

# **Bessere Unterscheidung durch mehr Items?**

Eine Untersuchung zum Einfluss der Anzahl an  
Auswahlmöglichkeiten auf das Ergebnis eines  
Riechidentifikationstests

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

zur Erlangung eines doctor medicinae (Dr. med.)

der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus

der Technischen Universität Dresden

vorgelegt von

Christian Tröger

aus Rodewisch

Dresden 2010

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Thomas Hummel

2. Gutachter:

Tag der mündlichen Prüfung:

gez.: .....  
Vorsitzender der Promotionskommission

# Inhaltsverzeichnis

1. Einführung in die Thematik.....	5
1.1 Einleitende Gedanken.....	5
1.2 Der Geruchssinn .....	6
1.2.1 Die Riechschleimhaut.....	6
1.2.2 Die periphere Umsetzung einströmender Riechinformation .....	7
1.2.2.a Reaktion olfaktorischer Rezeptorneurone auf Duftstoffe .....	7
1.2.2.b Signalweiterleitung und Herabregulierung der Erregbarkeit.....	8
1.2.3 Die zentrale Umsetzung einströmender Riechinformation .....	8
1.3 Möglichkeiten zur Messung des Riechvermögens .....	9
1.3.1 Kurze psychophysische Riechtestverfahren .....	10
1.3.2 Ausführliche psychophysische Riechtestverfahren .....	11
1.3.2.a Beschreibung olfaktorischer Störungen.....	11
1.3.2.b Testverfahren .....	11
1.3.2.c Retronasales Riechen.....	13
1.3.3 Objektive elektrophysiologische Riechtestverfahren .....	14
1.4 Bisherige Erkenntnisse zu den verschiedenen Testversionen, mit denen der Riechsinn evaluiert wird.....	15
1.4.1 Ergebnisänderung durch Testmodifikation?.....	15
1.4.2 Abnahme des Geruchsinns im Alter? .....	16
1.4.3 Unterschiede im Riechvermögen von Frauen und Männern? .....	18
1.4.4 Lässt sich das eigene Riechvermögen wirklichkeitsgetreu einschätzen? 20	
1.4.5 Hat die Ursache der Riechstörung Einfluss auf ihren Schweregrad?.....	21
1.4.5.a Sinunasale Riechstörungen .....	21
1.4.5.b Nichtsinunasale Riechstörungen.....	23
1.5 Ziel der Studie .....	25
2. Material und Methoden .....	26
2.1 Studiendesign .....	26
2.2 Patientenauswahl .....	26
2.3 Studienablauf.....	26
2.4 Aufklärung und Einverständnis .....	28

3. Ergebnisse.....	29
3.1 Testergebnisse Patienten- und Kontrollgruppe.....	29
3.2 Betrachtung in Abhängigkeit vom Alter .....	31
3.3 Abhängigkeit vom Geschlecht.....	34
3.4 Abhängigkeit der Ergebnisse von der Selbsteinschätzung .....	36
3.5 Einfluss der Riechstörungsursache auf die Ergebnisse .....	38
4. Diskussion .....	41
4.1 Diskussion der Testergebnisse von Patienten- und Kontrollgruppe.....	41
4.2 Betrachtung der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter.....	42
4.3. Abhängigkeit der Ergebnisse vom Geschlecht.....	46
4.4. Abhängigkeit Ergebnisse von der Selbsteinschätzung .....	46
4.5 Einfluss der Riechstörungsursache auf die Ergebnisse .....	48
4.6 Methodenkritik .....	50
5. Schlussfolgerungen.....	52
6. Zusammenfassung .....	55
7. Literaturverzeichnis .....	57
8. Tabellenverzeichnis .....	67
9. Abbildungsverzeichnis .....	68
Anhang .....	69
Danksagung .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Eidesstattliche Erklärung .....	77
Thesen zur Dissertationsschrift .....	78

# 1. Einführung in die Thematik

## 1.1 Einleitende Gedanken

Der Geruchssinn ist uns ein oft stiller und unbemerkter Wegbegleiter. Er versorgt uns ständig mit neuesten Informationen aus unserer unmittelbaren Umgebung und das hoffentlich das ganze Leben lang. Genau wie die optischen, akustischen und gustatorischen Informationen ist der Geruchssinn schon für die Bewältigung banaler Alltagssituationen ganz entscheidend. Bereits früh am Morgen werden wir im Normalfall zuerst von unserer Nase darüber informiert, dass wir den Toaster besser eine Stufe zurückstellen sollten, bevor uns Augen und Geschmack das erste wohlbekanntes Dilemma des Tages in seiner ganzen Vollkommenheit spüren lassen.

Entwicklungsgeschichtlich betrachtet ist der Geruchssinn sogar das älteste Sinnesorgan, dessen aus der Umwelt aufgenommene Eindrücke fast gänzlich ungefiltert und ohne vorherige Modifikationen zur Wahrnehmung kommen und dabei eng mit Emotionen und Erinnerungen durch Verschaltungen zum Hippocampus und den Amygdala gekoppelt sind, was uns bei der durch verbrannten Toast verursachten schlechten Laune auffallen sollte. Durch Geruch hervorgerufene Erinnerungen unterscheiden sich von den Erinnerungen, die durch bestimmte Bilder oder Wörter ausgelöst werden. Die olfaktorisch getriggerten Erinnerungen sind tiefer vergraben, reichen meist aber auch weiter ins eigene Leben zurück und sind emotional einnehmender als verbal oder visuell ausgelöste Erinnerungen.

Da der Geruchssinn wie oben erwähnt jedoch oft sehr subtil im Vergleich zu optischen und akustischen Eindrücken wirkt, wird seine Bedeutung häufig unterschätzt. Sie ist uns oft erst dann wieder bewusst, wenn die Riechfunktion plötzlich ausfällt. Sei es – wünschenswert – nur zeitlich begrenzt, bei einer nervigen Erkältung oder aber bedauerlicherweise sehr lang anhaltend oder gar zeitlebens, wie es zum Beispiel nach Verletzungen mit Kopfbeteiligung der Fall sein kann. Wenn der Riechsinn nicht mehr funktioniert, wird man ständig daran erinnert. Fast im Minutentakt werden sehnsüchtige Gefühle nach diesem treuen Freund wach.

Da treue Freundschaften gepflegt werden müssen, ist es unabdingbar, dass auf dem Gebiet der Riechforschung, die mit Hilfe der in den letzten Jahren stark verbesserten diagnostischen Möglichkeiten mit subjektiven und objektiven Verfahren große Fortschritte gemacht hat, weiter getüftelt, getestet und geforscht wird. Nur so kann

damit die Grundlage für eine Weiterentwicklung vorhandener Therapiemöglichkeiten geschaffen werden, um bei Verlust des Geruchssinnes helfen zu können und den Alltag und das Lebensgefühl wieder erfüllter werden zu lassen [1].

## 1.2 Der Geruchssinn

### 1.2.1 Die Riechschleimhaut

Riechen ist ein Vorgang, der durch spezialisierte Chemosensoren ermöglicht wird. Geruchsmoleküle binden an Rezeptoren der Chemosensoren und lösen damit eine Weiterleitung der Information über mehrere Verschaltungen ins Gehirn aus, wo der endgültige Geruchseindruck entsteht. Diese Rezeptoren sitzen in der Riechschleimhaut, dem olfaktorischen Epithel, das sich in der Riechspalte im oberen Nasengang befindet [2,3]. Zu diesem Schleimhautareal können die Duftmoleküle über zwei Zugangswege gelangen. Zum einen über den „orthonasalen“, über die beiden Nasenlöcher führenden, andererseits über den „retronasalen“ hinteren Weg aus der Mundhöhle über die Choanen [4].

Das olfaktorische Epithel setzt sich aus **Basalzellen**, den **olfaktorischen Rezeptorneuronen** und den **Stützzellen** zusammen.

Die **olfaktorischen Rezeptorneurone** (ORN) befinden sich in der mittleren Epithelschicht, sind bipolar und ragen mit ihren Dendriten in die Schleimschicht der Nasenhöhle. Dort treiben sie knotenförmig auf und sind Ausgangspunkt für bis zu zwanzig unbewegliche Zilien. Die chemosensorischen Rezeptoren sind in die Zilienmembran integriert.

Zwischen den Dendriten der ORN liegen die **Stützzellen**. Neben der Stützfunktion sind sie für die Aufrechterhaltung des extrazellulären Ionengleichgewichtes von Bedeutung [4].

Die Axone der **olfaktorischen Rezeptorzellen** laufen zur Lamina cribrosa, wobei sie von so genannten Olfactory Ensheathing Cells umgeben sind. Diese Zellen bahnen die olfaktorischen Rezeptorneurone, die sich ständig erneuern, auf ihrem Weg zum Bulbus olfactorius und verhindern auf diese Weise Fehlverschaltungen [4,5].

Vorläuferzellen der ORN sind die **Basalzellen**. Sie differenzieren sich in eine epitheliale Linie (Stützzellen und Zellen des Ausführungsgangsystems der Bowmann-

Drüsen, auf die im Folgenden noch Bezug genommen wird) und eine neuronale Linie aus. Ergebnisse von Untersuchungen zur Lebensdauer der olfaktorischen Rezeptorneurone sind bislang nicht bekannt, bei Schätzungen an Tiermodellen geht man von 60 Tagen bis zu einem Jahr aus. Es ist anzunehmen, dass der Zellumsatz im Laufe des Lebens rückläufig ist und das Zellalter deutlich ansteigt. Die Entstehung des funktionalen Riechepithels aus Vorläuferzellen ist die notwendige Voraussetzung für eine Erholung der Riechfunktion nach Virusinfektionen und Riechverlusten nach traumatischer Schädigung [4,6].

Zusätzlich gibt es die *Bowman-Drüsen*, die seröses Sekret entlang des olfaktorischen Epithels verteilen. Dieses Sekret fördert die Bindung von Duftmolekülen an die Rezeptoren durch Duftstoff bindende Proteine. Außerdem spielt es eine Rolle bei der pH-Wert-Regulation und Erhaltung des Ionengleichgewichts [4,7,8] sowie der Immunbarrierefunktion, da die olfaktorischen Rezeptorneurone als direkter Transportweg von der äußeren Umwelt (Nasenhöhle) zum zentralen Nervensystem fungieren. [4,9].

#### *Neurogenese olfaktorischer Strukturen*

Das Riechepithel und die an ihm beteiligten Nervenzellen sind im Laufe des gesamten Lebens in der Lage, sich zu regenerieren. So konnte 2007 von Curtis und Mitarbeitern nachgewiesen werden, dass aus dem Hirnbereich der subventrikulären Zone Zellen in den Riechkolben wandern und dort zu Nervenzellen mit spezifischen Funktionen reifen. Diese Möglichkeit zur Plastizität oder Formbarkeit und die damit verbundene gegenseitige Wechselwirkung von Peripherie und zentralem Nervensystem ist für die Entwicklung, das Training und den Erhalt der Riechfunktion unabdingbar. Funktion, Beanspruchung und Regeneration des Riechepithels haben durch diese Verbindung ebenfalls Auswirkungen auf Größe, Informationsfluss und Informationsverarbeitung zentraler olfaktorischer Riechstrukturen im Sinne eines Trainings [4,10].

### 1.2.2 Die periphere Umsetzung einströmender Riechinformation

#### 1.2.2.a Reaktion olfaktorischer Rezeptorneurone auf Duftstoffe

Die olfaktorischen Rezeptoren müssen die Duftstoffmoleküle binden und anschließend für eine korrekte Weiterleitung der Signale in den Bulbus olfactorius

sorgen. Kodiert werden die spezifischen Rezeptoren durch rund 400 funktionelle Gensequenzen, darüber hinaus existieren ungefähr 400 weitere Pseudogene [4,11-15]. Jeweils eines dieser Gene verschlüsselt einen Rezeptortyp und nur ein Rezeptortyp wird in Form einer G-Protein-gekoppelten Transmembrandomäne in die Zellmembran einer olfaktorischen Rezeptorneuronenzelle eingebaut. Für den Menschen ergibt sich eine geschätzte Anzahl von 200-400 Rezeptortypen [4,11,14]. Entweder kann ein Duftstoff mit seinen verschiedenen Molekülanteilen an verschiedene Rezeptoren binden oder verschiedene Duftstoffe aktivieren denselben Rezeptortyp. Beispielsweise setzt sich der Riecheindruck Bier aus vielen Duftnoten zusammen, die an viele olfaktorische Rezeptoren binden und erst nach der Weiterleitung ins zentrale Nervensystem als komplexer Informationseingang zusammengesetzt und wahrgenommen werden [4].

#### 1.2.2.b Signalweiterleitung und Herabregulierung der Erregbarkeit

Hat ein Duftstoff an seinen Rezeptor gebunden, wird er in ein elektrisches Signal in Form eines Aktionspotentials umgesetzt, das entlang der olfaktorischen Neurone bis in den Bulbus olfactorius weitergeleitet wird [4].

Wird die Riechschleimhaut ständig dem gleichen Geruchsreiz ausgesetzt, wird ihre Erregbarkeit für diesen Duftstoff herabreguliert. In der Folge vermindern sich die durch den Duftstoff hervorgerufenen Aktionspotentiale. Auch im zentralen Nervensystem kann durch den olfaktorischen Kortex die aus dem Bulbus olfactorius einlaufende Information über eine Herabsetzung der Synapsenaktivität gedrosselt werden [4].

#### 1.2.3 Die zentrale Umsetzung einströmender Riechinformation

Die Riecheindrücke werden im Gegensatz zu allen anderen ins Hirn einströmenden Informationen nicht durch den Thalamus geleitet und verarbeitet. Ihr Weg führt über den **Bulbus olfactorius** zum **olfaktorischen Kortex**. Sie werden einem bestimmten **Kodierungsmuster** folgend **verarbeitet**.

##### **Bulbus olfactorius:**

Die Axone der olfaktorischen Rezeptorneurone bündeln sich auf ihrem Weg zum Bulbus olfactorius zu den Riechfäden und durchstoßen die Lamina cribrosa des Siebbeins. In ihrer Gesamtheit bilden sie den Riechnerv, den Nervus olfactorius. Die Nervenenden der Rezeptorneurone, die den gleichen Rezeptor exprimieren,

konvergieren an bestimmten Orten im Bulbus olfactorius, den Glomeruli. Sie bilden dort Synapsen mit den Mitralzellen, deren Axone zum Tractus olfactorius zusammenlaufen. Dieser leitet die eingegangenen olfaktorischen Informationen weiter zur übergeordneten Hirnstruktur, dem olfaktorischen Cortex [4,16,17].

### **Olfaktorischer Kortex:**

Die Strukturen des olfaktorischen Kortex befinden sich im basalen Vorderhirn und setzen sich aus dem anterioren Nucleus olfactorius, dem piriformen Kortex, Teilen des Mandelkernkomplexes, dorsal der Substantia perforata anterior gelegenen Kerngebieten und dem entorhinalen Kortex zusammen. Der piriforme Kortex ist eines der Hauptprojektionsgebiete.

### **Olfaktorische Kodierung:**

Jedes ORN exprimiert nur einen Rezeptortyp, der wiederum nur eine Duftstoffgruppe bindet, die sich aus bestimmten Einzelkomponenten zusammensetzt. Je nach Zusammensetzung der funktionellen Gruppen, die den Aufbau des Duftstoffmoleküls ausmachen, ist die Bindung an den Rezeptor unterschiedlich stark [18,19]. Ein Rezeptor kann somit mehrere Duftstoffe und ein komplexer Duftstoff an mehrere Rezeptoren binden. Verschiedene Gerüche werden also durch unterschiedliche Kombinationen aktivierter Rezeptoren wahrgenommen [20-22].

## 1.3 Möglichkeiten zur Messung des Riechvermögens

Die quantitative Erfassung des Riechvermögens ist für medizinische Zwecke unerlässlich, da bisher durchgeführte Befragungen zur Selbsteinschätzung der Riechfähigkeit diese als nicht aussagekräftig genug zeigten, sondern eher den nasalen Luftfluss der Befragten widerspiegeln [23,24].

Es gibt eine Vielzahl von Riechtestverfahren, die mit unterschiedlichen Ansatzpunkten der Messung des Riechvermögens dienen. Häufig ähneln sich die Versuchsanordnungen, aber nur eine Auswahl davon ist validiert [24].

Die Testung kann auf **psychophysischem** Wege über die Duftwahrnehmung durch die Nase (orthonasal), über die Mundhöhle und den Rachen (retronasal) oder **elektrophysiologisch** über die Ableitung von Hirnströmen mit dem

Elektroenzephalogramm erfolgen. Ganz gleich welcher Test zur Datenerhebung gewählt wird, allen Untersuchungen sollte eine ausführliche Befragung zur Anamnese vorangestellt werden. Bei den psychophysischen Tests gibt es kurze und ausführliche Verfahren.

### 1.3.1 Kurze psychophysische Riechtestverfahren

Die kurzen Verfahren sind sehr einfach aufgebaut und dienen in erster Linie dazu, eine mögliche Anosmie eines Patienten auszuschließen. Dazu gehören beispielsweise der Cross-Cultural Smell Identification Test (**CCSIT**), die **Sniffin´ Sticks**, der European Test of Olfactory Capabilities (**ETOC**), der **Zürcher Riechtest**, sehr **kurze Screening-Verfahren** und der **Alcohol-Sniff-Test** [24].

Im **CCSIT** sind verschiedene Gerüche auf Papier fixiert. Der Proband muss diese durch Rubbeln freisetzen und den richtigen Geruch aus einer Auswahl von vier Möglichkeiten herausfinden [25]. Der **Sniffin´ Sticks**-Test kann als Schnelltest mit zwölf verschiedenen Gerüchen in Form eines Identifikationstests durchgeführt werden. Auch bei diesem Test ist der korrekte Geruch aus einer Auswahl von vier Möglichkeiten zu bestimmen [26]. Im **Zürcher Riechtest** werden Düfte mit Hilfe von Disketten präsentiert und müssen aus einer Auswahl von drei Vorgaben erkannt werden [27]. Diese drei Tests können vom Patienten selbst durchgeführt werden.

Mit in Gläschen verwahrten Gerüchen wird beim **ETOC** gearbeitet. Hier wird vom Probanden zunächst aus vier Gläsern dasjenige mit einem Geruch gewählt. Im anschließenden Testteil wird der Duft ebenfalls aus einer Liste mit vier Begriffen bestimmt [28].

Darüber hinaus wurden **besonders schnell durchführbare Screening-Tests** entwickelt, die verkürzte Abwandlungen mit nur drei bzw. fünf verwendeten Düften des University of Pennsylvania Smell Identification Tests oder der Sniffin´ Sticks sind [29-31]. Genauso wie der **Alcohol-Sniff-Test** [32] bieten sie eine schnelle, erste Orientierung über das Riechvermögen.

### 1.3.2 Ausführliche psychophysische Riechtestverfahren

Mit den ausführlichen Riechtests lassen sich differenziertere Ergebnisse über das Riechvermögen der Testprobanden erzielen und Aussagen im Sinne der Definition von Riechstörungen treffen.

#### 1.3.2.a Beschreibung olfaktorischer Störungen

Man unterscheidet in **quantitative** und **qualitative** Riechstörungen. **Anosmie**, **Hyposmie** und **Hyperosmie** gehören zu den quantitativen, **Parosmie** und **Phantosmie** zu den qualitativen Riechstörungen.

Das **vollständige Fehlen des Riechvermögens** wird als **Anosmie** bezeichnet. Kann nur ein bestimmter Geruch nicht wahrgenommen werden, spricht man von spezifischer/partieller Anosmie [24,33]. Funktionelle Anosmie beschreibt eine olfaktorische Restfunktion, die für eine ausreichende Geruchswahrnehmung im Alltag nicht mehr genügt [34]. Büßt ein Mensch einen Teil seiner Riechwahrnehmung ein, nennt sich das **Hyposmie** (oft im höheren Alter auftretend, daher auch Presbyosmie genannt [34]). Verstärktes Riechvermögen – **Hyperosmie** – tritt nur sehr selten auf.

Bei den **qualitativen Riechstörungen** steht die **Parosmie** für die falsche oder missempfundene Wahrnehmung eines existenten Riechstoffes. Die **Phantosmie** dagegen beschreibt die Wahrnehmung eines Geruches ohne existierende Duftstoffquelle [35].

#### 1.3.2.b Testverfahren

Zu den am häufigsten verwendeten und bestvalidiertesten ausführlichen Riechtests zählen der University of Pennsylvania Smell Identification Test (**UPSIT**), der Connecticut Chemosensory Clinical Research Center-Test (**CCCRC-Test**) und die **Sniffin' Sticks** [16].

