day. Participants were instructed to mark the category and hour as soon as they thought about/missed their sense of smell.

**Results:** Patients noticed an average of 8.2 times a day that they missed their sense of smell, while healthy subjects thought of their sense of smell on average 8.9 times a day. The categories in daily life most affected by smell disorders were "eating" (2.5 times) and "personal hygiene" (2.1 times). During a day, the patients reported problems related to the sense of smell most frequently between 8:00 and 9:00 a.m.

**Conclusion:** Smell disorders seem to be particularly distressing, especially in the morning routine and at the time of main meals. In these areas of daily life, further efforts should be made to provide patients with advice and assistance in addition to the causal treatment of the olfactory disorder.

Keywords: Olfaction – Smell – Olfactory Dysfunction – Hyposmia

## 3 Einleitung

### 3.1 Anatomie der Nase und Nasennebenhöhlen

#### 3.1.1 Äußere Nase

Die Nase ist eines der wichtigsten Elemente, die unserem Gesicht eine markante und einzigartige Form geben. Man kann äußerlich folgende Strukturen unterscheiden: Den oberen Bereich zwischen den Augen bezeichnet man als Nasenwurzel (Radix nasi), die nach unten in den Nasenrücken (Dorsum nasi) übergeht und an der Nasenspitze (Apex nasi) endet. Des Weiteren werden die beiden Nasenflügel (Alae nasi dextra et sinistra) und die beiden Nasenlöcher (Nares) unterschieden. Der von unten sichtbare, membranöse Teil des Nasenseptums wird als Columella (Pars membranacea septi, Pars mobilis septi) bezeichnet.<sup>1</sup>

##### 3.1.1.1 Knöcherner Teil

Der knöcherne Teil des Nasengerüsts setzt sich auf beiden Seiten jeweils aus drei Knochen zusammen. Den lateralen Teil bildet der Processus frontalis der Maxilla, den kranialen Teil der Processus nasalis des Os frontale (auch Glabella genannt) und den medialen Teil bildet das Os nasale. Als Apertura piriformis bezeichnet man die Öffnung der knöchernen Nase.<sup>2</sup>

##### 3.1.1.2 Knorpeliger Teil

Der knorpelige Anteil ist im Gegensatz zum knöchernen Anteil beweglich und setzt sich beidseits aus jeweils drei hyalinen Knorpeln zusammen (vgl. Abb. 1). Der Dreiecks- oder Seitenknorpel (Cartilago triangularis oder Cartilago nasi lateralis) bildet das Dach. Der Nasenflügel wird vom Nasenspitzen- oder großen Flügelknorpel (Cartilago alaris major) mit seinem Crus laterale und Crus mediale gebildet. Auf jeder Seite befinden sich in den meisten Fällen noch zwei kleine Flügelknorpel (Cartilagine alares minores). Zur Stabilität trägt außerdem noch der knorpelige Teil des Nasenseptums (Cartilago septi nasi) bei, der das Nasenskelett von kaudal zentral stützt.<sup>1</sup>



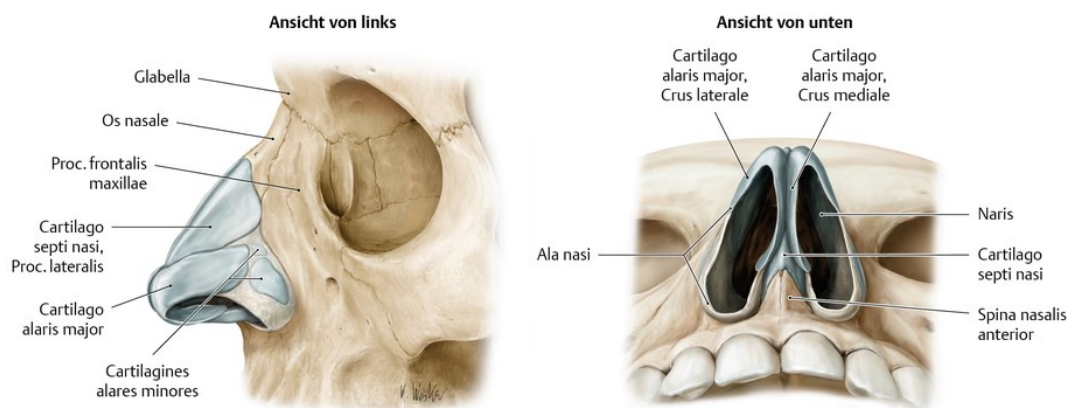


Abbildung 1: Skelett der äußeren Nase

© Thieme

### 3.1.1.3 Nasenringmuskeln

Für die Beweglichkeit der Nasenknorpel und der darüberliegenden Haut sorgen Teile der mimischen Muskulatur, die sogenannten Nasenringmuskeln. Der M. procerus liegt auf dem Nasenrücken, zieht nach oben Richtung Glabella und kann die Nasenwurzel in Querfalten legen. Der M. depressor septi verbindet die großen Flügelknorpel mit dem Oberkiefer und senkt die Nasenspitze. Der M. nasalis mit seiner Pars transversa und seiner Pars alaris bildet ein fast zirkuläres Ansatzfeld um die Nasenlöcher. Er kann den Nasenflügelknorpel nach unten ziehen und so den Naseneingang verschließen.<sup>3</sup>

### 3.1.1.4 Gefäße und Nerven

Die äußere Nase wird von folgenden Gefäßen und Nerven versorgt: Das arterielle Blut gelangt durch die A. dorsalis nasi (Ast der A. ophthalmica) zum kranialen Teil der Nase, die A. angularis (Ast der A. facialis) versorgt den kaudalen Teil. Die venöse Ableitung erfolgt hauptsächlich durch die V. angularis, deren Abfluss einerseits über die V. ophthalmica zum Sinus cavernosus, andererseits über die V. facialis in die V. jugularis interna erfolgt. Die Lymphe gelangt über feine Lymphgefäße zu den submandibulären Lymphknoten. Für die motorische Versorgung der mimischen Muskulatur ist der N. facialis zuständig, die sensible Versorgung der Nase wird vom N. trigeminus übernommen.<sup>2</sup>

## 3.1.2 Innere Nase

### 3.1.2.1 Nasenvorhof (Vestibulum nasi)

Als Nasenvorhof wird der Bereich beim Naseneingang bezeichnet, der mit verhorntem Plattenepithel ausgekleidet und mit Talgdrüsen sowie Haaren (Vibrissae) ausgestattet ist. Er

wird von der knorpeligen Nase umschlossen. In Bereich der Nasenklappe (Limen Nasi), die die engste Stelle der inneren Nase darstellt, geht das verhornte Plattenepithel des Nasenvorhofes zunächst in ein unverhorntes Plattenepithel und dann in das mehrreihige Flimmerepithel (Schleimhaut) der Nasenhaupthöhle über.<sup>4</sup>

### 3.1.2.2 Nasenscheidewand (*Nasenseptum, Septum nasi*)

Die Nasenscheidewand trennt die beiden Nasenhaupthöhlen voneinander. Sie besteht aus einem oberen, knöchernen Teil, einem unteren, knorpeligen Teil und einem kleinen bindegewebigen Teil (Pars membranacea) hinter der Nasenspitze. Der knöcherne Anteil setzt sich aus der Lamina perpendicularis des Os ethmoidale und dem kaudal davon liegenden Vomer zusammen. Den knorpeligen Anteil bildet der Cartilago septi nasi (Lamina quadrangularis), dessen langer Processus posterior sich nach hinten zwischen die beiden knöchernen Teile erstreckt.<sup>1,4</sup>

Zur Klassifikation wird das Nasenseptum klinisch in fünf Regionen eingeteilt:<sup>5</sup>

1. Kaudaler Septumanteil
2. Lamina quadrangularis in der Nasenklappenregion
3. Lamina quadrangularis in der Nasenhöhle, Prämaxilla und vorderer Teil des Vomer
4. Lamina perpendicularis
5. Vomer

### 3.1.2.3 Nasenhaupthöhlen (*Cavitas nasi*)

Die Nasenhaupthöhlen sind paarig angelegt und durch das Septum nasi voneinander getrennt. Sie beginnen hinter dem Nasenvorhof und gehen hinten bei den Choanen in die Pars nasalis pharyngis über. Die drei in der Seitenwand der Nase liegenden Nasenmuscheln (Conchae nasales) unterteilen die Cavitas nasi in drei Nasengänge (Meatus nasi) (vgl. Abb. 2):<sup>3</sup>

- Meatus nasi inferior: Der untere Nasengang befindet sich zwischen der unteren Nasenmuschel und dem Gaumen. In seinem vorderen Teil befindet sich die Mündung des Ductus nasolacrimalis, welche von der Hasner-Klappe (kleine Schleimhautfalte) eingeengt wird.<sup>3</sup>
- Meatus nasi medius: Der mittlere Nasengang liegt zwischen der unteren und der mittleren Nasenmuschel. Hier münden der Sinus frontalis, der Sinus maxillaris und die mittleren und vorderen Siebbeinzellen in die Cavitas nasi.<sup>3</sup>

- Meatus nasi superior: Der obere Nasengang befindet sich zwischen der mittleren und der oberen Nasenmuschel. In ihn münden die hinteren Siebbeinzellen und die Keilbeinhöhle.<sup>3</sup>

Die drei Nasengänge vereinigen sich medial zum Meatus nasi communis und münden als solcher über die Choanen und den Meatus nasopharyngeus in den Nasopharynx.<sup>3</sup>

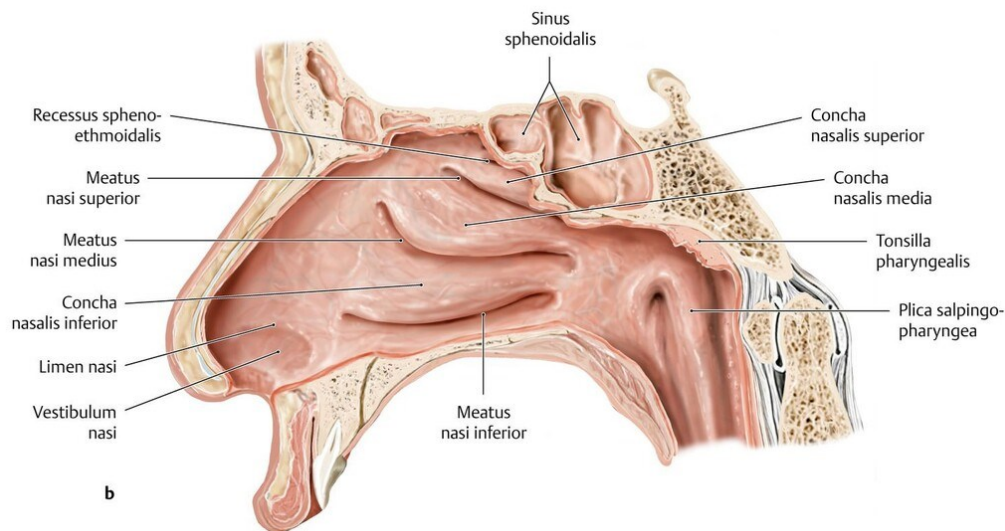


Abbildung 2: Nasenmuscheln und Nasengänge

© Thieme

Die Wände der Nasenhöhle können in Dach, Boden, Seitenwände und Septum unterteilt werden:

- Das Dach wird von folgenden Knochenstrukturen gebildet (von anterior nach posterior): Os nasale, Pars nasalis ossis frontalis, Lamina cribrosa des Siebbeins. Durch die zahlreichen Foramina cribrosa in der Lamina cribrosa steht die Cavitas nasi mit der vorderen Schädelgrube in Verbindung.<sup>3</sup>
- Der Boden wird von der Prämaxilla, den Gaumenfortsätzen des Oberkiefers und der Lamina horizontalis des Gaumenbeins gebildet. Im vorderen Bereich befindet sich eine Vertiefung, die Fossa incisiva genannt wird. Von hier aus steht die Cavitas nasi über die Canales incisivi mit der Mundhöhle in Verbindung.<sup>3</sup>
- Die Seitenwand wird von folgenden knöchernen Strukturen gebildet: Os nasale, Maxilla (Proc. frontalis, Corpus Maxillae), Os lacrimale, Os ethmoidale, Os palatinum; Am meisten wird das Relief der Seitenwand durch die drei Nasenmuscheln geprägt, selten ist eine vierte Nasenmuschel (Concha nasalis suprema) ausgebildet.<sup>3</sup>
- Das Nasenseptum (siehe oben) bildet die mediale Wand.<sup>3</sup>

#### 3.1.2.4 Nasenschleimhaut

Am Limen nasi geht das mehrschichtige verhornte Plattenepithel in die Schleimhaut der inneren Nase über. Sie kann eingeteilt werden in:

- die Pars respiratoria: Sie wird gebildet von einem mehrreihigen Flimmerepithel, das mit Becherzellen versetzt ist und einer dicken Basalmembran aufliegt. Die wichtigsten beiden Aufgaben bestehen in der Reinigung und Erwärmung der Atemluft. Die Kinozilien des Flimmerepithels befördern Schmutzpartikel nach dorsal, während die seromukösen Glandulae nasales der Befeuchtung der Atemluft dienen.<sup>3</sup>
- die Pars olfactoria: Sie setzt sich aus Riech-, Stütz- und Basalzellen, sowie den Glandulae olfactoriae zusammen. Die Riechschleimhaut ist auf einen kleinen, etwa 2-3cm<sup>2</sup> großen Bereich auf der oberen Nasenmuschel und dem angrenzenden Teil des Septums begrenzt und hebt sich durch ihre leicht größere Dicke sowie ihre gelbbräunliche Farbe vom respiratorischen Epithel ab.<sup>3</sup>

#### 3.1.2.5 Nerven und Gefäße

Es können zwei Versorgungsgebiete unterschieden werden:

- vorderes, kleineres Versorgungsgebiet: Hier erfolgt die arterielle Versorgung über die A. ethmoidalis anterior (aus A. ophthalmica), welche durch die Lamina cribrosa in die Nasenhöhle gelangt und den vorderen Bereich der Nase versorgt. Der venöse Abfluss erfolgt durch gleichnamige Venen parallel zu den Arterien, die Lymphe fließt in die submandibulären Lymphknoten ab. Mit der A. ethmoidalis anterior zieht der N. ethmoidalis anterior (aus dem N. ophthalmicus) in die Nasenhöhle, wo er sich in Rr. nasales interni et externi und weiter in Rr. nasales laterales et mediales teilt. Der N. nasopalatinus (aus dem N. maxillaris) zieht im Bereich des Septums zum Canalis incisivus.<sup>3</sup>
- hinteres, größeres Versorgungsgebiet: Die arterielle Versorgung erfolgt Großteils über die A. sphenopalatina (aus der A. maxillaris), welche über das Foramen sphenopalatinum in die Nasenhöhle gelangt und sich dort in ihre Endäste (Aa. nasales posteriores laterales, Rr. septales posteriores) aufzweigt. Außerdem können weitere Äste zur Versorgung des hinteren Bereichs aus der A. palatina descendens, A. palatina major und den Aa. palatinae minores stammen. Im hinteren Bereich der Siebbeinplatte tritt die A. ethmoidalis posterior (aus der A. ophthalmica) in die Cavitas nasi ein. Der

venöse Abfluss erfolgt über ein Geflecht in der Nasenschleimhaut, das durch das Foramen sphenopalatinum mit dem Plexus pterygoideus in Verbindung steht. Außerdem verlaufen Venen zum Gaumen und Pharynx. die Lymphe fließt zum Palatum molle, zur seitlichen Rachenwand und zur Tonsilla palatina ab. Das hintere Gebiet wird durch Nerven aus dem Ganglion pterygopalatinum versorgt. Sie ziehen als Rr. nasales posteriores inferiores (später als N. palatinus major) und Rr. nasales posteriores superiores laterales et mediales in die Nasenhöhle. Die Nerven enthalten neben sensiblen Fasern auch sympathische und parasympathische Fasern, die über den N. canalis pterygoidei zum Ganglion pterygopalatinum gelangen.<sup>3</sup>

### 3.1.3 Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales)

Der menschliche Körper besitzt in der Regel vier paarige Nasennebenhöhlen, die zusammen mit den Nebenträumen des Mittelohrs die pneumatischen Räume des Schädels darstellen (vgl. Abb. 3). Sie sind mit einem dünnen Flimmerepithel ausgekleidet und durch die Ostien (Ausführungsgänge) mit der Nasenhaupthöhle verbunden. Der Flimmerschlag ist zu diesen Ostien hin gerichtet und kann so Partikel aus den Nebenhöhlen transportieren. Zu den Funktionen der Nasennebenhöhlen zählen neben der Verringerung der Knochenmasse, der Reduktion des Gewichts des Schädels und dem Resonanzraum für die Stimme auch die „Airbag“-Funktion, die bei Frakturen des Gesichtsschädels Strukturen hinter den Nebenhöhlen schützt.<sup>2,3</sup>

#### 3.1.3.1 Kieferhöhle (Sinus maxillaris)

Die Kieferhöhle ist mit einem Volumen von etwa 11cm<sup>3</sup> die größte der Nasennebenhöhlen und gleicht mit ihrer Form einer Pyramide mit der seitlichen Nasenwand als Basis. Das Dach wird vom Boden der Orbita gebildet und enthält den Canalis infraorbitalis. Der Boden liegt über dem Processus alveolaris der Maxilla und steht somit im nahen Bezug zu den Wurzeln der Prämolaren und Molaren, was bei Verletzungen durch Zahnextraktionen zu Entzündungen in der Kieferhöhle führen kann. Die Vorder- und Seitenwand werden von der Facies anterior maxillae, beziehungsweise vom Tuber maxillae gebildet. Die Seitenwand der Nasenhaupthöhle bildet die mediale Wand der Kieferhöhle. Hier steht die Kieferhöhle durch den Hiatus semilunaris mit dem Infundibulum ethmoidale und von da weiter mit dem mittleren Nasengang in Verbindung. Über die Äste der A. sphenopalatina und der A. infraorbitalis sowie deren Begleitvenen erfolgt die Gefäßversorgung, die nervale Versorgung

übernehmen die Rr. nasales posteriores superiores laterales et mediales und Zweige der Nn. alveolares superiores.<sup>3</sup>

### 3.1.3.2 *Stirnhöhle (Sinus frontalis)*

Im unpaaren Os frontale befinden sich die beiden meist ungleich großen, durch ein asymmetrisches Septum voneinander getrennten Stirnhöhlen. Sie bilden sich erst ab dem zweiten Lebensjahr und dehnen sich unterschiedlich stark in die Squama ossis frontalis aus. Über einen Recessus mündet die Stirnhöhle in das Infundibulum ethmoidale und hat von hier aus eine Verbindung zum mittleren Nasengang. Durch seine sehr variable Form kann die im Schädelröntgen dargestellte Ausbildung des Sinus frontalis in der Gerichtsmedizin zur Identifikation von Personen verwendet werden. Die Gefäßversorgung übernehmen die A. supraorbitalis und die A. supratrochlearis und deren Begleitvenen, die nervale Versorgung entspricht der des Sinus maxillaris.<sup>3</sup>

### 3.1.3.3 *Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales)*

Das Siebbeinlabyrinth (Labyrinthus ethmoidale) fasst die bis zu 16 vorhandenen Siebbeinzellen des Os ethmoidale zusammen, wobei die Zellen in die drei Gruppen Cellulae ethmoidales anteriores, mediae und posteriores eingeteilt werden. Sie befinden sich zwischen der medialen Orbitawand und dem Nasenseptum, liegen nahe der Maxilla und dem Os frontale und haben zusammen ein Volumen von etwa 1-10cm<sup>3</sup>. Ihre Mündung haben die Cellulae ethmoidales anteriores im Infundibulum ethmoidale, die mittleren münden direkt in den mittleren und die hinteren direkt in den oberen Nasengang. Die Gefäßversorgung erfolgt über die Aa. ethmoidales, Aa. nasales posteriores laterales sowie deren Begleitvenen, der N. maxillaris mit seinen Ästen (Rr. nasales posteriores superiores laterales et mediales, Rr. orbitales) und der N. ethmoidalis posterior übernehmen die nervale Innervation.<sup>3</sup>

### 3.1.3.4 *Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis)*

Im Kindesalter entwickelt sich die Pneumatisation des Keilbeinkörpers, bis sie im Alter von etwa 10 Jahren den Bereich der Fossa hypophysialis erreicht. Durch ein häufig perforiertes Knochenseptum wird die Keilbeinhöhle in zwei Räume geteilt, wobei auch noch weitere Septen ausgebildet sein können. Das Volumen schwankt stark zwischen 0,3 und 11cm<sup>3</sup> und kann sich bis zum Processus pterygoideus, beziehungsweise in die Keilbeinflügel ausdehnen.

Im oberen Bereich ist die Keilbeinhöhle durch ein Ostium mit dem Recessus sphenothmoidalis verbunden. Die A. sphenopalatina und A. hypophysialis inferior sowie deren Begleitvenen übernehmen die Gefäßversorgung, Äste des N. ophthalmicus sind für die nervale Versorgung zuständig.<sup>3</sup>

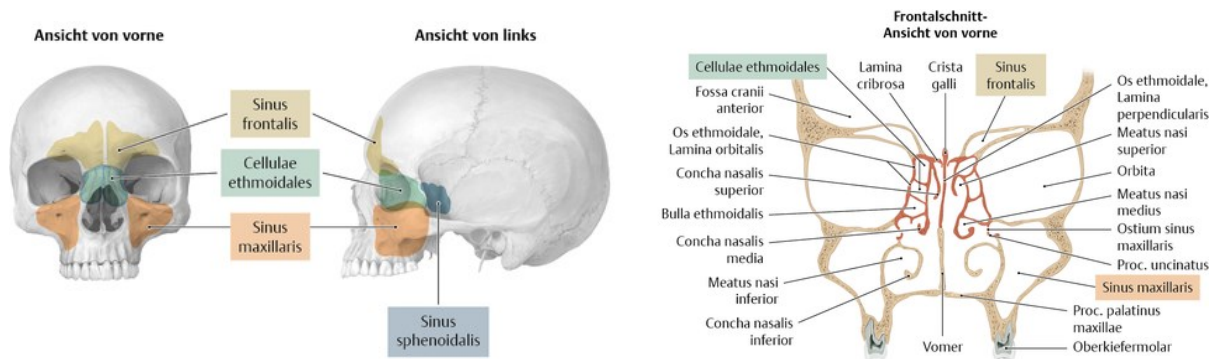


Abbildung 3: Nasennebenhöhlen

© Thieme

## 3.2 Physiologie der Nase

Die wichtigsten Funktionen der Nase sind die Nasenatmung, das Riechen, die Immunabwehr und die Resonanz beim Sprechen.<sup>6</sup>

### 3.2.1 Der Geruchssinn

Der Geruchssinn ist neben dem Geschmackssinn und dem nasal-trigeminalen Sinn einer unserer chemischen Sinne. Er dient dazu, Gefahren aus der Umwelt, wie Gas oder Rauch, wahrzunehmen und hilft uns dabei zu entscheiden, ob Lebensmittel genießbar sind. Er spielt außerdem eine wichtige Rolle in der zwischenmenschlichen Interaktion und trägt wesentlich zur subjektiv wahrgenommenen Lebensqualität bei. Im Gegensatz zum Geschmackssinn, der nur fünf Qualitäten unterscheiden kann, kann der Geruchssinn tausende verschiedene Gerüche wahrnehmen.<sup>7</sup>

#### 3.2.1.1 Das Riechepithel

Das Riechepithel umfasst einen bis zu 400mm<sup>2</sup> großen Bereich an der oberen Nasenmuschel und dem angrenzenden Teil des Septums (vgl. Abb. 4).<sup>6</sup> Es wird gebildet von folgenden Zellen:

- Riechsinneszellen, olfaktorische Sinneszellen: Bei den Riechsinneszellen handelt es sich um bipolare, primäre Sinneszellen, die eine Lebensdauer von wenigen Monaten



aufweisen. Danach werden sie durch Stammzellen (Basalzellen) ersetzt. In Richtung der Oberfläche der Riechschleimhaut zieht ein Dendrit, der sich in etwa 5-20 Zilien (jeweils ca. 10µm lang) aufzweigt. Am anderen Pol der Riechzelle ist ein dünnes Axon ausgebildet. Gebündelt mit anderen Axonen bilden sie den N. olfactorius (Riechnerv, I. Hirnnerv). Dieser zieht über Poren der Siebbeinplatte ins Gehirn zum Bulbus olfactorius.<sup>6</sup>

- Basalzellen: Sie sind während ihrer ganzen Lebensdauer teilungsfähig und können sich zu ausgereiften Riechzellen oder Stützzellen entwickeln.<sup>6</sup>
- Stützzellen: Sie sind als einschichtiges Epithel angeordnet, enthalten einzelne chemosensorische Zellen (treten mit Fasern des N. trigeminus in Verbindung) und bilden den oberflächlichen Abschluss des Riechepithels in Richtung der Nasenhöhle.<sup>6</sup>
- Bowman-Drüsen: Sie bilden eine Schleimschicht, die das Riechepithel bedeckt.<sup>6</sup>

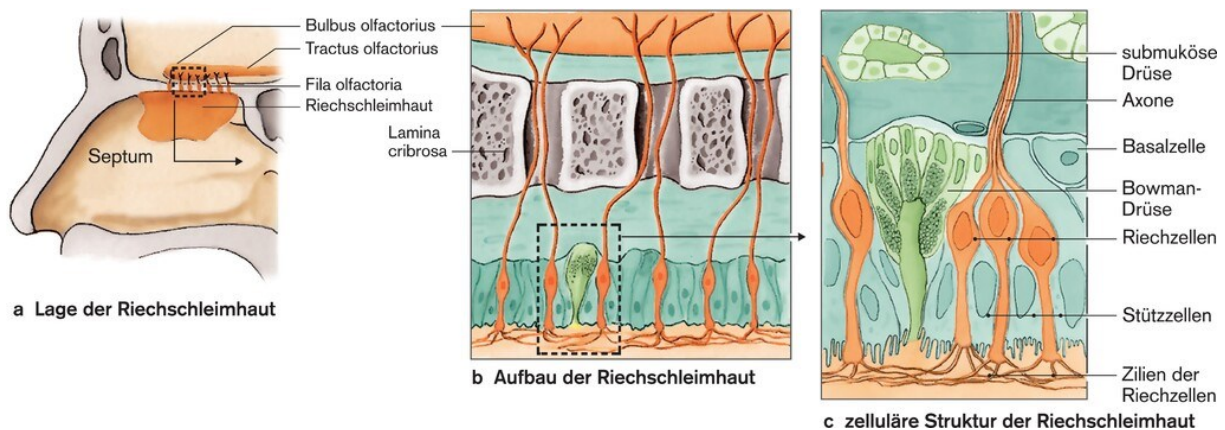


Abbildung 4: Lage und Aufbau der Riechschleimhaut

© Thieme

### 3.2.1.2 Signalübertragung in Riechsinneszellen

Beim Menschen codieren etwa 1% der Gene für olfaktorische Rezeptoren (OR). Einige sind aber inaktive Pseudogene und so bilden wir ca. 350 verschiedene Rezeptoren zur Geruchswahrnehmung aus. Es handelt sich um die größte Genfamilie im Genom des Menschen. Die verschiedenen Isoformen der olfaktorischen Rezeptoren werden codiert mit Buchstaben (OR für „olfaktorischer Rezeptor“), gefolgt von Zahlen für die Familien (1-56). Nachstehend wird ein Buchstabe für die Unterfamilie und eine weitere Zahl für das individuelle Gen (Isoform) angegeben (z.B.: OR7D4). Momentan wird davon ausgegangen, dass jede Riechzelle nur eine Isoform des Rezeptors ausbildet, der eine gewisse Domäne eines Geruchsmoleküls binden kann. Viele organische Geruchsmoleküle tragen mehrere Domänen



an ihrer Oberfläche und können so an verschiedene Rezeptoren von verschiedenen Riechsinneszellen binden, was zu einer komplexen Aktivierung des Riechsystems führt.<sup>7,8</sup>

Bei schnuppernder Atmung durch die Nase, beziehungsweise beim Schlucken oder Ausatmen, gelangen wasserlösliche Duftstoffe durch Luftwirbel zur Regio olfactoria. Im Schleim, der das Riechepithel überzieht, lösen sich die Duftmoleküle und gelangen so zu den Geruchsrezeptoren. Abhängig von ihren Oberflächenmolekülen binden sie an die unterschiedlichen Rezeptoren des Riechepithels.<sup>9</sup>

