

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. R. Hickel

## **Klinische Prüfung von Zahnpasten auf ihre Wirkung im Zusammenhang mit Halitosis**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Anita Lanzl  
aus  
Mühldorf a.Inn  
2008

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. dent. Christoph Benz

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Reinhard Zeidler

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Dr. rer. nat. Gerald Hamm

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACP.

Tag der mündlichen Prüfung: 28.10.2008

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
2	Grundlagen von Halitosis .....	8
2.1	Definition von Mundgeruch.....	8
2.2	Ursachen einer Halitosis .....	9
2.2.1	Extraorale Ursachen.....	11
2.2.1.1	HNO-Bereich .....	11
2.2.1.2	Gastro-Intestinaltrakt und Helicobacter pylori .....	13
2.2.1.3	Stoffwechsel und systemische Erkrankungen.....	14
2.2.1.4	Rauchen und Ernährungsgewohnheiten.....	15
2.2.2	Orale Ursachen .....	17
2.2.2.1	Zungenbelag.....	18
2.2.2.2	Parodontalerkrankungen und Mundhygienegewohnheiten .....	19
2.2.2.3	Karies .....	22
2.2.2.4	Speichelbeschaffenheit und Speichelmenge .....	23
2.2.2.5	Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid.....	25
2.2.3	Psychisch bedingte Halitosis .....	27
2.3	Messung von Mundgeruch.....	29
2.3.1	Organoleptische Messung.....	29
2.3.2	Instrumentelle Messung .....	31
2.3.2.1	Das Halimeter .....	32
2.3.2.2	Der Gaschromatograph .....	33
2.4	Therapie von Halitosis .....	35
2.4.1	Zungenreinigung .....	35
2.4.2	Mundspülösungen .....	36
2.4.3	Zahnpasten .....	38
2.4.4	Kaugummis und Lutschpastillen .....	41
2.4.5	Parodontaltherapie .....	42
3	Ziel der Arbeit.....	44
4	Material und Methode.....	45
4.1	Die Probanden.....	45
4.2	Studiendesign.....	45
4.3	Studienablauf .....	48
4.3.1	Anamnese – Tag 0 .....	48
4.3.2	Untersuchungstage .....	49
4.3.3	Organoleptische Messungen .....	50
4.3.4	Instrumentelle Messungen .....	50
4.4	Verwendete statistische Methoden .....	54
5	Ergebnisse .....	56
5.1	Allgemeine Ergebnisse .....	56
5.1.1	Auswertung nach Halimeter–Messwerten .....	56
5.1.2	Auswertung nach organoleptischer Beurteilung .....	57
5.2	Vergleich der verschiedenen Zahnpasten .....	62
5.2.1	Erläuterung der verwendeten Abkürzungen und Diagramme .....	62
5.2.2	Vergleich der Veränderungen der VSC-Werte nach jeder Halimetermessung .....	63

5.2.3	Vergleich der VSC- Werte nach 30 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten .....	66
5.2.4	Vergleich der Veränderungen der VSC-Werte nach 180 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten .....	68
5.2.5	Unterschied der beiden Pasten A und B bezüglich ihrer Wirkung zur Plazebo-Paste .....	70
5.2.6	Unterschied zwischen Paste A und Paste B bezüglich ihrer Wirkung nach 30 und 180 Minuten .....	72
5.2.7	Zusammenhang zwischen organoleptischer Beurteilung und Halimetermesswerten.....	75
6	Diskussion.....	78
6.1	Diskussion der Methode .....	78
6.1.1	Design der Studie.....	78
6.1.2	Methodisches Vorgehen .....	79
6.1.3	Selektion der Probanden .....	80
6.1.4	Anwendung der Zahnpasten .....	82
6.2	Diskussion der Ergebnisse .....	82
6.2.1	Organoleptische Parameter und Korrelation zu instrumentellen Werten.....	82
6.2.2	Instrumentelle Parameter .....	83
6.2.3	Pastenzusammensetzung und Pastenanwendung.....	85
7	Zusammenfassung .....	87
8	Literaturverzeichnis .....	88
9	Anhang.....	99
9.1	Voruntersuchungsbogen .....	99
9.2	Patienten - Handout .....	100
9.3	Untersuchungsbogen Tag 0 .....	101
9.4	Untersuchungsbogen Woche X .....	103
9.5	Inhaltsstoffe der einzelnen Zahnpasten.....	105
9.6	Fotos.....	105
9.7	Halitosis – Fragebogen der Universität Basel.....	106
10	Danksagung .....	110
11	Lebenslauf.....	111

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozentuale Häufigkeiten der Ursachen im HNO-Bereich nach Delanghe (DELANGHE et al. 1996) (links) und Seemann (SEEMANN et al. 2004a) (rechts).....	12
Abbildung 2: Verteilung der oralen Ursachen für Mundgeruch nach Delanghe (DELANGHE et al. 1996) .....	17
Abbildung 3: Auswirkungen flüchtiger Schwefelverbindungen (VSC), die Gingivitis und Parodontitis verursachen können (RATCLIFF und JOHNSON 1999) .....	20
Abbildung 4: Orale Bakterien – Fäulnisprozesse und ihre Relation zu Mundgeruch und Gingivitis – Parodontitis ( Klassifikation nach KLEINBERG und CODIPILLY 1999) .....	26
Abbildung 5: Gaschromatographische Analyse der drei Hauptkomponenten Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S), Methylmercaptan (CH <sub>3</sub> SH) und Dimethylsulfid (CH <sub>3</sub> SCH <sub>3</sub> ) einer oralen Luftprobe (SUAREZ et al. 2000). .....	33
Abbildung 6: Zahnpastatuben mit unterschiedlicher Codierung .....	46
Abbildung 7: Studiendesign der getesteten Produkte Paste A = 0.5% Zinkchloridzusatz, Paste B = 0,3% Zinkchloridzusatz, Paste C = Plazebo (ohne Zinkchloridzusatz) .....	47
Abbildung 8: Ausgehändigte Materialien zur Anwendung während der Studie .....	49
Abbildung 9: Halimeter® .....	51
Abbildung 10: Software für das Halimeter® .....	51
Abbildung 11: Haligramm .....	52
Abbildung 12: Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch bei der Voruntersuchung .....	58
Abbildung 13: Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch vor (0 Min) und nach (30 Min und 180 Min) Anwendung der Paste A .....	59
Abbildung 14: Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch vor (0 Min) und nach (30 Min und 180 Min) Anwendung der Paste B .....	60
Abbildung 15: Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch vor (0 Min) und nach (30 Min und 180 Min) Anwendung der Plazebo-Paste .....	61
Abbildung 16: Legende Säulendiagramm .....	63
Abbildung 17: Mittelwerte flüchtiger Schwefelverbindungen (Halimeter-Messwert in ppb) vor (0Min) Zahnpastenanwendung und nach Anwendung zu den jeweiligen Zeitpunkten (N=20).....	63
Abbildung 18: Mittelwerte flüchtiger Schwefelverbindungen (Halimeter-Messwert in ppb) vor (0Min) Zahnpastenanwendung und nach den jeweiligen Zeitpunkten ohne Ausreißer (N=17/16)).....	65
Abbildung 19: Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 30 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=20) .....	66
Abbildung 20: Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 30 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=16/17) .....	67
Abbildung 21: Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 180 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=20) .....	68

Abbildung 22: Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 180 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=16/17) .....	69
Abbildung 23: Zeitabhängiger Unterschied der Wirkung der Paste A zur Plazebo-Paste in Bezug auf Mundgeruchsreduzierung .....	70
Abbildung 24: Zeitabhängiger Unterschied der Wirkung der Paste B zur Plazebo-Paste in Bezug auf Mundgeruchsreduzierung .....	71
Abbildung 25: Lineare Korrelation zwischen instrumenteller und organoleptischer Messung nach 0 Minuten.....	75
Abbildung 26: Lineare Korrelation zwischen instrumenteller und organoleptischer Messung nach 30 Minuten.....	76
Abbildung 27: Lineare Korrelation zwischen instrumenteller und organoleptischer Messung nach 180 Minuten.....	77
Abbildung 28: Zungenreiniger.....	105

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation von Halitosis (Klassifikation nach YAEGAKI und COIL (2000)) .....	10
Tabelle 2: „Treatment needs“ (Klassifikation nach YAEGAKI und COIL (2000)).....	11
Tabelle 3: Zwischenprodukte (Metabolite) der Atemluft bei systemischen Erkrankungen (Preti et al. 1997).....	15
Tabelle 4: Mikrobiologische Angriffsziele der Anti-Mundgeruch-Behandlung (nach NEWMAN 1996).....	21
Tabelle 5: Sekretionsrate, pH-Wert und Pufferkapazität von Speichel von Personen im Alter zwischen 15 und 55 Jahren (HELLWIG 2003).....	24
Tabelle 6: Begriffe, die man bei Halitophobie - Patienten meiden sollte (Filippi et al. 2006) .....	28
Tabelle 7: Fünf Regeln im Umgang mit Halitophobie - Patienten (modifiziert nach Yaegaki und Coil 1999) .....	28
Tabelle 8: Zusammensetzung der verwendeten Zahnpasten (NLS-Natriumlaurylsulfat) .....	46
Tabelle 9: Ergebnisse bei der Voruntersuchung (in ppb) .....	56
Tabelle 10: Ergebnisse 30 Minuten nach Anwendung der jeweiligen Zahnpasta (in ppb).....	56
Tabelle 11: Ergebnisse 180 Minuten nach Anwendung der jeweiligen Zahnpasta (in ppb).....	57
Tabelle 12: Verteilung der Differenzen 30 Minuten - 0 Minuten (N=20).....	73
Tabelle 13: Verteilung der Differenzen 30 Minuten - 0 Minuten (N=17).....	73
Tabelle 14: Verteilung der Differenzen 180 Minuten - 0 Minuten (N=20).....	74
Tabelle 15: Verteilung der Differenzen 180 Minuten - 0 Minuten (N=17).....	74

## 1 Einleitung

Fast eine Milliarde Dollar werden in den USA jährlich für deodorierende Mundspülösungen ausgegeben (LOESCHE 1999). Diese hohen Ausgaben zeigen, dass Mundgeruch Gegenstand von beträchtlichem öffentlichem Interesse ist (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992). Viele Menschen leiden unter Mundgeruch. Insgesamt wird von einer Prävalenz von ca. 25 Prozent in Europa, den USA und Japan ausgegangen (MIYASAKI et al. 1995, SEEMANN 2000a). Mundgeruch gehört jedoch trotz der hohen Inzidenz innerhalb aller Altersgruppen und kulturellen Klassen (SEEMANN et al. 2004a) zu den größten Tabuthemen in unserer Gesellschaft (JECKE 2002).

Man unterscheidet echten Mundgeruch, Halitosis genannt, der sowohl physiologischen als auch pathologischen Ursprungs sein kann, von einer psychosomatischen Halitosis, die in eine Pseudohalitosis und eine Halitophobie unterteilt werden kann (YAEGAKI und COIL 2000). Bei der psychosomatischen Halitosis sind Frauen signifikant häufiger betroffen als Männer (ROSENBERG und LEIB 1997).

Mundgeruchssprechstunden in Belgien, den USA und in Deutschland zeigen, dass in durchschnittlich 90 Prozent der Fälle eine Ursache in der Mundhöhle verantwortlich für die Geruchsentstehung ist (DELANGHE et al. 1996, ROSENBERG und LEIB 1997, SEEMANN et al. 2004a). Diese Geruchsentwicklung kommt vorwiegend durch anaerobe Bakterien zustande, deren Stoffwechselprodukte die Freisetzung flüchtiger Metabolite, wie z.B. flüchtige Schwefelverbindungen (VSC-volatile sulphur compounds), hervorrufen (DELANGHE et al. 1996). Innerhalb der bakteriellen Beläge im Mundbereich entfallen 41 Prozent auf Zungenbelag, 31 Prozent auf Gingivitis und 28 Prozent auf Parodontitis (DELANGHE et al. 1996). Folglich ist eine optimale Mundhygiene von großer Bedeutung, da dadurch Mundgeruch minimiert werden kann.

Es gibt eine große Anzahl an Strategien zur oralen Halitosisbeseitigung, beispielsweise durch maskierende Mundhygiene, antibakterielle Zusätze in Zahnpasten oder Mundspülösungen, oder durch oxidierende Zusätze in Mundhygieneprodukten und die Verwendung von Mundgeruchshemmern (vgl. BRUNETTE et al. 1998).

Da Mundspülösungen wegen Nebenwirkungen, wie z.B. Verfärbungen an Zähnen und Zunge oder Geschmacksbeeinträchtigung nicht länger als maximal ein bis zwei Wochen angewendet werden sollen (GAGARI und KABANI 1995, BOSY et al. 2004), spielen

Zahnpasten in Bezug auf Halitosis aufgrund ihrer regelmäßigen Anwendbarkeit eine bedeutende Rolle (RAVEN et al. 1996).

In einigen Studien wurde bereits die Wirkung verschiedener antibakterieller Zusätze in Zahnpasten in Bezug auf Mundgeruch untersucht. So konnten durch Natriumbikarbonatzusätze (vgl. NILES und GAFFAR 1997, BRUNETTE et al. 1998), Triclosan-Copolymer-Zusätze (vgl. SHARMA et al. 1999, NILES et al. 1999) und Zink- bzw. Zinnzusätze (vgl. SAXTON et al. 1985, 1986, BRUNETTE et al. 1996, GERLACH et al. 1998) positive Ergebnisse in Bezug auf Halitosis verzeichnet werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, bei ausgewählten Personen die Auswirkungen auf Halitosis durch klinische Prüfung zweier Zahnpasten mit 0,3-prozentigem und 0,5-prozentigem Zinkchloridzusatz und einer Plazebo-Zahnpasta zu prüfen. Dies wird zum einen instrumentell mit einem Sulfidmonitor und zum anderen organoleptisch untersucht. Abschließend werden die Ergebnisse untereinander verglichen.

.

## 2 Grundlagen von Halitosis

Die Literaturrecherche fand größtenteils über den OPAC-Katalog und über den Zeitschriftenkatalog im Internet unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> statt. Suchbegriffe hierfür waren <Halitosis>, <Mundgeruch>, <foetor ex ore>, <oral malodour> und <bad breath>.

Für den Begriff <flüchtige Schwefelverbindungen> wurde nachfolgend auch die englische Abkürzung <VSC's> (volatile sulphur compounds) gebraucht.

### 2.1 Definition von Mundgeruch

In der Fachliteratur wird *Halitosis* (lat. halitus = Atem, Hauch) und *Foetor ex ore* (lat. Gestank aus dem Mund) synonym verwendet (PSYCHREMBEL 260. Auflage 2004, LEXIKON ZAHNMEDIZIN, ZAHNTECHNIK 2000). Das LEXIKON ZAHNMEDIZIN, ZAHNTECHNIK (2000) definiert die Begriffe *Foetor ex ore*, *Halitosis* und *Kakostomie* als „üblichen Mundgeruch“, der in Folge bakterieller Zersetzungsprozesse in bestimmten Bereichen der Mundhöhle oder durch systemische Erkrankungen und Stoffwechselerkrankungen hervorgerufen wird.

Bei HOFFMANN-AXTHELM (1995) hingegen werden *Halitosis* und *Foetor ex ore* getrennt betrachtet. Ein Foetor ex ore ist demnach eine Ausatemluft, die durch pathologische Prozesse in der Mundhöhle selbst verursacht wird, wohingegen eine Halitosis einen atypischen Geruch darstellt, der im Gegensatz zum Foetor ex ore nicht nur bei Mundatmung sondern auch bei Nasenatmung ausgeprägt ist. Dessen Ursache kann sowohl in den Nasennebenhöhlen, im Respirationstrakt oder im Verdauungstrakt liegen.

TOUYZ (1993) hingegen teilt den Mundgeruch in vier Untergruppen ein:

Er unterscheidet zwischen *Ozostomia* (griech. ozo = riechen; stoma = Mund), *Stomatodysodia* (griech. stoma = Mund; disodia = übler Geruch), *Halitosis* (lat. halitus = Hauch, Atem; osis = Beschaffenheit) und *Foetor ex ore* (lat. foetor = starker Geruch; os = Mund). Als Ozostomia fasst man einen eitrigen Geruch aus dem oberen Respirationstrakt auf, wohingegen eine Stomatodysodia ihre Ursache im Bereich des unteren Respirationstraktes hat. Systemisch metabolische oder gastrointestinale Erkrankungen bzw. pathophysiologische Dysfunktionen werden mit Halitosis in Zusammenhang gebracht.

Ein Foetor ex ore wird vor allem mit pathologischen Veränderungen in der Mundhöhle verbunden.

Da in der englischsprachigen Literatur überwiegend der Begriff <Halitosis> als Synonym für Begriffe des Mundgeruchs, wie z.B. <bad breath> (GOLDBERG et al. 1994), <breath odor> (SCULLY et al. 1997), <foul smells>, <offensive breath> (MC DOWELL und KASSEBAUM 1993) und <oral malodour> (TESSIER und KULKARNI 1991) benutzt wird, werden auch im nachfolgenden Text die Begriffe <Halitosis> und <Mundgeruch> synonym verwendet.

## 2.2 Ursachen einer Halitosis

SEEMANN et al. (2004a) verzeichneten in einer deutschen interdisziplinären Mundgeruchssprechstunde folgende Ergebnisse:

Alle 407 Patienten, die die Sprechstunde an der Charité-Klinik in Berlin besuchten, klagten darüber, an Mundgeruch zu leiden. Konkret konnte aber nur bei 72,9 Prozent dieser Personen Mundgeruch festgestellt werden. Innerhalb dieser Gruppe wurde bei 92,7 Prozent eine orale und bei 7,3 Prozent eine extraorale Ursache eruiert. Bakterielle Zungenbeläge waren die häufigste Ursache für deren Mundgeruch, gefolgt von Entzündungen des Zahnhalteapparates und Erkrankungen im HNO-Bereich.

Bei einer Halitosis können sowohl physiologische als auch pathologische Ursachen in Frage kommen, die sowohl intraoralen als auch extraoralen Ursprungs sein können (Tabelle 1) (YAEGAKI und COIL 2000). Bei SEEMANN et al. (2004a) wiesen 43,4 Prozent der Patienten eine physiologische, 23,4 Prozent eine orale pathologische und 5,3 Prozent eine extraorale pathologische Halitosis auf.

Bei der psychosomatischen Halitosis unterscheiden YAEGAKI und COIL (2000) zwischen Pseudo-Halitosis und Halitophobie (Tabelle 1). SEEMANN et al. (2004a) eruier-ten bei 24,9 Prozent eine Pseudo-Halitosis und bei 2,2 Prozent eine Halitophobie als Ursache.

Für jede Art von Halitosis wird eine bestimmte Behandlungsanforderung, „Treatment needs (TN)“ genannt, gestellt (Tabelle 2) (YAEGAKI und COIL 2000, MURATA 2002).

<b>Echte Halitosis</b>	Deutlich wahrnehmbarer Mundgeruch mit einer Intensität über dem sozial annehmbaren Niveau	
<b>Physiologische Halitosis (TN-1)</b>	Mundgeruchsanstieg durch Fäulnisprozesse in der Mundhöhle. Entstehungsort ist v.a. der Zungenrücken. Kurzzeitige Halitosis durch Nahrungs- und Genussmittel (z.B. Knoblauch, Alkohol) sollte ausgeschlossen werden.	<b>Pathologische Halitosis</b>
	(TN-2) <i>orale Ursachen</i> Halitosis verursacht durch intraorale, pathologische Veränderungen (z.B. Zungenbelag, Parodontitis marginalis, schlechte Mundhygiene, durch Kofaktoren begünstigt (z.B. Xerostomie, Stress))	(TN-3) <i>extraorale Ursachen</i> Ursachen im HNO-Bereich (Nase, NNH, Kehlkopf), im internistischen Bereich (Lunge, oberer Verdauungstrakt) oder durch Allgemeinerkrankungen (Diabetes mellitus, Leberzirrhose, Urämie, innere Blutungen)
<b>Pseudohalitosis (TN-4)</b>		
Geruch, der durch andere nicht wahrgenommen wird, obwohl der Patient über Mundgeruchprobleme klagt. Die Situation kann durch Aufklärung und Beratung des Patienten und einfache Mundhygienemaßnahmen verbessert werden.		
<b>Halitophobie (TN-5)</b>		
Patienten glauben fälschlicherweise an Mundgeruch zu leiden und lassen sich weder durch Aufklärung und Beratung noch durch instrumentelle Messungen von ihrer Wahnvorstellung abbringen. Psychologische Hilfe lehnen sie ab.		

**Tabelle 1: Klassifikation von Halitosis (Klassifikation nach YAEGAKI und COIL (2000))**

<b>Behandlungsanforderungen (Treatment needs-TN) für Halitosis</b>	
<b>Kategorie</b>	<b>Beschreibung</b>
TN-1	Aufklärung über Halitosis und Instruktionen zur Mundhygiene (Hilfestellung und Verstärkung der individuellen Mundhygiene zur weiteren Verbesserung)
TN-2	Prophylaxe, professionelle Zahnreinigung und Behandlung von Erkrankungen im Mundbereich, vor allem Parodontalerkrankungen
TN-3	Überweisung zu einem anderen Arzt oder einem Spezialisten
TN-4	Erklärung der Untersuchungsergebnisse, weitere professionelle Anweisungen, Aufklärung und Beruhigung
TN-5	Überweisung zu einem Psychologen oder Psychiater

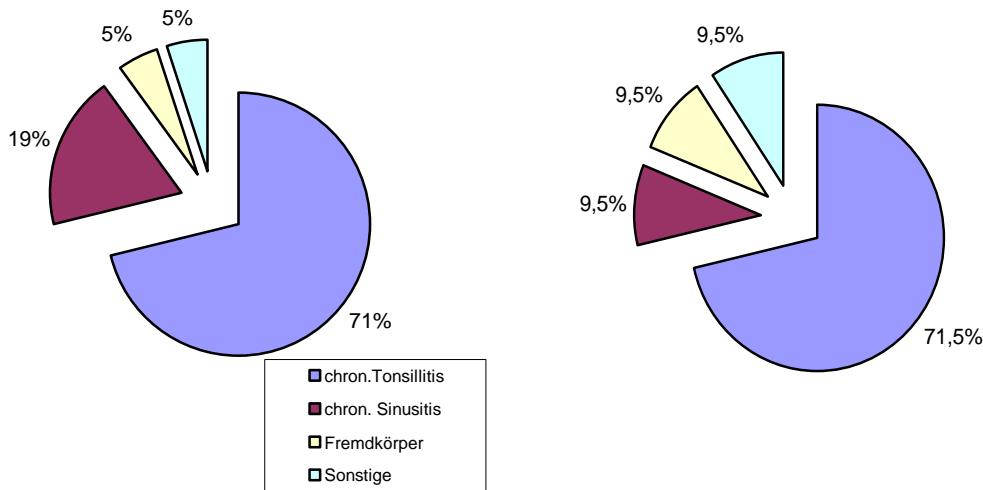
**Tabelle 2: „Treatment needs“ (Klassifikation nach YAEGAKI und COIL (2000))**

## 2.2.1 Extraorale Ursachen

Der Prozentsatz extraoraler Ursachen bewegt sich laut DELANGHE et al. (1996) im einstelligen Bereich, sollte aber trotzdem nicht vernachlässigt werden. Im Folgenden soll auf die häufigsten extraoralen Ursachen eingegangen werden.

### 2.2.1.1 HNO-Bereich

Krankheiten im Hals – Nasen – Ohren – Bereich, wie z.B. chronische Tonsillitis und chronische Sinusitis, haben eine wichtige Bedeutung in Bezug auf Halitosis und stellen mit fünf bis acht Prozent den größten extraoralen Auslöser für Halitosis dar (DELANGHE et al. 1996, 1997, 1999b). Die chronische Tonsillitis mit 71,5 Prozent (SEEMANN et al. 2004a) und die chronische Sinusitis mit 19 % (DELANGHE et al., 1996) sind davon die häufigsten Ursachen (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Prozentuale Häufigkeiten der Ursachen im HNO-Bereich nach Delanghe (DELANGHE et al. 1996) (links) und Seemann (SEEMANN et al. 2004a) (rechts)**

Die chronisch-eitrige Sinusitis produziert einen übel riechenden, eitrigen Austritt. Wenn eine Sinusitis zusätzlich zu einem Abszess an einer Zahnwurzel im Oberkiefer auftritt, ist der Zahnwurzelabszess die Ursache der Sinusitis (ATTIA et al. 1982).

Aus einer lang andauernden, chronischen Rhinitis kann sich eine Rhinitis atrophicans (Synonyme: Ozaena, „Stinknase“) entwickeln, die ebenfalls eine Halitosis verursachen kann (ROTGANS 1984).

Auch Karzinome des Mund – Rachen – Raumes können aufgrund der vermehrten Stoffwechselvorgänge einen positiven Einfluss auf die Entstehung von Mundgeruch haben (SCHWENZER et al. 2002). ATTIA et al. (1982) stellten heraus, dass Larynxkarzinome durch eitrige und nekrotisierende Läsionen von invasiven Karzinomen mit anaeroben und aeroben Bakterien infiziert werden und somit eine Halitosis hervorrufen können. Auch Tonsillen– und Pharynxkarzinome führen durch Ulzeration und Nekrose von Gewebe mit zusätzlicher Infektion zur Entstehung einer Halitosis. MC GREGOR et al. (1982) entdeckten bei Oropharynx-Karzinomen eine Zunahme von Trinidazol, das bei ulzerierenden malignen Tumoren einen fauligen Mundgeruch entstehen lässt (ROTGANS 1982), wohingegen beim Ösophaguskarzinom Dysphagie, Halitosis und Sodbrennen im Vordergrund stehen (KLOETERS und MÜLLER 2007). Deshalb sollte ein Patient neben der Messung von Halitosis auch nach Dysphagie und Sodbrennen

gefragt werden, um hier seitens des Zahnarztes bei der Früherkennung wichtige Gegebenheiten berücksichtigen zu können. Patienten mit prädisponierenden Risikofaktoren (z.B. Alkohol, Rauchen) für das Entstehen von Karzinomen können als Symptom Mundgeruch aufweisen (GOLDBERG et al. 1997, ROSENBERG 1996a, ROSENBERG und LEIB 1997, SCULLY et al. 1997). Somit nimmt auch hier die Früherkennung eine bedeutende Rolle ein.

Zudem können Fremdkörper in der Nase ebenfalls zur Geruchsentwicklung beitragen. Dies kann vor allem bei Kleinkindern durch in der Nase stecken gebliebene Gegenstände der Fall sein (ATTIA et al. 1982). Deshalb sollte bei einem lang andauernden, einseitigen Sekretaustritt mit üblem Geruch, zusätzlicher Infektion und nekrotischem Gewebe der Verdacht eines Fremdkörpers in der Nase in Betracht gezogen werden.

### 2.2.1.2 Gastro-Intestinaltrakt und Helicobacter pylori

Auch Krankheiten des Gastro-Intestinaltraktes (ATTIA et al. 1982) spielen bei einer extraoralen Ursache des Mundgeruchs eine Rolle (PRETI et al. 1992, 1997). Sie sind entgegen der Meinung vieler Ärzte und Patienten sehr selten und machen nur etwa ein Prozent aller Gründe aus (FILIPPI et al. 2006). Bei einer Gastritis kann es zur Gasbildung und säuerlichem Aufstoßen (Regurgitation) kommen, was eine Halitosis zur Folge haben kann. In den meisten Fällen ist jedoch der Gastrointestinaltrakt so gut abgedichtet, dass nur bei Patienten mit einer Insuffizienz des unteren Ösophagussphinkters eine Halitosisursache in Betracht gezogen werden muss (STEPHENSON et al. 1990, ROTGANS 1984). Ebenso können Divertikel in der Speiseröhre, wie z.B. das Zenker-Divertikel, aufgrund der Akkumulation von Speichel oder Essensresten zwangsläufig Ursache von Fäulnisprozessen und Mundgeruch sein. Durch chirurgische Entfernung der Divertikel können diese Prozesse gestoppt und die Ursache des Mundgeruchs beseitigt werden (ATTIA et al. 1982).

Auch das bei zirka einem Drittel der europäischen Bevölkerung (DELANGHE et al. 1996) im menschlichen Magen vorkommende gramnegative, mikroaerophile Stäbchenbakterium *Helicobacter pylori* (im Folgenden *H. pylori* abgekürzt) wurde von einigen Autoren mit der Entstehung von Mundgeruch in Beziehung gebracht, da durch eine An-

tibiotikabehandlung, die auf *H. pylori* ausgerichtet war, eine Beeinflussung von Halitosis beobachtet werden konnte (NORFLEET 1993, TIOMNY 1992).

