

Aus der Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltungskunde  
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Überprüfung des Mundgeruchs bei Patienten der  
Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

der Universitätsmedizin

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

Julia Marie Ehrhardt

aus Mainz

Mainz, 2019

Wissenschaftlicher  
Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion: 10.12.2019

Meinen Eltern und Holger gewidmet

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Literaturdiskussion .....	3
2.1. Definition und Epidemiologie von Mundgeruch .....	3
2.2. Klassifikationen der Halitosis.....	4
2.3. Entstehungsgründe der Halitosis.....	6
2.3.1. Intraorale Ursachen .....	8
2.3.2. Extraorale Ursachen.....	11
2.3.3. Psychosomatisch bedingte Halitosis .....	14
2.4. Beurteilung der Atemluft.....	14
2.4.1. Organoleptische Verfahren.....	15
2.4.2. Instrumentelle Verfahren .....	17
2.5. Beurteilung des Zungenbelags .....	19
2.6. Beurteilung der Speichelfließrate .....	20
3. Material und Methoden.....	23
3.1. Material.....	23
3.1.1. Halimeter® .....	23
3.1.2. Paraffin .....	24
3.2. Methode .....	25
3.2.1. Studienpatienten .....	25
3.2.2. Intraorale Untersuchung .....	25
3.2.2.1. PSI.....	25
3.2.2.2. PI nach Silness und Loe.....	26
3.2.2.3. GI nach Silness und Loe .....	27
3.2.2.4. Zungenbelag .....	28
3.2.2.5. DMF-T .....	29
3.3. Bestimmung der Speichelfließrate.....	29

3.3.1. Unstimulierter Speichelfluss .....	30
3.3.2. Stimulierter Speichelfluss .....	30
3.4. Fragebögen .....	30
3.4.1. Allgemeiner Fragebogen .....	30
3.4.2. BDI-II.....	31
3.4.3. OHIP-G14.....	32
3.5. Überprüfung des Mundgeruchs .....	32
3.5.1. Messung nach Rosenberg.....	32
3.5.2. Instrumentelle Messung mit Halimeter®.....	33
3.6. Statistische Auswertung .....	35
4. Ergebnisse .....	36
4.1. Auswertung der allgemeinen Daten .....	36
4.2. Auswertung der klinischen Untersuchungsparameter .....	37
4.3. Auswertung der Fragebögen OHIP-G14 und BDI-II.....	41
4.4. Auswertung der Geruchsbewertung .....	43
4.5. Zusammenhänge zwischen klinisch erhobenen Parametern, Risikofaktoren und Halitosis.....	48
5. Diskussion .....	50
6. Zusammenfassung .....	62
7. Literatur .....	64
8. Anhang .....	71
8.1 Abbildung allgemeiner Fragebogen.....	71
8.2 Abbildung BDI-II .....	72
8.3 Abbildung OHIP-G14.....	74
9. Danksagung .....	75
10. Lebenslauf.....	76

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifizierung der Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Tanagerman et al. und Miyazaki et al. (24, 26) .....	6
Abbildung 2: Grafische Darstellung der Ursachen für Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Quirynten et al. (30).....	7
Abbildung 3: Mundgeruch in Abhängigkeit von der Tageszeit. Flüchtige Schwefelverbindungen in ppb wurden bei einer Person über den Tag hinweg gemessen, Start war um 7:00 Uhr morgens (entspricht 0, 10 entspricht 17:00 Uhr, 20 entspricht 3:00 Uhr). Die Messungen wurden mit einem portablen Sulfid-Monitor (Typ 1170) durchgeführt. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rosenberg et al. (22).....	8
Abbildung 4: Grafische Darstellung der intraoralen Ursachen für Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Quirynten et al. (30) .....	11
Abbildung 5: Grafische Darstellung der extraoralen Ursachen für Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Quirynten et al. (30) .....	13
Abbildung 6: Halimeter®; Quelle: eigene Aufnahme .....	24
Abbildung 7: Beispiele für Zungenbelag Grad 0 (links) und Grad 2 (rechts) nach Miyazaki; Quelle: eigene Aufnahme .....	29
Abbildung 8: Gebrauch des Halimeters®; Quelle: eigene Aufnahme.....	33
Abbildung 9: Haligramm eines Probanden; Quelle: eigene Darstellung erstellt mit Halisoft™ .....	34
Abbildung 10:Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der PSI-Codes; Quelle: eigene Darstellung .....	37
Abbildung 11: Grafische Darstellung des Gingiva-Indexes der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung .....	38
Abbildung 12: Grafische Darstellung des Plaque-Indexes der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung .....	39
Abbildung 13: Grafische Darstellung des DMF-T der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung .....	39
Abbildung 14: Grafische Darstellung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHIP-G14) der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2:	

Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung .....	42
Abbildung 15: Grafische Darstellung der Zufriedenheit (BDI-II) der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung .....	43
Abbildung 16: Grafische Darstellung der Verteilung des organoleptischen Mundgeruchs nach Rosenberg (0= kein Geruch, 1= schwach wahrnehmbar, 2= wahrnehmbar, 3= mittelschwer, 4= stark, 5= extrem faulig); Quelle: eigene Darstellung .....	44
Abbildung 17: Grafische Darstellung der Halimeter-Messwerte der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung .....	46
Abbildung 18: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung des durch den Patienten festgestellten Mundgeruchs (0 = niemals, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = häufig); Quelle: eigene Darstellung .....	47

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Modifizierte Klassifizierung der Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Yaegaki und Coil (24) .....	5
Tabelle 2: Übersicht der Speichelfließraten; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Sreebny und Schwartz (112) .....	22
Tabelle 3: PSI-Kodierung; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Gänlger et al. (45).....	26
Tabelle 4: Übersicht über den Plaque-Index nach Silness und Loe; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Loe (119) .....	27
Tabelle 5: Übersicht über den Gingiva-Index nach Silness und Loe; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Loe (119) .....	28
Tabelle 6: Beurteilung des Zungenbelags nach Miyazaki; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Miyazaki (8) .....	28
Tabelle 7: Zuordnung der BDI-II Punktwerte zum Schweregrad der Depression; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an S3-Leitlinie Unipolare Depression (121) .....	31
Tabelle 8: Einteilung der Halitosis nach Rosenberg; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rosenberg (79) .....	33
Tabelle 9: Zuordnung der Halimetermesswerte zur Schwere der Halitosis; Quelle: eigene Darstellung .....	35
Tabelle 10: Geschlechterverteilung der verschiedenen Patientengruppen, dabei entspricht 1 dem weiblichen und 2 dem männlichen Geschlecht; Quelle: eigene Darstellung .....	36
Tabelle 11: Verteilung der Raucher innerhalb der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung .....	37
Tabelle 12: Übersicht der Verteilung des Zungenbelags nach Miyazaki der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung.....	40
Tabelle 13: Unstimulierte Speichelfließraten in ml der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3:	



Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci) und ihre Standardabweichungen; Quelle: eigene Darstellung .....	41
Tabelle 14: Stimulierte Speichelfließraten in ml der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci) und ihre Standardabweichungen; Quelle: eigene Darstellung .....	41
Tabelle 15: Übersicht des organoleptischen Mundgeruchs nach Rosenberg der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung .....	44
Tabelle 16: Verteilung der Patienten mit und ohne instrumentell diagnostizierter Halitosis innerhalb der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung .....	45
Tabelle 17: Häufigkeitsverteilung der Halitosis-Selbsteinschätzung der Patienten (0 = niemals, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = häufig) der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung .....	47

## 1. Einleitung

Mundgeruch (Halitosis) kann aufgrund der hohen Prävalenz in der Bevölkerung große soziale und ökonomische Auswirkungen haben. Etwa jede vierte Person in Europa leidet im 21. Jahrhundert an Mundgeruch (1) und viele Betroffene berichten von einer Beeinflussung ihres sozialen Lebens, Isolation von anderen Menschen, sowie auch schlechteren Karrierechancen (2). Doch nicht nur in der Gegenwart spielt Mundgeruch eine wichtige Rolle. Schon in der Antike wird die soziale Ächtung von unter Mundgeruch leidenden Patienten eindrucksvoll beschrieben, als die Göttin Aphrodite alle Bewohnerinnen der Insel Lemnos mit solch unangenehmen Atem strafte, dass alle Männer die Insel verließen. Schlechter Atem beeinträchtigt allerdings nicht nur die Interaktion mit anderen Menschen (3).

Oft manifestiert sich Mundgeruch als Zeichen einer auslösenden Krankheit. In etwa 90 % findet sich diese im Mundraum der Patienten, in manchen Fällen kann aber auch ein internistisches Problem als Ursache vorliegen (4-6). Liegt eine orale Ursache vor, spricht man auch von Foetor ex ore (7). Die bekanntesten Ursachen sind Zungen- und Zahnbelag, marginale und profunde Parodontitiden, multiple kariöse Läsionen, Zahnfleischerkrankungen, sowie auch insuffizient gepflegter Zahnersatz. Die meisten ursächlichen Faktoren fallen somit in den Behandlungsbereich der Zahnärzte (1, 3-5, 8-10). In den überwiegenden Fällen kommt es durch bakterielle Zersetzung zur Bildung sogenannter VSCs (volatile sulphur compounds), welche für den unangenehmen Atem verantwortlich sind (1, 3-5, 8-10). Daher ist die Reduzierung der Bakterien und ihrer Abbauprodukte durch verschiedene Reiniger und Spüllösungen ein wirksamer Therapieansatz (3, 10).

Da nicht immer eine orale Ursache vorliegt, ist die genaue Kenntnis von möglichen Auslösern und Behandlung von Halitosis für den Zahnarzt als erstem Ansprechpartner bei Mundgeruch unerlässlich. Jedoch gehören spezielle Halitosis-Sprechstunden nur selten zum Alltag einer gewöhnlichen Zahnarztpraxis (1). Opplinger, Roth und Filippi zeigten 2014 in einer Studie, dass in Deutschland 8 % der Zahnärzte und Dentalhygieniker hauptsächlich von einer extraoralen Ursache für Halitosis ausgingen (11). Kann der schlechte Geruch auch beim Ausatmen durch die Nase festgestellt werden, liegt in seltenen Fällen eine internistische Ursache vor (12). Dies kann beispielsweise ein schlecht eingestellter Diabetes mellitus, Reflux, Tonsillensteine, sowie Leber- oder Nierenversagen sein (1, 6, 10). Auch einige Medikamente führen selbst, über Abbauprodukte oder sekundär beispielsweise über

einen reduzierten Speichelfluss zu Mundgeruch (4). Ein möglicher Zusammenhang zwischen Geruch und bestimmten Krebserkrankungen wird in aktuellen Studien beschrieben (13). Diese sind von besonderem medizinischen Interesse, da sie eine Rolle in der Diagnostik spielen können. So sollen beispielsweise speziell trainierte Hunde das Vorliegen verschiedener Tumoren mit Hilfe ihres Geruchssinnes wahrnehmen können (14, 15). Auch Zusammenhänge zwischen Mundgeruch und Tumoren der Mundhöhle und des Respirationstraktes sind beschrieben worden, weshalb die Entwicklung von speziellen Geräten zur Diagnose von Tumoren und anderen Erkrankungen mittels Atemluft Gegenstand aktueller Forschung ist (16-18).

Ziel dieser Arbeit ist es, durch eine organoleptische und instrumentelle Messung einen Überblick über das Vorhandensein von Mundgeruch bei den Patienten der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (MKG) der Universitätsklinik Mainz zu erhalten. Diese leiden häufig an akuten und chronischen Mund- und Schleimhauterkrankungen, die auch ihre Lebensqualität beeinflussen können. Daher sollen durch eine umfangreiche Untersuchung der Mundhöhle mögliche Ursachen beurteilt und Zusammenhänge zwischen Mundgeruch und Erkrankungen des Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereiches aufgezeigt werden. Des Weiteren sollte der mögliche Einfluss von Mundgeruch auf die Lebensqualität und auf eine eventuell vorhandene depressive Symptomatik erhoben werden.

## 2. Literaturdiskussion

### 2.1. Definition und Epidemiologie von Mundgeruch

Halitosis beschreibt allgemein den unangenehmen Geruch der Atemluft, unabhängig vom Ursprungsort. Der Begriff leitet sich aus dem lateinischen Wort „halitus“ (Atem, Hauch) und der griechischen Endung für die Bezeichnung eines Krankheitsbildes „osis“ ab. In der Literatur werden mehrere Begriffe synonym für das Wort Halitosis verwendet: „Foetor ex ore“, „bad breath“ „oral malodor“ werden dabei am häufigsten genannt. Foetor ex ore beschreibt Mundgeruch im engeren Sinne, da dieser per Definition nur beim Ausatmen durch den Mund festgestellt werden kann (4, 7). Dagegen können bei Halitosis auch systemische Faktoren der verantwortliche Auslöser sein, so dass der unangenehme Geruch auch in der durch die Nase ausgeatmeten Luft wahrnehmbar sein kann (7). Streng genommen handelt es sich also um zwei verschiedene Krankheitsbilder, die in der Literatur jedoch meist synonym verwendet werden.

Trotz der großen Anzahl betroffener Patienten existieren nur wenige Studien über das epidemiologische Vorliegen von Mundgeruch. Die dort angegebenen Daten sprechen von einem Vorhandensein von Halitosis von 22 bis über 50 % der Weltbevölkerung (3, 6, 8). Nach Filippi leiden 25 % aller Menschen zeitweise und 6 % dauerhaft an Mundgeruch (7).

Nach einer brasilianischen Studie haben Männer mit 21 % ein mehr als doppelt so hohes Risiko als Frauen mit 9 %, an einer dauerhaften Halitosis zu leiden. Auch ein Alter über 20 Jahren geht mit einem leicht erhöhten Vorkommen von Mundgeruch einher (19). Kim et al. konnten in ihrer Studie ebenfalls eine erhöhte Prävalenz von Halitosis bei männlichen Probanden beobachten (20). Im Gegensatz dazu wiesen in einer chinesischen Untersuchung die Männer niedrigere VSC-Werte als die Frauen auf (21). Miyazaki et al. hingegen konnten keine signifikanten Unterschiede bei Männern und Frauen feststellen (8). Nach Al-Sadhan et al. tritt Mundgeruch vermehrt bei Männern auf, ein höheres Alter geht hingegen nicht mit einem erhöhten Risiko von Halitosis einher (2).

Die unterschiedliche und eingeschränkte Datenlage resultiert zum einen aus der schlechten Vergleichbarkeit der Messergebnisse der organoleptischen Untersuchungsmethode (8, 22), die nach Greenman J, Duffield J, Spencer P,

Rosenberg M, Corry D, Saad S et al. (23) als Goldstandard der Diagnose gilt, zum anderen existiert noch immer eine starke gesellschaftliche Tabuisierung dieses Krankheitsbildes (6). Zudem gibt es keine allgemein definierten Kriterien, die einen Halitosis-Patienten als solchen kennzeichnen (3).

## 2.2. Klassifikationen der Halitosis

Miyazaki et al. führten 1999 eine Einteilung der Halitosis ein, welche ein Jahr später durch Yaegaki und Coil modifiziert wurde (24). Im Wesentlichen werden drei Arten von Halitosis unterschieden: echte Halitosis, Pseudo-Halitosis und Halitophobie (24). Eine genaue Darstellung der verschiedenen Klassen liefert die folgende Darstellung.

<b>Echte Halitosis</b>	Deutlicher Mundgeruch (keine gesellschaftliche Akzeptanz)
1. Physiologische Halitosis	Mundgeruch mit intraoralem Ursprung (z. B. dorsales Drittel des Zungenrückens) oder durch Konsum von Nahrungs- und Genussmitteln (Knoblauch, Zigaretten, Alkohol)
2. Pathologische Halitosis	Mundgeruch mit pathologischem oralem oder extraoralem Ursprung
- Orale Ursache	Pathologischer intraoraler Vorgang oder Zungenbelag, modifiziert durch pathologische Zustände (z. B. Parodontitis marginalis, Xerostomie)
- Extraorale Ursache	Pathologie in HNO-Bereich (Sinusitis, Rhinitis), in Atmungs- und Verdauungstrakt (Reflux) oder durch Allgemeinerkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, Leberzirrhose)
<b>Pseudo-Halitosis</b>	Mundgeruch nicht durch andere Personen wahrnehmbar Symptomatik bessert sich nach Aufklärung des Patienten
<b>Halitophobie</b>	Mundgeruch nicht durch andere Personen wahrnehmbar Keine Besserung der Symptomatik nach Aufklärung des Patienten

Tabelle 1: Modifizierte Klassifizierung der Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Yaegaki und Coil (24)

Die von Tangerman eingeführte Klassifikation beschränkt sich nur auf die echte Halitosis und unterscheidet genauer zwischen intra- oder extraoraler Ursache. Bei einem Ursprung außerhalb der Mundhöhle differenziert Tangerman zwischen sogenannter blood-borne und non-blood-borne Ursache (25, 26). Die non-blood-borne Halitosis kann durch Probleme entweder im oberen oder im unteren Respirationstrakt ausgelöst werden (25, 26). Bei der blood-borne-Halitosis hingegen liegt der Ursprung möglicherweise an einer vollkommen anderen Stelle im Körper (beispielsweise durch Lebererkrankungen, Diabetes mellitus, Nahrungsmittel, Medikamente, etc.). Flüchtige Verbindungen gelangen über die Blutbahn in die

Lunge, wo diese an die ausgeatmete Luft abgegeben werden und so Mundgeruch verursachen (25, 26).

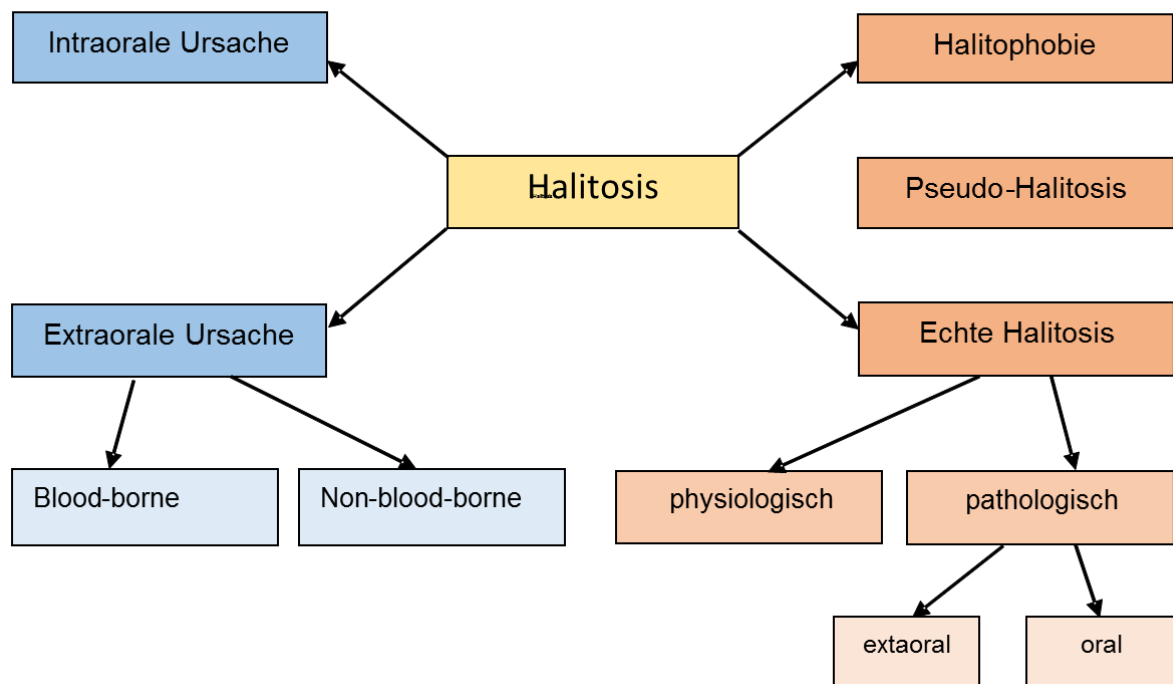


Abbildung 1: Klassifizierung der Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Tangerman et al. und Miyazaki et al. (24, 26)

Eine weitere Möglichkeit der Klassifizierung liefern Aydin und Harvey-Woodworth, welche 6 Typen von Halitosis unterscheiden (27). Das Hauptaugenmerk liegt hier bei der Differenzierung zwischen physiologischer (Typ 0) und pathologischer Halitosis (Typ 1 bis 5) und soll außerdem eine Kombination mehrerer Typen zur vollständigen Erfassung des Krankheitsbildes ermöglichen.

### 2.3. Entstehungsgründe der Halitosis

Die Hauptursache für die Entstehung von Mundgeruch ist in der Mundhöhle zu finden (1, 3-5, 8-10). Dort werden Nahrungsbestandteile, abgeschilferte Epithelzellen, Blutbestandteile etc. von vorwiegend gramnegativen Bakterien zersetzt. Dabei kommt es zur Entstehung sogenannter VSCs (volatile sulfur compounds), welche den Mundgeruch verursachen. Die häufigsten schwefelhaltigen Verbindungen sind Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), Methylmercaptan ( $CH_3SH$ ) und Dimethylsulfid ( $[CH_3]_2SH$ ) (28). Weitere Substanzen, welche eine Halitosis auslösen können sind Indol, Skatol,

Kadaverin, Putreszin, sowie kurzkettige Fettsäuren (7, 29). Obwohl diese Verbindungen nur etwa 1 % der ausgeatmeten Luft ausmachen, können sie einen sehr intensiven, unangenehmen Effekt verursachen (7).

## Ursachen Halitosis

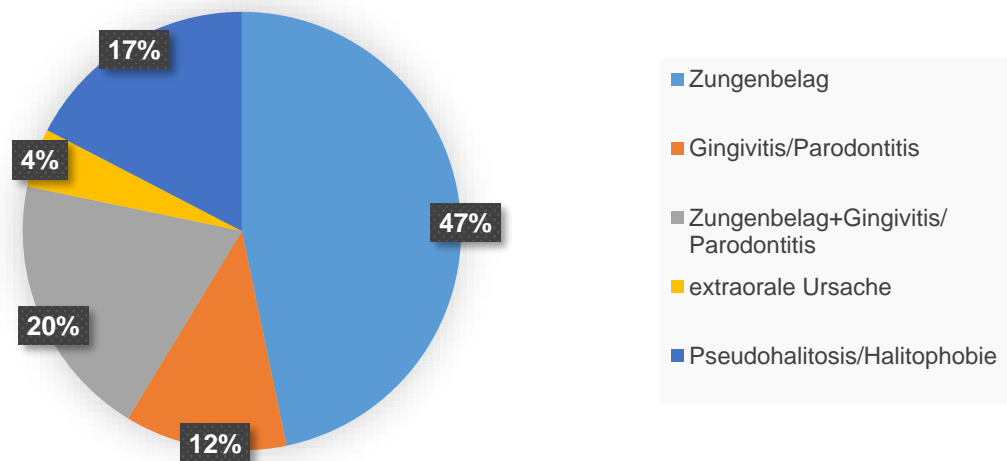


Abbildung 2: Grafische Darstellung der Ursachen für Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Quirynen et al. (30)

Liegt eine intakte Mukosa vor, die von einem leichten Flüssigkeitsfilm benetzt wird, können diese Verbindungen sich nicht verflüchtigen und keinen unangenehmen Geruch verursachen (22). Bei ausgeprägter Xerostomie oder einer Verletzung der Gewebeoberfläche (z. B. durch Entzündungen oder Ulzerationen) kommt es dagegen zur Freisetzung der flüchtigen Komponenten (31).

Die für die bakterielle Zersetzung verantwortlichen Enzyme werden in Abhängigkeit vom pH-Wert stimuliert oder gehemmt. Nach längerer Nahrungskarenz, während der Nacht, bei Anorexia Nervosa und postoperativ tritt ein erhöhter pH-Wert auf, der zu einer Stimulation dieser Enzyme führt, wohingegen ein niedriger pH-Wert beispielsweise durch Glukoseaufnahme ihre Aktivität senkt (31).

Halitosis unterliegt einer zirkadianen Rhythmik mit den höchsten VSC-Werten vor allem in den späten Morgenstunden und am späten Nachmittag (7, 8, 32). Ein Absinken der Werte kann durch eine Mahlzeit für zwei Stunden und durch Mundhygienemaßnahmen für zwei bis drei Stunden erreicht werden (8). Da das Vorliegen von Mundgeruch abhängig von der Speichelfließrate zu sein scheint (8), ist der verminderte Speichelfluss in der Nacht eine weitere plausible Erklärung für schlechten Atem am Morgen (33). Zudem wird bei Frauen ein Zusammenhang



zwischen Halitosis und dem Menstruationszyklus diskutiert (34, 35), am Tag des Eisprungs können bei Frauen bis zu viermal größere Mengen VSCs gemessen werden (7).

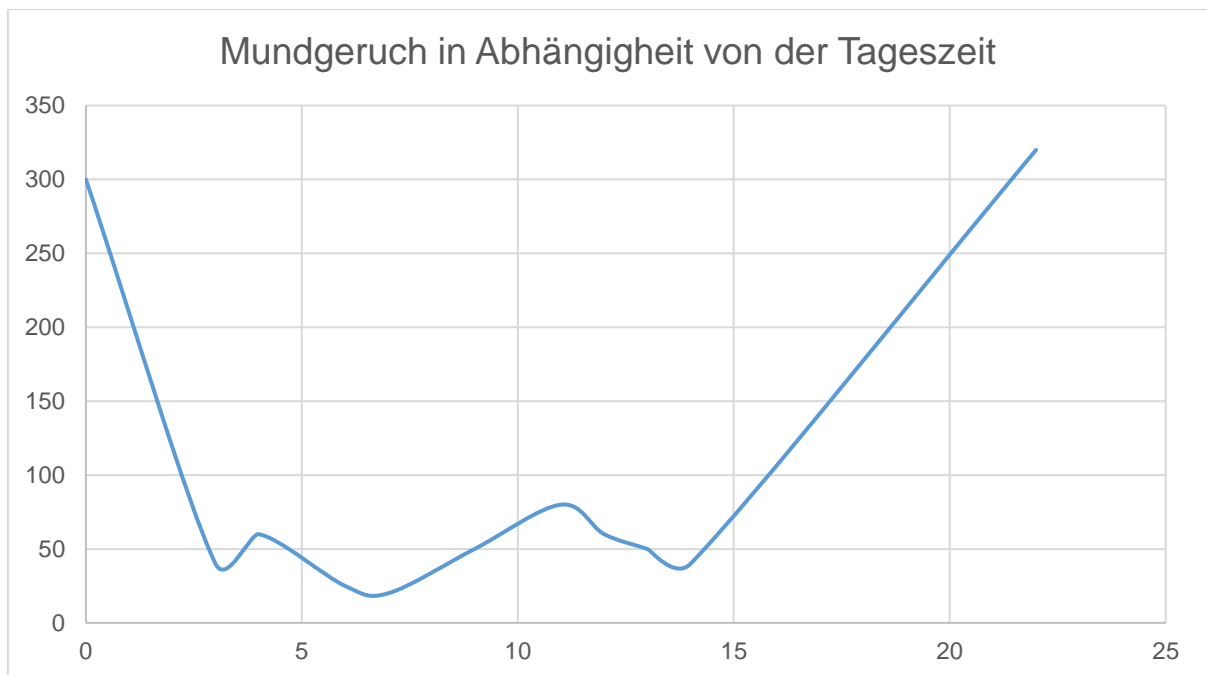


Abbildung 3: Mundgeruch in Abhängigkeit von der Tageszeit. Flüchtige Schwefelverbindungen in ppb wurden bei einer Person über den Tag hinweg gemessen, Start war um 7:00 Uhr morgens (entspricht 0, 10 entspricht 17:00 Uhr, 20 entspricht 3:00 Uhr). Die Messungen wurden mit einem portablen Sulfid-Monitor (Typ 1170) durchgeführt. Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rosenberg et al. (22)

### 2.3.1. Intraorale Ursachen

Wie bereits erwähnt, spielen bei der Bildung von VSCs vor allem gramnegative Bakterien eine Rolle. Bei diesen Bakterien handelt es sich unter anderem um *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium nucleatum*, *Tannerella forsythia*, sowie einige weitere Spezies (31, 36-39). Diese zersetzen schwefelhaltige Aminosäuren wie Cystein, Cystin und Methionin, wodurch die VSCs entstehen (28).