Bei den Geruchsrezeptoren handelt es sich um G-Protein-gekoppelte Proteine ( $G_{olf}$ ). Durch die Bindung eines Moleküls am Rezeptor wird die  $\alpha$ -Untereinheit aktiviert, folglich die Adenylylcyclase stimuliert und durch das so gebildete cAMP werden unspezifische Kationenkanäle (CNG-Kanäle) geöffnet. Durch den offenen Kanal strömen Kationen ein und die Zelle depolarisiert. Das so entstandene Rezeptorpotential führt schließlich zur Entstehung eines Aktionspotentials am Axonursprung. Einströmendes Kalzium schließt die Kanäle wieder und begrenzt so die Dauer der Aktivität, was bereits auf zellulärer Ebene zur Adaption bei langanhaltender Geruchsexposition führt.<sup>7</sup>

### 3.2.1.3 Riechbahn

Die Riechbahn beschreibt den Weg der Weiterleitung der Erregung von den Riechsinneszellen des Riechepithels bis zu den olfaktorischen Cortexarealen. Die Axone der Riechsinneszellen bilden die Fila olfactoria, die durch die Lamina cribrosa des Os ethmoidale ziehen. Danach vereinigen sie sich zum ersten Hirnnerv, dem Nervus olfactorius, der in den Bulbus olfactorius zieht.<sup>7</sup>

#### 3.2.1.3.1 Bulbus olfactorius, Riechkolben

Hier treten die Axone des ersten Neurons mit dem zweiten Neuron, den Mitralzellen oder Büschelzellen in Kontakt. Der Bulbus olfactorius ist in einzelne Glomeruli organisiert, in die jeweils nur solche Axone ziehen, deren Zellen den gleichen Rezeptortyp aufweisen (vgl. Abb. 5). So entsteht ein sehr komplexes neuronales Projektionsmuster.<sup>7</sup>

Außerdem werden durch die Axone der primären Neuronen auch periglomeruläre dopaminerge Zellen und Körnerzellen aktiviert, die eine laterale Hemmung auf benachbarte Mitralzellen bewirken. Wird also ein Glomerulus aktiviert, kommt es gleichzeitig zur Hemmung benachbarter Glomeruli und somit zu einer Kontrastverstärkung.<sup>7</sup>

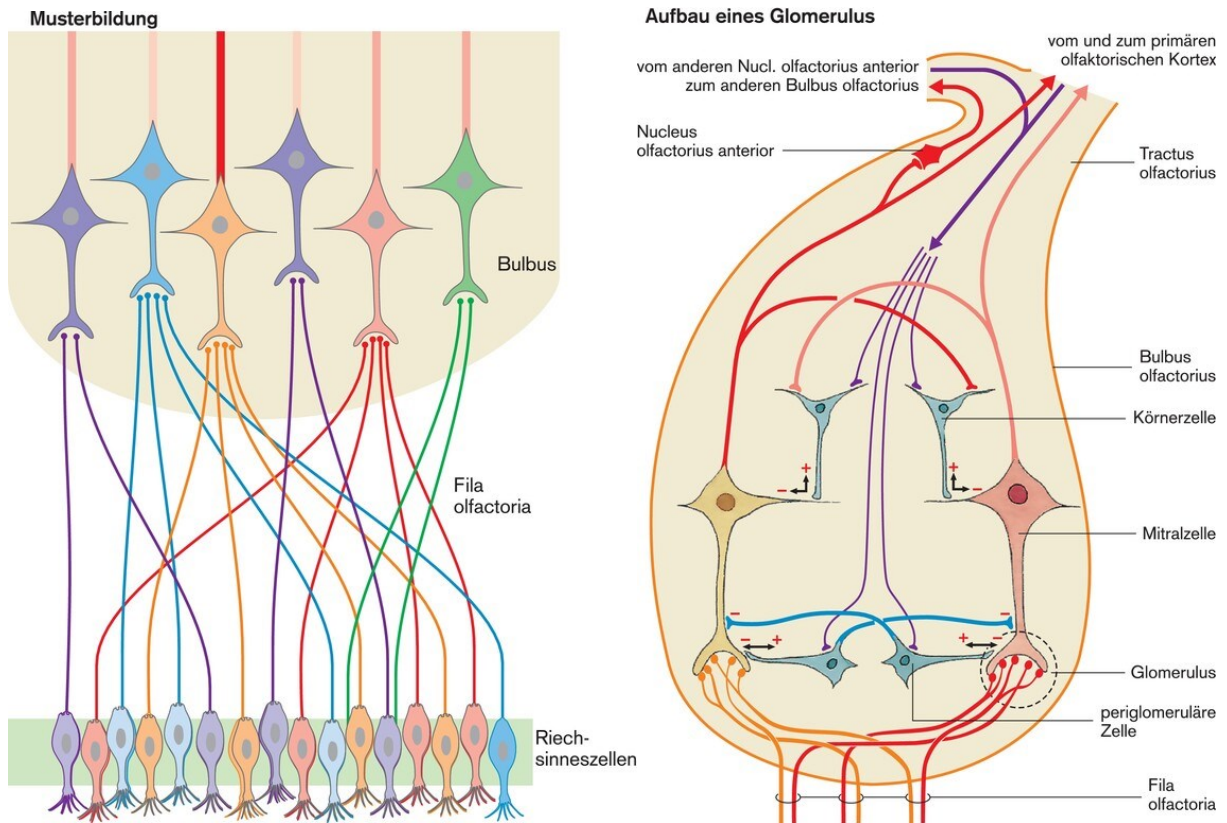


Abbildung 5: Projektionsmuster (links) und Aufbau eines Glomerulus (rechts)

© Thieme

### 3.2.1.3.2 Tractus olfactorius, Riechstrang

Die Axone der Mitral- und Büschelzellen bilden den Tractus olfactorius. Dieser zieht dem Frontallappen anliegend zu den sekundären Riechrinden, teilt sich in 2 Stränge (Stria olfactoria lateralis und Stria olfactoria medialis) und umfasst so das Trigonum olfactorium. Unterhalb des Trigonum olfactorium liegt der Nucleus olfactorius, der als Schaltstelle dient.<sup>7</sup>

Die Stria olfactoria medialis ist schwächer ausgeprägt, zieht zum Cingulum und stellt so eine Verbindung zum limbischen System her. Über die Commissura anterior kreuzen auch einige Fasern auf den Bulbus olfactorius der anderen Seite.<sup>7</sup>

Die Stria olfactoria lateralis zieht zum Temporallappen, genauer zur Regio periamygdalaris und zur Area praepiriformis, wo die bewusste Geruchswahrnehmung stattfindet.<sup>10</sup>

### 3.2.1.3.3 Zentrale Verarbeitung der Riechsignale

Von den Arealen des Temporallappens gibt es, wie in Abb. 6 veranschaulicht, weitere Verbindungen

- zum Hypothalamus, der durch von der Amygdala kommende Signale Übelkeit und Erbrechen auslösen kann und die Nahrungsaufnahme beeinflusst.<sup>10</sup>
- über den Hypothalamus und den Septumkernen zum Hirnstamm (Formatio reticularis), wo einerseits die salivatorische Reaktion beim Geruch von Nahrung ausgelöst wird und andererseits Gerüche die Aufmerksamkeit beeinflussen und eine Weckreaktion auslösen können.<sup>7</sup>
- zum Thalamus, der die Verbindung zum orbitofrontalen Kortex herstellt. Im orbitofrontalen Kortex werden die Riechsignale mit anderen Sinneswahrnehmungen (gustatorische, visuelle) verbunden, bewusst verarbeitet und bewertet (unangenehmer oder angenehmer Geruch).<sup>10</sup>
- zum Hippocampus, der Geruchseindrücke mit vegetativen und emotionalen Reaktionen verbindet.<sup>10</sup>

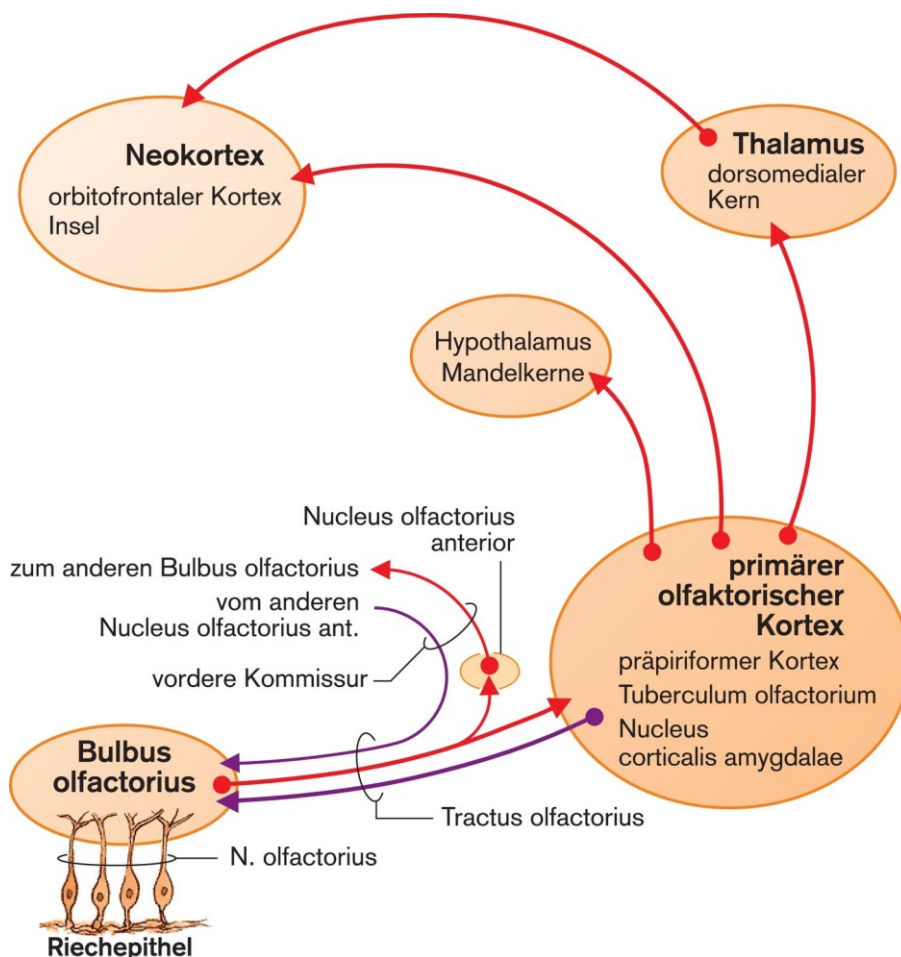


Abbildung 6: Riechbahn im ZNS

Bei gesunden Menschen liegt die Wahrnehmungsschwelle für Gerüche unter der Erkennungsschwelle. Das heißt, wir können manche Gerüche wahrnehmen aber nicht benennen. Der Großteil der Geruchsmoleküle kann mehr als einen Rezeptortyp aktivieren und man geht davon aus, dass vor allem die Anzahl der aktivierten Rezeptoren vom gleichen Typ und die zeitliche Abfolge der anschließenden Aktivierung der Mitralzellen eine wichtige Rolle in der Geruchsunterscheidung spielt. Unterscheiden sich zwei Gerüche eindeutig, können sie in etwa 400 bis 500 Millisekunden identifiziert werden, sind sie aber sehr ähnlich, kann es bis zu zwei Sekunden dauern. Während einige Reaktionen auf Gerüche angeboren sind (zum Beispiel bei fauligem Geruch), sind viele auch erlernt und kulturabhängig. Besonders in Beziehungen von Müttern und Säuglingen spielt die Prägung auf den Geruch eine wichtige Rolle. Bei Frauen ändert sich die Geruchswahrnehmung im Verlauf des Zyklus, was möglicherweise auch Auswirkungen auf sexuelle Beziehungen hat.<sup>7</sup>

#### *3.2.1.4 Jacobson-Organ (Vomeronasales Organ)*

Das Jacobson-Organ befindet sich im vorderen, unteren Bereich des Septums und ist als bis zu 1 cm langer Schlauch in der Schleimhaut ausgebildet. Es ist bei ca. 80% der Erwachsenen vorhanden, wobei es im Vergleich zu anderen Säugetieren nur rudimentär ausgebildet ist und ihm deshalb wenig Relevanz zugeschrieben wird. Es dient zur Wahrnehmung von Pheromonen, die vor allem eine Rolle in der sozialen und sexuellen Kommunikation spielen. Die Sinneszellen des Jacobson-Organs haben ähnliche molekulare Rezeptoren wie die Riechsinneszellen und projizieren ebenfalls in den Bulbus olfactorius, allerdings in eine andere Region als die Riechzellen. Bei chirurgischen Eingriffen sollte nach Möglichkeit dieser Bereich der Schleimhaut geschont werden.<sup>11</sup>

#### *3.2.1.5 Nasal-trigeminaler Sinn*

Der Nervus trigeminus (V. Hirnnerv) hat in der gesamten Nasenhöhle freie Nervenendigungen, die der Nozizeption dienen. Zusätzlich können diese Fasern auch chemosensorische Reize aufnehmen. Hierbei handelt es sich überwiegend um beißende und stechende Gerüche, wie zum Beispiel Buttersäure, Ammoniak, Chlor, Eukalyptus und Essigsäure. Im Vergleich zum Riechepithel benötigen die trigeminalen Fasern die ca. hundert- bis tausendfache Konzentration der Duftstoffe, um sie wahrnehmen zu können. Liegt eine Anosmie, also ein vollständiger Ausfall der olfaktorischen Wahrnehmung vor, so können Stoffe, die das trigeminale System aktivieren, trotzdem wahrgenommen werden. Um

herauszufinden, ob bei einer Riechstörung das olfaktorische System, das trigeminale System oder beide Systeme betroffen sind, werden bestimmte Duftstoffe verwendet. Rosenduft wird zum Beispiel nur vom olfaktorischen System wahrgenommen, 20%iges Kohlendioxid hingegen reizt nur das trigeminale System.<sup>6</sup>

### 3.2.2 Die Nasenatmung

Das Wohlbefinden eines Menschen wird wesentlich durch eine freie Nasenatmung beeinflusst. An einem Tag ohne übermäßige körperliche Aktivität strömen ca. 10.000 bis 15.000 Liter Atemluft durch die Nase. Die wichtigsten respiratorischen Funktionen der Nase liegen in der Erwärmung, Reinigung und Anfeuchtung der Atemluft sowie der Regulierung des Atemstroms.<sup>9</sup>

Bei der Inspiration strömt der Hauptluftstrom durch den Naseneingang hinein, zwischen unterer und mittlerer Nasenmuschel nach hinten zur Choane und von dort über den Nasopharynx nach unten Richtung Oropharynx. Bei der Expiration nimmt die Luft den gleichen Weg durch die Nase, allerdings leicht unterhalb wie bei der Inspiration.<sup>9</sup>

#### 3.2.2.1 Erwärmung und Anfeuchtung der Atemluft

Die Klimatisierung der Atemluft wird über das parasympathische und sympathische System gesteuert, in dem der Schwellungszustand und die Sekretion der Schleimhaut geregelt werden. Innerhalb von weniger als einer Sekunde wird die eingeatmete Luft an die Körpertemperatur angepasst. Bei Außentemperaturen von -8°C bis +40°C herrscht im Nasopharynx eine konstante Lufttemperatur zwischen 32 und 34 °C. Die Temperaturanpassung wird erreicht, in dem die Schleimhaut der Nasenmuscheln in verschiedenem Ausmaß durchblutet wird. Der parallele anterior-posteriore Verlauf der Arterien und Venen ermöglicht einen guten Wärmeaustausch und steuert den Temperaturgradient zwischen Naseneingang und Nasopharynx. Bei der Ausatmung kondensiert die erwärmte Atemluft wieder und es können etwa 30% der thermischen Energie rückgewonnen werden.<sup>4,9</sup>

In der Nase wird die Atemluft mit etwa 15 Gramm Wasserdampf pro Liter aus dem Nasensekret angefeuchtet (von 35% auf 80%), in der Trachea erfolgt die Anfeuchtung auf etwa 95%.<sup>9</sup>

### 3.2.2.2 *Regulierung des Atemstroms*

Der Atemstrom wird durch Erhöhung oder Verringerung des Nasenwiderstands an den momentanen Bedarf angepasst. Einen wesentlichen Einfluss besitzt hier der Sympathikotonus. Steigt die Aktivität des Sympathikus, nimmt durch das Anschwellen der Schleimhaut der Widerstand in der Nase ab und ermöglicht einen erhöhten Atemstrom. Die Nase ist für etwa zwei Drittel des gesamten Atemwegswiderstands verantwortlich, wobei die Nasenklappenregion (Ostium internum), die etwa 2,2cm vom Naseneingang entfernt liegt, mit nur 30-70mm<sup>2</sup> die engste Stelle des Atemwegs darstellt. Der Nasenwiderstand ist außerdem für den „natürlichen PEEP (positive endexpiratory pressure)“ verantwortlich. Hinter der Nasenklappenregion hat die Atemluft eine überwiegend turbulente Strömung.<sup>4</sup>

Für die Regulation des Widerstands ist die untere Nasenmuschel, beziehungsweise deren Schwellungsgrad, am wesentlichsten. Sie ist reich an Kapazitätsgefäßen, deren Füllung abhängig ist von der Lage (nimmt im Liegen zu), dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft (nimmt bei höherem Gehalt zu) und der Lufttemperatur (nimmt bei Temperaturabfall zu). Die untere Nasenmuschel gleicht außerdem skelettale Asymmetrien durch die Anpassung des Schwellungsgrades aus.<sup>4</sup>

### 3.2.3 Reflexe

#### 3.2.3.1 *Niesreflex (nasonasaler Reflex)*

Das Niesen ist ein Atemwegsabwehrmechanismus, der Reizstoffe von der Nasenepitheloberfläche entfernt. Der Niesreflex kann in zwei Phasen unterteilt werden. Die erste ist die nasale oder sensible Phase, die auf die Stimulation der Nasenschleimhaut durch chemische oder physikalische Reizstoffe folgt. Distale Äste des N. trigeminus leiten afferente Stimuli zum Trigeminalganglion. Von hier gelangen die Reize zum Nieszentrum in der lateralen Medulla. Beim Erreichen einer Schwelle beginnt die zweite Phase, die Atmungsphase. Diese besteht aus Augenschließen, tiefer Inspiration und forcierter Expiration mit anfänglichem Schließen der Stimmritze und zunehmendem intrapulmonalen Druck. Die plötzliche Dilatation der Glottis führt zu einem explosionsartigen Austritt von Luft durch Mund und Nase, wodurch Schleimhautreste und Reizstoffe ausgewaschen werden.<sup>12</sup>

#### 3.2.3.2 *Nasokardialer Reflex (trigeminokrader Reflex, Kratschmer-Holmgren-Reflex)*

Der nasokardiale Reflex wird als plötzlicher Abfall von Herzfrequenz und Blutdruck um mehr als 20% im Vergleich zu den Ausgangswerten definiert, der auf eine physikalische



(mechanische, elektrische) oder chemische Reizung der sensorischen Äste des N. trigeminus zurückzuführen ist. So können etwa Äther, Chloroform oder Essigsäure die Schleimhäute so stark reizen, dass es zu einer ausgeprägten Bradykardie bis Asystolie und einer Apnoe kommt. Vor allem bei Kindern ist dieser Reflex stark ausgeprägt und kann auch durch intensive ätherische Öle ausgelöst werden.<sup>13,14</sup>

### 3.2.3.3 Tauchreflex (Wasser-Nase-Reflex)

Wenn ein Mensch den Atem anhält und in Wasser eintaucht, werden afferente Fasern des N. trigeminus im vorderen Bereich der Nasenschleimhaut und der Haut nahe der Nase aktiviert. Das löst eine Bradykardie, Apnoe und erhöhten peripheren Gefäßwiderstand aus. Diese drei physiologischen Reaktionen werden zusammengefasst als Tauchreflex bezeichnet. Durch den erhöhten peripheren Widerstand entsteht eine Umverteilung des Blutes zu den lebenswichtigen Organen. Zusätzlich zum vaskulären Widerstand wird eine Bradykardie eingeleitet, um die Arbeit des Herzens zu verringern und den unnötigen Sauerstoffverbrauch weiter zu begrenzen. Insgesamt ist der Tauchreflex eine angeborene physiologische Multisystemreaktion, die bei allen Wirbeltieren vorhanden ist und dazu dient, Sauerstoffvorräte während des Eintauchens in Wasser zu erhalten.<sup>15</sup>

## 3.2.4 Abwehrfunktion der Nasenschleimhaut

### 3.2.4.1 Unspezifische Abwehr

- Mechanische Abwehr: Eine wichtige Filterfunktion besitzen die Vibrissae (Nasenhaare). Sie befinden sich im Nasenvorhof, sind zu den Nasenlöchern hin gerichtet und verhindern das Eindringen von kleinen Insekten und großen Staubteilchen.<sup>4</sup>

Der mukoziliäre Apparat (vgl. Abb. 7) übernimmt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der physikalischen Reinigung der Atemluft. Er besteht aus den Zilien des respiratorischen Epithels, die in einem zweischichtigen Schleimfilm (basale, niedrig visköse Solschicht und oberflächliche hochvisköse Gelschicht) liegen. Das Sekret, von dem täglich 600-700 ml produziert werden, besteht zu 95% aus Wasser, zu 3% aus Muzinen und enthält unter anderem Immunglobuline, Albumin, Präalbumin und Lysozym. Die Zilien schlagen in der Solschicht koordiniert Richtung Nasopharynx (im vorderen Bereich auch Richtung Nasenausgang) und so wird die oberflächliche Gelschicht bewegt. Im vorderen Nasenabschnitt werden Partikel bis  $>3\mu\text{m}$  abgefangen

(zum Beispiel Pollen), Partikel bis  $>0,5\mu\text{m}$  werden noch im Cavum nasi gefiltert, kleinere Partikel können die Nase passieren.<sup>4,16</sup>

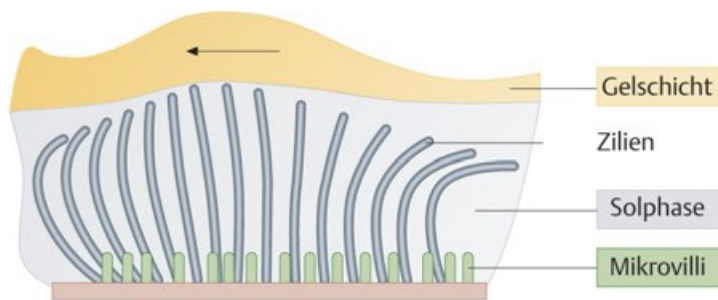


Abbildung 7: Mukoziliärer Transport

© Thieme

- Zelluläre Abwehr: Sie spielt vor allem eine Rolle bei der Abwehr von Viren in der Nasenschleimhaut. Mitwirkende Zellen hierbei sind neutrophile Granulozyten, Makrophagen, Monozyten und natürliche Killerzellen.<sup>16</sup>

#### 3.2.4.2 Spezifische Abwehr

Das spezifische Immunabwehrsystem der Nase kann als eigene immunologische Einheit betrachtet werden und besteht aus der Nasenschleimhaut selbst und dem Lymphgewebe des Waldeyer-Rachenring. Für die Aufnahme, Verarbeitung und Präsentation der Antigene sind vor allem die Tonsillae pharyngeae und palatinae verantwortlich, während die Schleimhaut der Nase das Effektorgebiet darstellt und mit ihren Immunzellen für die Phagozytose von Fremdstoffen zuständig ist.<sup>16</sup>

- Humorale Abwehr: In den paraglandulären Plasmazellen werden die Antikörper gebildet und freigesetzt. Danach werden sie von den Drüsenzellen der Lamina propria aufgenommen, die sie mit einer sekretorischen Komponente versehen und als sekretorische Antikörper (sIgA) wieder abgeben. Das häufigste Immunglobulin der Nasenschleimhaut (und der gesamten Atemwege) ist das IgA, zu einem geringen Teil werden auch IgM und IgG gebildet. Das dimere IgA hat im Nasensekret eine hohe Konzentration (0,5 bis 2,2 g/L) und ist dafür zuständig, inhalierte Antigene zu binden, deren Anheftung an der Epitheloberfläche zu verhindern und Bakterien nach IgG-vermittelter Phagozytose zu opsonieren. Durch folglich entstehende IgA-Komplexe wird das Komplementsystem aktiviert.<sup>4,16</sup>
- Zelluläre Abwehr: Neben den Mastzellen, Makrophagen und verschiedenen Leukozyten, sind auch Lymphozyten und Zellen des retikuloendothelialen Systems



(vor allem dendritische Zellen) an der zellulären Immunabwehr in der Nase beteiligt. Die T-Lymphozyten sind bedeutend für die Steuerungs- und Gedächtnisfunktion bei der Immunabwehr, die B-Lymphozyten differenzieren zu Plasmazellen aus und sind wesentlich für die humorale Abwehr (Antikörperproduktion). Eosinophile Granulozyten bilden zytotoxische Granula, die zum Beispiel bei einer chronischen Sinusitis die Zellmembranen durch Lyse schädigen können. Basophile Granulozyten sind an der allergischen Sofortreaktion beteiligt und für die Histaminfreisetzung in der Frühphase verantwortlich. Außerdem können sie wie Mastzellen IgE binden und so starke anaphylaktische Reaktionen auslösen. Epithelzellen der Nasenschleimhaut und Endothelzellen der Gefäße sind auch an der spezifischen Abwehr beteiligt. Erstere bilden Rezeptormoleküle für Rhinoviren, zweitere können durch Entzündungsmediatoren aktiviert werden und tragen so zur Regulierung der Immunzelleinwanderung ins Gewebe bei.<sup>16</sup>

### 3.2.5 Die Nase als Resonanzraum

Sowohl die Nase als auch die Nasennebenhöhlen haben beim Sprechen eine wichtige Funktion als Resonanzraum. Beim Sprechen der sogenannten Rhinophone (Konsonanten m, n, ng; Resonanten) wird der Nasenrachenraum nicht durch das Gaumensegel abgeschlossen und die Luft strömt durch die Nase aus. Ist der Luftstrom durch die Nase verstopft oder verlegt, fehlt der Resonanzraum und es kommt zu einer sogenannten Stockschnupfensprache. Diese wird auch als geschlossenes Näseln (Rhinophonia clausa) bezeichnet und kommt bei vergrößerten Rachenmandeln, Polypen und Tumoren vor. Vom offenen Näseln (Rhinophonia aperta) spricht man, wenn der Nasenrachenraum nicht vollständig abgeschlossen ist, etwa bei einer Gaumensegellähmung oder einer Gaumenspalte. In diesem Fall haben alle Sprachlaute einen nasalen Beiklang.<sup>2</sup>

### 3.2.6 Der Nasenzyklus

Der Nasenzyklus ist ein physiologisches Phänomen, das bei etwa 80% der Bevölkerung auftritt. In einem stark variierenden, meist nicht periodischen „Zyklus“ von 1 bis 7 Stunden kommt es zur Lumenverengung einer Nasenhaupthöhle und gleichzeitig zur Lumenerweiterung auf der anderen Seite, wobei sich ein Widerstandsverhältnis der beiden Seiten von 1:3 bei konstantem Gesamtwiderstand ergibt. Das An- und Abschwellen wird durch den Füllungszustand der venösen Kapazitätsgefäße in der unteren und mittleren

Nasenschleimhaut verursacht. Gesteuert wird der Nasenzyklus zentral über das vegetative Nervensystem und ist unabhängig von der Nasenatmung. Durch die von erhöhtem Sympathikotonus ausgelöste Vasokonstriktion kann der Nasenzyklus aufgehoben werden. Die verengte Nasenhöhle stellt die Ruhephase dar, in der sich durch den geringeren Luftstrom die Nasenschleimhaut feucht halten und regenerieren kann.<sup>17</sup>

### 3.3 Störungen des Geruchssinns, Dysosmien

#### 3.3.1 Klassifikationen

##### 3.3.1.1 *Quantitative Geruchsstörungen*

- Normosmie: Sie beschreibt die subjektiv als normal empfundene Riechleistung.
- Anosmie: Unter Anosmie versteht man den kompletten Verlust des Geruchssinns. Die spezifische Anosmie bezieht sich auf die Unfähigkeit, eine oder mehrere verwandte Geruchsstoffe zu erkennen, während andere Gerüche auf normale Weise erkannt werden können. Patientinnen und Patienten mit spezifischer Anosmie erkennen ihr Problem oft nicht und stellen sich deshalb selten vor.<sup>18</sup> Bei der sogenannten funktionellen Anosmie werden manche wenige Gerüche wahrgenommen, es besteht aber keine für den Alltag als nützlich zu bezeichnende Riechfunktion.<sup>4</sup>
- Hyposmie: Unter Hyposmie versteht man eine verminderte Empfindlichkeit gegenüber Gerüchen und geht mit einer erhöhten Geruchsschwelle einher.<sup>18</sup>
- Hyperosmie: Hyperosmie ist definiert als erhöhte Empfindlichkeit gegenüber einem oder mehreren Gerüchen. Obwohl es naheliegend wäre, zeigen Patientinnen und Patienten in diesem Fall selten eine erniedrigte Geruchsschwelle. Man geht daher eher von einer Überreaktion auf den Geruch, als von einer veränderten Sensitivität auf den Geruch aus.<sup>18</sup>

##### 3.3.1.2 *Qualitative Geruchsstörungen*

Bei qualitativen Geruchstörungen empfinden Betroffene Gerüche anders als Personen ohne Geruchsstörung. Sie gehen oft mit quantitativen Geruchsstörungen einher, können aber auch isoliert auftreten.