DELANGHE et al. (1996) führten bei 21 von 260 Patienten einen C13-Urease-Test zum Nachweis von *H. pylori* durch. Bei sieben Patienten war dieser Test positiv und bei drei Patienten wurde eine Antibiotikabehandlung durchgeführt, die zu einem negativen *H. pylori*-Befund führte. Alle Patienten wurden von *H. pylori* geheilt, aber bei keinem konnte eine Abnahme von Mundgeruch aufgespürt werden. Die Auswirkung dieser Antibiotikabehandlung auf andere Keime wurde allerdings nicht untersucht, und somit ist die ursächliche Bedeutung von *H. pylori* in Bezug auf Halitosis ungewiss (SEEMANN 2000a).

### 2.2.1.3 Stoffwechsel und systemische Erkrankungen

Bei einigen systemischen Erkrankungen und Stoffwechselstörungen wird das Vorhandensein von Mundgeruch als Symptom angegeben (WEBER 2003). Daher kann bei einigen Stoffwechselentgleisungen ein charakteristischer Geruch wahrgenommen werden (WEBER 2003). Am bekanntesten ist der obstänliche Azetongeruch beim „Coma diabeticum“, der durch Anhäufung von Ketonkörpern im Blut hervorgerufen wird (PRETI et al. 1997). Ein vergleichbarer Geruch kann auch beim Fasten und bei Schlankheitskuren beobachtet werden (FILIPPI et al. 2006).

Bei Vergiftungsscheinungen durch Urämietoxine ist ein Ammoniakgeruch feststellbar, den man mit „Uringgeruch“ vergleichen könnte.

Ein bei Lebererkrankungen entstehender, charakteristischer Geruch ist auf Schwefelwasserstoff, aliphatische Säuren, Methylmercaptan, Ethanethiol und Dimethylsulfid zurückzuführen und wird als „Coma hepaticum“ bezeichnet. Bei den betroffenen Personen lässt sich einen Geruch nach roher Leber bzw. nach Erde wahrnehmen (ROTGANZ 1984). Wichtige systemische Erkrankungen sind in Tabelle 3 nach PRETI et al. (1997) aufgeführt.

Fehlt ein Vitamin im menschlichen Körper vollständig, spricht man von einer Avitaminose. Auslöser kann eine fehlerhafte bzw. mangelnde Ernährung oder eine Zerstörung der Darmflora nach Antibiotika einnahme sein. Als Folgekrankheiten können Skorbut (Vitamin C Mangel) oder Rachitis (Vitamin D Mangel) folgen. Diese können unter Um-

ständen Ulzerationen und Erosionen im Mund nach sich ziehen und eine Halitosis hervorrufen (ROTGANS 1984).

Laut SEEMANN (2000a) können auch Allgemeinerkrankungen wie Syphilis, Diphtherie oder die Immunschwächekrankheit AIDS sekundär zu einer akut nekrotisierenden Gingivitis mit charakteristischer Geruchsbildung führen. Ebenso kann bei der hormonellen Umstellung in den Wechseljahren eine Halitosis entstehen, die möglicherweise beiläufig zu den hormonellen Veränderungen auftritt (ATTIA und MARSHALL 1982). TONZETICH (1978) konnte bei einer Testgruppe eine zwei- bis vierfache Erhöhung flüchtiger Schwefelverbindungen zu Beginn des Eisprungs in der morgendlichen Atemluft feststellen. Dieser VSC-Anstieg (volatile sulphur compounds) geht mit einem erhöhten Progesteron- und Östrogenspiegel im Blut einher.

<b>Erkrankung</b>	<b>Metabolite in der Atemluft</b>
Diabetes mellitus	Ketonkörper
Urämie, Nierenversagen	Dimethylamin, Trimethylamin
Lungenkarzinom	Azeton, Methylethylketon, n-Propanol, Anilin,o-Tolidin
Karzinome des oberen Respirationstraktes/Oropharynx	gerade und verzweigte organische Säuren (C2-C5)
Lebererkrankungen	Schwefelwasserstoff, aliphatische Säuren (C2-C5), Methylmercaptan, Ethylmercaptan, Dimethylsulfid
Trimethylaminurie	Trimethylamin

**Tabelle 3: Zwischenprodukte (Metabolite) der Atemluft bei systemischen Erkrankungen (Preti et al. 1997)**

#### 2.2.1.4 Rauchen und Ernährungsgewohnheiten

Das Rauchen hat in Bezug auf die Mundgeruchsentstehung grundsätzlich zwei gegensätzliche Bedeutungen. Zum einen verursacht es den „smoker's breath“ (Raucheratem), der einen charakteristischen Mundgeruch hinterlässt (CHRISTEN 1970). Zum anderen kann durch das Rauchen auch eine Mundgeruchsreduktion verzeichnet werden (MIYASAKI et al. 1995, MORITA und WANG 2001).

Ein Raucheratem entsteht durch das Ausatmen von Bestandteilen des Tabakrauches, die sich auf den Schleimhäuten des oberen und unteren Respirationstraktes festsetzen, ebenso wie durch das Ausatmen zuvor resorbierter Rauchanteile, die über die Blutbahn zurück in die Lunge gelangen (CHRISTEN 1992, SEEMANN 2000a). Zudem wird durch das Rauchen die Plaqueretention erhöht und der gingivale Metabolismus erniedrigt, womit eine Reduktion der Sauerstoffspannung und somit eine Förderung des Wachstums von anaeroben, proteinabbauenden Bakterien einhergeht. Grund hierfür ist der reduzierte Speichelfluss (NEWMAN 1996). Folglich können eine Gingivitis oder eine Parodontitis entstehen, die Mundgeruch herbeiführen können (YAEGAKI und SANDA 1992b).

Allerdings findet sich in einigen Studien kein direkter Zusammenhang zwischen Rauen und Halitosis, wenngleich der Tabakrauch die für eine Halitosis ursächlichen VSC's enthält (SÖDER et al. 2000). Zum Teil wurde sogar ein negativer Zusammenhang in Bezug auf Mundgeruch festgestellt (MIYASAKI et al. 1995, MORITA und WANG 2001).

Auch Nahrungs- und Genussmittel können eine kurzzeitige physiologische Halitosis hervorrufen. Hier spielt vor allem der Verzehr von Knoblauch und Zwiebeln, als auch der Genuss von Alkohol, eine Rolle (MORRIS und READ 1949, MURATA et al. 2002).

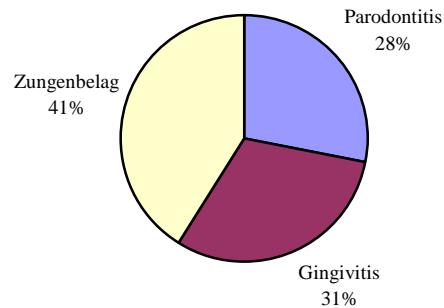
Des Weiteren kann ein übler Geruch auch durch den Übergang flüchtiger, geruchsbildender Verbindungen aus dem Blut der Lunge in die Atemluft auftreten, wie beispielsweise Allyl–Methyl–Sulfide des Knoblauchs. Dieser hierdurch entstehende typische Knoblauchgeruch tritt nach zirka 30 Minuten ein und kann bis zu 72 Stunden anhalten (MORRIS und READ 1949). Außerdem kann eine hohe Konzentration an Propyl–Mercaptan in Zwiebeln eine „Zwiebel-Halitosis“ hervorrufen (TANGERMAN 2002). Extraorale Ursachen bewegen sich, wie bereits erwähnt, nur im einstelligen Bereich (DELANGHE et al. 1996). Auf die am häufigsten für Halitosis in Betracht kommenden oralen Ursachen muss daher besonderes Augenmerk gelegt werden.

## 2.2.2 Orale Ursachen

85 bis 90 Prozent der Halitosis sind orale Ursachen (AMIR et al. 1999, DELANGHE et al. 1996, 1999a, ROSENBERG und LEIB 1997, SEEMANN et al. 2004a, TONZETICH 1978), wobei vor allem bakterielle Zungenbeläge und Entzündungen des Zahnhalteapparates als Ursache eruiert werden können (ROSENBERG und LEIB 1997, DELANGHE et al. 1996, 1999a) (Abbildung 2).

Aber auch eine mangelnde Mundhygiene, offene kariöse Läsionen und Speichelbeschaffenheit können zur Mundgeruchsentstehung beitragen (RATCLIFF und JOHNSON 1999, SÖDER et al. 2000, TONZETICH 1976, YAEGAKI 1992a,b).

Im Folgenden sollen diese Ursachen näher erläutert, und die Rolle der flüchtigen Schwefelverbindungen in Bezug auf Halitosis dargestellt werden.



**Abbildung 2:** Verteilung der oralen Ursachen für Mundgeruch nach Delanghe (DELANGHE et al. 1996)

### 2.2.2.1 Zungenbelag

Zungenbelag setzt sich aus Nahrungs- und Epithelresten, Speichelbestandteilen und Blut zusammen (VAN STEENBERGHE und ROSNBERG 1996). Mit bis zu 51 Prozent aller oraler Ursachen ist der Zungenbelag Spitzenreiter für Mundgeruch (DELANGHE et al. 1999a). Die Mikroflora des Zungenrückens ist die Hauptursache bei der Entstehung flüchtiger Schwefelverbindungen (LOESCHE und KAZOR 2002, YAEGAKI und SANDA 1992a). Hier sitzen 60 Prozent aller oraler Bakterien (YAEGAKI und SANDA 1992a). Der Grund liegt in der Oberflächenbeschaffenheit der Zunge und ihrer besonderen papillenartigen Struktur, die einen Anhaftpunkt für Bakterien darstellt (DE BOEVER et al. 1995). Demzufolge identifizierten BOSY et al. (1994) 92,5 Prozent der am häufigsten Mundgeruch verursachenden Bakterien *T. denticola*, *P. gingivalis* und *T. forsythia*, auf dem Zungenrücken. Diese Bakterien können mit dem BANA-Test (Benzoyl-DL-Arginin- $\beta$ -Naphtylamid) auf der Zunge nachgewiesen werden (BOSY et al. 1994, KOZLOVSKY et al. 1993). Allerdings konnte hier kein Zusammenhang zwischen interproximalen Plaqueproben und VSC-Werten hergestellt werden, was sich mit Ergebnissen von MAITA (1996) deckt.

Bei Patienten mit hohen organoleptischen Messungen wurden um bis zu zehnfach höhere Bakterienzahlen gefunden als bei Patienten ohne Mundgeruch (HARTLEY et al. 1996). Bei Patienten mit Zungenbelag war die Bakterienzahl zudem um ein 25-faches pro Flächeneinheit höher als bei Personen, die keinen Zungenbelag aufwiesen (DE BOEVER und LOESCHE 1996). Ursächlich für übermäßigen Zungenbelag können auch eine verminderte Speichelflussrate und die damit verbundene Mundtrockenheit sein (KLEINBERG et al. 1992). Die Bestimmung der Speichelflussrate soll eine Unterscheidung von echten Halitosis-, Pseudohalitosis- und Halitophobie-Patienten ermöglichen und stellt somit ein wichtiges Kriterium bei der Halitosis-Diagnose dar (KLEINBERG et al. 2002b).

Bei anderen Oberflächenbesonderheiten der Zunge, wie z.B. der Lingua nigra (Haarzunge), ist nicht zwangsläufig eine Halitosis zu erkennen. Derartige Oberflächen können dazu aber möglicherweise einen Beitrag leisten. Hierbei handelt es sich um dicht stehende, fadenförmige Hyperkeratosen im mittleren und hinteren Zungendrittel, wobei die sonst zirka einen Millimeter großen filiformen Papillen bis zu zwanzigmal größer

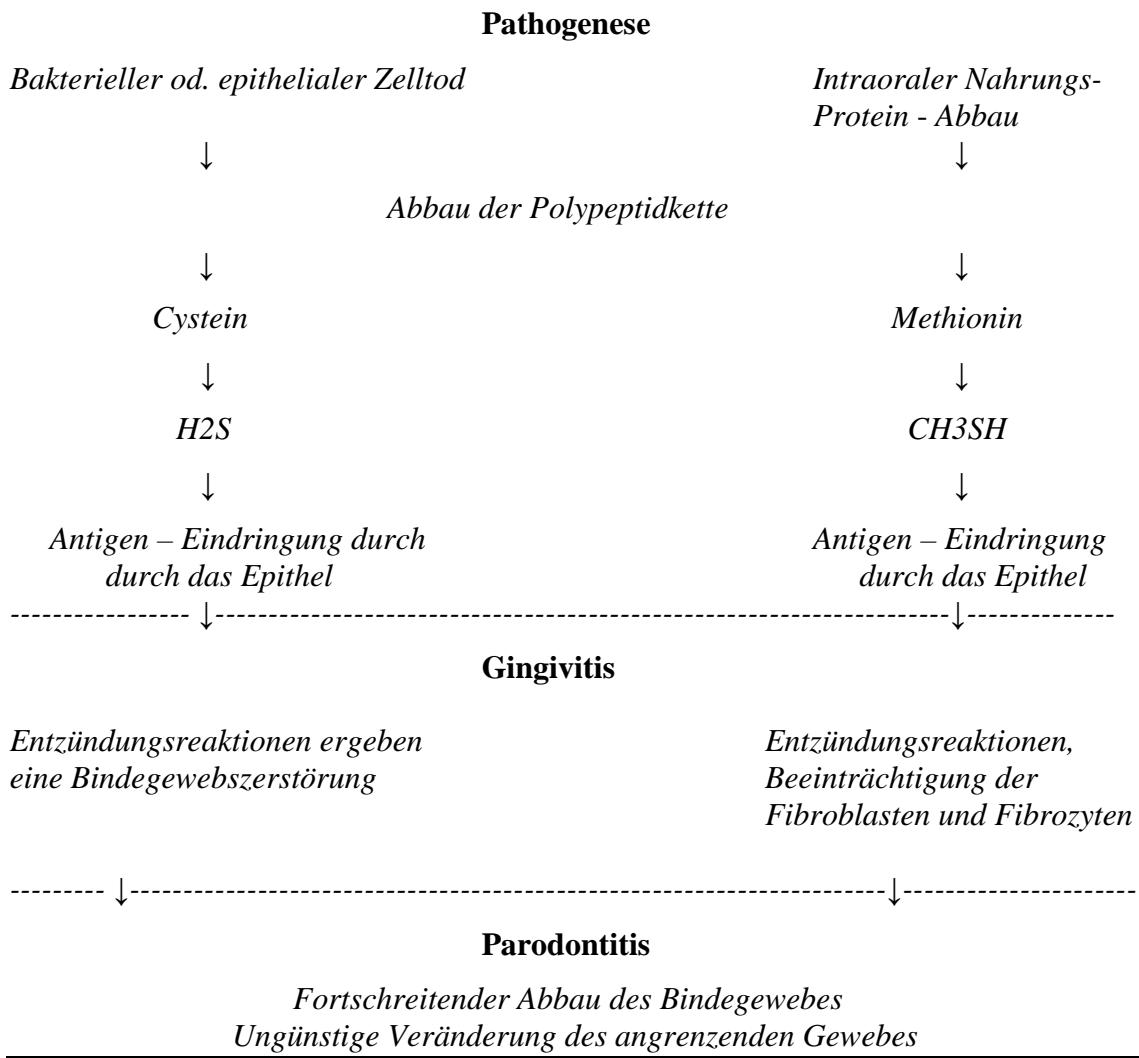
werden können. Davon abzugrenzen ist die Melanoglossie, die nach häufigem Mundspülen mit Chlorhexidin auftreten kann (HORCH 2007). Die Lingua geographicā (Landkartenzunge) lässt einen zwei bis drei Millimeter breiten grau–gelblichen Saum am Zungenrand erkennen und tritt häufig in Verbindung mit der Lingua plicata (Faltenzunge) auf (ROTGANS 1984).

Durch eine tägliche Zungenreinigung kann aber eine Bakterienreduktion von bis zu 76 Prozent erreicht (TONZETICH, 1976) und dadurch die Stärke des Mundgeruchs vermindert werden (DE BOEVER et al. 1996).

### 2.2.2.2 Parodontalerkrankungen und Mundhygienegewohnheiten

Dass ein Zusammenhang zwischen Halitosis und Parodontalerkrankungen besteht, ist in mehreren Studien belegt (BOSY et al. 1994, DE BOEVER und LOESCHE 1996, MIYASAKI et. al. 1995, 1996, RATCLIFF und JOHNSON 1996, ROSENBERG 1997, TONZETICH 1977, 1978, SÖDER et al. 2000).

In einer belgischen interdisziplinären Studie wurden 260 Patienten mit Mundgeruch untersucht. Bei den Patienten, deren Mundgeruch oraler Herkunft war (87 Prozent), hatten 41 Prozent Zungenbelag, 31 Prozent Gingivitis, und 28 Prozent Parodontitis (DELANGHE et al. 1996) (Abbildung 2). TONZETICH (1978) erkannte, dass der Gehalt an flüchtigen Schwefelverbindungen, Fäulnisprozessen und die Geruchsstärke bei Entzündungen in der Mundhöhle oder bei Parodontopathien erhöht ist. Es wird angenommen, dass eine erhöhte Produktion von flüchtigen Schwefelverbindungen und eine vermehrte Aufnahme von Schwefelwasserstoff durch Epithelzellen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Parodontopathien spielen (Abbildung 3). Deshalb ist es wichtig, zwischen verschiedenen Bakterien bei Parodontitis-erkrankungen zu unterscheiden (Tabelle 4).



**Abbildung 3:** Auswirkungen flüchtiger Schwefelverbindungen (VSC), die Gingivitis und Parodontitis verursachen können (RATCLIFF und JOHNSON 1999)

**Spezifische Bakterien, die zur VSC-Produktion beitragen**

Chronische Parodontitis (alte Bezeichnung: Chronisch Adulte Parodontitis (CAP))

*Porphyromonas gingivalis*

*Prevotella intermedia / nigrescens*

*Aggregibacter actinomycetemcomitans (Aa) (alte Bezeichnung: Actinobacillus actinomycetemcomitans)*

*Campylobacter rectus*

*Fusobacterium species*

*Peptostreptococcus micros*

*Tannerella forsythia (alte Bezeichnung: Bacteroides forsythus)*

*Eubacterium species*

*Treponema species*

Aggressive Parodontitis (alte Bezeichnung: Refraktäre Adulte Parodontitis (RAP))

*Gleiche wie CAP und verschiedene exogene Spezies:*

*Pseudomonas species*

*Enteric rods*

*Candida species*

Diverse andere Mikroorganismen begegnen häufig

Akut Nekrotisierende Parodontitis

*Gleiche wie RAP und Spirochäten*

Akut Nekrotisierende Ulzerierende Gingivitis

*Gleiche wie Akute Nekrotisierende Parodontitis*

Zungen und Tonsillenflora

*Gleiche wie chronische Parodontitis + Capnocytophaga species und Rothia species*

---

**Tabelle 4: Mikrobiologische Angriffsziele der Anti-Mundgeruch-Behandlung (nach NEWMAN 1996)**

Ebenso ist es wichtig, zu wissen, dass Bakterien in entzündeten Taschen aufzufinden sind. Dort ist die Konzentration von Methylmercaptan vergleichsweise zu Schwefelwasserstoff höher (GOLDBERG und ROSENBERG 1996). Daraus lassen sich die Ergebnisse von YAEGAKI und SANDA (1992b) erklären, die bei Parodontitis-Erkrankten ein achtmal größeres Methylmercaptan-Schwefelwasserstoff-Verhältnis diagnostizierten als bei parodontal gesunden Patienten. Dieses Verhältnis steigt laut Studie mit der Schwere der Erkrankung. Diese Ergebnisse gehen konform mit anderen

Untersuchungen, wie sie auch PERSSON et al. (1990) und SÖDER et al. (2000) durchführten.

Dass Zähneputzen eine Reduktion flüchtiger Schwefelverbindungen bewirkt, zeigt MAITA (1996) auf. Bei acht freiwilligen, gesunden Studenten, die sich für 24 Stunden jeglicher Mundhygienemaßnahmen enthielten, konnte nach fünfminütigem Zähneputzen eine signifikante Reduktion der VSC-Konzentration nachgewiesen werden. Auch ROSENBERG und MC CULLOCH (1992b) stellten heraus, dass mit einer ordentlichen Mundhygiene (Zähneputzen, Zungenreinigung, Zahndeide, Mundwasser) flüchtige Schwefelverbindungen (CH<sub>3</sub>SH, H<sub>2</sub>S), die durch die morgendlich bedingten oralen Fäulnisprozesse entstehen, kontrolliert werden können und durch eine Nahrungsaufnahme der morgendliche Mundgeruch vermindert werden kann (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b). Der Grund hierfür liegt in der Fortleitung der Nahrung über den Zungenrücken und der Ablösung des oberflächlichen Fäulnis-Films durch die Nahrungszufuhr (TONZETICH 1976). Ebenfalls wird in einer schwedischen Studie deutlich, dass Halitosis mit Mundhygienemaßnahmen und Zahnarztbesuchen in Beziehung gesetzt werden kann. Signifikante Unterschiede in allen klinischen Parametern (Plaque-, Zahnstein- und Gingiva-Index, Taschentiefen  $\geq$  5 Millimeter) waren zwischen Patienten mit oder ohne Halitosis vorhanden, die ihren Zahnarzt regelmäßig im Zeitraum von ein bis drei Jahren aufsuchten und jenen, die ihren Zahnarzt länger als drei Jahre nicht kontaktierten (SÖDER et al. 2000).

Eine belgische Studie zeigt ein anderes Ergebnis, in der Patienten mit schlechter Mundhygiene oder Parodontitis nicht unbedingt Mundgeruch aufweisen (DE BOEVER und LOESCHE 1996). Diese Ergebnisse gehen konform mit BOSY et al. (1994) und MIYASAKI et al. (1995).

### 2.2.2.3 Karies

Mit schlechter Mundhygiene geht auch eine Entstehung von Plaque einher. Letztgenannte stellt einen notwendigen Faktor für die Kariesentstehung dar. Ihre Metaboliten sind für die Demineralisation der Zahnhartsubstanzen verantwortlich (HELLWIG 2003). Somit bieten eine multiple Karies neben oberflächenporösen Randspalten und Prothesen ideale Bedingungen für Bakterien und für die Entstehung von Halitosis. Eine

systematische Behandlung bzw. ein Zahnersatz verbessern oft die Erfolgsaussichten auf eine gesunde Mundhöhle, wenn das Problem des Mundgeruchs dentaler Natur ist (NEWMAN 1996, ROTGANS 1984). Auch Schlupfwinkel, wie Interdentalräume, überstehende Restaurationsränder, Zahnstein und Zahnplaque können Karies, und damit Mundgeruch entstehen lassen (NEWMAN 1996). Diese Schmutznischen sind individuell verschieden zugänglich und somit hat nicht jeder Patient mit einer Karies Mundgeruch, und nicht jeder Patient mit Mundgeruch eine Karies (KLEINBERG und CODIPILLY 1997). Es ergibt sich sogar scheinbar ein Widerspruch zwischen Karies und Mundgeruch, da der mit Karies einhergehende saure pH-Wert eine Halitosis verringern, wohingegen ein alkalischer pH-Wert die Bildung von üblem Geruch induzieren kann (KLEINBERG und WESTBAY 1992, KLEINBERG und CODIPILLY 1996).

#### 2.2.2.4 Speichelbeschaffenheit und Speichelmenge

Eine Verminderung des Speichelflusses kann ein erhöhtes Kariesrisiko nach sich ziehen. Dabei wird die Pufferkapazität des Speichels verringert, und Mundgeruch kann entstehen (HELLWIG 2003). Eine Reduktion des Speichelflusses kann aufgrund von Dehydrierung infolge organischer Schäden, Diabetes mellitus, Atrophie, Fieber, Medikamenteneinnahme, Mundatmung, anhaltendem Sprechen oder emotionalem Stress entstehen und eine Halitosis verursachen (ROTGANS 1984).

Bei Störungen der Speichelsekretion kommt es zur Bildung von übel riechenden Eiweißzerfallsprodukten und zur pathologischen Keimbesiedlung. Neben einer krankhaften Mundtrockenheit (Asialorrhea) kann auch übermäßiger Speichelfluss (durch im Speichel ausgeschiedene Medikamente, wie z.B. Jod oder Tetrazyklin) Mundgeruch verursachen (REIß M. und G. 2000).

Grundsätzlich hat Speichel zahlreiche Aufgaben und Funktionen wie z.B. Spülfunktion, Pufferung von Säuren, (Re-) Mineralisation, antibakterielle Aktivität und Vorverdauung der Nahrung (HELLWIG 2003). Die Sekretionsrate des Ruhespeichels der drei großen Speicheldrüsen Glandula parotis, Glandula submandibularis und Glandula lingualis beträgt 0,25-0,35 ml/min, die des stimulierten Speichels 1-3 ml/min (Tabelle 5). Eine verminderte Speichelfließrate kann zum Austrocknen der Schleimhäute und zur Freiset-

zung von Putreszin und Cadaverin führen. Diese biogenen Amine korrelieren stark mit der Mundgeruchsbildung (GOLDBERG et al. 1994).

	<b>Ruhespeichel</b>	<b>Stimulierter Speichel</b>
<b>Sekretionsrate (ml/min)</b>		
normal sehr niedrig	0,25-0,35 $< 0,1$	1-3 $< 0,7$
<b>pH</b>		
normal sehr niedrig	6,5-6,9 $< 6,3$	7,0-7,5 $< 6,8$
<b>Pufferkapazität</b>		
normal sehr niedrig	4,25-4,75 $< 3,5$	5,75-6,5 $< 4$

**Tabelle 5: Sekretionsrate, pH-Wert und Pufferkapazität von Speichel von Personen im Alter zwischen 15 und 55 Jahren (HELLWIG 2003)**

Nimmt die Speichelsekretion zu, ist der Bikarbonatgehalt im Speichel erhöht, und der pH-Wert des Speichels steigt an (HELLWIG 2003). Einerseits ist für bestimmte gram-negative Bakterien ein erhöhter pH-Wert gut, andererseits wirkt eine größere Spülfunktion bei Stimulierung diesem erhöhten pH-Wert entgegen (REINGEWIRTZ 1999). GOLDBERG und ROSENBERG (1996) deckten bei ihren Speichelinkubationsversuchen eine Verminderung der Mundgeruchsbildung durch Gentianviolett, Lysozym, CHX und durch Antibiotika wie Ampicillin, Penicillin und Metronidazol auf. Grund hierfür waren erhöhte Temperaturen ( $42^{\circ}\text{C}$ ) und ein niedriger pH-Wert ( $\text{pH} < 6$ ).

In einer japanischen Studie wurden 339 Personen im Alter zwischen 40 und 60 Jahren auf den Zusammenhang zwischen oralen Parametern und Mundgeruch untersucht. Es wurde festgestellt, dass eine erhöhte Speichelviskosität mit einer größeren Anzahl an organischen Komponenten (v.a. Blut und Glykoproteine) einen positiven Einfluss auf das Putrefaktionsgeschehen aufweist. Durch Messungen mit speziell entwickelten Teststreifen (Sahvaster-Bld@Showa, Yakuhin Kako, Co. Ltd., Tokyo, Japan) konnten somit erhöhte Blutwerte im Speichel mit dem Vorhandensein von Mundgeruch in Verbindung gebracht werden (ONOZAWA et al. 1996). Die Speichelfließrate scheint eher ein Ein-

flussfaktor in der Kariesaktivität zu sein, als in Bezug auf Mundgeruch. Dies diagnostizierten MIYASAKI et al. (1996), die keinen signifikanten Unterschied bei den VSC-Werten zwischen Teilnehmern mit stimulierten Speichelfließraten von < 1,0 ml/min bzw. 1,0-3,0 ml/min und Werten  $\geq 3,0$  ml/min messen konnten.