Der **UPSIT**-Test bietet 40 Duftstoffe, die auf Papier fixiert und durch Rubbeln freizusetzen sind. Der korrekte Geruch muss im Multiple-Choice-Verfahren gewählt werden. Er testet ausschließlich die Identifikation von Gerüchen [36,37]. Im **CCCRC**-Test gibt es einen Schwellentest zur Wahrnehmungsschwelle von Butanol. Im zweiten Testteil, ebenfalls ein Identifikationstest, muss der Proband acht Gerüche aus einer Auswahl von sechzehn Wahlmöglichkeiten erkennen. Die Testergebnisse ergeben einen

aussagekräftigen Gesamtwert [38]. Beide Tests wurden in Nordamerika entwickelt und sind dort auch am weitesten verbreitet. Sie weisen im Vergleich zu europäischen Tests, wie den Sniffin´ Sticks, kulturell bedingte Unterschiede der Testsubstanzen auf, sodass in unseren Breitengraden adaptierte Versionen notwendig sind [16,24].

Die **Sniffin´ Sticks** sind der in Europa am weitesten verbreitete Riechtest [39,40]. Die Untersuchung bezieht sich auf **drei Qualitäten** der Geruchswahrnehmung: **Identifikation, Diskrimination** und **Schwellenwertbestimmung**.

Im **Schwellentest** lässt sich ermitteln, in welcher Konzentration der Versuchsteilnehmer Gerüche wahrzunehmen vermag. Ihm werden die Augen mit einer Maske verbunden. Im Anschluss beginnt der Untersucher, dem Probanden eine in ihrer Konzentration ansteigende Reihe mit Butanol-versetzten Stiften und geruchslosen Stiften unter die Nase zu halten. Es gibt 16 verschiedene Duftstoffkonzentrationen. Pro Reihe werden ein Butanolstift und zwei geruchslose Stifte in zufälliger Reihenfolge vorgehalten. Die Testperson muss den Butanol-Stift erkennen. Ist das nicht der Fall, geht der Untersucher zur nächst höheren Konzentration. Wird der richtige Stift zweimal in Folge erkannt, wird im nächsten Schritt wieder die geringere Butanol-Konzentration getestet, bis der Proband den richtigen Stift nicht mehr erkennen kann. Diese so genannten Umkehrpunkte müssen siebenmal erreicht sein, wonach sich aus dem Durchschnittswert der letzten vier bestimmten Umkehrpunkte der Geruchsschwellenwert ergibt.

Die Fähigkeit zur Geruchsunterscheidung wird im **Diskriminationstest** ermittelt. Auch hier muss der Proband mit verschlossenen Augen aus einer Reihe von drei Stiften, die zwei identische und einen sich unterscheidenden Geruch enthalten, den anders riechenden Stift bestimmen. Es gibt 16 dieser Dreierreihen.

Im **Identifikationstest** werden dem Patienten 16 verschiedene Gerüche demonstriert. Pro Stift gibt es eine Auswahl von vier unterschiedlichen Gerüchen, aus denen der Teilnehmer die richtige Antwort herausfinden muss. Die Punkte aus den drei Tests (maximal 16 erreichbare aus jedem Test) werden addiert und ergeben den Schwellenwert-Diskriminations- und Identifikationswert (SDI-Wert), der eine Einschätzung des Riechvermögens in normosmisch, hyposmisch und anosmisch erlaubt [24].

Es besteht die Annahme, dass mit dem Schwellenwerttest eher die peripheren Funktionen des Riechsystems, mit dem Identifikations- und Diskriminationswert zentralere Bahnen getestet werden [41]. Im Rahmen von Untersuchungen von

Alzheimer-Patienten zeigte sich, dass die Identifikationswerte bereits in frühen Stadien der Alzheimer-Erkrankung herabgesetzt sind, weil die Identifikationsleistungen vielmehr in kognitive Prozesse eingebunden sind als beispielsweise Schwellenwertverarbeitungen [42].

Das bei den meisten Identifikationstest gewählte forced-choice-Muster, also die Auswahl zwischen mehreren Vorgaben, soll sicher stellen, dass jeder Teilnehmer, unabhängig von seiner Selbsteinschätzung zum Riechvermögen, zu einer ernsthaften Versuchsteilnahme motiviert wird und nicht in die Gefahr gerät, überall mit „ich rieche nichts“ zu antworten. Für medicolegale Untersuchungen ist der Test nicht ausreichend [16]. Ein Vorteil der Sniffin´ Sticks ist, dass sie von den Probanden auch selbstständig durchgeführt werden können. Untersuchungen zeigten, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen mit und ohne Untersucher auftraten [43].

### 1.3.2.c Retronasales Riechen

Einer Untersuchung von Deems und Kollegen aus dem Jahre 1991 zufolge ist in weiten Teilen der Bevölkerung die Ansicht verbreitet, dass Geschmacksstörungen vorliegen, obwohl eigentlich die Geruchsfunktion und damit das retronasale Riechen betroffen ist [44]. Beim retronasalen Riechen steigen die Duftstoffe über den Rachenraum und die Choanen an die Geruchsrezeptoren in der Nase. Ein Test der wirklichen Geschmackseindrücke wie süß, sauer, salzig und bitter zeigt daher oft, dass dieser Sinn funktionstüchtig ist. Die retronasalen Riechtests werden im Wesentlichen durch die Applikation von Duftstofflösungen (Aachener Rhinotest [45]) oder Pulvern in die Mundhöhle (Schmeckpulvertest [46]) durchgeführt. Auch hier müssen sich die Testteilnehmer aus einer Liste von Auswahlmöglichkeiten für den richtigen Geschmacksstoff entscheiden.

Nakashima entwickelte 2006 einen Test, bei dem Duftstoffe über das venöse System injiziert und anschließend bei der Ausatmung über die Lunge retronasal wahrgenommen werden [47]. Beim Vergleich ortho- und retronasaler Tests stellten Landis und Kollegen 2005 fest, dass Patienten auf retronasales Riechen ein objektives Wahrnehmungssignal via olfaktorisch evozierter Potentiale absendeten und im Gegensatz dazu auf die orthonasalen Stimuli wesentlich schlechter reagierten. Geruchswahrnehmung über die Nase kann also unabhängig von funktionierender oraler Geruchswahrnehmung gestört sein [48].

### 1.3.3 Objektive elektrophysiologische Riechtestverfahren

Für die Entwicklung der Messung von olfaktorischen Reizen über das EEG erschienen besonders in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts wichtige Arbeiten [49-51]. Hier wurde festgestellt, dass ohne willentlichen oder vegetativ bedingten Einfluss Informationen über den Geruchssinn der Testperson erhoben werden können. 20 Jahre später erstellten Hummel und Mitarbeiter Richtlinien für die Olfaktometrie elektrisch evozierter Potentiale [52].

Der Proband sitzt während der Untersuchung neben einem Olfaktometer. Mit diesem ist der Versuchsteilnehmer über ein Nasenstück in seinem Nasenloch und einen Plastikschauch verbunden. Außerdem sind an seiner Kopfhaut Elektroden zur Ableitung von Hirnströmen angebracht. Durch einen über das Olfaktometer eingehenden Geruchseindruck kommt es zu einer Aktivierung von Neuronen im Hirnkortex, wodurch ein ableitbares elektromagnetisches Feld entsteht. Das durch den Geruch hervorgerufene Signal ist ein „lautes“ Signal, das aus der Grundaktivität des Hirnstroms (normale „Zickzack-Linienführung“ der Hirnstromableitungen, wenn kein Reiz eingeht) entnommen werden muss. Für die Lesbarkeit einer Reizantwort ist ein steiler Anstieg der Reizflanke notwendig. Ein zu flacher Anstieg des Stimulus wäre in den Ausschlägen nicht ersichtlich, da die Aktivität der kortikalen Antwort von den Hintergrundströmungen „verschluckt“ würde. Die Reizimpulse sollten in einen konstanten Luftstrom gleichbleibender Flussrate (6-8l/min), Temperatur (Körpertemperatur) und Feuchtigkeit (70-80%) eingebettet sein. Es muss also ein reizfreies Intervall geben, in dem geruchslose Luft mit Körpertemperatur, einer Flussrate von 6-8 Litern und einer Feuchtigkeit von 70-80% Sättigung in die Nasenhöhle geleitet wird. Gleichzeitig läuft parallel ein Strom von mit Duftstoff angereicherter Luft, der zum Zeitpunkt des reizfreien Intervalls mit einem Vakuum angesaugt und „zurückgehalten“ wird. Wenn die Applikation des Geruchsreizes ausgelöst wird, wechselt das Vakuum auf die andere Seite der Zustromleitung, durch die der geruchslose Luftstrom läuft. Nun ist der Weg für den Geruchsreiz freigegeben, der ebenfalls in eine Zuluft mit einer Flussrate von 6-8 Litern und eine Feuchtigkeit von 70-80% Sättigung bei Körpertemperatur eingebettet ist. Damit wird verhindert, dass die Nasenschleimhaut mechanisch gereizt wird. Auf diese Art und Weise ist die Aufzeichnung eines reinen olfaktorischen Signals möglich.

Es können unterschiedliche Geruchskonzentrationen appliziert werden. Die Stimulusapplikation sollte frei von mechanischen, thermischen und akustischen Reizen erfolgen. Als Geruchsreiz empfehlen sich die reinen Olfaktoriusreizstoffe Schwefelwasserstoff, Vanillin und Diethylalkohol, die das trigeminale System - wenn überhaupt - nur minimal aktivieren. Am Ende sollte ein trigeminaler Reiz mit geruchslosem Kohlendioxid abgeleitet werden, weil das trigeminale System bei An- und Hyposmikern ebenfalls in seiner Funktion herabgesetzt sein kann. Dies stellt zusätzlich eine gute Prüfkomponente des Messvorgangs dar [52,53].

## 1.4 Bisherige Erkenntnisse zu den verschiedenen Testversionen, mit denen der Riechsinn evaluiert wird

### 1.4.1 Ergebnisänderung durch Testmodifikation?

Wie bereits ausgeführt, gibt es viele Möglichkeiten der Riechtestung. Der für diese Untersuchung verwendete Riechidentifikationstest ist nur ein Teil des gesamten Sniffin´ Sticks-Test [39,40]. Viele Untersuchungen, die ausschließlich mit dem Identifikationstest vorgenommen wurden, dienten beispielsweise dazu, seine Aussagekraft als verkürzter Screening-Test nachzuvollziehen [26,29,30]. Mit der Kurzversion lassen sich bereits verlässliche Aussagen zur Frage nach Normosmie oder Anosmie treffen [54]. Die Testerweiterung auf die drei Untersuchungen Identifikation, Schwellenwertbestimmung und Diskrimination und damit die Bestimmung des SDI-Wertes erlaubt ein verlässlicheres und besser korrelierendes Ergebnis bei einer Testwiederholung als beispielsweise ein Test, der nur zwei Riechfunktionsdimensionen erfasst [40]. So ist über einen längeren Zeitraum hin ein Vergleich der SDI-Werte und damit ein Rückschluss auf eine eventuelle Verbesserung oder Verschlechterung des Riechvermögens möglich [55]. Aufgrund des praktischen Aufwandes wird im Klinikalltag oft die Durchführung eines Kurztestes vorgezogen, wobei hier in den meisten Fällen auf den Identifikationstest zurückgegriffen wird [25,26,31].

Werden Faktoren, die den Identifikationstest direkt beeinflussen können, modifiziert, schlägt sich das im Ergebnis nieder. Das konnte anhand einer Verschärfung des Kontrastes zwischen den Auswahlmöglichkeiten pro präsentiertem Duft gezeigt werden [56]. Selbst sehr bekannte und eindeutig identifizierbare Gerüche wie Knoblauch

wurden in einer deutlich geringeren Anzahl erkannt, wenn es eine ähnliche Auswahlmöglichkeit wie beispielsweise Zwiebel gab. Riechgeminderte, also hyposmische Teilnehmer, profitierten von einer Verschärfung des Kontrastes der Auswahlmöglichkeiten. Anosmische Patienten schnitten dagegen nicht wesentlich besser ab. Durch diese Veränderung im Testaufbau wird also eine bessere Unterscheidung zwischen beiden Gruppen möglich.

Als weitere, bisher gesicherte Tatsache gilt, dass ein Einfluss auf das Ergebnis von Identifikationstests durch Auswahlmöglichkeiten und die Art und Weise, wie sie dem Versuchsteilnehmer vorgelegt werden, ausgeübt wird. Hummel und Mitarbeiter konnten beispielsweise 1997 keine wesentliche Verbesserung der Testergebnisse feststellen, wenn die Auswahlmöglichkeiten zusätzlich mit einer Bildvorlage präsentiert werden [40]. Kobayashi wies dagegen einen deutlichen Einfluss auf das Testergebnis nach [57]. Nicht zu unterschätzen ist auch der Einfluss, den die Farbe des Testgegenstandes auf die Antwortwahl hat. Probanden ließen sich signifikant durch die Farbgebung der Testsubstanz beeindrucken [58].

Es lässt sich also darauf schließen, dass auch die Anzahl der Auswahlmöglichkeiten eine große Rolle beim Identifikationstest spielen könnte. Da die bekanntesten und am häufigsten durchgeführten Identifikationstests eine Liste von vier Items zur Auswahl bieten, sollte in dieser Versuchsreihe herausgefunden werden, ob bei hoher oder niedriger Items-Anzahl unterschiedliche Testergebnisse erreicht werden. Vorangestellt wurde die Hypothese, dass die Erhöhung der Auswahlmöglichkeiten die Spezifität des Tests, also die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gesunder als „nicht krank“ getestet wird, erhöht und so eine bessere Unterscheidung zwischen Menschen mit und ohne Riechstörungen möglich ist. Darüber hinaus sollten geschlechts- (z.B. mögliche Vorteile bei Frauen durch bessere verbale Fähigkeiten [59]), alters- und krankheitsbedingte Unterschiede mit einbezogen werden.

#### 1.4.2 Abnahme des Geruchsinns im Alter?

Eine schleichende, von unbekannter Ursache hervorgerufene Abnahme der Riechfunktion im Alter wurde bereits in vielen Studien beschrieben [z.B. 60,61-67].

Eine Abnahme der Riechsensitivität wurde lange Zeit als gewöhnliche Alterserscheinung betrachtet. Doty beschrieb 1984 das 30. und 40. Lebensjahrzehnt als den Höhepunkt der olfaktorischen Funktion, auf die eine graduelle Abnahme dieser wie

auch der Hör- und Sehschärfe folgt, abhängig von einer sehr empfindlichen und neurodegenerativ veränderten Riechschleimhaut [67,68].

Corwin et al. fassten Mitte der Neunziger die Erkenntnisse so zusammen, dass die olfaktorische Fähigkeit wie die anderen menschlichen Sinne den Einflüssen von Alter und Geschlecht unterliegen. Mit zunehmendem Alter bedeckt die Riechschleimhaut weniger Oberfläche und wird von respiratorischer Mukosa überzogen. Der Bulbus olfactorius büßt an Größe und Mitralzellzahl ein. Darüber hinaus steigt mit dem Alter die Einwirkungsdauer von pathologischen Umwelteinflüssen, sogenannten „Olfaktotoxinen“ wie Xenobiotika (Fremdstoffe, z.B. Medikamente) und Umweltschadstoffen [69].

Als weitere Gründe werden virale Erkrankungen der oberen Luftwege oder entzündliche der Nase, Kalzifikationen der Lamina cribrosa und verschiedene neurologische Krankheitsbilder wie Parkinson und Alzheimer genannt [70].

In anderen Studien entdeckte man eine strukturelle Veränderung des olfaktorischen Systems, bei dem die Zahl der Mitralzellen und Glomeruli bei jungen Erwachsenen pro Lebensdekade um zirka zehn Prozent sinken, sodass in der achten und neunten Lebensdekade nur noch 30% der ursprünglichen Zahl vorhanden sind [71].

Choudhury et al. sahen ähnliche Ursachen. Neben der Abnahme olfaktorischer Rezeptorzellen und der Glomeruli, Änderung der Gefäßversorgung des Epithels, Verlust neurotropher Faktoren, verminderter Teilungsrate des Neuroepithels sowie zunehmender Viskosität des Schleims haben ältere Menschen auch weniger semantische Ressourcen, auf die sie zur Kodierung und Abrufung von Gerüchen zurückgreifen können. Dadurch treten vermehrt Probleme auf, sich an Riecheindrücke erinnern zu können. Dieser Ressourcenrückgang könnte auch sekundär wegen eines Informationsdefizits aufgrund von altersbedingten Hör- und Sehproblemen auftreten [72].

Viele durchgeführte Untersuchungen erfolgten ohne genauere Betrachtung des Gesundheits- und Medikationsstatus älterer Teilnehmer [68]. Mackay-Sim et al. schlugen vor, dass die Abnahme der Riechfunktion im Alter nicht unvermeidlich sei, da auch eine große Anzahl von älteren Leuten als normosmisch getestet wurden. Gegen die Vermutung, dass den Riechstörungen meist eine Akkumulation von Schädigungen des empfindlichen, nicht mehr regenerationsfähigen Epithels vorausgeht, sprachen Untersuchungen gesunden Epithels gesunder älterer Probanden. Auch Personen in den 70er und 80er Lebensjahren bewiesen eine Aufrechterhaltung ihrer olfaktorischen

Funktion. Die Autoren folgerten, dass deren Abnahme im Alter auf nicht diagnostizierte, altersbedingte Pathologien zurückzuführen ist, die nicht mit einem allgemeinen Nachlassen der Riechfunktion im Alter gleichzusetzen sind [73].

Zwei Jahre später bauten Mackay-Sim et al. diese Betrachtungen aus und untersuchten, ob sich der Verlust der Riechfunktion nicht viel mehr auf die altersbezogenen Gesundheitsprobleme als auf idiopathische Ursachen gründet [68]. Das Ergebnis gab ihnen recht. Nur ein kleiner Anteil der gesunden, nichtrauchenden, nichtmedizierten Teilnehmer im 60. und 70. Lebensjahr zeigte eine geringe, altersabhängige Funktionsabnahme. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass der bisher festgestellte Abnahmeprozess im Alter durch mehrere Faktoren hervorgerufen wird. Die wenigen wirklich als presbyosmisch ermittelten Patienten bestätigen die Tatsache, dass die Fähigkeit olfaktorischer Neuronen zur Regeneration auch die Aufrechterhaltung der Riechfunktion im Alter ermöglicht.

In einer anderen Untersuchung fiel älteren Teilnehmern die Wahrnehmung schwacher Gerüche bei der Schwellenwertbestimmung besonders schwer, während Diskrimination und Identifikation in nicht so hohem Maße eingeschränkt waren [34]

### 1.4.3 Unterschiede im Riechvermögen von Frauen und Männern?

Schon in der Vergangenheit gab es viele Studien, die sich mit den Unterschieden in der Riechleistung von Frauen und Männern auseinandersetzten und dafür auf verschiedene Techniken zurückgriffen [z.B. 36,69,74,75-80].

Bereits vor mehr als 100 Jahren stellten Toulouse and Vaschide [81,82] bei Frauen eine bessere und im Bezug auf das Lebensalter früher entwickelte olfaktorische Sensibilität, Wahrnehmung und Diskrimination fest.

Mitte der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts fanden Wissenschaftler heraus, dass das Muster, mit der die Geruchsidentifikation im Alter abnimmt, zwischen Frauen und Männern gleich ist, aber bei Frauen erst mit zwanzigjähriger Verzögerung eintritt [74]. Ship und Weiffenbach stellten ebenfalls einen im Alter immer offensichtlicher werdenden Unterschied fest [70]. Auch in vielen anderen Studien, die neben ihrem eigentlichen Untersuchungsgegenstand auch den Einfluss des Geschlechts auf das Riechvermögen beobachteten, zeichnete sich ein tendenzieller Vorteil der Frauen ab [z.B. 34,74,83,84].

Die Gründe dafür sind längst nicht vollständig erschlossen und scheinen vielschichtiger Natur zu sein [34]. Frauen verfügen über bessere Fähigkeiten, Geruchserinnerungen zu bilden [85]. Bei der Aufzeichnung elektrisch evozierter Potentiale nach olfaktorischer Stimulation traten bei Frauen höhere Amplituden und kürzere Latenzzeiten als bei Männern auf [79,86,87].

Ein weiterer Vorteil könnte in den anatomischen Verhältnissen liegen. Hornung und Mitarbeiter teilten die Nasenhöhle in anatomische Kompartimente und stellten zwischen olfaktorischer Fähigkeit und der Größe der Nasenhöhle um die Riechspalte einen Zusammenhang fest. Je größer das Volumen des Nasenraumes um die Riechspalte ist, umso mehr Einatemluft wird anteilig an der Riechschleimhaut vorbeigeführt. Da Frauen meist kleinere Nasen und damit kleinere Volumina als Männer haben, gelangen hier auch mehr Duftmoleküle aus der eingeatmeten Luft an die Riechschleimhaut [88]. Auch Unterschiede in der Aktivierung von Hirnstrukturen, die bei Frauen im Bereich der unteren Frontallappen stärker ist, könnten auf die in den Tests festgestellten Unterschiede hinweisen [80].