- Parosmie: Unter Parosmie versteht man die verzerrte Geruchswahrnehmung bei Anwesenheit einer Geruchsquelle. Gerüche, die normalerweise als angenehm oder neutral riechend empfunden werden, werden zumeist als unangenehm empfunden (zum Beispiel Kaffeeduft als Jauche). Die Ursache dieser veränderten Wahrnehmung

wird im Bulbus olfactorius, beziehungsweise in anderen zentralen olfaktorischen Strukturen vermutet und entwickelt sich bei der Hälfte der Patientinnen und Patienten innerhalb eines Jahres wieder zurück.<sup>4</sup>

- Phantosmie: Bei der Phantosmie werden Gerüche wahrgenommen, obwohl keine Reizquelle vorliegt. Man bezeichnet diese Wahrnehmungen als Geruchshalluzinationen. Meistens handelt es sich um unangenehme Gerüche, die Ursache ist noch unklar.<sup>4</sup>
- olfaktorische Intoleranz: Hierbei handelt es sich um eine erhöhte subjektive Empfindlichkeit gegenüber olfaktorischen Reizstoffen, wobei die olfaktorische Sensitivität normal oder sogar vermindert ist. Sie tritt zum Beispiel in der Schwangerschaft auf.<sup>4,19</sup>
- Agnosie: Sie beschreibt die Unfähigkeit Gerüche zu erkennen, obwohl keine Schädigung des Geruchssinns vorliegt. Die olfaktorische Agnosie kommt im Gegensatz zur visuellen oder auditiven Agnosie sehr selten vor. Man vermutet die Ursache in geschädigten Regionen des Temporallappens.<sup>18</sup>

### 3.3.2 Epidemiologie

Epidemiologische Daten zu Riechstörungen werden im deutschsprachigen Raum noch nicht sehr lange untersucht. 2008 veröffentlichten Vennemann et al.<sup>20</sup> eine Studie mit 1277 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Deutschland, wonach 3,6% der Bevölkerung eine funktionelle Anosmie aufweisen. Des Weiteren sollen 18% an einer Hyposmie und 20% an einem verminderten Geschmackempfinden leiden. Auch andere Untersuchungen<sup>21,22</sup> brachten ähnliche Daten hervor. Im Jahr 2000 wurde eine Umfrage durchgeführt und 2004 von Damm et al.<sup>23</sup> veröffentlicht, in der HNO-Kliniken im deutschsprachigen Raum Auskunft über die Zahl ihrer Patientinnen und Patienten mit Riechstörungen gaben. Die Umfrage ergab, dass in Deutschland pro Jahr etwa 79.000 Personen mit Riechstörungen behandelt werden, wobei als häufigste Ursachen sinunasale Erkrankungen (72%, davon 53% Entzündungen der Nase/Nasennebenhöhlen und 19% respiratorisch) angegeben wurden. Des Weiteren traten postvirale (11%), idiopathische (6%), durch Schädelhirntrauma verursachte (5%), iatrogene (3%), toxische (2%) und angeborene (1%) Riechstörungen auf (vgl. Abb. 8).<sup>23</sup>

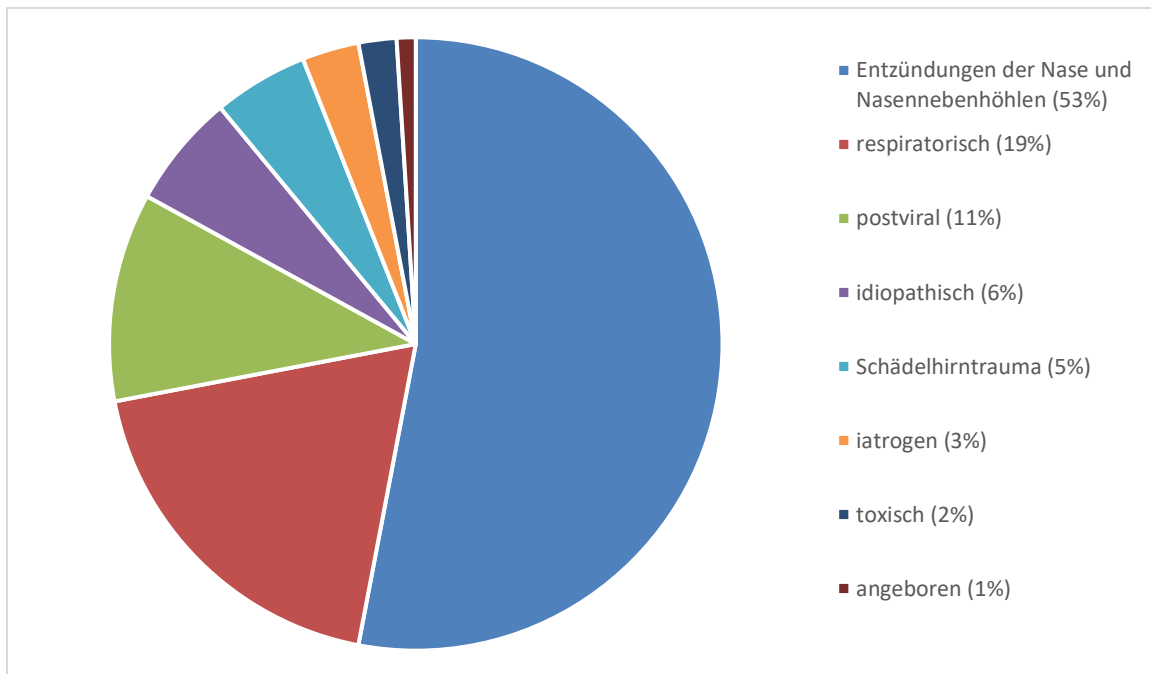


Abbildung 8: Häufigkeit der Ursachen von Riechstörungen

### 3.3.3 Ursachen

#### 3.3.3.1 Sinusale Dysosmien

Als sinusale Riechstörungen bezeichnet man Dysosmien, die durch Veränderungen oder Erkrankungen, die die Nase bzw. die Nasennebenhöhlen betreffen, entstehen. Durch die bestehende Grunderkrankung wird das olfaktorische System beeinträchtigt. Die wichtigsten Ursachen sind die chronische Rhinosinusitis, die Polyposis nasi et sinuum, die allergische Rhinitis, die idiopathische Rhinitis, Neubildungen in der Nase (z.B. eingestülpte Papillome, Adenokarzinome), posttraumatische Veränderungen (z.B. Stenosen), weitreichende operative Umgestaltungen der Atemwege in der Nase, die aufgehobene Nasenatmung durch eine totale Laryngektomie und Arzneimittelnebenwirkungen, die z.B. Schleimhautschwellungen verursachen.<sup>19,23</sup>

##### 3.3.3.1.1 Chronische Rhinosinusitis

Durch entzündliche Veränderungen kommt es zu Nasenausfluss, Bildung von Ödemen und/oder Polypen, die den Luftstrom von Geruchsstoffen in den Nasengängen einschränken und so eine physikalische Barriere für Duftstoffe darstellen. Eine Entzündung kann auch zu strukturellen Veränderungen des pseudostratifizierten Säulenepithels, das bipolare Neuronen enthält, führen, was wiederum die Weiterleitung von Signalen auf den Riechkolben stört. Bei unbehandelter, lang andauernder chronischer Rhinosinusitis kann es auch zu irreversiblen Störungen des Geruchssinns kommen.<sup>24</sup>

#### 3.3.3.1.2 Polyposis nasi et sinuum

Sie tritt meistens im Zusammenhang mit einer chronischen Rhinosinusitis auf und verhindert in erster Linie durch Behinderung der Nasenatmung, dass die Duftstoffe das Riechepithel erreichen.<sup>24</sup>

#### 3.3.3.1.3 Allergische Rhinitis

Es entsteht eine entzündliche Reaktion der Nasenschleimhaut, die durch Immunglobulin E (IgE) bei Allergen-sensibilisierten Personen induziert wird. Bei den meisten Allergikerinnen und Allergikern kommt es nur in der Allergiesaison zur Beeinträchtigung des Geruchssinns, bei manchen bleibt aber auch eine Einschränkung der Geruchswahrnehmung zwischen den Saisonen bemerkbar.<sup>25</sup>

#### 3.3.3.1.4 Sonstige sinunasale Ursachen

Bei idiopathischen Riechstörungen kommt es durch unbekannte Ursachen zu einer wässrig-laufenden und/oder verstopften Nase, was zur verminderten Belüftung der Riechschleimhaut führt. Intranasale Neubildungen beeinträchtigen den Geruchssinn in erster Linie durch eine Verlegung des Atemwegs und der damit einhergehenden Minderbelüftung des Riechepithels, die meist einseitig auftritt. Posttraumatische Zustände, operative Umgestaltungen der Nase und die totale Laryngektomie führen ebenfalls zu verminderter Belüftung des Riechepithels.<sup>23</sup>

#### 3.3.3.1.5 Arzneimitteln Nebenwirkungen

Kalziumantagonisten (Nifedipin, Felodipin, Amlodipin, Diltiazem), Antibiotika und Chemotherapeutika (Methotrexat, Doxycyclin, Terbinafin, D-Penicillamin), Lokaltherapeutika (vasokonstriktiv wirkende Substanzen wie Nasentropfen), Lovastatin, Amitriptylin, Enalapril und Amiodaron können als Nebenwirkung den Geruchssinn beeinträchtigen. Die genauen Ursachen für die Schädigung sind nicht immer bekannt, sie reichen von Schleimhautschwellungen über Beeinträchtigung der sensorischen Transmission der Nervenbahnen (z.B. bei Diltiazem und Nifedipin) bis zum Eingriff in das Zellwachstum der Schleimhaut (z.B. bei Methotrexat).<sup>26</sup>

#### 3.3.3.2 Nicht-sinunasale Dysosmien

Unter nicht-sinunasale Dysosmien werden Riechstörungen zusammengefasst, deren Ursache nicht primär bei Erkrankungen oder Veränderungen der Nase und Nasennebenhöhlen liegt.

Am häufigsten treten in dieser Gruppe postinfektiöse, posttraumatische und idiopathische, seltener kongenitale, toxische und neurologische Ursachen auf.<sup>27</sup>

#### 3.3.3.2.1 Postinfektiöse Riechstörungen

Hierbei handelt es sich um eine meist chronische Riechstörung, die einem zeitlich begrenzten respiratorischen Infekt nachfolgt. Etwa ein Viertel der Patientinnen und Patienten berichtet neben einer quantitativen Riechstörung auch von Parosmien oder Phantosmien. Man geht davon aus, dass es sich meistens um Infekte mit Rhino-, Influenza- und Parainfluenzaviren handelt, die Erreger werden aber in den meisten Fällen nicht diagnostisch nachgewiesen. Als Pathomechanismen werden momentan virale Toxine, bakterielle Beteiligungen und autoimmune Mechanismen gegen das Riechepithel diskutiert. Man geht hauptsächlich von einer direkten Schädigung der olfaktorischen Rezeptorneuronen aus, wobei die Zahl der untergegangenen Neuronen mit dem Ausmaß der Riechstörung zu korrelieren scheint. Auch zentrale olfaktorische Strukturen können viral geschädigt werden.<sup>19</sup> Wie sich in den letzten Monaten herausstellte, treten bei Infektionen mit „Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2“ (SARS-CoV-2) nicht nur während der Erkrankung Riechstörungen auf. Otte et al. untersuchten 91 genesene Patientinnen und Patienten, von denen 80 angaben, einen Geruchsverlust bemerkt zu haben. Nach acht Wochen wurde bei 45,1% der Patientinnen und Patienten immer noch eine Hyposmie festgestellt. Weitere Studien mit längerem Untersuchungszeitraum sind notwendig, um bessere Aussagen über den Verlauf der Riechstörungen nach Infektionen mit SARS-CoV-2 treffen zu können.<sup>28</sup>

#### 3.3.3.2.2 Posttraumatische Riechstörungen

Darunter versteht man Riechstörungen, die im zeitlichen Zusammenhang mit einem Kopftrauma auftreten. Die häufigste Ursache ist hierbei der Abriss der Fila olfactoria, seltener auch die Kontusion olfaktorisch bedeutsamer Hirnareale (z.B. Bulbus olfactorius, orbitofrontaler Kortex). Nur bei etwa 10-20% kehrt das Riechvermögen teilweise wieder zurück, eine spontane vollständige Remission ist sehr selten.<sup>19</sup>

#### 3.3.3.2.3 Toxisch bedingte Riechstörungen

Hierbei handelt es sich um Schäden des peripheren oder zentralen olfaktorischen Systems, die durch toxische Noxen (bei akuter oder chronischer Exposition) verursacht wurden. Sowohl einige Medikamente (darunter Antibiotika, Antirheumatika, Antihypertonika, Antidepressiva,

Chemotherapeutika, Psychopharmaka und Sympathomimetika) als auch Alkohol, Zigarettenrauch und Mangan können Riechstörungen verursachen, die sich entweder nach beseitigen der Noxe wieder zurückbilden, oder auch in manchen Fällen irreversibel sein können.<sup>19</sup>

#### 3.3.3.2.4 Kongenitale Riechstörungen

Als angeborene oder kongenitale Dysosmie bezeichnet man Riechstörungen, die seit der Geburt bestehen und nicht auf andere Ursachen zurückzuführen sind. Die Betroffenen fühlen sich meist wenig dadurch beeinträchtigt. Im MRT stellt sich der Bulbus olfactorius gegebenenfalls hypo- oder aplastisch und der Sulcus olfactorius abgeflacht dar. Meistens tritt sie als isolierte kongenitale Anosmie mit einer Häufigkeit von 1:8000 auf. Als syndromale Form tritt die kongenitale Anosmie beim Kallmann-Syndrom, Refsum-Syndrom, Bardet-Biedl-Syndrom und Usher-Syndrom auf.<sup>19</sup>

#### 3.3.3.2.5 Riechstörungen bei neurodegenerativen, neurologischen und psychischen Erkrankungen

Dysosmien treten regelmäßig als Frühsymptom beim idiopathischen Parkinson-Syndrom (IPS) und bei der Alzheimer-Demenz (AD) auf und sind in 90% der Fälle beim Vollbild der Erkrankung ausgeprägt.<sup>19</sup> Man geht davon aus, dass der Untergang von Neuronen in Bereichen des Gehirns, die zum zentralen olfaktorischen System gehören, dafür ursächlich ist.<sup>18</sup> Bei der Diagnosestellung liegt beim IPS die olfaktorische Dysfunktion meist schon vor, weshalb heute angenommen wird, dass die Riechstörung bereits vier bis sechs Jahre vor Beginn der motorischen Symptome auftritt. Beim Auftreten einer idiopathischen Riechstörung sollte also auch eine neurodegenerative Ursache abgeklärt werden. Neben IPS und AD sind auch die Lewy-Body-Demenz, die kortikobasale Demenz, Multisystematrophie, und Chorea Huntington mit Dysosmien assoziiert.<sup>19</sup>

Epilepsie (vor allem Temporal- und Frontallappenepilepsie) ist oft mit einer olfaktorischen Dysfunktion assoziiert. Es können sowohl die Geruchsidentifikation, das Geruchsgedächtnis, die Geruchsdiskrimination als auch die Geruchsschwelle beeinträchtigt sein. Bei bis zu 30% der Patientinnen und Patienten tritt auch eine „Geruchs-Aura“ auf, in der schlechte Gerüche ohne vorhandene Reizquelle wahrgenommen werden.<sup>29</sup>

Unter den psychischen Erkrankungen sind vor allem die Schizophrenie (mit olfaktorischen Halluzinationen), das Korsakow-Syndrom (Probleme bei Geruchsidentifikation, -diskrimination und -gedächtnis) und depressiven Störungen mit Dysosmien assoziiert.<sup>18</sup>

#### 3.3.3.2.6 Riechstörungen bei internistischen Erkrankungen

In einigen Studien konnte bei Personen mit Diabetes mellitus ein eingeschränkter Geruchssinn festgestellt werden. Vor allem bei bereits aufgetretenen diabetes-assoziierten Komplikationen wie periphere Polyneuropathie, Retinopathie, Hypertension und Niereninsuffizienz schnitten die Patientinnen und Patienten bei Geruchstests (TDI) tendenziell schlechter ab.<sup>18</sup>

Bei Personen mit unbehandeltem Hypothyreoidismus werden neben Störungen der visuellen und auditiven Sinneswahrnehmung auch olfaktorische und gustatorische Ausfälle diskutiert. Zwar gibt es nur wenige Studien zu diesem Thema, geht man aber von keiner großen klinischen Relevanz für Patienten aus.<sup>18</sup>

Ein Review von Leon-Sarmiento et al. zeigte, dass bei Patientinnen und Patienten mit Myasthenia gravis auch eine Beeinträchtigung des Geruchssinns auftreten kann. Es wird angenommen, dass die durch die Krankheit bedingte cholinerge Dysfunktion nicht nur Effekte auf die periphere, sondern auch auf die zentrale Signalübertragung hat.<sup>30</sup>

In einer Studie von Frasnelli et al. wurde die Häufigkeit von Riechstörungen bei Patientinnen und Patienten mit Nierenversagen untersucht und man fand bei 54% eine olfaktorische Dysfunktion.<sup>31</sup> Laut Temmel et al. könnten Dysosmien auch mit Leberzirrhose im Zusammenhang stehen. Bei dieser Studie mit 45 Patientinnen und Patienten mit Leberzirrhose konnte bei 76% ein eingeschränkter Geruchssinn festgestellt werden.<sup>32</sup>

### 3.3.4 Diagnostik und Untersuchungsmethoden

#### 3.3.4.1 Basisdiagnostik

Zunächst wird eine allgemeine und spezifische Anamnese erhoben, die die zeitliche Entwicklung, auslösende Ereignisse und Begleitsymptome der Riechstörung, sowie Vorerkrankungen, stattgefundenen Operationen, Medikamenteneinnahme und die Exposition von Noxen beinhalten soll. Danach erfolgt ein HNO-Status und die endoskopische Untersuchung von Nase, Nasenrachen und Riechspalte. Zur objektiven Beurteilung der Riechstörung erfolgt eine Riechtestung, wobei ein validiertes Testverfahren anzuwenden ist.



Zusätzlich sollte auch ein Screening der Funktion des Geschmackssinns durchgeführt werden.<sup>19</sup>

#### 3.3.4.1.1 HNO-Status

Beim HNO-Status wird standardmäßig mit der Untersuchung der Ohren begonnen. Zunächst wird das äußere Ohr und der äußere Gehörgang betrachtet, danach mit einem Ohrtrichter oder Otoskop das Trommelfell beurteilt. Nach Möglichkeit soll ein Untersuchungsmikroskop verwendet werden, um diskrete Befunde erheben zu können oder Pathologien auszuschließen. Bei der Untersuchung der Nase wird zu Beginn die äußere Nase, danach durch Aufspreizen mittels Nasenspekulum die Naseneingänge und die innere Nase betrachtet. Besonders zu achten ist auf die Stellung des Nasengerüsts (knorpeliges und knöchernes), die Form des Septums, die Nasenlumina (Sekret, Blut, Schleimhautveränderungen, Polypen), die Form und Größe der Nasenmuscheln und die Luftdurchgängigkeit. Bei der Inspektion der Mundhöhle mit Hilfe eines Spatels ist vor allem auf den Zustand des Gebisses, die Zungen- und Mundschleimhaut, die Zungenmotilität, sowie die Beweglichkeit des Unterkiefers und Kiefergelenks zu achten. Außerdem sollte der Mundboden bimanuell palpirt werden. Zur Beurteilung des Mesopharynx wird die Zunge mit dem Spatel nach unten gedrückt. Es werden anschließend die Tonsillen und die Motilität der Gaumenbögen untersucht. Um den Epipharynx einzusehen, wird bei nach unten gedrückter Zunge ein Spiegel an der Uvula vorbeigeführt, anschließend sollten die Choanen, die Tubenwinkel und -öffnungen, sowie das Rachendach eingestellt und inspiziert werden. Zur Untersuchung des Hypopharynx und Larynx wird die Zunge mit einem Läppchen nach vorne gezogen und ein Spiegel über den Kehlkopfeingang gehalten. Mithilfe der Stirnlampe wird nun der Kehlkopf betrachtet, wobei auf Form und Funktion des Kehlkopfs (Zustand und Motilität der Stimmbänder, Stimmqualität), sowie Veränderungen im Hypopharynxeingang geachtet werden soll. Bei Kontraindikationen für diese Untersuchung (z.B. starker Würgereflex, unkooperative Patienten, eingeschränkte Mundöffnung) kann alternativ eine transorale Inspektion mittels Lupenlaryngoskop oder eine transnasale Inspektion mittels flexibler Endoskopie des Larynx durchgeführt werden. Mittlerweile verdrängen diese beiden Techniken in der Praxis bereits häufig die klassische Spiegeluntersuchung. Zusätzlich kann auch eine indirekte Laryngoskopie mittels Stroboskops durchgeführt werden. Abschließend wird bei der Inspektion und Palpation des äußeren Halses auf Narben, Tracheostoma, vergrößerte Lymphknoten, die Schluckverschieblichkeit des Kehlkopfes, sowie auf die Form und Größe der Schilddrüse geachtet.<sup>33</sup>

#### 3.3.4.1.2 Endoskopische Untersuchung

Die endoskopische Untersuchung der Nasenhaupthöhle und des Nasenrachens stellt eine diagnostische Standarduntersuchung dar. Zur Vorbereitung der Patientinnen und Patienten werden abschwellende Mittel und gegebenenfalls eine Oberflächenanästhesie (z.B. bei Kindern) lokal angewendet. Starre Endoskope stehen mit 0°- und 30°-, sowie seltener 70°-Optiken zur Verfügung, haben einen Durchmesser von 3-4mm und können die Videoaufnahmen auf einen Monitor übertragen. Flexible Endoskope passen sich besser an die individuelle Anatomie der Patientin/des Patienten an und es kann in einem einzigen Untersuchungsgang sowohl Nase und Nasenrachen als auch Rachenraum, Hypopharynx und Larynx inspiziert werden. In erster Linie sollen die Schleimhautverhältnisse und die endonasale Anatomie begutachtet werden. Die Untersuchung läuft in der Regel folgendermaßen ab: Das Endoskop wird in den unteren Nasengang eingeführt. Dabei wird auf die Form und Größe der unteren Nasenmuschel und des unteren Nasengangs, sowie auf Septumanomalien geachtet und der Nasopharynx mit den Tubenwülsten wird inspiziert. Darauf folgt die Untersuchung des mittleren Nasengangs, wobei die Beschaffenheit der mittleren Nasenmuschel, das Ostium der Kieferhöhle und der Recessus sphenoidalis mit der „Schleim-Eiter-Straße“ aus der Keilbeinhöhle beurteilt werden soll. Anschließend folgt die Begutachtung des oberen Nasengangs, wobei auf Polypen, Tumore und den Zugang zur Riechspalte geachtet werden soll. Vor allem bei einer vorliegenden Riechstörung ist dieser Bereich genau zu inspizieren, um etwa eine Verlegung der Riechspalte durch Polypen und Tumore abzuklären.<sup>4</sup>

#### 3.3.4.2 Testung der orthonasalen Riechfunktion

Als orthonasale Riechfunktion bezeichnet man das Wahrnehmen von Gerüchen, die die Riechspalte über die Nasenlöcher erreichen. Um sie objektiv zu beurteilen, wurden verschiedene Tests entwickelt. Manche sind auf Screenings und den Ausschluss einer Anosmie ausgelegt, andere sind ausführlicher und beurteilen das Riechvermögen auch quantitativ. Die validierten und am häufigsten angewandten Tests werden im Folgenden genauer beschrieben.<sup>19</sup>

##### 3.3.4.2.1 Sniffin' Sticks

Bei den sogenannten „Sniffin' Sticks“ (vgl. Abb. 9) handelt es sich um Riechstifte, die sowohl beim Screening als auch bei quantitativen Untersuchungen des Riechvermögens Anwendung finden. Die Stifte gleichen Filzstiften, die beim Öffnen der Verschlusskappe Duftstoffe

freisetzen und den Patientinnen und Patienten zum Naseneingang geführt werden. Sie sind etwa ein halbes Jahr verwendbar, bis die Duftstoffkonzentration nachlässt.<sup>19</sup>



Abbildung 9: Sniffin' Sticks

Für Screenings der Riechfunktion stehen der 16-Items-Test und der 12-Items-Test zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Identifikationstest (Identification), bei denen die Patientinnen und Patienten an den 16 oder 12 Stiften riechen und sich jeweils bei vier Auswahlmöglichkeiten für eine Antwort entscheiden müssen. Die Punktzahl entspricht der Anzahl an richtig identifizierten Gerüchen.<sup>34,35</sup> Der Test kann durch eine Untersucherin/einen Untersucher oder von der Patientin/dem Patienten selbst durchgeführt werden.<sup>36</sup> Bei Studien über die Retest-Reliabilität (beschreibt den Grad der Übereinstimmung der Testergebnisse bei derselben Person und mit demselben Test bei mehreren Wiederholungsprüfungen) ergab sich für den 16-Items-Test ein Wert von  $r=0.73$  und für den 12-Items-Test ein Wert von  $r=0.78$ .<sup>35,37</sup>

Für die genauere Untersuchung des Riechvermögens steht neben dem Identifikationstest auch ein Diskriminationstest (discrimination) und ein Schwellentest (threshold) zur Verfügung. Beim Diskriminationstest werden der Patientin/dem Patienten 16 verschiedene Triplets an Stiften zum Naseneingang geführt. In jedem Triplet haben zwei Stifte den gleichen Geruch, ein Stift unterscheidet sich von den anderen beiden und die Patientin/der Patient muss angeben, welcher der Stifte sich von den anderen unterscheidet. Die Punktzahl entspricht der Anzahl an richtig erkannten Stiften.