### 2.2.2.5 Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid

Um zu erkennen, ob flüchtige Schwefelverbindungen Hauptbestandteil des Mundgeruchs sind, müssen sie auch in der Atemluft nachweisbar sein. Durch chemische und instrumentelle Analysen wurden hohe Konzentrationen im Dampfraum putrifizierender Systeme nachgewiesen, jedoch sind diese Verfahren nach TONZETICH (1977) nicht sensibel genug um geringere Konzentrationen in der Atemluft messen zu können (ROTGAN 1984). Weitere Ansätze, flüchtige Schwefelverbindungen in der Atemluft nachzuweisen, erfolgten durch Messungen mit einem Gaschromatographen, der mit einem Flammen–Ionisations–Detektor (FID) versehen war. Hierbei konnten Methanol, Azeton und Ethanol nachgewiesen werden. Trotzdem erzeugte keiner dieser Stoffe einen Putrefaktionsgeruch (LARSSON 1965). Eine exakte qualitative und quantitative Bestimmung von Schwefelbestandteilen in der Atemluft mit einem Gaschromatographen gelang erst mit der Entwicklung eines hochselektiven, empfindlichen flammenphotometrischen Detektor (FPD) (TONZETICH 1977). Damit können die Atemluftkomponenten Methylmercaptan und Schwefelwasserstoff, die 90 Prozent des kompletten Schwefelanteils ausmachen, konstatiert werden. Diese beiden Stoffe sind vor allem für den unangenehmen fauligen Geruch im Mund verantwortlich. Dimethylsulfid trägt ebenfalls zur Mundgeruchsentstehung bei, allerdings in geringeren Konzentrationen und folglich durch einen schwächer wahrnehmbaren Geruch. Im Gegensatz zum Halimeter ist ein Gaschromatograph in der Lage, zwischen den drei Hauptkomponenten Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), Methylmercaptan ( $CH_3SH$ ) und Dimethylsulfid ( $CH_3SCH_3$ ) zu unterscheiden (SUAREZ et al. 2000) (Abbildung 5).

So können flüchtige Schwefelverbindungen das Parodont schädigen, indem sie die Durchlässigkeit der oralen Schleimhaut für Stoffe wie Endotoxine erhöhen, den Kollagen- und Proteinabbau vorantreiben oder die Protein-, DNA- und Kollagensynthese reduzieren (JOHNSON et. al. 1996; YAEGAKI 1997). Des Weiteren können sie die

Produktion von Sauerstoffradikalen durch polymorphe neutrophile Granulozyten stimulieren (RATCLIFF 1999) und somit zu einer Halitosis beitragen.

Eine große Bandbreite an flüchtigen Schwefelverbindungen (abgekürzt VSC's) sind Endprodukte des bakteriellen Stoffwechsels (Abbildung 4) (KLEINBERG et al. 1999). Diese Verbindungen entstehen durch Interaktion gramnegativer Bakterien mit geruchsaktiven Aminosäuren. Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) wird durch Desulfurylierung schwefelhaltiger Aminosäuren (Cystein, Cystin und Methionin) gebildet. H<sub>2</sub>S ist eine flüchtige Verbindung und kommt bei einem pH – Wert von 7 vor, während im alkalischen Bereich (pH > 7) überwiegend Ionen (HS<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>) vorliegen. Diese Ionen sind toxisch, da sich Sulfid mit Eisen von Cytochromen und anderen eisenhaltigen Stoffen verbindet (FILIPPI et al. 2006). Zur Mundgeruchsentstehung tragen aber auch die Tryptophan-Abbauprodukte Indol und Skatol, Amine, wie Cadaverin und Putreszin, die durch Decarboxylierung von Ornithin und Lysin oder durch Desaminierung von Arginin entstehen, und kurzkettige Fettsäuren von verschiedenen aliphatischen Aminosäuren bei (KLEINBERG und CODIPILLY 1999). Diese Vielfalt an Produkten anstatt einer bestimmten Spezies wirkt sich auf die verschiedenen Ausprägungen von Halitosis aus.

### **Bakterielle Fäulnisprozesse**

Peptide/Proteine

↓ *Proteolyse*

Aminosäuren

↓ *Aminolyse*

Fäulnisprodukte

↓

↓

Mundgeruch      Gingivitis - Parodontitis

**Abbildung 4: Orale Bakterien – Fäulnisprozesse und ihre Relation zu Mundgeruch und Gingivitis – Parodontitis ( Klassifikation nach KLEINBERG und CODIPILLY 1999)**

### 2.2.3 Psychisch bedingte Halitosis

Es scheint ein paradoxes Phänomen zu sein, dass Menschen mit Mundgeruch diesen oft nicht wahrnehmen, während Patienten ohne Mundgeruch teilweise fest davon überzeugt sind, darunter zu leiden (ELI et al. 2001). Bei einer psychisch bedingten Halitosis unterscheidet man zwischen Pseudohalitosis und Halitophobie (Tabelle 1) (YAEGAKI und COIL 2000). Pseudohalitosis-Patienten lassen sich meistens durch Diagnostik und Therapie davon überzeugen, dass ihr Mundgeruch durch objektive Untersuchung und instrumentelle Messung nicht vorhanden ist. Ein Halitophobiker hingegen lässt sich durch Untersuchungen nicht überzeugen, dass er sich den übeln Geruch nur einbildet und es keiner körperlichen oder somatischen Behandlung bedarf (ROSENBERG und LEIB 1997). Bei letzteren Patienten dreht sich alles um das Paranoid, unerträglich aus dem Mund zu riechen. Das Hauptaugenmerk bei zwischenmenschlichen Beziehungen konzentriert sich ausschließlich auf Anzeichen seiner Mitmenschen, die auf seinen Mundgeruch hinweisen könnten. Als Verdachtsgrund gelten naturgemäße Gesten, wie das Wegdrehen des Kopfes oder ein kurzes Bedecken der Nase. Bei präzisem Nachhaken sind Halitophobie-Patienten allerdings nie auf einen übel riechenden Atem angesprochen worden (JOHNSON 1996, NAGEL et al. 2006). Wenn diese Wahnvorstellungen im Laufe der Zeit eine immer stärkere Ausprägung erfahren, spricht man von dem Begriff des *olfaktorischen Referenzsyndroms* (JOHNSON 1996). Älteren Berechnungen zufolge geht man bei psychisch bedingter Halitosis von einer Häufigkeit von fünf Prozent aus (DELANGHE et al. 1996), während aktuelle Studien zeigen, dass das Kontingent an Patienten mit psychischer bzw. psychiatrischer Ursache selbst bei 12-27 Prozent liegt. Bei SEEMANN et al. (2004a) zeigen 27,1 Prozent eine psychisch bedingte Halitosis an, wovon 24,9 Prozent an Pseudohalitosis und 2,2 Prozent an Halitophobie leiden. Ein Grund für den hohen Anteil an psychisch bedingter Halitosis bei SEEMANN et al. (2004a) könnte die Tatsache sein, dass es in Deutschland weniger Anlaufstellen für Halitosis gibt, als in anderen Ländern wie z.B. in Belgien (DELANGHE et al. 1996). Besonders gefährlich für den alltäglichen und sozialen Rahmen eines Patienten werden aus der Krankheit resultierende Verhaltensweisen, wie z.B. sich aus der Angst heraus, andere Menschen mit seinem Geruch zu belästigen, sich immer mehr von Mitmenschen zurückziehen und sich mehr und mehr zu isolieren (JOHNSON 1996, YAEGAKI und

COIL 1999). Anhand spezieller Fragebögen (siehe Anhang 9.7), bei denen einige Fragen zur psychischen Situation des Patienten eingebaut sind, kann eine Kommunikation diagnostegerecht aufgebaut werden (NAGEL et al. 2006, FILIPPI et al. 2006). Bei der Fragestellung ist es sinnvoll, bestimmte Begriffe zu meiden (Tabelle 6) und sich an fünf Regeln von YAEGAKI und COIL (1999) im Umgang mit Halitophobie-Patienten zu halten (Tabelle 7).

Halluzinose, halluzinieren
Wahn, wahnhaft, fixe Idee, Unsinn, eingebildeter Mundgeruch, sich einbilden, „das kommt Ihnen nur so vor“
Pseudohalitosis, Halitophobie, psychisch, psychosomatisch, pathologisch, Psychotherapie

**Tabelle 6: Begriffe, die man bei Halitophobie - Patienten meiden sollte (Filippi et al. 2006)**

1. Der Behandler gibt sich keiner Auseinandersetzung mit dem Patienten hin, ob Mundgeruch vorherrscht oder nicht.
2. Es sollte untersucht werden, ob der Patient auf das Verhalten anderer achtet und seinen Mundgeruch als störend für die Mitmenschen empfindet.
3. Dem Patienten muss deutlich gemacht werden, dass Abwendungen von Mitmenschen ganz normal vorkommen können und nicht darauf abzielen, dass Mundgeruch vorhanden ist.
4. Der Halitophobiker soll Instruktionen zur Optimierung seiner Mundhygiene bekommen, da er von dem Vorhandensein seiner Halitosis überzeugt ist. Wenn er merkt, nicht ernst genommen zu werden, wird er sich an andere Spezialisten wenden.
5. Der Patient sollte darauf aufmerksam gemacht werden, dass er nicht vom Verhalten anderer auf seinen Mundgeruch schließen soll. Wenn der Halitophobiker nicht geheilt werden kann, sollte ein Psychologe herangezogen werden, um diese Angewohnheit zu beseitigen, die sich während ihrer/seiner langen Mundgeruch – Vorgesichte entwickelt hat. Wenn die Patienten dieses Habit aufheben können, werden sie von ihrer Ängstlichkeit befreit.

**Tabelle 7: Fünf Regeln im Umgang mit Halitophobie - Patienten (modifiziert nach Yaegaki und Coil 1999)**

## 2.3 Messung von Mundgeruch

Viele Patienten sind, wie bereits erwähnt, fälschlicherweise der Meinung, unter Mundgeruch zu leiden (Tabelle 1). Daher stellt die Diagnose ein wichtiges Kriterium zur Erkennung einer Halitosis. Diese kann auf der Basis zweier Verfahren erfolgen (ROSENBERG et al. 1991a,b).

Erste Möglichkeit: Die Bekräftigung des unangenehmen Geruchs durch den Patienten selbst, wobei nicht jeder Halitosis-Patient selbst davon weiß, sondern erst von Dritten darauf aufmerksam gemacht wird.

Zweite Möglichkeit: Die Bestätigung des übeln Geruchs erfolgt durch den Untersucher, und dieser forscht nach der Ursache. Hierfür gibt es die Möglichkeit der organoleptischen (Bewertung mit dem Geruchssinn) und der instrumentellen Auffassung mit bestimmten Messgeräten. Zudem wird bei der organoleptischen Erfassung auch die Stärke des Mundgeruchs festgehalten, um nach einiger Zeit das Heilverfahren kontrollieren zu können. Im folgenden Teil der Ausarbeitung werden diese beiden Techniken genauer untersucht.

### 2.3.1 Organoleptische Messung

Das Wort Organoleptisch kommt aus dem Englischen, wobei „organoleptic“ „sensoryisch“ bedeutet. Allein durch den Geruchssinn soll hier der Mundgeruch eingeschätzt werden. Hierbei wird die Geruchswahrnehmung in verschiedene Schweregrade unterteilt. Eine der gängigsten und jederzeit in der Praxis anwendbaren Methoden ist die Einteilung in die Schweregrade 1-5 nach ROSENBERG et al. (1991), wobei 1 für fraglichen Geruch, 2 für leichten Geruch, 3 für mäßigen Geruch, 4 für starken und 5 für extrem starken Geruch steht.

Durch Studien von IWAKURA et al. (1994) wird deutlich, dass viele Patienten glauben, ihren Mundgeruch selbst „messen“ zu können. Sie bedienen sich dabei verschiedenster Techniken, wie z.B. dem Hauchen in die eigenen Hände, das Riechen an einem Finger, oder durch das Streichen mit der Zunge über ein Handgelenk. Als Weiteres kann das Riechen am Speichel nach dem Trocknen, oder das Riechen des ausgehauchten Atems unter einer Decke exemplarisch aufgezählt werden (ROSENBERG und LEIB 1997).

In einer japanischen Studie wurde festgestellt, dass viele Patienten, deren primäres Problem ihrer Meinung nach Mundgeruch ist, sich zu 25 Prozent in ihrer Annahme täuschten (17 von 68 Patienten hatten tatsächlich Halitosis). Patienten hingegen, die ihren Mundgeruch als nebensächliches Problem betrachteten, wiesen in 52,6 Prozent eine Halitosis auf. Insgesamt konnte bei 10 von 19 Patienten eine Halitosis festgestellt werden.

Um das Problem der oft falschen Selbsteinschätzung Patienten nahe zu bringen, wurden in einer israelischen Studie die Patienten aufgefordert, eine ihnen nahe stehende Person zur nächsten Behandlung mitzubringen, damit ein neutraler Dritter die Intensität und den Charakter des Geruchs beurteilt und gegebenenfalls feststellt, ob sich der Patient sein Leiden nur einbildet. Daraus resultierte, dass diejenigen Patienten, die die Stärke ihres Mundgeruchs dramatisierten, zum nächsten Behandlungstermin ohne Begleitung erschienen sind (ROSENBERG et al. 1996, ROSENBERG und LEIB 1997).

Eine Korrelation zwischen organoleptischer Beurteilung und instrumenteller Messung stellten ROSENBERG et al. (1991) heraus. Sie untersuchten in einer Studie bei 75 Teilnehmern die Reproduzierbarkeit und Sensitivität von Halitosis-Messungen mit einem Sulfid-Monitor und verglichen diese Werte mit ihren organoleptischen Messungen. Dabei konnte eine hochsignifikante Korrelation ( $r=0,603$ ;  $p<0,001$ ) verzeichnet werden. In einer früheren Studie jedoch wurde bei Teilnehmern beobachtet, dass ein dorsaler Zungenbelag die Hauptursache für angreifende Verbindungen ist, sobald die Beurteilung von einem Ausschuss von präkalibrierten Richtern erfolgte (TONZETICH und NG, 1976). Diese unterschiedlichen Erkenntnisse zeigen, dass eine objektive organoleptische Beurteilung von Mundgeruch sehr schwierig ist und stark von den Sinneseindrücken des jeweilig Behandelnden und von Überlagerungen durch andere Gerüche abhängt (ROSENBERG et al. 1991). Jedoch gilt die organoleptische Beurteilung noch immer als „Goldstandard“ auf dem Gebiet der Mundgeruchsbeurteilung (ROSENBERG 1997). Trotzdem ist es sinnvoll, Mundgeruch nicht nur organoleptisch festzustellen, sondern mit anderen Techniken zu vervollständigen und anschließend die Ergebnisse zu gewichten und zu vergleichen.

Bei der fünften Internationalen Mundgeruchs-Forschungs-Konferenz wurde in Bezug auf Halitosis zum Ausdruck gebracht, dass das Riechen besser geschult werden muss, und neuere Entwicklungen, wie eine elektronische Nase (electronic nose), erforderlich

sind, um dieses Defizit verbessern zu können (BRUNETTE 2002). Mit solchen *künstlichen Nasen* (electronic nose) soll es möglich sein, Mundgeruch zu messen (THALER et al. 2001). Sie enthalten Metalloxid-Sensoren mit unterschiedlicher Sensitivität und Selektivität. Wenn ein Gas an diesen Sensoren vorbeigeleitet wird, entfaltet sich durch die ungleiche Empfindlichkeit der Sensoren ein typisches Muster, das von einem Computerprogramm elektronisch analysiert wird und gewissen Geruchs'impressionen zugeschrieben werden kann. Ein Vorteil dieser Entwicklung ist, dass flüchtige Verbindungen als aromatische, organische und aminhaltige Verbindungen und Ammoniak-Derivate in der Nahrung und Getränken erkannt werden können. Dadurch können nicht nur flüchtige Schwefelverbindungen, sondern auch andere Verbindungen in Atemluftproben aufgedeckt werden (TANAKA et al. 2004). Zudem hat diese Messung den Vorteil, zeitsparender zu sein. TANAKA et al. (2004) haben bei 49 Halitosis-Patienten und 29 gesunden Studenten (Kontrollgruppe) einen aktuellen organoleptischen Test, eine Auswertung der Mundgeruchsstärke mit der elektronischen Nase und Messungen von flüchtigen Schwefelverbindungen mit einem Gaschromatographen durchgeführt. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass erstklassige Auswertungen, die mit der elektronischen Nase ermittelt wurden, objektive Halitosis-Messungen liefern. Dennoch erreichte man nur relative und nicht absolute Werte bei der multiplen-linearen-Rückgangsmethode. Es ist jedoch noch nötig, in Zukunft weitere Untersuchungen in die Tat umzusetzen und das System zu verfeinern.

### **2.3.2 Instrumentelle Messung**

Die instrumentellen Messungen von Mundgeruch gehen auf SULSER et al. (1939) zurück, die hierfür ein Osmoskop verwendeten. Dabei wird eine Luftprobe so lange mit reiner Luft verdünnt, bis organoleptisch kein Geruch mehr feststellbar ist. Dementsprechend existiert weiterhin eine Abhängigkeit vom Behandler.

Heute stehen zur instrumentellen Bewertung von Mundgeruch Gaschromatographen und Sulfidmonitore zur Verfügung.

### 2.3.2.1 Das Halimeter

Das *Halimeter* (Halimeter™, Interscan Corporation Chatsworth, CA, USA) ist ein in den 90er Jahren entwickeltes Tischgerät zur mengenmäßigen Beurteilung flüchtiger Schwefelverbindungen in der Luft. Es reagiert überwiegend auf Schwefelwasserstoff, gefolgt von Methylmercaptan und Dimethylsulfid (ROSENBERG et al. 1991a,b). Messungen mit dem Halimeter sind reproduzierbar und korrelieren bei geschultem Personal ausreichend mit gleichzeitig durchgeführten organoleptischen Werten (ROSENBERG et al. 1991, SHIMURA et al. 1997). Zur Messung wird ein Strohhalm zirka vier Zentimeter tief in den leicht geöffneten Mund eingebracht. Über eine eingebaute Pumpe wird dem elektrochemischen Gassensor Atemluft zugeführt. Über ein am Gerät angebrachtes Display kann innerhalb weniger Sekunden die Konzentration flüchtiger Schwefelverbindungen in parts per billion (ppb) abgelesen werden. Zur Dokumentation kann das Gerät an einen Computer angeschlossen werden (FILIPPI et al. 2006).

In Hinsicht auf die nur quantitativen Aussagen über das Niveau bzw. über die Höhe der flüchtigen Schwefelverbindungen und der fehlenden Unterscheidung zwischen einzelnen Schwefelverbindungen kann das Halimeter negativ beurteilt werden (ROSENBERG 1992b, HARTLEY et al. 1999). Eine qualitative Aussage ist somit nicht möglich. Außerdem reagiert das Halimeter sehr empfindlich auf Alkohol und essentielle Öle weshalb zwei Tage vor der Untersuchung darauf verzichtet werden sollte (ROSENBERG 1992b, ROSENBERG et al. 1991). In belgischen Studien konnte beispielsweise kein Zusammenhang zwischen Halimetermessung und Geruch aus Tonsilien hergestellt werden (DELANGHE et al. 1996, DELANGHE et al. 1997). Andere Studien wiederum konnten mit einem Sulfid-Semikonduktorsensor (BB-checker™, Tokuyama Corp.; Tokio, Japan) eine hochsignifikante Korrelation zwischen organoleptischen und instrumentellen Werten darlegen (MAITA 1996, ROSENBERG et al. 1991, SHIMURA et al. 1997, YAEGAKI 1997b). Im Normalbereich befinden sich Messwerte zwischen 70 und 110 ppb VSC-Äquivalent (SEEMANN 2000b). Allerdings fließt Schwefelwasserstoff in höherem Maße als Methylmercaptan oder Dimethylsulfid in die Messung ein, und folglich kann kein eindeutiger Grenzwert festgelegt werden. Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit haben ebenfalls Einfluss auf die Messwerte (SEEMANN 2000b).

Jedoch überwiegen die Vorteile des Halimeter gegenüber dem Gaschromatographen: Aufgrund der Kompaktheit, der niedrigeren Kosten, der leichten Bedienbarkeit und der kürzeren Zwischenzeit zu nachfolgenden Messungen (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b), ist es für den Einsatz am Zahnarztstuhl sehr gut für die Dokumentation, Befunderhebung und Motivation geeignet (SEEMANN 2004a). Ebenso kann es zur Therapie, Verlaufskontrolle und zur Behandlung und Belehrung von Halitophobiepatienten herangezogen werden (SEEMANN 2000b).

### 2.3.2.2 Der Gaschromatograph

Gaschromatographische Messungen zur Bestimmung flüchtiger Geruchsbestandteile wurden erstmals von TONZETICH et al. im Zeitraum von 1964-1978 entwickelt und weiter verbessert (RICHTER und TONZETICH 1964; TONZETICH und RICHTER 1964; TONZETICH und KESTENBAUM 1969, TONZETICH 1971; TONZETICH und NG 1976; TONZETICH 1978).

Im Gegensatz zum Halimeter ist ein Gaschromatograph in der Lage, zwischen den drei Hauptkomponenten Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), Methylmercaptan ( $CH_3SH$ ) und Dimethylsulfid ( $CH_3SCH_3$ ) zu unterscheiden (SUAREZ et al. 2000) (Abbildung 5).

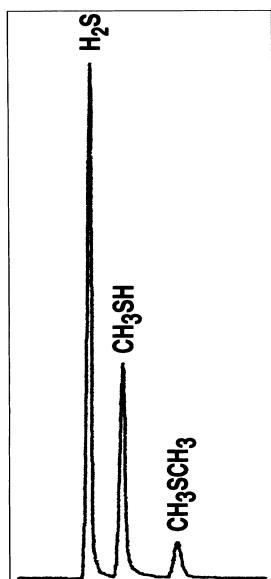


Abbildung 5: Gaschromatographische Analyse der drei Hauptkomponenten Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), Methylmercaptan ( $CH_3SH$ ) und Dimethylsulfid ( $CH_3SCH_3$ ) einer oralen Luftprobe (SUAREZ et al. 2000).

Tonzeitich und seine Mitarbeiter entwickelten einen Gaschromatographen mit einem hochsensiblen und hochselektiven photometrischen Flammendetektor. Hiermit konnten die Qualität und die Quantität der flüchtigen Schwefelverbindungen in der Atemluft direkt gemessen werden. Im Untersuchungszeitraum zwischen 1964-1978 wurde diagnostiziert, dass Mundgeruch überwiegend mit flüchtigen Schwefelverbindungen in Zusammenhang gebracht werden kann. Es herrscht eine enge Korrelation zwischen organoleptischer Einstufung und VSC-Konzentration, sodass die Gaschromatographie ein gutes Mittel für die Geruchsquantifizierung liefert (MURATA et al. 2002). Zudem lassen sich mit dem Gaschromatographen alle für das Auslösen von Mundgeruch in Frage kommenden Stoffe auch in sehr kleinen Konzentrationen bestimmen (OHO et al. 2001). Doch aufgrund der hohen Kosten, der Unhandlichkeit und der komplizierten Bedienbarkeit ist der Gaschromatograph nicht für die Routineanwendung in der zahnärztlichen Praxis geeignet (ROSENBERG et al. 1991). Da in der Atemluft außerdem etwa 100 flüchtige Bestandteile in Restmengen vorhanden sind, der Gaschromatograph jedoch nur ungefähr 10 Gasbestandteile der Atemluft auswerten kann, wurde es dringend notwendig, sensiblere und spezifischere Detektoren auf den Markt zu bringen (TONZETICH 1997).

MURATA et al. (2006) entwickelten aus dieser Notwendigkeit heraus einen Gaschromatographen mit einem Indiumoxid–Halbleiter (=GC–SCS) zur Messung von VSC's in der Atemluft und verglichen die Werte mit einem Gaschromatographen, der mit einem hochselektiven photometrischen Flammendetektor versehen war (=GC–FPD). Bei beiden Gaschromatographen konnten Übereinstimmungen in den VSC-Werten festgestellt werden (Schwefelwasserstoff  $p < 0,0001$ ; Methylmercaptan  $p < 0,0001$  und Dimethylsulfid  $p < 0,770$ ). Gemessen wurde vor und nach dem Spülen mit 0,1-prozentiger Zink-Chlorid–Mundspüllösung. Obwohl der GC–SCS zwischen Alkohol und flüchtigen Schwefelverbindungen in den Atemsammelproben unterscheiden kann, zeigte der GC–SCS höhere Werte als dies beim GC–FDP der Fall war. Diese Abweichung verbesserte sich aber im Laufe der Zeit aufgrund der reduzierten Alkoholwirkung. MURATA et al. (2006) befürworten daher den Einsatz des GC–SCS zur Halitosis-Diagnose und für klinische Studien. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass alkoholhaltige Mundspüllösungen genaue Messungen beeinflussen können.

## 2.4 Therapie von Halitosis

Generell sollten sich Halitosis-Patienten immer an einen Zahnarzt wenden. Sollte dieser eine extraorale Ursache diagnostizieren, wird der Patient zu einem entsprechenden Facharzt überwiesen. Ist die Ursache oraler Herkunft, erfolgt in der Regel die Therapie nach einem konformen Schema und konzentriert sich auf das festgestellte Krankheitsbild, das als Auslöser für eine Halitosis eruiert wird (YAEGAKI und COIL 2000).

Im Folgenden soll auf einfache vorbeugende Maßnahmen eingegangen werden. Hierzu zählt eine regelmäßige Reinigung der Zunge, die Verwendung von Mundspülösungen, der Gebrauch von Zahnpasten mit speziellen Zusätzen, das Kauen besonderer Kaugummis und die Parodontaltherapie.

### 2.4.1 Zungenreinigung

Wie bereits erwähnt; sitzen 60 Prozent aller oralen Mikroorganismen auf der Zunge (YAEGAKI und SANDA 1992 a). Flüchtige Schwefelverbindungen, Zungenbelag, BANA (Benzoyl-DL-Arginin- $\beta$ -Naphthylamid)-positive Bakterien und tiefe Zungenfissuren spielen eine wichtige Rolle in Bezug auf Halitosis (DE BOEVER et al. 1995).

Deshalb ist die Zunge eine der wichtigsten Therapieansätze zur VSC - Reduktion. Die Reinigung der Zunge trägt wesentlich zur Mundgeruchsreduktion bei (BOSY et al. 1994, DE BOEVER und LOESCHE 1996, QUIRYNEN et al. 1998, YAEGAKI 1997).

TONZETICH und NG (1976) stellten bereits fest, dass eine Kombination aus Zahneputzen und Zungenreinigung doppelt so wirksam war (58-88% Reduktion) als Zahneputzen allein (29-38% Reduktion). Zwei Jahre später zeigte Tonzetich (1978a) auf, dass eine Zungenreinigung die flüchtigen Schwefelverbindungen in den meisten Fällen um 75 Prozent reduzieren kann. YAEGAKI und SANDA (1992b) konnten bei parodontal gesunden Patienten Zungenbelag als Hauptursache in Bezug auf Halitosis eruierten. Bei Parodontitis-Patienten trug sowohl Zungenbelag als auch Zahnpulpa zu Mundgeruch bei. Diese Ergebnisse konnten BOSY et al. (1994) nicht bestätigen. Sie fanden keinen signifikanten Unterschied zwischen parodontal Gesunden und Parodontitis-Patienten.

Das vordere Drittel der Zunge ist - laut FILIPPI et al. (2006) - seiner Selbstreinigung durch die Inzisalkanten der oberen Frontzähne unterzogen. Ebenso spielen die transversal verlaufenden Gaumenfaltenpaare (Plicae palatinae transversae) eine wichtige Rolle

bei der Selbstreinigung der Zunge. Zur Bakterienreduktion der hinteren zwei Drittel der Zunge ist eine individuelle Zungenreinigung nötig. Das Angebot von Zungenreinigern auf dem Markt ist heute sehr vielfältig. Sie können in Apotheken und Drogeriefachmärkten gekauft werden. Angeboten werden laut SEEMANN (2000b) Bürsten, Schaber und eine Kombination aus beidem (z.B. Dr. Best® Zungenfrisch, GlaxoSmithKline). Die Zunge soll dabei mit den Fingern oder einem Tuch an der Spitze gehalten und der Zungenreiniger mehrere Male von dorsal nach ventral ohne Druck geführt werden bis nur noch ein geringer bzw. kein Belag mehr sichtbar ist (ROSENBERG und LEIB 1997). Je nach Oberflächenbeschaffenheit der Zunge ist dies etwa fünf- bis fünfzehnmal (FILIPPI et al. 2006) erforderlich. Da viele Patienten anfangs über einen Würgereiz beim Zungenreinigen klagen, ist es sinnvoll zur Minimierung des Würgereizes die Augen zu schließen (QUIRYNEN et al. 2002). Je nach Intensität der Beschwerden, ist die Zungenreinigung mit chemischen Mitteln, wie Spülösungen oder Zahnpasten, am Ort des Geschehens zu vervollständigen (SEEMANN 2000b). Ist die Zunge primäre Ursache für Mundgeruch, stellt sich bei regelmäßiger und angemessener Zungenreinigung eine Reduktion innerhalb von Tagen ein (DELANGHE et al. 1999).

Die tägliche Mundhygiene mit der Zungenreinigung zu komplettieren ist zu empfehlen, denn auch die Karieshäufigkeit kann durch Zungenreinigung verringert werden, da die für Karies verantwortlichen Bakterien (vor allem *Streptococcus mutans*) reduziert werden (WHITE und ARMALEH 2004). Langzeitstudien hierzu stehen allerdings noch aus.