Die Differenzen könnten auch ein Ausdruck für verschiedene zerebrale Organisations- und Funktionsstrukturen sein. Schon früh existierte die Auffassung, dass es bei einigen kognitiven Fähigkeiten Geschlechtsunterschiede gibt [89]. Da Frauen über bessere verbale Fähigkeiten als Männer verfügen und die Hirnorganisation für Sprache eine andere ist, könnte die weibliche Überlegenheit durch bessere kognitive Fähigkeiten erklärt werden, wobei ohnehin eine Überlappung bei der Verarbeitung von Sprache und Gerüchen bestehen soll [74,85,90,91].

Außerdem müssen hormonelle Gegebenheiten mit in Betracht gezogen werden. So wurden Veränderungen in der weiblichen Sensibilität im Verlauf des Menstruationszyklus festgestellt, die ihr Maximum zum Zeitpunkt des Eisprungs erreicht und in der folgenden Zeit wieder sinkt. Darüber hinaus sind Frauen besser als Männer in der Lage, das männliche Pheromon Androstenon wahrzunehmen [74,75,92].

In einem Überblick über die bisherigen Veröffentlichungen zu geschlechtsspezifischen Unterschieden im Geruchsvermögen weisen Doty und Cameron darauf hin, dass der hormonale Einfluss auf den Geruchssinn zu komplex erscheint, als dass er mit den bisherigen Erkenntnissen vollständig erklärt werden könnte [93].

Es gibt auch Erklärungsmodelle, die vom evolutionären Standpunkt ausgehen. So könnte die schwächere weibliche Physis durch besser entwickelte Sensibilitäts- und Wahrnehmungsfunktionen kompensiert worden sein. Das wäre beispielsweise für die

Nahrungsbeschaffung in Form von Pflanzen von Bedeutung gewesen, um sich mittels Geruch und Geschmack in der Vielfalt der Pflanzenwelt zurechtzufinden [74,75,94] . Für soziale Aspekte, beispielsweise in der Mutter-Kind-Beziehung könnte die weibliche Überlegenheit in diesem Bereich auch eine wichtige Rolle spielen [74,75].

#### 1.4.4 Lässt sich das eigene Riechvermögen wirklichkeitsgetreu einschätzen?

Zur Einschätzung des eigenen Riechvermögens durch Testteilnehmer und deren erzieltes Ergebnis gibt es bisher in der Literatur noch nicht so viele Erhebungen wie beispielsweise zur Untersuchung von Riechstörungen im Alter.

Bei Alzheimerpatienten [95] oder Parkinsonerkrankten [96] sind nur wenige korrekte Selbsteinschätzungen gemessen worden. Ein geringeres Selbsteinschätzungsvermögen wurde bei Testteilnehmern mit zunehmendem Alter festgestellt [97,98]. Andere Studien mit hoher Fallzahl hingegen bescheinigten den Teilnehmern eine Korrelation zwischen Selbsteinschätzung und tatsächlicher Riechfunktion [99]. Patienten mit chronischer Sinusitis können ihr gemindertetes Riechvermögen ebenfalls gut einschätzen [100].

Landis und Mitarbeiter veröffentlichten 2003 eine Studie, in der sie verglichen, wie Patienten ihr Riechvermögen einschätzten und ob sich Vorstellung und Realität decken [23]. Die Autoren vermuteten, dass eventuelle Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und tatsächlicher Riechleistung mangelnder Beachtung der Riechfunktion im Alltag geschuldet sein könnte. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Testteilnehmer, die erstmals mit einer olfaktorischen Versuchsanordnung konfrontiert wurden, sich nur sehr schlecht einschätzen konnten. Teilnehmer, denen die Situation nicht neu war, sich für eine kurze Zeit ausschließlich auf ihre Riechfunktion zu konzentrieren, waren dazu viel besser in der Lage. Einen Grund für diese mangelnde Wahrnehmung von Gerüchen vermuten Landis und seine Kollegen darin, dass nur wenige olfaktorische Fasern in den Thalamus projizieren [101] und Riecheindrücke so weniger bewusst werden. Trigeminaler Reize, wie der mit dem Geruchsreiz auf die Schleimhaut treffende Luftstrom, die über den Thalamus verschaltet sind, werden hingegen viel bewusster wahrgenommen. Gerade „untrainierten“ Probanden fällt es schwer, zwischen Geruchsreizen und trigeminalen Wahrnehmungen zu unterscheiden.

Ein exzellentes Riechvermögen ist also viel schwieriger zu quantifizieren als ein Geruchsverlust. Der Geruchssinn gewinnt erst an Bedeutung und rückt mehr ins

Bewusstsein, wenn er gestört oder nicht mehr vorhanden ist [102]. Weitere Faktoren, die die Selbsteinschätzung beeinflussen, sind die Durchgängigkeit der Nase und die Motivation des Patienten [23].

#### 1.4.5 Hat die Ursache der Riechstörung Einfluss auf ihren Schweregrad?

Die Ursachen für Riechstörungen sind vielfältig. Eine Grobeinteilung in **sinunasale** und **nichtsinunasale** Riechstörungen ermöglicht eine erste Orientierung.

**Sinunasale** Riechstörungen sind solche, deren Ursachen im Nasen- oder Nasennebenhöhlenraum liegen und entzündlichen oder nicht entzündlichen Ursprungs sein können.

Als **nichtsinunasale** Riechstörungen werden die bezeichnet, bei denen die Ursache nicht im Nasen- oder Nasennebenhöhlenraum zu suchen ist. Dazu gehören postvirale, posttraumatische, toxische und andere (unter anderen neurologische Erkrankungen wie zum Beispiel Parkinson) Riechstörungen [103].

##### 1.4.5.a Sinunasale Riechstörungen

Entzündliche sinunasale Riechstörungen können zum einen *infektiös*, zum anderen *nichtinfektiös* verursacht sein.

##### *Entzündliche sinunasale Riechstörungen*

Zu den infektiösen Krankheitsbildern zählen die **akute** und die **chronische** Rhinosinusitis [104].

Die **akute Rhinosinusitis** hält in ihrer Symptomatik nicht länger als acht Wochen an und tritt nicht häufiger als viermal pro Jahr auf. Meist viral verursacht (Rhinoviren, Respiratory-Syncytial-Viren, Adenoviren, Influenzaviren), ist sie bei einem Verlauf von mehr als sieben bis zehn Tagen auf eine bakterielle Superinfektion (*Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*) zurückzuführen [104-106]. Da die Infekte in der Mehrzahl der Fälle viral bedingt sind, wird die Riechstörung eher durch Verlegung der Atemwege infolge von Schleimhautschwellung und Hypersekretion als durch Zerstörung von Riechepithel verursacht.

Die **chronische Rhinosinusitis** tritt dagegen mit länger als acht Wochen andauernden akuten Schüben öfter als viermal pro Jahr auf und hinterlässt eine Restsymptomatik [104-106]. Mehr als 20% der Riechstörungen sind auf chronische Rhinosinuitiden zurückzuführen [107], womit sie zu den häufigsten Ursachen von Riechstörungen zählen [44,108]. Sie ist ein chronisch entzündlicher Vorgang, der im Gegensatz zur akuten Erkrankung zu strukturellen Umbauprozessen im Nasen- und Nasennebenhöhlenraum führt, die einen fortschreitenden Verschluss fördern. Die Riechstörung basiert folglich auf einer konduktiven Ursache (Verhinderung des Transports von Gerüchen zu den Rezeptorzellen) aus Ödembildung, Schleimhaut- und Bindegewebsverdickung durch Fibrosierung im Bereich der lateralen Nasenwand und wirkt so einer ausreichenden Belüftung des Riechepithels entgegen. Zusätzlich wird ein sensorischer und irreversibler Schaden der Riechschleimhaut als Folge einer Einwirkung von Entzündungszellen und –mediatoren auf die Epithelzellen vermutet [104,108].

#### *Nichtentzündliche sinunasale Riechstörungen*

Zu den nichtinfektiösen sinunasalen Riechstörungen gehören die **allergische** und die **idiopathische Rhinitis** sowie die **nasale Polyposis**.

Die **allergische Rhinitis** ist eine Überempfindlichkeitsreaktion der Atemwege auf Allergene, die zu einer IgE-vermittelten Entzündung der Schleimhaut führt [104,109]. Die Reaktion der Schleimhäute ist ein durch erhöhte Sekretion submuköser Drüsen und Becherzellen ausgelöster Fließschnupfen und ein akuter nasaler Verschluss, der durch eine Weitung und Füllung venöser Sinusoide entsteht. Langfristig nimmt bei Patienten mit allergischer Rhinitis die Nasenatmung ab, weil das Gefäßbindegewebe infolge von einwandernden Entzündungszellen, Ödemen und Fibrosierungen an Breite zunimmt [104,109,110]. Die allergisch verursachten Riechstörungen sind meistens zeitlich begrenzt und durch Schleimhautschwellungen, Hypersekretion und Veränderungen des Riechschleims bedingt.

Als **idiopathische Rhinitiden** werden jene bezeichnet, deren Pathomechanismus nicht bekannt ist und die in erster Linie durch Fließschnupfen und Obstruktion gekennzeichnet sind.

Die **Polyposis nasi et sinuum** ist durch Schleimhautausstülpungen der lateralen Nasenwand charakterisiert, die häufig im mittleren Nasengang zu finden sind und ebenfalls das Zustromgebiet zur Regio olfactoria einengen oder verschließen. Darüber hinaus spielen auch entzündliche Reaktionen im Riechepithel eine Rolle für die Riechstörung bei dieser Erkrankung [104]. Vermutlich ist der Verlust des Geruchssinns bei Polyposis nasi besonders auf die Blockade der vorderen Ethmoidalzellen und damit auf eine verminderte orthonasale Riechfähigkeit bei teilweise erhaltener retronasaler Funktion zurückzuführen. Landis et al. berichten in einer Studie von einigen Polyposis-nasi-Patienten, die zwar generell einen Riechverlust zeigen, aber über retronasal erhaltene Riechfunktionen Speisen und Weine trotz stark eingeschränktem orthonasalen Riechen genießen können [102]. Weiterhin kommen konduktive Riechstörungen durch anatomisch oder operativ bedingte Strömungshindernisse in Betracht [104].

#### 1.4.5.b Nichtsinunasale Riechstörungen

Zu den nicht sinusal bedingten Riechstörungen zählen neben den **medikamentös** oder **toxisch** bedingten, sowie **angeborenen** und **iatrogenen** auch die **postinfektiösen** und **posttraumatischen** Einschränkungen der Geruchsfunktion.

**Postinfektiöse** Riechstörungen sind solche, die auch als „**postviral**“ bezeichnet werden und in engem Zusammenhang mit einem Infekt der oberen Atemwege plötzlich auftreten [111,112]. Die Abgrenzung zu sinusalen Riechstörungen fällt schwer, jedoch bleibt die Symptomatik einer postviralen Riechstörung auch nach Abheilung des oberen Atemwegsinfektes bestehen oder kann unabhängig von einer Rhinitis auftreten. Auf alle Fälle liegt jedoch ein zeitlicher Zusammenhang zwischen einem Infekt der oberen Luftwege und der Riechstörung vor. Die Krankheitsverursacher sind noch nicht exakt bekannt, unter anderen scheinen Influenza-, Parainfluenza- und Adenoviren eine wichtige Rolle zu spielen [111,113,114]. Bei Patienten, die an postviralen Riechstörungen litten, konnte eine Schädigung des Riechepithels nachgewiesen werden [115,116], bei der sich die Anzahl der olfaktorischen Rezeptorneurone verminderte und Epithelstrukturen aufgehoben wurden. Biopsien zeigten bei Patienten mit postinfektiösem Riechverlust vernarbte Regionen, in denen das Riechepithel durch

respiratorisches Epithel ersetzt wurde [112,117]. Patienten mit postinfektiöser Riechstörung klagen überdies häufig über Par- oder Phantosmien [111].

**Posttraumatische Riechstörungen** treten unmittelbar in Verbindung mit einem Trauma auf oder im Anschluss an dieses. Entweder ist die Nase selbst oder der Gesichtsschädel betroffen, was zu einer Verletzung des Riechepithels führt. Fünf bis zehn Prozent aller Schädelhirnverletzungen ziehen Riechstörungen nach sich [44,118].

Ein Schädel-Hirn-Trauma geht mit einer Abscherung der Fila olfactoria durch eine relative Bewegung des Gehirns zum knöchernen Schädel oder Verletzung zentraler olfaktorischer Strukturen einher, beispielsweise durch traumatisch verursachte Blutungen oder Hämorrhagien [111,119]. Ist eine posttraumatische Bewusstlosigkeit sehr lang anhaltend und tief, wird die Wahrscheinlichkeit einer bleibenden Anosmie immer größer [118]. Aber auch leichte Verletzungen ohne Bruchfolge können zu einem kompletten Riechverlust führen [111]. Der Riechverlust tritt plötzlich auf, wobei dieser bei einem geringen Trauma schneller, bei einem umfangreicheren Trauma mit mehreren Begleitverletzungen erst später auffällt. Prognostisch kann man bisher von Spontanerholungen in 10 bis 20% der Fälle innerhalb der ersten zwei Jahre sprechen, die durch die Fähigkeit der Basalzellen des olfaktorischen Epithels zur Neubildung von olfaktorischen Rezeptorzellen möglich sind. Noch spätere Besserungen sind eher selten [111,119]. In einzelnen Fällen können sie aber auch später noch einsetzen [120].

Bisher tauchten in der Literatur nur wenige Untersuchungen auf, die sich mit der Frage beschäftigten, ob sich die Ursache der Riechstörung auch im Ausprägungsgrad der olfaktorischen Dysfunktion niederschlägt. So stellten Duncan und Mitarbeiter 1991 fest, dass Patienten mit posttraumatischen Riechstörungen signifikant schlechtere Ergebnisse aufwiesen als Patienten sinusalen Erkrankungen, die wiederum schlechter abschnitten als Patienten postinfektiöser Riechstörungen. Gleichzeitig lagen bei den Patienten, die ein Trauma erlitten, höhere Anosmieraten als Hyposmieraten vor [121].

## 1.5 Ziel der Studie

In der vorliegenden Untersuchung sollte herausgefunden werden, ob sich die Aussage eines Riechidentifikationstests durch eine Modifizierung im Testablauf ändert.

Folgende Hypothese wurde aufgestellt: Die Anzahl der pro präsentiertem Geruch dargebotenen Antwortmöglichkeiten wird variiert. Dies schlägt sich im Schwierigkeitsgrad des Tests, den Ergebnissen und den zu gewinnenden Erkenntnissen nieder. Durch eine Vergrößerung der Auswahlmöglichkeiten müsste eine bessere Unterscheidung zwischen Teilnehmern mit und ohne Riechstörungen möglich sein. Darüber hinaus sollen die Einflüsse von Alter, Geschlecht, Selbsteinschätzung und Ursache der Riechstörung betrachtet und mit den bisherigen Erkenntnissen der Forschung verglichen werden.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Studiendesign**

Es handelt sich bei der vorliegenden Studie um einen Riechidentifikationstest mit einer Patienten- und einer Kontrollgruppe. Insgesamt wurden 238 Versuchsteilnehmer getestet. Die Patientengruppe einer Altersspanne von 18-80 Jahren setzte sich aus 128 Patienten zusammen. Davon waren 60 männlich und 68 weiblich und wiesen ein Durchschnittsalter von 52,3 Jahren auf. Die Kontrollgruppe setzte sich aus 110 Personen mit 57 Männern und 53 Frauen eines Durchschnittsalters von 49,5 Jahren bei einer Altersspanne von 18-77 Jahren zusammen. Beide Gruppen wiesen keinen Unterschied hinsichtlich des Geschlechts ( $p= 0,20$ ), des Alters ( $p= 0,46$ ), der Rauchgewohnheiten ( $p= 0,56$ ) oder einer möglichen Exposition gegenüber toxischen Substanzen auf, die das Riechvermögen beeinträchtigen könnten ( $p= 0,26$ ).

### **2.2 Patientenauswahl**

Im Zeitraum von März 2008 bis April 2009 wurden in den HNO-Abteilungen der Universitätskliniken Brüssel Patienten mit Riechstörungen im Rahmen der Sprechstunde für die Studie rekrutiert. Patienten, die von Riech- und Schmeckstörungen berichteten oder die im Rahmen ihrer Behandlung Hinweise auf eine olfaktorische Dysfunktion lieferten, wurden der Patientengruppe zugeordnet. Zusammen mit einer ausführlichen Anamneseerhebung und einer HNO-ärztlichen Untersuchung konnten wichtige Informationen zur möglichen Ursache der Riechstörung gewonnen werden. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe wurden durch Anzeigen oder Informationsposter im Umfeld der Universitätsklinik gewonnen. Alle Teilnehmer mussten über 18 Jahre und durften nicht älter als 80 Jahre sein. Schwangeren war es nicht erlaubt, an der Studie teilzunehmen. Voraussetzung für die Teilnahme war eine schriftliche Einwilligungserklärung.

### **2.3 Studienablauf**

Zu Beginn der Studie stand die schriftliche Einverständniserklärung nach einer Aufklärung über die anstehende Untersuchung. Anschließend erfolgte eine ausführliche

Anamneseerhebung zu Infektionen oder Operationen der oberen Atemwege, Kopfverletzungen, chronischen Erkrankungen, Medikamenteneinnahme, Rauch- und Trinkverhalten und Expositionen gegenüber Giftstoffen. Die Patienten mussten sich in einem weiteren Fragebogen zu Dauer und Qualität ihrer Riechstörungen äußern. Bei ihnen folgte außerdem eine HNO-ärztliche Untersuchung durch einen erfahrenen Facharzt für Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde. Beide Teilnehmergruppen mussten außerdem ihre Riechfunktion im Vergleich zu anderen Menschen den Levels „keine Wahrnehmung“, „sehr schlecht“, „deutlich schlechter“, „etwas schlechter“, „normal“ und „besser“ zuordnen.

Anschließend erfolgte in randomisierter Reihenfolge bei allen Teilnehmern die Testdurchführung entweder mit dem 3-Items-Test oder dem 6-Items-Test. Auf den ersten Testdurchlauf folgte zehnminütige Pause. Im Anschluss wurde der im ersten Durchlauf nicht durchgeführte Test absolviert.

Die durchgeführten Tests waren eine Erweiterung auf 32 unterschiedliche Geruchsstifte des Riechidentifikationstests aus der Sniffin´Sticks-Testbatterie, die eigentlich aus 16 verschiedenen Gerüchen besteht [122]. Die Stifte hatten eine Länge von 14 Zentimetern und einen Durchmesser von 1,3 Zentimetern. In den Stiften befanden sich mit flüssigen Geruchsstoffen gefüllte Tampons. Zur Präsentation des Geruchs wurde die Stiftkappe durch den Versuchsleiter entfernt und der Stift für ungefähr drei Sekunden in einem Abstand von zwei Zentimetern vor beide Nasenlöcher des Probanden gehalten. Anhand einer vorgegebenen Liste von drei beziehungsweise sechs Auswahlmöglichkeiten pro Stift mussten die Versuchsteilnehmer den korrekten Duft der 32 unterschiedlichen Versuchsstifte bestimmen.

Die Resultate wurden mit SPSS 16.0 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) analysiert. Der Vergleich von Alter, Geschlecht, Rauchverhalten und Exposition gegenüber Noxen zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe wurde mit Hilfe des chi-Quadrat-Tests vorgenommen. Die Testergebnisse wurden einer Varianzanalyse unterzogen. Die Ergebnisse aus dem 3-Items-Test und dem 6-Items-Test wurden als Innersubjektfaktor gewählt, die anderen Faktoren Patienten- und Kontrollgruppe, Geschlecht, Alter, Ursache der Riechstörung und Selbsteinschätzung wurden als Zwischensubjektfaktoren zugezogen. Die Freiheitsgrade wurden nach Greenhouse-Geisser bestimmt. Für zusätzliche Vergleiche zwischen Gruppen wurden T-Tests für unabhängige Stichproben verwendet. Für Korrelationsanalysen wurde die Statistik nach Spearman verwendet. Das Signifikanzniveau wurde bei 0,05 festgelegt.

## 2.4 Aufklärung und Einverständnis

Nach schriftlicher und mündlicher Aufklärung über Zweck und Ablauf der Studie, Risiken, möglichen Nebenwirkungen sowie der Freiwilligkeit ihrer Teilnahme, Daten- und Versicherungsschutz gaben alle Probanden ihr schriftliches Einverständnis. Die Studie wurde auf Grundlage der Deklaration von Helsinki zu den ethischen Grundsätzen für die medizinische Forschung am Menschen durchgeführt. Dafür lag die Zustimmung der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Brüssel vor (B.U.N. B14320072352).

### 3. Ergebnisse

Von März 2008 bis April 2009 wurden am Universitätsklinikum Saint-Luc, Brüssel und dem Universitätsklinikum Freie Universität Brüssel Patienten mit Riechstörungen sowie freiwillige Probanden für die Kontrollgruppe getestet.