Beim Schwellentest handelt es sich ebenfalls um 16 Triplets, bei denen jeweils einer der drei Stifte einen Butanol- oder Phenylethylalkohol-Geruch aufweist, welcher aus den drei identifiziert werden soll. Die Konzentration des Geruchs nimmt von Triplet 16 bis Triplet 1 zu. Wird auf einer Stufe der Geruch nicht erkannt, steigert man die Konzentration. Beim zweimaligen Erkennen auf einer Stufe, wird die Konzentration wieder verringert. Nach sieben „Durchgängen“ wird der Durchschnittswert der letzten vier Umkehrpunkte errechnet, dieser gilt als erreichte Punktzahl.<sup>38</sup> Sowohl der Diskriminationstest als auch der Schwellentest müssen von einer Untersucherin/einem Untersucher durchgeführt werden.<sup>36</sup> Bei gesunden Probandinnen und Probanden wird eine Retest-Reliabilität von  $r=0.61$  für den Schwellentest und  $r=0.54$  für den Diskriminationstest angenommen.<sup>37</sup>

Werden die drei Tests (Identifikation, Diskrimination und Schwelle) zusammengerechnet, ergibt sich der TDI-Wert (threshold-discrimination-identification-score), der maximal 48 Punkte betragen kann. Liegt der Wert unter 15 Punkte, geht man von einer funktionellen Anosmie aus. Da sich die Durchschnittswerte zwischen verschiedenen Altersgruppen unterscheiden, wird für die Hyposmie ein Wert unter der zehnten Perzentile der 16- bis 35-Jährigen definiert, was einem TDI von etwa 30 Punkten entspricht.<sup>34,39</sup>

#### 3.3.4.2.2 UPSIT (University of Pennsylvania Smell Identification Test)

Der UPSIT umfasst 40 übliche Geruchsstoffe, die in Mikrokapseln auf Papierkarten aufgebracht sind. Um den Duft freizusetzen, wird mit einem Stift auf dem Geruchsstreifen gekratzt. Nun muss unter vier Auswahlmöglichkeiten der Geruch richtig identifiziert werden.<sup>40</sup> Vorteile dieses validierten und weitverbreiteten Tests sind die lange Haltbarkeit, die Verfügbarkeit in internationalen und teilweise angepassten Versionen und die selbstständige Anwendung durch die Testteilnehmerin/den Testteilnehmer. Vom Nachteil ist, dass dieser Test nur die Geruchsidentifikation untersucht. Als Retest-Reliabilität wird ein Wert von  $r=0.91$  angegeben.<sup>41</sup>

Zum Screening steht eine „Kurzversion“ des UPSIT zur Verfügung. Der sogenannte CCSIT (Cross-Cultural Smell Identification Test) umfasst 12 Geruchsstoffe des UPSIT, kann ebenfalls von der Testteilnehmerin/vom Testteilnehmer selbstständig durchgeführt werden und hat eine Retest-Reliabilität von  $r=0.71$ .<sup>42</sup>

#### 3.3.4.2.3 Zürcher Riechtest

Beim Zürcher Riechtest werden der Testteilnehmerin/dem Testteilnehmer 8 Gerüche in Form von sogenannten „Riechdisketten“ dargeboten. Unter drei Auswahlmöglichkeiten muss dann der Geruch richtig identifiziert werden. Der Test wurde mit einer Gruppe aus 102 Personen validiert und dient in erster Linie dazu, Personen mit einem normalen Geruchssinn zu identifizieren, die Retest-Reliabilität wird nicht angegeben. Der Test kann von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern selbstständig durchgeführt werden und ist wiederverwendbar.<sup>43</sup>

#### 3.3.4.2.4 Test des Connecticut Chemosensory Clinical Research Centers (CCCRC)

Hierbei handelt es sich um einen zweiteiligen Test, bei dem einerseits die Geruchsschwelle, andererseits die Geruchsidentifikation untersucht wird. Beim Schwellentest für n-Butanol (butanol threshold test, BTT) werden eindrückbare Polypropylenflaschen mit aufsteigenden Konzentrationen verwendet. Der Testteilnehmerin/dem Testteilnehmer wird Butanol im Vergleich zu destilliertem Wasser angeboten. Wird das Butanol nicht erkannt, wird die Konzentration gesteigert. Die Konzentrationsstufe, auf der das Butanol viermal hintereinander richtig erkannt wird, gilt als Riechschwelle.<sup>44</sup> Laut Hummel et al. liegt die Retest-Reliabilität für den Schwellentest bei  $r=0.36$ , was auf eine nicht besonders gute Aussagekraft dieses Tests schließen lässt.<sup>37</sup> Beim Identifikationstest werden der Teilnehmerin/dem Teilnehmer zehn Gerüche präsentiert. Der CCCRC muss durch eine Untersucherin/einen Untersucher durchgeführt werden, gilt als mäßig gut validiert und wird nicht kommerziell hergestellt, kann aber einfach selbst angefertigt werden.<sup>37</sup>

#### 3.3.4.2.5 Sonstige Tests

Zum Screening der Riechfunktion stehen außerdem z.B. der „Alcohol-Sniff-Test“<sup>45</sup>, der „Pocket-Smell-Test“<sup>46</sup> und viele weitere zur Verfügung. In anderen Ländern werden zur genaueren Untersuchung der Riechfunktion teilweise auch andere Testmethoden bevorzugt, wie z.B. in Japan das „T&T Olfaktometer“<sup>47</sup> oder in Spanien der BAST-24<sup>48</sup>. Eine ausführliche Auflistung der meisten klinisch verwendeten Geruchstests findet man bei Hawkers & Doty<sup>18</sup>, Tabelle 3.1.: Clinical olfactory tests.

#### 3.3.4.3 *Testung der retronasalen Riechfunktion*

Beim retronasalen Riechen handelt es sich um die Geruchswahrnehmung, die über den Nasenrachen erfolgt. Bei der Nahrungsaufnahme oder beim Gurgeln werden im Mundraum Duftstoffe freigesetzt, die über den Nasopharynx aufsteigen und zur Riechspalte gelangen. Handelt es sich um eine Riechstörung, deren Ursache bei einer behinderten Nasenatmung liegt, ist die retronasale Geruchswahrnehmung in den meisten Fällen nicht beeinträchtigt.<sup>19</sup> Im Folgenden sind die am häufigsten verwendeten Tests angeführt, die die retronasale Geruchswahrnehmung prüfen.

##### 3.3.4.3.1 Candy Smell Test (CST)

Beim Candy Smell Test handelt es sich um 23 Sorbitol-Lutschpastillen, die jeweils mit einem anderen Aroma versehen sind und von der Testteilnehmerin/vom Testteilnehmer auf die Zunge gelegt werden. Unter dem „Forced-Choice“-Prinzip muss unter vier Auswahlmöglichkeiten die richtige Antwort angekreuzt werden, jede richtige Antwort entspricht einem Punkt. Als Grenzwert für Anosmie wurde ein Testergebnis von 13 Punkten festgelegt.<sup>49</sup> Der CST wurde gemäß der TDI-Bewertung von Sniffin' Sticks validiert. Die Retest-Reliabilität liegt laut Renner et al.<sup>50</sup> bei  $r=0.75$ . Der Test ist sowohl für Erwachsene als auch für Kinder geeignet, schnell und einfach in der Anwendung. Haxel et al. stuften den Candy Smell Test als einfache und zuverlässige Testmethode ein, mit der normosmische, hyposmische und anosmische Personen in der täglichen klinischen Praxis unterschieden werden können.<sup>51</sup>

##### 3.3.4.3.2 Retronasal Olfaction Test (ROT)

Beim Retronasal Olfaction Test handelt es sich um geschmacksstimulierende Pulver mit einem Gewicht von ca. 50mg, die in quetschbaren Kunststofffläschchen erhältlich sind und in der Mitte der Zunge aufgetragen werden. Die Testteilnehmerin/der Testteilnehmer muss nun das Aroma aus vier vorgegebenen Möglichkeiten identifizieren („Forced-Choice“). Zu Beginn wurde der Test mit 30 Substanzen durchgeführt, was später auf 20 reduziert wurde. Validierungsanalysen mit dem Sniffin'-Sticks-TDI-Score ergaben einen statistisch signifikanten Zusammenhang der retronasalen und orthonasalen Testergebnisse.<sup>49</sup> Die Retest-Reliabilität beim ROT liegt laut Heilmann et al.<sup>52</sup> bei  $r=0.76$ . Laut Croy et al. ist der ROT nicht für den täglichen klinischen Gebrauch geeignet, sondern soll eher bei Riechstörungen, die mit einer Geschmacksstörung einhergehen, zur genaueren Untersuchung angewendet werden.<sup>53</sup>



#### 3.3.4.3.3 Odorant Presentation Containers (OPC)

Pierce und Halpern entwickelten Riechstoff-Präsentationsbehälter (OPCs) zur oralen Anwendung. Der OPC besteht aus zwei Teleskopzylindern, die eine Isolierung zwischen dem festen Geruchsstoff im inneren Zylinder und der Mundschleimhaut gewährleisten. Außerdem werden durch den OPC weder Wärme- noch Geschmacksrezeptoren stimuliert. Beim Ausatmen durch die Nase entsteht also eine rein retronasale Geruchsstimulation durch die OPCs.<sup>54</sup> Um den orthonasalen Luftstrom während des Tests zu stoppen, kann zusätzlich ein Nasenclip verwendet werden.<sup>55</sup> Eine Zusammenfassung einiger Studien bei Özay et al., die OPCs als Untersuchungsmethode einbinden, zeigt, dass OPCs in erster Linie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen retronasalem und orthonasalem Riechvermögen eingesetzt werden und im klinischen Bereich kaum Anwendung finden.<sup>49</sup>

#### 3.3.4.4 Elektroolfaktogramm (EOG)

Gerüche lösen negative elektrische Potentiale im Riechepithel aus. Das Elektroolfaktogramm (EOG) kann diese Potentiale über Elektroden, die nahe oder an der Oberfläche des Riechepithels angebracht sind, aufzeichnen. Die Aufzeichnungen repräsentieren das summierte Generatorpotential in den olfaktorischen Rezeptorneuronen (ORN).<sup>56</sup> EOG-Messungen bieten die Möglichkeit, neuronale Aktivität aus dem peripheren Riechsystem aufzuzeichnen und gleichzeitig psychophysische Reaktionen bei wachen Menschen zu erhalten.<sup>57</sup> Das EOG wird hauptsächlich zu Forschungszwecken eingesetzt und spielt in der Klinik momentan eine untergeordnete Rolle.<sup>19</sup>

#### 3.3.4.5 Olfaktorisch evozierte Potentiale

Bei der Ableitung von olfaktorisch evozierten Potentialen mittels EEG werden der Patientin/dem Patienten durch ein Olfaktometer Gerüche präsentiert. Es werden Duftstoffe verwendet, die so gut wie ausschließlich über den N. olfactorius wahrgenommen werden. Die Elektroden werden am Kopf sowie an den Ohrläppchen angebracht. Anhand von aufgezeichneten positiven und negativen Gipfeln können Rückschlüsse auf die vom Duftstoff hervorgerufene Erregung gemacht werden.<sup>58</sup> Diese zeitlich und finanziell sehr aufwendige Untersuchungsmethode wird nur in einigen Zentren angewendet. Sinnvoll erscheint sie bei der Unterscheidung von Anosmie und Hyposmie, wenn auf Grund von Alter (Kinder), Verständigungsproblemen oder kognitiver Beeinträchtigung die Durchführung von psychophysischen Tests nicht möglich ist.<sup>19</sup>

#### *3.3.4.6 Weitere Untersuchungsmöglichkeiten des Geruchssinns*

Bildgebende Verfahren wie die Positronenemissionstomographie (PET), Magnetresonanztomographie (MRT) und funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) ermöglichen ebenso eine Untersuchung des zentralen olfaktorischen Systems. Im MRT kann beispielsweise das Volumen des Bulbus olfactorius bestimmt und so auf eine kongenitale Anosmie oder eine Hypoplasie, beziehungsweise eine Aplasie rückgeschlossen werden. In der PET- oder fMRT-Untersuchung können Veränderungen im Blutfluss oder im Metabolismus erkannt werden. Bisher werden diese bildgebenden Verfahren noch nicht zur Untersuchung der Riechfunktion im klinischen Alltag eingesetzt.<sup>4</sup>

Durch Biopsien aus der Regio olfactoria können periphere Ursachen von Störungen der Riechfunktion untersucht werden. Vor allem bei posttraumatischen, postviralen und sinunasalen Riechstörungen können histopathologische Untersuchungen aufschlussreich sein.<sup>4</sup>

#### *3.3.4.7 Screening der Schmeckfunktion*

Weil Riech- und Schmeckstörungen oft gleichzeitig auftreten, sollte bei der Abklärung einer Riechstörung auch die Schmeckfunktion überprüft werden. Die Schmecktestung kann sowohl als „Ganzmundtest“ als auch als regionaler Test durchgeführt werden. Mit Glukose (süß), Natriumchlorid (salzig), Zitronensäure (sauer) und Chininhydrochlorid (bitter) sind die natürlichen Schmeckreize abgedeckt.<sup>33</sup> Zur Testgestaltung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die verschiedenen Geschmackstoffe können als Lösung in den Mund gesprüht werden, wonach die Patientin/der Patient zur Identifikation von süß, sauer, salzig oder bitter aufgefordert wird. Bei der sogenannten „Drei-Tropfen-Methode“ soll die Patientin/der Patient den Geschmackstoff aus drei Tropfen erkennen und richtig identifizieren. Durch Veränderung der Geschmackstoffkonzentration in den Tropfen kann auch die Schwelle bestimmt werden. Des Weiteren steht auch ein „Ein-Tropfen-Test“ mit schwelennahen, bzw. überschwelligen Konzentrationen zur Verfügung.<sup>19</sup>

Eine weitere Möglichkeit zur Testung der Schmeckfunktion sind die sogenannten „taste strips“. Es handelt sich dabei um kleine Papierstreifen, die mit jeweils einer Geschmackrichtung (süß, sauer, salzig oder bitter) versehen sind. Für jede Geschmacksqualität werden vier verschiedene Konzentrationen verwendet und zusätzlich zwei Streifen ohne Geschmack hinzugefügt. In zufälliger Reihenfolge werden der Patientin/dem Patienten die Papierstreifen auf die Zunge gelegt und sie/er wird aufgefordert, zwischen süß, sauer, salzig, bitter oder kein Geschmack zu unterscheiden. Es können maximal



16 Punkte erreicht werden (pro richtige Antwort ein Punkt, Streifen ohne Geschmack werden nicht eingerechnet).<sup>59</sup>

### 3.3.5 Beratung und Therapie

Riechstörungen sind weit verbreitet in der Bevölkerung mit einer geschätzten Prävalenz von bis zu 20%. Da der Geruchssinn als wichtiges Warnorgan dient, sollten Patientinnen und Patienten mit eingeschränktem Riechvermögen unbedingt von Ärztinnen und Ärzten über Gefahren, denen sie ausgesetzt sind, aufgeklärt werden. Laut einer Studie von Haxel et al. mangelt es bei vielen Ärztinnen und Ärzten an spezifischem Wissen über Riechstörungen, deren Behandlung und Prognose. Vor allem aber gaben viele Patientinnen und Patienten an, kaum über Gefahren aufgeklärt und zum Umgang damit ärztlich beraten worden zu sein.<sup>60</sup>

Wichtig ist eine Beratung zum Umgang mit Lebensmitteln. Weil Patientinnen und Patienten oft nicht erkennen können, ob etwas verdorben, zu stark gewürzt, versalzen oder zu viel gezuckert ist, sollten sie darauf hingewiesen werden, vor dem Verzehr Dritte um Hilfe dabei zu bitten. Um auf Gas oder Feuer aufmerksam gemacht zu werden, sollten Rauch- und Gasmelder in der Wohnung angebracht werden. Außerdem sollten Patientinnen und Patienten auf regelmäßiges Lüften der Wohnräume, sowie regelmäßige und angemessene Körperhygiene hingewiesen werden.<sup>60</sup>

Einerseits kann es im Rahmen der Besserung der Grunderkrankung, andererseits durch physiologische Regeneration des Riechepithels oder zentraler Strukturen zu einer spontanen Verbesserung des Riechvermögens kommen.<sup>19</sup> Abhängig von der Ursache der Riechstörung, treten verschieden hohe Spontanremissionsraten auf. Laut Damm et al. kommt es bei postinfektiösen Dysosmien nach sechs Monaten bei etwa 15% und nach zwölf Monaten bei etwa 30% der Patientinnen und Patienten zu einer signifikanten Verbesserung (aber nicht kompletten Restitution) der Riechfunktion.<sup>61</sup> Bei posttraumatischen Dysosmien kommt es nach zwölf Monaten in 10 bis 35% der Fälle zur teilweisen Erholung.<sup>62</sup> Auch bei Riechstörungen mit anderen Ursachen kann von ähnlichen Spontanremissionsraten ausgegangen werden, genaue Daten liegen dazu aber nicht vor. Wegen der Möglichkeit der spontanen Verbesserung der Riechfunktion ist es oft schwierig, einen Therapieerfolg genau nachzuweisen. Deshalb erscheinen in diesem Fall nur kontrollierte Studien aussagekräftig.<sup>19</sup>

Bei der Therapie von Riechstörungen steht in vielen Fällen die Behandlung der Grunderkrankung, die als Ursache für die Riechstörung angenommen wird, im Vordergrund.

Hierbei werden in erster Linie konservative Therapien (Medikamente, Riechtraining oder Akupunktur) gewählt. Chirurgische Behandlungen kommen vor allem bei sinunasalen Grunderkrankungen zum Einsatz. Geht man von einer medikamenten- oder toxininduzierten Riechstörung aus, sollte auf jeden Fall die Exposition gestoppt werden.<sup>19</sup> Im Folgenden wird auf einige Therapiemöglichkeiten genauer eingegangen.

#### *3.3.5.1 Corticosteroide*

Corticosteroide kommen bei Riechstörungen sowohl systemisch als auch lokal verabreicht zur Anwendung und spielen vor allem bei der Therapie von sinunasalen Dysosmien eine wichtige Rolle. Bei der chronischen Rhinosinusitis kommen topische Corticosteroide (Kortisonnasensprays, 400/800 µg/d Budesonid oder 200/400 µg/d Fluticason) zum Einsatz<sup>19</sup>, die in erster Linie die Schleimhaut abschwellen lassen sollen und so die Belüftung der Riechspalte verbessern. Bei der Polyposis nasi kommen neben topischen auch systemische Corticosteroide zur Anwendung. Bei der systemischen Corticoidtherapie wird mit 40mg Prednisolon peroral begonnen, danach wird die Dosis alle zwei Tage um 5mg reduziert. Schlägt die Therapie an, kann die Behandlung anschließend mit abschwellenden Nasentropfen fortgesetzt werden. Sollte eine wiederholte Gabe notwendig sein, wird dazwischen eine Therapiepause von sechs bis zwölf Monaten empfohlen.<sup>4</sup>

Auch bei Dysosmien bei allergischer Rhinitis scheint die Therapie mit topischen Steroiden am effektivsten.<sup>19</sup> Studien brachten auch Hinweise, dass bei postviralen Dysosmien durch systemische und topische Steroide eine Verbesserung der Riechfunktion möglich ist, die Datenlage dazu ist aber gering.<sup>63</sup> Bei idiopathischen Riechstörungen sollte ebenfalls ein Therapieversuch mit systemischen Kortikoiden gestartet werden, um entzündliche Ursachen auszuschließen.<sup>4</sup>

#### *3.3.5.2 Antibiotika*

Die Therapie mit Antibiotika zielt ebenfalls auf sinunasale Dysosmien ab. Hierbei steht die Behandlung der Grunderkrankung im Vordergrund und man erwartet durch die Ausheilung der Rhinosinusitis eine Verbesserung der Riechfunktion. Die häufigsten Erreger sind Streptococcus pneumoniae, Staphylococcus aureus, Haemophilus influenzae, Moraxella catarrhalis und Pseudomonas aeruginosa, worauf die Wirkstoffauswahl angepasst werden sollte.<sup>4</sup>

### 3.3.5.3 *Rhinochirurgische Therapie*

Die chirurgische Therapie zielt sowohl auf die Beseitigung oder Verringerung anatomischer Engstellen der Nase als auch auf die Entfernung entzündeter Schleimhautpolypen ab. Die Operationen (Nasennebenhöhlenoperationen, Nasenmuschelverkleinerungen und Septumplastiken) werden endonasal unter endoskopischer oder mikroskopischer Kontrolle durchgeführt.<sup>23</sup> Oft steht bei solchen Operationen nicht die Behandlung der Riechstörung, sondern die der Grunderkrankung (chronische Rhinosinusitis, Polyposis nasi) im Vordergrund. Bei vielen Patientinnen und Patienten wird über eine postoperative Verbesserung der Geruchsfunktion berichtet, eine komplette olfaktorische Erholung ist jedoch selten. Es besteht auch ein geringes Risiko, dass es durch die Operation zur Bildung von Synechien (Schleimhautadhäsionen) oder Krusten, beziehungsweise zur direkten Schädigung des Riechepithels kommt.<sup>64</sup>

### 3.3.5.4 *Riechtraining*

Beim Riechtraining handelt es sich um eine konservative Behandlungsmethode, die auf der Theorie des olfaktorischen Lernens basiert und vor allem bei postinfektiösen und posttraumatischen Riechstörungen effektiv erscheint. Man geht davon aus, dass sowohl zentrale als auch periphere Strukturen des olfaktorischen Systems durch konsequent wiederholte Exposition eine gesteigerte Sensitivität gegenüber Duftstoffen entwickeln können. Dazu bekommen die Patientinnen und Patienten vier verschiedene Duftöle, meistens die Gerüche „Rose“ (blumig), „Eukalyptus“ (harzig), „Zitrone“ (fruchtig) und „Nelken“ (aromatisch), an denen sie zweimal täglich für etwa 16 Wochen riechen sollen. Die Ergebnisse des Riechtrainings wurden in mehreren Studien untersucht (unter anderem von Michael Damm et al., 2014; Thomas Hummel, Reden, Hähner, Weidenbecher, & Hüttenbrink, 2009; Konstantinidis, Tsakiropoulou, Bekiaridou, Kazantzidou, & Constantinidis, 2013; David T Liu, Maha Sabha, Michael Damm et al. 2020).<sup>61,65-67</sup> In allen oben genannten Studien konnte nach 16 Wochen eine Verbesserung der Riechfunktion (TDI-Wert wurde mit Sniffin‘ Sticks erhoben) festgestellt werden. Laut Damm et al. trat bei 63% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Trainingsgruppe mit hochdosierten Düften eine Verbesserung des TDI-Wertes auf.<sup>61</sup> Bei Konstantinidis et al. kam es bei 67.8% der Patientinnen und Patienten mit postinfektiöser Riechstörung und bei 33.2% der Patientinnen und Patienten mit posttraumatischer Riechstörung zu einer Verbesserung der Riechfunktion durch das Riechtraining.<sup>65</sup> Das Training sollte innerhalb der ersten zwölf Monate nach Beginn der Riechstörung begonnen und für mindestens 16 Wochen durchgeführt werden. Außerdem

scheint ein Wechsel der Duftstoffe nach einer gewissen Trainingszeit sinnvoll. Wegen der einfachen Anwendbarkeit und dem Ausbleiben von Nebenwirkungen gilt das Riechtraining für alle Patientinnen und Patienten mit postinfektiöser oder posttraumatischer Riechstörung als empfehlenswert.<sup>19</sup>

#### *3.3.5.5 Leukotrienrezeptorantagonisten*

In mehreren Studien wurde die Wirkung von Leukotrienrezeptorantagonisten (Montelukast, Zafirlukast) bei chronischer Rhinosinusitis mit Nasenpolypen untersucht. Bei einer vier- bzw. sechswöchigen Therapie mit Montelukast zeigte sich (bei kleinem Stichprobenumfang) eine signifikante Verbesserung des Symptomscores der Rhinosinusitis.<sup>68,69</sup> Es scheint als wären Leukotrienrezeptorantagonisten eine interessante Behandlungsmöglichkeit von Dysosmien bei chronischer Rhinosinusitis mit Nasenpolypen, die Studienlage reicht aber noch nicht, um die Wirksamkeit eindeutig zu bestätigen.<sup>19</sup>

#### *3.3.5.6 Caroverin*

Bei Caroverin handelt es sich um einen NMDA-Antagonisten. Bei Riechstörungen, deren Ursache in einer Störung der Nervenleitung (postinfektiöse oder posttraumatische Riechstörungen) liegt, soll Caroverin eine verringerte Rückkopplungshemmung im Bulbus olfactorius bewirken und so die Nervenleitung verbessern. Laut einer Studie von Quint et al. verbesserte sich bei anosmischen Patientinnen und Patienten nach vierwöchiger Therapie mit Caroverin sowohl die Geruchsschwelle als auch die Geruchsidentifikation im Vergleich zum Ausgangswert. Bei hyposmischen Patientinnen und Patienten verbesserte sich die Geruchsidentifikation sogar signifikant. Caroverin scheint somit bei sogenannten „non-conductive smell disorders“ wirksam zu sein.<sup>70</sup>

#### *3.3.5.7 Allergen-Immuntherapie*

Die Allergen-Immuntherapie zielt auf die Behandlung von Riechstörungen ab, deren Ursache bei der allergischen Rhinitis liegt. Radcliffe et al. untersuchten in einer placebokontrollierten Doppelblindstudie den Effekt einer „low dose immunotherapie“ auf das Riechvermögen<sup>71</sup>. Es zeigte sich, wie auch in zwei weiteren Studien zur Allergen-Immuntherapie<sup>72,73</sup>, eine Verbesserung des Riechvermögens. Aufgrund der geringen Fallzahlen sind aber weitere Studien zum Nachweis eines sicheren Therapieeffekts notwendig.<sup>19</sup>

#### *3.3.5.8 Weitere Therapieansätze*

In verschiedenen Studien wurde die Wirksamkeit von Zink und Zinksulfat, bei der Behandlung von posttraumatischen Riechstörungen untersucht, ein eindeutiger Wirkungsnachweis konnte nicht erbracht werden. Zur Behandlung von postinfektiösen Riechstörungen wurden Studien zur Wirksamkeit von Vitamin A, Alpha-Liponsäure, Theophyllin, Ginko Biloba, Zinksulfat, oralem Minocyclin und Akupunktur durchgeführt. In einigen Studien fanden sich Hinweise auf eine Wirksamkeit der Behandlungen, jedoch ohne hohem Evidenzgrad. Bei Riechstörungen durch nicht-allergische Rhinitis kamen in Studien Capsaicin, das Anticholinergikum Ipratropiumbromid und das topisch applizierte Antihistaminikum Azelastin zum Einsatz, wobei jeweils kein direkter Einfluss der Behandlung auf das Riechvermögen nachgewiesen werden konnte.<sup>19</sup>

### 3.4 Fragestellung und Zielsetzung

Obwohl der Geruchssinn gegenüber anderen Sinnen wie dem visuellen oder dem auditiven Sinn eine untergeordnete Rolle spielt, führen Riechstörungen nachweislich zu einer Einschränkung der Lebensqualität. Ziel dieser Studie war es herauszufinden, in welchem Ausmaß, in welchen Situationen des Alltags und zu welchen Tageszeiten Patientinnen und Patienten besonders auf ihre Riechstörung aufmerksam werden. Zudem wurde in einer Gruppe von gesunden Probandinnen und Probanden ebenfalls untersucht, wie häufig und in welchem Kontext sie bewusst ihren Geruchssinn wahrnehmen, um diese Ergebnisse mit denen von Personen mit Riechstörungen zu vergleichen.

Des Weiterem wurde untersucht, welchen Tagesverlauf Riechstörungen im Leben von Personen mit einer bekannten Riechstörung einnehmen und ob es eine Korrelation zwischen den Testergebnissen der Riechtests und bekannten Fragebögen zur Lebensqualität (QOD, WDR) bei Riechstörung gibt.

Die Fragen, die in erster Linie zu beantworten waren, lauteten:

- Wie oft und in welchem Ausmaß wirkt sich die Riechstörung auf das alltägliche Leben aus?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen den einzeln erhobenen Variablen und dem allgemeinen 'Questionnaire for Olfactory Dysfunction'?
- Wie oft und in welchem Ausmaß denken gesunde Probandinnen und Probanden an ihren Geruchssinn?

## 4 Material und Methoden

Der Ethikkommissionsantrag (EK Nr. 1195/2019) zur geplanten Durchführung der Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien genehmigt.

### 4.1 Ablauf

1. Bei Erstvorstellung in unserer Ambulanz erfolgte nach der Anamnese und der klinischen Untersuchung eine Aufklärung über Sinn und Zweck der Studie, den zu erwartenden zeitlichen Aufwand, sowie über Risiken und mögliche Nachteile und Aushändigung der Einwilligungserklärung. Die Unterschrift erfolgte danach in Anwesenheit einer studienverantwortlichen Person.
2. Wenn eine Studienteilnehmerin/ ein Studienteilnehmer keine Untersuchung/Fragebogenerhebung wünschte bzw. die Teilnahme ablehnte, wurden ihre/seine Daten nicht weiter verwertet.
3. Anschließend wurden bei Erstvorstellung nach Ausschluss aller Ausschlusskriterien bei der Studienteilnehmerin/dem Studienteilnehmer Testungen des Riech- und Schmeckvermögens (TDI, Taste Strips) durchgeführt. Danach wurden Fragebögen zum ‘Questionnaire for Olfactory Dysfunction’ und allgemeine Fragen zu Riech- und Schmeckvermögen zum Ausfüllen ausgehändigt, die mit einer studienverantwortlichen Person zusammen ausgefüllt wurden.
4. Nach der Testung durch eine studienverantwortliche Person und dem Ausfüllen der Fragebögen wurde der Teilnehmerin/ dem Teilnehmer das Riechtagebuch ausgehändigt und ein weiterer Termin im Rahmen einer klinischen Kontrolle (frühestens nach 14 Tagen) ausgemacht.
5. Am Tag der Zweitvorstellung wurde das Riechtagebuch eingesammelt und gemeinsam mit dem Patienten auf Verständlichkeit der Eintragungen kontrolliert. Danach wurden der Teilnehmerin/dem Teilnehmer Fragebögen zum ‘Questionnaire for Olfactory Dysfunction’ und allgemeine Fragen zu Riech- und Schmeckvermögen zum Ausfüllen gegeben und es erfolgte erneut die Testung des Riechvermögens (TDI) durch eine studienverantwortliche Person.
6. Gesunde Probandinnen und Probanden bekamen keinen zweiten Termin und retournierten das Riechtagebuch nach vollständigem Ausfüllen an eine studienverantwortliche Person.

## 4.2 Studienpopulation

Die Rekrutierung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgte von August 2020 bis Juni 2021. Patientinnen und Patienten mit Riechstörungen sowie gesunde Probandinnen und Probanden wurden im Rahmen ihres Besuches in der Riechambulanz des AKH Wien zur Studienteilnahme eingeladen.