## 2.4.2 Mundspülösungen

Die Vielfalt von Mundspülösungen auf dem Markt ist enorm. Prinzipiell sollten jedoch nur Produkte verwendet werden, deren antibakterielle Wirksamkeit wissenschaftlich getestet wurde. Viele Produkte auf der Grundlage von Chlorhexidin (CHX), Zinnfluorid, Triclosan, Cetylpyridiniumchlorid (CPC) und essentiellen Ölen wurden wissenschaftlich getestet und in ihrer Effektivität auf Halitosis analysiert und als positiv beurteilt (PITTS et al. 1983, ROSENBERG et al. 1991a, ROSENBERG et al. 1992a, YAEGAKI und SANDA 1992a, BOSY et al. 1994, DE BOEVER 1995, RAVEN et al. 1996, KOZLOVSKI et al. 1996, GREENSTEIN et al. 1997, QUIRYNEN et al. 1998,

SUAREZ et al. 2000, VAN STEENBERGHE et al. 2001, QUIRYNEN et al. 2002). Mundspülösungen sollten wegen anderer Nebenwirkungen, wie Verfärbungen der Zähne und Zunge oder Geschmacksbeeinträchtigungen nicht länger als maximal ein bis zwei Wochen angewendet werden (GAGARI und KABANI 1995; BOSY et al. 2004). BOSY et al. (1994) erkannten, dass ein einwöchiges Spülen zweimal täglich mit 0,2-prozentiger *Chlorhexidin*-Lösung (CHX) eine signifikante Reduktion von VSC-Werten und Mundgeruch bewirkt. Der Wirkstoff *Chlorhexidin* weist zudem die größte Hemmung von Plaquebildung und Zahnfleischentzündung auf (SEEMANN 2001b, VAN STEENBERGHE et al. 2001, BOSY et al. 2004). Im Bereich der Zunge wurde eine pH-Wert-Senkung von 6,9 auf 6,3 nach der Reinigung verzeichnet, sowie eine Reduktion anaerober Bakterien um 19 Prozent. Auch andere antibakteriell wirkende Verbindungen wie Zinnfluorid, Triclosan, Cetylpyridiniumchlorit (CPC), essentielle Öle und H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> weisen eine Mundgeruchsreduktion auf. Diese ist jedoch geringer als die von CHX (PITTS et al. 1983).

VAN STEENBERGHE et al. (2001) haben Auswirkungen drei verschiedener Mundspülösungen mit CHX auf den morgendlichen Mundgeruch zusammengetragen. Im Zeitraum von 12 Tagen wurden 12 Probanden aufgefordert, zweimal täglich mit einer CHX-Alkohol-Lösung (0,2 Prozent CHX), einer CHX-Cetylpyridiniumchlorid-Zink-Lösung (0,05 Prozent CHX, 0,05 Prozent CPC, 0,14 Prozent Zinklaktat) oder einer CHX-Natriumfluorid-Lösung (0,12 Prozent CHX, 0,005 Prozent NaF) zu spülen. Dabei konnte beim Spülen mit der CHX-Alkohol-Lösung eine leichte Anhebung, bei der CHX-CPC-Zn sogar ein hochgradiger Abfall und bei der CHX-NaF-Lösung hingegen ein geringer Abfall von VSC-Werten verbucht werden. Ebenfalls antibakteriell wirksam sind *Aminfluoride* und *Zinnfluoride*. Umfangreiche Studien auf ihren positiven Einfluss zur Halitosis-Reduzierung fehlen allerdings noch (QUIRYNEN et al. 2002a). Erste Ergebnisse lassen erkennen, dass diese beiden Wirkstoffe mit CHX vergleichbar sind (QUIRYNEN et al. 2002b) und weniger Nebenwirkungen aufweisen. Ein Präparat aus dieser Gruppe ist Meridol® (GABA GmbH). Aminfluoride helfen nicht nur bei Halitosis, sondern sie spielen auch in der Kariesprävention eine Rolle (FILIPPI 2006).

Auch *Triclosan* und *Wasserstoffperoxid* sind antibakteriell wirksam und bekämpfen die meisten oralen Bakterien (RAVEN et al. 1996, FINE 1995). So konnten RAVEN et al. (1996) in einer Pilotstudie belegen, dass eine Zusammensetzung aus Zink (0,82 Prozent

Zinksulfathepahydrat) und Triclosan (0,15 Prozent) mit einer Reduktion flüchtiger Schwefelverbindungen und mit einer Abnahme der Mundgeruchsintensität verbunden ist. Bei regelmäßiger Anwendung manifestiert sich eine Erhöhung der Wirksamkeit. Auch das Spülen mit einer Wasserstoffperoxid-Lösung (3 Prozent) führt zu einer VSC-Reduktion und weist nebenbei auch eine längere Wirkdauer auf (SUAREZ et al. 2000). Ebenso antibakteriell wirksam sind *Cetylpyridiniumchlorid (CPC)* und *essentielle Öle (Listerine®)*. CPC, eine Ammoniumverbindung, ist *in vivo* wegen seiner geringen Substantivität umstritten (QUIRYNEN et al. 2002a). In Israel und Großbritannien ist ein Produkt erhältlich, das aus einer Wasser-Öl-Emulsion mit 0,05 Prozent CPC besteht. Aufgrund der langsameren Abgabe der Wirksubstanz über die Ölropfchen und der Adsorption von Mikroorganismen ist es länger wirksam als ein herkömmliches CPC-Mundwasser (ROSENBERG et al. 1992a, ILAN et al. 1996, KOZLOVSKY et al. 1996). Außerdem konnte in einer Studie gezeigt werden, dass essentielle Öle, wie beispielsweise Listerine® (Pfizer Consumer Health), einen positiven Einfluss auf die Mundgeruchsreduzierung für drei bis sechs Stunden nach der Anwendung aufweisen (PITTS et al. 1983, Charles et al. 2004).

Aufgrund der geringen Zahl von Vergleichsstudien ist schwierig zu beantworten, welcher Wirkstoff zu favorisieren ist. Im Allgemeinen sollte man nicht nur auf die antibakterielle Wirkung von Mundspülösungen setzen, sondern die mechanische Entfernung der Mikroorganismen durch die Zahnbürste in den Vordergrund stellen.

Es muss auch beachtet werden, dass Mundspülösungen nur zur Diagnosesicherung in einem zeitlich begrenzten Umfang von ein bis maximal zwei Wochen angewendet werden sollen (SEEMANN 2000b). Ebenso ist auf die richtige Dosierung zu achten, da es, wie bereits erwähnt, bei zu langer Anwendung zu Verfärbungen der Zunge, der Zähne und der Zahnfüllungen kommen kann.

### 2.4.3 Zahnpasten

Obwohl Zahncremes bei gleichem Wirkstoffgehalt in vielen Studien nicht die gleiche Effektivität in der Mundgeruchsbekämpfung aufweisen wie Mundspülösungen, kommt ihnen aufgrund ihrer regelmäßigen Anwendung eine wichtige Bedeutung in der Beeinflussung von Mundgeruch zu (RAVEN et al. 1996). Im Folgenden sollen kurz diverse

Zusätze von Zahnpasten und deren Wirksamkeit anhand einiger Studien beschrieben werden.

#### Natriumbikarbonatzusätze

NILES und GAFFAR (1997) testeten die Kurzzeitwirkung (drei Stunden) einer herkömmlichen Fluoridzahnpasta (Placebo-Zahnpasta) und einer Natriumbikarbonat/Fluorid-Zahnpasta. Sie konnten bei der Na-Bikarbonat/Fluorid-Zahnpasta eine größere Reduktion (-43,8 Prozent) flüchtiger Schwefelverbindungen verzeichnen als bei der Plazebo-Zahnpasta (-30,77 Prozent).

BRUNETTE et al. (1998) stellten fest, dass Natriumbicarbonatzusätze von über 20 Prozent gegenüber dem Plazebo bei zwei- bis dreiminütiger Anwendung zu einer signifikanten Hemmung der Mundgeruchsneubildung über drei Stunden führen.

#### Triclosan-Copolymer-Zusätze

In klinischen Doppel-Blind-Studien untersuchten SHARMA et al. (1999) und NILES et al. (1999) die Wirkung einer 0,243-prozentigen Natriumfluorid-Zahnpasta, die mit 0,3 Prozent Triclosan und zwei Prozent Copolymer versehen war (Colgate® Total; Colgate-Palmolive Company, New York, N.Y., U.S.A.). Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, dass diese Zahnpasta signifikant niedrigere VSC-Durchschnittswerte lieferte, als eine herkömmliche Zahnpasta. Sieben Stunden nach Anwendung der beiden Zahncremes verzeichnete die Triclosan-Copolymer-Zahncreme eine 65,3-prozentige Reduktion, die herkömmliche Zahnpasta eine Verminderung von 53,8 Prozent. Selbst bei einem langen Zeitraum konnte über Nacht eine Reduktion der Ausgangswerte von 41,2 Prozent (Colgate® Total) bzw. von 17,0 Prozent (herkömmliche Zahnpasta) festgestellt werden (NILES et al. 1999).

Die Zahnpasta „Colgate® Total® Plus Whitening Toothpaste“ (Colgate-Palmolive Company, New York, NY, U.S.A.) enthält dieselben Inhaltsstoffe wie Colgate Total, jedoch mit der Ausnahme, dass zusätzlich 10 Prozent „hochreinigendes Siliziumdioxid“ (W.R. Grace Company, Baltimore, MD, U.S.A.) enthalten sind (VOLPE et al. 2002). Bei dieser Zahnpasta konnten klinisch signifikante Anti-Zahnstein Eigenschaften, Plaque- und Gingivitisreduktionen, effektive Minderung von Zahnstein und positive Ergebnisse in der Mundgeruchsbekämpfung registriert werden (SHARMA et al. 2002, VOLPE et al. 2002). Zur Halitosisreduzierung lieferten sowohl die Colgate Total Zahnpasta (28 Prozent Mundgeruchsreduktion) als auch Colgate Total Plus Whitening Zahnpasta (28 Prozent Mundgeruchsreduktion)

pasta (23,5 Prozent Mundgeruchsreduktion) 12 Stunden nach dem Zähneputzen signifikante Werte (SHARMA et al. 2002). In einer anderen Studie wurde eine deutliche Reduktion von Schwefelwasserstoff produzierenden Speichelbakterien durch die Anwendung einer Triclosan (0,3 Prozent)/Copolymer mit Natriumfluorid-Zahnpasta (0,243 Prozent) festgestellt (SREENIVASAN 2003). Diese Bakterienminderung wurde selbst vier Stunden nach dem Zähneputzen noch aufrechterhalten. Wenngleich die Mundgeruchswerte in dieser Studie nicht festgehalten wurden, bestätigen auch frühere Untersuchungen einer organoleptischen Studie die langandauernde Wirkung dieser Zahnpasta (SHARMA et al. 1999).

#### Zink-/Zinnzusätze

Generell kann man sagen, dass Zink- oder Zinnfluoridzusätze einen positiven Effekt in Bezug auf die Mundgeruchsbekämpfung und antimikrobielle Wirkung haben (GERLACH et al. 1998, BRUNETTE et al. 1996, WITT und POORE 1999). SAXTON et al. (1985, 1986) untersuchten den Effekt von Zinkzitrat enthaltenden Zahncremes auf das Wachstum der Plaque und somit auf die Halitosiswirkung und auf die Zinkkonzentration im Speichel und in der Plaque. So wurden durch die Anwendung der Zinkzitrat-Paste bereits nach einer Stunde in der Plaque und nach drei bis vier Stunden im Speichel erhöhte Zinkniveaus entdeckt. Außerdem wurde bei Untersuchungen über das Wachstum der Plaque gezeigt, dass durch eine Zahnpaste mit 0,5-prozentigem Zinkzitrat eine nach 16 oder 22 Stunden lange Plaqueanlagerung inhibiert wird (SAXTON 1985, SAXTON et al. 1986). Ähnliche Beobachtungen liefern Zahnpasten, die mit 0,45-prozentigem Zinnfluorid versehen sind (BRUNETTE et al. 1996, GERLACH et al. 1998). Die mit Zinkzitrat versehenen Zahnpasten sind umso effektiver, je höher die Plaqueanlagerung ist. Hierdurch zeigt sich, dass Zinkzitrat in Zahnpasten ein vorhandenes Plaquewachstum an seiner Ausbreitung hindern bzw. stoppen kann (SAXTON et al. 1986).

RAVEN et al. (1996) testeten sowohl ein Mundwasser als auch eine Zahnpasta mit Zinkchlorid-Triclosan-Zusatz. Dabei war das Mundwasser wirksamer als die Zahnpaste, was vermutlich an der höheren Dosis von Zink und Triclosan im Mundwasser und an der Gegebenheit lag, dass bei Verwendung des Mundwassers nicht mit Wasser nachgespült wurde (RAVEN et al. 1996). Aber die Effektivität einer Zahnpasta kann generell durch den Verzicht auf Nachspülen mit Wasser, durch eine großzügige Verteilung der

Zahncreme im Mund und durch regelmäßige Anwendung erhöht werden (RAVEN et al. 1996).

HOSHI und VAN STEENBERGHE (1996) untersuchten die Auswirkung der Zahnpasta Signal™ Global (Unilever UK) auf Mundgeruch, die einen Zinkzitratgehalt von 0,75 Prozent und einen 0,3-prozentigen Triclosangehalt aufweist. Durch das Aufbringen dieser Zahnpasta auf den Zungenrücken konnte gegenüber einer Plazebo-Zahnpasta eine signifikante Hemmung der VSC-Werte auch noch vier Stunden danach erreicht werden. SAXTON et al. (1987) fanden eine Hemmung des Plaquewachstums um 50 Prozent nur dann vor, wenn Triclosan und Zinkzitrat kombiniert werden (SAXTON et al. 1987). In einer anderen Studie wurde über die Wirkung von Zahnpasten und Mundspülungen mit Triclosan mit oder ohne Zinkzitrat-Zugabe berichtet. Dabei war die Plaquehemmung bei den Chlorhexidin-Mundspüllösungen in Vergleich zu allen Zahnpasten signifikant größer. Sie konnten auch keinen Unterschied in den Plaquewerten zwischen den einzelnen Zahnpasten feststellen. Es scheint also nur einen geringen oder überhaupt keinen Zusatzvorteil von Zahnpasten und deren Wirkung auf die Plaquehemmung zu geben, die mit 0,2 Prozent Triclosan mit oder ohne 0,5 Prozent Zinkzitrat versehen sind, im Vergleich zu herkömmlichen Zahnpasten, die Natriumlaurylsulfat enthalten.

#### **2.4.4 Kaugummis und Lutschpastillen**

Über die Wirksamkeit von Kaugummis und Lutschpastillen gibt es wenig wissenschaftliche Informationen. REINGEWIRTZ et al. (1999) verglichen einen zuckerhaltigen Testkaugummi (Wrigley's Freedent Menthol) mit einem neutralen zuckerfreien Kaugummi (Plazebo). Dabei wurden die Werte flüchtiger Schwefelverbindungen (VSC), pH- und organoleptische Werte festgehalten. Es zeigte sich, dass durch das Kauen des Testkaugummis bereits nach fünf Minuten ein Anstieg der VSC-Werte vorlag, der sich aber nach kurzer Zeit wieder einstellte. Diese Beobachtung deckt sich mit der von KLEINBERG et al. (1996 a), die eine negative Korrelation zwischen Zucker und pH-Wert in Zusammenhang mit der Mundgeruchsentsstehung feststellten. Auch Kaugummis, die Teekatechine, vor allem das Epigallocatechin (EGCg) enthalten, scheinen eine hemmende Wirkung auf Methylmercaptan zu haben (TSUNODA et al. 1996). So erzielte man in der Studie durch das Kauen eines mit EGCg, Chlorophyll und Tee-Extrakten

versehenen Kaugummis eine desodorierende Wirkung. Diese Ergebnisse zeigen, dass mit Tee-Extrakten versehene Kaugummis eine kurzfristige Halitosisbeseitigung hervorufen können (TSUNODA et al. 1996). Auch das Lutschen einer Pastille z.B. mit oxidierender Wirkung kann einen Geruch auf dem Zungenrücken für zirka drei Stunden reduzieren (GREENSTEIN et al. (1997).

Des Weiteren wurden Kaugummis ohne aktive Inhaltsstoffe getestet, diese führten aber im Hinblick auf Mundgeruch zu keinen signifikanten Veränderungen (GREENSTEIN et al. 1997), wohingegen bei regelmäßiger Benutzung von Kaugummis mit Zinkzusätzen eine Reduktion der VSC-Werte erzielt werden konnte (NACHNANI 1997, WALER 1997). Allerdings kann die Einnahme von Kaugummis und Lutschpastillen den Mundgeruch nicht langzeitig beseitigen (QUIRYNEN et al. 2002a).

#### **2.4.5 Parodontaltherapie**

Zungenbelag, Gingivitis und Parodontitis sind, wie bereits erwähnt, die Hauptursachen einer oralen Halitosis (DELANGHE et al. 1996). Deshalb ist es wichtig, zu wissen, wie man Patienten mit parodontalen Erkrankungen und Halitosis behandelt. Intraorale Entzündungen wie Gingivitis, Parodontitis und Perikoronitis sollen bereits in der ersten Sitzung mechanisch und eventuell medikamentös behandelt werden, um sie als Halitosis-Auslöser zu überprüfen. Spezielles Augenmerk sollte auf Parodontitis marginalis gelegt werden, da hier ein direkter Zusammenhang zu erhöhten VSC-Werten besteht (JECKE 2002).

So konnten die anfangs erhöhten VSC-Werte für Methylmercantan und Schwefelwasserstoff bei Parodontitis-Patienten mit einer umfangreichen Kürettage signifikant reduziert werden. Dadurch kommt es zur Wiederherstellung eines entzündungsfreien Parodonts mit geringeren Taschentiefen und somit gleichzeitig zu einer Reduktion des Mundgeruchs (TONZETICH und SPOUGE 1979, SEEMANN et al. 2001, JECKE 2002). Außerdem kann durch eine schlechte Mundhygiene eine Gingivitis und folglich eine Parodontitis entstehen (HELLWIG 2003). Deshalb ist eine Mundhygieneinstruktion von großer Bedeutung. Eine Studie der Charité-Klinik in Berlin untersuchte ein Mundhygiene-Trainingsprogramm mit Anweisungen zu Putztechniken, dem Aufzeigen des Zahnseidengebrauchs und einer professionellen Zahnreinigung. Dabei konnte eine

signifikante Abnahme des PBI (papillary bleeding index) und der VSC-Werte bis zu vier Wochen nach der letzten Intervention verzeichnet werden (SEEMANN et al. 2001). Da es sich bei den Probanden dieser Studie ausschließlich um Studenten der Zahnmedizin handelte, müssen weitere Kurzzeit- und auch Langzeitstudien folgen, um die Ergebnisse dieser Studie mit denen noch folgender Untersuchungen innerhalb der Bevölkerung zu vergleichen.

### 3 Ziel der Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Auswirkungen auf Halitosis durch die klinische Prüfung von zwei Zinkchloridzahnpasten (0,3 Prozent und 0,5 Prozent) und einer Plazebo-Zahnpaste zu untersuchen.

Als Probanden wurden zwanzig Personen, ohne systemische und parodontale Erkrankungen und ohne Antibiotikumtherapie in den letzten drei Monaten an der Zahnklinik München untersucht (siehe Anhang 9.1 und 9.3).

Die Messung der flüchtigen Schwefelverbindungen (VSC) fand auf zwei unterschiedliche Arten statt. Die organoleptische Messung erfolgte durch den Behandelnden mit Hilfe einer fünfstufigen Skala, wobei der Proband den Untersucher in einem Abstand von etwa zehn Zentimetern anhauchte. Die instrumentelle Messung der VSC-Konzentration erfolgte mit einem Sulfidmonitor (Halimeter™, Interscan Corporation, Chatsworth, CA, USA), wozu der Proband nach fünfminütigem Schließen des Mundes ein Plastikrohr, das mit dem Halimeter verbunden ist, vier bis fünf Zentimeter in den nur leicht geöffneten Mund einführen und dabei die Luft anhalten musste. Patienten, die hierbei über 130 parts per billion Schwefeläquivalent aufwiesen, wurden als Mundgeruchspatient eingestuft.

Patienten, die den Voraussetzungen der Studie entsprachen und ihre Einwilligungserklärung abgaben, wurden nach einer Woche („Woche 1“) erneut einbestellt. Hier wurde die VSC-Konzentration organoleptisch und instrumentell vor Verabreichung der Zahnpasta und 30, 60, 90, 120, 150 und 180 Minuten nach Anwendung der Zahncreme gemessen. Zu jedem Zeitpunkt wurde eine zweimalige Messung mit dem Halimeter im Abstand von fünf Minuten durchgeführt, und daraus ein Mittelwert gebildet, um etwaige leichte Schwankungen ausgleichen zu können. Nach einer wash-out-Zeit von einer Woche wurde der Patient erneut einbestellt. Dieses Vorgehen von „Woche 1“ wurde in „Woche 2“ und „Woche 3“ fortgesetzt (siehe Anhang 9.4), wobei die den Patienten zugeordneten gruppenspezifischen Zahnpasten nach jeder Woche getauscht wurden, sodass jeder Patient an den drei Untersuchungstagen eine andere Zahnpaste verwendete (siehe 4.2). Durch eine Gegenüberstellung der Testergebnisse der drei verschiedenen Zahnpasten sollen deren einzelne Auswirkungen auf Mundgeruch festgestellt werden.

## 4 Material und Methode

### 4.1 Die Probanden

Die Probanden mussten einen klinisch wahrnehmbaren Mundgeruch aufweisen. In der Nasenprüfung (OSS) durch einen kalibrierten Untersucher sollte sich mindestens Stufe zwei der OSS-Einstufung (ROSENBERG et al. 1991) ergeben. Die VSC-Konzentration bei der Voruntersuchung mit dem Halimeter musste  $\geq 130$  ppb sein.

Die weiteren Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Untersuchung waren parodontale Erkrankungen mit einer durchschnittlichen Sondierungstiefe von  $> 3$  Millimeter, ein BOP (bleeding on probing) von über 20 Prozent, Raucher, Patienten mit systemischen Erkrankungen, herausnehmbaren Zahnersatz, Schwangerschaft und Unverträglichkeit gegenüber Inhaltsstoffen der Zahnpasten. Zudem durften die Teilnehmer in den letzten drei Monaten keine Antibiotikumtherapie vollzogen haben und zwei Tage vor den Messungen musste der Verzehr von aromatischen Speisen, wie Zwiebel oder Knoblauch, unterlassen werden. Am Untersuchungstag waren Kosmetika und Duftstoffe, ebenso wie pfefferminzhaltige Produkte und Alkohol untersagt. Die Patienten wurden angehalten, etwa vier Stunden vor der Konsultation nichts mehr zu essen und zu trinken. Eine Ausnahme machte hier Wasser, das bis zu einer Stunde vor Beginn getrunken werden konnte. Zudem durfte von den Patienten nichts mehr gelutscht oder gekaut werden und keine Zahtreinigung stattfinden. All diese Anweisungen wurden den Patienten schriftlich in Form eines Handout-Zettels mitgegeben (siehe Anhang 9.2).

### 4.2 Studiendesign

Für die klinische Studie an der Zahnklinik in München wurden zwanzig Patienten, zwölf weiblich und acht männlich, im Alter zwischen 22 und 61 Jahren ausgewählt. Alle gaben an, unter Mundgeruch zu leiden und anhand organoleptischer und instrumenteller Voruntersuchungen mit dem Halimeter wurde diese Aussage bestätigt. In einem cross-over-design wurde die Wirkung verschiedener Zahnpasten (Tabelle 8) gegen Halitosis getestet. Zwischen der Anwendung der verschiedenen Zahnpasten wurde jeweils eine wash-out-Zeit von sieben Tagen eingehalten (Abbildung 7).

	Paste A	Paste B	Plazebo
Basis	Silica	Silica	Silica
Fluoridgehalt	1350ppm NaF	1350ppm NaF	1350ppm NaF
Zinkchloridgehalt	0,5%	0,3%	-
Aroma	äther.Öle Natriumzitrat	äther.Öle	äther.Öle
weitere antibakterielle Wirkstoffe	NLS	NLS	NLS

**Tabelle 8: Zusammensetzung der verwendeten Zahnpasten (NLS-Natriumlaurylsulfat)**

Alle Zahnpasten wurden in gleichartig aussehenden Tuben ausgegeben und mit individueller Codierung versehen (Abbildung 6). Um das Einbringen persönlicher und subjektiver Eindrücke zu vermeiden, waren die Codierungen der durchführenden Person nicht bekannt.



**Abbildung 6: Zahnpastatuben mit unterschiedlicher Codierung**

,,Tag 0“ (N=20)      O	
„Woche 1“	Paste C (N=7)    O O O O O O O
	Paste A (N=7)    O O O O O O O
	Paste B (N=6)    O O O O O O
wash-out 1 Woche	
„Woche 2“	Paste B (N=7)    O O O O O O O
	Paste C (N=7)    O O O O O O O
	Paste A (N=6)    O O O O O O
wash-out 1 Woche	
„Woche 3“	Paste A (N=7)    O O O O O O O
	Paste B (N=7)    O O O O O O O
	Paste C (N=6)    O O O O O O

**Abbildung 7:** Studiendesign der getesteten Produkte Paste A = 0,5% Zinkchloridzusatz, Paste B = 0,3% Zinkchloridzusatz, Paste C = Plazebo (ohne Zinkchloridzusatz)

## 4.3 Studienablauf

### 4.3.1 Anamnese – Tag 0

Um die oben erwähnten Kriterien nachzuprüfen, wurde die Anamnese mit Hilfe eines selbst entworfenen Voruntersuchungsbogens erstellt (siehe Anhang 9.1). Alle Probanden waren volljährig und bezeugten vor Beginn der Studie durch ihre Unterschrift auf einem Anamnesebogen, dass die von ihnen angegebenen Antworten korrekt sind. Die Anamnese beinhaltete Fragen zu bestimmten Allgemeinerkrankungen, regelmäßiger Medikamenteneinnahme und Unverträglichkeiten gegenüber Inhaltsstoffen in Zahnpasten. Außerdem enthielt der Voruntersuchungsbogen persönliche Fragen zu den Themen herausnehmbarer Zahnersatz, Antibiotikumtherapie, Schwangerschaft und Tabakkonsum. Wenn alle diese Kriterien negiert werden konnten, erfolgte ein ausführlicher intraoraler Befund, bei dem neben den kariösen, zerstörten und fehlenden Zähnen auch die Anzahl von Kronen und Brücken notiert wurde. Um eine parodontale Erkrankung auszuschließen, wurde eine 6-Punkt-Taschenmessung und eine BOP-Erhebung durchgeführt (siehe Anhang 9.3). Anschließend erfolgte eine organoleptische Beurteilung, indem die Mundgeruchsstärke auf einer fünfstufigen Skala nach ROSENBERG et al. (1991) von 1= fraglicher Geruch, 2= leichter Geruch, 3= mäßiger Geruch, 4= starker Geruch bis 5= sehr starker Geruch quantifiziert wurde. Dazu hielt man einen Abstand von zehn Zentimeter zum Probandenmund ein (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b). Danach erfolgte die instrumentelle Messung der Konzentration flüchtiger Schwefelverbindungen (VSC) in parts per billion (ppb) mit einem Sulfidmonitor (Halimeter™, Interscan Corporation, Chatsworth, CA, USA). Dazu fand eine dreimalige Messung im Abstand von fünf Minuten statt, und anschließend bildete man daraus den Mittelwert.

Probanden, die den genannten Voraussetzungen genügten, und sich zu einer Teilnahme bereit erklärten, unterzeichneten eine Einverständniserklärung, die neben der Bestätigung korrekter Angaben auch das Einhalten des Studienablaufs regelte.

Am Ende der Voruntersuchung bekamen die Patienten eine Dr. Best®Flex Plus Zahnbürste (GlaxoSmithKline) und eine Odol-Med3® Standard-Zahnpaste (GlaxoSmithKli-

ne) ausgehändigt (Abbildung 8) und wurden instruiert, sich während der Studiendauer täglich zweimal für zweieinhalb Minuten die Zähne zu reinigen.