Die Patientengruppe umfasste 128 Teilnehmer, wovon 68 weiblich (53,1%) und 60 männlich (46,9%) waren. Diesen standen 110 Kontrollprobanden mit 53 Frauen (48,2%) und 57 Männer (51,8%) gegenüber.

#### 3.1 Testergebnisse Patienten- und Kontrollgruppe

Beim Vergleich der Ergebnisse der Patienten- und Kontrollgruppe gingen die Daten aller 238 Teilnehmer in die Auswertung ein. Insgesamt konnten im durchgeführten Riechidentifikationstest je 32 richtige Antworten pro Testabschnitt gegeben werden. Für jede richtige Antwort gab es einen Punkt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den beiden durchgeführten Identifikationstests getrennt für Patienten und Probanden aufgeführt (Tabelle 3.1.1 und Tabelle 3.1.2):

	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	19,61	6,77	128
6 Items	14,89	7,75	128

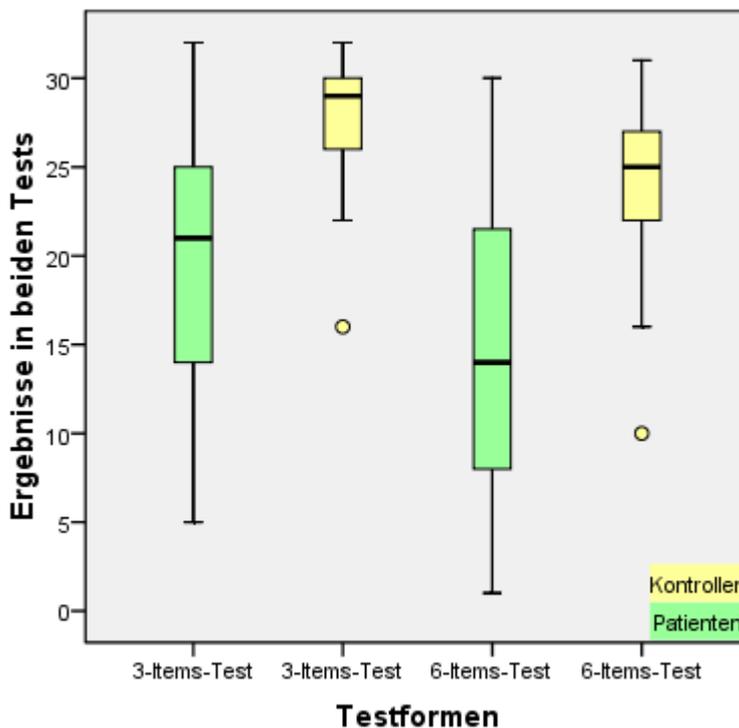
**Tabelle 3.1.1** Ergebnisse der Patienten

	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	28,06	2,26	110
6 Items	24,61	3,23	110

**Tabelle 3.1.2** Ergebnisse der Kontrollgruppe

Bei allen Teilnehmern zeigte sich eine signifikante Verschlechterung der Leistung bei der Vorgabe von sechs Items im Vergleich zu drei vorgegebenen Items ( $F=401,40$ ;  $P<0,001$ ) (siehe Abbildung 3.1.1).

Ebenfalls signifikant schlechter als bei der Kontrollgruppe war die Leistung der Patientengruppe in beiden Tests. Deren Teilnehmer schnitten im 6-Items-Test verhältnismäßig noch schlechter ab als im 3-Items-Test ( $F=9,81$ ;  $P=0,002$ ). Die Unterschiede der Ergebnismittelwerte waren bei der Patientengruppe größer als die der Kontrollgruppe (Differenz der Mittelwerte richtig identifizierter Geräte Patienten:  $19,61-14,89=4,72$  gegenüber Kontrollen:  $28,06-24,61=3,45$ ). Die Ergebnisse aus beiden Tests korrelieren signifikant miteinander, sowohl bei der Gesamtbetrachtung ( $r=0,92$ ;  $P<0,001$ ) (siehe Abbildung 3.1.2) als auch bei der Aufteilung in Patientengruppe ( $r=0,88$ ;  $P<0,001$ ) und Kontrollgruppe ( $r=0,71$ ;  $P<0,001$ ). Teilnehmer, die im 3-Items-Test gute Ergebnisse erzielten, schnitten auch im 6-Items-Test gut ab. Gleiches ergab auch die Betrachtung von Ergebnisdifferenz und den jeweiligen Tests: Probanden, die im 3-Items-Test nicht so gut waren, hatten eine signifikant höhere Differenz zwischen beiden Testergebnissen ( $r= -0,14$ ;  $p=0,034$ ) und Probanden, die im 6-Items-Test keine guten Ergebnisse erreichten, wiesen eine noch höhere Differenz zwischen den Testergebnissen auf ( $r=-0,53$ ;  $p<0,001$ ).



**Abbildung 3.1.1** Vergleich der Patienten- und Kontrollgruppe (3- und 6-Items-Test)

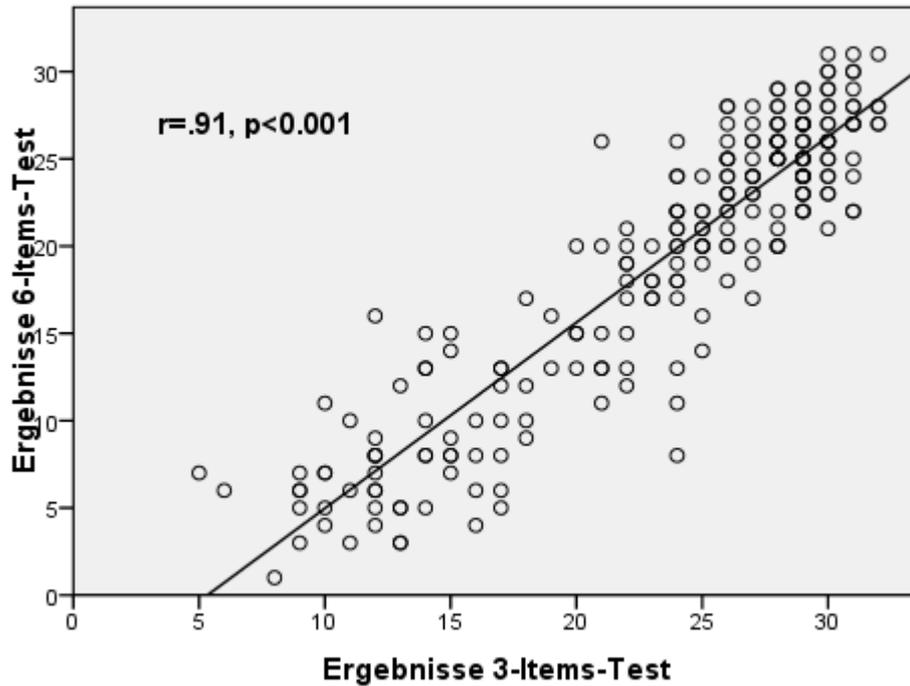


Abbildung 3.1.2. Korrelation der Ergebnisse des 3-Items- und des 6-Items-Tests

### 3.2 Betrachtung in Abhängigkeit vom Alter

Bei der Untersuchung der Frage, ob das Alter der Testteilnehmer einen Einfluss auf die Ergebnisse ausübt, zeigten sich die nachfolgend aufgeführte Resultate (Tabelle 3.2.1 und Tabelle 3.2.2).

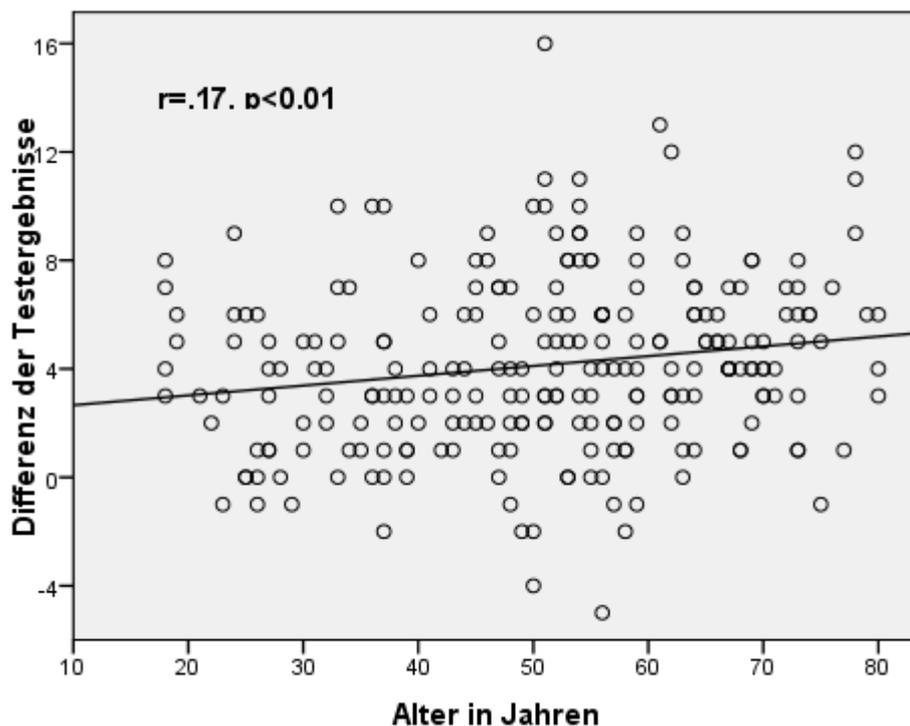
	Altersgruppierung	Mittelwert	Standard- abweichung	N
3 Items	18-40 Jahre	25,02	6,67	64
	41-60 Jahre	24,42	6,48	103
	61-80 Jahre	20,86	6,47	71
	Gesamt	23,52	6,73	238

Tabelle 3.2.1 Ergebnisse im 3-Items-Test altersabhängig

	Altersgruppierung	Mittelwert	Standard- abweichung	N
6 Items	18-40 Jahre	21,73	7,80	64
	41-60 Jahre	20,29	7,60	103
	61-80 Jahre	15,92	7,13	71
	Gesamt	19,37	7,84	238

**Tabelle 3.2.2** Ergebnisse im 6-Items-Test altersabhängig

Betrachtet man die Resultate in Bezug auf das Alter, zeigt sich eine signifikante Abnahme der Ergebnismittelwerte mit zunehmendem Alter sowohl im 3- als auch im 6-Items-Test ( $F=4,68$ ;  $p=0,01$ ). Zusätzlich wurde ein signifikanter Anstieg der Differenz aus beiden Testresultaten (Ergebnis 3-Items minus Ergebnis 6-Items) bei zunehmendem Alter deutlich ( $r=0,17$ ;  $p<0,01$ ). Je älter die Testteilnehmer waren, umso schwieriger wurde der 6-Items-Test für sie, und umso mehr Fehler begingen sie im Vergleich zu jüngeren Probanden (Abbildung 3.2.1).



**Abbildung 3.2.1** Korrelation des Alters der Teilnehmer mit der Differenz aus den Testergebnissen (3-Items minus 6-Items)

Das Ergebnis wird durch eine differenzierte Betrachtung gestützt. Lag die signifikante Korrelation zwischen Alter und dem Ergebnis im 3-Items-Test schon im negativen Bereich ( $r = -0,29$ ;  $p < 0,001$ ), so fiel sie beim Bezug auf Alter und 6-Items-Test noch eindeutiger aus ( $r = -0,32$ ;  $p < 0,001$ ). Je älter der Teilnehmer, umso schlechter schnitt er beim 3-Items-Test ab und noch schlechter beim 6-Items-Test.

Beim Vergleich der Ergebnisse aus beiden Tests unter Berücksichtigung der Zuordnung zur Patienten- und Kontrollgruppe, zeigt sich folgendes Ergebnis, hier getrennt nach Kontroll- und Patientengruppe in den Tabellen 3.2.3 und 3.2.4 aufgeführt:

	Altersgruppierung	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	18-40 Jahre	29,45	1,43	31
	41-60 Jahre	28,31	1,76	51
	61-80 Jahre	26,07	3,32	28
	Gesamt	28,06	2,51	110
6 Items	18-40 Jahre	26,94	2,62	31
	41-60 Jahre	24,57	3,01	51
	61-80 Jahre	22,11	3,55	28
	Gesamt	24,61	3,51	110

**Tabelle 3.2.3** Ergebnisse der Kontrollgruppe im 3-Items- und 6-Items-Test altersabhängig

	Altersgruppierung	Mittelwert	Standard- abweichung	N
3 Items	18-40 Jahre	20,85	6,98	33
	41-60 Jahre	20,60	7,13	52
	61-80 Jahre	17,47	5,72	43
	Gesamt	19,61	6,77	128
6 Items	18-40 Jahre	16,85	7,90	33
	41-60 Jahre	16,10	8,40	52
	61-80 Jahre	11,88	5,87	43
	Gesamt	14,88	7,75	128

**Tabelle 3.2.4** Ergebnisse der Patientengruppe im 3-Items- und 6-Items-Test altersabhängig

Bei der Patientengruppe hatte die altersbedingte Abnahme der Ergebnisse keine Signifikanz ( $F=2,01$ ;  $p=0,14$ ). Die Kontrollgruppe hingegen wies signifikante Unterschiede auf ( $F=3,25$ ;  $p=0,04$ ).

### 3.3 Abhängigkeit vom Geschlecht

In die Betrachtung von geschlechtsspezifischen Abhängigkeiten gingen die Ergebnisse von 120 Frauen und 117 Männer ein. Davon umfasste die Patientengruppe 67 Frauen und 60 Männer, der 53 Frauen und 57 Männer der Kontrollgruppe gegenübergestellt wurden (eine Patientin wurde aus statistischen Gründen aus dieser Betrachtung ausgeschlossen).

In den unten stehenden Tabellen werden die Ergebnisse getrennt nach Frauen und Männern aufgeführt (Tabelle 3.3.1 und Tabelle 3.3.2):

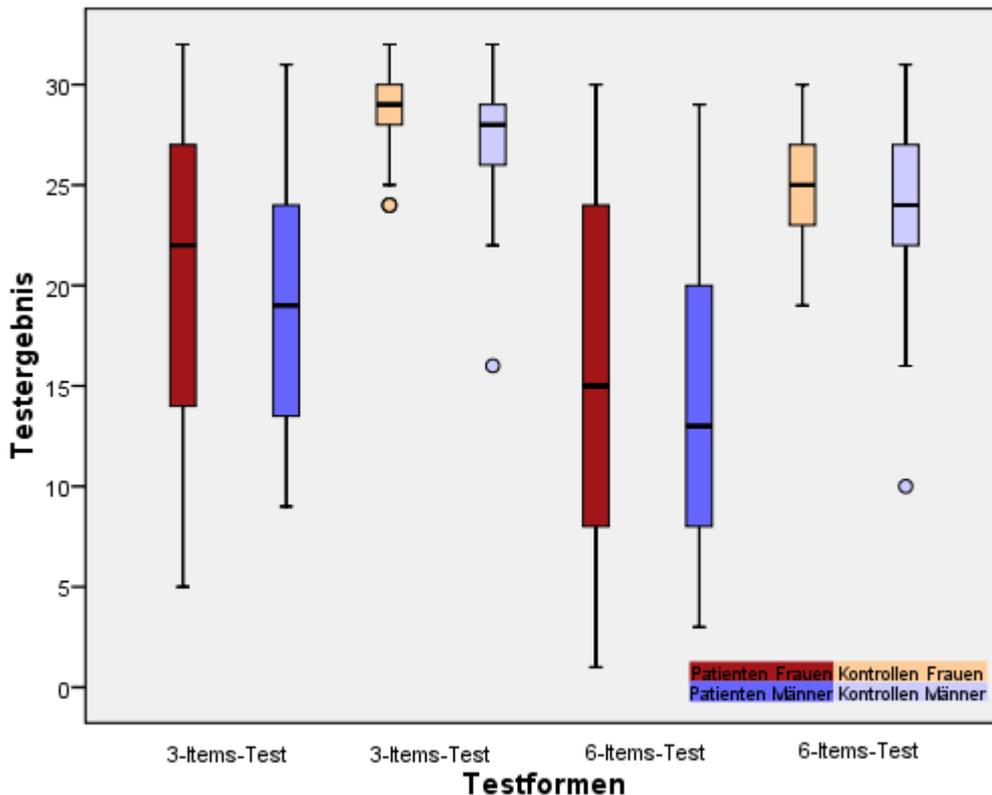
		Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	Patienten	20,27	7,48	67
	Kontrollen	28,62	1,98	53
	Gesamt	23,96	7,08	120
6 Items	Patienten	15,73	8,36	67
	Kontrollen	24,98	2,71	53
	Gesamt	19,82	7,95	120

**Tabelle 3.3.1** Ergebnisse der Frauen

		Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	Patienten	18,87	5,93	60
	Kontrollen	27,54	2,84	57
	Gesamt	23,09	6,38	117
6 Items	Patienten	13,95	7,02	60
	Kontrollen	24,26	4,11	57
	Gesamt	18,97	7,75	117

**Tabelle 3.3.2** Ergebnisse der Männer

Frauen erzielten tendenziell ein besseres Ergebnis. Signifikante Unterschiede ergaben sich aber nicht. Weder die Betrachtung der Ergebnisse in alleiniger Abhängigkeit vom Geschlecht ( $F=0,001$ ;  $p=0,982$ ), noch die Betrachtung der Ergebnisse abhängig vom Geschlecht und der Zugehörigkeit zur Patienten- oder Kontrollgruppe ( $F=0,809$ ;  $p=0,369$ ) zeigten signifikante Unterschiede. Am besten sichtbar wurden die Geschlechtsunterschiede im 6-Items-Test (siehe Abbildung 3.3.1).



**Abbildung 3.3.1** Darstellung der Ergebnisse aus beiden Tests (Ordinate) von Frauen und Männern unter Berücksichtigung von Patienten- und Kontrollgruppe

### 3.4 Abhängigkeit der Ergebnisse von der Selbsteinschätzung

Weitere Aufmerksamkeit galt der Frage, ob eine Abhängigkeit zwischen der olfaktorischen Selbsteinschätzung der Teilnehmer und den Testergebnissen vorlag. Hierfür wurde eine Einteilung in drei Gruppen vorgenommen. Gruppe eins attestierte sich keine beziehungsweise eine sehr schlechte Riechwahrnehmung. Gruppe zwei schätzte sich mit mittelmäßiger Riechwahrnehmung ein und Gruppe drei hielt die eigene olfaktorische Funktion für normal beziehungsweise besser als üblich.

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse getrennt nach den Gruppeneinteilungen zu finden (Tabellen 3.4.1, 3.4.2 und 3.4.3):

	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	14,00	4,37	32
6 Items	8,28	4,28	32

**Tabelle 3.4.1** Ergebnisse Teilnehmer ohne bzw. schlechter Riechfunktion

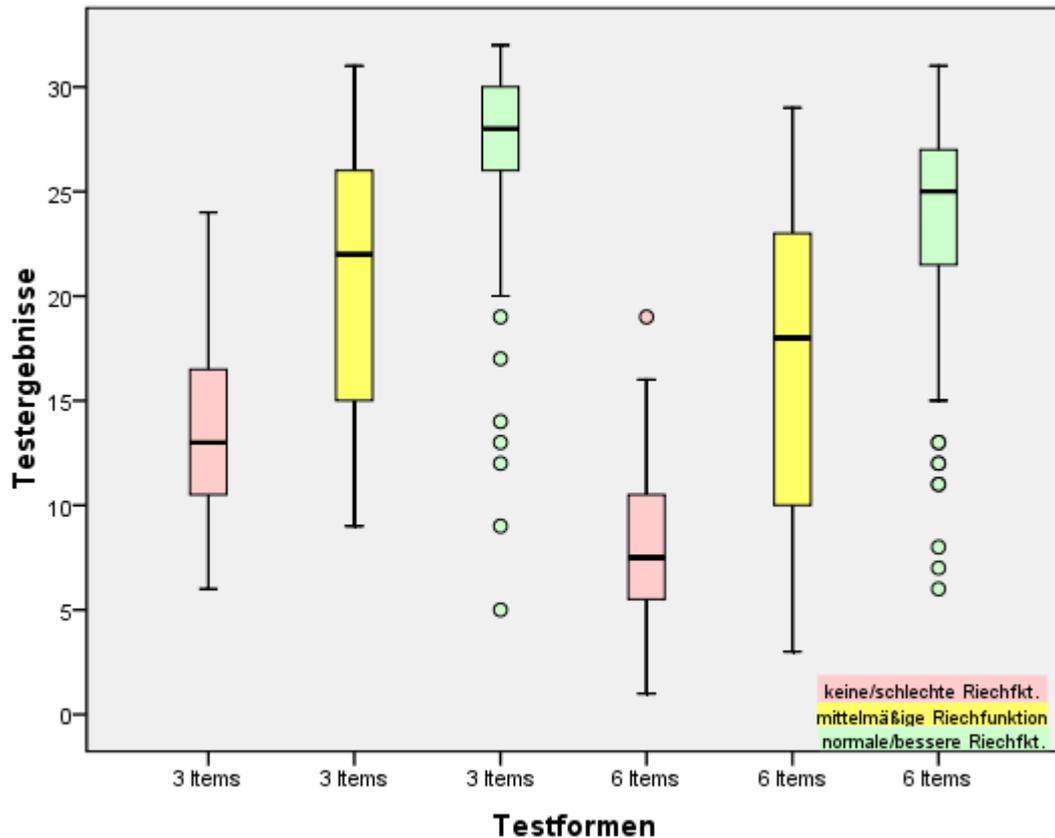
	Mittelwert	Standard- abweichung	N
3 Items	21,13	6,20	71
6 Items	16,52	7,48	71

**Tabelle 3.4.2** Ergebnisse Teilnehmer mittelmäßiger Riechfunktion

	Mittelwert	Standard- abweichung	N
3 Items	27,03	4,32	135
6 Items	23,50	4,94	135

**Tabelle 3.4.3** Ergebnisse Teilnehmer normaler bzw. besserer Riechfunktion

Die Selbsteinschätzung spiegelte sich in den Mittelwerten der Ergebnisse wieder. Probanden, die sich keine beziehungsweise eine schlechte Riechfunktion bescheinigten, schnitten im 6-Items-Test im Vergleich zum 3-Items-Test im Mittel schlechter ab, als Probanden, die sich als mittelmäßig einschätzten, auch wenn dieser Vergleich keine Signifikanz erreichte ( $F=2,07$ ;  $p=0,15$ ). Die Teilnehmer mit einer selbst zugeschriebenen schlechten/schlechteren Riechfunktion waren dagegen signifikant schlechter als jene, die sich mit einer normalen oder besseren Riechfunktion ausgestattet sahen ( $F=6,13$ ;  $p<0,02$ ). Alle drei Gruppen miteinander verglichen, zeigten ebenfalls signifikante Ergebnisunterschiede ( $F=7,52$ ;  $p=0,001$ ) (siehe dazu Abbildung 3.4.1).