Zu den Einschlusskriterien zählten ein Alter zwischen 18 und 85 Jahren und ein Nichtraucherstatus. Als Ausschlusskriterien galten maligne HNO/MKG-Tumore in der Vorgeschichte und ein Alkohol- oder Drogenabusus. Patientinnen und Patienten mussten einen TDI-Score unter oder gleich 30 Punkte aufweisen, gesunde Probandinnen und Probanden einen TDI-Score über 30 Punkte.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden insgesamt 26 Patientinnen und Patienten mit Riechstörungen, sowie 30 gesunde Probandinnen und Probanden in die Studie eingeschlossen. Von den 26 Patientinnen und Patienten erschienen 20 zum zweiten Testtermin und 19 von ihnen retournierten das ausgefüllte Riechtagebuch. 24 der 30 gesunden Probandinnen und Probanden gaben das ausgefüllte Riechtagebuch zurück.

## 4.3 Riechtest und Geschmackstest

Anschließend an einen HNO-Status wurden bei Erstvorstellung bei Patientinnen und Patienten mit in der Anamnese angegebenen Riechstörungen Testungen des Riech- und Schmeckvermögens durchgeführt.

Zur Riechtestung wurden die Sniffin' Sticks verwendet. Es wurde sowohl der Schwellentest (Threshold) und der Diskriminationstest (Discrimination) als auch der 16-Items-Identifikationstest (Identification) durchgeführt. Die genaue Durchführung entsprach der zuvor im Kapitel 1.3.4.2 (Testung der orthonasalen Riechfunktion) beschriebenen Vorgehensweise. Die Testergebnisse wurden jeweils als Einzelwerte und als gesamter TDI-Wert zur Auswertung notiert. Bei der Zweitvorstellung wurde der Test erneut durchgeführt, wobei beim 16-Items-Identifikationstest der „extended Identification Test“ verwendet wurde. Dieser unterscheidet sich vom herkömmlichen Identifikationstest nur dadurch, dass die Riechstifte andere Duftstoffe enthalten. Er wurde zur zweiten Testung verwendet, um ein eventuelles Wiedererkennen der Gerüche von der ersten Testung durch die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer zu vermeiden.



Zur Testung der Schmeckfunktion wurde der Taste Strips-Test verwendet. Dieser wurde wie im Kapitel 1.3.4.7 (Screening der Schmeckfunktion) durchgeführt und der erreichte Testwert notiert. Bei der Zweitvorstellung wurde der Taste Strips-Test nicht durchgeführt.

Bei gesunden Probandinnen und Probanden wurde der TDI-Wert nur einmalig bei Erstvorstellung mit Hilfe der Sniffin' Sticks erfasst, um eine mögliche unerkannte Riechstörung auszuschließen. Ab einem TDI-Wert von 30 Punkten wurden die Probandinnen und Probanden zur Gruppe der „Gesunden“ gezählt.<sup>39</sup> Der Taste Strips-Test wurde nicht durchgeführt.

#### 4.4 Fragebögen

Nach Durchführung der Riech- und Schmecktestung wurde allen Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern ein Fragebogen ausgehändigt. Dieser beinhaltete vier 10cm lange visuelle analog Skalen (VAS), auf denen auf Grund ihrer Selbsteinschätzung ihre subjektive Nasenatmung (links und rechts), ihr Riechvermögen, ihr Schmeckvermögen (bezogen auf die Grundgeschmäcker süß, sauer, salzig und bitter) und ihren Feingeschmack auf einer Skala zwischen „sehr gut“ und „sehr schlecht“ markiert werden sollte. Der zweite Teil des Fragebogens umfasste 38 Fragen zu „Wichtigkeit des Geruchssinns im alltäglichen Leben“ (WDR), wobei jeweils Aussagen mit „stimme vollkommen zu“, „stimme eher zu“, „stimme eher nicht zu“ oder „stimme gar nicht zu“ markiert werden sollten. Beim dritten Teil des Fragebogens handelte es sich um den „Questionnaire of Olfactory Disorders“ (QOD). Der von Frasnelli und Hummel<sup>74</sup> ursprünglich entwickelte QOD ist ein Fragebogen, welcher spezifisch den Einfluss von Riechstörungen auf das alltägliche Leben evaluiert. Die ursprüngliche Version beinhaltete 52 Fragen, in diesem Fall wurde eine modifizierte Version verwendet, die auf 29 Fragen gekürzt wurde. Es handelte sich um Aussagen, die mit „trifft zu“, „trifft weitgehend zu“, „trifft weitgehend nicht zu“ oder „trifft nicht zu“ markiert werden sollten.

Patientinnen und Patienten mit Riechstörungen wurde der Fragebogen jeweils nach der ersten Testung und nach der zweiten Testung ausgehändigt, gesunde Probandinnen und Probanden wurden nur einmalig gebeten, den Bogen auszufüllen.

#### 4.5 Riechtagebuch

Das Riechtagebuch wurde den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern nach dem ersten Termin ausgehändigt und erklärt. Es umfasste neben einer schriftlichen Anleitung auch

eine vor-ausgefüllte Seite zur Veranschaulichung. Für jeden der 14 Tage wurde eine Doppelseite vordruckt, die die Uhrzeiten von 6:00 Uhr morgens bis 5:00 Uhr des Folgetages auflistete. Zu jeder Uhrzeit waren die Kategorien „Essen“, „Kochen“, „persönliche Hygiene“, „soziales Leben“, „Gas/Feuer“ und „Anderes“ angegeben. Die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer wurden aufgefordert, die jeweilige Kategorie zur jeweiligen Uhrzeit mit einem Kreuz zu markieren, wenn sie in dieser Situation bewusst ihren Geruchssinn wahrgenommen oder bewusst das Fehlen ihres Geruchssinns bemerkt haben. Zur Spezifizierung ihrer Tätigkeit konnte in Klammern neben dem Kreuz noch eine Bemerkung dazu angegeben werden (vgl. Abb. 10). Das Tagebuch sollte in dieser Form an 14 aufeinander folgenden Tagen ausgefüllt werden und beim zweiten Testtermin, bzw. nach Fertigstellung einer studienverantwortlichen Person übergeben werden.

| Datum | Essen              | Kochen            | Persönliche Hygiene | Soziales Leben            | Gas/Feuer   | Anderes |
|-------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------|---------|
| 6:00  | X<br>(Frühstück)   | X<br>(Frühstück)  | X<br>(Duschen)      |                           | X<br>(Herd) |         |
| 7:00  |                    |                   |                     | X<br>(Bus)                |             |         |
| 8:00  |                    |                   |                     | X<br>(Begrüßung Kollegen) |             |         |
| 9:00  |                    |                   |                     | X<br>(Kaffee)             |             |         |
| 10:00 | X<br>(Jause)       |                   |                     |                           |             |         |
| 11:00 |                    |                   |                     |                           |             |         |
| 12:00 | X<br>(Mittagessen) |                   |                     |                           |             |         |
| 13:00 |                    |                   |                     | X<br>(Sport)              |             |         |
| 14:00 |                    |                   | X<br>(Duschen)      |                           |             |         |
| 15:00 | X<br>(Jause)       |                   |                     |                           |             |         |
| 16:00 |                    |                   |                     | X<br>(Garten)             |             |         |
| 17:00 |                    | X<br>(Abendessen) |                     |                           |             |         |

| Datum | Essen             | Kochen | Persönliche Hygiene | Soziales Leben        | Gas/Feuer         | Anderes |
|-------|-------------------|--------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------|
| 18:00 | X<br>(Abendessen) |        |                     |                       |                   |         |
| 19:00 |                   |        | X<br>(WC)           |                       |                   |         |
| 20:00 |                   |        |                     |                       | X<br>(Lagerfeuer) |         |
| 21:00 |                   |        |                     | X<br>(frische Wäsche) |                   |         |
| 22:00 |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 23:00 |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 24:00 |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 1:00  |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 2:00  |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 3:00  |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 4:00  |                   |        |                     |                       |                   |         |
| 5:00  |                   |        |                     |                       |                   |         |

Abbildung 10: Beispielseite des Riechtagebuchs

#### 4.6 Datenmanagement

Personen, die die Einverständniserklärung zur Studienteilnahme unterzeichneten, wurde sofort im Anschluss eine Teilnehmer-/Teilnehmerinnen-ID zugewiesen und alle weiteren Unterlagen mit erhobenen Daten (Fragebögen, Riechtagebuch) wurden ausschließlich mit

dieser ID-Nummer gekennzeichnet und somit anonymisiert. Die angelegte Kodierungsliste wurde getrennt von allen anderen erhobenen Daten aufbewahrt und es hatten ausschließlich studienverantwortliche Personen Zugriff auf diese Liste.

Alle erhobenen und bereits anonymisierten Daten wurden in eine Passwort-gesicherte Excel-Datenbank übertragen und dort gespeichert. Nach Übertragen der Daten wurde die Datenbank nochmals mit den originalen Fragebögen verglichen und auf Übertragungsfehler kontrolliert.

#### 4.7 Statistische Analysen

Bei den statistischen Analysen der erhobenen Daten im Rahmen dieser explorativen Studie handelte es sich in erster Linie um deskriptive Darstellungen. Es wurde die Studienpopulation beschrieben sowie die Daten, die in Form von Fragebögen und des Riechtagebuchs erhoben wurden, wurden dargestellt. Sowohl zur Datenspeicherung als auch zur Auswertung wurde als Software das Programm Excel (Microsoft Excel Version 2110) verwendet.

Zur deskriptiven Darstellung der Studienpopulation wurden Mittelwerte, Standardabweichungen so wie Minimum und Maximum verwendet. Diese wurden wiederum in Boxplots veranschaulicht. Zur Präsentation der Ergebnisse der Riechtagebücher wurden die Mittelwerte der einzelnen Patienten und daraus die Mittelwerte der gesamten Studienpopulation berechnet und tabellarisch, sowie in Form von Linien- und Säulen-Diagrammen dargestellt.

Zur Berechnung der durchschnittlichen Häufigkeit des Bemerkens der Riechstörung bzw. des Geruchssinns (wie im Riechtagebuch ausgefüllt) wurde zuerst bei jeder Studienteilnehmerin und jedem Studienteilnehmer ein Mittelwert aus den 14 aufeinanderfolgenden Tagen berechnet, also ein „Durchschnittstag“ der jeweiligen Person. Aus diesen „Durchschnittstagen“ wurde dann jeweils für die Patientinnen und Patienten und Probandinnen und Probanden getrennt der Mittelwert für die beiden Studiengruppen berechnet. So erfolgte die Berechnung sowohl für die allgemeine Angabe der Häufigkeit als auch für die auf die Uhrzeit genau aufgeschlüsselte Häufigkeit.

Zur Darstellung von Zusammenhängen zwischen ausgewählten erhobenen Variablen wurde die Pearson-Korrelation verwendet, die mit dem Statistikprogramm SPSS (IBM SPSS Statistics Data File Drivers 28.0 for Microsoft Windows 64-bit) berechnet wurde.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Beschreibung des Studienteilnehmerinnen- und Studienteilnehmer-Kollektivs

|  | <b>Patientinnen/<br/>Patienten –1. Testung<br/>(n=26)</b> | <b>Patientinnen/<br/>Patienten –2. Testung<br/>(n=20)</b> | <b>Probandinnen/<br/>Probanden (n=30)</b> |
|--|---|---|---|
| <b>Geschlecht</b><br>(weiblich/männlich)                             | 16w/10m   | 14w/6m  | 17w/13m                                   |
| <b>Alter</b> – Mittelwert<br>(Standardabweichung /<br>Min - Max)     | 42,0 (16,6 / 19 - 65)                                     | 42,0 (17,0 / 20 - 65)                                     | 29,5 (13,2 / 20 - 80)                     |
| <b>TDI</b> – Mittelwert<br>(Standardabweichung /<br>Min - Max)       | 20,3 (6,0 / 8 - 30)                                       | 21,1 (7,0/ 7,25 - 35)                                     | 34,9 (1,9 / 31 - 38,5)                    |
| T – Mittelwert   | 3,4   | 3,7   | 6,5                                       |
| D – Mittelwert   | 8,4   | 9,2   | 14,0                                      |
| I – Mittelwert   | 8,2   | 8,3   | 14,4                                      |
| <b>Normosmie/Hyposmie<br/>/Anosmie</b> – Anzahl an<br>Personen       | 0/22/4  | 1/16/3  | 30/0/0                                    |
| <b>TS</b>  | 10,2  | (nicht erhoben)   | (nicht erhoben)                           |
| <b>Parosmie</b><br>(ja/nein/keine Angabe)                            | 8/12/6  | (nicht erhoben)   | (nicht erhoben)                           |
| <b>VAS</b>   |   |   |   |
| Subjektive<br>Nasenatmung –<br>Mittelwert<br>(rechts/links)          | 67,8 / 63,3 (n=25)*                                       | 74,7 / 66,1   | 70,8 / 73,8                               |
| Riechvermögen –<br>Mittelwert<br>(Standardabweichung /<br>Min – Max) | 14,8 (12,6 / 0 - 45)<br>(n=25)*                           | 28,0 (20,8 / 0 - 70)                                      | 75,5 (18,8 / 38 - 100)                    |
| Schmeckvermögen –<br>Mittelwert                                      | 46,1 (n=25)*  | 59,0  | 79,4                                      |
| Feingeschmack –<br>Mittelwert<br>(Standardabweichung /<br>Min – Max) | 22,8 (26,3 / 0 - 90)<br>(n=25)*                           | 29,7 (28,7 / 0 - 100)                                     | 67,6 (20,2 / 19 - 98)                     |
| <b>QOD</b> – Mittelwert<br>(Standardabweichung /<br>Min – Max)       | 39,5 (9,3 / 19 - 57)<br>(n=23)*                           | 40,2 (17,7 / 22 - 67)                                     | 10,0 (3,0 / 6 - 18)                       |
| Parosmiescore  | 5,5 (n=25)*   | 5,7   | 0,8                                       |
| Beschwerdescore  | 25,4 (n=23)*  | 31,5  | 0,8                                       |
| Lügenscore   | 9,0 (n=23)*   | 8,8   | 8,1                                       |
| <b>WDR</b> – Mittelwert<br>(Standardabweichung /<br>Min – Max)       | 72,5 (17,2 / 42 - 102)<br>(n=24)*                         | 66,0 (19,1 / 23 - 93)                                     | 68,9 (13,7 / 42 - 87)                     |

*Tabelle 1: Beschreibung des Teilnehmerinnen- und Teilnehmerkollektivs. Bei den mit \* markierten Angaben wurden die Werte aus der angeführten Population berechnet, da unvollständig ausgefüllte Fragebögen aus der Berechnung ausgeschlossen werden mussten. Normosmie = TDI-Wert >30, Hyposmie = TDI-Wert  $\geq$  15 und  $\leq$  30, Anosmie = TDI-Wert <15, **Min** = Minimum, **Max** = Maximum, **TDI** = Threshold-Discrimination-Identification-Wert, **TS** = Taste Strips, **VAS** = visuelle analog Skala, **QOD** = Questionnaire of Olfactory Disorders, **WDR** = Wichtigkeit des Riechens-Fragebogen*

Von den 26 in die Studie eingeschlossenen Patientinnen und Patienten (im Folgenden mit „Pat.“ abgekürzt) waren 16 weiblich und 10 männlich, von den Probandinnen und Probanden (im Folgenden mit Prob. abgekürzt) waren 17 weiblich und 13 männlich. Zur 2. Testung erschienen 20 Pat., von denen 14 weiblich und 6 männlich waren. Das durchschnittliche Alter unter den Pat. bei der 1. Testung lag bei 42 Jahren mit einer Standardabweichung von 16,6 Jahren. Der/die jüngste Pat. war 19 Jahre alt, der/die älteste Pat. 65 Jahre. Bei den Prob. lag das durchschnittliche Alter bei 29,5 Jahren mit einer Standardabweichung von 13,2 Jahren, wobei der/die jüngste Prob. 20 Jahre und der/die älteste Prob. 80 Jahre alt waren.

Bei der Testung mit den Sniffin' Sticks erreichten die Pat. bei der 1. Testung einen durchschnittlichen Wert von 20,2 Punkten mit einer Standardabweichung von 6, einem Minimum von 8 und Maximum von 30 Punkten. Beim 2. Termin ergab sich beim TDI ein Mittelwert von 21,1 Punkten mit einer Standardabweichung von 7,0, Minimum von 7,25 und Maximum von 35. Gesunde Prob. erreichten einen TDI-Wert von durchschnittlich 34,9 Punkten mit einer Standardabweichung von 1,9. Der niedrigsten erreichten Punkte lagen hier bei 31, die höchsten bei 38,5 (vgl. Abb. 11).

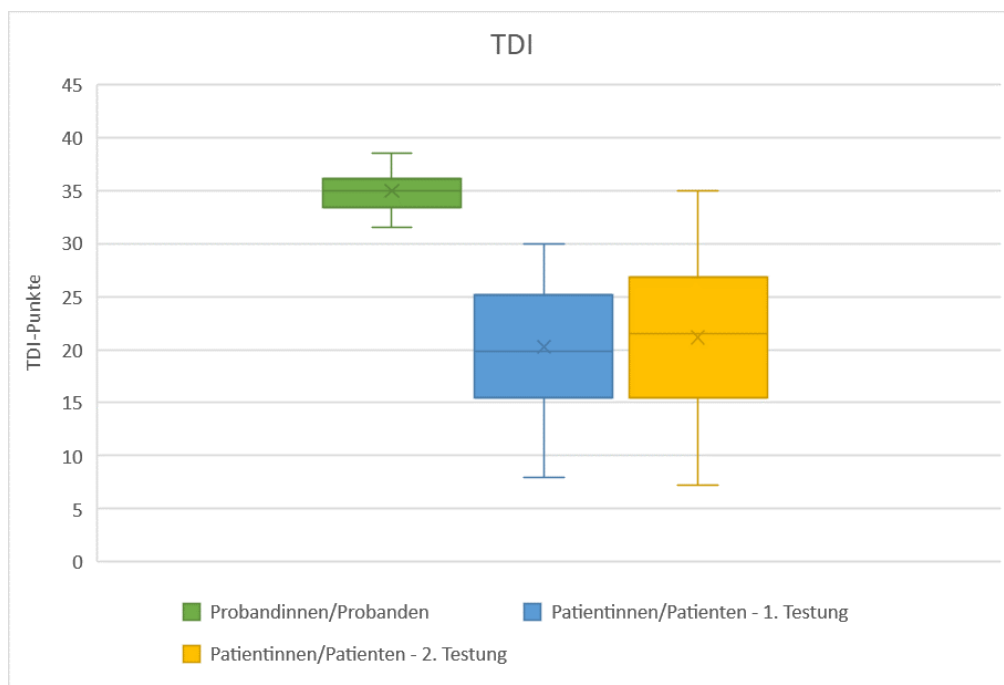


Abbildung 11: Vergleich der TDI-Werte

Bei der ersten Testung der Pat. wiesen 22 eine Hyposmie und 4 eine Anosmie auf. Bei der zweiten Testung ergab der TDI-Wert bei einer Person eine Normosmie, 16 wiesen eine

Hyposmie auf und 3 Pat. waren anosmisch. Unter den Prob. lagen alle mit ihrem TDI-Wert im Bereich der Normosmie, was auch als Einschlusskriterium galt.

Beim Taste Strips-Test, der nur mit den Pat. beim 1. Termin durchgeführt wurde, lag das mittlere Ergebnis bei 10,2 von maximal 16 zu erreichenden Punkten. Die Frage nach einer Parosmie wurde ebenfalls nur Pat. beim 1. Termin gestellt. Diese wurde von 8 mit „ja“ und von 12 mit „nein“ beantwortet, bei den restlichen 6 Pat. liegt keine Angabe vor.

Einen Teil des Fragebogens bildeten die visuellen analog Skalen (VAS), bei denen subjektive Nasenatmung, Riechvermögen, Schmeckvermögen und Feingeschmack von den Pat. und Prob. eingeschätzt werden sollten (Skala von 0 bis 100). Bei der subjektiven Nasenatmung ergaben sich für Pat. beim 1. Termin die Mittelwerte von 67,8 (rechts) und 63,3 (links), für Pat. beim 2. Termin Mittelwerte von 74,7 (rechts) und 66,1 (links). Bei den Prob. wurden Mittelwerte von 70,8 (rechts) und 73,8 (links) errechnet. Unter den Pat. beim ersten Termin wurde beim Riechvermögen im Durchschnitt ein Wert von 14,8 mit einer Standardabweichung von 12,6, einem Minimum von 0 und einem Maximum von 45 angegeben. Beim 2. Termin gaben die Pat. einen durchschnittlichen Wert von 28,0 mit einer Standardabweichung von 20,8, einem Minimum von 0 und Maximum von 70 an. Unter den Prob. lag der Mittelwert für das Riechvermögen bei 75,5 mit einer Standardabweichung von 18,8, einem Minimum von 38 und einem Maximum von 100. Bei den Pat. ergab sich für das Schmeckvermögen ein durchschnittlicher Wert von 46,1 bei der 1. Testung und ein Wert von 59,0 bei der 2. Testung. Unter den Prob. lag der Mittelwert bei 79,4. Der Feingeschmack wurde unter den Pat. beim ersten Termin durchschnittlich mit einem Wert von 22,8 mit einer Standardabweichung von 26,3, Minimum von 0 und Maximum von 90 angegeben. Bei der 2. Testung ergab sich ein Mittelwert von 29,7 mit einer Standardabweichung von 28,7, einem Minimum von 0 und Maximum von 100. Die Prob. bewerteten ihren Feingeschmack im Mittel mit einem Wert von 67,6 bei einer Standardabweichung von 20,2, einem Minimum von 19 und einem Maximum von 98 (vgl. Abb. 12).

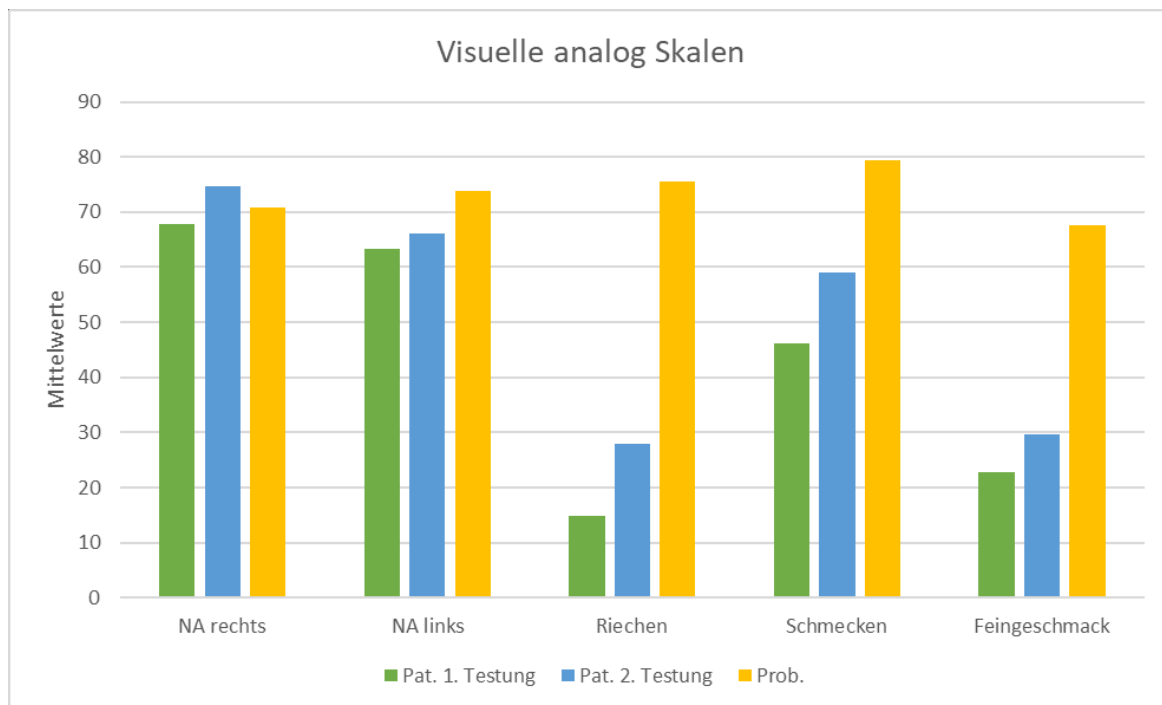


Abbildung 12: Visuelle analog Skalen. Vergleich der Mittelwerte. NA=Nasenatmung

Als Fragebögen wurden der QOD (Questionnaire of Olfactory Disorders) und der WDR (Wichtigkeit des Riechens) verwendet. Beim QOD ergab sich unter den Pat. beim 1. Termin ein Durchschnittswert von 39,5 Punkten mit einer Standardabweichung von 9,3, einem Minimum von 19 und Maximum von 57 Punkten. Beim 2. Termin der Pat. ergab sich ein Mittelwert von 40,2 bei einer Standardabweichung von 17,7, einem Minimum von 22 und Maximum von 67 Punkten. Unter den Prob. errechneten sich durchschnittlich 10,0 Punkte, eine Standardabweichung von 3,0, ein Minimum von 6 und ein Maximum von 18 Punkten. Beim WDR-Fragebogen wurde unter den Pat. beim 1. Termin eine mittlere Punktzahl von 72,5 mit einer Standardabweichung von 17,2, einem Minimum von 42 und Maximum von 102 berechnet. Beim 2. Termin der Pat. ergab sich ein Durchschnitt von 66,0 Punkten bei einer Standardabweichung von 19,1, einem Minimum von 23 und einem Maximum von 93. Unter den Prob. errechnete sich für den WDR-Fragebogen eine durchschnittliche Punktzahl von 68,9 mit einer Standardabweichung von 13,7, einem Minimum von 42 und einem Maximum von 87 Punkten (vgl. Abb. 13).

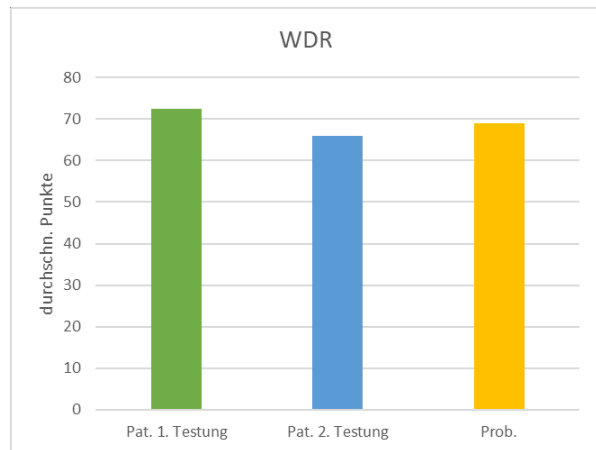
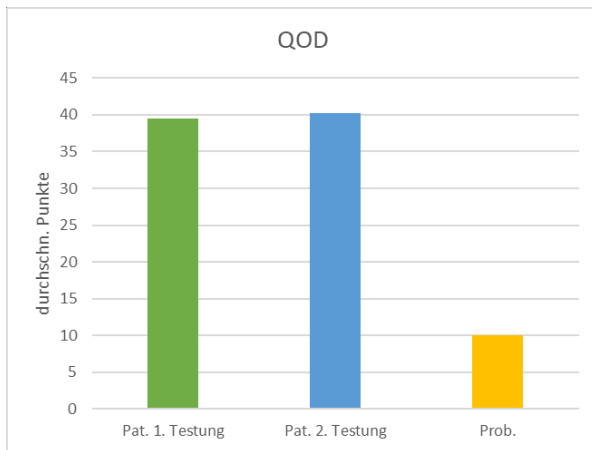


Abbildung 13: Ergebnisse der Fragebögen



## 5.2 Ergebnisse des Riechtagebuchs

### 5.2.1 Tägliche Häufigkeiten allgemein

|   | <b>Patientinnen/Patienten<br/>(n=19)</b> | <b>Probandinnen/Probanden<br/>(n=24)</b> |
|---|--|--|
| <b>Geschlecht</b><br>(weiblich/männlich)  | 13w / 6m                                 | 14w / 10m                                |
| <b>Alter – Mittelwert</b>   | 41,2                                     | 30,1                                     |
| <b>Häufigkeit des Bemerkens<br/>der Riechstörung/des<br/>Geruchssinns – pro Tag,<br/>Mittelwert</b> | 8,2                                      | 8,9                                      |
| Essen   | 2,5                                      | 2,6                                      |
| Kochen  | 0,8                                      | 0,8                                      |
| Persönliche Hygiene   | 2,1                                      | 2,0                                      |
| Sozialleben   | 1,3                                      | 2,0                                      |
| Gas/Feuer   | 0,2                                      | 0,3                                      |
| Anderes   | 1,3                                      | 1,3                                      |

*Tabelle 2: Ergebnisse Riechtagebuch – Überblick*

Da nicht alle Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer das Riechtagebuch retournierten, basieren die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse auf der Auswertung von 19 Riechtagebücher von Patientinnen und Patienten, bzw. 24 Riechtagebücher von gesunden Probandinnen und Probanden. Unter den Pat., von denen das Riechtagebuch vorliegt, waren 13 weiblich und 6 männlich. 14 weibliche und 10 männliche Prob. retournierten das Riechtagebuch. Bei den Pat. lag das durchschnittliche Alter bei 41,2 Jahren, unter den Prob. bei 30,1 Jahren.