Insbesondere die Zungenoberfläche bietet aufgrund ihrer speziellen Struktur eine gute Retentionsstelle für Bakterien, abgeschilferte Zellen und Speichelbestandteile. Zahlreiche sauerstoffarme Furchen und Nischen bieten zudem ideale Voraussetzungen für Anaerobier, welchen durch die günstige Lage am Racheneingang ein ständiger Zugang zu Nahrungsmittelbestandteilen und anderen verstoffwechselbaren Produkten gewährt wird (40). So kann auch die besonders

hohe Bakteriendichte des Zungenrückens im Vergleich zur restlichen Mundhöhle begründet werden (7). Das macht Zungenbelag mit 43,4 % und eine Kombination aus Zungenbelag und Parodontitis bei 18,2 % der Fälle zur häufigsten Ursache für intraorale Halitosis (30). Ein Zusammenhang zwischen Zungenbelag und erhöhten VSC-Werten konnte in verschiedenen Studien verdeutlicht werden (8, 40, 41). So kann eine Reduzierung des Zungenbelags durch verschiedene Reiniger und Spüllösungen zu einer Verminderung der VSC-Gase von über 50 % führen (42). Anatomische Variationen oder pathologische Veränderungen der Zungenstruktur, die mit einer weiteren Erhöhung der Retention einhergehen sind ein möglicher Ko-Faktor bei der Entstehung von Halitosis. Dazu zählen beispielsweise die sogenannte Lingua plicata (Faltenzunge) oder die Lingua villosa nigra (schwarze Haarzunge) (43). Tiefe Fissuren der Zunge werden von De Boever et al. als Ursache für Halitosis genannt (39). Bei der Lingua villosa nigra kommt es aufgrund einer Hyperkeratose der Papillae filiformes zur gesteigerten Anheftung für Zungenbelag (7). Dieser enthält außerdem eine hohe Konzentration grampositiver Bakterien mit dem Enzym  $\beta$ -Galaktosidase, welches auch im Speichel enthalten ist. Ihre Aktivität korreliert stark mit dem Vorhandensein von VSCs und Halitosis (43, 44).

Eine weitere häufige intraorale Ursache für Halitosis sind die marginalen Parodontitiden. Aufgrund der hohen Prävalenz von Parodontitis in der Bevölkerung spielt auch Mundgeruch für eine große Patientengruppe eine wichtige Rolle. So leiden etwa 35 % der 20-jährigen und bis zu 70 % der über 50-jährigen an einer Parodontitis (45). Die Bakterien, welche die flüchtigen Schwefelgase bilden sind ebenfalls mit Parodontitis assoziiert (37). So zeigen Patienten mit einer Parodontitis eine erhöhte Anzahl von *Porphyromonas gingivalis*, ein Bakterium welches mit Halitosis assoziiert ist, nicht nur in vertieften Zahnfleischtaschen, sondern ebenfalls auf dem Zungenrücken (46). Mehrere Studien konnten bereits einen positiven Zusammenhang zwischen den Krankheitsbildern Halitosis und Parodontitis aufzeigen, weshalb eine Therapie der Parodontitis auch zu einer Verminderung der VSCs und somit der Halitosis führen kann (46-48). Yaegaki und Sanada konnten eine erhöhte Konzentration von Schwefelgasen, insbesondere Methylymercaptan, bei Patienten mit einer parodontalen Sondierungstiefe von mehr als 4 mm feststellen (49). Umgekehrt können VSCs eine Erkrankung des Parodonts initiieren oder verschlimmern, indem sie die Permeabilität des Epithels steigern (50), die

Kollagensynthese der gingivalen Fibroblasten hemmen (51, 52) und sogar ihre Apoptose auslösen können (53).

Da eine intakte Schleimhaut die Verflüchtigung der Schwefelgase und anderen gasförmigen Verbindungen verhindern kann (22), führen Krankheitsbilder, die die Integrität der Mukosa verletzen, vermehrt zu Halitosis. Dazu zählen beispielsweise nekrotisierende ulzerierende Gingivitis (NUG), blasenbildende Erkrankungen der Mundschleimhaut, Abszesse und zerfallende Tumore (7, 26, 34). Ein weiterer Grund, weshalb eine verletzte Schleimhaut in Zusammenhang mit Halitosis steht, ist die Tatsache, dass humane Erythrozyten Hydrogensulfid, ein Salz des Schwefelwasserstoffs, produzieren können (54).

Auch die Menge und Zusammensetzung (z.B. Menge und Aktivität der  $\beta$ -Galaktosidase) des Speichels nehmen Einfluss auf die Entstehung von Halitosis (43, 44, 55). Ein verminderter Speichelfluss führt aufgrund der verringerten Spül- und Reinigungsfunktion zu einer erhöhten Menge von Zahn- und Zungenbelag (56), die zu den wichtigsten Ursachen für Mundgeruch zählen. Zudem scheint eine Hyposalivation mit einem erhöhten Risiko für Parodontalerkrankungen einher zu gehen (57). Aufgrund des geringen Speichelflusses kommt es weiterhin zu einer Verminderung der antimikrobiellen Wirkung des Speichels und zudem zu einer relativen Zunahme der gramnegativen Bakterien (58), welche in der Produktion der VSCs eine entscheidende Rolle spielen (28). Auch Setia et al. konnten Mundtrockenheit als Risikofaktor für Halitosis feststellen (59).

Weitere intraorale Faktoren, die in Zusammenhang mit Mundgeruch genannt werden sind multiple kariöse Läsionen, schlechte Mundhygiene, insuffizient gepflegter Zahnersatz und Zungenpiercings (1, 3, 7-10, 60).

## Intraorale Ursachen Halitosis

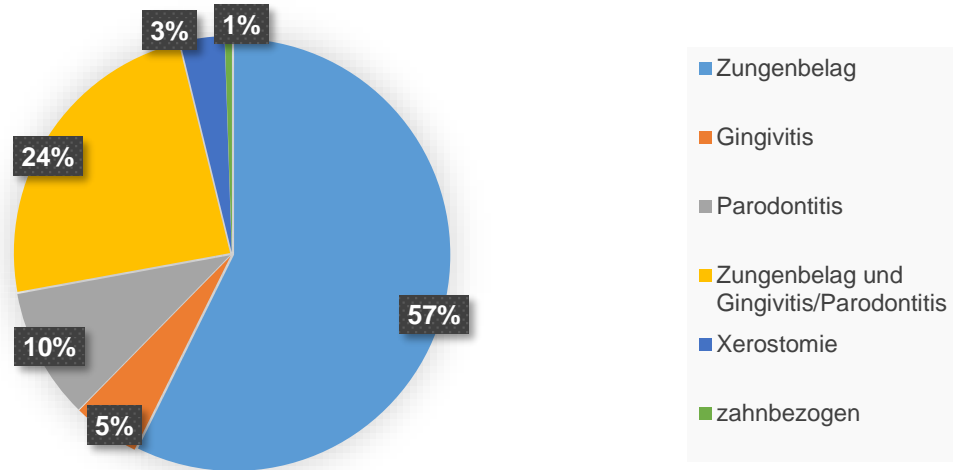


Abbildung 4: Grafische Darstellung der intraoralen Ursachen für Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Quiryren et al. (30)

### 2.3.2. Extraorale Ursachen

Während intraorale Halitosis hauptsächlich durch die Schwefelverbindungen Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) und Methylmercaptan ( $CH_3SH$ ) ausgelöst wird, sind für die extraorale Halitosis mehrheitlich von Dimethylsulfide ( $[CH_3]_2SH$ ) verantwortlich (61). Viele Zahnärzte und Patienten gehen fälschlicherweise von extraoralen Ursachen für Halitosis aus (11). In Wahrheit liegt aber nur in etwa 10 % der Fälle ein Ursprung außerhalb der Mundhöhle vor (4-7). Von den extraoralen Ursachen bildet die Gruppe der Erkrankungen des HNO-Bereichs den Hauptteil (5, 7, 30). In etwa 3 % liegt die Ursache des unangenehmen Geruchs im Bereich der Tonsillen (33, 38), zum Beispiel in Form von Tonsillitis, aufgrund von Tonsillensteinen (62) oder einer Infektion mit Streptokokken (33, 34). Liegt eine Tonsillitis oder Sinusitis vor, kommt es bei den Patienten häufig zu einem permanenten Sekretabfluss im Rachenbereich (postnasal drip), der über eine Vermehrung des dorsalen Zungenbelags ebenfalls eine Halitosis begünstigen kann (7). Filippi nennt außerdem Fremdkörper, chronische Rhinitis (Ozaena), Karzinome im Rachenbereich, Angina Plaut-Vincent, Lues III, Diphtherie oder infektiöse Mononukleose als seltene Auslöser von Mundgeruch (7).

Pathologien im oberen Verdauungstrakt sind wegen der guten muskulären Abdichtung des Magens nur selten Auslöser eines unangenehmen Atemgeruchs. Liegen allerdings eine Kardiainsuffizienz, Reflux, Divertikel, Magen- oder

Ösophaguskarzinome vor, können diese Erkrankungen Mundgeruch verursachen (7, 62). In einigen Studien wird auch ein Zusammenhang zwischen Halitosis und einer Infektion mit *Helicobacter pylori* diskutiert (20, 63, 64).

Eine bekannte Korrelation besteht zwischen Halitosis und Lebererkrankungen. In diesen Fällen spricht man von einem Foetor hepaticus, welcher als muffiger, süßlicher Geruch beschrieben und hauptsächlich durch Dimethylsulfid, Aceton, 2-Butanon und 2-Pentanon verursacht wird (65). Diese Substanzen können in der geschädigten Leber nicht verstoffwechselt werden, was zu ihrer erhöhten Konzentration im Blut und im Atem führt (26). Ein weiteres Beispiel für eine Wechselbeziehung zwischen Halitosis und Systemerkrankungen sind Patienten mit einem Nierenleiden. Bei chronischem Nierenversagen kommt es zum einen zu einer erniedrigten Speichelfließrate und zum anderen wegen der erhöhten VSC-Konzentrationen vor der nächsten Hämodialyse zu Halitosis (66). Weiterhin entsteht der charakteristische fischige Foetor uraemicus durch spezifische flüchtige organische Verbindungen (VOC) wie Dimethylamin und Trimethylamin (67).

Eine weitere Korrelation besteht zwischen Halitosis und der Stoffwechselstörung Diabetes mellitus (9, 33, 68, 69). Vor allem ein erhöhter HbA<sub>1c</sub>-Wert scheint ein Risikofaktor für Halitosis zu sein (70). Bei Diabetes wird der spezifische Geruch durch Acetone und andere Ketone ausgelöst, welche den Atem süßlich-fruchtig riechen lassen (68, 71).

Verschiedene Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Nephritis, das Sjögren Syndrom und Depressionen können des Weiteren zu einer Mundtrockenheit führen (33). Auch diverse Medikamente verursachen häufig eine reduzierte Speichelfließrate. Dazu zählen Anticholinergika, Antihistaminika und Diuretika (33). Auch Bisphosphonate und ähnliche Medikamente können durch ihre Nebenwirkungen wie unter anderem der Kiefernekrose (Bisphosphonat-assoziierte Nekrose des Kiefers, BPONJ) Ursache einer Halitosis sein (33). Eine Hyposalivation kann ebenfalls durch eine Radiotherapie im Kopf-Halsbereich ausgelöst werden, wobei Dosen ab 50 Grey als Risikofaktor gelten (56). Diese Faktoren sind demnach an der Entstehung von Mundgeruch als Ko-Faktoren beteiligt.

Nicht immer liegt dem Mundgeruch ein pathologischer Zustand zugrunde. Eine Korrelation von Halitosis und Zigarettenkonsum wurde in verschiedenen Untersuchungen festgestellt (2, 20, 59). Khaira et al. zeigten in ihrer Studie, dass die

Produktion von VSCs in den Zahnfleischtaschen von Rauchern höher war als bei Nichtrauchern (72). Auch die Tatsache, dass Zigarettenrauch selbst flüchtige Schwefelverbindungen enthält (73), erklärt das von den Autoren festgestellte vermehrte Vorkommen von Mundgeruch bei Rauchern. Zudem leiden Raucher an einem etwa viermal höheren Risiko, an einer Parodontitis zu erkranken (74), wodurch ebenfalls das Halitosis-Risiko erhöht ist. Eine positive Korrelation zwischen Rauchen und Mundgeruch konnte hingegen von Liu et al. nicht festgestellt werden (21).

Ein weiterer nicht pathologischer Grund für schlechten Atem ist der Genuss bestimmter Lebensmittel wie Zwiebeln oder Knoblauch (25). Nach deren Verzehr konnten erhöhte Konzentrationen von verschiedenen Schwefelverbindungen festgestellt werden. Kurz nach dem Konsum von Knoblauch stammten die schwefelhaltigen Substanzen ursprünglich aus der Mundhöhle, wohingegen nach einigen Stunden der Ursprung aus dem Verdauungstrakt kam und über die Atemluft abgegeben wurden (75). Vielen systemischen Ursachen ist gemein, dass die organoleptisch wirksamen Substanzen über den Blutkreislauf zur Lunge transportiert werden und dort über den alveolären Gasaustausch an die Atemluft abgegeben werden, wodurch sie sowohl in der Luft der Nase als auch der Mundhöhle wahrgenommen werden können (25).

Kim et al. konnten weiterhin einen positiven Zusammenhang zwischen Halitosis und unter anderem erhöhtem BMI, Stress und dem Konsum von Fast-Food feststellen, wohingegen der Verzehr von Obst und Gemüse das Halitosisrisiko eher senkte (20).

## Extraorale Ursachen Halitosis

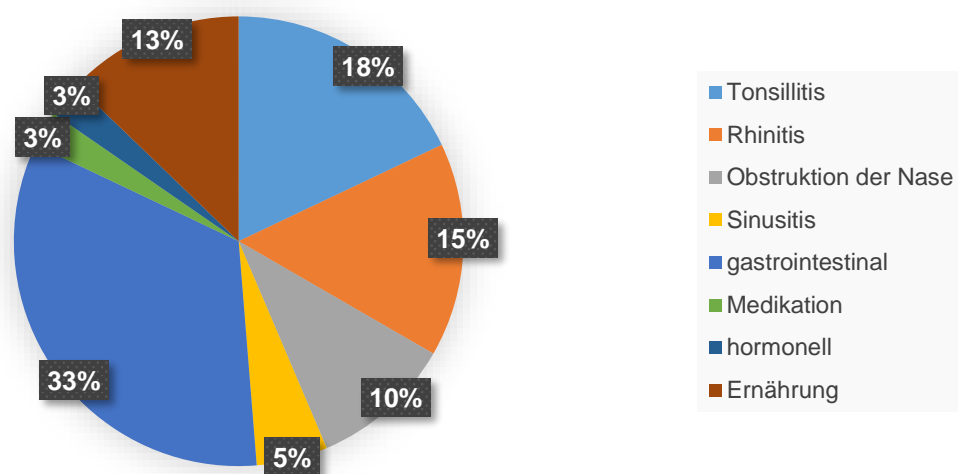


Abbildung 5: Grafische Darstellung der extraoralen Ursachen für Halitosis; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Quirynen et al. (30)

### 2.3.3. Psychosomatisch bedingte Halitosis

Vor allem Frauen leiden vermehrt an psychosomatisch bedingter Halitosis (41). Die Patienten leiden unter Mundgeruch, der jedoch nur von ihnen selbst wahrgenommen wird. Es lassen sich zwei Arten unterscheiden: Gelingt es, die Patienten nach ausführlicher Diagnostik und Aufklärung davon zu überzeugen, dass kein unangenehmer Geruch vorliegt, spricht man von einer Pseudo-Halitosis. Dagegen liegt eine Halitophobie vor, wenn auch eine intensive Untersuchung und Beratung die subjektiv empfundene Symptomatik nicht bessert (24).

Laut Delanghe et al. handelte es sich im Jahr 1997 bei 5 % der Halitosis-Fälle um psychosomatisch bedingte Formen (5). Nach Filippi litten im Jahr 2008 bereits bis zu 25 % der Besucher von Halitosis-Sprechstunden an einer psychosomatisch bedingten Halitosis (7). Die Betroffenen deuteten Veränderungen der Mimik und des Verhaltens ihres Gegenübers dabei als Beweis für den eigenen Mundgeruch, weshalb nicht selten eine selbst auferlegte Isolation vom gesamten Umfeld erfolgte (76).

Da eine somatische Behandlung ihrer Beschwerden durch den Zahnarzt nicht möglich ist, benötigen diese Patienten zusätzlich die Hilfe eines Psychologen, worauf viele Betroffene allerdings mit Ablehnung und Unverständnis reagieren (77). Aus dem hohen Leidensdruck von Halitophobikern resultiert oft eine starke Beeinträchtigung des sozialen Lebens bis hin zu gesteigerten Selbstmordraten und Suizidgefahr (7, 77).

Ein bekanntes Phänomen ist das sogenannte „Mundgeruch-Paradoxon“. Dabei beschreiben Patienten den vermeintlich unangenehmen Geruch und Geschmack sehr detailliert, obwohl durch andere keine Beeinträchtigung der Atemluft festgestellt werden kann. Im Gegensatz dazu nehmen Menschen, die tatsächlich an einer Halitosis leiden den Geruch nur selten selbst wahr (7, 77).

### 2.4. Beurteilung der Atemluft

Um bei einem Patienten Halitosis zu diagnostizieren gibt es verschiedene Möglichkeiten der Beurteilung der Atemluft. Es empfiehlt sich eine getrennte Bewertung der ausgeatmeten Luft aus Mund und Nase, um zwischen intra- und

extraoraler Ursache unterscheiden zu können (78). Bei den am häufigsten eingesetzten Methoden handelt es sich um die organoleptische Messung, die Gas-Chromatografie und Sulfid-Monitore (38). Weitere Möglichkeiten zur Überprüfung des Mundgeruchs sind BANA-Test, Chemosensoren, elektronische Nasen, Speichel-Inkubation,  $\beta$ -Galaktosidase-Aktivität, Polymerasekettenreaktion, sowie sonstige Techniken (38). Um eine möglichst genaue Beurteilung der Atemluft zu ermöglichen, sollte der Patient einige Zeit vor der Untersuchung weder gegessen noch getrunken, geraucht, Mundhygiene betrieben haben oder starkes Parfüm tragen (41, 78). Auch der Untersucher sollte auf Tätigkeiten, die den Geruchssinn beeinträchtigen, wie Kaffee oder Tee trinken und Rauchen, verzichten (24). Vor der klinischen Untersuchung sollte eine genaue Anamnese mit besonderem Augenmerk auf Mundhygienemaßnahmen (Anzahl und Dauer des Zähneputzens, Gebrauch von Zahnseide, Zungenreinigern, Mundspüllösungen und ähnliches), Rauchgewohnheiten, Vorerkrankungen (hier besonders Parodontitis, Tonsillitis, Sinusitis, Krebserkrankungen, Diabetes, etc.) und regelmäßigen Medikamenteneinnahmen durchgeführt werden (10). Verschiedene Beispiele können im Internet eingesehen werden:

[www.healthquestionnaires.eu](http://www.healthquestionnaires.eu)

<http://www.andreas-filippi.ch/pdfs/Mundgeruchfragebogen.pdf>

#### 2.4.1. Organoleptische Verfahren

Die organoleptischen Verfahren gelten bei vielen Fachleuten noch immer als Goldstandard zur Diagnose von Halitosis (23, 38). Sie sind auch durch eine instrumentelle Messung nicht ersetzbar, da sie den alltäglichen Situationen, in denen man mit Mundgeruch konfrontiert wird, am nächsten kommen (22). Bei diesen Untersuchungsmethoden erfolgt die Beurteilung der Atemluft durch einen oder mehrere geschulte Untersucher (79). Da viele Untersucher die Genauigkeit der Analyse nicht verbessern, ist die Bewertung durch eine Einzelperson ausreichend (10, 80), eine zweite Person zur Beurteilung kann allerdings in Fällen von psychosomatisch bedingter Halitosis oder bei Ausfällen des ersten Untersuchers hilfreich sein (10). Eine regelmäßige Selbst-Kalibrierung wird bei dieser Vorgehensweise empfohlen (80).



Die Stärke des Geruchs wird anhand einer Skala bewertet. Die am häufigsten verwendete Einteilung ist die nach Rosenberg et al., welche von 0 (kein Geruch) bis 5 (extrem starker Geruch) reicht und bei gleichbleibendem Abstand zum Patienten durchgeführt wird (23, 79). Die genaue Durchführung wird im Teil Material und Methoden beschrieben. Seemann et al. beschrieben 2006 einen weiteren Index, bei dem das Vorhandensein von Mundgeruch (ja/nein) in Abhängigkeit von der Entfernung zum Patienten (100 cm, 30 cm und 10 cm) beurteilt wird. Ein wahrnehmbarer Geruch im Abstand von 100 cm entspricht Grad 3, bei 30 cm Grad 2 und bei 10 cm Grad 1 (81). Diese Methode eignet sich gut für eher unerfahrene Untersucher, wohingegen die Einteilung nach Rosenberg Juroren mit größerem Erfahrungsschatz empfohlen wird (10). Grundsätzlich können beide Varianten als gleichwertig betrachtet werden (7).

Die organoleptischen Verfahren lassen sich unkompliziert durchführen, da keine spezifischen Instrumente benötigt werden (12). Bei einer besonders einfachen Methode befeuchtet der Proband sein Handgelenk mit Speichel und beurteilt den Geruch, nachdem der Speichel getrocknet ist (78). Ein zusätzlicher Vorteil dieses Verfahrens ist die Durchführbarkeit allein durch den betroffenen Patienten und ohne einen geschulten Untersucher. Eine weitere organoleptische Möglichkeit zur Überprüfung des Mundgeruchs ist das langsame Ausatmen des Patienten durch ein Röhrchen, welches die Vermischung der Atem- mit der Umgebungsluft verhindert und außerdem eine getrennte Beurteilung von Mund- und Nasenluft ermöglicht (12). Andere Varianten sind zum Beispiel die „Zählmethode“, bei der der Patient eine beliebige Zahlenreihe aufsagt, die „open-mouth-Methode“, bei der durch den geöffneten Mund ausgeatmet wird oder die „ha-ha-ha-Methode“, bei der der Patient dreimal den Laut „Ha“ ausspricht. Bei allen Methoden riecht der Untersucher an der ausgeatmeten Luft und überprüft diese so auf Mundgeruch (82). Viele Patienten empfinden diese direkte Messung allerdings als unangenehm oder beschämend, weshalb das Aufstellen einer Trennwand zwischen Patient und Untersucher hilfreich sein kann (12, 24).

Trotz der weiten Verbreitung von organoleptischen Verfahren weisen diese Methoden einige deutliche Nachteile auf. So zweifelt beispielsweise Rosenberg in verschiedenen Artikeln ihre Reproduzierbarkeit an (22, 78, 79). Da organoleptische Untersuchungen subjektiv und somit abhängig vom jeweiligen Untersucher sind, können verschiedene Juroren die Atemproben desselben Patienten unterschiedlich

bewerten. Auch beim gleichen Untersucher kann der Geruchssinn an verschiedenen Tagen unterschiedlich stark ausgeprägt sein, so kann er beispielsweise durch eine Rhinitis verschlechtert werden (83). Außerdem ist das olfaktorische System des Menschen stark abhängig von schlecht quantifizierbaren Faktoren wie Stress oder Schmerz (22), was die Reproduzierbarkeit organoleptischer Verfahren zusätzlich erschwert. Weitere Einflussfaktoren sind laut Seemann eine Halitosis des Untersuchers, Menstruationszyklus, Kopfposition oder auch nur die Erwartung, etwas zu riechen (84). Alles in allem können erfahrene Juroren trotzdem reproduzierbare und verlässliche Ergebnisse liefern (79).

#### 2.4.2. Instrumentelle Verfahren

Aufgrund der Nachteile der subjektiven organoleptischen Testverfahren erfreuen sich objektive Methoden zur Überprüfung des Mundgeruchs zunehmender Beliebtheit. Halitosis-Diagnostik mittels spezieller Geräte ist für viele Patienten weniger unangenehm und vertraulicher (84). Zudem stammen die Atemproben direkt aus der Mundhöhle des Patienten, weshalb keine Vermischung der Probe mit der Umgebungsluft erfolgt (79).

Bei den gängigen instrumentellen Verfahren lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Gerätetypen unterscheiden, die Sulfid-Monitore und die Gas-Chromatographen. Ihre Wirkweise basiert auf der Tatsache, dass Mundgeruch hauptsächlich durch Schwefelgase in der Atemluft verursacht wird (85-87).