**Abbildung 3.4.1** Darstellung der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Selbsteinschätzung im 3-Items- und 6-Items-Test

### 3.5 Einfluss der Riechstörungsursache auf die Ergebnisse

Neben oben genannten Kriterien erfolgte auch die Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen Ursache der Riechstörung und den Ergebnissen im Identifikationstest. In die Berechnung gingen die drei häufigsten, nämlich postvirale, posttraumatische und sinunasale Ursachen für die Riechstörung ein. Die acht Patienten mit idiopathischer Ursache sowie acht weitere Patienten mit anderen Ursachen (z.B. toxische Ursachen) wurden auf Grund zu geringer Fallzahlen bei den statistischen Vergleichen nicht mit berücksichtigt.

Im Folgenden sind die Ergebnisse getrennt nach postviraler (Tabelle 3.5.1), posttraumatischer (Tabelle 3.5.2) und sinunasaler Ursache der Riechstörung (Tabelle 3.5.3) aufgeführt:

	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	20,35	5,33	20
6 Items	16,05	7,29	20

**Tabelle 3.5.1** Postvirale Ursache der Riechstörung

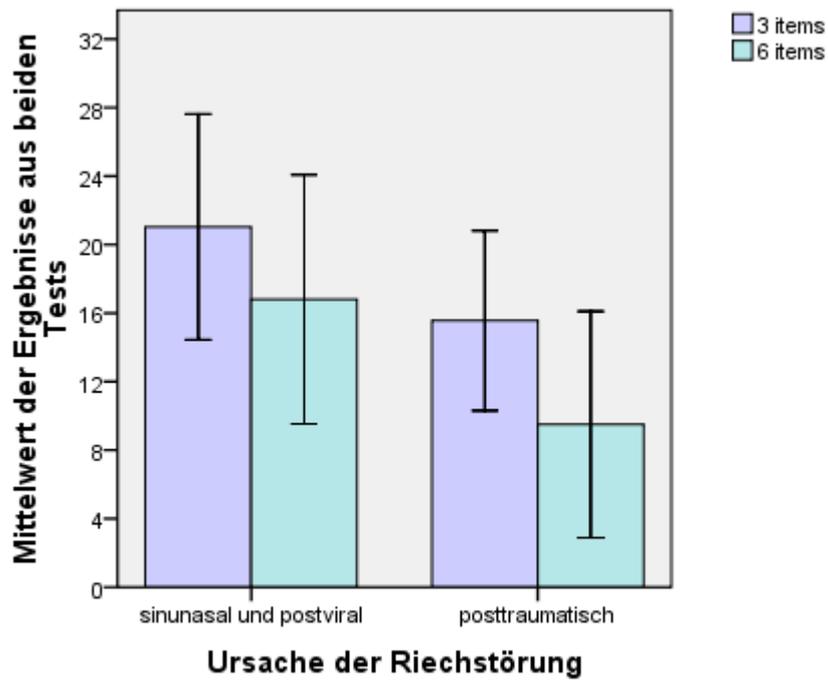
	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	15,56	5,25	16
6 Items	9,50	6,61	16

**Tabelle 3.5.2** Posttraumatische Ursache der Riechstörung

	Mittelwert	Standard-abweichung	N
3 Items	21,21	6,90	76
6 Items	17,00	7,31	76

**Tabelle 3.5.3** Sinunasale Ursache der Riechstörung

Posttraumatische Patienten schnitten bei Betrachtung der Mittelwerte und deren Ergebnisdifferenzen schlechter als postvirale oder sinunasale Patienten ab, deren Werte ähnlich ausfielen. Diese drei Gruppen gegeneinander betrachtet, zeigten keine signifikanten Unterschiede ( $F=2,07$ ;  $p=0,132$ ). Die gemeinsame Betrachtung postviraler und sinunasaler Patienten gegenüber posttraumatisch bedingt riechgestörten Menschen ergibt dagegen eine signifikante Differenz der Testergebnisse ( $F=4,15$ ;  $p<0,05$ ) (siehe dazu auch Abbildung 3.5.1).



**Abbildung 3.5.1** Mittelwertvergleich der Patienten posttraumatischer und sinusal/postviraler Ursache der Riechstörung (mit Standardabweichung)

## 4. Diskussion

### 4.1 Diskussion der Testergebnisse von Patienten- und Kontrollgruppe

Die Teilnehmer der Studie, die zur Patientengruppe zählten, schnitten in beiden Testdurchgängen schlechter ab als die Probanden der Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis war zu erwarten und deckte sich mit bisherigen Erkenntnissen bei Sniffin´ Sticks-Tests [39,83,123]. Außerdem bestätigte sich die Vermutung, dass der 6-Items-Test schwieriger als der 3-Items-Test war und zu einer höheren Fehlerquote führte. Hierzu lagen bisher noch keine vergleichenden Untersuchungen vor. Lediglich Variationen der getesteten Stiftanzahl beziehungsweise Gerüche waren bereits Gegenstand von Untersuchungen, deren Ziel es war, aussagekräftige Kurzttests zu entwickeln, um dem schmalen Zeitfenster, das für die Diagnostik im Klinikalltag bleibt, gerecht zu werden [26,29,30].

Die größere Differenz der Mittelwerte aus beiden Tests (3-Items minus 6-Items) belegt, dass Patienten im 6-Items-Test relativ betrachtet noch schlechter abschnitten als die Kontrollen. Unterstrichen wird diese Feststellung durch die starke Korrelation zwischen beiden Tests. Wer im 3-Items-Test ein gutes Ergebnis erzielte, schnitt auch im 6-Items-Test gut ab, wobei im 6-Items-Test generell signifikant schlechtere Ergebnisse erzielt wurden.

Das spricht dafür, dass mit dem 6-Items-Test eine bessere Unterscheidung zwischen Patienten und Probanden möglich ist als mit dem 3-Items-Test. Die zu erwartend erhöhte Spezifität durch eine größere Zahl von Auswahlmöglichkeiten pro präsentierten Stift konnte als statistisch signifikant nachgewiesen werden. Sie steht in einer Linie mit vorherigen Untersuchungen, die feststellten, dass Modifikationen von direkten Einflussfaktoren auf den Test das Ergebnis maßgeblich beeinflussen und verändern können. Hier sei noch einmal auf die bereits angeführten Untersuchungen hinsichtlich der Kontrastverschärfung der Items [56], der Einflüsse von farblichen Eigenschaften der Testsubstanzen [58] oder mit Bilddarstellungen kombinierte Items [57] hingewiesen.

Allerdings stellt sich die Frage, ob die durch den 6-Items-Test erhöhte Spezifität im Verhältnis zu dem deutlich steigenden zeitlichen Aufwand des Tests steht. Für den

vollständigen Sniffin´ Stick Test (Identifikation, Schwellentest, Diskrimination), wurde eine Zeitspanne von etwa 30 bis 60 Minuten eingeplant [54]. Für den üblichen Identifikationstest allein (mit vier Items pro präsentiertem Geruch und 16 unterschiedlichen Riechstiften) sind im günstigsten Falle mindestens acht bis zehn Minuten Dauer zu veranschlagen. Die oben genannten Studien mit den Kurztests einer Dauer von drei [30] oder vier [26] Minuten wurden unter anderem auf Grund des chronischen Zeitmangels in der ambulanten oder stationären Patientenversorgung durchgeführt. Ein Test mit sechs Items und 16 Stiften dauert allein schon deshalb länger, weil sechs Items für den Patienten visuell schwieriger zu überblicken und zu erfassen sind als drei oder vier Items. Hinzu kommt die Verunsicherung bei zusätzlichen Alternativen, durch die sich die Überlegungszeit bis zur Entscheidung für eine Antwort nochmals verlängert. Es ist mit einer Verlängerung der Testzeit auf mindestens 11-15 Minuten zu rechnen.

Da die bisherigen Tests über eine gute Aussagekraft verfügen (Hummel et al., 2007; Hummel et al., 2001; Kobal et al., 1996), bietet sich der ausführliche Test mit sechs Items eher für schwieriger diagnostizierbare oder Fälle im Grenzbereich an. Außerdem ergibt sich bei dem ausführlicheren Test die Möglichkeit, im Bereich gesunder Probanden stärker zu differenzieren. Mit Erhöhung des Schwierigkeitslevels kann auch bei diesen Probanden ein Deckeneffekt (bei geringer Anforderung der Aufgaben kann der Maximalwert von relativ vielen Versuchspersonen erreicht werden) verhindert und die Differenzierungskraft des Tests gestärkt werden.

Zusammengefasst spielt die Anzahl der dargebotenen Items eine wichtige Rolle bei der Diagnostik von Riechstörungen und einer verbesserten Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Patienten und ihren verschieden stark ausgeprägten Einschränkungen im Riechvermögen. Dem gegenüber stehen der Nutzen und die Realisierbarkeit im Alltag der klinischen Diagnostik.

## 4.2 Betrachtung der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Alter

Der Zusammenhang, dass Probanden, die im 3-Items Test gut abschnitten, auch im 6-Items-Test gute Ergebnisse erzielten, überraschte nicht. Zur im Alter abnehmenden Riechfunktion existieren bereits viele Studien [z.B. 60,61-67]. Die Ursachen dafür sind heterogen [124].

Auch in dieser Studie spiegelten sich deren Erkenntnisse wieder. Die Tatsache, dass ältere Testteilnehmer eine höhere Differenz der Testergebnisse aufweisen, spricht dafür, dass ihnen der 6-Items-Test größere Schwierigkeiten bereitete als jüngeren Probanden. Diese häufig beobachtete Abnahme der olfaktorischen Funktion kann unter anderem mit dem geringer werdenden Regenerationsvermögen des Riechepithels [103], dem Beginn einer neurodegenerativen Krankheit oder Nebenwirkungen von Medikamenten begründet werden [34].

Zusätzlich kann im 6-Items-Test ein möglicher Anstieg des Anspruchs an kognitive Fähigkeiten einen negativen Einfluss auf die Resultate ausgeübt haben [59,125-127]. So ist laut Wilson et al. ein niedriger Identifikationswert im Test mit einer niedrigeren kognitiven Basis assoziiert und altersbezogene Riechstörungen stehen mit Wahrnehmungsschwächen in Verbindung. Eine mögliche Erklärung dafür könnte eine Anhäufung pathologischer Läsionen und damit verbundener Wahrnehmungsschwierigkeiten in Hirnregionen sein, die zur Geruchserkennung, für episodische Erinnerungen und für die Wahrnehmungsgeschwindigkeit von Belang sind [127]. Es ist schwieriger und erfordert eine höhere Konzentration, sechs Auswahlmöglichkeiten zu erfassen als drei und diese dann auch noch mit dem exakten Stimulus zu assoziieren.

Jüngere Menschen sind außerdem besser in der Lage, Gerüche spontan zu benennen [128]. In diesem Zusammenhang hätte eine kognitive Einschätzung der Teilnehmer, beispielsweise mit dem Mini-Mental-Status-Test, weitere Aufschlüsse liefern können. Darüber hinaus könnte eine geringere Vertrautheit älterer Testteilnehmer im Gegensatz zu jüngeren mit den in den Stiften verwendeten Industriearomen durch weniger Umgang im Alltag (zum Beispiel bei Nahrungsmitteln wie Joghurt und Kaugummi oder bei Reinigungsmitteln) einen Einfluss gehabt haben.

Bereits 1989 vermuteten Wysocki und Gilbert einen Einfluss von Medikamenten auf die große Variabilität der Ergebnisse bei Riechtests älterer Menschen und empfahlen, sich nicht auf die durchschnittliche Abnahme der Riechfunktion zu beschränken. Vielmehr motivierten sie zu einer differenzierteren Betrachtung, warum manche Menschen im Alter ihre Riechfunktion noch immer haben und andere nicht [124].

Betrachtet man das Ergebnis unter dem Gesichtspunkt der Ergebnisse von Mackay-Sim et al., dass auch ältere Testteilnehmer ohne Krankheitsgeschichte, Medikamenteneinnahme und Nikotinabusus normosmische Ergebnisse liefern müssten, zeigt sich hier ein möglicher Schwachpunkt der Untersuchung [68]. Sowohl hier als auch bei anderen Studien bestünde die Möglichkeit, dass Teilnehmer in die

Kontrollgruppe eingeordnet wurden, obwohl eine relevante Krankheits- und Medikamentenanamnese oder Nikotinabusus vorlagen. Das würde das Ergebnis dieser und anderer Studien deutlich verzerren und zu einer Reduzierung der Aussagekraft führen.

In den beiden Abbildungen 4.1 und 4.2 ist erkennbar, dass ab dem 50. Lebensjahr einige Testteilnehmer mit ihren jeweiligen Ergebnissen zu Ausreißern nach unten gehören, während andere Teilnehmer dieser Altersgruppe im Normbereich liegen. Dafür spricht auch der Vergleich der Patienten und der Kontrollgruppe in Abhängigkeit vom Alter. Während bei den Patienten keine signifikanten, altersabhängigen Unterschiede (aber dennoch deutliche, tendenzielle) auftraten, waren sie hingegen in der Kontrollgruppe signifikant. Hier könnte spekuliert werden, ob die Ausreißer nach unten zur Gruppe der Menschen mit Presbyosmie zählen oder von vornherein nicht zur Kontrollgruppe, wie sie von Mackay-Sim et al. definiert wurde, hätten zugeordnet werden dürfen [68]. Möglicherweise wären dann auch in der Kontrollgruppe keine signifikanten Differenzen aufgetreten. Andererseits ist eine deutliche tendenzielle Abnahme der Riechleistung mit steigendem Lebensalter sowohl dieser Studie als auch in anderen Erhebungen bemerkbar. Daher sind die oben aufgeführten Argumente für eine altersbedingte Verschlechterung der Riechfunktion nach wie vor nicht von der Hand zu weisen.

Unabhängig vom Alter spricht der signifikante Unterschied in der Kontrollgruppe dafür, dass der 6-Items-Test auch in Kontrollgruppen mit Probanden, die bisher keine Störung ihres Riechvermögens bemerkten, über eine stärkere Auslesekraft verfügt.

Die Überlegungen führen zu der Erkenntnis, dass eine weitere, noch differenziertere Untersuchung der Ursachen für die oft festgestellte Abnahme der Riechfunktion mit zunehmendem Alter notwendig ist. Der Ansatz von Mackay-Sim et al. stiftet darüber hinaus Sinn, vorhandene Datenbanken vor allem von Gesunden nach deren Medikationen, bisherigen Erkrankungen und Rauchgewohnheiten erneut zu sichten. Zusammengefasst wurde auch in dieser Untersuchung eine signifikante Abnahme der Riechfähigkeit mit zunehmendem Alter deutlich. Bei der Einordnung der Ergebnisse in die Resultate bisheriger Studien bestätigte sich allerdings, dass für eindeutige Aussagen zu den Gründen dieser Problematik noch weitere Untersuchungen notwendig sind.

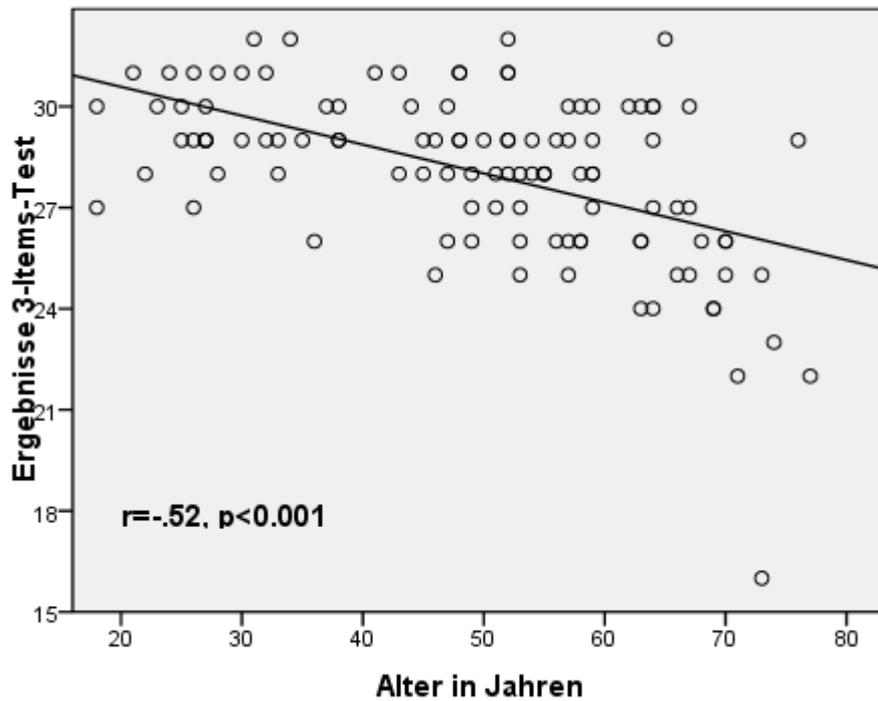


Abbildung 4.1 Darstellung der Ergebnisse der Kontrollgruppe im 3-Items-Test in Abhängigkeit vom Alter

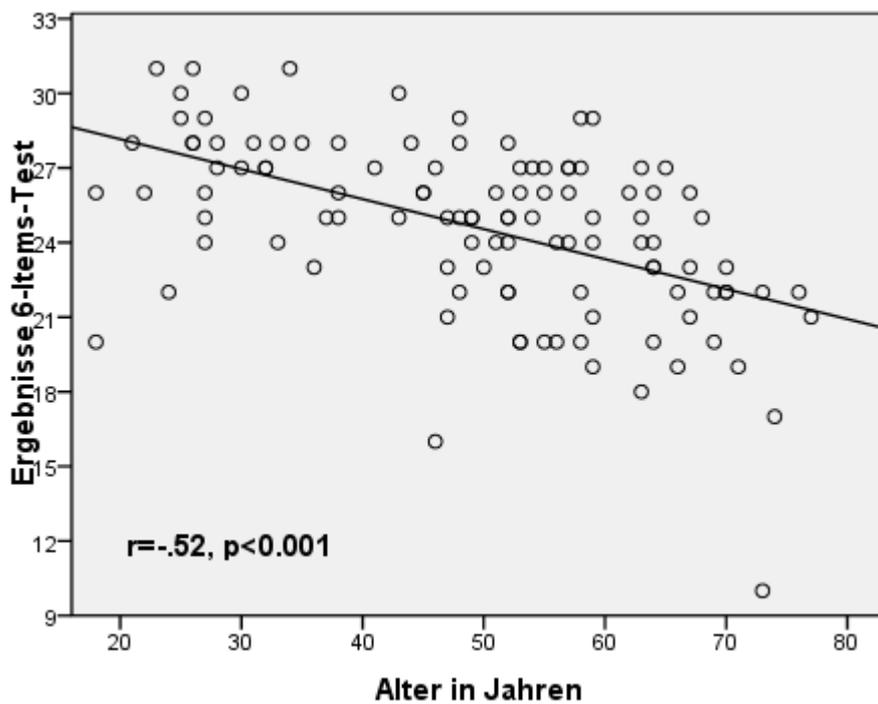


Abbildung 4.2 Darstellung der Ergebnisse der Kontrollgruppe im 6-Items-Test in Abhängigkeit vom Alter

### 4.3. Abhängigkeit der Ergebnisse vom Geschlecht

Wie bereits in der Einleitung zu diesem Themenpunkt klar wurde, spielen als mögliche Vorteile für eine weibliche Überlegenheit in der Geruchswahrnehmung eine Vielzahl von nachvollziehbaren Argumenten eine Rolle. Ob nun eine frühere Reifung oder langsamere Abnahme der Geruchssensibilität [74,81,82], bessere Fähigkeiten zur Bildung von Geruchserinnerungen [85], anatomische Vorteile und schnellere elektrophysiologische Reaktionen [79,80,87,88], bessere kognitive Fähigkeiten, hormonelle Einflüsse oder evolutionäre Entwicklungen [74,75,85,92], all diese Punkte sind bei Überlegungen zu den häufig vorkommenden und zumindest tendenziell besseren Ergebnissen weiblicher Probanden zu berücksichtigen.