Insgesamt (alle Kategorien in Summe) lag die Häufigkeit des Bemerkens der Riechstörung bei den Pat. im Durchschnitt täglich bei 8,2. Prob. dachten im Durchschnitt täglich 8,9-mal bewusst an ihren Geruchssinn. Beim Essen machte sich die Riechstörung bei Pat. durchschnittlich 2,5-mal täglich bemerkbar und den Prob. viel ihr Geruchssinn im Mittel 2,6-mal pro Tag in Verbindung mit Essen bewusst auf. In der Kategorie „Kochen“ bemerkten sowohl Pat. ihre Riechstörung als auch Prob. ihren Geruchssinn im Durchschnitt 0,8-mal pro Tag. Bei der persönlichen Hygiene berechnete sich für Pat. ein tägliches Bemerkens der Riechstörung mit durchschnittlich 2,1-mal. Prob. gaben im Durchschnitt an, 2-mal täglich ihren Geruchssinn in Verbindung mit der persönlichen Hygiene zu bemerken. In der Kategorie „Sozialleben“ gaben die Pat. ein durchschnittlich 1,3-maliges Bemerkens der Riechstörung pro Tag an. Unter den Prob. ergab sich ein Mittelwert von 2,0-mal täglich. Für den Bereich „Gas/Feuer“ errechnete sich unter den Pat. ein durchschnittliches Bemerkens der Riechstörung von 0,2-mal täglich. Prob. gaben im Mittel an, 0,3-mal täglich ihren

Geruchssinn in Verbindung mit Gas oder Feuer zu bemerken. In der Kategorie „Anderes“, also in Bereichen, die keiner von den oben genannten Kategorien zugeordnet werden konnten, errechnete sich unter Pat. und Prob. ein täglicher Mittelwert von 1,3-maligem Bemerkens der Riechstörung bzw. des Geruchssinns (vgl. Abb. 14).

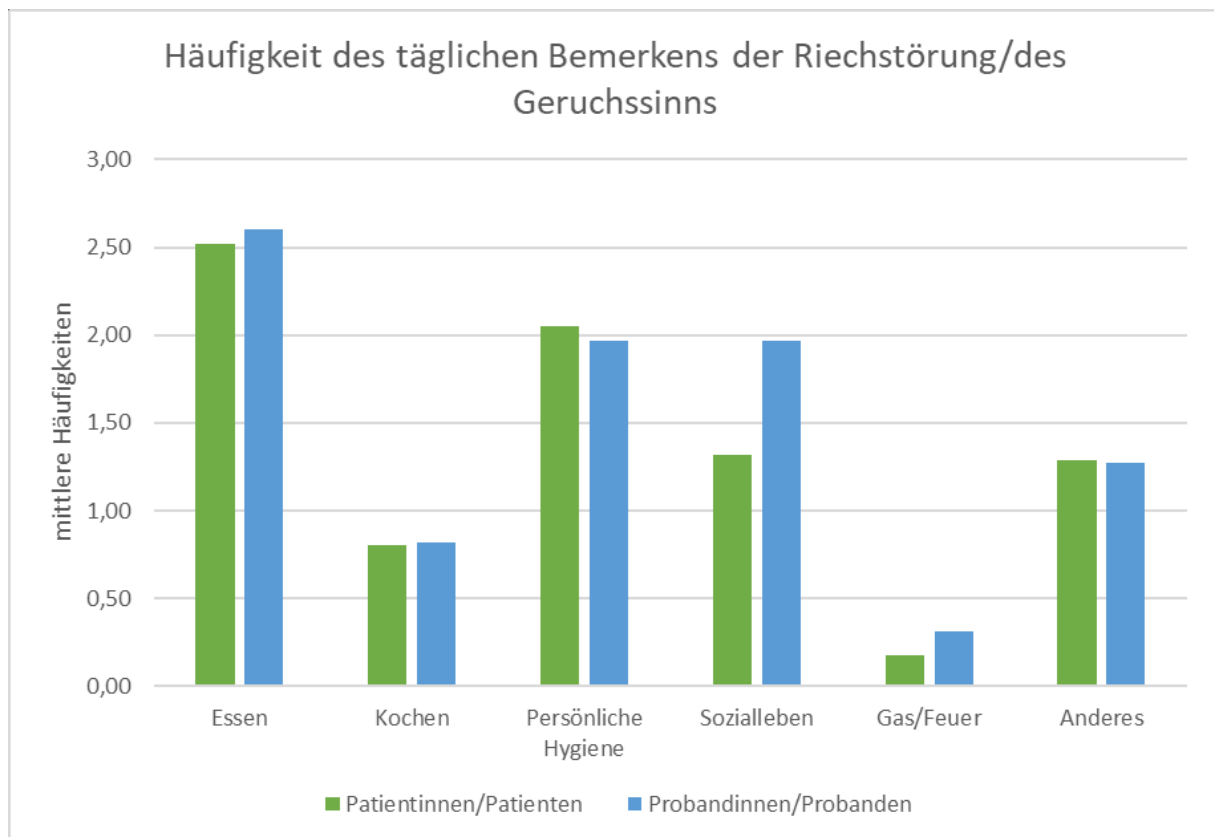


Abbildung 14: Häufigkeit des täglichen Bemerkens der Riechstörung/des Geruchssinns

### 5.2.2 Bewusstsein der Riechstörung im Tagesverlauf (Patientinnen und Patienten)

Im Riechtagebuch wurden die genauen Zeitpunkte des Bemerkens der Riechstörung bzw. des bewussten Wahrnehmens des Geruchssinns von den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern angegeben. In den folgenden Tabellen und Grafiken ist die Auswertung dargestellt (vgl. Tab. 3 und Abb. 15).

| Uhrzeit       | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Essen         | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,03  | 0,21  | 0,14  | 0,17  | 0,17  | 0,09  |
| Kochen        | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,04  | 0,03  | 0,07  | 0,04  | 0,05  |
| Pers. Hygiene | 0,03  | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,13  | 0,18  | 0,23  | 0,17  | 0,12  | 0,10  |
| Sozialleben   | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,01  | 0,05  | 0,08  | 0,07  | 0,10  | 0,10  |
| Gas/Feuer     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,02  | 0,02  |
| Anderes       | 0,05  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,04  | 0,05  | 0,15  | 0,17  | 0,12  | 0,08  |
| Gesamt        | 0,10  | 0,02  | 0,02  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,21  | 0,53  | 0,63  | 0,65  | 0,57  | 0,42  |

| Uhrzeit       | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Essen         | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,10  | 0,09  | 0,13  | 0,12  | 0,17  | 0,17  | 0,08  | 0,05  | 0,02  |
| Kochen        | 0,12  | 0,09  | 0,08  | 0,03  | 0,03  | 0,04  | 0,05  | 0,08  | 0,04  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| Pers. Hygiene | 0,09  | 0,05  | 0,06  | 0,05  | 0,08  | 0,09  | 0,08  | 0,13  | 0,14  | 0,08  | 0,18  | 0,06  |
| Sozialleben   | 0,07  | 0,06  | 0,10  | 0,14  | 0,11  | 0,08  | 0,10  | 0,08  | 0,07  | 0,05  | 0,04  | 0,01  |
| Gas/Feuer     | 0,01  | 0,02  | 0,00  | 0,02  | 0,02  | 0,01  | 0,02  | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,02  | 0,00  |
| Anderes       | 0,05  | 0,05  | 0,09  | 0,08  | 0,06  | 0,08  | 0,14  | 0,06  | 0,06  | 0,05  | 0,12  | 0,10  |
| Gesamt        | 0,52  | 0,45  | 0,51  | 0,41  | 0,38  | 0,43  | 0,50  | 0,53  | 0,48  | 0,26  | 0,42  | 0,18  |

Table 3: Ergebnisse Riechtagebuch Patientinnen und Patienten. „Durchschnittstag“: Mittelwerte der durchschnittlichen Häufigkeiten der Pat. von 14 Tagen

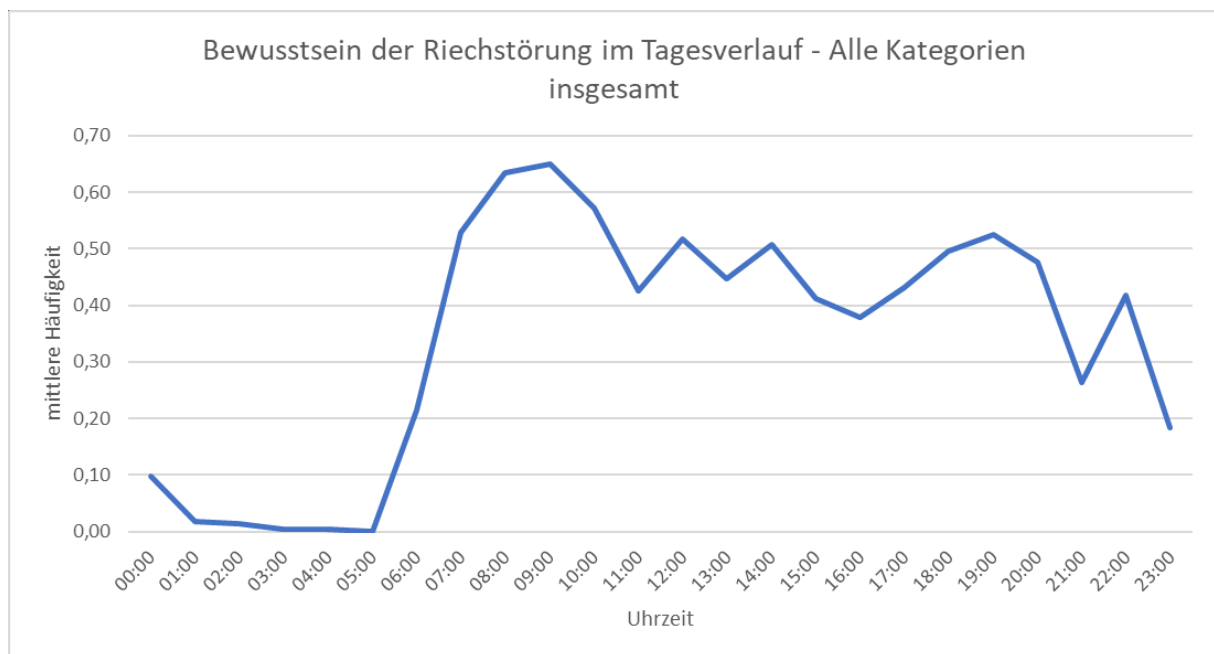


Abbildung 15: Bewusstsein der Riechstörung bei Patientinnen und Patienten im Tagesverlauf – alle Kategorien insgesamt

Wie in der Grafik dargestellt liegt der Zeitpunkt, an dem Pat. am meisten mit ihrer Riechstörung konfrontiert sind, am Morgen zwischen 8:00 und 9:00 Uhr. Im restlichen Tagesverlauf bleibt die Belastung etwa auf gleichem Niveau und sinkt gegen Abend ab. In den Stunden zwischen Mitternacht und 5:00 Uhr morgens liegt sie nahezu bei Null (vgl. Abb. 16).

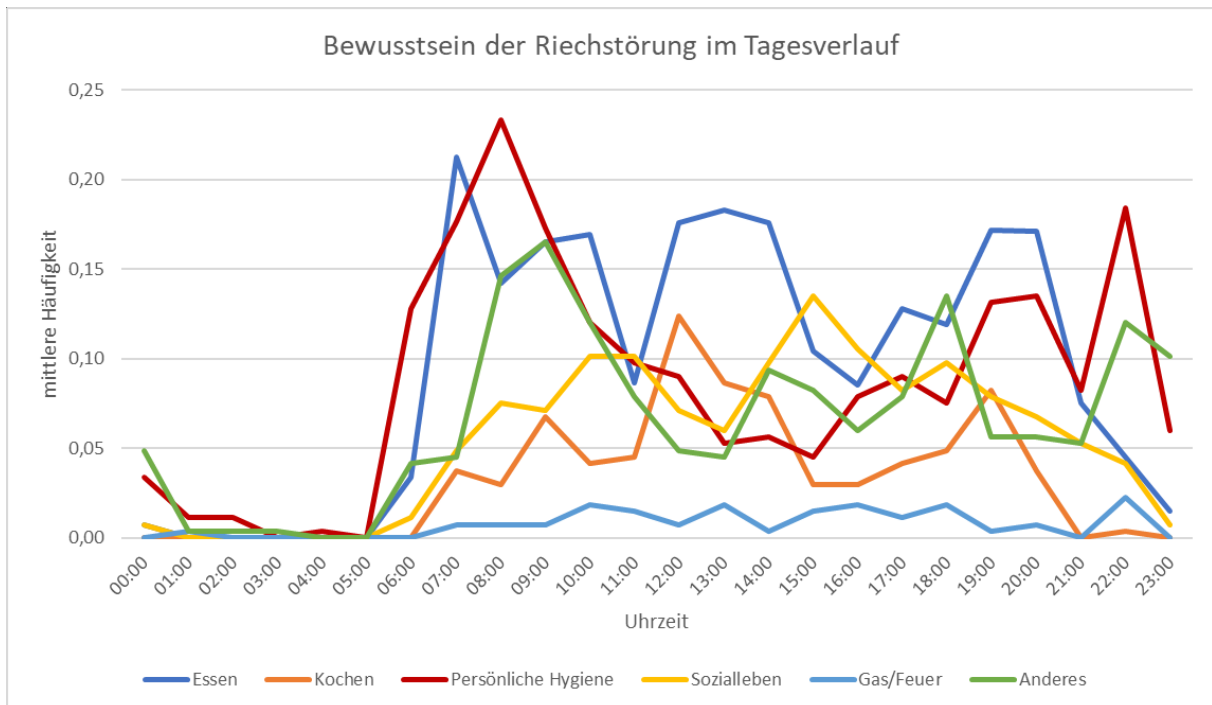


Abbildung 16: Bewusstsein der Riechstörung bei Patientinnen und Patienten im Tagesverlauf – in einzelnen Kategorien

In der Kategorie „Essen“ sind drei Peaks im Tagesverlauf zu erkennen. Der erste und deutlichste liegt bei etwa 7:00 Uhr morgens, der zweite zwischen 12:00 und 14:00 mittags und der dritte Peak liegt abends zwischen 19:00 und 20:00 Uhr. Beim Kochen sind morgens (etwa 9:00 Uhr) und abends (etwa 19:00 Uhr) leichte Peaks zu erkennen. Der höchste Peak in der Kategorie „Kochen“ stellt sich aber mittags (etwa 12:00 Uhr) dar, wobei dieser um einiges niedriger ist als der in der Kategorie „Essen“. Beim Thema „Persönliche Hygiene“ sind deutlich zwei Tagesspitzen zu erkennen. Die erste und höchste (auch im Vergleich mit allen anderen Kategorien) stellt sich morgens um etwa 8:00 Uhr dar, die zweite liegt abends um etwa 22:00 Uhr. In der Kategorie „Sozialleben“ stellt sich nachmittags gegen 15:00 Uhr ein Höchstwert dar bei einer ansonsten relativ konstant mittelhohen Kurve. Beim Thema „Gas/Feuer“ liegt eine über den Tag gleichmäßig sehr niedrige Kurve ohne erkennbare Peaks vor. In der Kategorie „Anderes“ sind morgens um etwa 9:00 Uhr, gegen 18:00 Uhr und gegen 22:00 Uhr Kurvenspitzen zu erkennen, wobei die Spitze morgens am höchsten ist.

### 5.2.3 Bewusstes Wahrnehmen des Geruchssinns im Tagesverlauf (gesunde Probandinnen und Probanden)

| Uhrzeit       | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Essen         | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,12  | 0,15  | 0,20  | 0,12  | 0,14  | 0,08  |
| Kochen        | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,03  | 0,01  | 0,09  |
| Pers. Hygiene | 0,02  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,24  | 0,16  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,04  |
| Sozialleben   | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,09  | 0,08  | 0,09  | 0,10  | 0,09  | 0,12  |
| Gas/Feuer     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,03  | 0,02  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,01  |
| Anderes       | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,05  | 0,08  | 0,09  | 0,09  | 0,04  |
| Gesamt        | 0,05  | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,49  | 0,50  | 0,52  | 0,46  | 0,46  | 0,39  |

| Uhrzeit       | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Essen         | 0,34  | 0,27  | 0,13  | 0,12  | 0,07  | 0,12  | 0,17  | 0,25  | 0,21  | 0,06  | 0,03  | 0,01  |
| Kochen        | 0,15  | 0,08  | 0,06  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,09  | 0,08  | 0,05  | 0,01  | 0,01  | 0,00  |
| Pers. Hygiene | 0,04  | 0,05  | 0,06  | 0,05  | 0,07  | 0,05  | 0,06  | 0,12  | 0,13  | 0,20  | 0,22  | 0,08  |
| Sozialleben   | 0,10  | 0,13  | 0,16  | 0,12  | 0,13  | 0,09  | 0,13  | 0,14  | 0,13  | 0,13  | 0,08  | 0,03  |
| Gas/Feuer     | 0,02  | 0,01  | 0,03  | 0,02  | 0,01  | 0,02  | 0,03  | 0,02  | 0,00  | 0,02  | 0,04  | 0,00  |
| Anderes       | 0,05  | 0,07  | 0,10  | 0,14  | 0,11  | 0,09  | 0,09  | 0,10  | 0,06  | 0,04  | 0,05  | 0,01  |
| Gesamt        | 0,71  | 0,61  | 0,53  | 0,49  | 0,43  | 0,42  | 0,57  | 0,70  | 0,58  | 0,46  | 0,43  | 0,13  |

Tabelle 4: Ergebnisse Riechtagebuch Gesunde Probandinnen und Probanden. „Durchschnittstag“: Mittelwerte der durchschnittlichen Häufigkeiten der Prob. von 14 Tagen

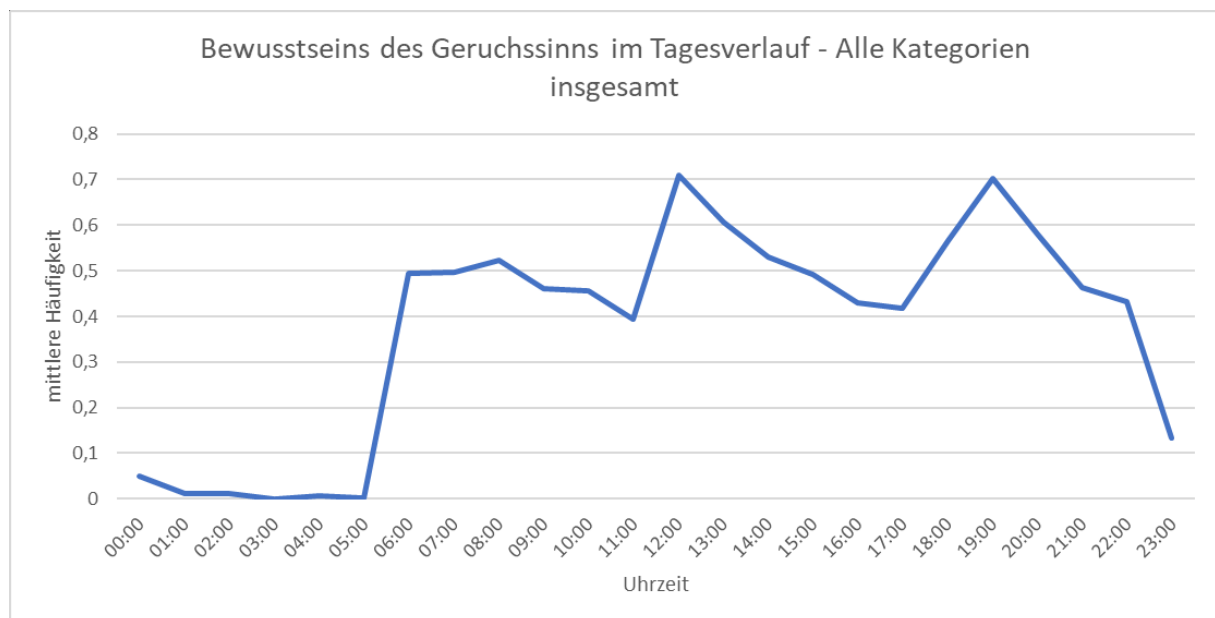


Abbildung 17: Bewusstes Wahrnehmen des Geruchssinns bei gesunden Probandinnen und Probanden im Tagesverlauf – insgesamt

Wie in der Grafik zu erkennen ist, liegen die Zeitpunkte, an dem Prob. ihren Geruchssinn am aktivsten wahrnehmen, zu Mittag zwischen 12:00 und 13:00 Uhr, sowie abends um etwa 19:00 Uhr. Im restlichen Tagesverlauf bleibt das bewusste Wahrnehmen des Geruchssinns etwa auf gleichem Niveau und sinkt gegen 22:00 Uhr ab. Zwischen Mitternacht und etwa 5:00

Uhr morgens wird der Geruchssinn so gut wie gar nicht wahrgenommen (vgl. Abb. 17 und Abb. 18).

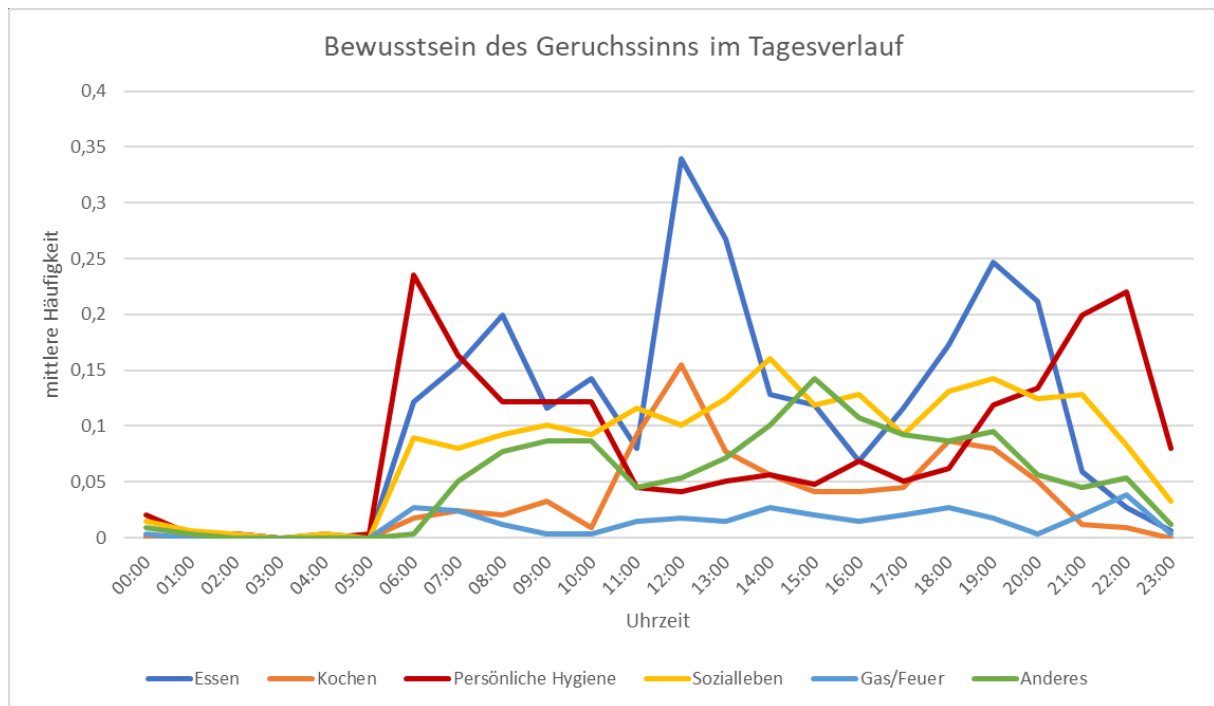


Abbildung 18: Bewusstes Wahrnehmen des Geruchssinns bei gesunden Probandinnen und Probanden im Tagesverlauf – in einzelnen Kategorien

In der Kategorie „Essen“ sind drei eindeutige Peaks erkennbar, wobei der zu Mittag zwischen 12:00 und 13:00 Uhr eindeutig am höchsten (auch von allen anderen Kategorien) ist. Die anderen beiden Spitzen liegen morgens bei etwa 8:00 Uhr und abends bei etwa 19:00 Uhr. Beim Thema „Kochen“ ist um etwa 12:00 Uhr ein Peak zu erkennen und ein leichter zwischen 18:00 und 19:00 Uhr. In der Kategorie „Persönliche Hygiene“ zeigen sich zwei eindeutige Tagesspitzen um 6:00 Uhr morgens und 22:00 Uhr abends. Im Bereich „Sozialleben“ sind keine eindeutigen Spitzen zu erkennen, die Kurve ist über die Tagesstunden konstant im mittelhohen Bereich. Beim Thema „Gas/Feuer“ sind ebenfalls keine Peaks erkennbar bei einer konstant niedrigen Kurve. In der Kategorie „Anderes“ lässt sich um ca. 15:00 Uhr eine Tagesspitze erkennen.

#### 5.2.4 Vergleiche Patientinnen/Patienten vs. Probandinnen/Probanden

Ergänzend zur deskriptiven Statistik von Pat. und Prob. werden im Folgenden noch Vergleiche zwischen den beiden Studiengruppen veranschaulicht.

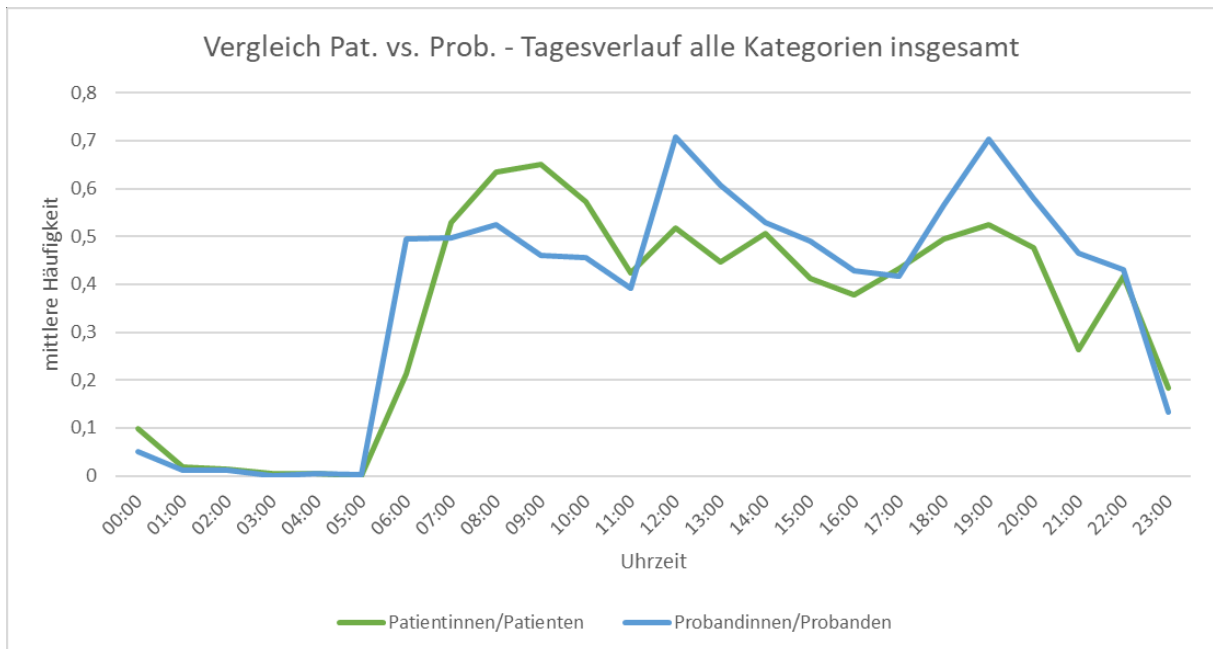


Abbildung 19: Vergleich Pat. vs. Prob. – Tagesverlauf alle Kategorien insgesamt

Die Grafik zeigt den Vergleich der beiden Kurven, in denen alle Kategorien addiert dargestellt sind. Während bei Pat. der Tageshöchstwert bei etwa 9:00 Uhr liegt, zeigt die Kurve der Prob. eine Tagesspitze zwischen 12:00 und 13:00 Uhr und eine um 19:00 Uhr. Ansonsten liegen die Beiden Kurven in etwa auf gleichem Niveau (vgl. Abb. 19).