Die von Tonzentich und Richter 1964 eingeführten Gas-Chromatographen sind in der Lage, verschiedene Gase der Atemluft zu erfassen und getrennt voneinander zu messen (88). Es werden auch extrem niedrige Mengen erfasst (22), die für den menschlichen Geruchssinn unter Umständen unter der Grenze des Wahrnehmbaren liegen. Dazu wird eine Atemprobe aus dem Mund des Patienten entweder über ein Röhrchen getrocknet und anschließend direkt in den Chromatographen geleitet, welcher mit einem photometrischen Flammendetektor kombiniert ist (88) oder zuerst mit einem Kunststoffbeutel aufgefangen, bevor die Gasbestandteile analysiert werden (89). Tonzentich konnte eine hohe Sensitivität und Spezifität von Gas-Chromatographen beweisen (87). Nachteilig ist allerdings, dass nur etwa 10 verschiedene flüchtige Bestandteile der oralen Luft differenziert werden, darunter auch solche, die bei der Entstehung von Halitosis eine wichtige Rolle spielen können

(90). Aufgrund ihrer hohen Anschaffungskosten, der zeitaufwändigen Durchführung, der fehlenden Transportfähigkeit der Geräte und des Bedarfs an speziell ausgebildetem Personal werden Gas-Chromatographen in der Praxis allerdings selten verwendet (22). Neuerdings existieren auch portable Varianten von Gas-Chromatographen wie zum Beispiel OralChroma™. Diese sind in der Lage, die wichtigsten Schwefelverbindungen Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid zu erkennen (91). Dafür wird mithilfe einer Einmalspritze eine Luftprobe entnommen und dem Gerät zur Analyse zugeführt (92). Portable Gas-Chromatographen sind wesentlich leichter und einfacher konstruiert als ältere Varianten, weshalb sie tragbar und einfacher zu bedienen sind (91). Schmidt et al. und Oho et al. konnten eine positive Korrelation zwischen Gas-Chromatographie und organoleptischem Prüfverfahren feststellen (93, 94).

Die portablen Sulfid-Monitore hingegen sind Geräte, mit denen absolute Mengen VSCs gemessen werden. Sie sind vorrangig sensibel für die drei Schwefelgase Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid, wobei sie auf Schwefelwasserstoff am sensibelsten und auf Dimethylsulfid am schwächsten reagieren (61, 95). Zwischen den verschiedenen Bestandteilen können diese Geräte allerdings nicht differenzieren. Dies bedeutet, dass die Sulfid-Monitore somit im Gegensatz zu Gas-Chromatographen nicht im Stande sind, zwischen intra- und extraoraler Halitosis zu unterscheiden (61). Außerdem kommt es vor, dass trotz niedrig gemessener VSC-Menge Mundgeruch vorliegt, da Sulfid-Monitore Substanzen wie kurzkettige Fettsäuren oder ammoniakhaltige Verbindungen, die ebenfalls an der Entstehung von Halitosis beteiligt sein können, nicht erkennen (79). Vor einer Messung mit einem solchen Gerät sollte es an die Umgebungsluft kalibriert und der Patient angewiesen werden, fünf Minuten vor der Messung nicht zu sprechen und den Mund geschlossen zu halten (38). Anschließend wird die Atemprobe mittels Röhrchen in den Sulfid-Monitor geleitet. Sulfid-Monitore weisen eine hohe Korrelation ihrer Messergebnisse mit organoleptischen Verfahren auf (79, 94), verfügen jedoch über eine bessere Reproduzierbarkeit (95). Da sie einfacher zu bedienen, kostengünstiger und schneller sind als konventionelle Gas-Chromatographen, sind sie für den alltäglichen Gebrauch zur Halitosis-Diagnostik in einer Zahnarztpraxis gut geeignet (96). In der folgenden Untersuchung wurde der portable Sulfid-Monitor Halimeter® zur Überprüfung des Mundgeruchs verwendet. Für eine genauere Beschreibung des Halimeters® siehe Material und Methoden.

Im direkten Vergleich zwischen Sulfid-Monitor und Gas-Chromatographen zeigte sich eine höhere Messgenauigkeit bei der Gas-Chromatographie, weshalb diese Methode, wenn möglich, vorgezogen werden sollte (94, 97).

Ein neueres Verfahren zur instrumentellen Messung von Halitosis sind die sogenannten elektronischen Nasen (E-Nose) (98). Da sie das olfaktorische System imitieren, können sie zudem auch Kombinationen anstelle einzelner Verbindungen erkennen (99, 100). So sind sie in der Lage, neben schwefelhaltigen Verbindungen auch weitere Biomarker wie verschiedene VOCs zu erkennen (98, 100). Das macht sie zu vielversprechenden Ansätzen zur Diagnostik verschiedener Krankheiten wie zum Beispiel Lungenkrebs (101) oder Urämie (102).

## 2.5. Beurteilung des Zungenbelags

Zungenbelag stellt die wichtigste Ursache für Halitosis dar (5). Seine Beurteilung ist somit ein wichtiger Bestandteil im Rahmen der Diagnostik von Halitosis. Untersucht werden die quantitative Ausdehnung, das Aussehen sowie die qualitative Beschaffenheit des Zungenbelags, wobei visuelle, metrische und mikrobiologische Untersuchungen vorgenommen und in Bezug zur Halitosis sowie zu bestimmten Erkrankungen in der Mundhöhle gesetzt werden können.

Ein gesunder Zungenrücken ist rötlich gefärbt oder hat einen dünnen weißlichen Belag (103). Bei diesem handelt es sich um eine meist weißliche bis bräunliche Schicht aus abgeschilferten Zellen, Blutbestandteilen und Mikroorganismen (3).

Es existieren eine Reihe verschiedener Methoden und Indizes zur Beurteilung des Zungenbelags, von denen einige häufig verwendete Verfahren beispielhaft genannt werden sollen. Beurteilt wird entweder lediglich das Vorhandensein eines Belags nach einem ja/nein-Schema (104) oder der Ausprägungsgrad, wobei kein Belag 0, leichter Belag 1, mittlerer Belag 2 und ein starker Zungenbelag Grad 3 entspricht (105). Oho et al. beschrieben 2001 einen Index, bei dem sie sowohl die Fläche als auch die Dicke mit einbezogen (94). Lee et al. bewerteten den vorhandenen Zungenbelag durch vorsichtiges Abtragen und Ermittlung seines Nassgewichts (106). Ein weiterer häufig eingesetzter Index ist der Winkel tongue coating Index (WTCI). Dabei wird die Zunge in 6 Bereiche unterteilt, wobei jedem Sextanten ein Wert zwischen 0 und 2 zugeordnet wird (0 = kein Belag, 1 = leichter Belag, 2 = schwerer Belag), was einen Maximalwert von 12 ergibt. Ergänzend kann zusätzlich der Winkel

tongue discoloration Index (WTDI) durchgeführt werden, bei welchem den einzelnen Bereichen entsprechend ihrer Verfärbung ebenfalls ein Wert von 0 bis 2 zugeordnet wird, woraus sich wieder ein Höchstwert von 12 ergibt (107).

Die Farbe des Zungenbelags ist beispielsweise bei Patienten mit einer Parodontitis häufiger gelblich als bei gesunden Probanden (108). Yaegaki et al. zeigten, dass Patienten mit einer Parodontitis auch größere Mengen an Zungenbelag aufwiesen (49). Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein von Miyazaki et al. 1995 eingeführter Index verwendet (8), der präziser im Teil Material und Methode beschrieben wird.

Besonders wichtig bei der Entstehung von Mundgeruch scheint nicht nur die Ausdehnung der belegten Zungenfläche, sondern vielmehr die Zusammensetzung des Biofilms zu sein (61). Trotzdem basieren die meisten Indizes zur Beurteilung des Zungenbelags vor allem auf der Beurteilung der Menge des Belags, da diese mit der Anzahl der Bakterien auf dem Zungenrücken zu korrelieren scheint (109). Eine Methode zur qualitativen Beurteilung des Zungenbelags wäre sicherlich die genaue Auszählung der enthaltenen Bakterien und die Bestimmung der verschiedenen Arten. Dies wird allerdings nur selten durchgeführt, da dazu aufwändige Verfahren mit Kultivierung und Laboranalyse erforderlich sind, was sie für die zahnärztliche Routinediagnostik nicht geeignet macht (109). Eine aktuelle Studie von Seerangaiyan et al. konnte allerdings kaum qualitative Unterschiede in der Zusammensetzung der bakteriellen Mikroflora von Patienten mit und ohne Halitosis feststellen (110).

Die große Anzahl von verschiedenen Methoden resultiert aus den fehlenden einheitlichen Kriterien zur Beurteilung des Zungenbelags, was folglich eine verlässliche und reproduzierbare Bewertung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse schwierig macht (109).

## 2.6. Beurteilung der Speichelfließrate

Wie bereits geschildert, ist eine verminderte Speichelfließrate ein bedeutsamer Ko-Faktor bei der Entstehung von Halitosis. Bei Patienten, die an Mundgeruch leiden, ist die Beurteilung des Speichelflusses deshalb ein essentieller Teil der zahnärztlichen Diagnostik. Weibliches Geschlecht, steigendes Alter und die Einnahme

verschiedener Medikamente (siehe oben) gelten als Risikofaktoren für Xerostomie (111).

Bei der Beurteilung der Speichelfließrate ist es wichtig, zwischen dem stimulierten und dem unstimulierten Speichelfluss zu unterscheiden. Beim unstimulierten oder Ruhespeichel handelt es sich um die Basissekretion ohne Stimulus wie Nahrung oder Geruch. Er wird 14-16 Stunden am Tag sekretiert. Der stimulierte oder Reizspeichel wird etwa zwei Stunden täglich sekretiert während die Speicheldrüsen stimuliert werden (112). Diese Stimulation kann sowohl durch Reizung sensorischer Rezeptoren als auch mechanisch erfolgen (113). Der Speichelfluss ist von einer Reihe verschiedener Faktoren abhängig, wobei der Wassergehalt des Körpers der wichtigste zu sein scheint, da bereits eine Reduzierung von 8 % zu einem Erliegen der Speichelproduktion führen kann (114).

Zur Messung des Speichelflusses existieren verschiedene Verfahren, wobei der Proband vorzugsweise in einer aufrechten Position mit leicht nach vorne gebeugtem Kopf sitzen sollte. Die Methoden mit der besten Reproduzierbarkeit sind die sogenannte „draining-Methode“, bei der der Patient den produzierten Speichel kontinuierlich in einen geeigneten Auffangbehälter tropfen lässt, oder die „spitting-Methode“, bei der der Patient den Speichel zunächst im Mundboden sammelt und anschließend in den Sammelbehälter spuckt. Als Stimulus für den angeregten Speichel eignen sich gustatorische Reize wie beispielsweise eine Zitronensäurelösung oder Zitronensäurebonbons (115). Geeignete mechanische Anregungen sind standardisierte Kaugummis oder Paraffinwachs (113). Vor der Messung werden die Patienten angewiesen, den Mund zu spülen um eventuell vorhandene Nahrungsreste, abgeschilferte Zellen oder Ähnliches zu entfernen. Danach wird der Speichel über einen definierten Zeitraum gesammelt. Die erhaltene Flüssigkeit kann zur quantitativen Analyse entweder gewogen werden (1 g entspricht dabei 1 ml) oder in einem skalierten Auffangbehälter direkt abgelesen werden (116). Aus der Menge des gesammelten Speichels lässt sich die sekretierte Menge pro Minute errechnen und mit Literaturangaben vergleichen.

Sekretionsrate in ml/min	Unstimulierte Speichelfließrate	Stimulierte Speichelfließrate
Normalwert	0,3-0,4 ml/min	1-2 ml/min
Hyposalivation	<0,1 ml/min	<0,5 ml/min

Tabelle 2: Übersicht der Speichelfließraten; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Sreebny und Schwartz (112)

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Halimeter®

Der Halimeter® ist ein Gerät zur instrumentellen Messung der Halitosis. Es handelt sich dabei um einen portablen Sulfid-Monitor, welcher über eine Pumpe verfügt, über die die Atemluft des Patienten eingesaugt wird (ca. 1500 ml/min) (95). Über ein am Halimeter® angeschlossenes Röhrchen, welches in den Mund der Patienten eingeführt wird, werden die flüchtigen Schwefelgase in der Atemluft an einen elektrochemischen Sensor geleitet, welcher die Verbindungen Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid semiquantitativ erfasst und misst. Die Sensitivität des Halimeters® ist für Schwefelwasserstoff doppelt so hoch wie für Methylmercaptan (95). Außerdem sind seine Messergebnisse durch andere Substanzen wie Kaugummi, Alkohol, Mundspülungen und weitere beeinflussbar (26).

In der folgenden Untersuchung wurde der Halimeter® der Firma Interscan ANSYCO (analytische Systeme und Komponenten GmbH) verwendet. Die Messergebnisse werden über eine spezielle Software (Halisoft™, ANSYCO GmbH, Karlsruhe, DE) direkt am Monitor eines angeschlossenen Computers in Form eines Haligramms angezeigt und gespeichert. Die Einheit dabei sind parts per billion (ppb = Teilchen pro Millionen). Vor Untersuchungsbeginn sollte das Gerät 30 Minuten an die Umgebungsluft kalibriert werden. Sollte nach dieser Zeit die Anzeige des Halimeters® nicht auf 0 stehen, erfolgt eine manuelle Nivellierung durch Drücken der Zero-Taste. Mundgeruch liegt bei Werten ab etwa 150 ppb vor, der Normwert wird in der Literatur mit etwa 70-110 ppb angegeben (84).





Abbildung 6: Halimeter®; Quelle: eigene Aufnahme

### 3.1.2. Paraffin

Um den Speichelfluss zu stimulieren wird in der Regel ein Stoff benötigt, der nicht toxisch ist und der über keinen Eigengeruch verfügt, womit bei der anschließenden Untersuchung der Halitosis keine Verfälschungen auftreten konnte. Dazu eignet sich beispielsweise medizinisches Paraffin (113). Da einige der Probanden über keine oder wenige Zähne verfügten, wurde kein Kaugummi verwendet, sondern reines Paraffin zum Lutschen in kleinen Blöckchen. Bei dem in der vorliegenden Studie genutzten Paraffin handelt es sich um Hartparaffin der Firma Caesar & Loretz GmbH, D-40721 Hilden

## 3.2. Methoden

### 3.2.1. Studienpatienten

Die Untersuchung erfolgte an Patienten der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsmedizin der Zahnklinik Mainz. Die Einschlusskriterien wurden wie folgt definiert:

1. Alter ab 18 Jahren
2. Keine Nahrungsaufnahme, Mundhygienemaßnahmen oder Konsum von Genussmitteln (Zigaretten, Kaffee, etc.) innerhalb der letzten Stunde
3. Verständnis der deutschen Sprache (Fragebögen)
4. Schriftliche Einwilligung

Voraussetzung der Untersuchung war das Vorliegen des positiven Votums der Ethikkommission Rheinland-Pfalz über den eingereichten Ethik-Antrag vom 26.07.2015 mit der Nummer 837.348.15 (10116). Nach mündlicher und schriftlicher Aufklärung der Patienten und erfolgter Einverständniserklärung wurde die Untersuchung der Probanden durchgeführt. Die Studie erfolgte im Rahmen eines einmaligen Termins von etwa 45 bis 90 Minuten Dauer. Dabei wurden zunächst die oralen Parameter PSI, PI, GI, Zungenbelag und DMF-T ermittelt. Anschließend folgte die Messung sowohl der unstimulierten als auch der stimulierten Speichelfließrate. Danach erhielten die Patienten drei Fragebögen, die eigenständig ausgefüllt wurden. Zum Schluss erfolgte die Überprüfung des Mundgeruchs. Insgesamt wurden auf diese Weise 127 Patienten beiderlei Geschlechts untersucht.

### 3.2.2. Intraorale Untersuchung

Die orale Untersuchung der Patienten wurde zur besseren Beurteilung stets mit herausgenommenem Zahnersatz durchgeführt. Nacheinander wurden PSI, PI, GI, Zungenbelag und DMF-T beurteilt.

#### 3.2.2.1. PSI

Der Parodontale Screening Index oder kurz PSI ist ein Index zur Beurteilung der parodontalen Gesundheit und des parodontalen Behandlungsbedarfs. Er wurde 1992 von der American Academy of Periodontology (AAP) und der American Dental

Association (ADA) beruhend auf einem modifizierten Community Periodontal Index of Treatment Needs (CPITN) entwickelt (45, 117). Die Deutsche Gesellschaft für Parodontologie führte den PSI 2002 auch in Deutschland ein (118). Durch ihn kann das Vorliegen einer Parodontitis sicher und bei regelmäßiger Erhebung auch frühzeitig erkannt werden. Dazu wird eine spezifische Sonde, die WHO-Sonde, entlang des Zahns in den Sulkus eingeführt und an sechs Messstellen pro Zahn die Taschentiefe gemessen. Für diese Messung besitzt die WHO-Sonde mehrere schwarze Ringe als Markierung der Sondierungstiefe. Ein besonders breites Band von 3,5 bis 5,5 mm zeigt den Übergang zum pathologisch veränderten Parodont (45, 118). An der Spitze der Sonde befindet sich eine stumpfe Kugel, die Verletzungen des Sulkus minimieren soll und zudem Konkremete und überstehende Restaurationsränder tasten kann (118).

Das Gebiss wird in Sextanten eingeteilt, die Messung erfolgt an sechs Stellen um jeden Zahn herum (mesio-vestibulär, vestibulär, disto-vestibulär, mesio-oral, oral und disto-oral). Es wird pro Sextant nur der höchste Wert notiert, d. h. bei 5,5 mm Sondierungstiefe oder mehr an einem Zahn wird der Code 4 notiert und es kann direkt zum nächsten Sextanten übergegangen werden. Die folgende Tabelle erklärt die Einteilung des PSI in Zahlen zwischen 0 und 4, wobei 0 gesundes Zahnfleisch beschreibt, 1 und 2 eine Gingivitis beziehungsweise leichte Parodontitis und 3 und 4 eine schwere Parodontitis mit Behandlungsbedarf darstellen (45, 118).

Code 0	Code 1	Code 2	Code 3	Code 4
Sondierungstiefe <3,5mm			Sondierungstiefe 3,5-5,5mm	Sondierungstiefe >5,5mm
keine Blutung	Blutung auf Sondieren	Blutung auf Sondieren	Blutung auf Sondieren möglich	Blutung auf Sondieren möglich
kein Zahnstein/Plaque	kein Zahnstein/Plaque	Zahnstein/Plaque und/oder	Zahnstein/Plaque möglich	Zahnstein/Plaque möglich
keine defekten Restaurationsränder	keine defekten Restaurationsränder	defekte Restaurationsränder	defekte Restaurationsränder möglich	defekte Restaurationsränder möglich

Tabelle 3: PSI-Kodierung; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Gänlger et al. (45)

### 3.2.2.2. PI nach Silness und Loe

Der Plaque-Index nach Silness und Loe (1964) dient der Beurteilung der Plaquemenge auf der Zahnoberfläche. Dazu werden die vier Zahnoberflächen mesial, vestibulär, distal und oral mit dem Luftbläser 20 Sekunden getrocknet und anschließend zunächst mit dem Auge inspiziert, wobei keine zusätzlichen Hilfsmittel

wie Plaquerelevatoren verwendet werden. Abschließend werden die Zähne mit einer zahnärztlichen Sonde abgestrichen und die vorgefundene Plaquemenge beurteilt. Dabei werden vier Schweregrade unterteilt.

Grad 0	Keine Plaque mit Auge und Sonde erkennbar
Grad 1	Dünnere Plaquefilm, nur nach Abstreichen mit Sonde erkennbar
Grad 2	Mäßiger Plaquefilm, mit dem Auge erkennbar, Interdentalräume frei
Grad 3	Viel Plaque, mit dem Auge erkennbar, Interdentalräume ausgefüllt

Tabelle 4: Übersicht über den Plaque-Index nach Silness und Loe; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Loe (119)

Für die Errechnung eines individuellen Mittelwertes für den Patienten wird jeder Fläche eine Zahl entsprechend der Beschreibung zugeordnet, woraus ein Mittelwert für den jeweiligen Zahn errechnet wird. Die Summe dieser Werte wird schließlich durch die Anzahl der beurteilten Zähne dividiert (119).

### 3.2.2.3. GI nach Silness und Loe

Die Beurteilung des Entzündungsgrades der Gingiva erfolgte visuell unter Verwendung des Gingival-Indexes nach Silness und Loe (1963). Veränderungen des Parodonts wie Knochenabbau oder eine erhöhte Sondierungstiefe werden bei diesem Index nicht beachtet (119). Die Einteilung erfolgt in vier Schweregrade, welche in der nachfolgenden Tabelle beschrieben sind.

Grad 0	Normale Gingiva
Grad 1	Geringe Entzündung, leichte Farb- und Oberflächenveränderung, keine Blutung
Grad 2	Mittlere Entzündung, Schwellung, Blutung auf Druck oder Sondierung
Grad 3	Schwere Entzündung, starke Schwellung und Rötung, eventuell Spontanblutungen und Ulzeration

Tabelle 5: Übersicht über den Gingiva-Index nach Silness und Loe; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Loe (119)

Pro Zahn werden vier Bereiche der Gingiva inspiziert (mesial, vestibulär, distal, oral) und jedem Bereich ein Wert entsprechend der Beschreibung zugeordnet. Die Mittelwerte aller Zähne werden addiert und durch die Anzahl der Zähne dividiert. Auf diese Weise erhält man den GI-Wert des Patienten (119).

#### 3.2.2.4. Zungenbelag

Da Zungenbelag zu den häufigsten Ursachen für Halitosis zählt, erfolgte bei jedem Patienten eine subjektive Einschätzung der Menge des Belags durch den Untersucher. Dazu wurden die Patienten gebeten, ihre Zunge so weit wie möglich heraus zu strecken. Die verwendete Methode entsprach der von Miyazaki beschriebenen. Dabei wird dem vorgefundenen Belag entsprechend der bedeckten Zungenfläche ein Wert zugeordnet (8).

Grad 0	Kein Zungenbelag
Grad 1	Leichter Zungenbelag (<1/3 des Zungenrückens bedeckt)
Grad 2	Mäßiger Zungenbelag (<2/3 des Zungenrückens bedeckt)
Grad 3	Schwerer Zungenbelag (>2/3 des Zungenrückens bedeckt)

Tabelle 6: Beurteilung des Zungenbelags nach Miyazaki; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Miyazaki (8)

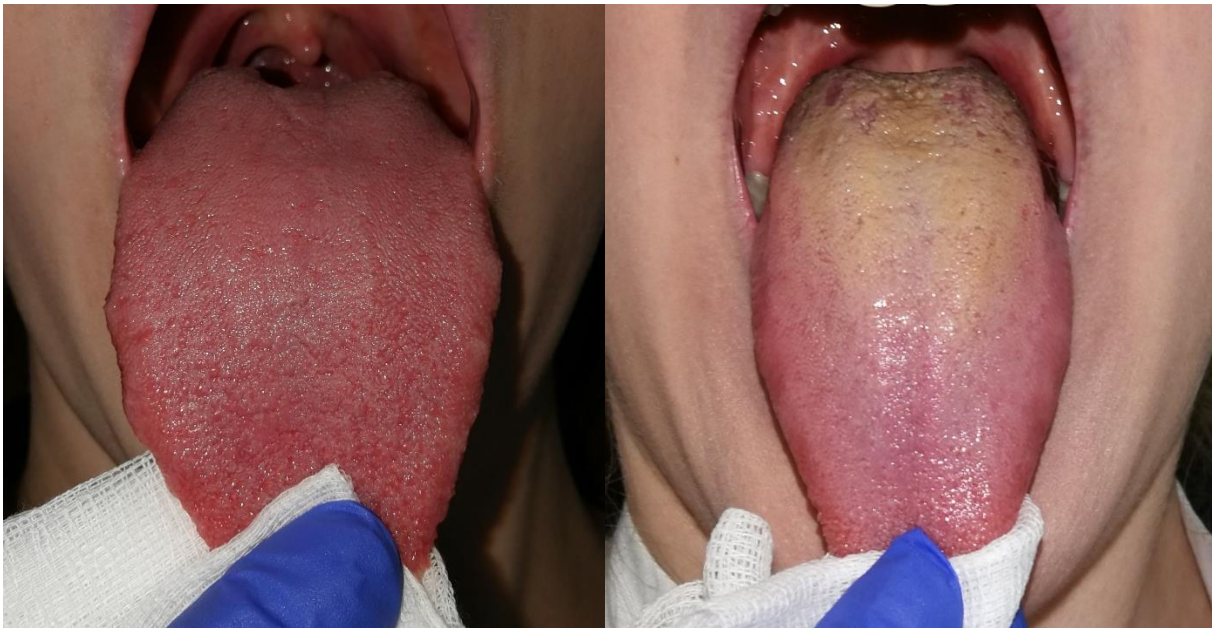


Abbildung 7: Beispiele für Zungenbelag Grad 0 (links) und Grad 2 (rechts) nach Miyazaki; Quelle: eigene Aufnahme

#### 3.2.2.5. DMF-T

Der DMF-T-Index ist ein Mittel zur Beurteilung des Krankheitswertes und der individuellen Karieserfahrung der bleibenden Zähne im menschlichen Gebiss. Klein und Palmer führten ihn 1938 ein. Er beschreibt Zähne (T = teeth), die kariös (D = decayed), aufgrund von Karies fehlend (M = missing), oder nach Karies restauriert (F = filled) sind. Die Weisheitszähne werden dabei nicht berücksichtigt, woraus sich ein Maximalwert von 28 ergibt. Ein hoher DMF-T-Wert entspricht demnach einer hohen individuellen Karieserfahrung oder einer hohen Anzahl an zahnmedizinischen Behandlungen. Analog zum DMF-T-Index wird im Milchgebiss der dmf-t-Index verwendet mit einem Maximalwert von 20 (120). Eine genauere Beschreibung erfolgt durch den DMF-S-Index, bei dem die einzelnen Zahnflächen (S = surfaces) beurteilt werden, woraus sich ein Maximalwert von 128 ergibt.

#### 3.3. Bestimmung der Speichelfließrate

Die Bestimmung der Speichelfließrate erfolgte sowohl unstimuliert als auch stimuliert. Herausnehmbarer Zahnersatz wurde dabei vor Beginn der Untersuchung entfernt.

### 3.3.1. Unstimulierter Speichelfluss

Beim unstimulierten Speichelfluss wurden die Patienten zunächst aufgefordert, im Mund angesammelten Speichel auszuspucken. Anschließend wurde über drei Minuten produzierter Speichel im Mund gesammelt, nach Ablauf der Zeit in einem Becher aufgefangen („spitting-Methode“ (113, 115)) und anschließend in skalierten Einmalspritzen aufgezogen. Am nächsten Tag wurde die in der Spritze enthaltene Menge abgelesen, welche anschließend durch 3 dividiert wurde, um die produzierte Menge Ruhespeichel pro Minute zu erhalten. Als normal gelten Mengen ab 0,3 ml/min (112).

### 3.3.2. Stimulierter Speichelfluss

Zur Bestimmung der stimulierten Speichelfließrate wurden die Patienten ebenfalls zunächst aufgefordert, auszuspucken. Danach erhielt jeder Patient ein Paraffinblöckchen zum Lutschen, wodurch der Speichelfluss stimuliert werden sollte. Das weitere Vorgehen entsprach dem der Messung der unstimulierten Sialometrie, wobei das Paraffinblöckchen nach Abschluss der Stimulation zusammen mit dem Speichel in einen Becher ausgespuckt wurde. Auch hier wurde die produzierte Menge nach einem Tag abgelesen und die sekretierte Menge pro Minute errechnet. Als Normwert gelten Werte ab 1 ml/min (112).