**Abbildung 8: Ausgehändigte Materialien zur Anwendung während der Studie**

#### 4.3.2 Untersuchungstage

Eine Woche später wurden die Patienten erneut einbestellt. Nach der OSS-Einstufung und der Baseline-Halimeter-Messung wurde die gruppenspezifische Zahnpaste für zweieinhalb Minuten in Anlehnung an die modifizierte Bass-Putztechnik angewandt. Die Zahnbürste wird dabei in einem Winkel von 45 Grad zur Zahnlängsachse auf Zahn und Gingiva aufgesetzt und pro Zahnfläche werden zehn bis fünfzehn senkrecht rüttelnde bzw. leicht kreisende Bürstbewegungen durchgeführt (HELLWIG et al. 2003). Anschließend wurde dreimalig mit zehn Milliliter Wasser gespült. Danach folgten sechs weitere OSS-Einstufungen und instrumentelle Messungen im Abstand von jeweils dreißig Minuten. Jede Halimetermessung bestand aus zwei Einzelmessungen im Abstand von fünf Minuten, wovon anschließend ein Mittelwert gebildet wurde, um Messschwankungen gegebenenfalls auszugleichen. Nach je einer wash-out-Zeit von einer Woche wurde analog am zweiten („Woche 2“) und dritten („Woche 3“) Untersuchungstag vorgegangen, wobei die gruppenspezifischen Zahnpasten an jedem Studientag wechselten.

Nach jedem Untersuchungstag wurde eine neue Zahnbürste (Dr.Best® Flex Plus, GlaxoSmithKline) und - falls bereits aufgebraucht - eine neue Zahnpasta (Odol Med 3®, GlaxoSmithKline) ausgehändigt.

#### **4.3.3 Organoleptische Messungen**

Die studienausführende Person unterzog sich vor Studienbeginn einer Kalibrierung durch einen erfahrenen Untersucher. Dadurch soll eine möglichst einheitliche und objektive Bestimmung des Mundgeruchs erreicht werden (ROSENBERG et al. 1991, ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b).

Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, geschah die Beurteilung der Stärke des Mundgeruchs durch den Geruchssinn des Behandlers im Abstand von zehn Zentimetern. Dabei wurde eine organoleptische Skala von 1: fraglicher Mundgeruch; 2: leichter Geruch; 3: mäßiger Geruch; 4: starker Geruch; 5: extrem starker Geruch verwendet (ROSENBERG et al. 1991). Die Patienten wurden hierbei aufgefordert, für zirka fünf Minuten den Mund zu schließen, durch die Nase zu atmen und anschließend den Behandler anzuhauen. Anschließend wurde die Halimetermessung angeschlossen.

#### **4.3.4 Instrumentelle Messungen**

Als Ergänzung zur organoleptischen Bewertung wurde mit dem Sulfidmonitor (Halimeter™, Interscan Corporation Chatsworth, CA, USA) (Abbildung 9) eine Konzentrationsbestimmung flüchtiger Schwefelverbindungen (VSC) im Mundraum vorgenommen, die in parts per billion (ppb) Schwefeläquivalent angegeben werden.



Abbildung 9: Halimeter®

Dieses Gerät wird von der amerikanischen Firma INTERSCAN hergestellt. Mit der Software „HaliSoft 1.0“(Ansyo GmbH, Ostring, Germany) (Abbildung 10) werden die flüchtigen Schwefelverbindungen digital registriert.

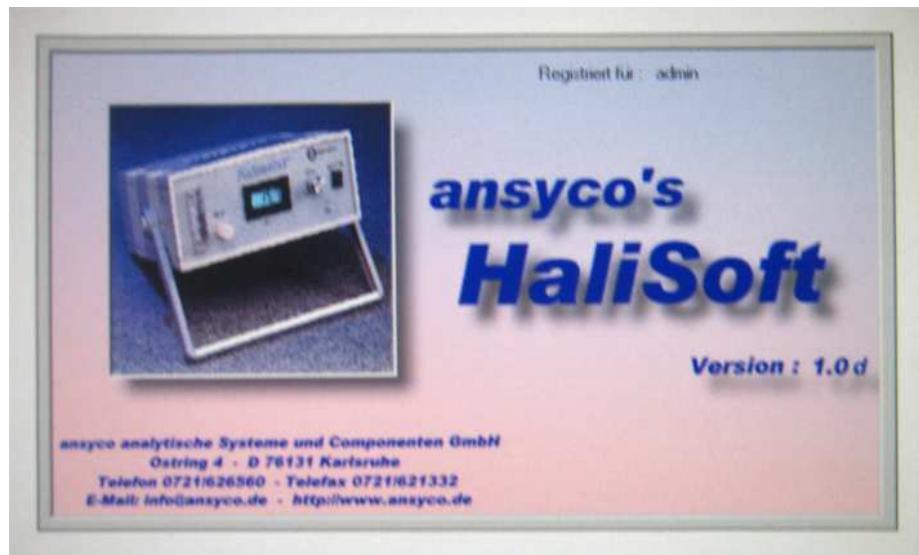


Abbildung 10: Software für das Halimeter®

Das Halimeter wird über USB an einen PC angeschlossen. Nach Installation der Software am Computer konnten die Messwerte anschließend als Haligramm grafisch festgehalten und patientenspezifisch als Dokument in einzelnen Akten mit Name, Datum und Uhrzeit gespeichert werden (Abbildung 11).

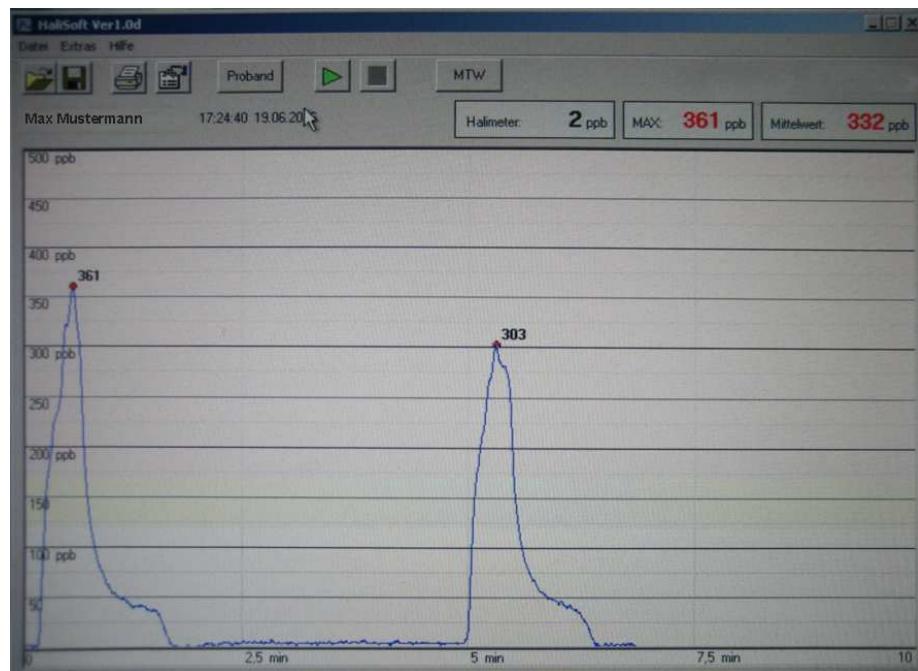


Abbildung 11: Haligramm

Das Gerät muss dreißig Minuten bevor man mit den Messungen beginnt eingeschaltet werden, damit es eine Aufwärmphase durchlaufen kann. Anschließend wird die Anzeige über einen Drehregler auf "0000"  $\pm$  10 ppb kalibriert. Nachdem man den Patientennamen eingegeben hat, wird mit der Maus auf die „Start“-Taste (grünes Dreieck) (Abbildung 11) gedrückt und die Messung begonnen. Auf der Y-Achse werden die flüchtigen Schwefelverbindungen in parts per billion (ppb) und auf der X-Achse die Minuten angezeigt (Abbildung 11). Ab einem Wert von 130 ppb wird ein Patient als Mundgeruchspatient eingestuft, was an dem Farbübergang von weiß nach gelb im Haligramm sichtbar ist (Abbildung 11).

Im Halimeter befindet sich eine Pumpe, die die Atemluft aus dem Mund „absaugt“ und die flüchtigen Schwefelverbindungen (VSC) misst. Somit wird auf der Flussanzeige des Gerätes und auf dem Monitor ein Anstieg verzeichnet, wenn der Plastikstrohhalm in den

Patientenmund geführt und die Luft angehalten wird. Ist das Maximum an flüchtigen Schwefelverbindungen erreicht, kommt es anschließend zum Abfall des Graphen.

Die Probanden wurden vor jeder Messung angewiesen, den Mund für zirka fünf Minuten zu schließen und durch die Nase zu atmen. Nach der verstrichenen Zeit sollen die Patienten nochmals tief einatmen und anschließend den Mund zirka zwei Zentimeter öffnen, den mit dem Gerät verbundenen Plastikstrohhalm etwa vier bis fünf Zentimeter in den Mund einbringen und dabei die Luft anhalten. Dabei darf der Strohhalm keine Bereiche der Mundhöhle berühren, da es sonst zu Ergebnisverfälschungen kommen würde (ANSYCO GmbH, Karlsruhe).

Die Messung wurde nach fünf Minuten wiederholt, und danach wurde aus den beiden gemessenen Werten ein Mittelwert gebildet.

#### 4.4 Verwendete statistische Methoden

Die Auswertung der klinischen Untersuchungsergebnisse wurde in Tabellen des Statistiksoftwareprogramms SPSS 15.0 auf dem Betriebssystem Windows XP eingegeben, ausgewertet und mit einer von Gerald Hamm selbst entwickelten statistischen Visualisierungsapplikation graphisch umgesetzt.

Dazu wurden die Merkmale hinsichtlich ihrer verschiedenen Ausprägungen und ihres Skalenniveaus genau definiert. Es erstreckte sich von der Ordinalskala, die im vorliegenden Fall die OSS-Einstufungen darstellt, über die Intervallskala bis hin zur Verhältnisskala. Während die Ordinalskala zu den qualitativen Merkmalen zählt, werden Intervall- und Verhältnisskala zu den quantitativen oder metrisch skalierten Merkmalen zugeordnet (WEIß 2008). Die Ordinalskala, auch Rangskala genannt, hat von diesen drei Skalenniveaus das geringste Niveau, wohingegen metrisch skalierte Merkmale, wie vorliegend die Halimetermesswerte, den höchsten Informationsgehalt besitzen, da hier nur quantitative Merkmale verarbeitet werden.

Entsprechend dem orientierenden Charakter der Untersuchung wurde das Signifikanzniveau auf  $p \leq 0,05$  festgesetzt.

Bei zwei abhängigen Stichproben, wie Paste A - Paste B, Paste A-Plazebo, Paste B-Plazebo oder bei Überprüfung der Zeitabhängigkeit einer Paste zwischen zwei Zeitpunkten wurde der nicht-parametrische Vorzeichentest angewandt, der eine Tendenz auf Signifikanz untersucht. Lagen quantitative Daten vor, wurde der Wilcoxon-Test zur Sicherung von Unterschieden benutzt. Dieser Test ist für Daten mit ordinalem bzw. metrischem Skalenniveau indiziert (WEIß 2008).

Für Veränderungen innerhalb einer Pastenanwendung über mehr als zwei Zeitpunkte zog man als Test für abhängige Stichproben den Friedman-Test heran. Um dabei eine Trendaussage zu sichern, benutzte man den Trend Test nach Page.

Für die Sicherung von mehr als zwei unabhängigen Stichproben, wie vorliegend die Unterschiede der drei Pasten A, B und Plazebo zu den einzelnen Zeitpunkten, wurde die Varianzanalyse bzw. der nicht-parametrische Kruskal-Wallis-Test eingesetzt. Jedoch wird hier aus dem p-Wert nicht ersichtlich, wo die Unterschiede liegen. Ein signifikantes Ergebnis deutet nur an, dass nicht alle Erwartungswerte einheitlich sind (WEIß 2008). Deshalb wurde für die Frage, zwischen welchen Zahnpasten auf dem 5%-Niveau

Unterschiede zu sichern sind, der Least Significant Difference – Test (= LSD-Test) eingesetzt.

Der parameterfreie Mann-Whitney-Test wurde verwendet, um zu sehen, ob zwei unabhängige Verteilungen, in diesem Fall der Vergleich Zinkchloridzahnpaste und Plazebo-Paste, einen Unterschied in der Mundgeruchsreduktion aufweisen, oder ob sie zur selben Grundgesamtheit gehören. Der Korrelationskoeffizient nach Kendall's Tau wurde verwendet, um Zusammenhänge zwischen ordinalen und metrischen Daten zu ermitteln.

## 5 Ergebnisse

Im Rahmen dieser Studie wurden die Voruntersuchungsbögen, Messprotokolle und die zahnärztlichen Untersuchungsdaten von insgesamt zwanzig Patienten ausgewertet. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse näher erläutert und analysiert.

### 5.1 Allgemeine Ergebnisse

#### 5.1.1 Auswertung nach Halimeter-Messwerten

Ein Patient wurde als Mundgeruchspatient eingestuft, wenn ein Halimeter-Messwert bei der Voruntersuchung  $\geq 130$  parts per billion (ppb) betrug. Dabei wurden die flüchtigen Schwefelverbindungen (VSC) in der Atemluft gemessen. Die durchschnittlichen Halimetermesswerte variierten am Voruntersuchungstag von 133 ppb bis 516 ppb (Tabelle 9).

N	arithmet. Mittel	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum	Spannweite
20	265,95	115,09	242,00	133,00	516,00	383,00

**Tabelle 9:** Ergebnisse bei der Voruntersuchung (in ppb)

Paste	N	arithmet. Mittel	Standard- abweichung	Median	Min.	Max.	Spann- weite
A	20	148,50	102,20	122,00	47,00	378,00	331,00
B	20	170,60	107,87	130,00	78,00	527,00	449,00
Plazebo	20	169,90	113,53	131,00	52,00	400,00	348,00

**Tabelle 10:** Ergebnisse 30 Minuten nach Anwendung der jeweiligen Zahnpasta (in ppb)

Dreißig Minuten nach der Anwendung der jeweiligen Pasten konnten für Paste A ein arithmetisches Mittel von 148,50 ppb, für Paste B von 170,60 ppb und für das Plazebo von 169,90 ppb notiert werden (Tabelle 10). Bei der Berechnung des arithmetischen Mittels einer Probe soll die Wahrscheinlichkeit bestimmt werden, dass der wahre Mittelwert innerhalb bestimmter Grenzen um den berechneten Mittelwert liegt. Diese

Grenzen werden durch das Vertrauensintervall festgelegt. Das Vertrauensintervall (95 Prozent) für den Mittelwert liegt bei Paste A zum Zeitpunkt 30 Minuten zwischen 100,65 und 196,34 ppb VSC und für den Median zwischen 64 und 170 ppb VSC.

Bei Paste B liegt das Vertrauensintervall für den Mittelwert zwischen 120,09 und 221,10 ppb VSC und für den Median zwischen 108 und 218.

Das Plazebo weist im 95 Prozent Vertrauensintervall Werte zwischen 116,74 und 223,05 ppb VSC für den Mittelwert und 65 bis 258 ppb VSC für den Median auf.

Paste	N	arithmet. Mittel	Standard- abweichung	Median	Min.	Max.	Spann- weite
A	20	274,70	260,63	209,50	71,00	560,00	489,00
B	20	229,35	120,02	234,00	51,00	1236,00	1185,00
Plazebo	20	209,35	127,78	171,00	52,00	490,00	438,00

**Tabelle 11: Ergebnisse 180 Minuten nach Anwendung der jeweiligen Zahnpasta (in ppb)**

Nach 180 Minuten stieg das arithmetische Mittel bei Paste A auf 274,70 ppb, bei Paste B auf 229,35 ppb und beim Plazebo auf 209,35 ppb (Tabelle 11).

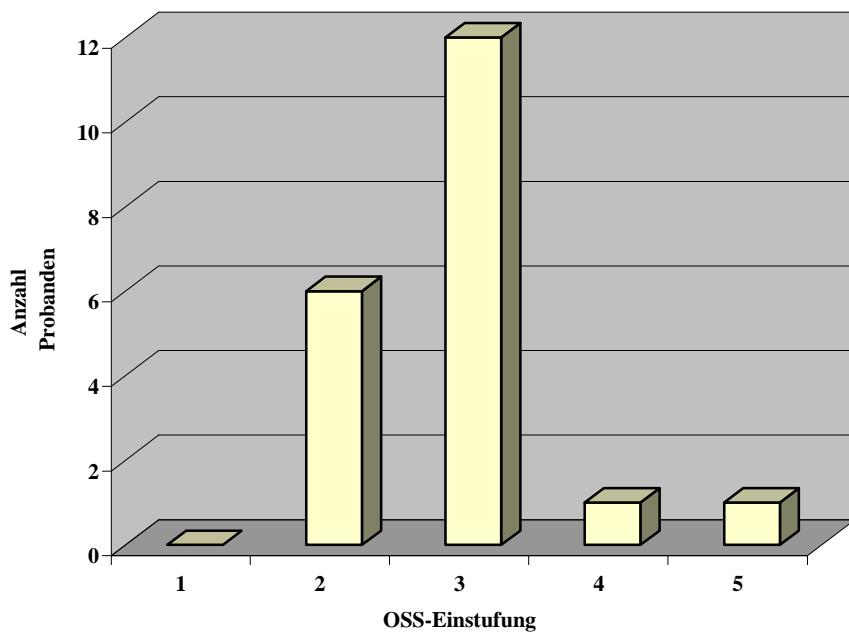
Das Vertrauensintervall (95 Prozent) liegt für den Mittelwert nach 180 Minuten für Paste A zwischen 152,67 und 396,72 ppb VSC und für den Median zwischen 88 und 328 ppb VSC. Für Paste B liegt das Vertrauensintervall für den Mittelwert zwischen 173,16 und 285,54 ppb VSC und für den Median zwischen 106 und 336 ppb VSC.

Beim Plazebo liegt das 95 Prozent Vertrauensintervall für den Mittelwert zwischen 149,52 und 269,17 ppb VSC und für den Median zwischen 99 und 332 ppb VSC.

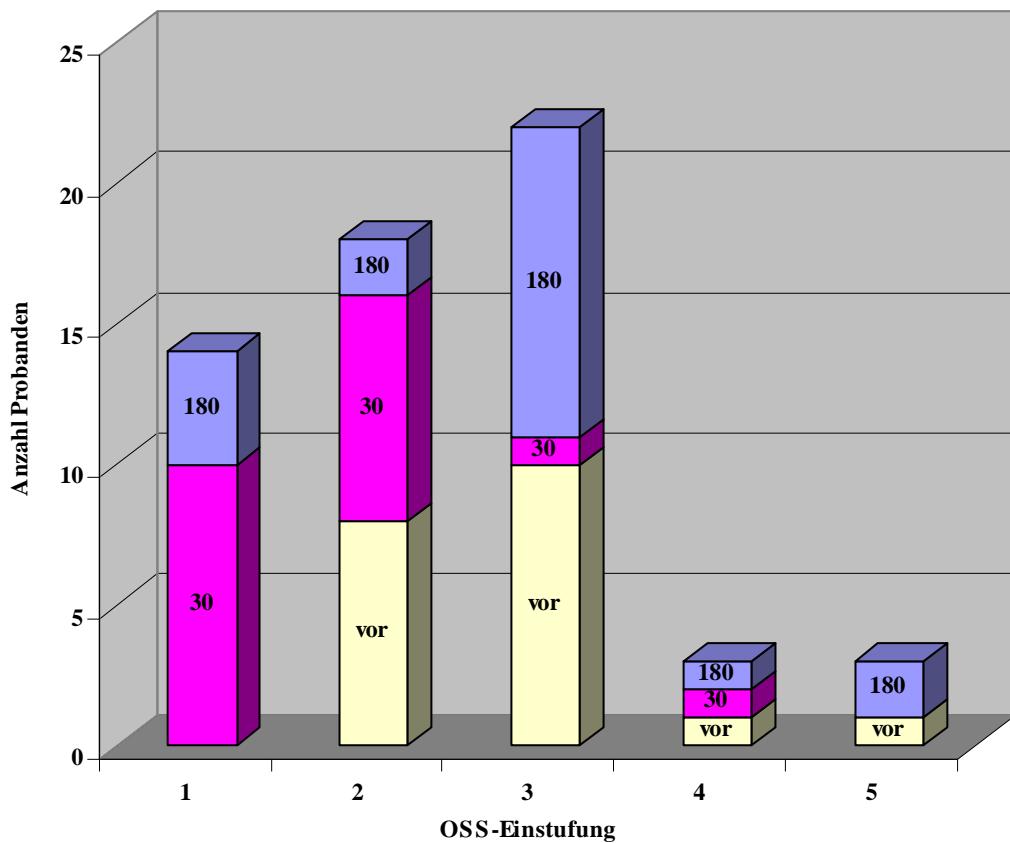
### 5.1.2 Auswertung nach organoleptischer Beurteilung

Die Beurteilung der Stärke des Mundgeruchs erfolgte durch den Geruchssinn des Behandlers im Abstand von zehn Zentimetern. In den folgenden Abbildungen ist auf der X-Achse die Stärke des Mundgeruchs von 1= fraglicher, 2=leichter, 3= mäßiger, 4= starker bis 5= sehr starker Mundgeruch aufgezeigt, wohingegen die Y-Achse die Anzahl der Probanden darstellt.

Von den zwanzig untersuchten Patienten hatten sechs am Voruntersuchungstag leichten (=2), zwölf mäßigen (=3) und jeweils ein Patient starken (=4) und extrem starken (=5) Mundgeruch (Abbildung 12).



**Abbildung 12: Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch bei der Voruntersuchung**

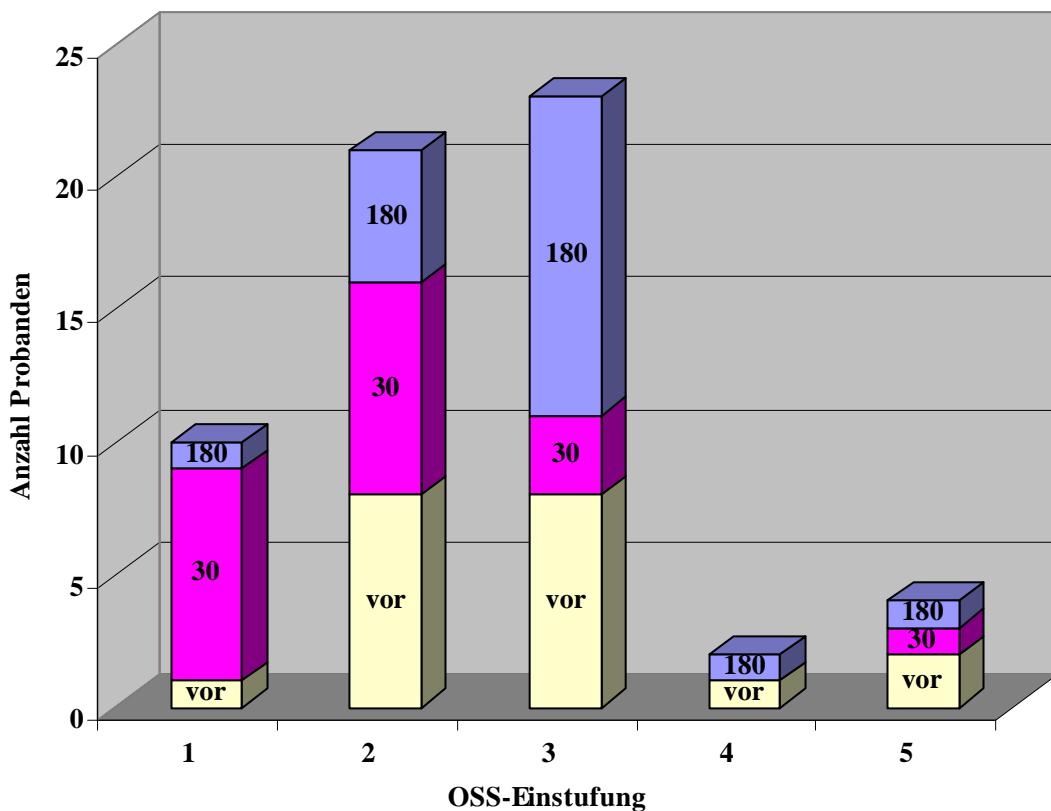


**Abbildung 13:** Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch vor (0 Min) und nach (30 Min und 180 Min) Anwendung der Paste A

Eine halbe Stunde nach Anwendung der Paste A hatten zehn Patienten fraglichen (=1), acht leichten (=2) und jeweils ein Patient mäßigen (=3) bzw. starken (=4) Mundgeruch, wohingegen vor Pastenanwendung acht Probanden leichten (=2), zehn mäßigen (=3) und je ein Patient starken (=4) bzw. sehr starken (=5) Mundgeruch aufzeigten. In Abbildung 13 wird deutlich, dass gegenüber dem Startzeitpunkt eine Linksverschiebung im Sinne einer Verringerung der OSS-Werte stattfand.

180 Minuten nach Pastenanwendung hatten nur noch vier Patienten fraglichen (=1) und zwei leichten (=2), elf mäßigen (=3), ein Teilnehmer starken (=4) und zwei der Probanden sogar sehr starken (=5) Mundgeruch (

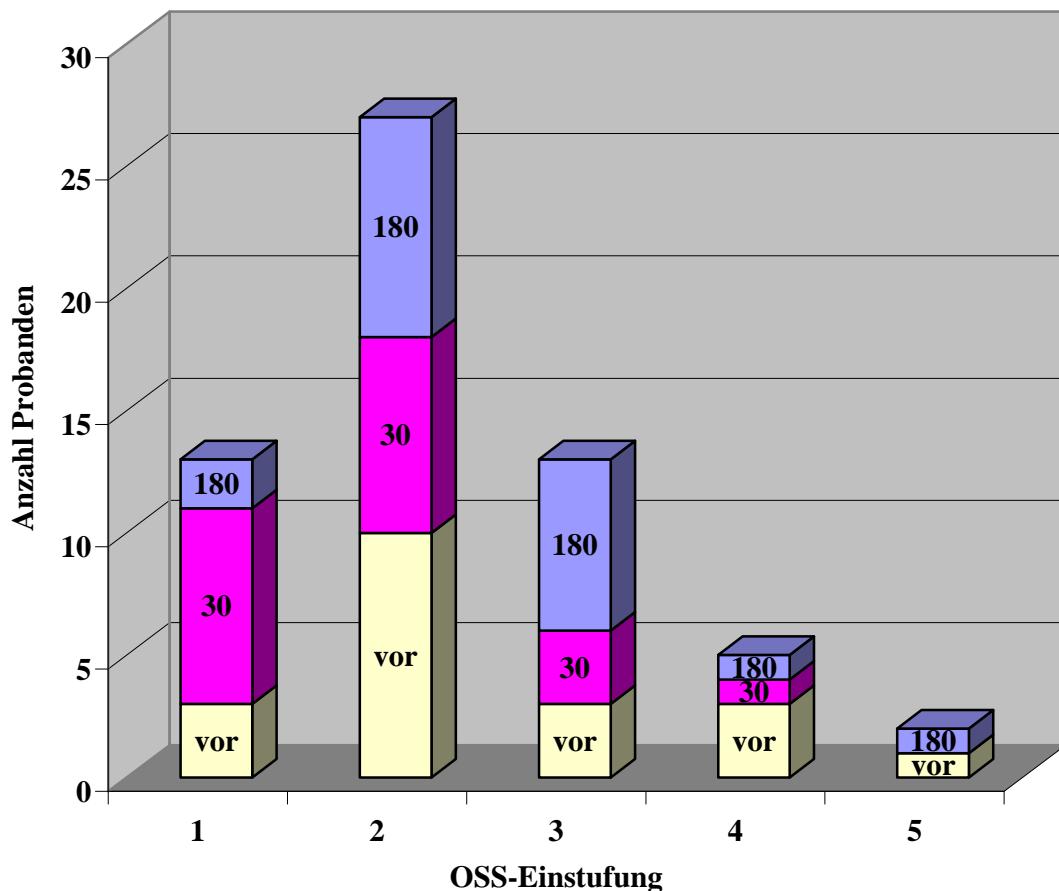
Abbildung 13). Hier konnte man eine leichte Rechtsverschiebung im Sinne einer Steigerung des Mundgeruchs feststellen.



**Abbildung 14:** Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch vor (0 Min) und nach (30 Min und 180 Min) Anwendung der Paste B

Vor Anwendung der Paste B hatte nur ein Patient fraglichen (=1), acht Patienten leichten (=2) und weitere acht mäßigen (=3), ein Proband starken (=4) und zwei sehr starken (=5) Mundgeruch (Abbildung 14).