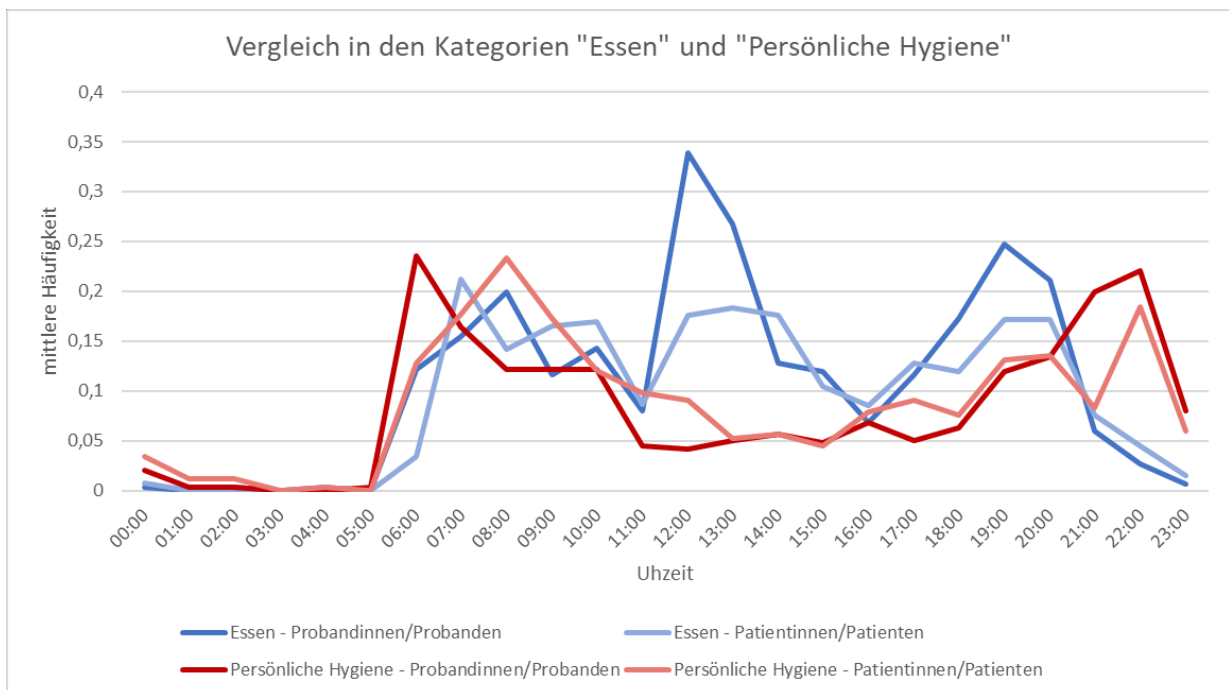


Abbildung 20: Vergleich Pat. vs. Prob. - Kategorien "Essen" und "Persönliche Hygiene"

Ein weiterer Vergleich erfolgt in den Kategorien „Essen“ und „Persönliche Hygiene“, da diese beiden die größten mittleren Häufigkeiten aufweisen und somit als für die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer am wichtigsten erscheinen. In der Kategorie „Essen“ zeigt sich sowohl zur Mittagszeit zwischen 12:00 und 13:00 Uhr, als auch gegen 19:00 bei den Prob. ein deutlich höherer Peak als bei den Pat.. Beim Thema „Persönliche Hygiene“ zeigen sich relativ ähnliche Tagesverläufe bei Pat. und Prob., wobei der Peak morgens bei Pat. etwas später (gegen 8:00 Uhr) liegt als bei den Prob. (gegen 6:00 Uhr) (vgl. Abb. 20).



### 5.3 Korrelationen zwischen erhobenen Variablen

Bei der Berechnung der Pearson-Korrelation zwischen TDI, VAS-Riechvermögen und QOD zeigten sich folgende Ergebnisse.

| Korrelation               | Patientinnen/Patienten – 1. Termin | Probandinnen/Probanden |
|---------------------------|------------------------------------|------------------------|
| TDI und VAS-Riechvermögen | 0,661*                             | 0,013                  |
| TDI und QOD               | 0,486**                            | 0,033                  |
| QOD und VAS-Riechvermögen | 0,061                              | 0,418**                |

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

*Tabelle 5: Pearson-Korrelationen von TDI, VAS-Riechvermögen und QOD*

Sowohl die Selbsteinschätzung im Rahmen des VAS-Scores für Riechvermögen (mit 0,661) als auch das Ergebnis des QOD (mit 0,593) korrelierten unter den Pat. signifikant mit dem bei der ersten Testung erhobenen TDI-Wert. Die Korrelation zwischen QOD und VAS-Riechvermögen ist bei den Pat. nicht signifikant. Unter den Prob. sind die Korrelationen zwischen TDI und VAS-Riechvermögen bzw. TDI und QOD nicht signifikant, die Korrelation zwischen QOD und VAS-Riechvermögen jedoch schon.

## 6 Diskussion

Der Großteil der Patientinnen und Patienten fühlen sich im Alltag sehr stark beeinträchtigt von ihrer Riechstörung und ihre Lebensqualität leidet darunter. In dieser Studie wurde untersucht, welche Bereiche des alltäglichen Lebens besonders von den durch die Riechstörung bedingten Einschränkungen betroffen sind. Des Weiteren wurde erhoben, in welchem Ausmaß dies der Fall ist und zu welchen Tageszeiten Patientinnen und Patienten besonders auf ihre Riechstörung aufmerksam wurden. Zum Vergleich wurde eine Gruppe gesunder Probandinnen und Probanden, bei denen mittels Riechtest (Sniffin' Sticks) eine Riechstörung ausgeschlossen wurde, in die Studie einbezogen. Die Intention war herauszufinden, wie oft und in welchem Ausmaß Personen ohne Beeinträchtigung des Geruchssinns diesen im Alltag bewusst wahrnehmen und welche Parallelen bzw. welche Unterschiede zu Patientinnen und Patienten erkennbar sind. Dabei zeigten sich folgende als wichtigste Erkenntnisse:

1. Patientinnen und Patienten gaben im Durchschnitt an, etwa 8-mal täglich im Alltag auf ihre Riechstörung aufmerksam zu werden, wobei die Bereiche „Essen“ und „Persönliche Hygiene“ die größte Rolle spielen.
2. In den morgendlichen Stunden (zwischen 7:00 und 10:00) werden Pat. am häufigsten an ihre Riechstörung erinnert.
3. Gesunde Probandinnen und Probanden nehmen ihren Geruchssinn täglich durchschnittlich ca. 9-mal wahr, wobei ebenfalls wie bei den Pat. die Bereiche „Essen“ und „Persönliche Hygiene“ den größten Anteil haben.
4. Vor allem zu Mittag (ca. 12:00 Uhr) und abends (ca. 19:00 Uhr) denken Prob. bewusst an ihren Geruchssinn.
5. Unter den Pat. korreliert der TDI-Wert sowohl mit der Selbsteinschätzung ihrer Riechstörung (VAS-Riechstörung) als auch mit dem Ergebnis des QOD signifikant.

Im gesamten war die Compliance der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Ordnung. 20 von 26 Patientinnen und Patienten nahmen den 2. Termin war, davon retournierten 19 das Riechtagebuch. Beim zweiten Termin schienen die meisten subjektiv optimistischer gestimmt, was eine Verbesserung ihrer Riechstörung betraf. Von den gesunden Probandinnen und Probanden gaben 24 von 30 das für 2 Wochen vollständig ausgefüllte Riechtagebuch ab.

## 6.1 Limitationen

Die größte Limitation in Hinblick auf die Interpretation der Ergebnisse stellt die Größe der Studienpopulation dar, vor allem, weil auch ein Teil dieser nicht zum zweiten Termin erschien, bzw. das Riechtagebuch nicht retournierte. Bei manchen Teilnehmerinnen und Teilnehmern war eine gewisse Sprachbarriere vorhanden, die vor allem Einfluss auf die Ergebnisse der Fragebögen nehmen könnte.

## 6.2 Interpretation der Ergebnisse

### 6.2.1 Eigenschaften der Studienpopulation

In beiden Studiengruppen (Pat. und Prob.) ist der Anteil an Frauen höher als der Anteil an Männern. Laut Studien über Normdaten zum TDI-Test schneiden Frauen tendenziell etwas besser ab als Männer<sup>34</sup>, was in Bezug auf die Fragestellung dieser Studie aber nicht relevant erscheint, da der erhobene TDI-Wert in erster Linie nur als Nachweis einer vorliegenden Riechstörung diente. Die beiden Studiengruppen (Pat. und Prob.) unterscheiden sich im Hinblick auf das mittlere Alter, das bei der Gruppe der Pat. bei 42 Jahren und bei der Gruppe der Prob. mehr als zwölf Jahre darunter bei 29,5 Jahren liegt. Das mittlere Alter hat laut Studien<sup>34</sup> Einfluss auf den erzielten TDI-Wert. So sollen Personen zwischen 16 und 35 Jahren an der 10. Perzentile einen durchschnittlichen Wert von 30,3 erzielen, 36- bis 55-Jährige hingegen einen mittleren Wert von nur 27,3 Punkten<sup>34</sup>, was im Hinblick auf die Mittelwerte der TDI-Scores der jeweiligen Gruppen dieser Studie zu bedenken ist.

### 6.2.2 Riechtest und Fragebögen

Wie erwartet lag der Durchschnitt der erreichten Punkte beim Sniffin' Sticks-Test bei Pat. mit 20,3 Punkten deutlich unter dem Durchschnitt bei den Prob. (34,9 Punkte). Was jedoch auffällt, ist der um 0,8 Punkte höhere Mittelwert (21,1) bei der 2. Testung der Pat.. Einerseits kann das durch den schon bekannten Ablauf des Tests und damit bessere Konzentration oder zufällig richtig geratener Antworten bedingt sein. Andererseits könnte sich bei manchen Pat. die Riechstörung auch verbessert haben im Zeitraum zwischen den beiden Terminen (mind. 2 Wochen). Die klinische Relevanz dieser Verbesserung ist aber zu hinterfragen.

Bei den visuellen analog Skalen lassen sich bei den Angaben zur Subjektiven Nasenatmung rechts und links keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Studiengruppen feststellen. Nicht überraschend gaben Pat. mit durchschnittlich 14,8 einen deutlich niedrigeren Wert beim Thema „Riechvermögen“ an als gesunde Prob. (75,5). Auffallend ist aber, dass Pat. beim 2.

Termin einen fast doppelt so hohen Wert (28,0) beim subjektiven Riechvermögen angaben im Vergleich zum 1. Termin. Das könnte dadurch bedingt sein, dass Pat. durch das tägliche Ausfüllen des Riechtagebuchs vermehrt und bewusster auf ihren Geruchssinn achteten und sich für sie eine subjektive Verbesserung bemerkbar machte, die aber objektiv durch den TDI-Test nicht wiedergegeben wurde. Bei der VAS-Schmeckvermögen ergab sich für Pat. beim 1. Termin ein Mittelwert von 46,1, beim 2. Termin ein um einiges höherer Wert von 59,0. Ähnliches lässt sich beim Thema „Feingeschmack“ beobachten, wo sich der Mittelwert vom 1. Termin (22,8) zum 2. Termin (29,7) verbesserte. Wie auch bei der subjektiven Verbesserung des Riechvermögens liegt beim Schmeckvermögen und Feingeschmack die Vermutung nahe, dass es sich dabei um eine Art „Placebo-Effekt“ handelt, wodurch Pat. durch die vermehrte Aufmerksamkeit auf ihre Sinne eine subjektive Verbesserung ebendieser erfahren. Sowohl in der Kategorie „Schmeckvermögen“ als auch in der Kategorie „Feingeschmack“ liegen die Mittelwerte unter den gesunden Prob. wie zu erwarten mit 79,4 (Schmeckvermögen) und 67,6 (Feingeschmack) deutlich höher als bei den Patientinnen und Patienten.

Beim „Questionnaire of olfactory disorders“ lag das durchschnittliche Ergebnis der Pat. bei 39,5 (1. Termin) bzw. 40,2 (2. Termin). Unter den Prob. lag hier der durchschnittliche Punktwert bei 10,0. Da sich die meisten Fragen auf eine vorhandene Riechstörung beziehen, ist der deutlich höhere Punktwert unter den Pat. im Vergleich zu den Prob. nicht verwunderlich. Des Weiteren ist zu bedenken, dass der Fragebogen für Pat. mit Riechstörungen ausgelegt ist und somit einige Fragen für gesunde Prob. nicht adäquat zu beantworten sind. Dies erklärt möglicherweise auch, warum die Korrelation zwischen TDI-Wert und QOD-Werte bei der Gruppe der Pat. signifikant ist, bei der Gruppe der Prob. jedoch nicht.

Die Ergebnisse des Fragebogens „Wichtigkeit des Riechens“ fielen unter den beiden Testgruppen ähnlich aus, Pat. bei der ersten Testung hatten im Durchschnitt einen etwas höheren Wert (72,5) als Prob. (68,9), was im Hinblick auf die Größe der Studienpopulation aber nicht bedeutend erscheint.

### 6.2.3 Riechtagebuch

Wie in der Abbildung 15 veranschaulicht wird, stellen unter den Pat. die Kategorien „Essen“ und „Persönliche Hygiene“ die beiden wichtigsten Lebensbereiche in Bezug auf ihre Riechstörung dar, was auch in anderen Studien bereits untersucht wurde.<sup>74,75</sup> In Abbildung 14

lässt sich erkennen, dass am Morgen das größte Bewusstsein ihrer Riechstörung besteht, jedoch den ganzen Tag über auf einem relativ hohen Level bleibt und die Riechstörung erst am Abend gegen 22:00 seltener als störend empfunden wird, was hinsichtlich des Schlafrhythmus nicht verwunderlich erscheint.

Beim Vergleich der beiden Studiengruppen fällt auf, dass im Bereich „Sozialleben“ der größte Unterschied zwischen Pat. und Prob. besteht (siehe Abbildung 13). Es ist davon auszugehen, dass somit oft unbemerkt ein wichtiger Teil der sozialen Interaktion bei Pat. mit Riechstörungen verloren geht, der für gesunde Personen ganz selbstverständlich passiert.

Die hohe Anzahl an Angaben im Bereich „Anderes“ lässt darauf schließen, dass die meisten Patienten außerhalb der naheliegenden Lebensbereiche individuelle Situationen erleben, in denen sie besonders unter der Riechstörung leiden. Hierauf sollte womöglich besonders in Beratungsgesprächen mit dem Patienten eingegangen werden, um individuelle Hilfestellungen zu ermöglichen.

### 6.3 Ausblick

Wie auch aus anderen Studien<sup>74</sup> bereits bekannt war, können Riechstörungen eine starke Belastung für Patienten darstellen. Mit dieser Studie wurde verdeutlicht, in welchen Lebensbereichen die stärksten Einschränkungen tagsüber im Alltag wahrgenommen werden. Einige Patientinnen und Patienten führten während der 14 Tage, in denen sie das Tagebuch ausfüllten, bereits ein Riechtraining durch. Viele meinten beim zweiten Termin, sie würden durch das konsequente Training bereits leichte subjektive Verbesserungen bemerken, was sich auch in den minimal besseren Testwerten (TDI-Wert von 20,3 auf 21,1) widerspiegeln könnte. In jedem Fall scheint, wie auch in anderen Studien<sup>65,66</sup> nachgewiesen, das Riechtraining für einige Patientinnen und Patienten eine gute Behandlungsmethode darzustellen.

Momentan erleben wir im Zuge der SARS-CoV-2-Pandemie einen deutlichen Anstieg der Inzidenz von postinfektiösen Riechstörungen.<sup>76</sup> Bis jetzt ist noch unklar, wie gut sich Geruchssinn und Geschmackssinn nach Covid19-induzierten Störungen erholen.<sup>77</sup> Obwohl manche Behandlungsansätze (Riechtraining, topische Corticosteroide, Vitamin A) in Studien schon Erfolge zeigten, sind weitere Untersuchungen nötig, um die Wirksamkeit dieser Therapien in Bezug auf post-Covid19-Riechstörungen nachzuweisen.<sup>78</sup>

Bis jetzt kann den Patientinnen und Patienten oft keine kausale Therapie ihrer Riechstörung angeboten werden. Besser et al. veröffentlichten eine Studie, die die Bereitschaft zu chirurgischen Eingriffen, insbesondere zur Behandlung mit dem sogenannten „Olfactory Implant System“, untersuchte.<sup>79</sup> Dieses Riechimplantatsystem soll Geruchsfingerabdrücke erzeugen, indem es Gerüche mit einer großen Anzahl chemischer Sensoren erkennt und dann ein Stimulationsmuster mit Elektroden-Stimulationspunkten überträgt, die an verschiedenen Stellen im Riechkortex positioniert sind. Dadurch werden unterschiedliche Aktivitätsmuster im olfaktorischen Cortex erzeugt, die den Geruchssinn einer Person nachahmen. Nach dem Training kann das System verwendet werden, um einen oder mehrere Gerüche richtig zu identifizieren.<sup>80</sup> Es zeigte sich eine große Bereitschaft unter den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern für eine solche Operation, die sich zwar noch einige Jahre in Entwicklung und Untersuchung befinden wird, jedoch einen Meilenstein in der Behandlung von irreversiblen Riechstörungen darstellen soll und für viele Menschen eine deutliche Verbesserung ihrer Lebensqualität bringen könnte.<sup>79</sup>

## 7 Literaturverzeichnis

1. Paulsen F, Waschke J. *Sobotta Kopf, Hals Und Neuroanatomie*. 24. Auflag. (Paulsen F, Waschke J, eds.). Erlangen, München: Elsevier GmbH; 2017.
2. Lenarz T, Boenninghaus HG. Nase, Nebenhöhlen und Gesicht. In: *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. 14. Auflag. Hannover: Springer, Berlin, Heidelberg; 2012:139-148. doi:10.1007/978-3-642-21131-7\_7
3. Weiglein AH. Kopf, Cranium und Hals, Collum. In: Anderhuber F, Pera F, Streicher J, eds. *Waldeyer - Anatomie Des Menschen*. Berlin, Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG; 2012:697-872.
4. Bisdas S et al. Nase, Nasennebenhöhlen (NNH), Gesicht und vordere Schädelbasis. In: Reiß M, ed. *Facharztwissen HNO-Heilkunde*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin, Heidelberg; 2009:319-432. doi:10.1007/978-3-540-89441-4\_5
5. Mlynski G, Prsig W, Beule AG, et al. *Funktionell-Ästhetische Rhinochirurgie*. 1. Auflage. (Mlynski G, Prsig W, eds.). Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag KG; 2018.
6. Müller F, Frings S. Gustatorisches und olfaktorisches System. In: Behrends J, Bischofberger J, Deutzmann R, et al., eds. *Duale Reihe Physiologie*. 4th ed. Stuttgart: Thieme; 2021:(eBook). doi:10.1055/b000000462
7. Draguhn A. Geschmack und Geruch. In: Pape H, Kurtz A, Silbernagel S, eds. *Physiologie*. 9th ed. Stuttgart: Thieme; 2019:(eBook). doi:10.1055/b-006-163285
8. Legrum W. Geruchssinne. In: *Riechstoffe, Zwischen Gestank Und Duft*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag; 2011:5-31.
9. Thurnher D, Grasl MC, Erovic BM, Lercher P. *HNO-Heilkunde: Ein Symptomorientiertes Lehrbuch*. Wien: Springer, Vienna; 2011. doi:10.1007/978-3-211-88985-5
10. Bechmann I, Nitsch R, Pera F, Winkelmann A, Stahnisch F. Zentrales Nervensystem, Systema nervosum centrale, Gehirn, Encephalon und Rückenmark, Medulla spinalis. In: Anderhuber F, Pera F, Streicher J, eds. *Waldeyer - Anatomie Des Menschen*. 19th ed. Graz, Münster, Wien: De Gruyter; 2012:945-1125.
11. Müller W, Frings S. Chemische Sinne. In: *Tier- Und Humanphysiologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, Berlin, Heidelberg; 2009:473-493. doi:10.1007/978-3-642-00462-9\_20
12. Songu M, Cingi C. Sneeze reflex: facts and fiction. *Ther Adv Respir Dis*. 2009;3:131-141. doi:10.1177/1753465809340571
13. Diener HC. Kratschmer-Holmgren-Reflex. <https://www.pschyrembel.de/Kratschmer-Holmgren-Reflex/K0C8W> (abgerufen am 13.04.2022). Published 2018.
14. Meuwly C, Chowdhury T, Sandu N, Erne P, Schaller BJ. Trigemino-cardiac Reflex: Definition and Introduction. *Trigemino-cardiac Reflex*. 2015:65-79. doi:10.1016/B978-0-12-800421-0.00005-9

15. Godek D, Freeman A. Physiology, Diving Reflex. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021:(eBook).
16. Probst R, Grevers G, Iro H. *Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*. 3rd ed. Stuttgart: Thieme; 2008. doi:10.1055/b-001-2142
17. Fisher EW, Scadding GK, Lund VJ. The role of acoustic rhinometry in studying the nasal cycle. *Rhinology*. 1993;31(2):57-61.
18. Hawkers CH, Doty RL. *Smell and Taste Disorders*. Cambridge: Cambridge University Press; 2018. doi:10.1017/9781139192446
19. Damm M, Hüttenbrink K-B, Hummel T, et al. Riech- und Schmeckstörungen. AWMF Leitlinie 0 17/0 50. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/017-050.html> (abgerufen am 13.04.2022). Published 2016.
20. Vennemann MM, Hummel T, Berger K. The association between smoking and smell and taste impairment in the general population. *J Neurol*. 2008;1121-1126. doi:10.1007/s00415-008-0807-9
21. Shu C-H, Hummel T, Lee P-L, Chiu C-H, Lin S-H, Yuan B-C. The proportion of self-rated olfactory dysfunction does not change across the life span. *Am J Rhinol Allergy*. 2009;23(4):413-416. doi:10.2500/ajra.2009.23.3343
22. Boesveldt S, Lindau ST, McClintock MK, Hummel T, Lundstrom JN. Gustatory and olfactory dysfunction in older adults: a national probability study. *Rhinology*. 2013;49(3):324-330. doi:10.4193/Rhino10.155
23. Damm M, Temmel A, Welge-Lüssen A, et al. Riechstörungen. *HNO*. 2004;52:112-120. doi:10.1007/s00106-003-0877-z
24. Kohli P, Naik AN, Harruff EE, Nguyen SA, Schlosser RJ, Soler ZM. The Prevalence of Olfactory Dysfunction in Chronic Rhinosinusitis. *Laryngoscope*. 2017;127(2):309-320. doi:10.1002/lary.26316
25. Suzuki M, Yokota M, Ozaki S, Nakamura Y. Olfactory dysfunction out of season in seasonal allergic rhinitis. *Ann Allergy, Asthma Immunol*. 2018;121(3):377-378. doi:10.1016/j.anai.2018.05.030
26. Arzneimittelinduzierte Störungen des Geruchs- und Geschmackssinns. *Der Arzneimittelbr*. 2010;44:81. <https://www.der-arzneimittelbrief.de/de/Artikel.aspx?J=2010&S=81> (abgerufen am 13.04.2022).
27. Fonteyn S, Huart C, Deggouj N, Collet S, Eloy P, Rombaux P. Non-sinonasal-related olfactory dysfunction: A cohort of 496 patients. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2014;131(2):87-91. doi:10.1016/j.anorl.2013.03.006
28. Otte MS, Nikolaus H, Eckel C, Poluschkin L, Klussmann JP, Luers JC. Olfactory dysfunction in patients after recovering from COVID-19. *Acta Otolaryngol*. 2020;140:1032-1035. doi:10.1080/00016489.2020.1811999
29. Khurshid K, D Crow AJ, Rupert PE, et al. A Quantitative Meta-analysis of Olfactory Dysfunction in Epilepsy. *Neuropsychol Rev*. 2019;29(3):328-337. doi:10.1007/s11065-019-09406-7



30. Leon-Sarmiento FE, Leon-Ariza DS, Doty RL. Dysfunctional chemosensation in myasthenia gravis: a systematic review. *J Clin Neuromuscul Dis.* 2013;15(1):1-6. doi:10.1097/CND.0b013e31829e22ba
31. Frasnelli JA, Temmel AF, Quint C, Oberbauer R, Hummel T. Olfactory function in chronic renal failure. *Am J Rhinol.* 2002;16(5):275-279.
32. Temmel AFP, Pabinger S, Quint C, Munda P, Ferenci P, Hummel T. Dysfunction of the liver affects the sense of smell. *Wien Klin Wochenschr.* 2005;117(1-2):26-30. doi:10.1007/s00508-004-0303-x
33. Reiß M. *Facharztwissen HNO-Heilkunde.* 1. Auflage. (Reiß M, ed.). Hannover: Springer Medizin Verlag; 2009.
34. Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A. Normative data for the “Sniffin’ Sticks” including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology Vol.* 2007;264:237-243. doi:10.1007/s00405-006-0173-0
35. Hummel T, Konnerth CG, Rosenheim K, Kobal G. Screening of olfactory function with a four-minute odor identification test: reliability, normative data, and investigations in patients with olfactory loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2001;110(10):976-981. doi:10.1177/000348940111001015
36. Mueller CA, Grassinger E, Naka A, Temmel AFP, Hummel T, Kobal G. A self-administered odor identification test procedure using the “Sniffin’ Sticks”. *Chem Senses.* 2006;31(6):595-598. doi:10.1093/chemse/bjj064
37. Hummel T, Sekinger B, Wolf SR, Pauli E, Kobal G. “Sniffin’ sticks’. Olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chem Senses.* 1997;22(1):39-52. doi:10.1093/chemse/22.1.39
38. Croy I, Lange K, Krone F, Negoias S, Seo H-S, Hummel T. Comparison between Odor Thresholds for Phenyl Ethyl Alcohol and Butanol. *Chem Senses.* 2009;34:523-527. doi:10.1093/chemse/bjp029
39. Kobal G, Klimek L, Wolfensberger M, et al. 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. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2000;257(4):205-211. doi:10.1007/s004050050223
40. Devanand DP, Liu X, Cohen H, et al. Long-Term Test – Retest Reliability of the UPSIT in Cognitively Intact Older Adults. *Chem Senses.* 2019;44(6):365-369. doi:10.1093/chemse/bjz025
41. Doty RL, Shaman P, Dann M. Development of the university of pennsylvania smell identification test: A standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiol Behav.* 1984;32(3):489-502. doi:10.1016/0031-9384(84)90269-5
42. Doty RL, Marcus A, Lee WW. Development of the 12-Item Cross-Cultural Smell Identification Test(CC-SIT). *Laryngoscope.* 1996;106(3 Pt 1):353-356. doi:10.1097/00005537-199603000-00021

43. Simmen D, Briner HR, Hess K. Screening of olfaction with smell diskettes. *Laryngo-rhino-otologie*. 1999;78(3):125-130. doi:10.1055/s-2007-996844
44. Cain WS, Gent J, Catalanotto FA, Goodspeed RB. Clinical evaluation of olfaction. *Am J Otolaryngol Neck Med Surg*. 1983;4(4):252-256. doi:10.1016/S0196-0709(83)80068-4
45. Davidson TM, Claire M. Rapid Clinical Evaluation of Anosmia. The Alcohol Sniff Test. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg*. 1997;123(6):591-594. doi:10.1001/archotol.1997.01900060033005
46. Duff K, McCaffrey RJ, Solomon GS. The Pocket Smell Test: successfully discriminating probable Alzheimer's dementia from vascular dementia and major depression. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 2002;14(2):197-201. doi:10.1176/jnp.14.2.197
47. Kondo H, Matsuda T, Hashiba M, Baba S. A study of the relationship between the T&T olfactometer and the University of Pennsylvania Smell Identification Test in a Japanese population. *Am J Rhinol*. 1998;12(5):353-358. doi:10.2500/105065898780182390
48. Cardesín A, Alobid I, Benítez P, et al. Barcelona Smell Test - 24 (BAST-24): validation and smell characteristics in the healthy Spanish population. *Rhinology*. 2006;44(1):83-89.
49. Özay H, Çakır A, Ecevit MC. Retronasal olfaction test methods: A systematic review. *Balkan Med J*. 2019;36(1):49-59. doi:10.4274/balkanmedj.2018.0052
50. Renner B, Mueller CA, Dreier J, Faulhaber S, Rascher W, Kobal G. The Candy smell test: A new test for retronasal olfactory performance. *Laryngoscope*. 2009;119(3):487-495. doi:10.1002/lary.20123
51. Haxel BR, Bertz-Duffy S, Faldum A, et al. The Candy Smell Test in clinical routine. *Am J Rhinol Allergy*. 2011;25(4):145-148. doi:10.2500/ajra.2011.25.3611
52. Heilmann S, Strehle G, Rosenheim K, Damm M, Hummel T. Clinical Assessment of Retronasal Olfactory Function. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2002;128(4):414-418. doi:10.1001/archotol.128.4.414
53. Croy I, Hoffmann H, Philpott C, et al. Retronasal testing of olfactory function: an investigation and comparison in seven countries. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014;271:1087-1095. doi:10.1007/s00405-013-2684-9
54. Pierce J, Halpern BP. Orthonasal and Retronasal Odorant Identification Based upon Vapor Phase Input from Common Substances. *Chem Senses*. 1996;21(5):529-543. doi:10.1093/chemse/21.5.529
55. Sun BC, Halpern BP. Identification of Air Phase Retronasal and Orthonasal Odorant Pairs. *Chem Senses*. 2005;30(8):693-706. doi:10.1093/chemse/bji062
56. Scott JW, Scott-Johnson PE. The electroolfactogram: a review of its history and uses. *Microsc Res Tech*. 2002;58(3):152-160. doi:10.1002/jemt.10133
57. Lapid H, Hummel T. Recording Odor-Evoked Response Potentials at the Human Olfactory Epithelium. *Chem Senses*. 2013;38:3-17. doi:10.1093/chemse/bjs073

58. Hummel T, Klimek L, Welge-Lüssen A, et al. Chemosensorisch evozierte Potentiale zur klinischen Diagnostik von Riechstörungen. *HNO*. 2000;48:481-485. doi:10.1007/s001060050602
59. Mueller C, Kallert S, Renner B, et al. Quantitative assessment of gustatory function in acinical context using impregnated "taste strips." *Rhinology*. 2003;41(1):2-6.
60. Haxel BR, Nisius A, Fruth K, Mann WJ, Muttray A. Deficits in medical counseling in olfactory dysfunction. *HNO*. 2012;60(5):432-438. doi:10.1007/s00106-011-2448-z
61. Damm M, Pikart LK, Reimann H, et al. Olfactory training is helpful in postinfectious olfactory loss: a randomized, controlled, multicenter study. *Laryngoscope*. 2014;124(4):826-831. doi:10.1002/lary.24340
62. Reden J, Mueller A, Mueller C, et al. Recovery of Olfactory Function Following Closed Head Injury or Infections of the Upper Respiratory Tract. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;132(3):265-269. doi:10.1001/archotol.132.3.265
63. Harless L, Liang J. Pharmacologic treatment for postviral olfactory dysfunction: a systematic review. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2016;6(7):760-767. doi:10.1002/alr.21727
64. Wolfensberger M, Hummel T. Anti-inflammatory and Surgical Therapy of Olfactory Disorders Related to Sino-nasal Disease. *Chem Senses*. 2002;27(7):617-622. doi:10.1093/chemse/27.7.617
65. Konstantinidis I, Tsakiropoulou E, Bekiaridou P, Kazantzidou C, Constantinidis J. Use of olfactory training in post-traumatic and postinfectious olfactory dysfunction. *Laryngoscope*. 2013;123(12):85-90. doi:10.1002/lary.24390
66. Hummel T, Reden KRJ, Hähner A, Weidenbecher M, Hüttenbrink KB. Effects of olfactory Training in patients with olfactory loss. *Laryngoscope*. 2009;119(3):496-499. doi:10.1002/lary.20101
67. Liu DT, Sabha M, Damm M, et al. Parosmia is Associated with Relevant Olfactory Recovery After Olfactory Training. *Laryngoscope*. 2020;131(3):618-623. doi:10.1002/lary.29277
68. Pauli C, Fintelmann R, Klemens C, et al. Polyposis nasi - Besserung der lebensqualität durch leukotrien-rezeptorantagonisten. Prospektive, doppelblinde, plazebokontrollierte Studie. *Laryngorhinootologie*. 2007;86(4):282-286. doi:10.1055/s-2007-966094
69. Schäper C, Noga O, Koch B, et al. Anti-inflammatory properties of montelukast, a leukotriene receptor antagonist in patients with asthma and nasal polyposis. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2011;21(1):51-58.
70. Quint C, Temmel AFP, Hummel T, Ehrenberger K. The quinoxaline derivative caroverine in the treatment of sensorineural smell disorders: A proof-of-concept study. *Acta Otolaryngol*. 2002;122(8):877-881. doi:10.1080/003655402/000028054
71. Radcliffe MJ, Lampe FC, Brostoff J. Allergen-specific low-dose immunotherapy in perennial allergic rhinitis: a double-blind placebo-controlled crossover study. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 1996;6(4):242-247.