Bei Patienten mit frischen oder infizierten Wunden in der Mundhöhle wurde dieser Test jedoch nicht durchgeführt.

## 3.4. Fragebögen

Im Anschluss an die orale Untersuchung erhielt jeder Patient einen Fragebogen. Während des Ausfüllens wurden die Patienten gebeten, nicht zu sprechen und den Mund geschlossen zu halten. Dies diente gleichzeitig der Vorbereitung für die Überprüfung des Mundgeruchs.

### 3.4.1. Allgemeiner Fragebogen

Dieser Fragebogen (siehe Anhang) ermittelt den allgemeinen Gesundheitszustand mit besonderem Augenmerk auf Vorerkrankungen wie beispielsweise

Tumorerkrankungen, Herz- Kreislauferkrankungen oder Immunschwächen und erfragt außerdem die Medikation der Patienten. Zusätzlich enthält er Fragen zur täglichen Mundhygiene, wobei der Gebrauch von Zahnbürsten (Häufigkeit, elektrisch oder manuell), von Mundspüllösung, Zungenreinigern und Zahnseide erfasst werden. Darüber hinaus werden Fragen zu den Rauchgewohnheiten sowie zu beruflichem oder privatem Stress des Patienten gestellt. Der Proband wird außerdem gebeten, eine persönliche Einschätzung bezüglich des eigenen Mundgeruchs abzugeben und ob dieser durch ihn selbst oder durch Andere festgestellt wurde. Zur besseren Abstufung können verschiedene Häufigkeitsangaben (niemals, selten, manchmal, häufig) gemacht werden.

### 3.4.2. BDI-II

Der 1996 eingeführte BDI-II Fragebogen (siehe Anhang) ist eine Modifikation des Beck-Depressionsinventars (BDI). Mit diesem soll ein Überblick über die Selbsteinschätzung des Patienten zum Verlauf und der Schwere einer Depression erhalten werden. Im Gegensatz zur Originalversion bezieht sich der BDI-II auf einen Zeitraum von zwei Wochen. Es werden Fragen zum Thema Versagensängste, Pessimismus, Schlafgewohnheiten, Reizbarkeit, etc. gestellt. Der BDI-II ermöglicht, anders als der BDI, die Feststellung einer Steigerung und einer Reduzierung beispielsweise der Schlafgewohnheiten und des Appetits. Jeder anzukreuzenden Aussage wird ein Punktwert mit steigender Intensität zugeordnet, wobei pro Frage maximal drei Punkte erreicht werden können. Bei insgesamt 21 Fragen ergibt sich eine Höchstpunktzahl von 63. Erreicht ein Proband mehr als 13 Punkte, wird dies als Hinweis auf eine Depression gewertet (121). Die folgende Tabelle zeigt die genaue Zuordnung der erreichten Punkte im BDI-II zum Schweregrad der Depression.

< 13 Punkte	Keine Depression; klinisch unauffällig
13-19 Punkte	Leicht depressives Syndrom
20-28 Punkte	Mittelgradiges depressives Syndrom
≥ 29 Punkte	Schweres depressives Syndrom

Tabelle 7: Zuordnung der BDI-II Punktwerte zum Schweregrad der Depression; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an S3-Leitlinie Unipolare Depression (121)



### 3.4.3. OHIP-G14

Der OHIP-G14 (siehe Anhang) ist ein Fragebogen zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität. Dabei handelt es sich um die deutsche Kurzversion eines standardisierten Formulars der Oral Health Impact Profile-Germany. Im Gegensatz zur Originalversion mit 49 Fragen enthält dieser Fragebogen jedoch nur 14 Fragen. Die Fragen beziehen sich auf funktionelle Einschränkungen, Schmerzen, psychisches Unwohlsein, physische Unfähigkeit, psychische Unfähigkeit, soziale Unfähigkeit und Behinderung/Erschwernis etwas zu tun. Jeder Antwortmöglichkeit wird erneut ein Punktwert von null bis vier zugeordnet (0 = nie, 1 = kaum, 2 = ab und zu, 3 = oft, 4 = sehr oft), woraus sich ein Maximalwert von insgesamt 56 ergibt. Je höher die erreichte Punktzahl am Ende, desto schlechter wird die Mundgesundheit eingestuft. Der abgefragte Zeitraum bezieht sich auf den vergangenen Monat (122, 123).

## 3.5. Überprüfung des Mundgeruchs

Die Messung der Halitosis wurde sowohl subjektiv durch den Untersucher, als auch objektiv mittels Halimeter® durchgeführt. So sollte eine möglichst genaue Erfassung des Mundgeruchs erfolgen.

### 3.5.1. Messung nach Rosenberg

Bei der Messung der Halitosis nach Rosenberg handelt es sich um eine organoleptische Einschätzung des Mundgeruchs. Dabei erfolgt die Bewertung der Ausatemluft durch einen geübten Behandler. Dieser bittet den Patienten, ihn aus einer Entfernung von 10 cm anzuhauen oder beispielsweise von 10 bis 20 zu zählen. Dem Geruch der Atemluft wird dann subjektiv ein Wert zwischen 0 und 5 zugeordnet (79). Bei Unsicherheiten wurde eine zweite Beurteilung durchgeführt. Für die Einteilung siehe Tabelle 8.

Grad 0	Kein Geruch
Grad 1	Sehr schwach wahrnehmbarer Geruch
Grad 2	Leichter, aber wahrnehmbarer Geruch
Grad 3	Mittelschwerer Geruch
Grad 4	Starker Geruch
Grad 5	Extrem fauliger Geruch

Tabelle 8: Einteilung der Halitosis nach Rosenberg; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rosenberg (79)

### 3.5.2. Instrumentelle Messung mit Halimeter®

Die Messung mittels Halimeter® ist eine Möglichkeit zur objektiven Bestimmung des Mundgeruchs. Vor der instrumentellen Messung wurde eine kurze Einweisung der Probanden durchgeführt, um mögliche Fehlerquellen zu minimieren. Die Patienten wurden gebeten, 10 Minuten vor der Untersuchung nicht mehr zu sprechen und den Mund geschlossen zu halten. Dann wurde ein Strohhalm circa 4 cm tief in den locker geschlossenen Mund eingebracht, sodass sich das Ende des Strohhalmes idealerweise im hinteren Bereich der Mundhöhle befand. Das Röhrchen sollte dabei keinen Kontakt zu Zunge, Gaumen oder anderen Schleimhäuten haben. Die Atmung erfolgte während des Versuchs ausschließlich durch die Nase, da die Luftprobe eigenständig durch das Gerät eingesaugt wird.

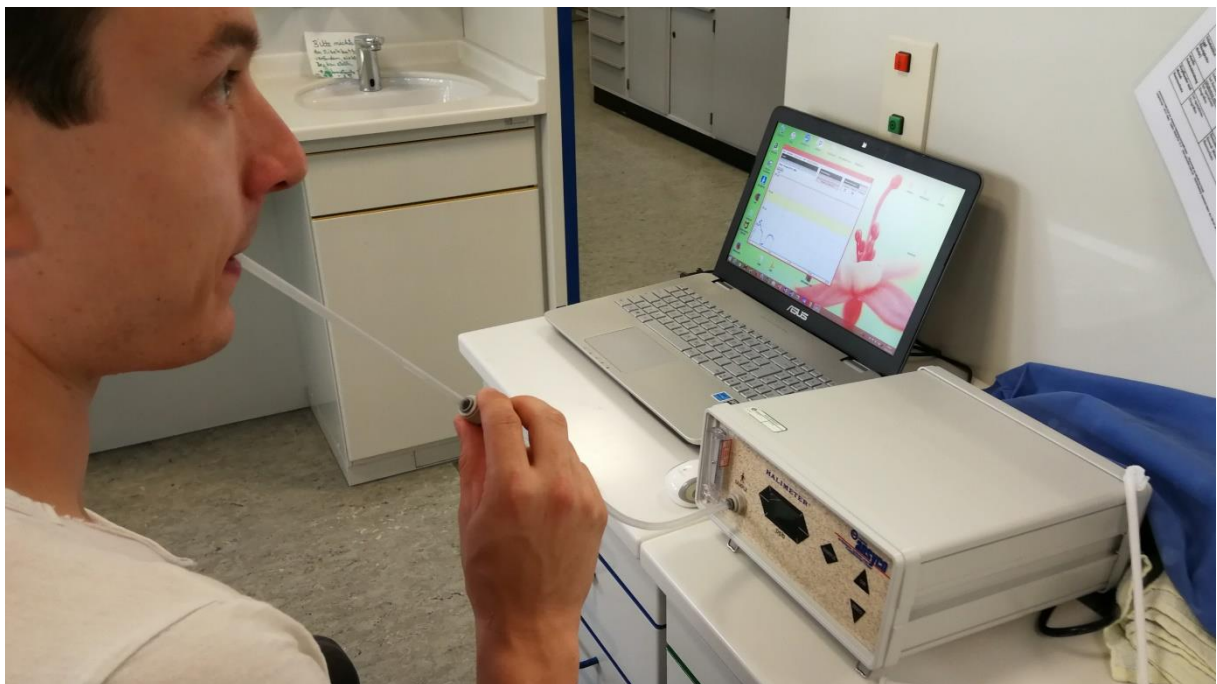


Abbildung 8: Gebrauch des Halimeters®; Quelle: eigene Aufnahme

Die anschließende Messung erfolgte automatisch, bis ein konstanter Wert erreicht wurde. Danach wurde der Patient angewiesen, den Strohhalm wieder zu entfernen. Sobald das Gerät wieder bei einem Ausgangswert von 0 ppb angekommen war, wurde die Messung wiederholt. In der Zeit zwischen den Messungen wurden die Patienten gebeten, nicht zu sprechen und den Mund geschlossen zu halten. Bei Eintritt von Speichel in den Strohhalm wurde dieser ausgewechselt. Auf diese Weise wurden drei Messungen durchgeführt und der Durchschnitt der drei Maximalwerte ermittelt, welchem ein Schweregrad von 0 bis 2 zugeordnet wurde. Die durch die Software Halisoft™ gezeichneten Haligramme wurden für jeden Patienten angefertigt und gespeichert.

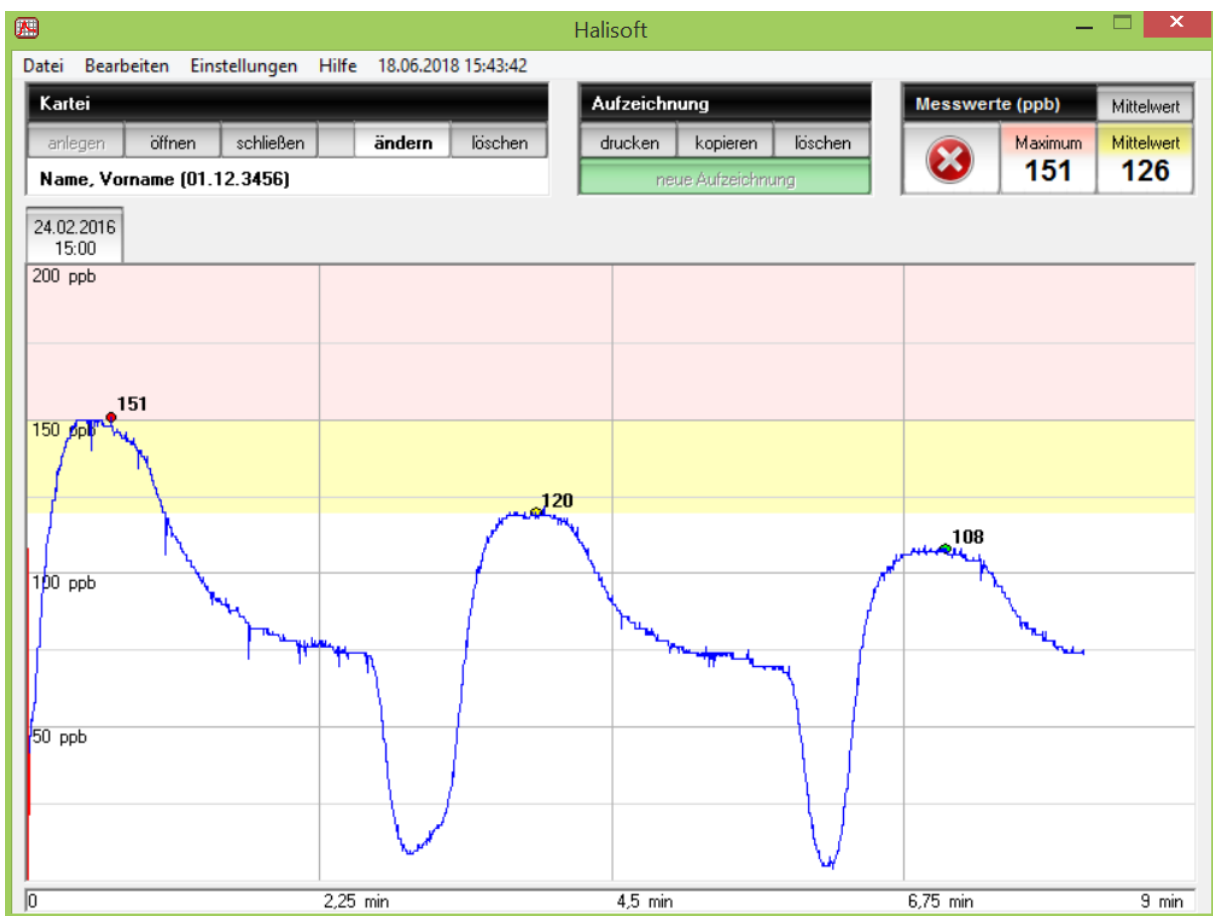


Abbildung 9: Haligramm eines Probanden; Quelle: eigene Darstellung erstellt mit Halisoft™

Sollte ein Messwert stark von den anderen abweichen, wurde eine vierte Messung durchgeführt. Die Bewertung der gemessenen VSC-Mengen erfolgte nach den folgenden Kriterien.

< 100 ppb	Kein Mundgeruch
100-150 ppb	Leichter Mundgeruch
> 150 ppb	Starker Mundgeruch

Tabelle 9: Zuordnung der Halimetermesswerte zur Schwere der Halitosis; Quelle: eigene Darstellung

### 3.6. Statistische Auswertung

Die statistische Analyse wurde mittels IBM SPSS Statistics 22.0 für Windows XP (SPSS Inc., Chicago, Il.) durchgeführt. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universitätsmedizin Mainz. Als Signifikanzniveau galten p-Werte  $\leq 0,05$ . Da keine Trendvorhersage vorlag, sind alle p-Werte zweiseitig.

Für die Auswertung der ordinalen oder ordinalen und metrischen Daten wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho beziehungsweise Kendall-Tau verwendet. Auf diese Weise sollten Zusammenhänge der Untersuchungsergebnisse aufgezeigt werden. Für die Veranschaulichung der Korrelationen zwischen metrischen Daten wurde hingegen der Korrelationskoeffizient  $r$  nach Pearson-Bravais berechnet. Die Auswertung der allgemeinen Patientendaten wie beispielsweise Alter und Geschlecht erfolgte deskriptiv. Anhand einer linearen Regressionsanalyse sollte der Zusammenhang zwischen Halitosis in Form der gemessenen Halimeterwerte und den untersuchten klinischen Parametern und Risikofaktoren dargestellt werden. Der parameterfreie Kruskal-Wallis-Test wurde verwendet, um die Korrelation der verschiedenen Gruppen beispielsweise hinsichtlich der Speichelflussraten zu überprüfen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Auswertung der allgemeinen Daten

Insgesamt wurden im Zeitraum von Februar 2016 bis März 2017 127 Patienten aus der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Zahnklinik Mainz untersucht. Bei den teilnehmenden Patienten handelte es sich bei 49,6 % (n = 63) um Frauen und bei 50,4 % (n = 64) um Männer, was einer nahezu gleichen Geschlechterverteilung entspricht. Das Alter der Patienten betrug zwischen 19 und 86 Jahren, wobei das mittlere Alter der Frauen mit 55 Jahren etwas geringer war als das der Männer mit 59 Jahren. Insgesamt waren die teilnehmenden Patienten im Mittel 56,7 Jahre alt.

Anhand ihrer Vorerkrankungen wurden die Patienten in fünf Gruppen unterteilt: Gruppe 1 = Malignome (34,6 %), Gruppe 2 = Entzündungen (19,7 %), Gruppe 3 = Mundschleimhautveränderungen (16,5 %), Gruppe 4 = Trauma/Dysgnathie (18,1 %) und Gruppe 5 = odontogene Foci (11 %).

Auffällig war, dass der Anteil von Männern (n = 27) in der Gruppe 1 höher war als der der Frauen (n = 17), wohingegen Gruppe 3 mehr Frauen (n = 16) als Männer (n = 5) enthielt. Die Geschlechterverteilung in den übrigen Gruppen war annähernd gleich.

	Kollektiv					Gesamt
	1 Malignome	2 Entzündungen	3 Mundschleimhaut- veränderungen	4 Trauma/ Dysgnathie	5 odontogene Foci	
Geschlecht 1	17	12	16	11	7	63
2	27	13	5	12	7	64
Gesamt	44	25	21	23	14	127

Tabelle 10: Geschlechterverteilung der verschiedenen Patientengruppen, dabei entspricht 1 dem weiblichen und 2 dem männlichen Geschlecht; Quelle: eigene Darstellung

Bei 78 % (n = 99) der Patienten handelte es sich um Nichtraucher, wohingegen 22 % (n = 28) angaben, regelmäßig Zigaretten zu konsumieren. Eine Übersicht über die genaue Verteilung der Raucher innerhalb der Patientengruppen gibt die folgende Tabelle.

	Kollektiv					Gesamt
	1 Malignome	2 Entzündungen	3 Mund- schleimhaut- veränderungen	4 Trauma/ Dysgnathie	5 odontogene Foci	
Rauchen 0	31	20	18	20	10	99
1	13	5	3	3	4	28
Gesamt	44	25	21	23	14	127

Tabelle 11: Verteilung der Raucher innerhalb der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung

#### 4.2. Auswertung der klinischen Untersuchungsparameter

Bei der klinischen Untersuchung der Patienten wurde der PSI zur Beurteilung des Zahnhalteapparates und des Zahnfleisches untersucht. Dabei ergab sich für die Patienten, an denen die Erhebung des PSI durchgeführt werden konnte, ein Mittelwert von 2,13, was einer Gingivitis entspricht. Gruppe 3 zeigte im Durchschnitt mit 2,39 den höchsten PSI-Code, Gruppe 2 mit 1,59 den niedrigsten.

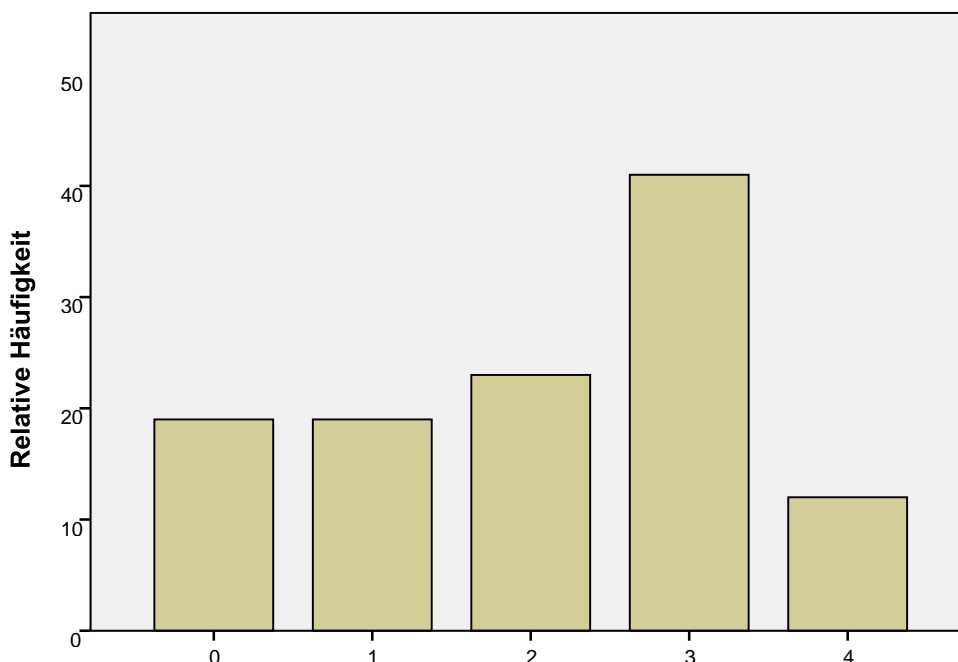


Abbildung 10: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der PSI-Codes; Quelle: eigene Darstellung

Ergänzend zum PSI wurde der GI nach Silness und Loe verwendet, um die Gesundheit des oralen Weichgewebes zu untersuchen. Hier konnte ein

durchschnittlicher Wert von 0,76 festgestellt werden. Den höchsten mittleren GI wies Gruppe 5 mit 1,33 auf, der niedrigste wurde mit 0,48 in Gruppe 2 beobachtet.

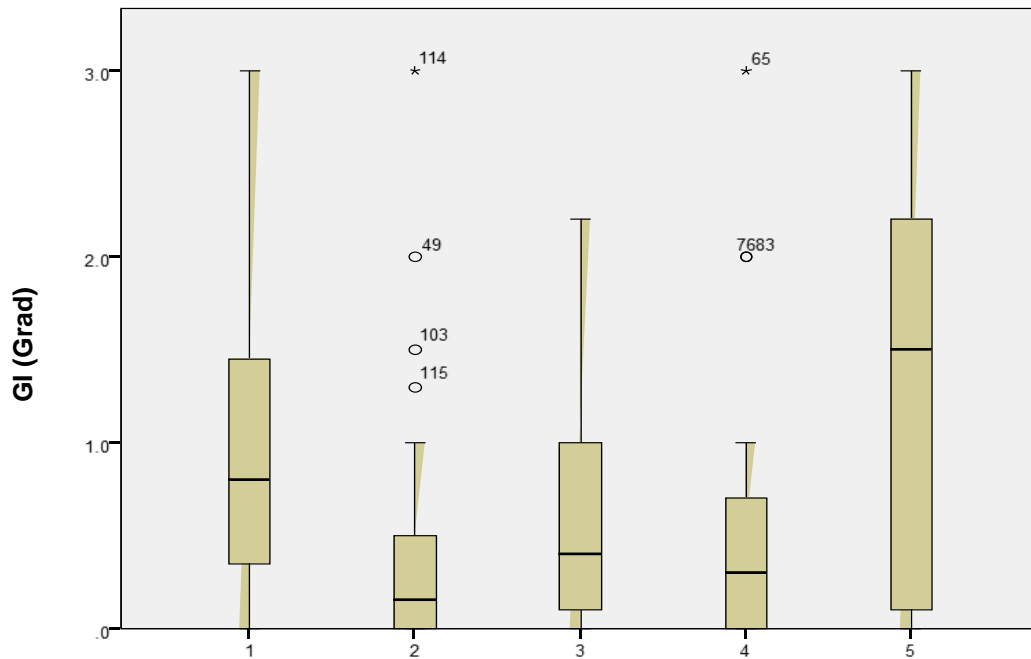


Abbildung 11: Grafische Darstellung des Gingiva-Indexes der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung

Die Mundhygiene ist mit einem im Mittel erhobenen PI von 0,86 als gut zu bewerten. Durchschnittlich traten die höchsten Werte ebenfalls in Gruppe 5 auf, wo sie einen Mittelwert von 1,22 erreichten. Der wenigste Zahnbelag war mit einem durchschnittlichen PI von 0,61 in Gruppe 3 zu finden.

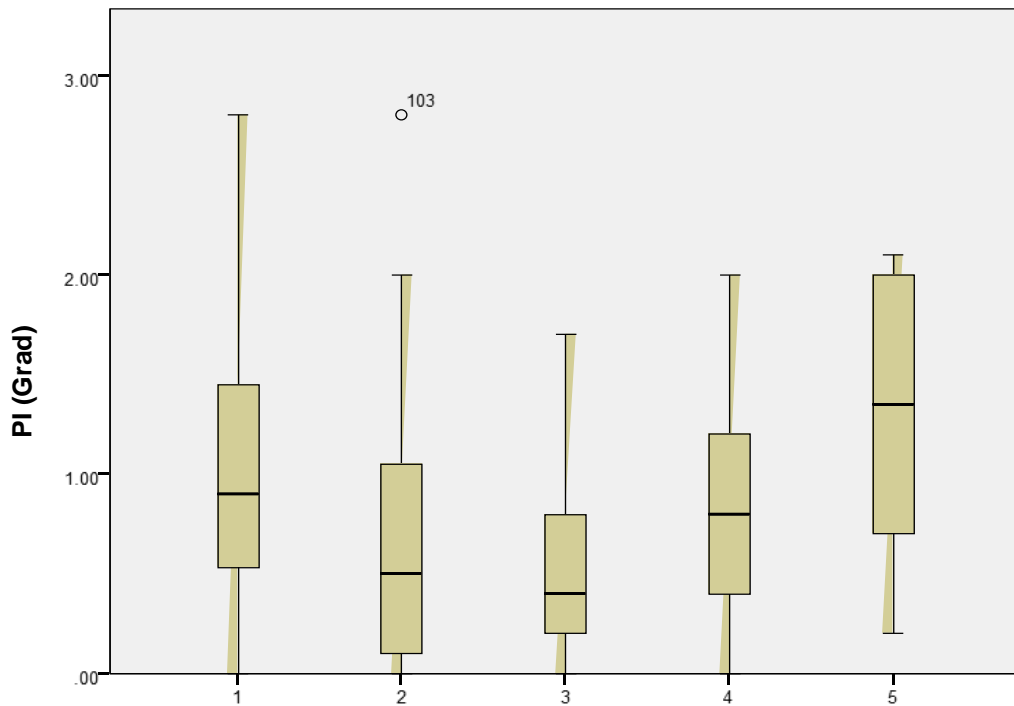


Abbildung 12: Grafische Darstellung des Plaque-Indexes der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung

Von den 127 Teilnehmern konnte bei 126 ein DMF-T-Index ermittelt werden, welcher die Karieserfahrung eines erwachsenen Gebisses widerspiegelt. Dieser betrug im Durchschnitt 18,62. Im Durchschnitt lag der höchste DMF-T in Gruppe 5 vor (22,5 von 28). Der niedrigste Wert wurde in Gruppe 2 beobachtet (14,5 von 28).