30 Minuten nach Anwendung konnte ebenfalls eine Linksverschiebung verzeichnet werden (Abbildung 14). Jeweils acht Teilnehmer hatten dabei fraglichen (=1) bzw. leichten (=2) drei mäßigen (=3) und ein Proband sehr starken (=5) Mundgeruch, wobei 180 Minuten nach Pastenanwendung eine leichte Rechtsverschiebung festzustellen war, im Vergleich zum Status vor der Pastenanwendung. Hier hatten ein Patient fraglichen (=1), fünf leichten (=2), zwölf mäßigen (=3) und jeweils ein Proband starken (=4) bzw. sehr starken (=5) Mundgeruch (Abbildung 14).



**Abbildung 15:** Numerischer Anteil der Patienten mit organoleptisch wahrnehmbarem Mundgeruch vor (0 Min) und nach (30 Min und 180 Min) Anwendung der Plazebo-Paste

Auch in Abbildung 15 lässt sich eine Linksverschiebung verzeichnen. Hatten vor Pastenanwendung noch drei Teilnehmer fraglichen (=1), zehn leichten (=2), je drei mäßigen (=3) bzw. starken (=4) und ein Teilnehmer sehr starken (=5) Mundgeruch, waren es nach dreißig Minuten je acht Teilnehmer mit fraglichem (=1) bzw. leichtem (=2), drei mit mäßigem (=3) und nur ein Patient mit starkem (=4) Mundgeruch.

Nach 180 Minuten erfolgte ebenfalls wie bei Paste B eine Rechtsverschiebung. Hierbei hatten zwei Patienten fraglichen (=1), neun leichten (=2), sieben mäßigen (=3) und jeweils ein Proband starken (=4) bzw. sehr starken (=5) Mundgeruch (Abbildung 15).

## 5.2 Vergleich der verschiedenen Zahnpasten

### 5.2.1 Erläuterung der verwendeten Abkürzungen und Diagramme

Paste A:	0,5% Zinkchloridzusatz
Paste B:	0,3% Zinkchloridzusatz
Plazebo:	kein Zinkchloridzusatz
Anorm:	Differenz der Paste A-Plazebo Paste
Bnorm:	Differenz der Paste B-Plazebo Paste
Groups:	Gruppenname (evtl. mit _Untergruppierung )
N:	Stichprobenumfang
Mean:	Mittelwert (evtl. in Klammern der 95 Prozent Vertrauensbereich für den Mittelwert)
StdDev:	Standardabweichung
Median:	Median (evtl. in Klammern der 95 Prozent Vertrauensbereich für den Median)
Gauss:	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Gauss'sche Normalverteilung (=1)
LSD-Class:	Post-Hoc-Test ( <u>Least Significance Difference</u> ) auf Kontraste ( $p=0.05$ )
p-Wert:	Irrtumswahrscheinlichkeit, mit der die Nullhypothese zurückgewiesen werden kann (= Hypothese des nicht vorhandenen Unterschieds zwischen den Stichproben)
p(AOV):	Ergebnis der Varianzanalyse
P(Exact):	Ergebnis des exakten Fischer-Tests
p(Friedman):	Ergebnis des Friedman-Tests
VU:	Voruntersuchung

## Legende

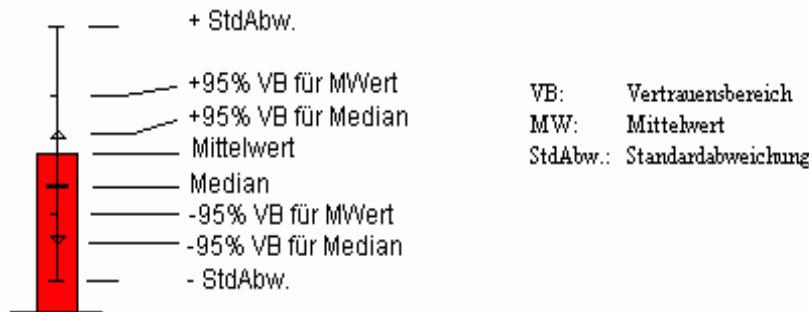


Abbildung 16: Legende Säulendiagramm

### 5.2.2 Vergleich der Veränderungen der VSC-Werte nach jeder Halimetermessung

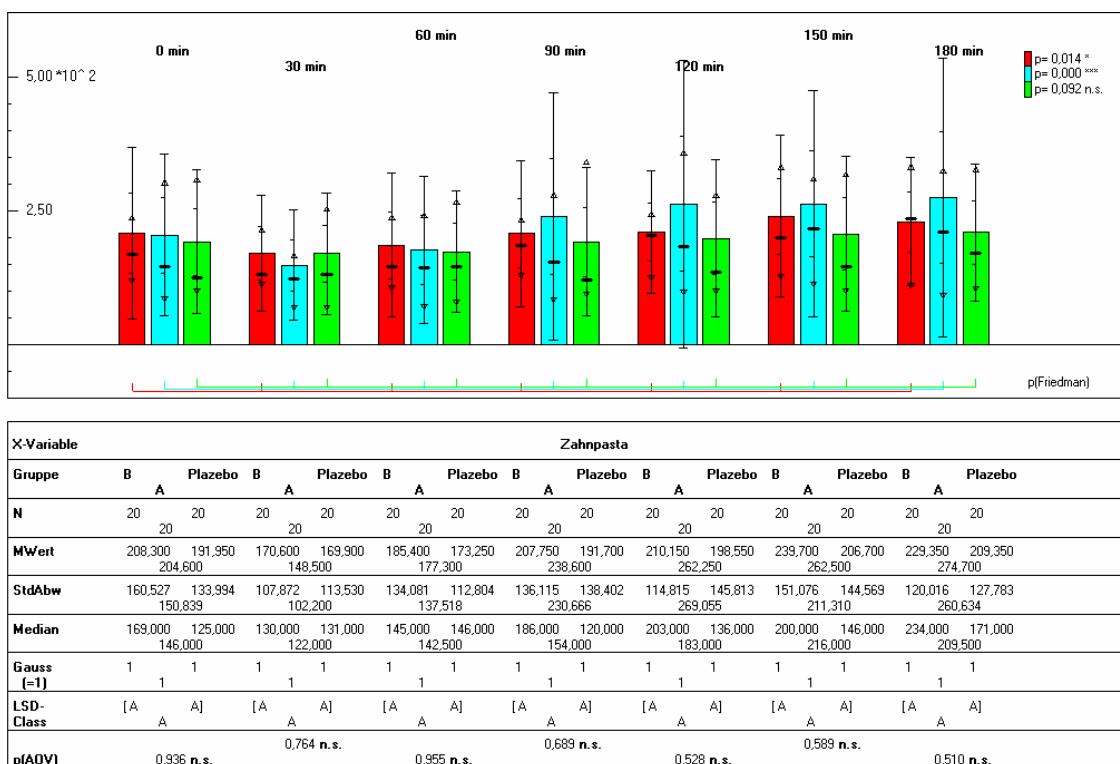


Abbildung 17: Mittelwerte flüchtiger Schwefelverbindungen (Halimeter-Messwert in ppb) vor (0Min) Zahnpastenanwendung und nach Anwendung zu den jeweiligen Zeitpunkten (N=20)

Der Friedman-Test prüft in der vorliegenden Versuchsreihe, ob innerhalb einer Zahnpasta über mehrere Zeitpunkte hinweg eine Veränderung statistisch gesichert werden

kann. Bei Paste A waren die Veränderungen höchstsignifikant ( $p=0,0001$ ) und bei Paste B signifikant ( $p=0,014$ ). Beim Plazebo hingegen waren sie nicht signifikant ( $p= 0,092$ ). Jedoch sind die Ergebnisse genau entgegengesetzt den Erwartungen. Die signifikanten Veränderungen beziehen sich auf eine Zunahme und nicht auf eine Abnahme der VSC-Werte.

Dabei waren die Unterschiede der drei Pasten A, B und Plazebo zu keinem Zeitpunkt signifikant (Kruskal-Wallis-Test und Varianzanalyse, jeweils  $p > 0,05$ ). Auch der LSD-Test auf Kontraste kann auf dem 5%-Niveau keine signifikante Trennung der drei Pasten voneinander erkennen, jeder Paste wird die Klasse A zugeteilt (Abbildung 17).

Vergleicht man diese Ergebnisse ( $N=20$ ) mit denen ohne der anfangs geringen VSC-Werte unter 130 parts per billion ( $N=16/17$ ) (Abbildung 18), so lässt sich erkennen, dass hier bei Paste A die Veränderungen ebenfalls höchstsignifikant ( $p= 0,0001$ ) und bei Paste B signifikant waren ( $p=0,028$ ), wobei hier die zeitliche Veränderung bei Paste B etwas geringer als für  $N=20$  ausfiel. Bei der Plazebo-Paste waren die Veränderungen ebenfalls nicht signifikant ( $p=0,491$ ).

Es lag ebenfalls zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Zahnpasten vor (Kruskal-Wallis-Test und Varianzanalyse, jeweils  $p >0,05$ ). Auch der LSD-Test kann auf dem 5%-Niveau keine signifikante Trennung der drei Pasten von einander erkennen, jeder Paste wird die Klasse A zugeteilt (Abbildung 18).

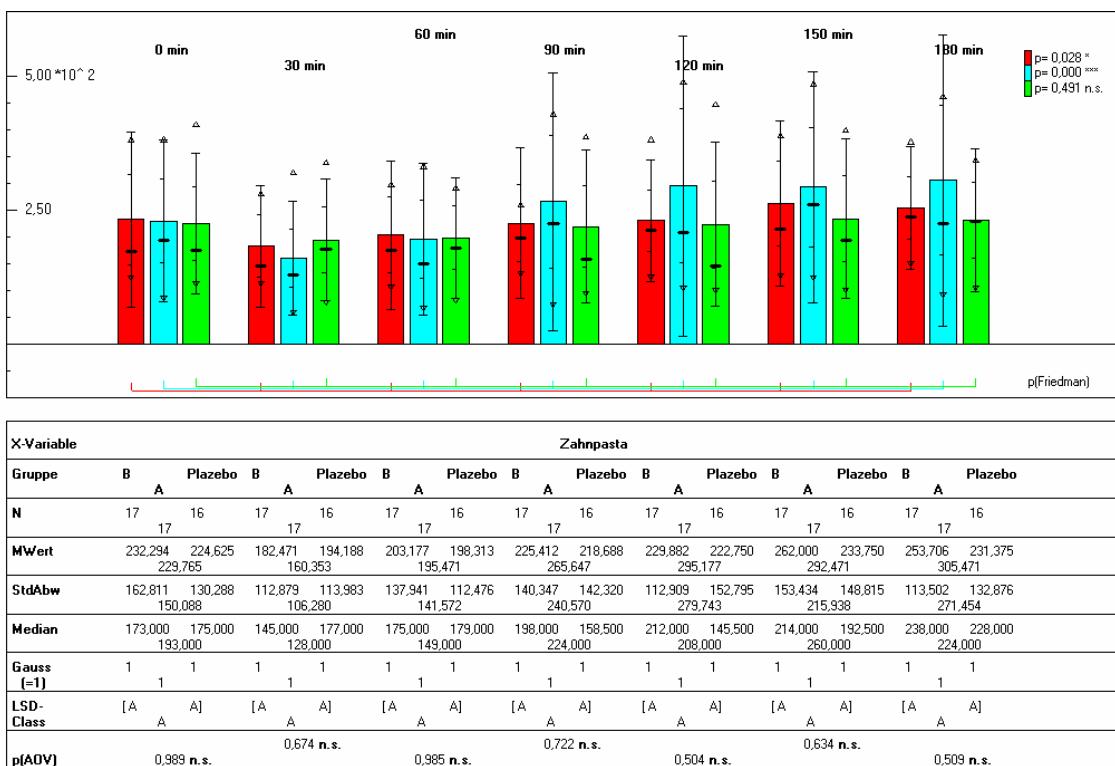


Abbildung 18: Mittelwerte flüchtiger Schwefelverbindungen (Halimeter-Messwert in ppb) vor (0Min) Zahnpastenanwendung und nach den jeweiligen Zeitpunkten ohne Ausreißer (N=17/16))

Um eine fortlaufende Tendenz festzustellen, setzte man den Trend-Test nach Page ein. Dieser zeigt in der vorliegenden Studie, dass der Trend für Paste A von 0 Minuten bis 180 Minuten höchstsignifikant ( $p=0,000$ ) und für Paste B hoch signifikant war ( $p=0,014$ ). Für die Plazebo-Paste ergab sich keine signifikante Veränderung ( $p=0,092$ ). Auch hier war das Ergebnis entgegen den Erwartungen, weil der Test für Paste A und B eine Signifikanz für die Zunahme der VSC-Werte aufwies.

Bei der Auswertung ohne die anfangs geringen VSC-Werte unter 130 parts per billion (N=16/17) war der Trend bei Paste A von 0 Minuten bis 180 Minuten ebenfalls höchstsignifikant ( $p=1,407 \times 10^{-7}$ ), bei Paste B signifikant ( $p=0,028$ ) und bei der Plazebo-Paste bestand wiederum kein signifikanter Trend ( $p=0,069$ ). Analog zur Auswertung mit N=20 entsprach auch hier der Trend nicht der erwarteten Richtung.

### 5.2.3 Vergleich der VSC- Werte nach 30 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten

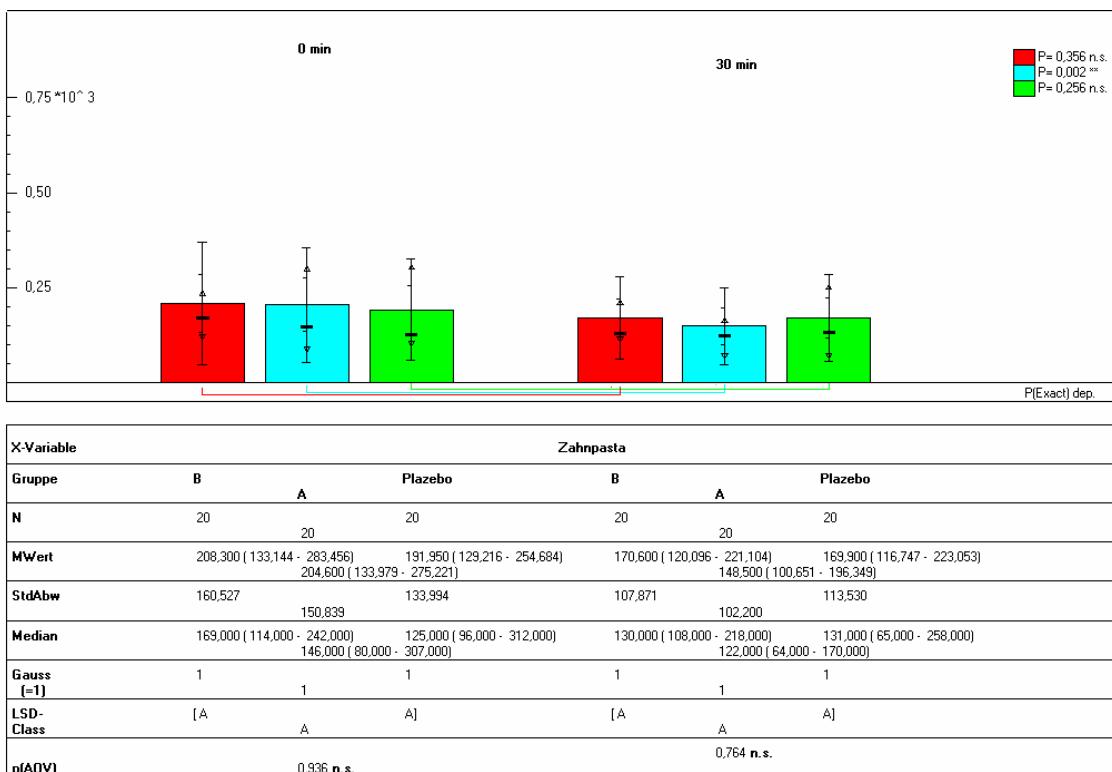
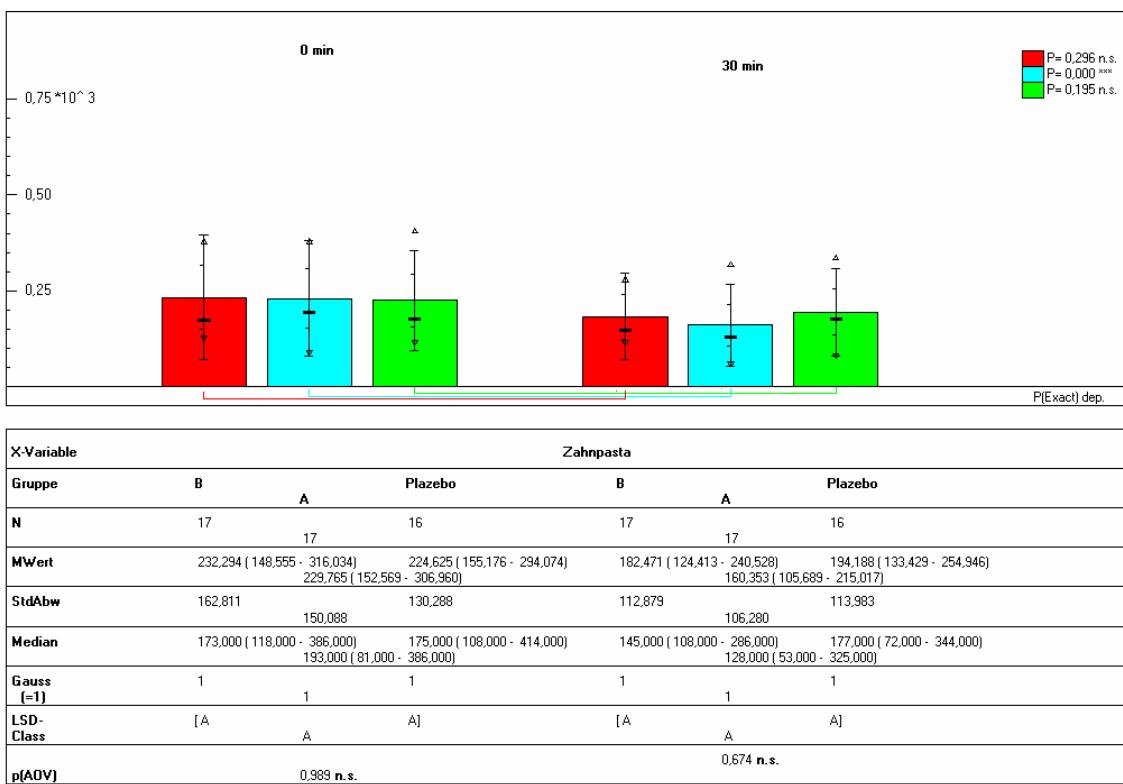


Abbildung 19: Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 30 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=20)

Bei Paste B sank der Mittelwert dreißig Minuten nach Pastenanwendung von 208 auf 170 (= -18,3 Prozent). Diese Reduktion war nicht signifikant (Wilcoxon-Test,  $p=0,313$ ; Fischer-Test,  $p=0,356$ ). Bei Paste A verringerte sich der Mittelwert hochsignifikant von 204 auf 148, was einer Abnahme von -27,4 Prozent entspricht. (Wilcoxon-Test;  $p=0,04$ ; Fischer-Test,  $p=0,002$ ). Die Veränderung beim Plazebo war nicht signifikant (Wilcoxon-Test,  $p=0,478$ ; Fischer-Test,  $p=0,256$ ). Der Mittelwert wurde um 22 ppb (von 191 auf 169) geringer (-11,5 Prozent).

Die Varianzanalyse ( $p=0,764$ ) und der LSD-Test auf dem 5%-Niveau zeigen, dass zwischen den einzelnen Pasten zum Zeitpunkt 30 Minuten keine signifikanten Unterschiede bestanden (Abbildung 19).



**Abbildung 20:** Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 30 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=16/17)

Abbildung 20 zeigt die Veränderung der Wirkung ohne die anfangs geringen VSC-Werte unter 130 parts per billion (N=16/17). Hier sank bei Paste B der Mittelwert von 232 auf 182 (= -21,5 Prozent). Dies war nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p=0,124; Fischer-Test, p=0,296). Bei Paste A fand eine hochsignifikante (Wilcoxon-Test, p=0,001) bzw. höchstsignifikante (Fischer-Test, p=0,0001) Reduktion des Mittelwerts von 229 auf 160 (= -30,1 Prozent) statt. Die Veränderung beim Plazebo war nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p=0,326; Fischer-Test, p=0,195). Hier änderte sich der Mittelwert nur gering von 224 auf 194 (= -13,4 Prozent).

Die Varianzanalyse (p=0,674) und der LSD-Test auf dem 5%-Niveau zeigen, dass zwischen den einzelnen Pasten zum Zeitpunkt 30 Minuten keine signifikanten Unterschiede bestanden (Abbildung 20).

### 5.2.4 Vergleich der Veränderungen der VSC-Werte nach 180 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten

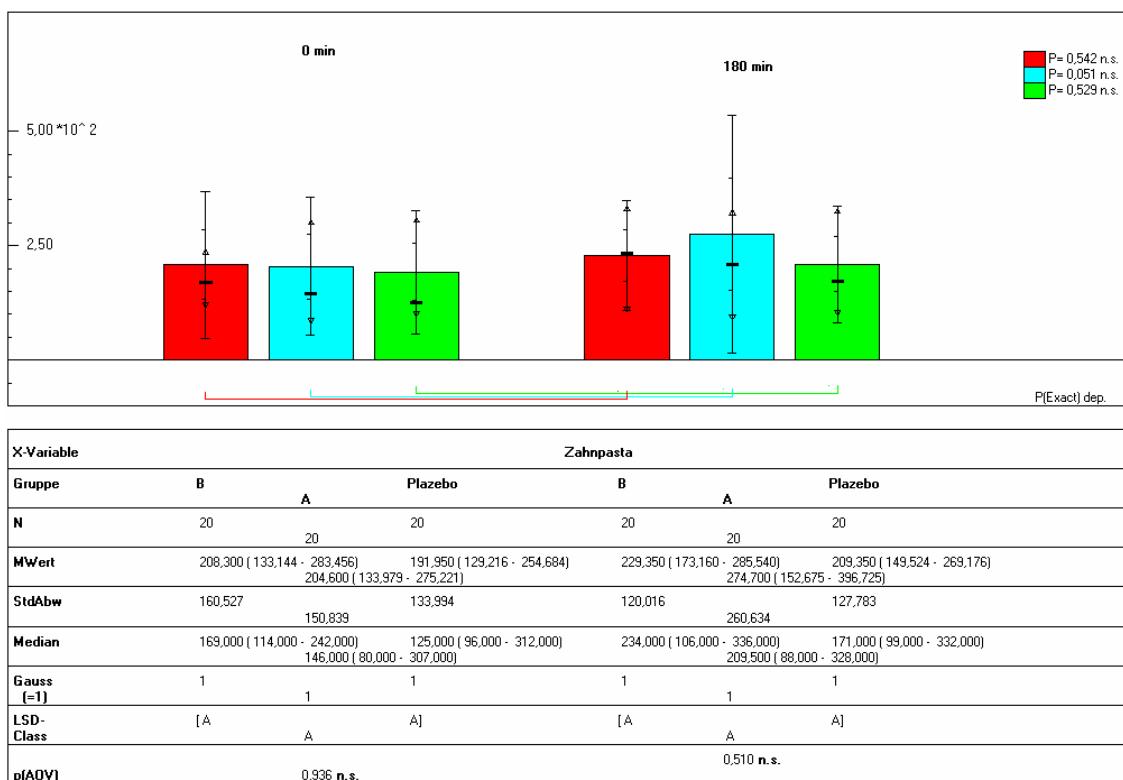
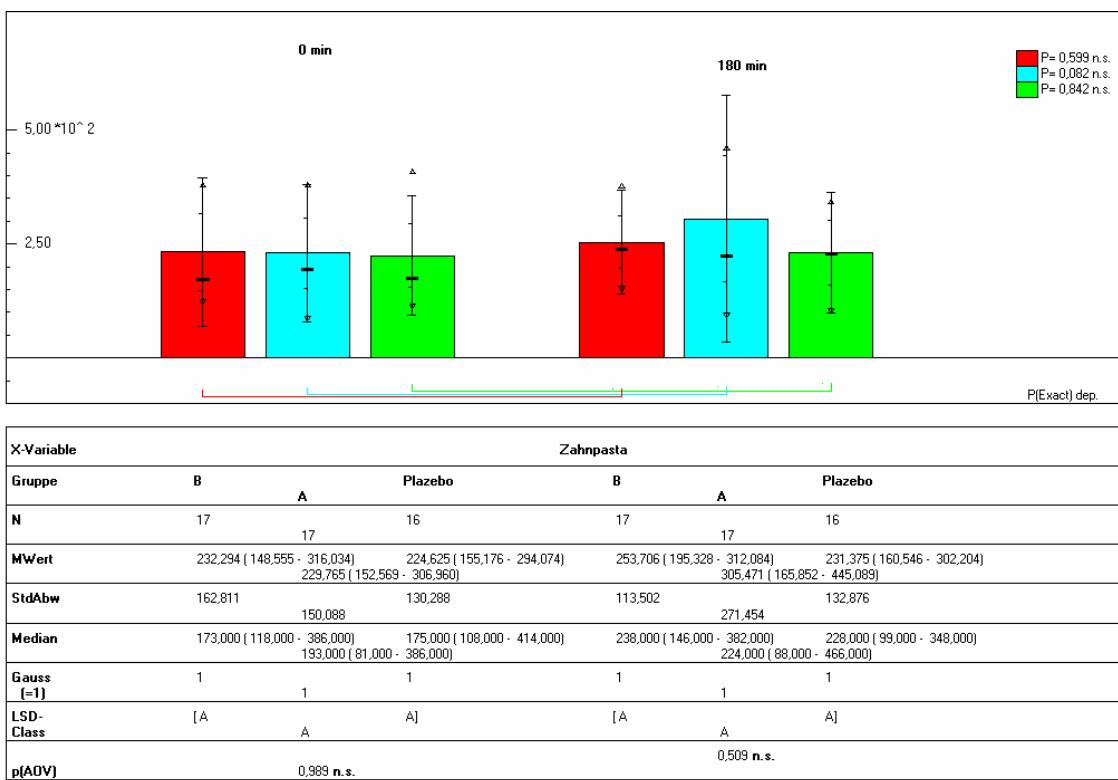


Abbildung 21: Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 180 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=20)

In allen Pasten wurde nach 180 Minuten eine Steigerung der flüchtigen Schwefelverbindungen über das Ausgangsniveau hinaus diagnostiziert (Abbildung 21).

Bei Paste B erhöhte sich der Mittelwert nach 180 Minuten nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p=0,411; Fischer-Test, p=0,542) von anfangs 208 auf 229 (+10,1 Prozent). Bei Paste A wuchs der Mittelwert für den Wilcoxon-Test signifikant (p=0,030) und für den Fischer-Test nur knapp nicht signifikant (p=0,051) von 204 auf 274 (+34,3%). Der Mittelwert beim Plazebo stieg von 191 auf 209 (+9,4%). Hier fand die geringste Steigerung statt. Die Zunahme war auch hier wie bei Paste B nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p=0,575; Fischer-Test, p=0,529). Die Varianzanalyse (p=0,510) und der LSD-Test auf dem 5%-Niveau zeigen, dass zwischen den einzelnen Pasten zum Zeitpunkt 180 Minuten keine signifikanten Unterschiede bestanden .



**Abbildung 22:** Veränderung der Wirkung zum Zeitpunkt 180 Minuten im Vergleich zu 0 Minuten (N=16/17)

Bei N=16/17 wurde ebenfalls nach 180 Minuten eine Steigerung der flüchtigen Schwefelverbindungen über das Ausgangsniveau hinaus diagnostiziert (Abbildung 22).

Bei Paste B erhöhte sich der Mittelwert nach 180 Minuten nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p=0,523; Fischer-Test, p=0,599) von anfangs 232 auf 254 (+9,5). Bei Paste A war die Steigerung des Mittelwerts im Gegensatz zu N=20 nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p=0,068; Fischer-Test. p=0,082). Hier fand eine Erhöhung von 230 auf 305 statt (+32,6 Prozent).

Der Mittelwert beim Plazebo stieg von 225 auf 231 (+2,6 Prozent). Hier wurde die geringste Steigerung notiert. Die Zunahme war auch hier wie bei Paste B nicht signifikant (Wilcoxon-Test, p= 0,959; Fischer-Test, p=0,842).

Die Varianzanalyse (p=0,509) und der LSD-Test auf dem 5%-Niveau zeigen, dass zwischen den einzelnen Pasten zum Zeitpunkt 180 Minuten keine signifikanten Unterschiede bestanden (Abbildung 22).