Als plausibelste Gründe für die in dieser Erhebung erzielte bessere Leistung - wie bei zurückliegenden Studien – erscheinen die Erkenntnisse, dass Frauen schwache Gerüche besser wahrnehmen. Sie verfügen über eine höhere Grundsensitivität für Gerüche, gekoppelt mit der Fähigkeit, überschwellige Reize intensiver und stärker wahrzunehmen. Deshalb erfolgt die Gewöhnung und Adaptation an Gerüche nicht so schnell. Sie besitzen, wie bereits erwähnt, bessere Fähigkeiten und Strategien, Geruchserinnerungen zu kodieren und wieder abzurufen, was Korrelationen zwischen Geruchstests und Geruchs-Erinnerungstests erwiesen haben [73].

In vielen der genannten oben aufgeführten Studien schnitten Frauen besser als Männer ab [e.g. 72,73], wobei die Unterschiede aber nicht immer statistische Signifikanz erreichten (e.g. Doty and Kerr, 2005; Hummel et al., 2007; Koelega and Koster, 1974). Daher fällt diese Betrachtung nicht aus dem Rahmen bisherigen Wissens und zeigt, dass auch hier weitere Untersuchungen zur Aufklärung dieser Differenzen zwischen weiblicher und männlicher Riechfunktion Aufschluss geben müssen.

### 4.4. Abhängigkeit Ergebnisse von der Selbsteinschätzung

Die in dieser Studie dargestellten Ergebnisse, die nachweisen sollen, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung und der tatsächlichen Riechfunktion gibt, passen zu der bisher nicht eindeutigen Studienlage.

Teilnehmer, die sich keine oder nur eine geringe Riechfunktion zubilligten, schnitten im 6-Items-Test im Vergleich zum 3-Items-Test schlechter ab als jene, die sich in den mittleren Bereich einordneten. Diese wiederum waren schlechter als die Vertreter der

Gruppe mit als „normal“ beziehungsweise „besser“ eingeschätzter Riechfunktion. Wenn man bedenkt, dass der Großteil der Probanden bisher mit Riechtests gänzlich unvertraut war und nicht über das von Landis et al. angeführte „Training“ von und Wissen über Riechtests verfügte [23], verwundert dieses Ergebnis. Es lässt eher den Schluss zu, dass sich der Großteil der Patienten und Kontrollen selbst recht gut einschätzen konnte, wobei auch genau wie bei Welge-Lüssen auf individueller Ebene Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und Ergebnis sichtbar wurden [99].

Die bekannte Tatsache, dass sich Patienten mit sinunasalen Erkrankungen, die in dieser Studie einen großen Teil unter den Patienten ausmachten, gut einschätzen können [100,129], schien auch Einfluss auf dieses Ergebnis gehabt zu haben. In einer anderen Untersuchung wurde die These aufgestellt, dass die Selbsteinschätzung besser ist, wenn sich die Testteilnehmer im Alltag mehr auf die gewonnenen Riecheindrücke konzentrieren oder „Geruchstagebücher“ führen [55]. Dieses Argument ist nachvollziehbar. In diesem Test waren sowohl Teilnehmer, die sich ihrer verminderten Riechfunktion bewusst waren, als auch solche, denen bisher keine Einschränkung des Riechvermögens bei sich auffiel.

Die hohe Anzahl von Probanden in der Gruppe mit normaler oder besserer Riechfunktion ist mit der Subjektivität der Selbsteinschätzung zu erklären. Ein Teil der Patienten könnte sich womöglich eher Schmeckstörungen als Riechstörungen zugestanden haben und sich so zu den Normosikern gerechnet haben. Die Vielzahl von Ausreißern nach unten in Abbildung 3.4.1 spricht dafür. Wie bereits erläutert, traten auch in anderen Untersuchungen ähnliche Ereignisse auf [99]. Zum anderen kann es im Zeitraum zwischen der Rekrutierung als Patient mit Riechstörung beim HNO-Arzt und dem Zeitpunkt der Messung, der einen Tag bis zu zwei Wochen erfassen konnte, zu einer subjektiven Verbesserung der Riechfunktion gekommen oder auch die nasale Durchgängigkeit (zum Beispiel bei postoperativen Riechstörungen) gestiegen sein, sodass sie sich besser einschätzten. Die subjektiv wahrgenommene nasale Durchgängigkeit wird bei „untrainierten“ Probanden eher als Riechfunktion eingeschätzt als die wirklich messbare olfaktorische Sensibilität [23].

Es bleibt festzuhalten, dass die Selbsteinschätzung ein noch nicht ausreichend erforschter Schwerpunkt in der Riechforschung bleibt. Um die Selbsteinschätzung zu erhöhen, ist es von Vorteil, die Sensibilität für Gerüche im Alltag zu erhöhen, beispielsweise durch die Führung eines „Riechtagebuches“ [55] und nicht zu warten, bis

der Geruchssinn nicht mehr ausreichend funktioniert und die Problematik ins Bewusstsein rückt [102].

#### 4.5 Einfluss der Riechstörungsursache auf die Ergebnisse

Verschiedene Ursachen von Riechverlusten führen zu unterschiedlichen Schweregraden olfaktorischer Störungen. Posttraumatische Patienten schneiden schlechter ab, als postinfektiöse und sinunasale Patienten [121].

Von der Tendenz ist das Ergebnis dieser Studie eine Bestätigung bisheriger Erkenntnisse. Ein Vergleich aller drei Gruppen gegeneinander zeigte das ohne Signifikanz, der Vergleich postinfektiöser und sinunasaler Patienten zusammen gegenüber posttraumatischen Patienten mit signifikanten Unterschieden. Der 6-Items-Test vermag darüber hinaus besser zwischen den postinfektiösen/sinunasalen und den postviralen Patienten zu unterscheiden.

Hinsichtlich des Pathomechanismus der zu den Dysfunktionen führt, ist dieses Resultat nachvollziehbar.

Kommt es im Rahmen traumatischer Ereignisse zu Verletzungen im Kopfbereich, kann durch Abscherung der Fila olfactoria oder Verletzung zentraler Strukturen die Riechbahn teilweise oder komplett unterbrochen werden [111,119].

Sinunasale Erkrankungen schränken das Riechvermögen durch konduktive Störungen, entzündliche Schleimhautveränderungen oder eine Kombination aus beiden ein [104].

Bei Patienten mit postinfektiösen Riechstörungen verändert sich die Epithelstruktur der Riechschleimhaut inklusive einer Verminderung der Anzahl olfaktorischer Rezeptorneurone [111,112,115-117].

Im Falle einer postinfektiösen sowie einer sinunasalen Riechstörung ist das Riechepithel zwar nicht mehr vollständig funktionsfähig, dennoch sind intakte Riechzellen vorhanden, die je nach Ausprägungsgrad der Blockade im Nasenraum oder der Anzahl der untergegangenen Neurone einen Geruchsreiz weitervermitteln und die übergeordneten Zentren einen Riecheindruck in abgeschwächter Form kreieren können. Bei einer traumatischen Verletzung besteht eine viel höhere Wahrscheinlichkeit einer Schädigung nervaler Bahnen oder zentraler Strukturen, die eine Reizleitung und Verarbeitung zu einem Geruchsempfinden gar nicht oder mit nur viel stärkeren Einschränkungen möglich machen. Aus diesem Blickwinkel betrachtet, ist es nicht verwunderlich, dass Duncan und Mitarbeiter bei posttraumatischen Patienten signifikant

schlechtere Werte als bei postinfektiösen und sinusalen Patienten feststellten [121]. In den hier durchgeführten Tests wird das Ergebnis bestätigt.

Die nur tendenzielle, nicht signifikante Differenz bei der Betrachtung aller drei Gruppen kann zum einen auf die hier großen Fallzahlunterschiede von 20 postviralen, 16 posttraumatischen und 76 sinusalen Patienten zurückgeführt werden. Zum Anderen lassen die geringen und nicht signifikanten Mittelwertsunterschiede zwischen sinusalen und postviralen Patienten aber viel eher Rückschlüsse darauf zu, dass sie trotz ihrer unterschiedlichen Genese und der verschiedenen Langzeiteffekte auf das Riechepithel bezüglich der Riechfunktion am gleichen Ansatzpunkt und mit ähnlicher Ausprägung die physiologische Geruchswahrnehmung einschränken.

Die durch Landis et al. geäußerte Vermutung, dass der Funktionsverlust bei NP mehr auf regionale und entzündliche Faktoren als auf zentrale Defizite zurückzuführen ist, weil sonst bei diesen Patienten ein gleiches Ergebnis beim Vergleich von ortho- und retronasalem Riechen hätte vorliegen müssen [102], kann hier weitergeführt werden.

Das in dieser Untersuchung deutliche Defizit bei posttraumatischen Patienten im Vergleich zu den NP-Patienten dieser Studie, die allesamt in der Gruppe sinusal Erkrankter erfasst wurden, weist auf einen anderen, in seiner Auswirkung noch umfangreicheren, zentralen Angriffspunkt auf das physiologische Riechen hin. Wird der Riecheindruck durch verletzte nervale Verbindungen nicht mehr weitergeleitet, spielt der Grad der Blockade der Riechspalte wie bei den konduktiven Störungen keine Rolle.

Anhand der Ergebnisse zu dieser Betrachtung und der allgemeinen Datenlage ist erkennbar, dass auf diesem Gebiet noch weiterführende Untersuchungen vorgenommen werden sollten. Die hier vorliegenden Erhebungen sind in ihrem Umfang zu gering und hinsichtlich der Probandenzahl zu wenig auf diesen speziellen Aspekt ausgerichtet. Eine ähnliche, vor allem auf Seiten der posttraumatischen Patienten höhere Probandenzahl wäre für differenziertere Betrachtungen sehr hilfreich. Tests zur Darstellung eventuell doch vorhandener Differenzen zwischen Patienten mit konduktiv eingeschränkter Riechwahrnehmung wären ebenfalls für das weitere Verständnis der Riechstörungen wichtig.

Der von Duncan und Mitarbeitern 1991 gefundene Ansatz kann jedoch als bestätigt betrachtet werden. Sollten die genauen Pathomechanismen der einzelnen Riechstörungen noch präziser erforscht sein, ist möglicherweise auch eine genauere Einschätzung der Riechstörung und ihrer Ausprägung möglich.

## 4.6 Methodenkritik

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte über die HNO-Sprechstunden der Universitätskliniken in Brüssel. Es wurden Patienten berücksichtigt, die über Riech- und Schmeckstörungen klagten oder deren Krankheitsbild eine verminderte olfaktorische Funktion erwarten ließ. Eine Einteilung nach Ursachen der Riechstörung erfolgte nach einer ausführlichen Anamneseerhebung und einer HNO-ärztlichen Untersuchung. Die Auswahl von Kontrollprobanden hingegen erfolgte durch Anwerbung im Klinikumfeld. Teilnehmer der Kontrollgruppe wurden anamnestisch befragt. Sprach nichts für olfaktorische Dysfunktionen, wurden sie dieser Gruppe zugeordnet.

Eine unabhängige Bestimmung der olfaktorischen Funktion im Vorfeld des Test wäre wünschenswert gewesen. Auf diese Weise wäre der Einschluss von Teilnehmern mit einem normosmischen Ergebnis im Riechidentifikationstest in die Patientengruppe und die von Probanden mit wesentlich schlechteren Resultaten in die Kontrollgruppe im Vorfeld nicht erfolgt. Eine so hohe Ergebnisstreueung, wie in Abbildung 3.1.1 ersichtlich, hätte damit möglicherweise verhindert werden können.

Ein weiterer beachtenswerter Einfluss ist die Berücksichtigung von postoperativen Patienten, die im Rahmen der HNO-Konsultation noch über Riechstörungen klagten. Ihre Testung war teilweise aus organisatorischen Gründen erst sieben bis vierzehn Tage später möglich. Durch den voranschreitenden Heilungsprozess und einen damit möglichen Rückgang der konduktiven Ursache ihrer Riechstörung, könnten sie ebenfalls zur Ergebnisstreueung beigetragen haben. Es zeigt sich, dass im Hinblick auf die Patienten- und Kontrollgruppenauswahl eine unmittelbar im Vorfeld des Tests eingeholte unabhängige Bestimmung der Riechfunktion wünschenswert gewesen wäre und zu einer Optimierung der Ergebnisse hätte führen können.

In dieser Studie bestätigten sich bisherige Ergebnisse, dass ältere Testteilnehmer in Riechtests schlechter abschneiden als jüngere. Mögliche Ursachen dafür liegen im erhöhten Anspruch an kognitive Fähigkeiten bei einer Zunahme der Testschwierigkeit [59,125-127] mit einem im Umkehrschluss durch eine verminderte kognitive Basis und Wahrnehmungsgeschwindigkeit bedingten schlechteren Ergebnis in Identifikationstests [127]. Eine Einschätzung der Teilnehmer bezüglich ihrer kognitiven Fähigkeiten mit einem Mini-Mental-Scale-Test hätte die These zusätzlich untermauern können. Für

weitere Studien, die sich mit altersbedingten Veränderungen im Riechsystem auseinandersetzen, ist die Durchführung dieses Tests unbedingt zu empfehlen.

Zwar zeigten sich in dieser Untersuchung von Ursachen der Riechstörung signifikante Ergebnisunterschiede zwischen Patienten mit posttraumatischer und sinunasaler/postinfektiöser Riechstörung. Trotzdem sollte nicht übersehen werden, dass es deutliche Differenzen in den Fallzahlen gab. Auf der einen Seite standen 76 sinunasal und 20 postviral, auf der anderen 16 posttraumatisch Erkrankte. Um noch exaktere Aussagen zu Ursachen von Riechstörungen und ihre Auswirkungen auf die Symptomatik treffen zu können, wären höhere und ausgeglichene Fallzahlen zweifellos wünschenswert.

## 5. Schlussfolgerungen

Die Möglichkeiten zur Riechtestung sind vielfältig. Zu den am häufigsten verwendeten und bestvalidiertesten ausführlichen Riechtests zählen der UPSIT [36,37], CCCRC-Test [38] und die Sniffin´ Sticks [39,40]. Die Sniffin´ Sticks sind der in Europa am weitesten verbreitete Riechtest und beziehen sich auf drei Qualitäten der Geruchswahrnehmung: Identifikation, Diskrimination und Schwellenwertbestimmung.

Der für diese Untersuchung verwendete Riechidentifikationstest ist nur ein Teil des gesamten Sniffin´ Sticks-Tests. Aufgrund des praktischen Aufwandes wird im Klinikalltag oft die Durchführung eines Kurztestes vorgezogen, wobei hier in den meisten Fällen auf den Identifikationstest zurückgegriffen wird [25,26,31]. Dass sich eine Änderung der Faktoren, die den Identifikationstest beeinflussen, im Ergebnis niederschlägt, konnte bereits anhand einer Verschärfung des Kontrastes zwischen den Auswahlmöglichkeiten pro präsentiertem Duft gezeigt werden [56]. Darüber hinaus wurde ein Einfluss auf das Testergebnis durch Beilage von Bildmaterial bei der Entscheidungsfindung [57] und durch die Farbe des Testgegenstandes [58] nachgewiesen. Aus diesen Ergebnissen ließ sich schließen, dass auch die Anzahl der Auswahlmöglichkeiten eine große Rolle beim Identifikationstest spielen könnte.

Da die bekanntesten und am häufigsten durchgeführten Identifikationstests eine Liste von vier Items zur Auswahl bieten, sollte in dieser Versuchsreihe herausgefunden werden, ob bei hoher oder niedriger Items-Anzahl unterschiedliche Testergebnisse erreicht werden. Vorangestellt wurde die Hypothese, dass die Erhöhung der Auswahlmöglichkeiten die Spezifität des Tests, also die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gesunder als „nicht krank“ getestet wird, erhöht. Darüber hinaus sollten geschlechts-, alters- und krankheitsbedingte Unterschiede betrachtet werden.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass auch die Anzahl der dargebotenen Items eine wichtige Rolle bei der Diagnostik von Riechstörungen spielen und zu einer verbesserten Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Patienten und ihren verschiedenen stark ausgeprägten Einschränkungen im Riechvermögen führen können. Teilnehmer der Studie, die zur Patientengruppe zählten, schnitten in beiden Testdurchgängen schlechter ab als die Probanden der Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis war zu erwarten und deckte sich mit bisherigen Erkenntnissen bei Sniffin´ Sticks-Tests [39,83,123].

Außerdem bestätigte sich die Vermutung, dass der 6-Items-Test schwieriger als der 3-Items-Test war und zu einer höheren Fehlerquote führte. Mit dem ausführlicheren Test ergibt sich die Möglichkeit, im Bereich der Patienten mit geringgradigen Riechstörungen und gesunder Probanden stärker zu differenzieren. Mit Erhöhung des Schwierigkeitslevels kann bei diesen Teilnehmern ein Deckeneffekt verhindert und die Differenzierungskraft und somit die Spezifität des Tests gestärkt werden. Dem gegenüber steht die Realisierbarkeit im Alltag der klinischen Diagnostik, der ausführliche Testungen aus Zeitmangel nur selten zulässt.

Zur im Alter abnehmenden Riechfunktion existieren bereits viele Studien [z.B. 60,61-67]. Die Ursachen dafür sind heterogen [124]. Auch in dieser Studie zeigte sich eine signifikante Abnahme der Riechfähigkeit mit zunehmendem Alter. Ältere Testteilnehmer wiesen in ihren Testergebnissen höhere Differenzen auf als jüngere. Bei der Einordnung der Ergebnisse gegenüber den Resultaten bisheriger Studien bestätigte sich allerdings, dass für eindeutige Aussagen zu den Gründen dieser Problematik noch weitere Untersuchungen notwendig sind.

In vielen bisher durchgeführten Vergleichsuntersuchungen des Riechvermögens von Frauen und Männern schnitten Frauen besser als Männer ab [z.B. 72,73]. Die Unterschiede erreichten aber nicht immer statistische Signifikanz [z.B. 34,77,78]. Auch diese Studie ordnet sich mit einem tendenziell - aber nicht signifikant - besseren Ergebnis in die bisherigen Erkenntnisse ein. Zur Ursachenforschung der Differenzen zwischen weiblicher und männlicher Riechfunktion sind aber noch weitere Untersuchungen notwendig.

Die in dieser Studie dargestellten Ergebnisse, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung und der tatsächlichen Riechfunktion gibt, stehen nicht im Widerspruch zur bisherigen Datenlage [23,99]. Teilnehmer, die sich keine oder nur eine geringe Riechfunktion zubilligten, schnitten im 6-Items-Test im Vergleich zum 3-Items-Test schlechter ab als jene, die sich in den mittleren Bereich einordneten. Diese wiederum waren schlechter als die Vertreter der Gruppe mit als „normal“ beziehungsweise „besser“ eingeschätzter Riechfunktion. Es ist zu vermuten, dass sich der Großteil der Patienten und Kontrollen selbst recht gut einschätzen konnte, wobei auch genau wie bei Welge-Lüssen und Mitarbeitern auf individueller Ebene Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und Ergebnis sichtbar wurden [99]. Die

Selbsteinschätzung bleibt ein noch nicht ausreichend erforschter Schwerpunkt in der Riechforschung. Ihre Verbesserung kann durch eine Erhöhung der Sensibilität für Gerüche im Alltag, beispielsweise mit Hilfe von „Riechtagebüchern“, erreicht werden [55]. Sonst besteht die Gefahr, dass eine abnehmende Riechfunktion erst bei vollem Verlust ins Bewusstsein rückt [102].