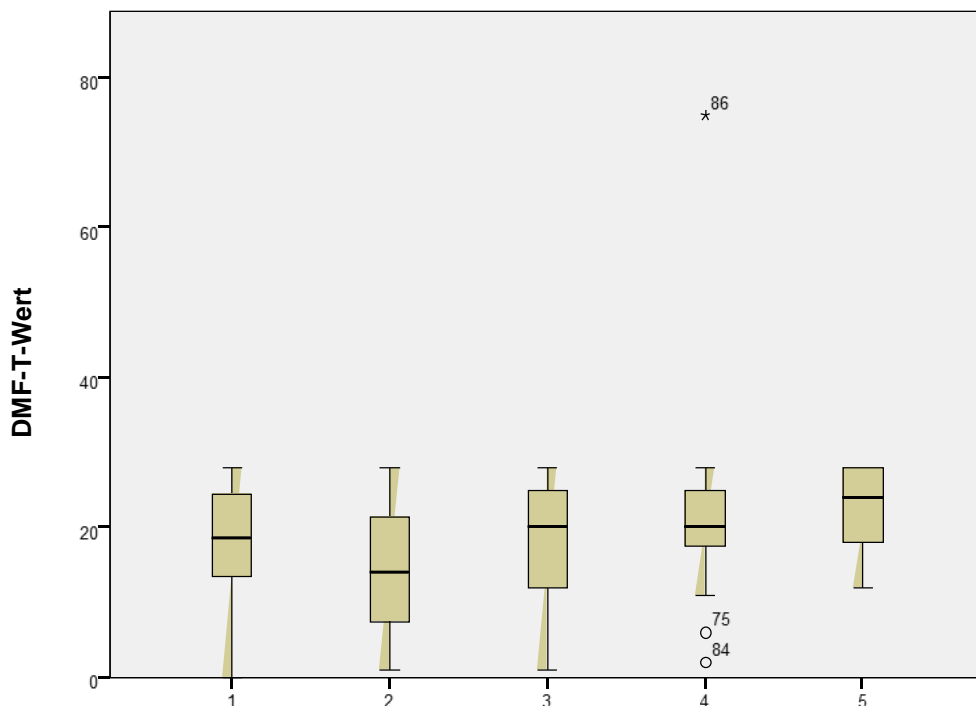


Abbildung 13: Grafische Darstellung des DMF-T der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung



Bei Betrachtung des Zungenbelags konnte bei den 127 untersuchten Patienten ein durchschnittlicher Wert von 1,06 nach Miyazaki beobachtet werden, was einer belegten Fläche von unter einem Drittel des Zungenrückens entspricht. Nur ein Proband aus Gruppe 1 erreichte den Höchstwert des Indexes nach Miyazaki, was bedeutet, dass mehr als zwei Drittel der Zungenoberfläche von einem Belag bedeckt waren. Im Durchschnitt zeigten die Probanden aus Gruppe 5 mit 1,29 das höchste Vorkommen von Zungenbelag, wogegen die übrigen Gruppen sich im Mittel kaum unterschieden (Gruppe 1: 1,02, Gruppe 2: 1,04, Gruppe 3: 1,05, Gruppe 4: 1). Die folgende Tabelle veranschaulicht die genaue Häufigkeitsverteilung des Zungenbelags der Probanden.

**Zungenbelag \* Kollektiv Kreuztabelle**

Anzahl

	Kollektiv					Gesamt
	1 Malignome	2 Entzündungen	3 Mundschleimhaut- veränderungen	4 Trauma/ Dysgnathie	5 odontogene Foci	
Zungen- belag 0	13	8	5	4	2	32
1	18	8	10	15	6	57
2	12	9	6	4	6	37
3	1	0	0	0	0	1
Gesamt	44	25	21	23	14	127

Tabelle 12: Übersicht der Verteilung des Zungenbelags nach Miyazaki der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung

Bei der Ermittlung der Speichelflussrate lag die unstimulierte Speichelflussrate im Mittel bei 0,52 ml/min, wobei Gruppe 2 die höchste Speichelproduktion aufwies (0,75 ml/min). Patienten der Gruppe 5 hatten lediglich einen mittleren Ruhespeichel von 0,31 ml/min. Der stimulierte Speichelfluss betrug durchschnittlich 1,51 ml/min. Hier war der größte Mittelwert mit 2,06 ml/min in Gruppe 1 und der niedrigste in Gruppe 4 mit 0,97 ml/min zu finden. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die genauen Speichelflussraten der verschiedenen Patientengruppen.

Kollektiv	Mittelwert	N	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum
1	.598	44	.5276	.400	.0	2.0
2	.752	25	.7113	.600	.0	3.1
3	.395	21	.2819	.300	.0	.9
4	.321	19	.2594	.300	.0	1.1
5	.314	14	.3676	.200	.0	1.0
Insgesamt	.520	123	.5118	.300	.0	3.1

Tabelle 13: Unstimulierte Speichelfließraten in ml der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci) und ihre Standardabweichungen; Quelle: eigene Darstellung

Kollektiv	Mittelwert	N	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum
1	2.061	41	1.7069	1.700	.0	6.8
2	1.504	24	.9666	1.300	.1	4.1
3	1.267	21	.9430	1.100	.0	3.6
4	.974	19	.9694	.500	.1	3.0
5	.993	14	.8119	.600	.1	2.6
Insgesamt	1.509	119	1.3155	1.200	.0	6.8

Tabelle 14: Stimulierte Speichelfließraten in ml der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci) und ihre Standardabweichungen; Quelle: eigene Darstellung

Beim Vergleich der Patientenkollektive bezüglich der Speichelflussraten zeigte der globale Kruskal-Wallis-Test signifikante Unterschiede untereinander ( $p = 0,019$  beim stimulierten Speichelfluss und  $p = 0,024$  beim unstimulierten Speichelfluss). Die signifikanten Differenzen beim Reizspeichel wurden durch den Post-hoc-Test insbesondere zwischen Gruppe 1 und Gruppe 4 festgestellt ( $p = 0,003$ ). Auf dieselbe Weise wurde der Ruhespeichel der verschiedenen Gruppen verglichen und ein ebenfalls signifikanter Unterschied ( $p = 0,008$ ) zwischen Gruppe 2 und Gruppe 5 aufgezeigt.

#### 4.3. Auswertung der Fragebögen OHIP-G14 und BDI-II

Bei Auswertung des Fragebogens zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität OHIP-G14 erreichten die 127 untersuchten Patienten insgesamt einen Mittelwert von 12,5. Den höchsten mittleren Wert von 15,84 und damit die meisten Beschwerden im Mundbereich innerhalb der letzten vier Wochen traten in Gruppe 2 auf. Der niedrigste Mittelwert lag in der Gruppe der Tumorerkrankungen vor (9,84). Genauere Übersicht über die Auswertung des OHIP-G14 liefert die folgende Abbildung.

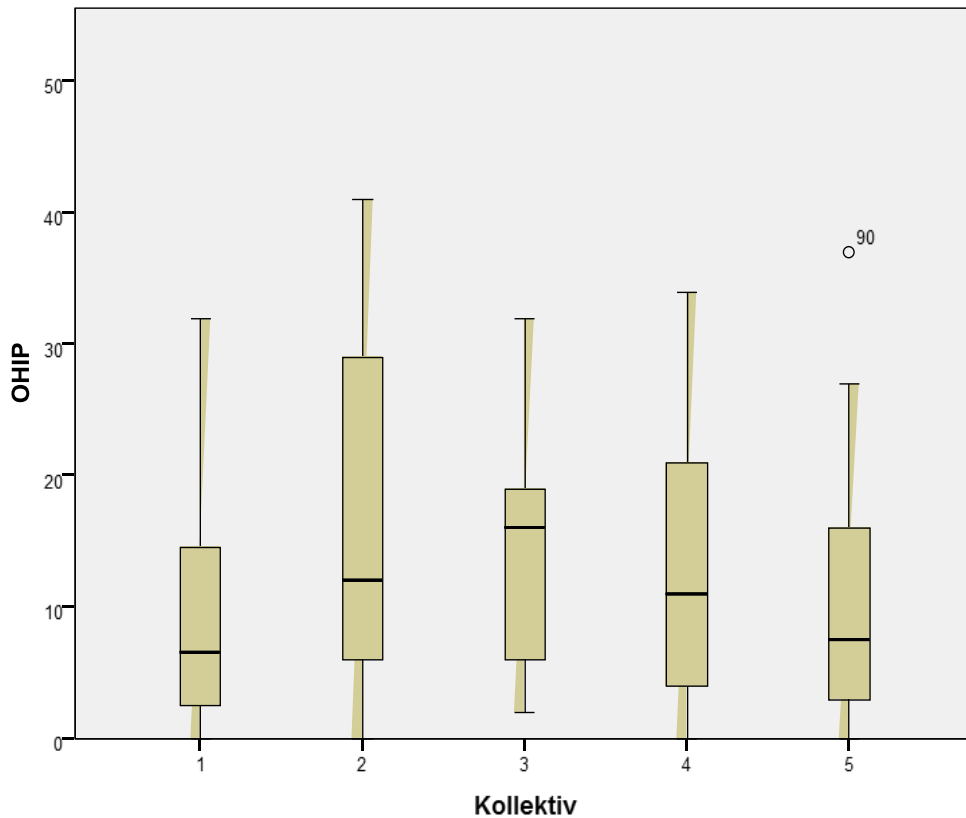


Abbildung 14: Grafische Darstellung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHIP-G14) der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung

Beim Fragebogen zur Zufriedenheit der Patienten, dem BDI-II, wurde von den 127 Teilnehmern ein durchschnittlicher Wert von 6,68 erreicht. Gruppe 4 hatte im Schnitt die höchste Punktzahl (8,22) und damit die geringste Zufriedenheit innerhalb der letzten zwei Wochen. Der niedrigste Punktwert lag in Gruppe 5 vor (5,5). Eine detailliertere Darstellung der Verteilung zeigt die folgende Abbildung.

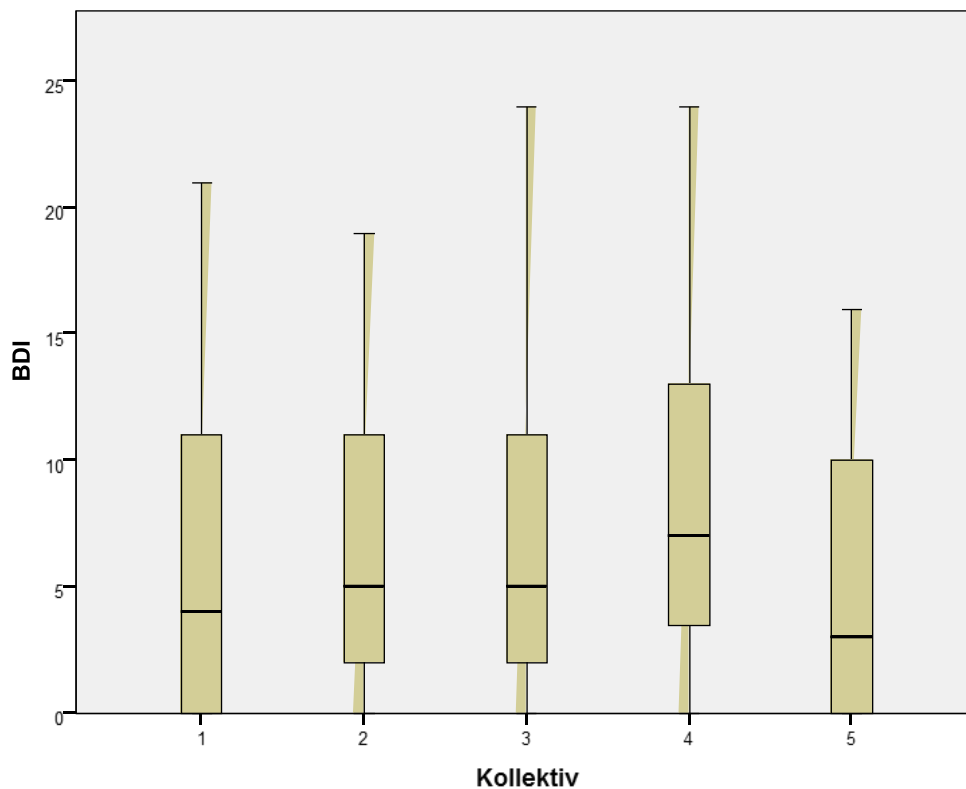


Abbildung 15: Grafische Darstellung der Zufriedenheit (BDI-II) der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung

#### 4.4. Auswertung der Geruchsbewertung

Zur Beurteilung des Geruchs der Atemluft der Probanden wurden drei Methoden verwendet, von denen zwei durch einen geschulten Untersucher vorgenommen wurden (subjektiv/organoleptisch nach Rosenberg und objektiv/instrumentell mittels Halimeter®). Als dritte Bewertungsmethode wurde der Patient anhand eines Fragebogens zu seiner subjektiven Einschätzung der Häufigkeit des eigenen Mundgeruchs (niemals, selten, manchmal, häufig) befragt.

Der organoleptisch beurteilte Mundgeruch nach Rosenberg lag bei den untersuchten Patienten im Schnitt bei 1,2, was einem schwach wahrnehmbaren Geruch entspricht. Bei 35 Patienten (27,56 %) konnte kein und nur bei zwei Probanden (1,57 %) ein sehr starker Geruch wahrgenommen werden. Insgesamt wurde bei 8,66 % der Teilnehmer ein Wert > 2 festgestellt, womit eine Halitosis diagnostiziert werden konnte. Die genaue Verteilung ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

		Kollektiv					Gesamt
		1	2	3	4	5	
Rosenberg	0	9	7	6	10	3	35
	1	13	9	6	9	5	42
	2	17	6	8	2	6	39
	3	4	2	1	2	0	9
	4	1	1	0	0	0	2
Gesamt		44	25	21	23	14	127

Tabelle 15: Übersicht des organoleptischen Mundgeruchs nach Rosenberg der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung

Die Betrachtung der verschiedenen Patientenkollektive ergibt bei Gruppe 1 (Malignome) einen durchschnittlichen Wert von 1,4, bei Gruppe 2 (Entzündungen) und Gruppe 3 (Mundschleimhautveränderungen) von 1,2, bei Gruppe 4 (Trauma/Dysgnathie) von 0,8 und bei Gruppe 5 (odontogene Foci) von 1,2.

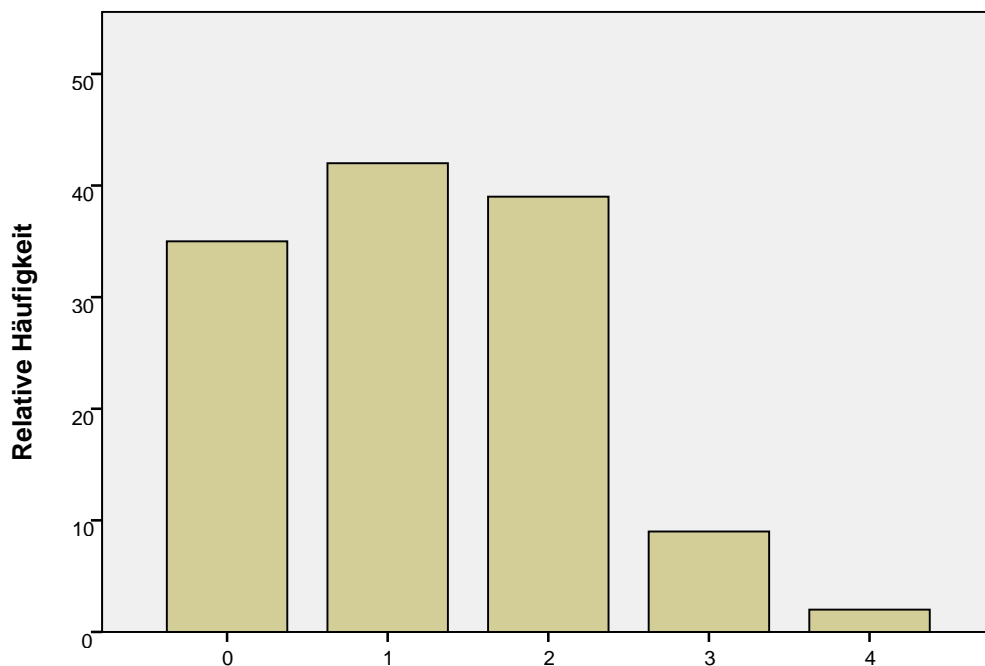


Abbildung 16: Grafische Darstellung der Verteilung des organoleptischen Mundgeruchs nach Rosenberg (0= kein Geruch, 1= schwach wahrnehmbar, 2= wahrnehmbar, 3= mittelschwer, 4= stark, 5= extrem faulig); Quelle: eigene Darstellung

Bei der anschließenden instrumentellen Überprüfung des Mundgeruchs mittels Halimeter® wurde bei 25 der 127 teilnehmenden Patienten Halitosis diagnostiziert

(>100 ppb), was einem Anteil von 19,69 % entspricht. Dabei waren mit 16 Probanden Tumorpatienten besonders häufig betroffen. Es folgten die Gruppen 2 und 3 mit jeweils drei, Gruppe 4 (Trauma/Dysgnathie) mit zwei und Gruppe 5 (odontogene Foci) mit nur noch einem Halitosis-Patienten.

**Erkrankungen \* Halimeter2 Kreuztabelle**

Anzahl

		Halimeter2		Gesamt
		Kein Mundgeruch	Mundgeruch	
Erkrankungen	Gruppe 1: Malignom	28	16	44
	Gruppe 2: Entzündung	22	3	25
	Gruppe 3: Mundschleimhaut	18	3	21
	Gruppe 4: Trauma/ Dysgnathie	21	2	23
	Gruppe 5: Odontogene Foci	13	1	14
Gesamt		102	25	127

Tabelle 16: Verteilung der Patienten mit und ohne instrumentell diagnostizierter Halitosis innerhalb der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt betrug der niedrigste Wert 29 ppb und wurde bei einem Patienten aus Gruppe 4 gemessen. Der höchste Halimeterwert wurde in Gruppe 3 gemessen und betrug 304 ppb. Die folgende Abbildung zeigt die Halimetermesswerte der verschiedenen Patientengruppen.

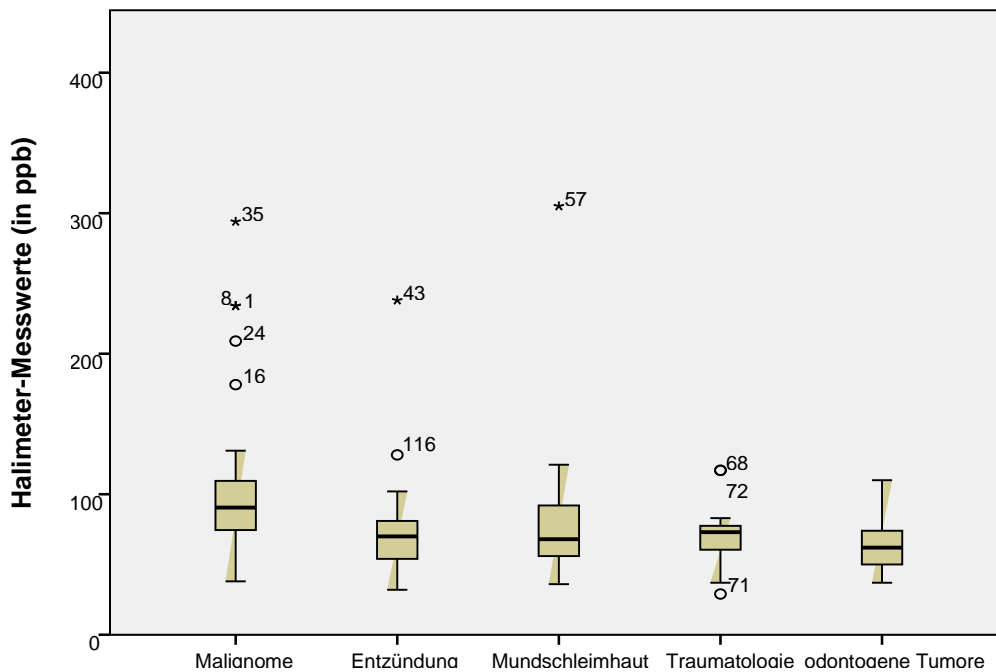


Abbildung 17: Grafische Darstellung der Halimeter-Messwerte der verschiedenen Patientengruppen; Quelle: eigene Darstellung

Im Kruskal-Wallis-Test waren die mit dem Halimeter<sup>®</sup> ermittelten VSC-Konzentrationen für die Patienten aus der Gruppe der Tumorerkrankung mit einem Mittelwert von 104,34 ppb signifikant höher als die der übrigen vier Gruppen ( $p < 0,001$ ). Diese zeigten im Vergleich unter Ausschluss von Gruppe 1 keinen signifikanten Unterschied untereinander ( $p = 0,698$ ).

41 der befragten Patienten (32,23 %) litten nach Selbsteinschätzung unter Halitosis (manchmal oder häufig). Für die Feststellung einer Halitosis galten Werte  $> 1$ . Auch hier war Gruppe 1 (Malignome) häufiger betroffen als die übrigen Kollektive. Aus Gruppe 2 (Entzündungen) und 3 (Mundschleimhautveränderungen) gaben jeweils 10 Patienten subjektiven Mundgeruch an, aus Gruppe 4 (Trauma/Dysgnathie) vier Patienten und aus Gruppe 5 (odontogene Foci) nur eine der untersuchten Personen. Die genauen Angaben zur Häufigkeitsverteilung der selbst wahrgenommenen Halitosis der verschiedenen Patientengruppen finden sich in der nachfolgenden Tabelle.

	Kollektiv					Gesamt
	1	2	3	4	5	
Mundgeruchssubjektiv 0	9	3	4	5	4	25
1	19	12	7	14	9	61
2	15	9	10	3	0	37
3	1	1	0	1	1	4
Gesamt	44	25	21	23	14	127

Tabelle 17: Häufigkeitsverteilung der Halitosis-Selbsteinschätzung der Patienten (0 = niemals, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = häufig) der verschiedenen Patientengruppen (Gruppe 1: Malignome, Gruppe 2: Entzündungen, Gruppe 3: Mundschleimhautveränderungen, Gruppe 4: Trauma/Dysgnathie, Gruppe 5: odontogene Foci); Quelle: eigene Darstellung

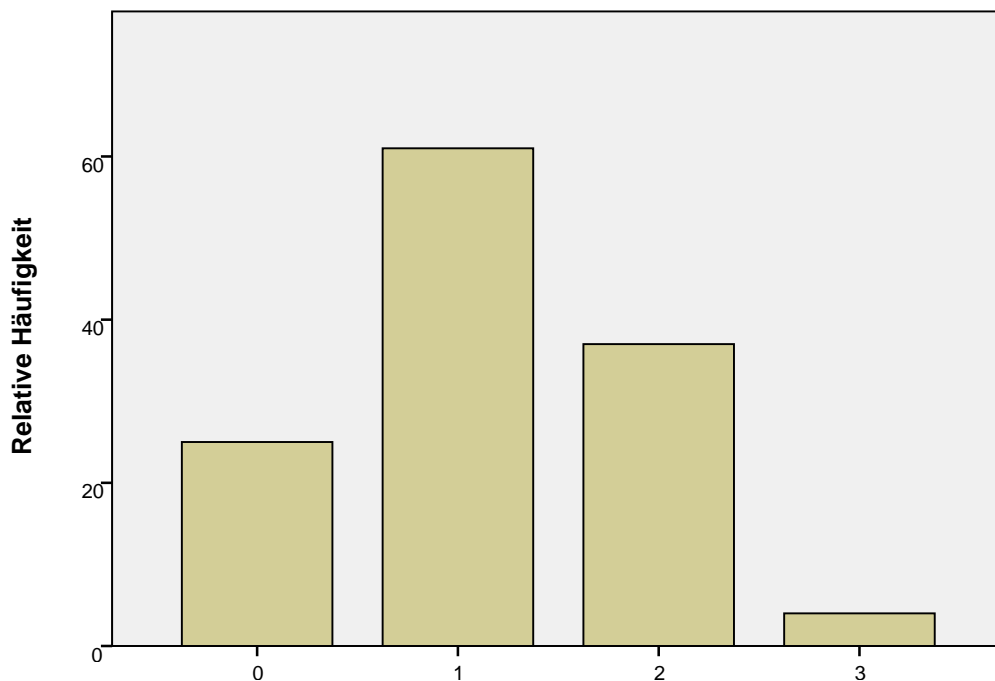


Abbildung 18: Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung des durch den Patienten festgestellten Mundgeruchs (0 = niemals, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = häufig); Quelle: eigene Darstellung

Beim Vergleich der verschiedenen Methoden zur Beurteilung der Atemluft konnte eine signifikante Korrelation ( $r = 0,549$ ) zwischen den Halimetermesswerten und der organoleptischen Messung nach Rosenberg aufgezeigt werden ( $p < 0,001$ ). Auf diese Weise konnte nachgewiesen werden, dass mit steigender Menge von VSCs auch subjektiv durch den Untersucher mehr Mundgeruch festgestellt werden kann. Die anderen Vergleiche der Methoden zur Messung des Mundgeruchs zeigten mit p-Werten von 0,286 (durch Patienten festgestellter Mundgeruch und organoleptisch



nach Rosenberg) und 0,215 (durch Patienten festgestellter Mundgeruch und Halimetermittelwerten) keine signifikante Korrelation.

#### 4.5. Zusammenhänge zwischen klinisch erhobenen Parametern, Risikofaktoren und Halitosis

Ein positiver Zusammenhang zwischen organoleptisch festgestelltem Mundgeruch und dem PSI konnte durch den Rangkorrelationskoeffizienten nach Kendall-tau von 0,255 gezeigt werden. Das bedeutet, dass ein hoher PSI mit einem hohen Wert auf der Rosenberg-Skala einhergeht. Dieses Ergebnis ist mit einem p-Wert von 0,006 statistisch signifikant.

Auch für den GI mit einem Rangkorrelationskoeffizienten von 0,266 *Kendall* konnte ein statistisch signifikanter ( $p = 0,003$ ) positiver Zusammenhang zum subjektiven Mundgeruch nach Rosenberg ermittelt werden. Die Beziehung zum PI ( $r = 0,208$  *Kendall*) zeigte mit einem p-Wert von 0,26 allerdings eher eine Tendenz als einen signifikanten Zusammenhang an.

Des Weiteren konnte eine Korrelation von organoleptisch diagnostiziertem Mundgeruch und Zungenbelag der Patienten festgestellt werden ( $r = 0,294$ ), welche mit einem p-Wert von 0,001 ebenfalls statistisch signifikant ist.

Lediglich der DMF-T zeigte durch einen negativen Spearmankoeffizienten eine umgekehrte Korrelation zu dem subjektiv durch die Testperson festgestellten Mundgeruch ( $r = -0,239$ ). Der p-Wert von 0,001 beweist einen signifikanten Einfluss.

Weder die stimulierte noch die unstimulierte Speichelflussrate zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit Halitosis, egal ob organoleptisch, instrumentell oder subjektiv durch den Patienten festgestellt.

Auch bei Auswertung des OHIP-14 konnte keine signifikante Korrelation der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität zu den unterschiedlichen Messverfahren der Halitosis gezeigt werden. Dies galt auch für die mittels BDI-II ermittelten Zufriedenheit der Patienten.