72. Chang H, Han D, Mo J. Early compliance and efficacy of sublingual immunotherapy in patients with allergic rhinitis for house dust mites. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2009;2(3):136-140. doi:10.3342/ceo.2009.2.3.136
73. Stuck BA, Hummel T. Olfaction in allergic rhinitis: A systematic review. *J Allergy Clin Immunol.* 2015;136(6):1460-1470. doi:10.1016/j.jaci.2015.08.003
74. Frasnelli J, Hummel T. Olfactory dysfunction and daily life. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology Head Neck.* 2005;262:231-235. doi:10.1007/s00405-004-0796-y
75. Liu DT, Besser G, Prem B, et al. Self-perceived Taste and Flavor Perception: Associations With Quality of Life in Patients With Olfactory Loss. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States).* 2021;164(6):1330-1336. doi:10.1177/0194599820965242
76. Ascanio LD', Pandolfini M, Cingolani C, et al. Olfactory Dysfunction in COVID-19 Patients: Prevalence and Prognosis for Recovering Sense of Smell. *Otolaryngol Neck Surg.* 2021;164(1):82-86. doi:10.1177/0194599820943530
77. Boscutti A, Delvecchio G, Pighi A, et al. Olfactory and gustatory dysfunctions in SARS-CoV-2 infection: A systematic review. *Brain, Behav Immun - Heal.* 2021;15:100268. doi:10.1016/J.BBIH.2021.100268
78. Neta FI, Fernandes ACL, Vale AJM, et al. Pathophysiology and possible treatments for olfactory-gustatory disorders in patients affected by COVID-19. *Curr Res Pharmacol Drug Discov.* 2021;2:100035. doi:10.1016/J.CRPBAR.2021.100035
79. Besser G, Liu DT, Renner B, Hummel T, Mueller CA. Olfactory implant: Demand for a future treatment option in patients with olfactory dysfunction. *Laryngoscope.* 2019;129(2):312-316. doi:10.1002/LARY.27476
80. Costanzo RM, Coelho D, inventors; Virginia Commonwealth University, assignee; Olfactory Implant System. US patent 9,517,342 B2. December 13, 2016. <https://patentimages.storage.googleapis.com/bf/19/22/d1616eae27a95a/US9517342.pdf> (abgerufen am 13.04.2022).
81. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Prometheus LernAtlas - Kopf, Hals Und Neuroanatomie.* 5th ed. Stuttgart: Thieme; 2018. doi:10.1055/b-006-149644

## 8 Abbildungsverzeichnis

**Lizenzvereinbarung:** Abbildung 1, Abbildung 2, Abbildung 3 (bezogen aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Prometheus LernAtlas - Kopf, Hals Und Neuroanatomie*. 5th ed. Stuttgart: Thieme; 2018.), Abbildung 4, Abbildung 5, Abbildung 6 (bezogen aus: Draguhn A. Geschmack und Geruch. In: Pape H, Kurtz A, Silbernagel S, eds. *Physiologie*. 9th ed. Stuttgart: Thieme; 2019.) und Abbildung 7 (bezogen aus: Probst R, Grevers G, Iro H. *Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*. 3rd ed. Stuttgart: Thieme; 2008.) wurden am 12.01.2022 durch den Georg Thieme Verlag einverständlich zur Verwendung in dieser Diplomarbeit freigegeben.

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Skelett der äußeren Nase <sup>81(Abb.2.15A,B)</sup> .....   | 9  |
| Abbildung 2: Nasenmuscheln und Nasengänge <sup>81(Abb.5.20Ab)</sup> .....  | 11 |
| Abbildung 3: Nasennebenhöhlen <sup>81(Abb.2.16A,D)</sup> .....   | 15 |
| Abbildung 4: Lage und Aufbau der Riechschleimhaut <sup>7(Abb.21.5)</sup> .....   | 16 |
| Abbildung 5: Projektionsmuster (links) und Aufbau eines Glomerulus (rechts) <sup>7(Abb.21.7)</sup> .....                                       | 18 |
| Abbildung 6: Riechbahn im ZNS <sup>7(Abb.21.8)</sup> .....   | 19 |
| Abbildung 7: Mukoziliärer Transport <sup>16(Abb.1.11)</sup> .....  | 24 |
| Abbildung 8: Häufigkeit der Ursachen von Riechstörungen .....  | 28 |
| Abbildung 9: Sniffin‘ Sticks .....   | 35 |
| Abbildung 10: Beispielseite des Riechtagebuchs .....   | 50 |
| Abbildung 11: Vergleich der TDI-Werte .....  | 53 |
| Abbildung 12: Visuelle Analog Skalen. Vergleich der Mittelwerte .....  | 55 |
| Abbildung 13: Ergebnisse der Fragebögen .....  | 56 |
| Abbildung 14: Häufigkeit des täglichen Bemerkens der Riechstörung/des Geruchssinns .....   | 58 |
| Abbildung 15: Bewusstsein der Riechstörung bei Patientinnen und Patienten im Tagesverlauf<br>– alle Kategorien insgesamt .....                 | 59 |
| Abbildung 16: Bewusstsein der Riechstörung bei Patientinnen und Patienten im Tagesverlauf<br>– in einzelnen Kategorien.....                    | 60 |
| Abbildung 17: Bewusstes Wahrnehmen des Geruchssinns bei gesunden Probandinnen und<br>Probanden im Tagesverlauf - insgesamt .....               | 61 |
| Abbildung 18: Bewusstes Wahrnehmen des Geruchssinns bei gesunden Probandinnen und<br>Probanden im Tagesverlauf – in einzelnen Kategorien ..... | 62 |
| Abbildung 19: Vergleich Pat. vs. Prob. - Tagesverlauf alle Kategorien insgesamt .....  | 63 |
| Abbildung 20: Vergleich Pat. vs. Prob. - Kategorien "Essen" und "Persönliche Hygiene" .....  | 63 |

## 9 Abkürzungsverzeichnis

|            |  |
|------------|--|
| A./Aa.     | Arteria/Arteriae                                     |
| AD         | Alzheimer Demenz                                     |
| AKH        | Allgemeines Krankenhaus                              |
| BAST-24    | Barcelona Smell Test 24                              |
| BTT        | Butanol Treshold Test                                |
| cAMP       | zyklisches Adenosinmonophosphat                      |
| CCCRC      | Connecticut Chemosensory Clinical Research Centers   |
| CCSIT      | Cross-Cultural Smell Identification Test             |
| CST        | Candy Smell Test                                     |
| EEG        | Elektroenzephalogramm                                |
| EOG        | Elektroolfaktogramm                                  |
| ID         | Identifikationsnummer                                |
| IPS        | idiopathisches Parkinsom Syndrom                     |
| M.         | Musculus   |
| MKG        | Mund Kiefer Gesicht                                  |
| MRT (fMRT) | Magnetresonanztomographie                            |
| N./Nn.     | Nervus/Nervi   |
| ORN        | olfaktorische Rezeptorneuronen                       |
| Pat.       | Patientinnen und Patienten                           |
| PEEP       | Positive endexpiratory pressure                      |
| PET        | Positronenemissionstomographie                       |
| Prob.      | Probandinnen und Probanden                           |
| Proc.      | Processus  |
| QOD        | Questionnaire of Olfactory Disorders                 |
| r          | Retest-Reliabilität                                  |
| ROT        | Retronasal Olfaction Test                            |
| Rr.        | Rami   |
| TDI        | Threshold Discrimination Identification              |
| UPSIT      | University of Pennsylvania Smell Identification Test |
| V.         | Vena   |
| VAS        | Visuelle analog Skala                                |
| WDR        | Wichtigkeit des Riechens                             |

## 10 Anhang

|   |    |
|---|----|
| Case report form (Testtag 2 entspricht Testtag 1) ..... | 80 |
| Testblatt (TDI – Sniffin‘ Sticks/Taste Strips) .....    | 86 |

# Case report form

## Testtag 1

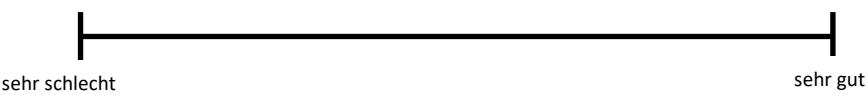
Patienten IDNr. \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

### Vom Probanden auszufüllen:

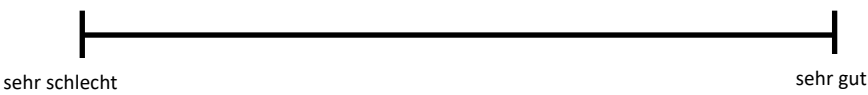
#### Subjektive Nasenatmung:

**rechts**




sehr schlecht sehr gut

**links**



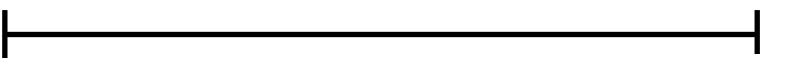
sehr schlecht sehr gut

#### Wie beurteilen Sie Ihr **Riechvermögen**?



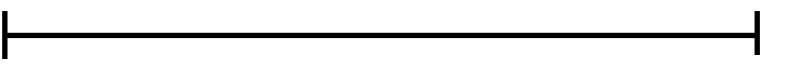
sehr schlecht sehr gut

#### Wie beurteilen Sie Ihr **Schmeckvermögen** (die Wahrnehmung von süß, sauer, etc.)?



sehr schlecht sehr gut

#### Wie beurteilen Sie Ihren **Feingeschmack** (Gewürze, Wein etc.)?



sehr schlecht sehr gut



## Fragebogen: Wichtigkeit des Geruchssinnes im täglichen Leben

| Fragebogen: Wichtigkeit des Geruchssinnes im täglichen Leben (5 Minuten)   |  |                      |                |                      |                     |
|--|--|----------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Dieser Fragebogen erfasst die Rolle des Geruchssinns in Ihrem alltäglichen Leben.</li> <li>Bitte beantworten Sie alle Fragen spontan, es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.</li> </ul> |  |                      |                |                      |                     |
| Nummer   |  | Stimme vollkommen zu | Stimme eher zu | Stimme eher nicht zu | Stimme gar nicht zu |
| 1  | Der Geruch einer Person spielt eine Rolle in der Entscheidung, ob ich ihn/sie mag.   |                      |                |                      |                     |
| 2  | Ich rieche an Lebensmittel um herauszufinden, ob sie verdorben sind oder nicht.  |                      |                |                      |                     |
| 3  | Ich rieche an Speisen, bevor ich sie esse.   |                      |                |                      |                     |
| 4  | Stellen Sie sich bitte vor, Sie besuchen ein Museum. Dort gibt es die Möglichkeit, für 2 € zusätzliche Geruchspräsentationen zu erhalten, um den Gesamteindruck zu unterstreichen. Würden Sie diese Mehrkosten in Kauf nehmen? |                      |                |                      |                     |
| 5  | Wenn ich den Geruch eines Shampoos nicht mag, kaufe ich es nicht.  |                      |                |                      |                     |
| 6  | Wenn ich schmackhaftes Essen rieche, bekomme ich Hunger.   |                      |                |                      |                     |
| 7  | Ohne meinen Geruchssinn wäre/ist das Leben wertlos.  |                      |                |                      |                     |
| 8  | Ich versuche, Gerüche zu lokalisieren, wenn ich etwas rieche.  |                      |                |                      |                     |
| 9  | Ich werde durch Gerüche in meiner Umgebung leicht beeinflusst.   |                      |                |                      |                     |
| 10   | Bestimmte Gerüche wecken sofort zahlreiche Erinnerungen.   |                      |                |                      |                     |
| 11   | Bevor ich Tee/Kaffee trinke, rieche ich automatisch daran.   |                      |                |                      |                     |
| 12   | Wenn ich Tomaten kaufe, achte ich auf ihren Geruch.  |                      |                |                      |                     |
| 13   | Wenn mein Partner unangenehm riecht, vermeide ich es, ihn/sie zu küssen.   |                      |                |                      |                     |
| 14   | Bestimmte Gerüche rufen sofort starke Gefühle hervor.  |                      |                |                      |                     |
| 15   | Ich rieche an meiner Kleidung um zu entscheiden, ob ich sie waschen muss oder nicht.   |                      |                |                      |                     |
| 16   | Wenn es im Büro/in der Wohnung von Bekannten unangenehm riecht, verlasse ich den Raum so schnell wie möglich.  |                      |                |                      |                     |
| 17   | Bestimmte Gerüche können meine Fantasie anregen.   |                      |                |                      |                     |
| 18   | Für mich ist es wichtiger zu riechen, als sehen oder hören zu können.  |                      |                |                      |                     |
| 19   | Manchmal rieche ich an Personen (z. B. meinem Partner oder meinem Kind) um herauszufinden, ob er/sie Alkohol getrunken oder geraucht hat.  |                      |                |                      |                     |
| 20   | Ich kann in einem Geschäft nicht an gut duftenden Kerzen vorbeigehen ohne eine zu kaufen.  |                      |                |                      |                     |

|    |  | Stimme<br>vollkomm | Stimme<br>eher zu | Stimme<br>eher nicht | Stimme<br>gar nicht |
|----|--|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 21 | Ich achte bewusst auf den Geruch der Umgebung, wenn ich mein Haus verlasse                           |                    |                   |                      |                     |
| 22 | Wenn ich an einen Apfel denke, stelle ich mir neben dem Bild auch den Geruch vor.                    |                    |                   |                      |                     |
| 23 | Wenn ich in einem Garten Blumen sehe, rieche ich bewusst daran.                                      |                    |                   |                      |                     |
| 24 | Am Markt achte ich bewusst auf die Düfte der Lebensmittel.   |                    |                   |                      |                     |
| 25 | Beim Kochen rieche ich an einzelnen Zutaten, um zu erkennen, ob diese zusammenpassen.                |                    |                   |                      |                     |
| 26 | Wenn es im meinem Schlafzimmer unangenehm riecht, lüfte ich dieses umgehend.                         |                    |                   |                      |                     |
| 27 | Wenn ich an meinen Partner denke, stelle ich mir auch seinen Geruch vor.                             |                    |                   |                      |                     |
| 28 | Wenn ich an einem Glas Wein rieche, achte ich auf die verschiedenen Aromen.                          |                    |                   |                      |                     |
| 29 | Ich registriere und merke mir die Gerüche mir bekannter Menschen.                                    |                    |                   |                      |                     |
| 30 | Beim Blumenkauf bevorzuge ich Blumen, die gut riechen.   |                    |                   |                      |                     |
| 31 | Nach einem Regenschauer nehme ich den Duft der Umgebung im Freien bewusst intensiver wahr.           |                    |                   |                      |                     |
| 32 | Beim Kochen achte ich auf den Geruch der einzelnen Zutaten.  |                    |                   |                      |                     |
| 33 | Ich überprüfe mehrmals täglich, ob meine Hände, Füße, Achseln oder mein Atem unangenehm riechen.     |                    |                   |                      |                     |
| 34 | Ein typischer Frühlingstag riecht für mich anders als ein typischer Winter-, Sommer- oder Herbsttag. |                    |                   |                      |                     |
| 35 | Für die Ausübung meines Berufes ist ein guter Geruchssinn notwendig.                                 |                    |                   |                      |                     |
| 36 | Für die Ausübung meiner liebsten Freizeitaktivitäten ist ein guter Geruchssinn notwendig.            |                    |                   |                      |                     |
| 37 | Gutes Essen gehört zu meinen größten Leidenschaften.   |                    |                   |                      |                     |
| 38 | Der Genuss eines guten Weins macht mich glücklich.   |                    |                   |                      |                     |

**QOD – Lebensqualität**

|    |  |           |                      |                            |                 |   |   |   |   |
|----|--|-----------|----------------------|----------------------------|-----------------|---|---|---|---|
| P1 | Wegen der Probleme mit dem Riechen schmecken Lebensmittel anders, als sie schmecken sollten.   | trifft zu | trifft weitgehend zu | trifft weitgehend nicht zu | trifft nicht zu | í | í | í | í |
| P2 | Ich habe immer einen schlechten Geruch in der Nase, egal ob eine Duftquelle in der Nähe ist oder nicht.  | trifft zu | trifft weitgehend zu | trifft weitgehend nicht zu | trifft nicht zu | í | í | í | í |
| P3 | Gerüche, die anderen angenehm sind, erscheinen mir unangenehm.   | trifft zu | trifft weitgehend zu | trifft weitgehend nicht zu | trifft nicht zu | í | í | í | í |
| P5 | Das größte Problem für mich ist nicht so sehr, dass ich Gerüche schwächer (oder gar nicht) wahrnehme, sondern dass sie anders riechen als sie riechen sollten. | trifft zu | trifft weitgehend zu | trifft weitgehend nicht zu | trifft nicht zu | í | í | í | í |

|    |   |  |                  |
|----|---|--|------------------|
| 1  | Wegen der Riechstörungen gehe ich seltener ins Restaurant zusammen mit Verwandten oder Bekannten.                 | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 4  | Ich bin mir der Schwierigkeiten mit dem Riechen vom Aufwachen bis zum Schlafengehen bewusst.                      | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 11 | Die Schwierigkeiten mit dem Riechen schränken meine Genussfähigkeit ein.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 13 | Ich mache mir Sorgen, ob ich jemals dazu in der Lage sein werde, mit diesem Problem fertig zu werden.             | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 14 | Ich halte stets ein Versprechen, gleichgültig wie schwierig es auch sein könnte, das zu tun, was ich gesagt habe. | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 15 | Ich fühle mich wegen der Veränderungen meines Riechvermögens angespannter als früher.                             | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 17 | Ich habe gelegentlich Gedanken und Vorstellungen, von denen ich nicht möchte, dass andere sie erfahren.           | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 19 | Fast alle meine Probleme sind durch die Schwierigkeiten mit dem Riechen bedingt.                                  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 22 | Die Schwierigkeiten mit dem Riechen stören mich beim Essen.   | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 23 | Mein Benehmen ist immer gut und einwandfrei.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 26 | Bekannte, Verwandte oder Nachbarn besuche ich wegen der Schwierigkeiten mit dem Riechen seltener als früher.      | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 27 | Wegen der Schwierigkeiten mit dem Riechen fällt es mir schwerer, mich zu entspannen.                              | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 28 | Ich habe wegen der Schwierigkeiten mit dem Riechen Gewichtsprobleme.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |

|    |   |  |                  |
|----|---|--|------------------|
| 31 | Unter all den Leuten, die ich kenne, gibt es einige, die ich ganz und gar nicht ausstehen kann.   | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 32 | Ich kann mir vorstellen, zu lernen, mit den Riechschwierigkeiten umzugehen.   | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 33 | Die Schwierigkeiten mit dem Riechen führen bei mir zum Gefühl des Ausgeschlossenenseins.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 34 | Ich vermeide Gruppen von Personen wegen der Schwierigkeiten mit dem Riechen.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 35 | Die Riechschwierigkeiten sind eines der Probleme im Leben, mit denen man zu leben hat.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 36 | Ich bin noch nie zu spät zu einer Verabredung oder Arbeit erschienen.   | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 37 | Wegen der Riechstörungen esse ich weniger/mehr als früher.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 39 | Ich habe Angst, mich wegen der Schwierigkeiten mit dem Riechen bestimmten Gefahren auszusetzen (z.B. Haushaltsgas, verdorbene Nahrung). | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 42 | Durch die Schwierigkeiten mit dem Riechen ergeben sich Probleme bei alltäglichen Tätigkeiten.   | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 48 | Ich rede manchmal über Dinge, von denen ich nichts verstehe.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 49 | Die Schwierigkeiten mit dem Riechen machen mich gereizt.  | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |
| 50 | Durch die Schwierigkeiten mit dem Riechen ist meine Partnerbeziehung gestört.   | trifft zu<br>trifft weitgehend zu<br>trifft weitgehend nicht zu<br>trifft nicht zu | í<br>í<br>í<br>í |

**Testtag 1**

**Patienten IDNr.** \_\_\_\_\_

**Datum:** \_\_\_\_\_

**Vom Untersucher auszufüllen:**

Liegt eine Parosmie vor? Ja \_\_\_ Nein \_\_\_

Threshold score:

Discrimination score:

Identification score:

TDI:

**Riechtagebuch: TDI, Testtag 1****Patienten ID:**Threshold (Schwelle)

Datum:

|    |     |     |     |   |   |   |   |
|----|-----|-----|-----|---|---|---|---|
|    | (1) | (2) | (3) | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1  |     |     |     |   |   |   |   |
| 2  |     |     |     |   |   |   |   |
| 3  |     |     |     |   |   |   |   |
| 4  |     |     |     |   |   |   |   |
| 5  |     |     |     |   |   |   |   |
| 6  |     |     |     |   |   |   |   |
| 7  |     |     |     |   |   |   |   |
| 8  |     |     |     |   |   |   |   |
| 9  |     |     |     |   |   |   |   |
| 10 |     |     |     |   |   |   |   |
| 11 |     |     |     |   |   |   |   |
| 12 |     |     |     |   |   |   |   |
| 13 |     |     |     |   |   |   |   |
| 14 |     |     |     |   |   |   |   |
| 15 |     |     |     |   |   |   |   |
| 16 |     |     |     |   |   |   |   |

Punkte: \_\_\_\_

Diskrimination

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

Punkte: \_\_\_\_/16

Identifikation (Blaue Stifte)

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

Punkte: \_\_\_\_/16

**Riechtagebuch: TDI, Testtag 2**

**Patienten ID:**

Threshold (Schwelle)

Datum:

|    |     |     |     |   |   |   |   |
|----|-----|-----|-----|---|---|---|---|
|    | (1) | (2) | (3) | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1  |     |     |     |   |   |   |   |
| 2  |     |     |     |   |   |   |   |
| 3  |     |     |     |   |   |   |   |
| 4  |     |     |     |   |   |   |   |
| 5  |     |     |     |   |   |   |   |
| 6  |     |     |     |   |   |   |   |
| 7  |     |     |     |   |   |   |   |
| 8  |     |     |     |   |   |   |   |
| 9  |     |     |     |   |   |   |   |
| 10 |     |     |     |   |   |   |   |
| 11 |     |     |     |   |   |   |   |
| 12 |     |     |     |   |   |   |   |
| 13 |     |     |     |   |   |   |   |
| 14 |     |     |     |   |   |   |   |
| 15 |     |     |     |   |   |   |   |
| 16 |     |     |     |   |   |   |   |

Punkte: \_\_\_\_

Diskrimination

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

Punkte: \_\_\_\_/16

Identifikation (Lila Stifte)

|    |              |               |            |              |
|----|--------------|---------------|------------|--------------|
| 1  | Pfefferminz  | Birne         | Petersilie | Orange       |
| 2  | Cola         | Apfel         | Gummibär   | Zitrone      |
| 3  | Minze        | Fichte        | Flieder    | Schnittlauch |
| 4  | Pfirsich     | Grapefruit    | Weintraube | Erdbeere     |
| 5  | Rose         | Sauerkraut    | Möhre      | Gras         |
| 6  | Pflaume      | Melone        | Himbeere   | Orange       |
| 7  | Eukalyptus   | Zitrone       | Lakritz    | Fichte       |
| 8  | Paprika      | Vanille       | Ingwer     | Pfeffer      |
| 9  | Zimt         | Schokolade    | Erdnuss    | Kokos        |
| 10 | Gras         | Fichte        | Lavendel   | Rose         |
| 11 | Zitrone      | Johannisbeere | Orange     | Melone       |
| 12 | Kirsche      | Pfirsich      | Apfel      | Erdbeere     |
| 13 | Knoblauch    | Pilze         | Schinken   | Holz         |
| 14 | Geräuchertes | Leder         | Zigarette  | Salami       |
| 15 | Kekse        | Orange        | Gummibär   | Karamell     |
| 16 | Pfeffer      | Muskat        | Zwiebel    | Senf         |

Punkte: \_\_\_\_/16

**Riechtagbuch: Taste Strips**

**Patienten ID:**

Datum:

|    |   | Süß | Salzig | Sauer | Bitter | Kein<br>Geschmack |
|----|---|-----|--------|-------|--------|-------------------|
| 1  | D |     |        |       |        |                   |
| 2  | H |     |        |       |        |                   |
| 3  | L |     |        |       |        |                   |
| 4  | P |     |        |       |        |                   |
| 5  | K |     |        |       |        |                   |
| 6  | O |     |        |       |        |                   |
| 7  | G |     |        |       |        |                   |
| 8  | U |     |        |       |        |                   |
| 9  | C |     |        |       |        |                   |
| 10 | F |     |        |       |        |                   |
| 11 | B |     |        |       |        |                   |
| 12 | N |     |        |       |        |                   |
| 13 | J |     |        |       |        |                   |
| 14 | A |     |        |       |        |                   |
| 15 | V |     |        |       |        |                   |
| 16 | E |     |        |       |        |                   |
| 17 | M |     |        |       |        |                   |
| 18 | I |     |        |       |        |                   |

Punkte:\_\_\_