### 5.2.5 Unterschied der beiden Pasten A und B bezüglich ihrer Wirkung zur Plazebo-Paste

Um festzustellen, ob ein Unterschied zwischen Paste A und B bezüglich der Wirkung besteht, wurde die Differenz A-Plazebo (Anorm) und B-Plazebo (Bnorm) gebildet. In einem Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben wurde nun Anorm gegen Bnorm zu jeden einzelnen Zeitpunkt getestet.

In den folgenden Abbildungen ist die Differenz der VSC-Werte zwischen Paste A bzw. B-Plazebo über den verschiedenen Zeitpunkten aufgetragen.

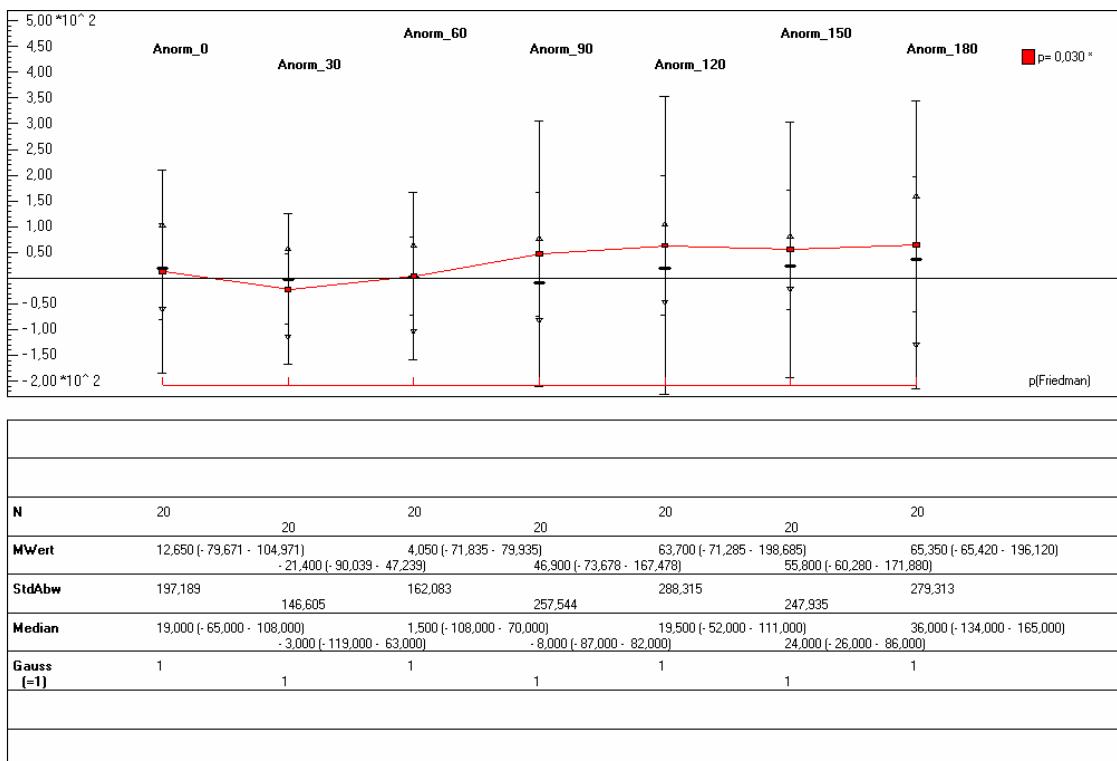


Abbildung 23: Zeitabhängiger Unterschied der Wirkung der Paste A zur Plazebo-Paste in Bezug auf Mundgeruchsreduzierung

Abbildung 23 zeigt, dass die Differenz Paste A minus Plazebo über mehrere Zeitpunkte eine signifikante Veränderung aufweist. Dies bestätigt ein Wert von  $p=0,030$  des Friedman-Tests. Der Trend-Test nach Page zeigte hier einen zeitabhängigen signifikanten Trend ( $p=0,030$ ). Dieser Trend geht jedoch wiederum in die „falsche“ Richtung. Die Signifikanz bezieht sich auf die Zunahme und nicht auf die Abnahme der VSC-Werte.

Paste A verzeichnete im Vergleich zum Plazebo zum Zeitpunkt 30 Minuten (-12,5 Prozent) und 60 Minuten (-2,3 Prozent) niedrigere VSC-Werte, wohingegen zu allen anderen Zeitpunkten bei Paste A höhere VSC-Werte als beim Plazebo vorlagen [90min (+24,4 Prozent), 120min (+32,1 Prozent), 150min (+26,9 Prozent) 180min (+31,2 Prozent)].

Der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben der Differenzen A-Plazebo zeigt zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied

[ $p(\text{Anorm\_0})=0,771$ ;  $p(\text{Anorm\_30})=0,601$ ;  $p(\text{Anorm\_60})=0,735$ ;  $p(\text{Anorm\_90})=0,936$ ;  $p(\text{Anorm\_120})=0,528$ ;  $p(\text{Anorm\_150})=0,316$ ;  $p(\text{Anorm\_180})=0,461$ ].

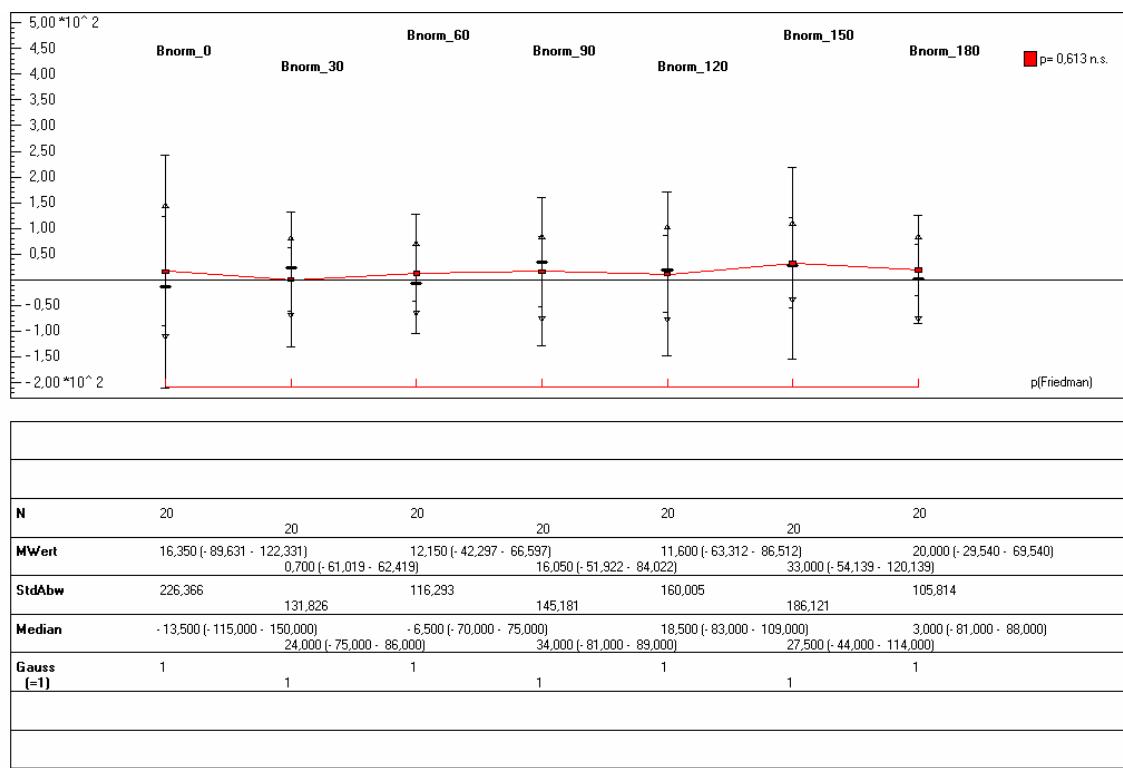


Abbildung 24: Zeitabhängiger Unterschied der Wirkung der Paste B zur Plazebo-Paste in Bezug auf Mundgeruchsreduzierung

Paste B hingegen ließ keine zeitabhängige signifikante Veränderung gegenüber dem Plazebo erkennen (Friedman-Test,  $p=0,613$ ) (Abbildung 24). Der Trend-Test nach Page von 0 Minuten bis 180 Minuten war nicht signifikant ( $p=0,612$ ). Hier konnten zu jedem Zeitpunkt höhere VSC-Werte als beim Plazebo festgestellt werden [30 Minuten (+8,5 Prozent), 60 Minuten (+0,4 Prozent), 90 Minuten (+7 Prozent), 120 Minuten (+8,3 Prozent), 150 Minuten (+15,9 Prozent), 180 Minuten (+9,5 Prozent)].

Auch der Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben der Differenz B-Plazebo zeigte keinen signifikanten Unterschied zu allen Zeitpunkten [ $p(B_{norm\_0})=0,986$ ;  $p(B_{norm\_30})=0,852$ ;  $p(B_{norm\_60})=0,775$ ;  $p(B_{norm\_90})=0,416$ ;  $p(B_{norm\_120})=0,628$ ;  $p(B_{norm\_150})=0,232$ ;  $p(B_{norm\_180})=0,710$ ].

### **5.2.6 Unterschied zwischen Paste A und Paste B bezüglich ihrer Wirkung nach 30 und 180 Minuten**

Um einen Unterschied in der Mundgeruchsreduktion zwischen Paste A und Paste B zu eruieren, wurden mittels des Mann-Whitney-Tests für unabhängige Stichproben beide Pasten untersucht. Dies geschah sowohl durch eine Analyse der Verteilung der Differenzen (Paste A 30 Minuten – Paste A 0 Minuten) gegenüber (Paste B 30 Minuten – Paste B 0 Minuten) als auch durch eine Aufschlüsselung der Verteilung der Differenzen der Paste A (180 Minuten - 0 Minuten) gegenüber Paste B (180 Minuten - 0 Minuten).

Dabei bestand für  $N=20$  kein signifikanter Unterschied ( $p=0,304$ ) in der prozentualen Differenz, d.h. dem VSC-Wert (30 Minuten - 0 Minuten)/0 Minuten. Keine der beiden Pasten zeigte nach 30 Minuten eine bessere Wirkung als die andere, obwohl der Mittelwert der prozentualen Differenzen (Tabelle 12) bei Paste A mit einem Wert von -0,180 (dies entspricht einem Wert von -18,0 Prozent) geringer war als bei Paste B. Hier betrug der Messwert 0,023, was einer Steigerung von +2,3 Prozent entspricht.

Ähnliche Ergebnisse lieferte die Stichprobe mit  $N=17$  (vgl. hierzu Tabelle 13). Hier wurde im Ergebnis eines Mann-Whitney-Tests ( $p=0,326$ ) ebenfalls kein signifikanter Unterschied in der prozentualen Differenz erkennbar. Somit stellte sich keine der Pasten nach dreißig Minuten als die Bessere heraus, obwohl der Mittelwert der prozentualen Differenzen (Tabelle 13) bei Paste A = -0,265 (-26,5 Prozent) und bei Paste B = -0,046 (-4,6 Prozent) betrug.

Paste	Diff 30-0%	Paste	Diff 30-0%
A	-0,303278689	B	-0,469767442
A	-0,248704663	B	0,438596491
A	-0,220588235	B	-0,726804124
A	-0,56626506	B	-0,151162791
A	-0,358024691	B	0,008474576
A	0,475	B	0,580246914
A	0,185185185	B	-0,12195122
A	-0,173913043	B	-0,34939759
A	-0,038961039	B	0,446808511
A	-0,080310881	B	-0,259067358
A	-0,457627119	B	-0,103448276
A	-0,646616541	B	-0,421319797
A	-0,215767635	B	2,046242775
A	-0,45561139	B	0,297520661
A	0,705882353	B	0,368421053
A	0,011363636	B	-0,126506024
A	-0,583061889	B	-0,070422535
A	-0,382352941	B	-0,50974026
A	-0,264	B	-0,714659686
A	0	B	0,3
<b>Mittelwert (proz.Diff)</b>	<b>-0,180882632</b>		<b>0,023103194</b>

Tabelle 12: Verteilung der Differenzen 30 Minuten - 0 Minuten (N=20)

Paste	Diff 30-0%	Paste	Diff 30-0%
A	-0,30327869	B	-0,46976744
A	-0,24870466	B	0,43859649
A	-0,22058824	B	-0,72680412
A	-0,56626506	B	-0,15116279
A	-0,35802469	B	0,00847458
A	0,475	B	-0,12195122
A	-0,17391304	B	-0,34939759
A	-0,03896104	B	0,44680851
A	-0,08031088	B	-0,25906736
A	-0,45762712	B	-0,10344828
A	-0,64661654	B	-0,4213198
A	-0,21576764	B	2,04624278
A	-0,45561139	B	0,29752066
A	0,01136364	B	-0,12650602
A	-0,58306189	B	-0,07042254
A	-0,38235294	B	-0,50974026
A	-0,264	B	-0,71465969
<b>Mittelwert (proz.Diff)</b>	<b>-0,265218834</b>		<b>-0,046270829</b>

Tabelle 13: Verteilung der Differenzen 30 Minuten - 0 Minuten (N=17)

Paste	Diff 180-0%	Paste	Diff 180-0%
A	0,06147541	B	0,251162791
A	0,347150259	B	1,01754386
A	0,073529412	B	-0,386597938
A	-0,012048193	B	-0,093023256
A	1,765432099	B	1,43220339
A	1,125	B	0,308641975
A	0,12962963	B	0,93495935
A	0,492753623	B	1,301204819
A	1,103896104	B	0,978723404
A	-0,520725389	B	-0,129533679
A	-0,254237288	B	-0,402298851
A	-0,616541353	B	-0,507614213
A	-0,170124481	B	1,832369942
A	1,070351759	B	-0,016528926
A	1,235294118	B	0,105263158
A	0,765151515	B	-0,120481928
A	0,641693811	B	0,197183099
<b>Mittelwert (proz.Diff)</b>	<b>0,41570464</b>		<b>0,317496512</b>

Tabelle 14: Verteilung der Differenzen 180 Minuten - 0 Minuten (N=20)

Paste	Diff 180-0%	Paste	Diff 180-0%
A	0,06147541	B	0,25116279
A	0,34715026	B	1,01754386
A	0,07352941	B	-0,38659794
A	-0,01204819	B	-0,09302326
A	1,7654321	B	1,43220339
A	1,125	B	0,93495935
A	0,49275362	B	1,30120482
A	1,1038961	B	0,9787234
A	-0,52072539	B	-0,12953368
A	-0,25423729	B	-0,40229885
A	-0,61654135	B	-0,50761421
A	-0,17012448	B	1,83236994
A	1,07035176	B	-0,01652893
A	0,76515152	B	-0,12048193
A	0,64169381	B	0,1971831
A	0,02941177	B	-0,25324675
A	0,672	B	-0,5
<b>Mittelwert (proz.Diff)</b>	<b>0,386715827</b>		<b>0,325648536</b>

Tabelle 15: Verteilung der Differenzen 180 Minuten - 0 Minuten (N=17)

Auch in der Untersuchung nach 180 Minuten konnte kein signifikanter Unterschied in der prozentualen Differenz (180 Minuten - 0 Minuten) zwischen Paste A und B ermittelt

werden, weder für N=20 (Mann-Whitney-Test, p=0,516) noch für N=17 (Mann-Whitney-Test, p=0,642) (Tabelle 14, Tabelle 15).

### 5.2.7 Zusammenhang zwischen organoleptischer Beurteilung und Halimetermesswerten

In den folgenden Korrelations-Plots ist die optimale Regressionsgerade eingezeichnet, sowie gestrichelt die zugehörige Hyperbel für den 95%-Vertrauensbereich. Die Parameter der Regressionsgeraden ( $A=Y$ -Achsenabschnitt und  $B=$  Steigung) sind mit ihren Signifikanzen angegeben. Zusätzlich sind am rechten Rand der Korrelationskoeffizient Tau nach Kendall und seine mit einem exakten Verfahren ermittelte Signifikanz-Klasse eingezeichnet.

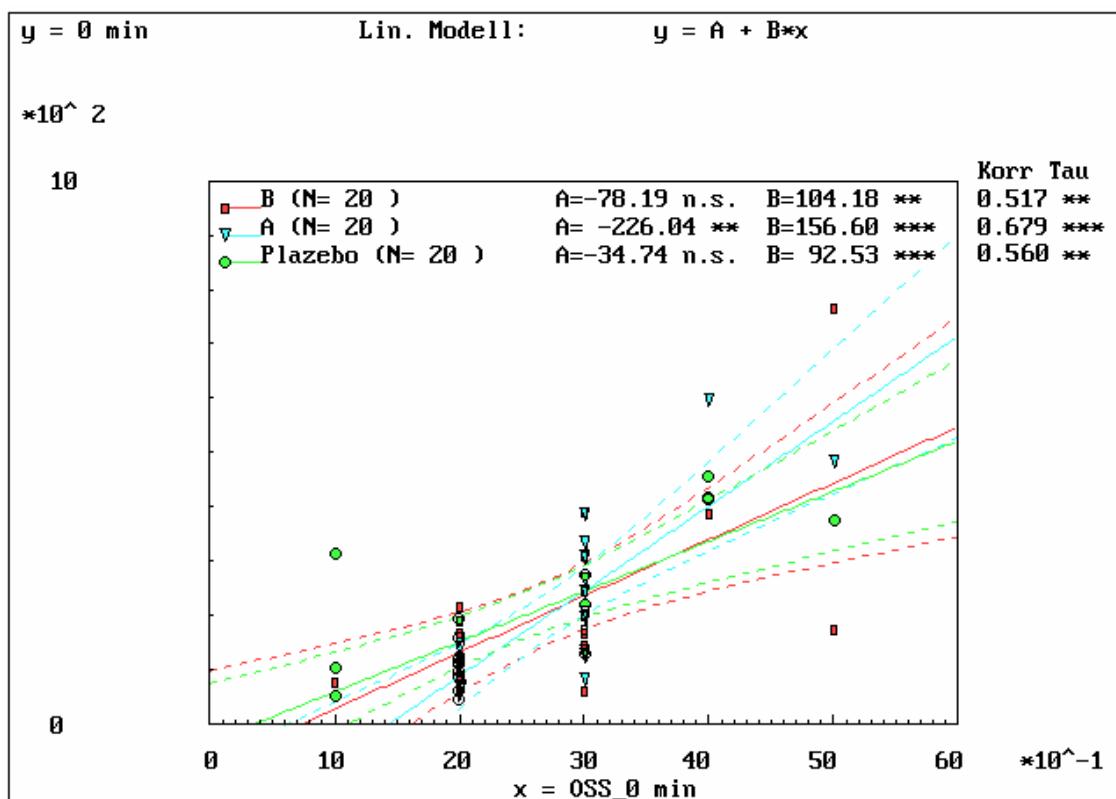


Abbildung 25: Lineare Korrelation zwischen instrumenteller und organoleptischer Messung nach 0 Minuten

Der Korrelationskoeffizient Tau zwischen Gerätemesswerten und OSS-Einschätzung vor Pastenanwendung betrug bei Paste A 0,679 und ist mit einem Wert von p=0,0001

höchstsignifikant. Bei Paste B betrug Tau 0,517 und ist, ebenso wie bei dem Plazebo (Tau=0,560) hochsignifikant.

Bei allen Pasten konnte man zu jedem Messzeitpunkt nach Pastenanwendung signifikante Zusammenhänge zwischen der OSS-Einstufung und den Gerätemesswerten ausfindig machen (Abbildung 25, Abbildung 26, Abbildung 27).

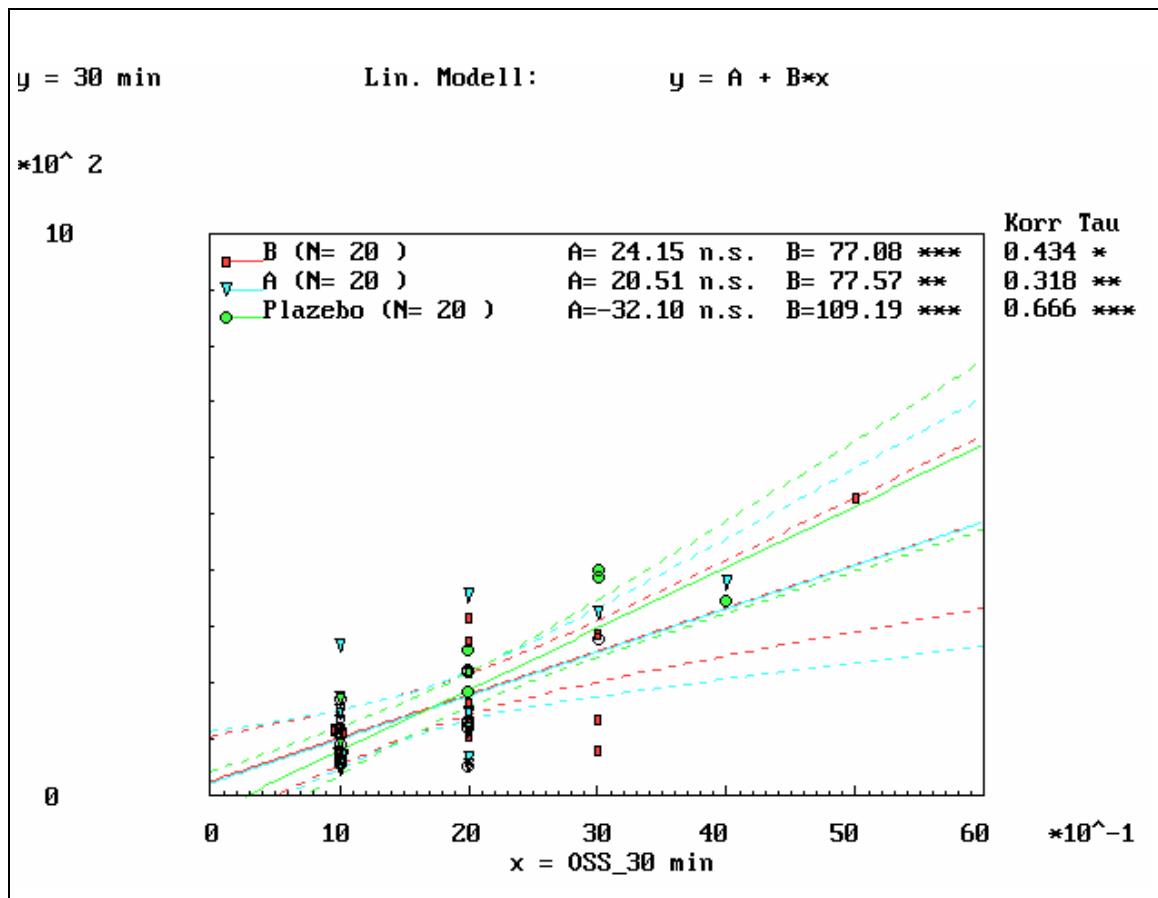


Abbildung 26: Lineare Korrelation zwischen instrumenteller und organoleptischer Messung nach 30 Minuten

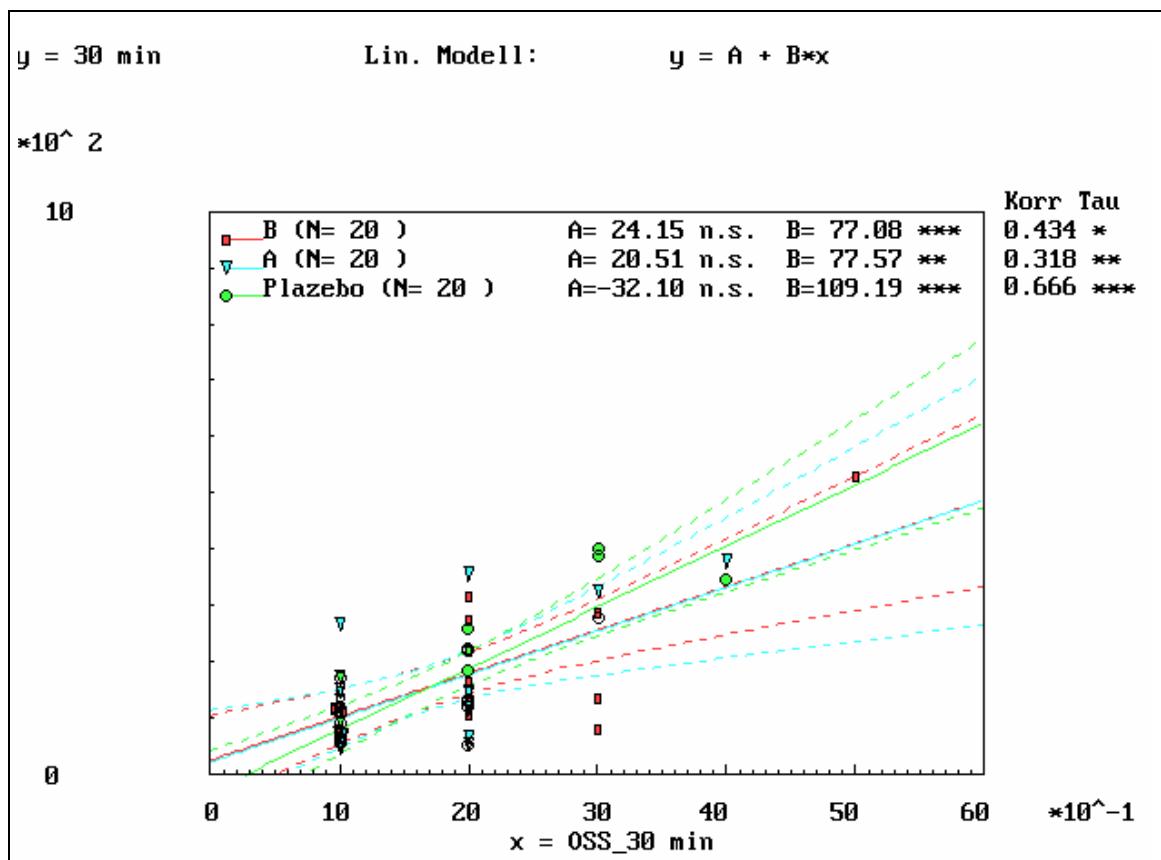


Abbildung 27: Lineare Korrelation zwischen instrumenteller und organoleptischer Messung nach 180 Minuten

## 6 Diskussion

Im vorliegenden Kapitel sollen nun sowohl die Methode als auch die Ergebnisse der Studie diskutiert werden.

### 6.1 Diskussion der Methode

#### 6.1.1 Design der Studie

Analog zu relevanten Studien (BRUNETTE et al. 1998, NILES et al. 1999) wurden die zu untersuchenden Zahnpasten dieser Studie im cross-over-design jeweils an zwanzig Probanden bei einmaliger Anwendung bei bereits bestehendem Mundgeruch bewertet. Der Vorteil dieses Studiendesigns gegenüber einer Parallel-Studie ist eine geringere Stichprobenanzahl und eine kürzere Studiendauer.

Um gleiche Voraussetzungen für alle Studienteilnehmer zu erreichen, wurde jedem Patienten am Voruntersuchungstag und an den darauf folgenden Behandlungstagen eine handelsübliche Zahnpasta (Odol med 3, GlaxoSmithKline) und eine mittelharte Zahnbürste (Dr.Best®Flex Plus, GlaxoSmithKline) mit einer Borstenabrundung ausgeteilt. Zudem wurden sie darauf hingewiesen, sich zweimal täglich mit den ausgehändigten Materialien für zweieinhalb Minuten die Zähne zu putzen.

Jeder Patient erhielt in dieser Studie zwei Testzahnpasten mit unterschiedlichen Zinkchloridkonzentrationen (0,3 Prozent und 0,5 Prozent) und eine Plazebo-Paste ohne Zinkchloridzusatz. Durch dieses Vorgehen und die genauen Hinweise zur Anwendung war die nötige Voraussetzung geschaffen, dass die Zahnpasten im gesamten Versuchsablauf nach dem geforderten Muster angewandt werden konnten: Jede Zahnpasta wurde einmal an erster, zweiter und dritter Stelle angewendet. Somit konnten systematische Fehler, die im Verlauf einer Studie durch eine unterschiedliche Compliance seitens der Probanden auftreten können, auf ein Minimum reduziert werden. Um Überhangseffekte zu vermeiden, wurde eine therapiefreie wash-out-Zeit von sieben Tagen eingehalten.

Durch die Varianzanalyse (AOV) wurde bestätigt, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ausgangswerten der Gruppen der Probanden vorherrschten (Abbildung 17,  $p(AOV)=0,936$ ; Abbildung 18,  $p(AOV)=0,989$ ).

Aufgrund des doppelblinden Charakters der Studie konnte eine maximal objektive Geruchsbestimmung bei der Durchführung der organoleptischen Beurteilung durch die Behandlerin stattfinden.