Für die Parameter Speichelflussrate und OHIP-G14 konnte zwar eine Korrelation mit den mittels Halimeter<sup>®</sup> gemessenen VSC-Konzentrationen festgestellt werden, diese waren jedoch mit einem p-Wert über 0,05 statistisch nicht signifikant.

Auch ein regelmäßiger Zigarettenkonsum nahm in unserer Untersuchung keinen Einfluss auf die gemessenen VSC-Konzentrationen. Sowohl bei den Rauchern als auch bei den Nichtrauchern lag der Medianwert der Halimetermessungen bei 75 ppb. Allerdings zeigte die Gruppe der Nichtraucher einen geringfügig höheren Mittelwert von 85,72 im Vergleich zu den Rauchern mit 80,43. Sowohl der höchste VSC-Wert von 305 ppb als auch der niedrigste von 29 ppb konnten bei Nichtrauchern gemessen werden.

## 5. Diskussion

Die erhobenen Daten und klinischen Parameter von stationären und ambulanten Patienten aus der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Zahnklinik Mainz sind anfällig für einige Fehlerquellen. So ist der Untersucher auf die Zuverlässigkeit der teilnehmenden Patienten angewiesen, beispielsweise bezüglich der Einschlusskriterien zur Teilnahme an der Studie (mindestens eine Stunde keine Mundhygiene, Nahrungsaufnahme, etc.) oder wahrheitsgemäße Angaben beim Ausfüllen der Fragebögen. Sollten einige dieser Angaben nicht korrekt sein, ist dadurch eine Verfälschung der Ergebnisse möglich.

Bei der oralen Untersuchung kann es ebenfalls zu Fehlern oder Ungenauigkeiten gekommen sein. Aufgrund der unterschiedlichen Vorerkrankungen der Patienten war nicht bei allen eine vollständige orale Inspektion möglich. In den Gruppen der Trauma- und Dysgnathiepatienten oder der Entzündungen kam es bei einzelnen Patienten zu Mundöffnungsbehinderungen, weshalb bei ihnen Indizes wie der PSI oder DMF-T nicht erhoben werden konnten. Auch von der Bestimmung der stimulierten Speichelfließrate wurde bei Patienten mit frischen oder infizierten Wunden abgesehen, um einen Kontakt der Wundfläche mit dem Paraffin zu vermeiden. Durch die Beimischung von Blut kann es bei Patienten dieser Gruppe bei der Quantifizierung des Ruhespeichels allerdings zu falsch hohen Ergebnissen gekommen sein.

Um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde die organoleptische Überprüfung des Mundgeruchs stets durch denselben Behandler durchgeführt, welcher zu Beginn der Studie durch einen erfahreneren Zahnarzt unterstützt wurde. Trotzdem lassen sich tages- und umgebungsabhängige Schwankungen des Geruchsinns nicht ausschließen, insbesondere unter der Berücksichtigung der Gesamtdauer der Studie (etwa 13 Monate). Um eine möglichst objektive Bewertung des Mundgeruchs der Patienten abgeben zu können, wurde die organoleptische Überprüfung der Halitosis vor der Halimetermessung durchgeführt. Auch der gleiche Abstand vom Patienten wurde konsequent eingehalten.

Bei der instrumentellen Messung der Halitosis mittels Halimeter® ist die Mitarbeit des Patienten für die korrekte Durchführung des Verfahrens notwendig. Für die Probenentnahme muss das Röhrchen etwa 4 cm tief in die Mundhöhle eingeführt werden, was (besonders) Patienten mit ausgeprägtem Würgereiz schwerfiel. Der

Hersteller empfiehlt, den Atem während der Messung anzuhalten, wovon aufgrund der langen Messdauer von teilweise 60 Sekunden abgesehen wurde. In Anlehnung an andere Versuchsaufbauten wurden die Patienten stattdessen gebeten, ruhig durch die Nase zu atmen (124, 125). Dies stellte allerdings für einige Probanden ebenfalls eine Schwierigkeit dar, weshalb es in wenigen Fällen zu Fehlmessungen kam und der Vorgang wiederholt werden musste. Dies war ebenfalls notwendig, wenn Speichel in das Röhrchen eindrang. Vor allem bei Patienten mit vorangegangener Tumorerkrankung, deren Mundraum und Kiefer operativ teilweise reseziert oder rekonstruiert wurde, oder bei denen es als Folge einer Operation oder Erkrankung zu Lähmungserscheinungen im Gesichtsbereich oder Schluckstörungen gekommen war, konnte der Eintritt von Speichel in das Röhrchen oft nicht vermieden werden.

Im Durchschnitt wurde mit dem Halimeter® ein Wert von 84,55 ppb mit einer Standardabweichung von 45,1 gemessen. Dies entspricht nach unseren Referenzwerten einem nicht vorliegenden Mundgeruch. Weltweit existieren allerdings keine einheitlichen Schwellenwerte, ab denen eine Halitosis definitionsgemäß vorliegt. Miyazaki et al. oder Rösing et al. verwenden in ihren Studien einen Grenzwert von 75 ppb (8, 126), wohingegen andere Autoren VSC-Konzentrationen von 110 oder sogar 200 ppb angeben (5, 125). Kritisch zu beachten ist ebenfalls die Tatsache, dass der Halimeter® auf verschiedene Alkohole und essenzielle Öle mit falsch hohen Ausschlägen reagiert (22). Diese Substanzen sind in Mundspüllösungen (zum Beispiel Listerine) enthalten, welche wegen ihrer wirksamen antimikrobiellen Wirkung häufig Anwendung im Fachbereich der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie finden (127). Eine weitere Fehlerquelle ist außerdem das geringe Analysespektrum des Halimeters®, welches nur die Schwefelverbindungen Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid mit unterschiedlicher Sensitivität misst. Stoffe wie Indol, Skatol, Kadaverin, Putreszin, kurzkettige Fettsäuren oder auch das bei der Geruchsentstehung einiger Tumorerkrankungen eine wichtige Rolle spielende Tinidazol (71) werden hingegen nicht erkannt (79). So kam es im Rahmen dieser Untersuchung vor, dass Patienten niedrige Mengen an VSCs aufwiesen, obwohl bei ihnen im Verlauf der organoleptischen Überprüfung eine Halitosis festgestellt wurde oder umgekehrt. Trotzdem konnte eine hoch signifikante Korrelation der Halimetermesswerte mit dem organoleptischen Testverfahren nach Rosenberg festgestellt werden ( $r = 0,549$ ,  $p < 0,001$ ). Der

Halimeter® kann demnach eine sinnvolle Ergänzung zur Halitosisdiagnostik sein, jedoch ersetzt er nicht die subjektive Beurteilung durch einen Untersucher, welche noch immer der Goldstandard der Mundgeruchsüberprüfung ist. Vor allem durch die Möglichkeit der grafischen Darstellung mithilfe sogenannter Haligramme und durch die Erstellung einer Patientenakte durch das Programm Halisoft™, mit deren Hilfe durchgeführte Messungen leicht miteinander verglichen werden können, eignet sich der Halimeter® gut zur Verlaufskontrolle und Aufklärung von Halitosis-Patienten. Besonders Betroffene einer Pseudo-Halitosis können von (diesem) instrumentellen Verfahren profitieren (10).

Kein signifikanter Zusammenhang konnte allerdings zwischen der Selbsteinschätzung des Mundgeruchs durch die Patienten und der instrumentell oder organoleptisch durch einen geschulten Behandler überprüften Halitosis festgestellt werden. So gaben 41 der Patienten an, ihrer Meinung nach von einer Halitosis betroffen zu sein, was einem Anteil von 32,23 % entspricht. Bei nur 25 Probanden hingegen wurden entsprechend hohe VSC-Mengen gemessen, was lediglich einem Anteil von 19,69 % entspricht. Nur bei 11 der 127 Teilnehmern der Untersuchung (8,66 %) konnte der Untersucher mehr als einen leichten Geruch wahrnehmen (Rosenberg-Index > 2). Diese von uns ermittelten Werte stimmen in etwa mit einer Studie von Filippi und Müller (128) überein, nach der ungefähr 12 % der Halitosisfälle psychisch bedingt ist. Diese Diskrepanz der eigenen Selbstwahrnehmung und dem tatsächlichen Vorhandensein eines unangenehmen Geruchs wird in der Literatur als „Mundgeruch- oder bad breath-paradoxon“ beschrieben.

Die Vergleichbarkeit der in dieser Untersuchung festgestellten Prävalenz von Halitosis von 19,69 % (instrumentelle Messung) beziehungsweise 8,66 % (organoleptische Messung) mit Ergebnissen anderer Studien ist nur eingeschränkt möglich, da häufig unterschiedliche Verfahren zur Diagnose des Mundgeruchs eingesetzt wurden. So basieren beispielsweise die Daten von Nadanovsky et al. lediglich auf einer Befragung sogenannter Informanten über das Vorkommen von Halitosis bei Mitgliedern ihres Haushaltes (19), wohingegen Miyazaki et al. das Vorkommen von Mundgeruch nur mit einem portablen Sulfid-Monitor ermittelten (8). Ein zu unserer Untersuchung analoges Studiendesign zeigte eine Schweizer Studie von Bornstein et al., in der Halitosis ebenfalls sowohl subjektiv durch den Patienten, als auch organoleptisch durch einen Untersucher und instrumentell mittels Halimeter® überprüft wurde. Dabei wurden zudem ähnliche Ergebnisse ermittelt,

nach denen 32 % der befragten Patienten ihrer subjektiven Meinung nach an Mundgeruch litten. Allerdings wiesen nur 28 % der Probanden entsprechende Halimeterwerte auf (124). Der verwendete Grenzwert lag mit 75 ppb etwas unter dem, der in unserer Studie zugrunde gelegt wurde (100 ppb). Korrelierende Ergebnisse konnten außerdem in einer Studie von Miyazaki et al. beobachtet werden, die bei 6-17 % der untersuchten Personen eine Halitosis mittels Halimeter® diagnostizieren konnten. Auch dort wurde ein Referenzwert von 75 ppb verwendet (8). Bezüglich der subjektiv durch die Patienten wahrgenommenen Halitosis waren in einer Studie von Kayombo et al. 48,5 % der untersuchten Patienten betroffen (129), wohingegen es nur 22,8 % der Studienteilnehmer von Al-Sadhan waren (2). Die Ergebnisse unserer Untersuchung lagen mit 32,23 % zwischen denen dieser beiden Studien. Trotzdem verdeutlicht das Vorhandensein von erhöhten VSC-Mengen, die in unserer Untersuchung bei circa jedem fünften Teilnehmer beobachtet werden konnten, das Ausmaß des Krankheitsbildes Halitosis. Jedoch existieren trotz der hohen Anzahl der Betroffenen im deutschsprachigen Raum nur wenig professionelle Sprechstunden (7).

Bei insgesamt 41,73 % (n = 53) der von uns untersuchten Patienten konnte ein PSI-Code von mindestens 3 ermittelt werden, was einer moderaten beziehungsweise schweren Parodontitis entspricht. Damit ist die Anzahl der Patienten mit einer Parodontitis in unserer Untersuchung vergleichbar mit der durchschnittlich angegebenen Prävalenz in der Bevölkerung (45, 130). In der fünften deutschen Mundgesundheitsstudie aus dem Jahr 2016 wurden allerdings höhere Werte bei den jungen Erwachsenen (51,6 %) und Senioren (64,6 %) beobachtet (131). Ein Zusammenhang zwischen vorhandener Halitosis und einer Parodontitis der Patienten wurde bereits in diversen anderen Studien verifiziert (49, 132, 133). Auch in unserer Untersuchung wiesen Patienten mit einem erhöhten PSI (Code 2 bis 4) tendenziell höhere Halimetermesswerte auf als Teilnehmer mit einem gesunden Zahnhalteapparat. Dieser Zusammenhang war allerdings statistisch nicht signifikant ( $p = 0,133$ ). Der erhobene Rosenberg-Wert korrelierte hingegen signifikant mit dem Parodontalstatus der Patienten ( $p = 0,006$ ). Wie bereits erwähnt, ist die Sensitivität des Halimeters® für Methylmercaptan nur etwa halb so hoch wie für Schwefelwasserstoff (95). Yaegaki et al. wiesen in ihrer Untersuchung eine signifikant größere Konzentration von Methylmercaptan in Parodontitispatienten mit einer Sondierungstiefe von mehr als 4 mm im Vergleich zu parodontal gesunden

Probanden nach (49). Sie verwendeten für die Atemanalyse allerdings einen Gas-Chromatographen, der im Gegensatz zum Halimeter® in der Lage ist, die verschiedenen Schwefelgase mit gleicher Genauigkeit zu messen. Die geringere Empfindlichkeit des Sulfid-Monitors für einige der geruchsbildenden Substanzen, welche bei der Zusammensetzung des Mundgeruchs bei Parodontitispatienten eine wichtige Rolle zu spielen scheinen, ist eine mögliche Erklärung für den durch den Untersucher eindeutig wahrnehmbaren unangenehmen Geruch, der mittels Halimeter® allerdings nur eingeschränkt festgestellt werden konnte. Bosity et al. hingegen konnten nicht beweisen, dass eine direkte Assoziation von Halitosis und Parodontitis vorliegt. Allerdings schien in ihrer Studie die Intensität des unangenehmen Geruchs bei Patienten mit Parodontitis höher als bei den parodontal gesunden Probanden, was sich durch um 19 % höhere VSC-Werte am Halimeter® darstellte (134). Auch in unserer Studie waren nicht alle Patienten mit einem PSI-Code von 3 oder 4 (41,73 % der Teilnehmer) auch von einer instrumentell diagnostizierbaren Halitosis betroffen (19,69 % der Teilnehmer).

Auch bei Betrachtung der Mikroorganismen, welche maßgeblich an der intraoralen Entstehung von Halitosis beteiligt sind, fällt eine Assoziation mit Entzündungen des Parodonts auf. Bei beiden Krankheitsbildern ist ein Zusammenhang mit anaeroben, gramnegativen Bakterien bereits in zahlreichen Studien aufgezeigt worden (37, 135). Zu den bekanntesten bakteriellen Verursachern zählen beispielsweise *Porphyromonals gingivalis* und *Treponema denticola*, welche schwefelhaltige Aminosäuren zu geruchsintensiven VSCs abbauen (37). *Porphyromonas gingivalis* bildet unter anderem Methylmercaptan als Abbauprodukt. Wie bereits erwähnt, verursacht diese Schwefelverbindung einen unangenehmen Foetor, welcher allerdings mittels Halimeter® nur eingeschränkt nachgewiesen werden kann. Dies könnte die stärkere Korrelation der Halitosis mit dem organoleptisch festgestellten Geruch erklären. Möglicherweise ist der bestehende Zusammenhang zwischen Mundgeruch und parodontaler Erkrankung allerdings zusätzlich ein Resultat der zytotoxischen Wirkung einiger VSCs. Demnach begünstigt ein Vorliegen solcher schwefelhaltigen Verbindungen die Progression parodontalpathologischer Krankheitsbilder beispielsweise durch eine Erhöhung der Mukosapermeabilität (49, 50) oder durch einen direkten zytotoxischen Effekt (53). Yalcin et al. konnten dies im Tierversuch bereits nachweisen. Dort zeigte das orale Weichgewebe nach 50-tägiger Inkubation mit geringen Dosen Schwefelwasserstoff (4,15 ppb) bereits

ultrastrukturelle Veränderungen der Zellform und Verlust von Desmosomen und Kollagenfibrillen. Diese Ergebnisse legen eine Übertragbarkeit auch auf menschliche Schleimhaut nahe, wo in der Regel höhere Konzentrationen VSCs auftreten (136).

Ein weiterer Zusammenhang konnte in dieser Untersuchung zwischen Halitosis und Entzündungen des Zahnfleischs aufgezeigt werden. Die verschiedenen Bakterien der dentalen Plaque, welche die Hauptursache für Gingivitis darstellt, induzieren eine Entzündungsreaktion des menschlichen Immunsystems. Das Wechselspiel zwischen körpereigener Abwehr und bakterieller Invasion ist für die Zerstörung des oralen Weichgewebes verantwortlich. Dieser Pathomechanismus ist grundlegend für einen Übergang der rein weichgeweblichen Gingivitis in eine manifeste Parodontitis mit Knochendestruktion, welche, wie bereits beschrieben, mit Mundgeruch einhergehen kann. Ein weiterer möglicher Grund für das vermehrte Vorkommen einer Halitosis bei Patienten mit entzündlichen Veränderungen der oralen Mukosa ist die Unterbrechung der Schleimhautintegrität. Gesundes Zahnfleisch wird von einem dünnen Flüssigkeitsfilm benetzt, welcher laut Rosenberg geruchsbildende Substanzen bindet und eine Verflüchtigung derselben verhindert (22). Miyazaki et al. vermuteten zudem, dass für die Entstehung einer Halitosis weniger die absolute Taschentiefe, als vielmehr die Aktivität der vorhandenen Entzündungsreaktion eine wichtige Rolle spiele (8), weshalb auch das Vorliegen einer Gingivitis eine potenzielle Ursache des Geruchs darstellt. Bei 19 der von uns untersuchten Patienten lag mehr als eine leichte Entzündung des Zahnfleischs vor ( $GI \geq 2$ ). Obwohl eine Korrelation des Gingiva-Indexes mit sämtlichen durchgeführten Methoden zur Mundgeruchsdiagnostik vorlag, zeigte nur die Beziehung zum erhobenen Rosenberg-Index eine statistische Signifikanz ( $p = 0,003$ ). Möglicher Grund dafür könnte erneut die geringe Sensitivität des Halimeters® für Methylmercaptan sein. In einer Studie von Kozlovsky et al. konnte ebenfalls eine signifikantere Korrelation des Gingiva-Indexes mit der organoleptischen Untersuchungsmethode ( $p < 0,001$ ) als mit einem Sulfid-Monitor ( $p = 0,053$ ) beobachtet werden. Dort zeigten die 52 untersuchten Patienten einen mittleren GI von 1,1 (137). Der in unserer Untersuchung ermittelte GI liegt mit 0,76 somit unter diesem Vergleichswert. Stamou et al. konnten dagegen eine Beziehung von GI und Halitosis weder mittels organoleptischer Überprüfung noch durch instrumentelle Messung feststellen (138).

Da die in der dentalen Plaque vorhandenen Mikroorganismen mit einer Halitosis in Zusammenhang stehen, kann eine erhöhte Prävalenz von Mundgeruch bei Patienten



mit schlechter Mundhygiene und vermehrtem Zahnbelag vermutet werden. Diese Überlegung konnte durch Liu et al. bestätigt werden, die bei 2000 untersuchten Patienten eine signifikante Korrelation der ermittelten VSC-Werten und des erhobenen Plaque-Indexes aufzeigten, wobei der p-Wert in den meisten Altersgruppen unter 0,05 lag. Noch eindrucksvoller stellte sich der Zusammenhang des PI zum organoleptisch überprüften Mundgeruch dar, da dort in sämtlichen Altersgruppen ein p-Wert unter 0,01 für die positive Korrelation der beiden Parameter ermittelt werden konnte (21). Stamou et al. konnten in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen vorhandenem Zahnbelag und Mundgeruch (organoleptisch und instrumentell ermittelt) allerdings nicht bestätigen (138). Beide Untersuchungen verwendeten zur instrumentellen Beurteilung der Atemluft wie wir ein Halimeter<sup>®</sup>, weshalb die Vergleichbarkeit der verschiedenen Studien möglich ist. Nach unseren Ergebnissen besteht zwar eine Korrelation des PI zur Halitosis auf der Rosenberg-Skala ( $r = 0,208$ ), diese zeigt mit einem p-Wert von 0,26 allerdings nur eine Tendenz an. Demnach scheint dentale Plaque bei unseren Patienten nur eine untergeordnete Rolle bei der Ätiologie der Halitosis einzunehmen.

Als eine der wichtigsten intraoralen Ursachen einer Halitosis wird oft das Vorhandensein von Zungenbelag genannt. 29,92 % ( $n = 38$ ) unserer Probanden zeigten mindestens eine mäßig belegte Zunge (Zungenbelag nach Miyazaki  $\geq 2$ ), die statistisch signifikant mit einer Halitosis in Zusammenhang gebracht werden konnte. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen bereits diverse andere Studien (21, 32, 125). Doch auch hier bestand das Problem der Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Studien, da sowohl unterschiedliche Methoden zur Diagnostik der Halitosis als auch zur Klassifizierung des Zungenbelags verwendet wurden. So existiert beispielsweise kein international genormter Index zur Beurteilung des Zungenbelags (139). Die im Rahmen dieser Untersuchung verwendete Klassifizierung nach Miyazaki fußt zwar auf einer genaueren Bewertung als die 1999 von Amir beschriebene, die nur zwischen vorhandenem und nicht vorhandenem Belag unterschied (104), jedoch werden wichtige Kriterien wie seine Dicke oder Farbe nicht gewürdigt. Dennoch schien die Verwendung dieser Klassifizierung ein vertretbarer Kompromiss zwischen Genauigkeit der Beurteilung, Reproduzierbarkeit und klinischer Praktikabilität. Yaegaki et al. zeigten, dass besonders Patienten mit einer Parodontitis unter vermehrtem Zungenbelag leiden. Auch die Produktion geruchsintensiver VSCs ist im Vergleich zu parodontal gesunden Probanden merklich erhöht (49). Für die

Klassifizierung des Zungenbelags verwendeten sie allerdings sein Nassgewicht und nicht das Ausmaß der betroffenen Zungenfläche als Maßstab, weshalb die Übertragung auf unsere Untersuchung nur eingeschränkt möglich ist. Koshimune et al. hingegen nutzten in ihrer Untersuchung die auch von uns angewendete Einteilung nach Miyazaki. Damit konnten sie bei 174 untersuchten Patienten einen durchschnittlichen Zungenbelag von 1,2 feststellen, der zudem signifikant mit den gemessenen VSC-Konzentrationen korrelierte (140). Obwohl das Ausmaß des beobachteten Zungenbelags mit unserer Studie vergleichbar ist (mittlerer Zungenbelag 1,06), konnten wir jedoch keine Signifikanz der Korrelation der mit dem Halimeter® gemessenen VSC-Mengen und des Zungenbelags bestätigen. Erneut muss hier die ungleiche Sensitivität des Sulfid-Monitors für die verschiedenen VSCs als Ursache diskutiert werden, da in der Vergleichsstudie von Koshimune et al. ein Gas-Chromatograph zur Analyse der ausgeatmeten Luft verwendet wurde, der, wie bereits beschrieben, eine genauere Untersuchung der verschiedenen Gasbestandteile ermöglicht.

In unserer Untersuchung wurde auch die Karieserfahrung der teilnehmenden Patienten und ihr möglicher Zusammenhang mit Halitosis überprüft. Insgesamt zeigten die teilnehmenden Patienten einen durchschnittlichen DMF-T von 18,62, wobei das mittlere Alter bei 56,7 Jahren lag. Die fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie aus dem Jahr 2014 stellte sowohl bei den jüngeren Erwachsenen (35 bis 44 Jahre) als auch bei den jüngeren Senioren (65 bis 74 Jahre) einen geringeren DMF-T von 11,2 beziehungsweise 17,7 fest (131). Dabei gilt es allerdings zu berücksichtigen, dass sich viele der von uns untersuchten Patienten aufgrund ihrer Vorerkrankungen bereits zum Teil umfangreichen zahnärztlichen Behandlungen unterziehen mussten. Hierzu zählen beispielsweise Zahnsanierungen vor einer Strahlen- oder Bisphosphonattherapie, im Zuge derer häufig Zähne extrahiert werden, oder Tumorsektionen, die aufgrund des erforderlichen Sicherheitsabstandes ebenfalls ein Entfernen klinisch gesunder Zähne notwendig machen können. Diese Behandlungen spiegeln sich vor allem in dem mittleren DMF-T der Tumorkranken wieder, welcher mit 22,5 höher war als in den übrigen Gruppen. In unserer Untersuchung zeigten die Patienten mit einem hohen DMF-T signifikant weniger Mundgeruch in der Selbsteinschätzung. Da dieser Index nicht nur die Karieserfahrung, sondern auch die Anzahl von zahnärztlichen Restaurationen wie Füllungen oder Kronen anzeigt, steigt durch die durchgeführten Behandlungen

möglicherweise das Bewusstsein für die Bedeutung einer guten Mundhygiene und geben dem Patienten das Gefühl einer guten Mundpflege mit einer intakten Mundflora, in der sich keine pathologische Halitosis entwickeln kann. Durch den Untersucher konnte weder organoleptisch noch instrumentell eine Korrelation von Halitosis und DMF-T festgestellt werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch verschiedene andere Studien, in denen ebenfalls kein Zusammenhang des DMF-T mit Mundgeruch beobachtet werden konnte (8, 21, 141). Trotzdem werden kariöse Läsionen in der Literatur immer wieder zu den Ursachen für Halitosis gezählt (3, 7, 33, 34). Dabei bilden *Streptococcus mutans* oder *Lactobazillen*, welche häufig in der Kariesätiologie genannt werden, Substanzen wie Laktat oder Acetat. Diese führen zu einem Abfall des pH-Wertes, was nach Delanghe et al. zu einer Hemmung der für die VSC-Bildung verantwortlichen Enzyme führt (31). Folglich wäre also nicht nur eine fehlende, sondern sogar eine umgekehrte Korrelation von Kariesprävalenz und Halitosis möglich (142). Allerdings ist der DMF-T nicht in der Lage, zwischen kariösen und sanierten Zähnen zu unterscheiden, weshalb er zur Beurteilung von Karies als Faktor in der Ätiologie von Halitosis ungeeignet scheint.

In der Literatur wird eine Xerostomie immer wieder als Ursache für Halitosis genannt (55, 59). Bei unserer Untersuchung konnten jedoch die unterschiedlichen Werte der stimulierten oder unstimulierten Speichelfließraten nicht signifikant mit dem Vorliegen einer Halitosis in Verbindung gebracht werden. In einer Studie von Koshimune et al. aus dem Jahr 2003 wurde gezielt überprüft, ob ein verminderter Speichelfluss als Ursache für Halitosis in Frage kommt. Dabei unterschied sich das Studiendesign von dem unserer Untersuchung. So wurde der Mundgeruch rein instrumentell mittels Gas-Chromatographen und die stimulierte Speichelfließrate durch Kauen von Paraffin überprüft, wohingegen die Teilnehmer unserer Untersuchung Paraffinblöckchen zum Lutschen erhielten. Insgesamt konnte jedoch auch durch Koshimune et al. keine signifikante Korrelation der Parameter VSC-Konzentration und Speichelfließrate festgestellt werden. Allerdings zeigten die Patienten mit einem stark reduzierten Ruhespeichel vermehrten Zungenbelag, erhöhte Konzentrationen von Methylmercaptan und Schwefelwasserstoff und einen schlechteren Parodontalzustand, weshalb die Autoren folgerten, dass eine niedrige Flussrate des unstimulierten Speichels als Risikofaktor für die Entstehung von Halitosis angesehen werden kann (140). Auch Samnieng et al. konnten die Rolle von Hyposalivation als Risikofaktor für die Entstehung von Parodontitis, welche mit einer erhöhten

Prävalenz von Halitosis ergeht, identifizieren. Interessanterweise zeigten in unserer Studie die Patienten, welche aktuell oder in der Anamnese an einem Malignom erkrankt waren, von allen Teilnehmergruppen mit 2,06 ml den höchsten Wert des mittleren stimulierten Speichelflusses. Demgegenüber wird in der Literatur eine Bestrahlung im Kopf- Halsbereich aufgrund der resultierenden Xerostomie und der eingeschränkten Möglichkeit zur Mundhygiene als Ko-Faktor bei der Entstehung von Halitosis diskutiert, beispielsweise in einer Studie von Albuquerque et al. (56). Die hohe Standardabweichung in unserer Untersuchung von 1,71 verdeutlicht allerdings die breite Streuung der Speichelfließraten der einzelnen Probanden dieser Gruppe. Eine mögliche Erklärung dafür liefert die Tatsache, dass nicht alle Patienten der Gruppe 1 tatsächlich eine Bestrahlung im Kopf- Halsbereich erhielten und somit eine strahleninduzierte Xerostomie ausgelöst werden konnte.