Verschiedene Ursachen von Riechverlusten führen zu unterschiedlichen Schweregraden olfaktorischer Störungen. Posttraumatische Patienten schneiden schlechter ab, als postinfektiöse und sinunasale Patienten [121]. Von der Tendenz lässt sich das Resultat dieser Studie in die bisherigen Ergebnisse einordnen. Ein Vergleich aller drei Gruppen gegeneinander zeigt dies tendenziell, aber ohne Signifikanz, der gemeinsame Vergleich postinfektiöser und sinunasaler Patienten gegenüber posttraumatischen Patienten mit signifikanten Unterschieden. Der 6-Items-Test vermag darüber hinaus besser zwischen den postinfektiösen/sinunasalen und den postviralen Patienten zu unterscheiden. Der von Duncan und Mitarbeitern 1991 gefundene Ansatz wurde bestätigt. Sollten die genauen Pathomechanismen der einzelnen Riechstörungen präziser erforscht sein, ist unter Umständen auch eine genauere Einschätzung der Riechstörung und ihrer Ausprägung möglich, die durch die Erkrankung verursacht wird.

## 6. Zusammenfassung

Es gibt viele Möglichkeiten der Riechtestung. Zu den am häufigsten verwendeten und bestvalidiertesten ausführlichen Riechtests zählen der UPSIT [36,37], CCCRC-Test [38] und die Sniffin´ Sticks [39,40]. Bisher konnten bereits verschiedene Einflüsse auf das Ergebnis von Identifikationstests, die Bestandteile der Riechtests sind, nachgewiesen werden. So zum Beispiel anhand einer Kontrastverschärfung der Items [56], durch die Beilage von Bildmaterial bei der Entscheidungsfindung [57] und durch die Farbe des Testgegenstandes [58].

Ziel dieser Studie war es herauszufinden, ob die Resultate eines Geruchsidentifikationstests durch die Anzahl der Auswahlmöglichkeiten, die mit jedem Geruch präsentiert werden, beeinflusst werden. Außerdem sollte untersucht werden, ob eine größere Anzahl von Auswahlmöglichkeiten die Spezifität erhöht und eine Unterscheidung zwischen Probanden mit unterschiedlichen Ausprägungen von Geruchsstörungen verbessern würde. Darüber hinaus sollten geschlechts-, alters- und krankheitsbedingte Unterschiede betrachtet werden.

Es handelt sich bei der vorliegenden Studie um einen Riechidentifikationstest mit 237 Versuchsteilnehmern (127 Patienten mit Riechstörungen verschiedener Ursachen und Ausprägungen sowie 110 Kontrollpersonen). In randomisierter Reihenfolge mussten alle Teilnehmer den erweiterten Riechidentifikationstest aus 32 verschiedenen Geruchsstiften im „Forced-Choice“-Auswahlverfahren einmal mit drei und einmal mit sechs Auswahlmöglichkeiten pro Stift absolvieren.

Bei den Ergebnissen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen von Patienten und Kontrollen. Die Patienten schnitten im 6-Items-Test deutlich schlechter ab als im 3-Items-Test im Vergleich zu den Kontrollprobanden. Dieses Ergebnis zeigte eine starke Korrelation ( $r=.91$ ). Ältere Versuchsteilnehmer zeigten im Vergleich zu jüngeren im 6-Items-Test ebenfalls signifikant schlechtere Ergebnisse als im 3-Items-Test. Die Untersuchung vom Einfluss des Geschlechts auf das Resultat ergab keine signifikanten Unterschiede, jedoch tendenzielle Vorteile für weibliche Probanden. Eine bessere Unterscheidungsmöglichkeit lag mit Hilfe des 6-Items-Test auch bei Berücksichtigung der Selbsteinschätzung vor. Patienten, die sich mit einer normalen Riechfunktion sahen, waren hier signifikant besser als die, die bei sich Einschränkungen vermuteten. Bei Patienten mit sinusal oder postinfektiös bedingter

Riechstörung lag ein signifikant besseres Ergebnis vor als bei Patienten mit posttraumatischer Ursache. Auch hier vermochte der 6-Items-Test besser zu unterscheiden.

Eine unterschiedliche Anzahl von Auswahlmöglichkeiten produziert auch unterschiedliche Ergebnisse, sodass Geruchsidentifikationstests zweifelsfrei durch die Anzahl ihrer pro Geruch vorgelegten Auswahlmöglichkeiten beeinflusst werden. Eine Vergrößerung dieser Anzahl führt zu einer höheren Spezifität und damit verbesserten Unterscheidungsmöglichkeiten zwischen Menschen mit Riechstörungen und Probanden mit uneingeschränkter olfaktorischer Funktion.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Miwa T, Furukawa M, Tsukatani T, et al. Impact of olfactory impairment on quality of life and disability. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;127:497-503
2. Leopold DA, Hummel T, Schwob JE, et al. Anterior distribution of human olfactory epithelium. *Laryngoscope* 2000;110:417-421
3. Lane AP, Gomez G, Dankulich T, et al. The superior turbinate as a source of functional human olfactory receptor neurons. *Laryngoscope* 2002;112:1183-1189
4. Witt M, Hansen A. Strukturelle und funktionelle Grundlagen des Riechens. In: Hummel T, Welge-Luessen A eds, *Riech- und Schmeckstörungen; Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze*. first ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009:11-26
5. Schwarting GA, Kostek C, Ahmad N, et al. Semaphorin 3A is required for guidance of olfactory axons in mice. *J Neurosci* 2000;20:7691-7697
6. Farbman AI. Cell biology of olfactory epithelium. In: Finger TE, Silver W, Restrepo D eds, *The neurobiology of taste and smell*. New York: Wiley-Liss; 2000:131-158
7. Getchell TV, Margolis FL, Getchell ML. Perireceptor and receptor events in vertebrate olfaction. *Prog Neurobiol* 1984;23:317-345
8. Pelosi P. The role of perireceptor events in vertebrate olfaction. *Cell Mol Life Sci* 2001;58:503-509
9. Mellert TK, Getchell ML, Sparks L, Getchell TV. Characterization of the immune barrier in human olfactory mucosa. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;106:181-188
10. Curtis MA, Kam M, Nannmark U, et al. Human neuroblasts migrate to the olfactory bulb via a lateral ventricular extension. *Science* 2007;315:1243-1249
11. Gilad Y, Man O, Paabo S, Lancet D. Human specific loss of olfactory receptor genes. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2003;100:3324-3327
12. Buck L, Axel R. A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell* 1991;65:175-187

13. Grus WE, Shi P, Zhang YP, Zhang J. Dramatic variation of the vomeronasal pheromone receptor gene repertoire among five orders of placental and marsupial mammals. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2005;102:5767-5772
14. Mombaerts P. Axonal wiring in the mouse olfactory system. *Annu Rev Cell Dev Biol* 2006;22:713-737
15. Niimura Y, Nei M. Evolution of olfactory receptor genes in the human genome. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2003;100:12235-12240
16. Landis BN, Hummel T, Lacroix JS. Basic and clinical aspects of olfaction. *Adv Tech Stand Neurosurg* 2005;30:69-105
17. Mori K, Nagao H, Yoshihara Y. The olfactory bulb: coding and processing of odor molecule information. *Science* 1999;286:711-715
18. Zhao H, Ivic L, Otaki JM, et al. Functional expression of a mammalian odorant receptor. *Science* 1998;279:237-242
19. Uchida N, Takahashi YK, Tanifuji M, Mori K. Odor maps in the mammalian olfactory bulb: domain organization and odorant structural features. *Nat Neurosci* 2000;3:1035-1043
20. Malnic B, Hirono J, Sato T, Buck LB. Combinatorial receptor codes for odors. *Cell* 1999;96:713-723
21. Hatt H. Molecular and cellular basis of human olfaction. *Chem Biodivers* 2004;1:1857-1869
22. Araneda RC, Kini AD, Firestein S. The molecular receptive range of an odorant receptor. *Nat Neurosci* 2000;3:1248-1255
23. Landis BN, Hummel T, Hugentobler M, Giger R, Lacroix JS. Ratings of overall olfactory function. *Chem Senses* 2003;28:691-694
24. Hummel T, Welge-Luessen A. Erfassung des Riech- und Schmeckvermögens. In: Hummel T, Welge-Luessen A eds, *Riech- und Schmeckstörungen; Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze*. first ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009:43-59
25. Doty RL, Marcus A, Lee WW. Development of the 12-item Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT). *Laryngoscope* 1996;106:353-356
26. 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;110:976-981

27. Simmen D, Briner H. Olfaction in rhinology - methods of assessing the sense of smell. *Rhinology* 2006;44:98-101
28. Thomas-Danguin T, Rouby C, Sicard G, et al. Development of the ETOC: a European test of olfactory capabilities. *Rhinology* 2003;41:142-151
29. Hummel T, Pfetzing U, Lötsch J. A short olfactory test based on the identification of three odors. submitted 2008
30. Mueller C, Renner B. A new procedure for the short screening of olfactory function using five items from the "Sniffin' Sticks" identification test kit. *Am J Rhinol* 2006;20:113-116
31. Jackman AH, Doty RL. Utility of a three-item smell identification test in detecting olfactory dysfunction. *Laryngoscope* 2005;115:2209-2212
32. Davidson T, Murphy C. Rapid clinical evaluation of anosmia. The alcohol sniff test. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:591-594
33. Amoore JE, Venstrom D, Davis AR. Measurement of specific anosmia. *Percept Mot Skills* 1968;26:143-164
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 Otorhinolaryngol* 2007;264:237-243
35. Hummel T, Landis BN, Frasnelli JA, Heilmann S, Hüttenbrink K-B. Riechstörungen; Ursachen, Diagnostik und Therapie. In: Biesinger E, Iro H eds, *HNO Praxis heute: Funktionsstörungen und funktionelle Störungen*. Berlin Heidelberg: Springer; 2005:100-107
36. 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;32:489-502
37. Doty RL, Shaman P, Kimmelman CP, Dann MS. University of Pennsylvania Smell Identification Test: a rapid quantitative olfactory function test for the clinic. *Laryngoscope* 1984;94:176-178
38. Cain WS, Gent JF, Goodspeed RB, Leonard G. Evaluation of olfactory dysfunction in the Connecticut Chemosensory Clinical Research Center. *Laryngoscope* 1988;98:83-88
39. Kobal G, Hummel T, Sekinger B, et al. "Sniffin' sticks": screening of olfactory performance. *Rhinology* 1996;34:222-226

40. 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;22:39-52
41. Lotsch J, Reichmann H, Hummel T. Different odor tests contribute differently to the evaluation of olfactory loss. *Chem Senses* 2008;33:17-21
42. Eibenstein A, Fioretti AB, Simaskou MN, et al. Olfactory screening test in mild cognitive impairment. *Neurol Sci* 2005;26:156-160
43. Mueller CA, Grassinger E, Naka A, et al. A self-administered odor identification test procedure using the "Sniffin' Sticks". *Chem Senses* 2006;31:595-598
44. Deems DA, Doty RL, Settle RG, et al. Smell and taste disorders, a study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;117:519-528
45. Kremer B, Klimek L, Mosges R. Clinical validation of a new olfactory test. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1998;255:355-358
46. Heilmann S, Strehle G, Rosenheim K, Damm M, Hummel T. Clinical assessment of retronasal olfactory function. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;128:414-418
47. Nakashima T, Kidera K, Miyazaki J, Kuratomi Y, Inokuchi A. Smell intensity monitoring using metal oxide semiconductor odor sensors during intravenous olfaction test. *Chem Senses* 2006;31:43-47
48. Landis BN, Frasnelli J, Reden J, Lacroix JS, Hummel T. Differences between orthonasal and retronasal olfactory functions in patients with loss of the sense of smell. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131:977-981
49. Giesen M, Mrowinski D. [Clinical studies with an impulse-olfactometer]. *Arch Klin Exp Ohren Nasen Kehlkopfheilkd* 1970;196:377-380
50. Herberhold C. Typical results of computer-olfactometry. *Rhinology* 1976;14:109-116
51. Kobal G, Plattig KH. [Objective olfactometry: methodological annotations for recording olfactory EEG-responses from the awake human]. *EEG EMG Z Elektroenzephalogr Elektromyogr Verwandte Geb* 1978;9:135-145
52. Hummel T, Klimek L, Welge-Lussen A, et al. [Chemosensory evoked potentials for clinical diagnosis of olfactory disorders]. *HNO* 2000;48:481-485

53. Hummel T, Kobal G. Olfactory Event-Related Potentials. In: Simon SA, Nicolelis MAL eds, *Methods in chemosensory research*. first ed. Boca Raton: CRC Press; 2002:429-464
54. Wolfensberger M, Schnieper I. [Sniffin'Sticks: a new system for olfactory assessment in routine clinical practice]. *HNO* 1999;47:629-636
55. Gudziol V, Lotsch J, Hahner A, Zahnert T, Hummel T. Clinical significance of results from olfactory testing. *Laryngoscope* 2006;116:1858-1863
56. Gudziol V, Hummel T. The influence of distractors on odor identification. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;135:143-145
57. Kobayashi M, Imanishi Y, Ishikawa M, et al. Influence of visual information and test paradigm on clinical olfactory test results. *Auris Nasus Larynx* 2008;35:53-60
58. Zellner DA, Bartoli AM, Eckard R. Influence of color on odor identification and liking ratings. *Am J Psychol* 1991;104:547-561
59. Larsson M, Nilsson LG, Olofsson JK, Nordin S. Demographic and cognitive predictors of cued odor identification: evidence from a population-based study. *Chem Senses* 2004;29:547-554
60. Yousem DM, Maldjian JA, Hummel T, et al. The effect of age on odor-stimulated functional MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:600-608
61. Venstrom D. Olfactory threshold in relation to age, sex or smoking. *J Food Sci* 1968;33:264-265
62. Vaschide N. L'état de la sensibilité olfactive dans la vieillesse. *Bull Laryngol Otol Rhinol* 1904;7:323-333
63. Schiffman SS. Taste and smell in disease (first of two parts). *N Engl J Med* 1983;308:1275-1279
64. Murphy C. Age-related effects on the threshold, psychophysical function, and pleasantness of menthol. *J Gerontol* 1983;38:217-222
65. Hummel T, Barz S, Pauli E, Kobal G. Chemosensory event-related potentials change with age. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998;108:208-217
66. Cain WS, Gent JF. Olfactory sensitivity: reliability, generality, and association with aging. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 1991;17:382-391
67. Doty RL, Shaman P, Applebaum SL, et al. Smell identification ability: changes with age. *Science* 1984;226:1441-1443

68. Mackay-Sim A, Johnston AN, Owen C, Burne TH. Olfactory ability in the healthy population: reassessing presbyosmia. *Chem Senses* 2006;31:763-771
69. Corwin J, Loury M, Gilbert AN. Workplace, age, and sex as mediators of olfactory function: data from the National Geographic Smell Survey. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1995;50:P179-186
70. Ship JA, Weiffenbach JM. Age, gender, medical treatment, and medication effects on smell identification. *J Gerontol* 1993;48:M26-32
71. Meisami E, Mikhail L, Baim D, Bhatnagar KP. Human olfactory bulb: aging of glomeruli and mitral cells and a search for the accessory olfactory bulb. *Ann N Y Acad Sci* 1998;855:708-715
72. Choudhury ES, Moberg P, Doty RL. Influences of age and sex on a microencapsulated odor memory test. *Chem Senses* 2003;28:799-805
73. Mackay-Sim A, Grant L, Owen C, Chant D, Silburn P. Australian norms for a quantitative olfactory function test. *J Clin Neurosci* 2004;11:874-879
74. Brand G, Millot JL. Sex differences in human olfaction: between evidence and enigma. *Q J Exp Psychol B* 2001;54:259-270
75. Dalton P, Doolittle N, Breslin PA. Gender-specific induction of enhanced sensitivity to odors. *Nat Neurosci* 2002;5:199-200
76. Doty RL, Applebaum S, Zusho H, Settle RG. Sex differences in odor identification ability: a cross-cultural analysis. *Neuropsychologia* 1985;23:667-672
77. Doty RL, Kerr KL. Episodic odor memory: influences of handedness, sex, and side of nose. *Neuropsychologia* 2005;43:1749-1753
78. Koelega HS, Koster EP. Some experiments on sex differences in odor perception. *Ann N Y Acad Sci* 1974;237:234-246
79. Lundstrom JN, Frasnelli J, Larsson M, Hummel T. Sex differentiated responses to intranasal trigeminal stimuli. *Int J Psychophysiol* 2005;57:181-186
80. Yousem DM, Maldjian JA, Siddiqi F, et al. Gender effects on odor-stimulated functional magnetic resonance imaging. *Brain Res* 1999;818:480-487
81. Toulouse E, Vaschide N. Mesure de l'odorat chez les enfant. *Compte-Rendus de la Société de Biologie* 1899:487-489
82. Toulouse E, Vaschide N. Mesure de l'odorat chez l'homme et chez la femme. *Compte-Rendus de la Société de Biologie* 1899:381-383

83. 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 Otorhinolaryngol* 2000;257:205-211
84. Yakirevitch A, Bercovici M, Migirov L, et al. Olfactory function in oncologic hospice patients. *J Palliat Med* 2006;9:57-60
85. Larsson M, Lovden M, Nilsson LG. Sex differences in recollective experience for olfactory and verbal information. *Acta Psychol (Amst)* 2003;112:89-103
86. Stuck BA, Frey S, Freiburg C, et al. Chemosensory event-related potentials in relation to side of stimulation, age, sex, and stimulus concentration. *Clin Neurophysiol* 2006;117:1367-1375
87. Scheibe M, Opatz O, Hummel T. Are there sex-related differences in responses to repetitive olfactory/trigeminal stimuli? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2008
88. Hornung DE, Leopold DA. Relationship between uninasal anatomy and uninasal olfactory ability. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;125:53-58
89. Ellis RS. *The psychology of individual difference*. New York: Appleton; 1928
90. Shaywitz BA, Shaywitz SE, Pugh KR, et al. Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature* 1995;373:607-609
91. Lorig TS. On the similarity of odor and language perception. *Neurosci Biobehav Rev* 1999;23:391-398
92. Doty RL, Snyder PJ, Huggins GR, Lowry LD. Endocrine, cardiovascular, and psychological correlated of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle. *J Comp Physiol Psychol* 1981;95:45-60
93. Doty RL, Cameron EL. Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception. *Physiol Behav* 2009;97:213-228
94. Velle W. *Sex differences in sensory function*. Groningen: Origin Press; 1992
95. Nordin S, Monsch AU, Murphy C. Unawareness of smell loss in normal aging and Alzheimer's disease: discrepancy between self-reported and diagnosed smell sensitivity. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1995;50:P187-192
96. Doty RL, Deems DA, Stellar S. Olfactory dysfunction in parkinsonism: a general deficit unrelated to neurologic signs, disease stage, or disease duration. *Neurology* 1988;38:1237-1244
97. Stevens JC, Cain WS. Smelling via the mouth: effect of aging. *Percept Psychophys* 1986;40:142-146

98. Murphy C, Schubert CR, Cruickshanks KJ, et al. Prevalence of olfactory impairment in older adults. *JAMA* 2002;288:2307-2312
99. Welge-Luessen A, Hummel T, Stojan T, Wolfensberger M. What is the correlation between ratings and measures of olfactory function in patients with olfactory loss? *Am J Rhinol* 2005;19:567-571
100. Klimek L, Hummel T, Moll B, Kobal G, Mann WJ. Lateralized and bilateral olfactory function in patients with chronic sinusitis compared with healthy control subjects. *Laryngoscope* 1998;108:111-114
101. Smythies J. The functional neuroanatomy of awareness: with a focus on the role of various anatomical systems in the control of intermodal attention. *Conscious Cogn* 1997;6:455-481
102. Landis BN, Giger R, Ricchetti A, et al. Retronasal olfactory function in nasal polyposis. *Laryngoscope* 2003;113:1993-1997
103. Welge-Luessen A, Hummel T. Praktisches Vorgehen bei Patienten mit Riechstörungen. In: Hummel T, Welge-Luessen A eds, *Riech- und Schmeckstörungen; Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze*. first ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009:3-10
104. Damm M. Sinunasale Dysosmien. In: Hummel T, Welge-Luessen A eds, *Riech- und Schmeckstörungen; Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze*. first ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009:61-76
105. Stuck BA, Bachert C, Federspil P, et al. [Rhinosinusitis guidelines of the German Society for Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery]. *HNO* 2007;55:758-760, 762-754, 766-777
106. Fokkens W, Lund V, Mullol J. European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2007. *Rhinol Suppl* 2007:1-136
107. Apter AJ, Mott AE, Frank ME, Clive JM. Allergic rhinitis and olfactory loss. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1995;75:311-316
108. Damm M, Eckel HE, Streppel M, Jungehulsing M, Stennert E. [Dependence of uni- and bilateral olfactory capacity on nasal airflow in patients with chronic rhinosinusitis]. *HNO* 2000;48:436-443
109. Bachert C, Borchard U, Wedi B, et al. [Allergic rhinoconjunctivitis. Guidelines of the DGAI in association with the DDG]. *J Dtsch Dermatol Ges* 2006;4:264-275