Die Auswertung der mithilfe des Fragebogens OHIP-G14 ermittelten mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität ergab keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Vorliegen von Mundgeruch unserer Patienten. In einer niederländischen Studie konnte hingegen gezeigt werden, dass eine gewissenhaft durchgeführte Mundhygiene zu einer erhöhten Lebensqualität der Patienten führte (143). Aus dieser Studie geht allerdings nicht hervor, ob dieser Effekt durch eine Reduzierung des Mundgeruchs erzielt wurde oder ob andere Faktoren zu der gesteigerten Lebensqualität beitrugen. Der Fallbericht über einen Patienten einer niederländischen psychiatrischen Klinik aus dem Jahr 2011 verdeutlicht, dass eine durch Mundhygieneinstruktionen reduzierte Halitosis durchaus zu einer Steigerung des Wohlbefindens des Patienten führen kann (144). Da es sich dabei allerdings nur um einen einzelnen Patienten handelt, liefert die durchgeführte Untersuchung lediglich Hinweise auf eine mögliche Korrelation der Faktoren Halitosis und mundgesundheitsbezogene Lebensqualität. Bei der Untersuchung unserer Patienten fanden keine Verlaufskontrollen statt, die eine mögliche Verbesserung der oralen Konditionen durch eine wirksame Therapie der Halitosis hätten aufzeigen können.

Ein vermehrtes Auftreten von Depressionen bei Patienten mit Mundgeruch konnte in unserer Untersuchung nicht beobachtet werden. In der Literatur hingegen wird häufig von psychischen Störungen bis hin zum Suizid bei Menschen mit einer echten oder psychisch bedingten Halitosis berichtet (77, 145). Besonders Pseudo-Halitosis scheint mit psychischen Erkrankungen assoziiert zu sein (146). Auch eine Studie von Wang und He zeigte eine signifikant gesteigerte Häufigkeit von psychischen

Symptomen wie Angstzustände, Depression, Anspannung oder ähnliches bei Patienten, die nach eigener Einschätzung unter Halitosis litten. Dabei schien es unerheblich, ob es sich um eine echte oder eine Pseudo-Halitosis handelte (147). Da von Wang und He allerdings der Cornell-Medical-Index (CMI) als Fragebogen eingesetzt wurde, welcher nicht nur emotionale, sondern ebenfalls somatische Symptome mit einbezieht, ist die Vergleichbarkeit zu unseren Ergebnissen eingeschränkt. Auch Vali et al. identifizierten psychische Probleme wie Depression und Angst als Risikofaktor für Halitosis, und konnten einen signifikanten Zusammenhang nachweisen (148). Der von ihnen eingesetzte Fragebogen zur Diagnostik von Depressionen ist ähnlich aufgebaut wie der von uns verwendete BDI-II. Dort wird ebenfalls das Überschreiten eines festgelegten Punktwerts als Hinweis für eine Depression gewertet. In ihre Untersuchung fließen allerdings neben Depressionen auch weitere Faktoren wie Angst oder Stress mit ein, was einen Unterschied zu unserer Studie darstellt und somit eine mögliche Erklärung für die abweichenden Ergebnisse liefert.

In Untersuchungen von Al-Sadhan, Kim et al. und Setia et al. wird der Tabakkonsum der Probanden mit dem Auftreten von Halitosis in Zusammenhang gebracht (2, 20, 59). In diesen Studien fand allerdings die Diagnose des Mundgeruchs nicht durch einen geschulten Untersucher, sondern lediglich durch Selbsteinschätzung der Probanden mittels Fragebögen und Umfragen statt. Dies schränkt die Vergleichbarkeit zu unserer Studie ein, da wir neben der Bewertung des Mundgeruchs durch den Patienten auch eine instrumentelle und organoleptische Überprüfung des Geruchs der Atemluft durchführten. Khaira et al. konnten zwar eine höhere VSC-Konzentration bei Rauchern im Vergleich zu Nichtrauchern beobachten, allerdings erfolgte die Messung direkt in der parodontalen Tasche (72) und nicht wie bei uns in der gesamten Mundhöhle des Patienten. Die beste Vergleichbarkeit zu unserer Untersuchung bietet eine Studie von Liu et al. aus dem Jahr 2006. Ähnlich zu unserer Untersuchung führten Liu et al. eine Messung der flüchtigen Schwefelverbindungen mit einem Halimeter<sup>®</sup> durch und konnten wie wir ebenfalls keine Korrelation von Halitosis und Rauchverhalten der Patienten feststellen (21). Eine direkte Beeinflussung des Mundgeruchs durch in der Zigarette enthaltene Schwefelverbindungen konnte durch eine mindestens eine Stunde vor der Untersuchung anhaltende Rauchkarenz minimiert werden. Auch Bornstein vermutet

in einer Studie, dass der Einfluss des Zigarettenrauchs auf Halitosis der Patienten abnimmt, je mehr Zeit seit dem letzten Zigarettenkonsum vergangen ist (149).

Bei der Geruchsbewertung wiesen die Patienten mit einer bösartigen Tumorerkrankung (Gruppe 1) klinisch relevant höhere Werte als die übrigen vier Gruppen auf. Obwohl der Halimeter<sup>®</sup> nicht in der Lage ist, flüchtige organische Verbindungen, welche als Biomarker für diverse Krankheitsbilder dienen, in der Atemluft festzustellen, scheint es sehr wohl einen Zusammenhang zwischen Halitosis und Krebserkrankungen zu geben. Möglicherweise resultieren die erhöhten VSC-Konzentrationen und die entsprechend ermittelten Halimetermesswerte aus einer Superinfektion des tumorösen Gewebes mit verschiedenen Bakterien, welche bekanntermaßen an der Entstehung von Mundgeruch beteiligt sind (34). Dieses Erkenntnis könnte als Grundlage weiterführender Forschungsarbeiten zur Entwicklung eines Screeningverfahrens für Krebserkrankungen mittels Atemtests dienen.

## 6. Zusammenfassung

In der hier vorliegenden Studie zur Überprüfung des Mundgeruchs bei Patienten aus der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie wurden im Zeitraum von Februar 2016 bis März 2017 insgesamt 127 sowohl stationäre als auch ambulante Patienten untersucht. Davon waren 63 weiblich im Alter zwischen 19 und 81 Jahren (Durchschnittsalter 55 Jahre) und 64 männlich im Alter zwischen 19 und 86 Jahren (Durchschnittsalter 59 Jahre). Das mittlere Alter aller Teilnehmer betrug 56,7 Jahre. Ziel der Arbeit war es, einen Überblick über das Vorhandensein von Halitosis bei Patienten der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie zu erhalten und zusätzlich mögliche Zusammenhänge zwischen Mundgeruch und spezifischen Krankheitsbildern dieses Fachbereichs aufzuzeigen.

Die Patienten wurden anhand ihrer Vorerkrankung einer von fünf Gruppen zugeteilt (Tumorerkrankungen: n = 44 entspricht 34,6 %, Entzündungen: n = 25 entspricht 19,7 %, Mundschleimhautveränderungen: n = 21 entspricht 16,5 %, Trauma/Dysgnathie: n = 23 entspricht 18,1 % und odontogene Foci: n = 14 entspricht 11 %). Jeder Proband nahm an einer klinischen Untersuchung teil, bei der mehrere Parameter zur Bewertung der Mundgesundheit erhoben wurden. Um weitere Risikofaktoren zu identifizieren wurden alle Teilnehmer der Studie außerdem um das Ausfüllen derselben ausgewählten Fragebögen gebeten, mit denen ein Überblick über Vorerkrankungen, Zufriedenheit und mundgesundheitsbezogener Lebensqualität erhalten werden sollte. Abschließend erfolgte die Überprüfung der Halitosis der Patienten zunächst organoleptisch durch den Untersucher und zum Schluss instrumentell mit einem portablen Sulfid-Monitor. Bei dem verwendeten Gerät handelte es sich um ein Halimeter<sup>®</sup>, welches in der Lage ist, verschiedene flüchtige Schwefelverbindungen semiquantitativ zu messen. Diese VSCs werden in der Literatur als Hauptursache für eine intraorale Halitosis genannt.

Bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse ergaben sich deutliche Korrelationen von organoleptisch diagnostiziertem Mundgeruch mit Parodontalerkrankungen, an denen insgesamt 53 und somit 41,73 % der Patienten litten (PSI-Code 3 und 4), davon 31 Männer (58,49 %) und 22 Frauen (41,51 %), davon 20 (37,74 %) aus Gruppe 1, 10 (18,87 %) aus Gruppe 2, 9 (16,98 %) aus Gruppe 3 und 4 und 5 (9,43 %). Außerdem konnte ein positiver Zusammenhang des organoleptischen Mundgeruchs und dem GI/Entzündungen der Gingiva und Zungenbelag der Patienten festgestellt werden, wohingegen diese Parameter nicht

mit den gemessenen VSC-Konzentrationen korrelierten. Eine umgekehrte Korrelation wurde hingegen zwischen der persönlichen Halitosis-Einschätzung und der Karieserfahrung der Patienten beobachtet. Faktoren wie PI/Zahnbelag und eine reduzierte Speichelflussrate schienen in unserer Untersuchung jedoch keinen Einfluss auf die Entstehung von Mundgeruch zu nehmen. Das gleiche galt für die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität und Zufriedenheit der Patienten. Bei Berücksichtigung der Vorerkrankungen der Patienten zeigten sich klinisch relevant höhere Werte am Halimeter® für die Patienten aus der Gruppe der Tumorerkrankungen (Mittelwert 104,34 ppb). Insgesamt konnten wir bei 19,69 % der untersuchten Patienten mittels Halimeter® eine Halitosis diagnostizieren (64 % davon aus Gruppe 1, 12 % aus Gruppe 2 und 3, 8 % aus Gruppe 4 und 4 % aus Gruppe 5). Davon waren 64 % männlichen und 36 % weiblichen Geschlechts. Mit dem organoleptischen Verfahren konnte dagegen nur bei 8,66 % der Teilnehmer (45,45 % davon aus Gruppe 1, 27,27 % aus Gruppe 2, 9,1 % aus Gruppe 3, 18,18 % aus Gruppe 4 und 0 % aus Gruppe 5) Mundgeruch festgestellt werden, die Geschlechterverteilung war dort mit 54,54 % Männern (n = 6) zu 45,45 % Frauen (n = 5) annähernd gleich. Trotzdem zeigte sich beim Vergleich der unterschiedlichen Überprüfungsmethoden für Halitosis eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse der organoleptischen und der instrumentellen Methode. Eine Korrelation mit dem subjektiven Patientenempfinden, nach dem 32,23 % der Probanden sich selbst als Halitosis-Patienten einschätzten, konnte in unserer Untersuchung hingegen nicht bestätigt werden.

Zusammenfassend scheint der Halimeter® eine sinnvolle Ergänzung im Rahmen der professionellen Halitosis-Diagnostik zu sein, wobei dieses instrumentelle Verfahren aufgrund seiner geringen Sensitivität für einige geruchsbildende Substanzen die organoleptische Überprüfung durch einen erfahrenen Untersucher nicht ersetzen kann. Besonders Tumorpatienten wiesen im Vergleich zu den übrigen Patientenkollektiven signifikant höhere VSC-Konzentrationen auf. Die Entwicklung sogenannter elektronischer Nasen, die in der Lage sind spezifische Biomarker zu erfassen, bietet Aussicht auf nicht invasive Atemtests zur Diagnose spezifischer Krankheitsbilder. Solche Projekte bedürfen allerdings noch weiterer Forschung bevor sie eine verlässliche Screeningmethode darstellen.



## 7. Literatur

1. Schumacher MG, Zurcher A, Filippi A. Evaluation einer Halitosis-Sprechstunde. *Swiss dental journal*. 2017;127(10):852-6.
2. ALSadhan SA. Self-perceived halitosis and related factors among adults residing in Riyadh, Saudi Arabia. A cross sectional study. *The Saudi dental journal*. 2016;28(3):118-23.
3. Cortelli JR, Barbosa MD, Westphal MA. Halitosis: a review of associated factors and therapeutic approach. *Brazilian oral research*. 2008;22 Suppl 1:44-54.
4. Filippi A. Was ist Halitosis? : Arbeitskreis Halitosis der DGZMK; 2009 [updated 2009. Available from: <http://www.ak-halitosis.de/home-3/was-ist-halitosis/>.
5. Delanghe G, Ghyselen J, van Steenberghe D, Feenstra L. Multidisciplinary breath-odour clinic. *Lancet*. 1997;350(9072):187.
6. Campisi G, Musciotto A, Di Fede O, Di Marco V, Craxi A. Halitosis: could it be more than mere bad breath? *Internal and emergency medicine*. 2011;6(4):315-9.
7. Filippi A. Halitosis – Aktueller Stand und Perspektiven. *Zahnmedizin up2date*. 2008;2(04):351-66.
8. Miyazaki H, Sakao S, Katoh Y, Takehara T. Correlation between volatile sulphur compounds and certain oral health measurements in the general population. *J Periodontol*. 1995;66(8):679-84.
9. Porter SR, Scully C. Oral malodour (halitosis). *BMJ (Clinical research ed)*. 2006;333(7569):632-5.
10. Seemann R, Conceicao MD, Filippi A, Greenman J, Lenton P, Nachnani S, et al. Halitosis management by the general dental practitioner--results of an international consensus workshop. *Journal of breath research*. 2014;8(1):017101.
11. Oppliger N, Roth B, Filippi A. Knowledge of halitosis among dentists and dental hygienists. *Swiss dental journal*. 2014;124(2):133-43.
12. Murata T, Yamaga T, Iida T, Miyazaki H, Yaegaki K. Classification and examination of halitosis. *International dental journal*. 2002;52 Suppl 3:181-6.
13. Kabir KMM, Donald WA. Cancer breath testing: a patent review. *Expert opinion on therapeutic patents*. 2018:1-13.
14. Willis CM, Britton LE, Swindells MA, Jones EM, Kemp AE, Muirhead NL, et al. Invasive melanoma in vivo can be distinguished from basal cell carcinoma, benign naevi and healthy skin by canine olfaction: a proof-of-principle study of differential volatile organic compound emission. *The British journal of dermatology*. 2016;175(5):1020-9.
15. Palmieri B, Nardo B, Lippi G, Palmieri L, Vadala M, Laurino C. Dogs'olfactory diagnostics applied on human species: state of the art and clinical perspectives. *La Clinica terapeutica*. 2016;167(4):e78-84.
16. Yoon JW, Lee JH. Toward breath analysis on a chip for disease diagnosis using semiconductor-based chemiresistors: recent progress and future perspectives. *Lab on a chip*. 2017;17(21):3537-57.
17. Rodriguez-Perez R, Cortes R, Guaman AV, Pardo A, Torralba Y, Gomez F, et al. Instrumental drift removal in GC-MS data for breath analysis: the short-term and long-term temporal validation of putative biomarkers for COPD. *Journal of breath research*. 2018.
18. Yang HY, Peng HY, Chang CJ, Chen PC. Diagnostic accuracy of breath tests for pneumoconiosis using an electronic nose. *Journal of breath research*. 2017;12(1):016001.
19. Nadanovsky P, Carvalho LB, Ponce de Leon A. Oral malodour and its association with age and sex in a general population in Brazil. *Oral diseases*. 2007;13(1):105-9.
20. Kim SY, Sim S, Kim SG, Park B, Choi HG. Prevalence and Associated Factors of Subjective Halitosis in Korean Adolescents. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140214.
21. Liu XN, Shinada K, Chen XC, Zhang BX, Yaegaki K, Kawaguchi Y. Oral malodor-related parameters in the Chinese general population. *J Clin Periodontol*. 2006;33(1):31-6.
22. Rosenberg M, McCulloch CA. Measurement of oral malodor: current methods and future prospects. *J Periodontol*. 1992;63(9):776-82.
23. Greenman J, Duffield J, Spencer P, Rosenberg M, Corry D, Saad S, et al. Study on the organoleptic intensity scale for measuring oral malodor. *Journal of dental research*. 2004;83(1):81-5.

24. Yaegaki K, Coil JM. Examination, classification, and treatment of halitosis; clinical perspectives. *Journal (Canadian Dental Association)*. 2000;66(5):257-61.
25. Tangerman A, Winkel EG. Extra-oral halitosis: an overview. *Journal of breath research*. 2010;4(1):017003.
26. Tangerman A. Halitosis in medicine: a review. *International dental journal*. 2002;52 Suppl 3:201-6.
27. Aydin M, Harvey-Woodworth CN. Halitosis: a new definition and classification. *British dental journal*. 2014;217(1):E1.
28. De Geest S, Laleman I, Teughels W, Dekeyser C, Quirynen M. Periodontal diseases as a source of halitosis: a review of the evidence and treatment approaches for dentists and dental hygienists. *Periodontology 2000*. 2016;71(1):213-27.
29. Milella L. The Negative Effects of Volatile Sulphur Compounds. *Journal of veterinary dentistry*. 2015;32(2):99-102.
30. Quirynen M, Dadamio J, Van den Velde S, De Smit M, Dekeyser C, Van Tornout M, et al. Characteristics of 2000 patients who visited a halitosis clinic. *J Clin Periodontol*. 2009;36(11):970-5.
31. Delanghe G, Bollen C, Desloovere C. [Halitosis--foetor ex ore]. *Laryngo- rhino- otologie*. 1999;78(9):521-4.
32. Nazir MA, Almas K, Majeed MI. The prevalence of halitosis (oral malodor) and associated factors among dental students and interns, Lahore, Pakistan. *European journal of dentistry*. 2017;11(4):480-5.
33. Bollen CM, Beikler T. Halitosis: the multidisciplinary approach. *International journal of oral science*. 2012;4(2):55-63.
34. <halitosis review article, attia et al..pdf>.
35. Tonzetich J, Preti G, Huggins GR. Changes in concentration of volatile sulphur compounds of mouth air during the menstrual cycle. *The Journal of international medical research*. 1978;6(3):245-54.
36. Goldberg S, Cardash H, Browning H, 3rd, Sahly H, Rosenberg M. Isolation of Enterobacteriaceae from the mouth and potential association with malodor. *Journal of dental research*. 1997;76(11):1770-5.
37. Persson S, Edlund MB, Claesson R, Carlsson J. The formation of hydrogen sulfide and methyl mercaptan by oral bacteria. *Oral microbiology and immunology*. 1990;5(4):195-201.
38. van den Broek AM, Feenstra L, de Baat C. A review of the current literature on aetiology and measurement methods of halitosis. *Journal of dentistry*. 2007;35(8):627-35.
39. De Boever EH, Loesche WJ. Assessing the contribution of anaerobic microflora of the tongue to oral malodor. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 1995;126(10):1384-93.
40. Roldan S, Herrera D, Sanz M. Biofilms and the tongue: therapeutical approaches for the control of halitosis. *Clin Oral Investig*. 2003;7(4):189-97.
41. Zurcher A, Filippi A. Findings, diagnoses and results of a halitosis clinic over a seven year period. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*. 2012;122(3):205-16.
42. Tsai CC, Chou HH, Wu TL, Yang YH, Ho KY, Wu YM, et al. The levels of volatile sulfur compounds in mouth air from patients with chronic periodontitis. *Journal of periodontal research*. 2008;43(2):186-93.
43. Petrini M, Costacurta M, Ferrante M, Trentini P, Docimo R, Spoto G. Association between the organoleptic scores, oral condition and salivary beta-galactosidases in children affected by halitosis. *International journal of dental hygiene*. 2014;12(3):213-8.
44. Yoneda M, Masuo Y, Suzuki N, Iwamoto T, Hirofuji T. Relationship between the beta-galactosidase activity in saliva and parameters associated with oral malodor. *Journal of breath research*. 2010;4(1):017108.
45. P. G, T. H, B. W. *Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie*. N. S, M. E, editors: Thieme; 2010.

46. Apatzidou AD, Bakirtzoglou E, Vouros I, Karagiannis V, Papa A, Konstantinidis A. Association between oral malodour and periodontal disease-related parameters in the general population. *Acta odontologica Scandinavica*. 2013;71(1):189-95.
47. Caygur A, Albaba MR, Berberoglu A, Yilmaz HG. Efficacy of glycine powder air-polishing combined with scaling and root planing in the treatment of periodontitis and halitosis: A randomised clinical study. *The Journal of international medical research*. 2017;45(3):1168-74.
48. Deutscher H, Derman S, Barbe AG, Seemann R, Noack MJ. The effect of professional tooth cleaning or non-surgical periodontal therapy on oral halitosis in patients with periodontal diseases. A systematic review. *International journal of dental hygiene*. 2018;16(1):36-47.
49. Yaegaki K, Sanada K. Volatile sulfur compounds in mouth air from clinically healthy subjects and patients with periodontal disease. *Journal of periodontal research*. 1992;27(4 Pt 1):233-8.
50. Ng W, Tonzetich J. Effect of hydrogen sulfide and methyl mercaptan on the permeability of oral mucosa. *Journal of dental research*. 1984;63(7):994-7.
51. Johnson P, Yaegaki K, Tonzetich J. Effect of methyl mercaptan on synthesis and degradation of collagen. *Journal of periodontal research*. 1996;31(5):323-9.
52. Johnson PW, Yaegaki K, Tonzetich J. Effect of volatile thiol compounds on protein metabolism by human gingival fibroblasts. *Journal of periodontal research*. 1992;27(6):553-61.
53. Fujimura M, Calenic B, Yaegaki K, Murata T, Ii H, Imai T, et al. Oral malodorous compound activates mitochondrial pathway inducing apoptosis in human gingival fibroblasts. *Clin Oral Investig*. 2010;14(4):367-73.
54. Searcy DG, Lee SH. Sulfur reduction by human erythrocytes. *The Journal of experimental zoology*. 1998;282(3):310-22.
55. Kleinberg I, Wolff MS, Codipilly DM. Role of saliva in oral dryness, oral feel and oral malodour. *International dental journal*. 2002;52 Suppl 3:236-40.
56. Albuquerque DF, de Souza Tolentino E, Amado FM, Arakawa C, Chinellato LE. Evaluation of halitosis and sialometry in patients submitted to head and neck radiotherapy. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 2010;15(6):e850-4.
57. Samnieng P, Ueno M, Shinada K, Zaitso T, Wright FA, Kawaguchi Y. Association of hyposalivation with oral function, nutrition and oral health in community-dwelling elderly Thai. *Community dental health*. 2012;29(1):117-23.
58. Almstahl A, Wikstrom M. Oral microflora in subjects with reduced salivary secretion. *Journal of dental research*. 1999;78(8):1410-6.
59. Setia S, Pannu P, Gambhir RS, Galhotra V, Ahluwalia P, Sofat A. Correlation of oral hygiene practices, smoking and oral health conditions with self perceived halitosis amongst undergraduate dental students. *Journal of natural science, biology, and medicine*. 2014;5(1):67-72.
60. Shinohara EH, Horikawa FK, Ruiz MM, Shinohara MT. Tongue piercing: case report of a local complication. *The journal of contemporary dental practice*. 2007;8(1):83-9.
61. Tangerman A, Winkel EG. Intra- and extra-oral halitosis: finding of a new form of extra-oral blood-borne halitosis caused by dimethyl sulphide. *J Clin Periodontol*. 2007;34(9):748-55.
62. Jajam M, Bozzolo P, Niklander S. Oral manifestations of gastrointestinal disorders. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(10):e1242-e8.
63. Adler I, Denninghoff VC, Alvarez MI, Avagnina A, Yoshida R, Elsner B. *Helicobacter pylori* associated with glossitis and halitosis. *Helicobacter*. 2005;10(4):312-7.
64. Hoshi K, Yamano Y, Mitsunaga A, Shimizu S, Kagawa J, Ogiuchi H. Gastrointestinal diseases and halitosis: association of gastric *Helicobacter pylori* infection. *International dental journal*. 2002;52 Suppl 3:207-11.
65. Van den Velde S, Nevens F, Van Hee P, van Steenberghe D, Quirynen M. GC-MS analysis of breath odor compounds in liver patients. *Journal of chromatography B, Analytical technologies in the biomedical and life sciences*. 2008;875(2):344-8.
66. Gulsahi A, Evirgen S, Oztas B, Genc Y, Cetinel Y. Volatile sulphur compound levels and related factors in patients with chronic renal failure. *J Clin Periodontol*. 2014;41(8):814-9.
67. Simenhoff ML, Burke JF, Saukkonen JJ, Ordinario AT, Doty R. Biochemical profile of uremic breath. *The New England journal of medicine*. 1977;297(3):132-5.