110. Bousquet J, Van Cauwenberge P, Khaltaev N. Allergic rhinitis and its impact on asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2001;108:S147-334
111. Welge-Luessen A, Hummel T. Riechstörungen postinfektiöser, posttraumatischer, medikamentöser, toxischer, postoperativer und anderer Ätiologien. In: Hummel T, Welge-Luessen A eds, *Riech- und Schmeckstörungen; Physiologie, Pathophysiologie und therapeutische Ansätze*. first ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009:77-94
112. Seiden AM. Postviral olfactory loss. *Otolaryngol Clin North Am* 2004;37:1159-1166
113. Sugiura M, Aiba T, Mori J, Nakai Y. An epidemiological study of postviral olfactory disorder. *Acta Otolaryngol Suppl* 1998;538:191-196
114. Suzuki M, Saito K, Min WP, et al. Identification of viruses in patients with postviral olfactory dysfunction. *Laryngoscope* 2007;117:272-277
115. Jafek BW, Murrow B, Michaels R, Restrepo D, Linschoten M. Biopsies of human olfactory epithelium. *Chem Senses* 2002;27:623-628
116. Yamagishi M, Fujiwara M, Nakamura H. Olfactory mucosal findings and clinical course in patients with olfactory disorders following upper respiratory viral infection. *Rhinology* 1994;32:113-118
117. Rombaux P, Mouraux A, Bertrand B, et al. Olfactory function and olfactory bulb volume in patients with postinfectious olfactory loss. *Laryngoscope* 2006;116:436-439
118. Delank KW, Fechner G. [Pathophysiology of post-traumatic anosmia]. *Laryngorhinootologie* 1996;75:154-159
119. Haxel BR, Murrell WG, Mackay-Sim A. [Studies of the olfactory epithelium in anosmic patients after head trauma]. *HNO* 2005;53:682-686, 688-689
120. 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;132:265-269
121. Duncan HJ, Seiden AM, Paik SI, Smith DV. Differences among patients with smell impairment resulting from head trauma, nasal disease, or prior upper respiratory infection. *Chemical Senses* 1991;16:517
122. Haehner A, Mayer AM, Landis BN, et al. High test-retest reliability of the extended version of the "Sniffin' Sticks" test. *Chem Senses* 2009;34:705-711

123. Briner HR, Simmen D. Smell diskettes as screening test of olfaction. *Rhinology* 1999;37:145-148
124. Wysocki CJ, Gilbert AN. National Geographic Smell Survey. Effects of age are heterogenous. *Ann N Y Acad Sci* 1989;561:12-28
125. Nordin S, Murphy C, Davidson TM, et al. Prevalence and assessment of qualitative olfactory dysfunction in different age groups. *Laryngoscope* 1996;106:739-744
126. Devanand DP, Tabert MH, Cuasay K, et al. Olfactory identification deficits and MCI in a multi-ethnic elderly community sample. *Neurobiol Aging* 2008
127. Wilson RS, Arnold SE, Tang Y, Bennett DA. Odor identification and decline in different cognitive domains in old age. *Neuroepidemiology* 2006;26:61-67
128. Schemper T, Voss S, Cain WS. Odor identification in young and elderly persons: sensory and cognitive limitations. *J Gerontol* 1981;36:446-452
129. Nordin S, Paulsen JS, Murphy C. Sensory- and memory-mediated olfactory dysfunction in Huntington's disease. *J Int Neuropsychol Soc* 1995;1:281-290

## 8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1.1 Ergebnisse der Patienten.....	29
Tabelle 3.1.2 Ergebnisse der Kontrollgruppe .....	29
Tabelle 3.2.1 Ergebnisse im 3-Items-Test altersabhängig.....	31
Tabelle 3.2.2 Ergebnisse im 6-Items-Test altersabhängig.....	32
Tabelle 3.2.3 Ergebnisse der Kontrollgruppe im 3-Items- und 6-Items-Test altersabhängig .....	33
Tabelle 3.2.4 Ergebnisse der Patientengruppe im 3-Items- und 6-Items-Test altersabhängig .....	34
Tabelle 3.3.1 Ergebnisse der Frauen .....	35
Tabelle 3.3.2 Ergebnisse der Männer .....	35
Tabelle 3.4.1 Ergebnisse Teilnehmer ohne bzw. schlechter Riechfunktion.....	36
Tabelle 3.4.2 Ergebnisse Teilnehmer mittelmäßiger Riechfunktion.....	37
Tabelle 3.4.3 Ergebnisse Teilnehmer normaler bzw. besserer Riechfunktion .....	37
Tabelle 3.5.1 Postvirale Ursache der Riechstörung.....	39
Tabelle 3.5.2 Posttraumatische Ursache der Riechstörung .....	39
Tabelle 3.5.3 Sinunasale Ursache der Riechstörung .....	39

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1.1 Vergleich der Patienten- und Kontrollgruppe (3- und 6-Items-Test)..	30
Abbildung 3.1.2 Korrelation der Ergebnisse des 3-Items- und des 6-Items-Tests.....	31
Abbildung 3.2.1 Korrelation des Alters der Teilnehmer mit der Differenz aus den Testergebnissen .....	32
Abbildung 3.3.1 Darstellung der Ergebnisse aus beiden Tests (Ordinate) von Frauen und Männern unter Berücksichtigung von Patienten- und Kontrollgruppe .....	36
Abbildung 3.4.1 Darstellung der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Selbsteinschätzung im 3-Items- und 6-Items-Test.....	38
Abbildung 3.5.1 Mittelwertvergleich der Patienten posttraumatischer und sinunasaler/postviraler Ursache der Riechstörung (mit Standardabweichung) .....	40
Abbildung 4.1 Darstellung der Ergebnisse der Kontrollgruppe im 3-Items-Test in Abhängigkeit vom <u>Alter</u> .....	45
Abbildung 4.2 Darstellung der Ergebnisse der Kontrollgruppe im 6-Items-Test in Abhängigkeit vom <u>Alter</u> .....	45

## **Anhang**

- A) Fragebogen aus der Sprechstunde (ins Deutsche übersetzt)
- B) Antwortzettel für den 3-Items-Test auf flämisch
- C) Antwortzettel für den 6-Items-Test französisch

## A) Fragebogen aus der Sprechstunde

Alle Angaben fallen unter die ärztliche Schweigepflicht und werden vertraulich behandelt.

### Allgemeine Fragen

Datum: ..... Dossiernummer: .....

Tel (privat):

Tel (mobil):

#### *allgemein*

Name,

Vorname:

.....

Adresse: .....  
.....

Körpergröße (in cm) ..... Körpergewicht (in kg) ..... Alter ..... (in Jahren).....

Geschlecht :  weiblich  männlich

#### *Vorgeschichte*

Haben Sie folgende Krankheiten (gehabt)?

nein

Ja, folgende:

Unfall mit Kopfbeteiligung ?

häufige Erkältungen / Grippe / Schnupfen ?

häufige Nasennebenhöhlenentzündungen ?

Nasenpolypen ?

derzeit Heuschnupfen ?

behinderte Nasenatmung ?

Nerven- / Hirnerkrankung ?

Gelbsucht / Leberentzündung (Hepatitis) ?

Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) ?

Nierenerkrankung ?

Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose) ?

Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose)?

andere (welche)

.....  
.....  
.....

Sind Sie bereits im **Kopfbereich operiert** worden ?

nein

ja, an  Nasennebenhöhlen wann ?

Nasenscheidewand wann ?

Nasenmuscheln wann ?

Rachenmandel ("Polypen") wann ?

Mittelohr  rechts  links wann ?

andere Operationen .....

Trinken Sie **Alkohol** ?  nein

ja

gelegentlich

regelmäßig

**Rauchen** Sie ?  nein, noch nie

nein, nicht mehr seit ..... Jahren

ja, seit ..... Jahren

Beruf: .....

Sind Sie Chemikalien / Stäuben / Gasen besonders ausgesetzt bzw. ausgesetzt gewesen ?

nein, noch nie

ja, gegenüber was ? .....

Seit wie vielen Jahren?

.....

Wieviele Stunden am Tag? .....

## ***Riechen***

Wie beurteilen Sie Ihr **Riechvermögen** im Vergleich zu anderen?

sehr gut

deutlich besser

etwas besser

normal

etwas schlechter

deutlich schlechter

sehr schlecht

keine

Riechwahrnehmung

Wie beurteilen Sie Ihre **Nasenatmung** im Vergleich zu anderen ?

	linke Seite	rechte Seite
sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
deutlich besser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
etwas besser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
normal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
etwas schlechter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
deutlich schlechter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sehr schlecht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nicht durchgängig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Alle Angaben unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht.

## Patientenfragebogen

Patientennummer:..... Name, Vorname:.....

Sie haben Probleme mit (mehrere Angaben möglich)	<input type="checkbox"/> mit dem Riechen <input type="checkbox"/> mit dem feinen Geschmack beim Essen <input type="checkbox"/> mit dem Schmecken (süß, sauer, bitter, salzig)
Seit wann besteht dieses Problem ?	<input type="checkbox"/> seit drei Monaten <input type="checkbox"/> seit drei bis 24 Monaten <input type="checkbox"/> seit mehr als zwei Jahren <input type="checkbox"/> immer schon/seit ich mich erinnere <input type="checkbox"/> weiß nicht
Wie hat das Problem begonnen ?	<input type="checkbox"/> allmählich <input type="checkbox"/> plötzlich <input type="checkbox"/> ich habe noch nie im Leben gerochen <input type="checkbox"/> weiß nicht
Wie hat sich diese Störung seither verändert ?	<input type="checkbox"/> verbessert <input type="checkbox"/> unverändert <input type="checkbox"/> verschlechtert
Worauf führen Sie dieses Problem zurück ?	<input type="checkbox"/> Unfall <input type="checkbox"/> Erkältung/Infekt <input type="checkbox"/> Medikamenteneinnahme <input type="checkbox"/> Operation <input type="checkbox"/> Nasenatmung/Polypen/Nebenhöhlenentzündung <input type="checkbox"/> Mundtrockenheit <input type="checkbox"/> Zahnersatz <input type="checkbox"/> andere (bitte angeben)
Haben Sie chronische Nasenprobleme ?	<input type="checkbox"/> nein  <input type="checkbox"/> ja – wenn ja, welche? Nasenlaufen, verstopfte Nasen, Niesen, Allergien, Polypen, Gesichtsschmerzen, .....
Ist ihre Störung veränderlich oder konstant?	<input type="checkbox"/> veränderlich <input type="checkbox"/> konstant <input type="checkbox"/> weiß nicht <input type="checkbox"/> wird durch bestimmte Umstände verändert – wenn ja, welche?
Wie stark fühlen Sie sich insgesamt durch Ihr Problem beeinträchtigt?	<input type="checkbox"/> extrem stark <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> kaum <input type="checkbox"/> gar nicht
Wie würden Sie Ihre Nasendurchgängigkeit beschreiben?	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> sehr schlecht <input type="checkbox"/> ich bekomme gar keine Luft durch die Nase
Bitte das Folgende bei Störungen des <b>Schmeckvermögens</b> ausfüllen:	
Die Schmeckstörung hat vor allem zu tun mit der Wahrnehmung von ?	<input type="checkbox"/> süß <input type="checkbox"/> sauer <input type="checkbox"/> salzig <input type="checkbox"/> bitter <input type="checkbox"/> scharf  <input type="checkbox"/> keinem der genannten
Haben Sie im Mund ständig eine der folgenden Empfindungen?	Brennen: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein bitterer Geschmack: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein salziger Geschmack: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein saurer Geschmack: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Mundtrockenheit: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Fremdkörpergefühl: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Haben Sie wegen der Störung abgenommen:	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja .....kg/.....Jahren
Medikamenteneinnahme?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja – welche?
Chronische Krankheiten?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja – welche? <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Bluthochdruck <input type="checkbox"/> Neoplasien <input type="checkbox"/> sonstige: .....
Grippeimpfung?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja – ggf. wann ?
Bildgebung ?	<b>CT</b> <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <b>rad.-NNH</b> <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <b>MRT</b> <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Ggf. Befunde?
bei V.a. idiopathische Ursache	Parkinson in der Familie <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Alzheimer in der Familie <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja
Parosmie <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> links? <input type="checkbox"/> rechts?	<input type="checkbox"/> täglich <input type="checkbox"/> nicht täglich <input type="checkbox"/> sehr intensiv <input type="checkbox"/> weniger intensiv <input type="checkbox"/> Gewichtsverlust wegen Parosmie <input type="checkbox"/> kein Gewichtseverlust
Phantosmie <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> links? <input type="checkbox"/> rechts?	<input type="checkbox"/> täglich <input type="checkbox"/> nicht täglich <input type="checkbox"/> sehr intensiv <input type="checkbox"/> weniger intensiv <input type="checkbox"/> Gewichtsverlust wegen Parosmie <input type="checkbox"/> kein Gewichtseverlust

### Wahrscheinliche Diagnose

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> posttraumatisch  | <input type="checkbox"/> postinfektiös |
| <input type="checkbox"/> sinunasal        | <input type="checkbox"/> idiopathisch  |
| <input type="checkbox"/> toxisch          | <input type="checkbox"/> kongenital    |
| <input type="checkbox"/> neurodegenerativ | <input type="checkbox"/> andere        |

### Resultat Nase:

- Deviation Nasenscheidewand nach  links  rechts  keine
- Riechfuge sichtbar  links  rechts
- Polypen links:  0  I  II  III
- rechts:  0  I  II  III

## B) Antwortzettel für den 3-Items-Test auf flämisch

Naam, Vornaam: .....

Testnummer:

Dossiernummer: .....

Datum: .....

Testrij: 6-3 3-6

1	<u>sinaasappel</u>	aardbei	Ananas	
2	plakmiddel	<u>leer de schoen</u>	smoor (de brand)	
3	<u>kaneel</u>	honing	Vanille	
4	fijne spar	ui	<u>Pepermunt</u>	
5	kokos	<u>banaan</u>	Walnoot	
6	perzik	<u>citroen</u>	Appel	
7	<u>Drop</u>	kauwgum	Biscuit	
8	mosterd	gummi	<u>Terpentijn</u>	
9	zuurkool	<u>knoflook</u>	Peen	
10	<u>koffie</u>	sigaret	uitgeblazen kaars	
11	meloen	sinaasappel	<u>Appel</u>	
12	<u>kruidnagel</u>	peper	Mosterd	
13	Peer	prium	<u>Ananas</u>	
14	framboos	<u>roos</u>	Kamille	
15	fijne spar	rum	<u>Anijs</u>	
16	brood	<u>vis</u>	Kaas	
17	braambes	<u>peer</u>	Kers	
18	<u>Cola</u>	gombeertjes	Citroen	
19	pepermunt	bieslook	<u>Sering</u>	
20	wijndruif	aardbei	<u>Grapefruit</u>	
21	<u>Gras</u>	zuurkool	Peen	
22	Pruim	<u>framboos</u>	Meloen	
23	<u>honing</u>	amandel	Rum	
24	kruidnagel	paprika	<u>Gember</u>	
25	chocolade	aardnoot	<u>Kokos</u>	
26	<u>lavendel</u>	roos	Gras	
27	aalbes	<u>meloen</u>	Banaan	
28	<u>perzik</u>	kers	Aardbei	
29	Ham	<u>paddestoel</u>	Hout	
30	Leer	<u>rookvlees</u>	Salami	
31	<u>chocolade</u>	biscuit	Vanille	
32	peper	muskaat	<u>Ui</u>	

Resultaat: juist: .....

vals: .....

### C) Antwortzettel für den 6-Items-Test französisch

Nom, Prénom: .....

Numéro du test:

Numéro matriculaire du patient: .....

Date: .....

Ordre du test:                                      6-3                                      3-6

1	Mûre	fraise	ananas	<u>Orange</u>	grain de raisin	pomme	
2	Colle	<u>chaussure en cuir</u>	herbe	fumée de bougie	goudron	fumée	
3	<u>cannelle</u>	réglisse	chocolat	Café	Miel	vanille	
4	oignon	clou de girofle	ail	ciboulette	<u>menthe</u>	épicea	
5	noix de coco	cerise	noix	Prune	fraise	<u>banane</u>	
6	framboise	pamplemousse	cassis	<u>Citron</u>	banane	pêche	
7	<u>réglisse</u>	chewing-gum	noix	Rhum	gâteau	oursons gélatifiés	
8	caoutchouc	carotte	<u>térébenthine</u>	cacahouète	menthol	moutarde	
9	fromage	bois	carotte	choucroute	<u>Ail</u>	poivre	
10	cigarette	vin	goudron	<u>Café</u>	fumée de bougie	poivron	
11	<u>pomme</u>	poire	pêche	Orange	melon	banane	
12	moutarde	poivre	<u>clou de girofle</u>	champignon	oursons gélatifiés	ciboulette	
13	prune	<u>ananas</u>	mûre	Poire	noix de coco	cassis	
14	camomille	<u>rose</u>	cerise	framboise	fraise	grain de raisin	
15	cigarette	cannelle	miel	Rhum	<u>Anis</u>	épicea	
16	Pain	oignon	melon	Jambon	fromage	<u>poisson</u>	
17	cerise	grain de raisin	cassis	<u>Poire</u>	Mûre	pomme	
18	chewing-gum	<u>coca</u>	rhum	Citron	oursons gélatifiés	miel	
19	menthe	épicea	<u>lilas</u>	noix de coco	ciboulette	vanille	
20	framboise	fraise	ananas	Orange	<u>pamplemousse</u>	grain de raisin	
21	poivron	rose	champignon	choucroute	carotte	<u>herbe</u>	
22	pamplemousse	pêche	prune	Banane	melon	<u>framboise</u>	
23	camomille	amande	cannelle	<u>Miel</u>	réglisse	rhum	
24	<u>gingembre</u>	menthol	lavende	Poivron	clou de girofle	poivre	
25	cacahouète	<u>noix de coco</u>	gingembre	chocolat	cannelle	gâteau	
26	Lilas	<u>lavende</u>	épicea	camomille	Rose	herbe	
27	cassis	citron	pomme	<u>Melon</u>	banane	ananas	
28	cerise	poire	<u>pêche</u>	Prune	pamplemousse	fraise	
29	<u>champignon</u>	moutarde	pain	Poisson	Noix	bois	
30	Cuir	Café	salami	Ail	<u>le fumé</u>	cigarette	
31	Vin	Coca	vanille	Gâteau	Miel	<u>chocolat</u>	
32	Anis	Poivre	<u>oignon</u>	muscade	amande	fromage	

Résultat:    juste: .....

              faux: .....

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, habe ich in jedem Fall unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht. Die Dissertation wurde in Brüssel und Dresden unter der wissenschaftlichen Betreuung von Prof. Dr. med. Thomas Hummel, Klinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde, Arbeitsbereich „Riechen und Schmecken“, Dresden, angefertigt.

Ich versichere, dass die Arbeit nicht bereits in derselben oder ähnlichen Fassung an einer anderen Fakultät oder einem anderen Fachbereich zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht worden ist. Im Vorfeld habe ich noch keinen anderen Promotionsversuch eingereicht.

Dresden, den 20. Juli 2010

Unterschrift

## Thesen zur Dissertationsschrift

### **Bessere Unterscheidung durch mehr Items?**

Eine Untersuchung zum Einfluss der Anzahl an Auswahlmöglichkeiten auf das Ergebnis eines Riechidentifikationstests

von Christian Tröger

1. Die Anzahl der im Riechidentifikationstest dargebotenen Items beeinflusst das Ergebnis eines Riechtests. Eine größere Anzahl an Auswahlmöglichkeiten führt zu einer besseren Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Patienten und Probanden ohne Riechstörung.

2. Mit zunehmendem Alter nimmt die Riechfähigkeit ab. Ältere Testteilnehmer wiesen in ihren Testergebnissen höhere Mittelwertdifferenzen (Punktzahl 3-Items-Test minus 6-Items-Test) auf als jüngere.

3. Frauen erzielen in Riechtests bessere Resultate als Männer. Auch in dieser Studie schnitten weibliche Teilnehmerinnen tendenziell besser ab als männliche, was mit bisherigen Studienergebnissen übereinstimmt.

4. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Selbsteinschätzung und tatsächlicher Riechfunktion. Teilnehmer mit als schlecht empfundener Riechfunktion schnitten schlechter ab als jene mit mittelmäßig eingeschätztem Riechvermögen. Letztere waren wiederum weniger gut als Probanden mit normal eingeschätztem Riechvermögen.

5. Verschiedene Ursachen von Riechverlusten führen zu unterschiedlichen Schweregraden olfaktorischer Störungen. Patienten mit posttraumatischen Riechstörungen erzielen weniger gute Ergebnisse im Riechidentifikationstest als solche mit postinfektiöser oder sinunasaler Riechstörung.