68. Rooth G, Ostenson S. Acetone in alveolar air, and the control of diabetes. *Lancet*. 1966;2(7473):1102-5.
69. Smith D, Spanel P, Fryer AA, Hanna F, Ferns GA. Can volatile compounds in exhaled breath be used to monitor control in diabetes mellitus? *Journal of breath research*. 2011;5(2):022001.
70. Al-Zahrani MS, Zawawi KH, Austah ON, Al-Ghamdi HS. Self reported halitosis in relation to glycosylated hemoglobin level in diabetic patients. *The open dentistry journal*. 2011;5:154-7.
71. Preti G, Clark L, Cowart BJ, Feldman RS, Lowry LD, Weber E, et al. Non-oral etiologies of oral malodor and altered chemosensation. *J Periodontol*. 1992;63(9):790-6.
72. Khaira N, Palmer RM, Wilson RF, Scott DA, Wade WG. Production of volatile sulphur compounds in diseased periodontal pockets is significantly increased in smokers. *Oral diseases*. 2000;6(6):371-5.
73. Stedman RL. The chemical composition of tobacco and tobacco smoke. *Chemical reviews*. 1968;68(2):153-207.
74. Tomar SL, Asma S. Smoking-attributable periodontitis in the United States: findings from NHANES III. National Health and Nutrition Examination Survey. *J Periodontol*. 2000;71(5):743-51.
75. Suarez F, Springfield J, Furne J, Levitt M. Differentiation of mouth versus gut as site of origin of odoriferous breath gases after garlic ingestion. *The American journal of physiology*. 1999;276(2 Pt 1):G425-30.
76. Yaegaki K, Coil JM. Clinical dilemmas posed by patients with psychosomatic halitosis. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985). 1999;30(5):328-33.
77. Nagel D, Lutz C, Filippi A. Halitophobie - das unterschätzte Krankheitsbild. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*. 2006;116.
78. Rosenberg M. Clinical assessment of bad breath: current concepts. *Journal of the American Dental Association* (1939). 1996;127(4):475-82.
79. Rosenberg M, Septon I, Eli I, Bar-Ness R, Gelernter I, Brenner S, et al. Halitosis measurement by an industrial sulphide monitor. *J Periodontol*. 1991;62(8):487-9.
80. Greenman J, Lenton P, Seemann R, Nachnani S. Organoleptic assessment of halitosis for dental professionals--general recommendations. *Journal of breath research*. 2014;8(1):017102.
81. Seemann R. Patienten mit Mundgeruch in der zahnärztlichen Praxis: Filippi, A; 2000.
82. Filippi A. Halitosis: Professionelle Behandlung von Mundgeruch in der zahnärztlichen Praxis: Quintessenz Verlag; 2011.
83. Rydzewski B, Pruszewicz A, Sulkowski WJ. Assessment of smell and taste in patients with allergic rhinitis. *Acta oto-laryngologica*. 2000;120(2):323-6.
84. Seemann R. Wenn der Atem stinkt. *zahnärztliche Mitteilung*. 2000;62000:40-2.
85. Tonzetich J. Production and origin of oral malodor: a review of mechanisms and methods of analysis. *J Periodontol*. 1977;48(1):13-20.
86. Tonzetich J, Coil JM, Ng W. Gas chromatographic method for trapping and detection of volatile organic compounds from human mouth air. *The Journal of clinical dentistry*. 1991;2(3):79-82.
87. Tonzetich J. Direct gas chromatographic analysis of sulphur compounds in mouth air in man. *Arch Oral Biol*. 1971;16(6):587-97.
88. Richter VJ, Tonzetich J. THE APPLICATION OF INSTRUMENTAL TECHNIQUE FOR THE EVALUATION OF ODORIFEROUS VOLATILES FROM SALIVA AND BREATH. *Arch Oral Biol*. 1964;9:47-54.
89. Lang B, Filippi A. Halitosis - Teil 2: Diagnostik und Therapie. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*. 2004;11.
90. Jecke U. Klinische Studie zur Beurteilung oraler Risikoparameter für Halitosis. Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München Ludwig-Maximilians-Universität zu München; 2002.
91. Hanada M, Koda H, Onaga K, Tanaka K, Okabayashi T, Itoh T, et al. Portable oral malodor analyzer using highly sensitive In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gas sensor combined with a simple gas chromatography system. *Analytica Chimica Acta*. 2003;475(1-2):27-35.

92. Tagerman A, Winkel EG. The portable gas chromatograph OralChroma: a method of choice to detect oral and extra-oral halitosis. *Journal of breath research*. 2008;2(1):017010.
93. Schmidt NF, Missan SR, Tarbet WJ. The correlation between organoleptic mouth-odor ratings and levels of volatile sulfur compounds. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1978;45(4):560-7.
94. Oho T, Yoshida Y, Shimazaki Y, Yamashita Y, Koga T. Characteristics of patients complaining of halitosis and the usefulness of gas chromatography for diagnosing halitosis. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2001;91(5):531-4.
95. Rosenberg M, Kulkarni GV, Bosy A, McCulloch CA. Reproducibility and sensitivity of oral malodor measurements with a portable sulphide monitor. *Journal of dental research*. 1991;70(11):1436-40.
96. Laleman I, Dadamio J, De Geest S, Dekeyser C, Quirynen M. Instrumental assessment of halitosis for the general dental practitioner. *Journal of breath research*. 2014;8(1):017103.
97. Furne J, Majerus G, Lenton P, Springfield J, Levitt DG, Levitt MD. Comparison of volatile sulfur compound concentrations measured with a sulfide detector vs. gas chromatography. *Journal of dental research*. 2002;81(2):140-3.
98. Tanaka M, Anguri H, Nonaka A, Kataoka K, Nagata H, Kita J, et al. Clinical assessment of oral malodor by the electronic nose system. *Journal of dental research*. 2004;83(4):317-21.
99. Wilson AD, Baietto M. Applications and advances in electronic-nose technologies. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2009;9(7):5099-148.
100. Dung TT, Oh Y, Choi SJ, Kim ID, Oh MK, Kim M. Applications and Advances in Bioelectronic Noses for Odour Sensing. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2018;18(1).
101. Lim JH, Park J, Oh EH, Ko HJ, Hong S, Park TH. Nanovesicle-based bioelectronic nose for the diagnosis of lung cancer from human blood. *Advanced healthcare materials*. 2014;3(3):360-6.
102. Lin Y, Guo H-R, Chang Y-H, Kao M-T, Wang H-H, Hong R-I. Application of the electronic nose for uremia diagnosis. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2001;76(1-3):177-80.
103. Chen ZL. Brief history of tongue inspection. *Chinese medical journal*. 1987;100(1):38-44.
104. Amir E, Shimonov R, Rosenberg M. Halitosis in children. *The Journal of pediatrics*. 1999;134(3):338-43.
105. Awano S, Gohara K, Kurihara E, Ansai T, Takehara T. The relationship between the presence of periodontopathogenic bacteria in saliva and halitosis. *International dental journal*. 2002;52 Suppl 3:212-6.
106. Lee CH, Kho HS, Chung SC, Lee SW, Kim YK. The relationship between volatile sulfur compounds and major halitosis-inducing factors. *J Periodontol*. 2003;74(1):32-7.
107. Winkel EG, Roldan S, Van Winkelhoff AJ, Herrera D, Sanz M. Clinical effects of a new mouthrinse containing chlorhexidine, cetylpyridinium chloride and zinc-lactate on oral halitosis. A dual-center, double-blind placebo-controlled study. *J Clin Periodontol*. 2003;30(4):300-6.
108. Mantilla Gomez S, Danser MM, Sipos PM, Rowshani B, van der Velden U, van der Weijden GA. Tongue coating and salivary bacterial counts in healthy/gingivitis subjects and periodontitis patients. *J Clin Periodontol*. 2001;28(10):970-8.
109. Shimizu T, Ueda T, Sakurai K. New method for evaluation of tongue-coating status. *Journal of oral rehabilitation*. 2007;34(6):442-7.
110. Seerangaiyan K, van Winkelhoff AJ, Harmsen HJM, Rossen JWA, Winkel EG. The tongue microbiome in healthy subjects and patients with intra-oral halitosis. *Journal of breath research*. 2017;11(3):036010.
111. Niklander S, Veas L, Barrera C, Fuentes F, Chiappini G, Marshall M. Risk factors, hyposalivation and impact of xerostomia on oral health-related quality of life. *Brazilian oral research*. 2017;31:e14.
112. Sreebny LM, Schwartz SS. A reference guide to drugs and dry mouth--2nd edition. *Gerodontology*. 1997;14(1):33-47.
113. Navazesh M. Methods for collecting saliva. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1993;694:72-7.

114. Holmes JH. CHANGES IN SALIVARY FLOW PRODUCED BY CHANGES IN FLUID AND ELECTROLYTE BALANCE. *International series of monographs on oral biology*. 1964;3:177-95.
115. Navazesh M, Christensen CM. A comparison of whole mouth resting and stimulated salivary measurement procedures. *Journal of dental research*. 1982;61(10):1158-62.
116. Palma LF, Gonnelli FA, Marcucci M, Giordani AJ, Dias RS, Segreto RA, et al. A novel method to evaluate salivary flow rates of head and neck cancer patients after radiotherapy: a pilot study. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2017.
117. Ainamo J, Barmes D, Beagrie G, Cutress T, Martin J, Sardo-Infirri J. Development of the World Health Organization (WHO) community periodontal index of treatment needs (CPITN). *International dental journal*. 1982;32(3):281-91.
118. Bengel W. PSI - Der Parodontale Screening Index Zahnärzt Mitteilung. 2002;20(17.01.18).
119. Loe H. The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index Systems. *J Periodontol*. 1967;38(6):Suppl:610-6.
120. Streicher F. Die Beurteilung der gemischten dmft,DMFT-Werte bei Grundschulkindern in einer Kleinstadt im ländlichen Bayern - eine Langzeitstudie. In: München PzZuPdL-M-U, editor. *Ludwig-Maximilian-Universität München*2012.
121. S3-Leitlinie,Nationale Versorgungsleitlinie - Unipolare Depression. deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde (DGPPN); 2015.
122. John MT, Miglioretti DL, LeResche L, Koepsell TD, Hujoel P, Micheelis W. German short forms of the Oral Health Impact Profile. *Community dentistry and oral epidemiology*. 2006;34(4):277-88.
123. Slade GD. Derivation and validation of a short-form oral health impact profile. *Community dentistry and oral epidemiology*. 1997;25(4):284-90.
124. Bornstein MM, Kislig K, Hoti BB, Seemann R, Lussi A. Prevalence of halitosis in the population of the city of Bern, Switzerland: a study comparing self-reported and clinical data. *European journal of oral sciences*. 2009;117(3):261-7.
125. Chen X, Zhang Y, Lu HX, Feng XP. Factors Associated with Halitosis in White-Collar Employees in Shanghai, China. *PLoS One*. 2016;11(5):e0155592.
126. Rosing CK, Loesche W. Halitosis: an overview of epidemiology, etiology and clinical management. *Brazilian oral research*. 2011;25(5):466-71.
127. Pitts G, Brogdon C, Hu L, Masurat T, Pianotti R, Schumann P. Mechanism of action of an antiseptic, anti-odor mouthwash. *Journal of dental research*. 1983;62(6):738-42.
128. Filippi A, Müller N. Echte & psychisch bedingte Halitosis - Befunde, Diagnose und Ergebnisse einer Mundgeruch-Sprechstunde. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*. 2005;116.
129. Kayombo CM, Mumghamba EG. Self-Reported Halitosis in relation to Oral Hygiene Practices, Oral Health Status, General Health Problems, and Multifactorial Characteristics among Workers in Ilala and Temeke Municipals, Tanzania. *International journal of dentistry*. 2017;2017:8682010.
130. Eke PI, Dye BA, Wei L, Slade GD, Thornton-Evans GO, Borgnakke WS, et al. Update on Prevalence of Periodontitis in Adults in the United States: NHANES 2009 to 2012. *J Periodontol*. 2015;86(5):611-22.
131. fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie. August 2016 ed: Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung Bundeszahnärztekammer; 2016.
132. Soder B, Johansson B, Soder PO. The relation between foetor ex ore, oral hygiene and periodontal disease. *Swedish dental journal*. 2000;24(3):73-82.
133. Aimetti M, Perotto S, Castiglione A, Ercoli E, Romano F. Prevalence estimation of halitosis and its association with oral health-related parameters in an adult population of a city in North Italy. *J Clin Periodontol*. 2015;42(12):1105-14.
134. Bosy A, Kulkarni GV, Rosenberg M, McCulloch CA. Relationship of oral malodor to periodontitis: evidence of independence in discrete subpopulations. *J Periodontol*. 1994;65(1):37-46.
135. Rizzo AA. The possible role of hydrogen sulfide in human periodontal disease. I. Hydrogen sulfide production in periodontal pockets. *Periodontics*. 1967;5(5):233-6.

136. Yalcin Yeler D, Aydin M, Hocaoglu PT, Koraltan M, Ozdemir H, Kotil T, et al. Ultrastructural changes in epithelial cells of rats exposed to low concentration of hydrogen sulfide for 50 days. *Ultrastructural pathology*. 2016;40(6):351-7.
137. Kozlovsky A, Gordon D, Gelernter I, Loesche WJ, Rosenberg M. Correlation between the BANA test and oral malodor parameters. *Journal of dental research*. 1994;73(5):1036-42.
138. Stamou E, Kozlovsky A, Rosenberg M. Association between oral malodour and periodontal disease-related parameters in a population of 71 Israelis. *Oral diseases*. 2005;11 Suppl 1:72-4.
139. Lundgren T, Mobilia A, Hallstrom H, Egelberg J. Evaluation of tongue coating indices. *Oral diseases*. 2007;13(2):177-80.
140. Koshimune S, Awano S, Gohara K, Kurihara E, Ansai T, Takehara T. Low salivary flow and volatile sulfur compounds in mouth air. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2003;96(1):38-41.
141. Evirgen S, Kamburoglu K. Effects of tongue coating and oral health on halitosis among dental students. *Oral health & preventive dentistry*. 2013;11(2):169-73.
142. Lang B, Filippi A. Halitosis - Teil 1: Epidemiologie und Entstehung. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*. 2004;114:1037-44.
143. Buunk-Werkhoven YA, Dijkstra A, Schaub RM, van der Schans CP, Spreen M. Oral health related quality of life among imprisoned Dutch forensic psychiatric patients. *Journal of forensic nursing*. 2010;6(3):137-43.
144. Buunk-Werkhoven Y, Dijkstra-le Clercq M, Verheggen-Udding E, de Jong N, Spreen M. Halitosis and oral health-related quality of life: a case report. *International journal of dental hygiene*. 2012;10(1):3-8.
145. Oho T, Yoshida Y, Shimazaki Y, Yamashita Y, Koga T. Psychological condition of patients complaining of halitosis. *Journal of dentistry*. 2001;29(1):31-3.
146. Suzuki N, Yoneda M, Naito T, Iwamoto T, Hirofuji T. Relationship between halitosis and psychologic status. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2008;106(4):542-7.
147. Wang J, He L. Comparison of the Psychological Condition of Chinese Patients with or without Halitosis Complaints. *The Chinese journal of dental research : the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*. 2018;21(1):69-76.
148. Vali A, Roohafza H, Keshteli AH, Afghari P, Javad Shirani M, Afshar H, et al. Relationship between subjective halitosis and psychological factors. *International dental journal*. 2015;65(3):120-6.
149. Bornstein MM, Stocker BL, Seemann R, Burgin WB, Lussi A. Prevalence of halitosis in young male adults: a study in swiss army recruits comparing self-reported and clinical data. *J Periodontol*. 2009;80(1):24-31.

## 8. Anhang

### 8.1 Abbildung allgemeiner Fragebogen



UNIVERSITÄT **medizin.**

MAINZ

Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und  
Parodontologie

#### Bestehen bei Ihnen Vorerkrankungen?

- |                          |                             |                               |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Herz-Kreislaufkrankungen | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |
| Tumorerkrankungen        | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |
| Diabetes                 | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |
| Rheuma                   | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |
| Immunschwäche            | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein |

#### Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein? Welche?

#### Wie oft am tag putzen Sie Ihre Zähne?

\_\_\_\_\_ mal. Elektrische Zahnbürste      Handzahnbürste

#### Benutzen Sie Zahnseide?

- Ja                       Nein                       gelegentlich

#### Benutzen Sie Mundspüllösung?

- Ja                       Nein                       gelegentlich

#### Benutzen Sie einen Zungenreiniger?

- Ja                       Nein                       gelegentlich

#### Wieviele Zigaretten haben sie täglich innerhalb des letzten Monats geraucht?

\_\_\_\_\_ Stück

#### Stehen Sie unter beruflichem und/oder privatem Stress?

- niemals       selten       manchmal       häufig

#### Leiden Sie Ihrer Meinung nach zuweilen an Mundgeruch?

- niemals       selten       manchmal       häufig

#### Falls der Fall: Woher wissen Sie, dass Sie an Mundgeruch leiden?

- es wurde mir gesagt  
 die Leute in meinem Umfeld benehmen sich komisch  
 ich bemerke es selbst



## 8.2 Abbildung BDI-II

### BDI - II

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

Dieser Fragebogen enthält 21 Gruppen von Aussagen. Bitte lesen Sie jede dieser Gruppen von Aussagen sorgfältig durch und suchen Sie sich dann in jeder Gruppe **eine Aussage** heraus, die am besten beschreibt, wie Sie sich **in den letzten zwei Wochen, einschließlich heute, gefühlt haben**. Kreuzen Sie die Zahl neben der Aussage an, die Sie sich herausgesucht haben (0, 1, 2 oder 3). Falls in einer Gruppe mehrere Aussagen gleichermaßen auf Sie zutreffen, kreuzen Sie die Aussage mit der höheren Zahl an. Achten Sie bitte darauf, dass Sie in jeder Gruppe nicht mehr als eine Aussage ankreuzen, das gilt auch für Gruppe 16 (Veränderung der Schlafgewohnheiten) oder Gruppe 18 (Veränderung des Appetits).

#### 1. Traurigkeit

- 0 Ich bin nicht traurig
- 1 Ich bin oft traurig
- 2 Ich bin ständig traurig
- 3 Ich bin so traurig oder unglücklich, dass ich es nicht mehr aushalte

#### 2. Pessimismus

- 0 Ich sehe nicht mutlos in die Zukunft
- 1 Ich sehe mutloser in die Zukunft als sonst
- 2 Ich bin mutlos und erwarte nicht, dass meine Situation besser wird
- 3 Ich glaube, dass meine Zukunft hoffnungslos ist und nur noch schlechter wird

#### 3. Versagenserleben

- 0 Ich denke nicht, dass ich ein Versager bin
- 1 Ich habe häufiger Versagensgedanken
- 2 Wenn ich zurückblicke, sehe ich eine Menge Fehlschläge
- 3 Ich habe den Glauben, als Mensch ein völliger Versager zu sein

#### 4. Verlust von Freude

- 0 Ich kann die Dinge genauso genießen wie früher
- 1 Ich kann die Dinge nicht mehr genauso genießen wie früher
- 2 Dinge, bei denen ich früher Freude gehabt habe, kann ich kaum noch genießen
- 3 Dinge, bei denen ich früher Freude gehabt habe, kann ich überhaupt nicht mehr genießen

#### 5. Schuldgedanken

- 0 Ich habe keine besonderen Schuldgedanken
- 1 Ich habe oft Schuldgedanken wegen Dingen, die ich getan habe oder hätte tun sollen
- 2 Ich habe die meiste Zeit Schuldgedanken
- 3 Ich habe ständig Schuldgedanken

#### 6. Bestrafungserleben

- 0 Ich habe nicht den Glauben, für etwas bestraft zu sein
- 1 Ich habe den Glauben, vielleicht für etwas bestraft zu werden
- 2 Ich erwarte, bestraft zu werden
- 3 Ich habe den Glauben, bestraft zu sein

#### 7. Selbstablehnung

- 0 Ich halte von mir genauso viel wie immer
- 1 Ich habe Vertrauen in mich verloren
- 2 Ich bin von mir enttäuscht
- 3 Ich lehne mich völlig ab

#### 8. Selbstvorwürfe

- 0 Ich kritisiere oder tadle mich nicht mehr als sonst
- 1 Ich bin mir gegenüber kritischer als sonst
- 2 Ich kritisiere mich für alle meine Mängel
- 3 Ich gebe mir die Schuld für alles Schlimme, was passiert

#### 9. Selbstmordgedanken

- 0 Ich denke nicht daran, mir etwas anzutun
- 1 Ich denke manchmal an Selbstmord, aber ich würde es nicht tun
- 2 Ich möchte mich am liebsten umbringen
- 3 Ich würde mich umbringen, wenn ich die Gelegenheit dazu hätte

#### 10. Weinen

- 0 Ich weine nicht öfters als früher
- 1 Ich weine jetzt mehr als früher
- 2 Ich weine beim geringsten Anlass
- 3 Ich möchte gerne weinen, aber ich kann nicht

**11. Unruhe**

- 0 Ich bin nicht unruhiger als sonst
- 1 Ich bin unruhiger als sonst
- 2 Ich bin so unruhig, dass es mir schwer fällt, stillzusitzen
- 3 Ich bin so unruhig, dass ich mich ständig bewegen oder etwas tun muss

**12. Interesseverlust**

- 0 Ich habe das Interesse an anderen Menschen und an Tätigkeiten nicht verloren
- 1 Ich habe weniger Interesse an anderen Menschen und an Dingen als sonst
- 2 Ich habe das Interesse an anderen Menschen und an Dingen zum größten Teil verloren
- 3 Es fällt mir schwer, mich überhaupt für irgend etwas zu interessieren

**13. Entschlussunfähigkeit**

- 0 Ich bin so entschlossen wie immer
- 1 Es fällt mir schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen
- 2 Es fällt mir sehr viel schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen
- 3 Ich habe Mühe, überhaupt Entscheidungen zu treffen

**14. Wertlosigkeit**

- 0 Ich halte mich nicht für wertlos
- 1 Ich halte mich für weniger wertvoll und nützlich als sonst
- 2 Verglichen mit anderen Menschen halte ich mich viel weniger wertvoll
- 3 Ich halte mich für völlig wertlos

**15. Energieverlust**

- 0 Ich habe so viel Energie wie immer
- 1 Ich habe weniger Energie als sonst
- 2 Ich habe so wenig Energie, dass ich kaum noch etwas schaffe
- 3 Ich habe keine Energie mehr, um überhaupt noch etwas zu tun

**16. Veränderungen der Schlafgewohnheiten**

- 0 Meine Schlafgewohnheiten haben sich nicht verändert
- 1a Ich schlafe etwas mehr als sonst
- 1b Ich schlafe etwas weniger als sonst
- 2a Ich schlafe viel mehr als sonst
- 2b Ich schlafe viel weniger als sonst
- 3a Ich schlafe fast den ganzen Tag
- 3b Ich wache 1-2 Stunden früher auf als gewöhnlich und kann nicht mehr einschlafen

**17. Reizbarkeit**

- 0 Ich bin nicht reizbarer als sonst
- 1 Ich bin reizbarer als sonst
- 2 Ich bin viel reizbarer als sonst
- 3 Ich bin dauernd gereizt

**18. Veränderungen des Appetits**

- 0 Mein Appetit hat sich nicht geändert
- 1a Mein Appetit ist etwas schlechter als sonst
- 1b Mein Appetit ist etwas größer als sonst
- 2a Mein Appetit ist viel schlechter als sonst
- 2b Mein Appetit ist viel größer als sonst
- 3a Ich habe überhaupt keinen Appetit
- 3b Ich habe ständig Hunger

**19. Konzentrationsschwierigkeiten**

- 0 Ich kann mich so gut konzentrieren wie immer
- 1 Ich kann mich nicht mehr so gut konzentrieren wie sonst
- 2 Es fällt mir schwer, mich längere Zeit auf irgend etwas zu konzentrieren
- 3 Ich kann mich überhaupt nicht mehr konzentrieren

**20. Ermüdung oder Erschöpfung**

- 0 Ich fühle mich nicht müde oder erschöpfter als sonst
- 1 Ich werde schneller müde oder erschöpft als sonst
- 2 Für viele Dinge, die ich üblicherweise tue, bin ich zu müde oder erschöpft
- 3 Ich bin so müde oder erschöpft, dass ich fast nichts mehr tun kann

**21. Verlust an sexuellem Interesse**

- 0 Mein Interesse an Sexualität hat sich in letzter Zeit nicht verändert
- 1 Ich interessiere mich in letzter Zeit weniger für Sexualität als früher
- 2 Ich interessiere mich in letzter Zeit viel weniger für Sexualität
- 3 Ich habe in letzter Zeit das Interesse an Sexualität völlig verloren

### 8.3 Abbildung OHIP-G14

# OHIP-G 14

## – Fragebogen zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität –

Bitte prüfen Sie für jede der folgenden Aussagen, wie sehr die beschriebene Situation für Sie persönlich zutrifft. Kreuzen Sie bitte für jede Aussage eine Zahl an.

<b>Hatten Sie im vergangenen Monat aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz ...</b>	<b>sehr oft</b>	<b>oft</b>	<b>ab und zu</b>	<b>kaum</b>	<b>nie</b>
Schwierigkeiten bestimmte Worte auszusprechen? .....	4	3	2	1	0
das Gefühl, Ihr Geschmackssinn war beeinträchtigt?.....	4	3	2	1	0
den Eindruck, dass Ihr Leben ganz allgemein weniger zufriedenstellend war? .....	4	3	2	1	0
Schwierigkeiten zu entspannen?.....	4	3	2	1	0

<b>Ist es im vergangenen Monat aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz vorgekommen, ...</b>	<b>sehr oft</b>	<b>oft</b>	<b>ab und zu</b>	<b>kaum</b>	<b>nie</b>
dass Sie sich angespannt gefühlt haben? .....	4	3	2	1	0
dass Sie Ihre Mahlzeiten unterbrechen mussten?.....	4	3	2	1	0
dass es Ihnen unangenehm war, bestimmte Nahrungsmittel zu essen?	4	3	2	1	0
dass Sie anderen Menschen gegenüber eher reizbar gewesen sind?.....	4	3	2	1	0
dass es Ihnen schwergefallen ist, Ihren alltäglichen Beschäftigungen nachzugehen?.....	4	3	2	1	0
dass Sie vollkommen unfähig waren, etwas zu tun?.....	4	3	2	1	0
dass Sie sich ein wenig verlegen gefühlt haben?.....	4	3	2	1	0
dass Ihre Ernährung unbefriedigend gewesen ist? .....	4	3	2	1	0

<b>Hatten Sie im vergangenen Monat ...</b>	<b>sehr oft</b>	<b>oft</b>	<b>ab und zu</b>	<b>kaum</b>	<b>nie</b>
Schmerzen im Mundbereich?.....	4	3	2	1	0
ein Gefühl der Unsicherheit in Zusammenhang mit Ihren Zähnen, Ihrem Mund oder Ihrem Zahnersatz?.....	4	3	2	1	0

**Vielen Dank!**

© Gestaltung: IDZ, 2005

## 9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich sehr herzlich bei allen bedanken, die zu der Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Meiner Promotionsbetreuerin danke ich für Ihre fortwährende Betreuung, Unterstützung und die stets hervorragenden Bedingungen zur Beendigung dieser Arbeit.

Bei meinen zahnärztlichen Betreuern möchte ich mich besonders für die intensive Betreuung, die stete Unterstützung und die wertvolle Hilfestellung bei diversen Fragen rund um diese Arbeit bedanken.

Zudem danke ich dem Team der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Zahnklinik Mainz, das durch sein Entgegenkommen einen reibungslosen Ablauf der Untersuchung ermöglicht hat.

Mein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern des Instituts für medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik für die statistische Beratung und Auswertung meiner Daten.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei den Patienten, die sich für die Untersuchung in dieser Arbeit zur Verfügung gestellt haben.

Bei meiner Familie und meinen Freunden möchte ich mich für die moralische Unterstützung bedanken.

## 10. Lebenslauf