### 6.1.2 Methodisches Vorgehen

Für diese Studie wurde eine Kombination aus instrumenteller Messung und organoleptischen Beurteilung favorisiert, da sich diese Kombination bereits in früheren Studien als erfolgreich erwiesen hat. Obwohl die instrumentellen Messungen eine hohe Reproduzierbarkeit aufweisen (ROSENBERG et al. 1991, ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b), können dennoch in einzelnen Fällen Störfaktoren auftreten, die zu fehlerhaften Messungen führen.

Deshalb ist es wichtig, die instrumentellen Ergebnisse mit einer organoleptischen Beurteilung zu vervollständigen, um somit in der Schlussfolgerung ein Produkt charakterisieren und als wirksam oder unwirksam einstufen zu können (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b). Die sensorische Beurteilung der Atemluft gilt noch immer als Standard auf dem Gebiet der Mundgeruchsbeurteilung (ROSENBERG 1997). Sie kann jedoch häufig entweder aufgrund subjektiver Faktoren des Behandlers (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b) oder aufgrund des maskierenden Effekts verschiedener Aromastoffe fehlerbehaftet sein. Daher ist eine Kombination der organoleptischen Einstufung mit einer instrumentellen Analyse ein sehr guter Weg, um eventuelle Nachteile oder Einschränkungen einer einzelnen Methode auszugleichen. Die instrumentellen Messungen fanden mit einem Sulfidmonitor (Halimeter<sup>TM</sup>, Interscan Corporation Chatsworth, CA, USA) statt. Messungen mit diesem Gerät wurden erstmals von ROSENBERG et al. (ROSENBERG et al. 1991, ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b) durchgeführt. Sie fanden hohe Korrelationen zwischen instrumentellen Messwerten und einer organoleptischen Beurteilung durch trainierte Geruchsrichter und ermittelten im Vergleich zu organoleptischen Messungen für die Sulfidmonitore eine höhere Reproduzierbarkeit und Empfindlichkeit in Bezug auf eine Halitosisreduktion.

Allerdings ist es mit dem Halimeter nur möglich, die quantitativen Veränderungen der flüchtigen Schwefelverbindungen in unterschiedlichem Ausmaß zu messen, wobei das Halimeter auf Schwefelwasserstoff am sensibelsten reagiert (RICHTER 1964,

ROSENBERG et al. 1991). Dieses fehlende Unterscheidungsvermögen zwischen den einzelnen schwefelhaltigen Komponenten und die fehlende Erkennung von mikrobiellen Gärungsprodukten, wie Cadaverin und Putreszin (GOLDBERG et al. 1993), sind als problematisch anzusehen.

Die dadurch möglicherweise entstehende Diskrepanz zwischen der organoleptischen Beurteilung und der instrumentellen Halimetermessung kann nur mit Hilfe von Gaschromatographie oder mit den in der Entwicklung und Verbesserung befindlichen künstlichen Nasen beseitigt werden. Jedoch sprachen die hohen Kosten, der Zeitaufwand und die kompliziertere Bedienbarkeit der Gaschromatographen im Gegensatz zu Sulfidmonitoren (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b) gegen eine Anwendung in der vorliegenden Studie.

Die OSS (organoleptic severity score) - Einstufung erfolgte in fünf Stufen von 1 bis 5 analog zu ROSENBERG et al. (1991). Sie wurden erhoben, indem der Proband die untersuchende Person in einem Abstand von zehn Zentimetern (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b) anhauchte. Vor Studienbeginn wurde eine Kalibrierung durch einen erfahrenen Untersucher durchgeführt (siehe 4.3.3). Dadurch konnte eine möglichst einheitliche Wertung der Mundgeruchsqualität erreicht werden (ROSENBERG et al. 1991, ROSEN-  
BERG und MC CULLOCH 1992b).

Die OSS-Einstufung erfolgte vor der Halimetermessung, um eine mögliche Beeinflus-  
sung durch die Halimetermesswerte zu vermeiden.

### **6.1.3 Selektion der Probanden**

Nachdem zweiundvierzig Patienten in einer ausführlichen Voruntersuchung mit Fragen zu Vorerkrankungen und Medikamenteneinnahmen eingestuft wurden, konnten zwanzig geeignete Probanden in die Studie aufgenommen werden.

Ein Problem bei der Rekrutierung geeigneter Patienten stellten parodontale Erkrankun-  
gen (durchschnittliche Taschentiefen > 3 Millimeter) dar, da die daran beteiligten Mik-  
roorganismen zu einer erhöhten VSC-Produktion beitragen können (RICHTER und  
TONZETICH 1964, TONZETICH 1971). Neun von zweiundzwanzig Patienten hatten  
eine parodontale Vorerkrankung, von der sie bis zu diesem Zeitpunkt noch nichts wuss-

ten, und konnten deshalb nicht in die Studie aufgenommen werden. Weitere neun von zweiundzwanzig (40,9 Prozent) Patienten glaubten an Mundgeruch zu leiden, ohne dies tatsächlich zu tun. Eine Halitosis konnte weder instrumentell, noch organoleptisch bestätigt werden. Dies zeigt, dass auch eine psychisch bedingte Halitosis sehr verbreitet ist (SEEMANN et al.2004a).

Zwei der nicht geeigneten Patienten hatten sich in den letzten drei Monaten einer Antibiotikumtherapie unterzogen und eine Patientin war Raucherin und musste deshalb aus der Studie ausgeschlossen werden, da Rauchen den „smoker's breath“, der einen charakteristischen Mundgeruch hinterlässt, verursacht (CHRISTEN 1970). Wegen einer möglichen Einflussnahme in Bezug auf Halitosis wurden auch Patienten mit regelmäßiger Medikamenteneinnahme (Antidepressiva, Antihypertensiva, Appetitzügler, Parasympatholytika (z.B. Atropin), Psychopharmaka (z.B. Amitriptylin, Imipramin), Mittel gegen Parkinson, Chemotherapeutika/Antibiotika)) und Prothesenträger ausgeschlossen. Analog wurde mit Teilnehmern verfahren, die systemische Erkrankungen (PRETI et al. 1997), Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes (ATTIA 1982, ROTGANS 1984) oder Stoffwechselerkrankungen (WEBER 2003) aufwiesen.

Auch eine Schwangerschaft kann aufgrund des erhöhten Progesteron- und Östrogen- spiegels im Blut zu einem Anstieg flüchtiger Schwefelverbindungen führen (TONZETICH 1978). Deshalb konnten auch Schwangere nicht an der Studie teilnehmen.

Den geforderten Kriterienkatalog erfüllten zwanzig Teilnehmer, zwölf Frauen und acht Männer im Alter zwischen 22 und 61 Jahren. In vergleichbaren Studien (SAXTON et al. 1985, 1986, 1987, JONES et al. 1988, MELLBERG et al. 1991, BRUNETTE et al. 1998, NILES et al. 1999, SHARMA et al. 1999, YOUNG et al. 2001, 2002, SHARMA et al. 2002, SEEMANN et al. 2004) betrug das durchschnittliche Altersintervall 22,9 bis 58,6 Jahre, was sich in etwa mit dem der vorliegenden Studie deckt. Auffällig in den meisten dieser Studien - wie auch in dieser Studie - ist ein leichtes Überwiegen an weiblichen Teilnehmern, obwohl die Patientengewinnung ungeachtet des Geschlechts erfolgte.

Die für die Studie geeigneten Probanden wurden im Abstand von einer Woche zur gleichen Zeit (16.30 Uhr) einbestellt. Damit die Beeinflussung der Messungen durch bestimmte Verhaltensweisen der Probanden so gering wie möglich gehalten wird, wurde

jeder Patient am Voruntersuchungstag über Verhaltensregeln während der Studie sowohl in mündlicher als auch in schriftlicher Form (siehe 9.2) aufgeklärt. Beispielsweise war es am Untersuchungstag untersagt, Duftstoffe wie Parfüme oder Haarsprays zu verwenden, da es durch das darin enthaltene Ethanol zu Störungen des Sensors im Halimeter kommen kann (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b).

### **6.1.4 Anwendung der Zahnpasten**

Die Probanden durften mindestens zwei Stunden vor Studienbeginn keine Mundhygiene mehr betreiben, um eine Erhöhung flüchtiger Schwefelverbindungen zu erreichen, und somit deutlichere Reduktionen hervorzurufen.

Die zu testenden Zahnpasten wurden einmalig für zweieinhalb Minuten angewendet. Im Anschluss daran spülten die Teilnehmer mit dreimal zehn Milliliter Wasser nach, um dem maskierenden Effekt der Aromastoffe entgegenzuwirken (PITTS et al. 1983). Welche Aromastoffe die Zahnpasten enthielten, war nicht bekannt.

## **6.2 Diskussion der Ergebnisse**

### **6.2.1 Organoleptische Parameter und Korrelation zu instrumentellen Werten**

Im Ergebnis konnte für alle getesteten Prüfprodukte eine Reduktion des organoleptisch wahrnehmbaren Mundgeruchs nach 30 Minuten verzeichnet werden (siehe 5.1.2).

Diese Ergebnisse sind konform mit einer israelischen Studie (ROSENBERG et al. 1991a). Hier wurden bei 75 Teilnehmern die Reproduzierbarkeit und Sensitivität von Halitosis-Messungen mit einem Sulfid-Monitor durchgeführt und diese Werte mit den organoleptischen Messungen verglichen. Dabei konnte eine höchstsignifikante Korrelation verzeichnet werden ( $r=0,603$ ;  $P<0,001$ ).

### 6.2.2 Instrumentelle Parameter

Waren die VSC- Werte am Voruntersuchungstag noch über 130 parts per billion (ppb), lagen sie vor Pastenanwendung teilweise unter dem Schwellenwert von 130 ppb. Dies kann mit einigen Störfaktoren verbunden sein. In diesem Zusammenhang ist das Phänomen des Hawthorne-Effekts zu nennen, das oft zugrunde liegt, wenn Patienten an einer Studie teilnehmen, hochmotiviert sind, und sich besser fühlen, da ihnen durch die Studie Aufmerksamkeit geschenkt wird (WEIß 2008).

Zudem können viele weitere Einflussfaktoren zum Tragen kommen. Liegt die letzte Mundhygiene weniger als zwei Stunden zurück, oder wurden aromahaltige Speisen und Getränke am Tag der Untersuchung verzehrt, können die Messergebnisse verfälscht werden (ROSENBERG 1992b, ROSENBERG et al. 1991).

Um festzustellen, ob die teilweise unter 130 ppb liegenden VSC-Werte vor Pastenanwendung einen Einfluss auf die Ergebnisse haben, wurden diese Werte eliminiert ( $N=16/17$ ) und erneut eine statistische Auswertung durchgeführt. Es konnte jedoch kein gravierender Unterschied zu  $N=20$  verzeichnet werden. Auch dann war keine signifikante Reduktion in Bezug auf die Halitosiswerte festzustellen.

In Hinsicht auf die Halimetermesswerte traten in der Untersuchung nur schwach ausgeprägte, nicht signifikante Reduktionen auf, die einen Wert von 27,4 Prozent zu keinem Zeitpunkt übertrafen. Nach 30 Minuten wies Paste A die größte Reduktion mit 27,4 Prozent auf, gefolgt von Paste B (-18,3 Prozent) und dem Plazebo (-11,5 Prozent) (Abbildung 17). Jedoch waren diese Unterschiede auf dem fünf Prozent Signifikanzniveau nicht signifikant (Kruskal-Wallis-Test,  $p= 0,643$ ). Paste A zeigte jedoch zum Zeitpunkt 30 Minuten im Vergleich zum Zeitpunkt 0 Minuten beim abhängigen Test eine hochsignifikante Reduktion (Wilcoxon-Test,  $p= 0,004$ ). Dies könnte aber möglicherweise ein Artefakt sein, da der unabhängige Test (Mann-Whitney-Test) zum Zeitpunkt 30 Minuten keine Signifikanz aufwies ( $p=0,304$ ). Die hochsignifikante Reduktion beim abhängigen Test für Paste A könnte aber auch ein Indiz dafür sein, dass mit steigender Zinkchloridkonzentration eine verstärkte Reduktion an flüchtigen Schwefelverbindungen stattfindet. Ähnliche Ergebnisse sind auch aus anderen Studien bekannt (SAXTON et al. 1985, 1987, HOSHI et al. 1996, BURNETTE et al. 1998). Allerdings stieg in der vorliegenden Studie der VSC-Wert bei Paste A nach 180 Minuten über das Ausgangs-

niveau hinaus an (ebenso bei Paste B und dem Plazebo), was in den oben genannten Studien nicht der Fall war.

Den längsten Effekt in Bezug auf die Reduktion flüchtiger Schwefelverbindungen zum Ausgangsniveau verzeichnete Paste B. Hier überschritten die flüchtigen Schwefelverbindungen bis zu einem Zeitpunkt von 90 Minuten den Ausgangswert nicht (Abbildung 17, Abbildung 18).

Allerdings verzeichnete jede Paste zwischen 90 und 180 Minuten eine Zunahme flüchtiger Schwefelverbindungen über das Ausgangsniveau hinaus.

Die Gründe, dass zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Reduktion flüchtiger Schwefelverbindungen stattfand, und nach 90 Minuten sogar ein Anstieg über das Ausgangsniveau hinaus verzeichnet wurde, mag auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

Es könnte ein Unterschied zwischen ein- und mehrmaliger Anwendung bestehen (GERLACH et al. 1998, JONES et al. 1988). Diese Überlegung findet sich auch in einer Studie, in der die Wirkung antibakterieller Aromaformulierungen oraler Kosmetika auf eine Halitosisreduktion untersucht wurde (TOSTMANN 2007). Nach einmaliger Anwendung war keine der getesteten Zahnpasten in der Lage, Mundgeruch über einen nennenswerten Zeitraum signifikant zu reduzieren, jedoch zeigte sich bei Mehrfachanwendung eine signifikante Reduktion flüchtiger Schwefelverbindungen, die jedoch auch auf einer verbesserten Mundpflege beruhen könnte.

Das Nachlassen der Wirkung nach 90 Minuten kann auf die über fünf Stunden anhaltende Nahrungs- und Trinkkarenz zurückzuführen sein (ROSENBERG und MC CULLOCH 1992b, MIYASAKI et al. 1997). Außerdem vermindert sich nach langer Nahrungskarenz der Speichelfluss und damit lässt auch die selbstreinigende Wirkung nach, wodurch aufgrund der Austrocknung der Schleimhaut Cadaverin und Putreszin freigesetzt werden und somit zur Halitosis beitragen (KLEINBERG et al. 1997).

Des Weiteren kann die Wirkung der Zahnpaste über einen längeren Zeitraum durch das Nachspülen mit Wasser vermindert sein. RAVEN et al. (1996) beschreiben, dass durch das Ausspülen der Mundhöhle nach dem Zähneputzen der Gehalt aktiver Wirkstoffe gesenkt wird, wodurch sich der vergleichsweise geringere Effekt von Zahnpasten gegenüber Mundspülösungen auf die Halitosisreduktion begründen könnte. In der vorliegenden Studie wurde dennoch mit dreimal zehn Milliliter Wasser nachgespült, um dem maskierenden Effekt der Aromastoffe entgegenzutreten (PITTS et al. 1983).

Wird mit einer Zahnpaste zusätzlich die Zunge gereinigt, wäre eine größere Reduktion an flüchtigen Schwefelverbindungen zu erwarten (HOSHI et al. 1996). Da in dieser Studie ausschließlich die Zähne und nicht die Zunge gereinigt wurden, mag hier eine weitere Ursache für die geringere Wirkung der Zahnpasten in Bezug auf Halitosis zu sehen sein. Denn mit bis zu 51 Prozent aller oralen Ursachen ist der Zungenbelag wichtigste Einzelursache für Mundgeruch (DELANGHE et al. 1999). Dies wird auch in anderen Studien beschrieben (YAEGAKI und SANDA 1992a, LOESCHE und KAZOR 2002). Dass eine angemessene Zungenreinigung zu einer erheblichen Minderung flüchtiger Schwefelverbindungen führt, zeigen weitere Studien (TONZETICH und NG 1976, TONZETICH 1978a, YAEGAKI und SANDA 1992a, BOSY et al. 1994, DE BOEVER und LOESCHE 1996, MIYASAKI et al. 1996, QUIRYNEN et al. 1998).

Jedoch ist der Zungenbelag nicht alleiniger Faktor bei der Mundgeruchsentstehung. Es spielen auch bakterielle Beläge in Form von interdentaler und subgingivaler Plaque eine bedeutende Rolle (DELANGHE et al. 1996, SEEMANN 2004a), die zu konstant erhöhten VSC-Werten im Bereich der Mundhöhle beitragen. In der vorliegenden Studie wurde das Hauptaugenmerk zur Halitosisbeseitigung auf die Entfernung der Plaque gelegt. Die nichtsignifikanten Ergebnisse in der durchgeföhrten Studie liegen womöglich daran, dass scheinbar die Plaqueanlagerung eine geringere Rolle in Bezug auf Halitosis spielt als der für die orale Hauptursache von Halitosis geltende Zungenbelag.

Möglicherweise war auch die Plaqueanlagerung und somit die Mundgeruchsstärke bei den Teilnehmern in dieser Studie geringer als in anderen Studien, da Zinkverbindungen umso effektiver wirken, je höher die Plaqueanlagerung ist (SAXTON et al. 1986).

### **6.2.3 Pastenzusammensetzung und Pastenanwendung**

Während bei Paste A 0,5 Prozent Zinkchlorid als antibakterieller Zusatz zugesetzt wurde, waren es bei Paste B nur 0,3 Prozent. In der Plazebo-Paste war kein Zinkchlorid enthalten (vgl. 9.5). Diese hier verwendeten Konzentrationen der Zinkverbindung waren im Vergleich zu anderen Studien niedriger (SAXTON et al. 1985, 1987, HOSHI et al. 1996, BURNETTE et al. 1998). Möglicherweise fand deshalb keine signifikante Reduktion im Vergleich zur Plazebo-Paste statt. Denn höhere Zinkkonzentrationen sind in

der Mundgeruchsbekämpfung effektiver (SAXTON et al. 1985,1987, HOSHI et al. 1996, BURNETTE et al. 1998) als geringere.

JENKINS et al. (1989) wiesen in ihrer Studie über die Wirkung von Zahnpasten und Mundspülungen mit Triclosan mit oder ohne Zinkzitrat-Zugabe nach, dass die Plaquehemmung bei Chlorhexidin-Mundspüllösungen im Vergleich zu allen Zahnpasten signifikant größer war. Sie konnten auch keinen Unterschied in den Plaquewerten zwischen den einzelnen Zahnpasten feststellen. Es scheint also nur ein marginaler Vorteil in der Formulierung einer Paste auf der Basis von Triclosan und Zinkzitrat, im Vergleich zu herkömmlichen Zahnpasten mit Natriumlaurylsulfat zu bestehen. In der vorliegenden Studie wurde auch kein signifikanter Unterschied zwischen dem Plazebo und den Zinkchloridzahnpasten bei einmaliger Anwendung gefunden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in Bezug auf Halitosis keine der getesteten Zahnpasten bei einmaliger Anwendung eine signifikante und klinisch relevante Reduktion des Mundgeruchs über drei Stunden bewirken kann.

## 7 Zusammenfassung

Mehr als die Hälfte der Bevölkerung weisen einen morgendlichen Mundgeruch auf (DELANGHE et al. 1996). Dieser hat in 85 bis 90 Prozent aller Fälle oralen Ursprung (TONZETICH 1978, DELANGHE et al. 1996, DELANGHE et al. 1997, ROSENBERG und LEIB 1997, AMIR et al. 1999, DELANGHE et al. 1999, SEEMANN et al. 2004), und steht häufig in Zusammenhang mit einer mikrobiellen Überbesiedlung der Mundhöhle (TONZETICH 1977, McNAMARA et al. 1972). Deshalb ist neben der Aufklärung der Patienten über die Ursachen und Folgen von Mundgeruch auch das Anbieten von Therapiemöglichkeiten sehr wichtig. Aufgrund der bakteriellen Besiedlung der Mundhöhle ist eine optimale Mundhygiene von zentraler Bedeutung.

Ziel dieser Arbeit ist es, in einer randomisierten doppelblinden cross-over-Studie die Kurzzeitwirkung zweier antiseptischer Zahnpasten mit 0,3 Prozent und 0,5 Prozent Zinkchlorid-Zusatz und einer Plazebo-Paste hinsichtlich ihrer Wirksamkeit auf die Mundgeruchsreduktion klinisch zu testen, und exemplarisch weiterführende Ergebnisse in der Halitosis-Forschung zu erhalten.

Für diese Studie wurden zwanzig Probanden ohne systemische und parodontale Erkrankungen sowie ohne Antibiotikumtherapie in den letzten drei Monaten an der Zahnklinik in München untersucht, bei denen organoleptisch durch den Behandler und instrumentell durch einen Sulfidmonitor (Halimeter™, Interscan Corporation, Chatsworth, CA, USA) Mundgeruch festgestellt werden konnte.

Insgesamt wurden an drei Untersuchungstagen zur selben Tageszeit (16.30Uhr) im Abstand von jeweils einer Woche die verschiedenen Zahnpasten an jedem Patienten einmal angewandt. Nach Pastenanwendung wurde in einem Zeitintervall von 30 Minuten anhand eines Halimeters und organoleptisch die Mundgeruchsstärke beurteilt bzw. gemessen. Die letzte Messung erfolgte drei Stunden nach Anwendung der Zahnpaste.

Nach ausschließlich einmaliger Anwendung der jeweiligen Zahnpaste konnte jedoch keine der Test - Zahnpasten bei den Halitosis-Patienten den Mundgeruch über diesen Zeitraum hinweg nennenswert reduzieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied der Zinkchloridzahnpasten gegenüber der Plazebo-Paste vorlag.

## 8 Literaturverzeichnis

- Amir, E.; Shimonov, R.; Rosenberg, M.: Halitosis in children. *J Pediatr* 1999; 134: 338-343.
- Attia, E.L.; Marschall, K.G.: Halitosis. *Cand Med Assoc J* 1982; 126: 1281-1285.
- Bosy, A.; Kulkarni, G.V.; Rosenberg, M.; Mc Culloch, C.A.G.: Relationship of oral malodor to periodontitis: evidence of independence in discrete subpopulations. *J Periodontol* 1994; 65: 37-46.
- Brunette, D.M.; Ouyang, Y.; Glass-Brudzinski, J.; Tonzetich, J.: Effects of methyl mercaptan on human gingival fibroblast shape, cytoskeleton and proteinsynthesis and the inhibition of its effect by Zn<sup>++</sup>. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 47-62.
- Brunette, D.M.; Proskin, H.M.; Nelson, B.J.: The effects of dentifrice systems on oral malodor. *J Clin Dent* 1998; 9(3): 76-82.
- Brunette, D.M.: Introduction to the proceedings of the Fifth International Conference on Breath Odour Research. *Int Dent J* 2002; 52(3): 177-180.
- Charles, C.H.; Mostler, K.M.; Bartels, L.L.; Mankodi, S.M.: Comparative antiplaque and antigingivitis effectiveness of a chlorhexidine and an essential oil mouthrinse: 6-month clinical trial. *J Clin Periodontol* 2004; 31(10): 878-884.
- Christen, A.G.: The clinical effects of tobacco on oral tissues. *J Am Dent Assoc* 1970; 81: 1378-1382.
- Christen, A.G.: The impact of tobacco use and cessation on oral and dental diseases and conditions. *Am J Med* 1992; 93(1): S25-S31.
- De Boever, E.H.; Loesche, W.J.: Assessing the contribution of anaerobic microflora of the tongue to oral malodor. *J Am Dent Assoc* 1995; 126(10): 1384-1393.
- De Boever, E.H.; Loesche, W.J.: The tongue microbiota and tongue surface characteristics contribute to oral malodour. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 111-121.
- Delanghe, D.; Ghyselen, J. Feenstra, L.; van Steenberghe, D.: Experiences of a Belgian multidisciplinary breath odour clinic. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 199-208.

- Delanghe, D.; Ghyselen, J. van Steenberghe, D.; Feenstra, L.: Multidisciplinary breath odour clinic. *Lancet* 1997; 350(9752): 187.
- Delanghe, G.; Bollen, C.; Desloovere, C.: Halitosis – Foetor ex ore. *Laryngo-Rhino-Otol* 1999a ; 78: 521-524.
- Delanghe, D.; Ghyselen, J.; Bollen, C.; van Steenberghe, D.; Vandekerckhove, N.A.; Feenstra, L.: An inventory of patients' response to treatment at a multidisciplinary breath odor clinic. *Quintessence Int* 1999b; 30: 307-310.
- Doty, R.L.; Green, P.A.; Ram, C.; Yankell, S.L.: Communication of gender from human breath odors: relationship to perceived intensity and pleasantness. *Horm Behav* 1982; 16: 13-22.
- Drake, D.R.; Vargas, K.; Cardenzana, A.; Srikantha, R.: Enhanced bactericidal activity of arm and hammer dental care. *Am J Dent* 1995; 8: 308-312.
- Edgar, W.M.; Higham, S.M.; Manning, T.H.: Saliva stimulation and caries prevention. *Adv Dent Res* 1994; 8(2): 239-245.
- Eli, I.; Bath, R.; Rosenberg, M.: Self-perception of breath odor. *J Am Dent Assoc* 2001; 132 (5): 621-626.
- El Maaytah, M.A.; Hartley, M.G.; Greenman, J.; Porter, S.R.; Scully, C.M.: Relationship of the salivary incubation test with oral malodour levels. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 135-142.
- Everhart, D.L.; Grigsby, W.R.; Carter, W.H.: Evaluation of dental caries experience and salivary immunoglobulins in whole saliva. *J Dent Res* 1972; 51: 1487.
- Filippi, A.(Hrsg.); Bornstein, M.M.; Lambrecht, J.T.; Meyer, J.; Nagel, D.: Halitosis-Patienten mit Mundgeruch in der zahnärztlichen Praxis. Berlin: Quintessenz 2006.
- Fine, D.H.: Chemical agents to prevent and regulate plaque development. *Periodontol 2000* 1995; 8: 87-107.
- Gagari, E.; Kabani, S.: Adverse effects of mouthwash use. A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod* 1995; 80: 432-439.
- Gerlach, R.W.: Hyde, J.D.; Poore, C.L.; Stevens, D.P.; Witt, J.J.: Breath effects of three marketed dentifrices: a comparative study evaluating single and cumulative use. *J Clin Dent* 1998; 9(4): 83-88.
- Goldberg, I.; Kozlovsky, A.; Gordon, D.; Gelernter, I.; Sintov, A.; Rosenberg, M.: Cadaverine as a putative component of oral malodor. *J Dent Res* 1994; 73(6): 1168-1172.

- Goldberg, I.; Rosenberg, M.: Production of oral malodour in an in vitro system. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 143-150.
- Goldberg, S.; Kozlovsky, A.; Rosenberg, M.: Association of diamines with oral malodor. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 71-85.
- Greenstein, R.B.; Goldberg, S.; Marku-Cohen, S.; Rosenberg, M.: Reduction of oral malodor by oxidizing lozenges. J Periodontol 1997; 68: 1176-1181.
- Hartley, M.G.; El Maaytah, M.A.; Mc Kenzie, C.; Greenman, J.: Assessment of im-pressed toothbrush as a method of sampling tongue microbiota. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 123-133.
- Hellwig, E. (Hrsg.): Einführung in die Zahnerhaltung. 3. Aufl. München: Urban & Fischer 2003.
- Hinode, D.; Fukui, M.; Yokoyama, N.; Yokoyama, M.; Yoshioka, M.; Nakamura, R.: Relationship between tongue coating and secretory immunoglobulin A level in saliva obtained from patients complaining of oral malodor. J Clin Periodontol 2003; 30: 1017-1023.
- Horch, H.H. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde. Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. 4. Aufl. München Jena: Urban&Fischer 2007.
- Hoshi, K.; van Steenberghe, D.: The effect of tongue brushing or toothpaste application on oral malodour reduction. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 255-264.
- Ilan, O.; Kozlovsky, A.; Goldberg, S.; Weiss, W.I.; Rosenberg, M.: Two-phase mouthwash formulations for treatment of oral malodour. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 265-274.
- Iwakura, M.; Yasuno, Y.; Shimura, M.; Sakamoto, S.: Clinical characteristics of halitosis: Differences in two patient groups with primary and secondary complaints of halitosis. J Dent Res 1994; 73(9): 1568-1574.
- Jecke, U.: Klinische Studie zur Beurteilung oraler Risikoparameter für Halitosis. Medizinische Dissertation. München 2002.
- Jenkins, S.; Addy, M.; Newcombe, R.: Studies on the effect of toothpaste rinses on plaque regrowth. Triclosan with and without zinc citrate formulations. J Clin Periodontol 1989; 16: 385-387.

- Johnson, B.E.: The olfactory reference syndrome and halitosis. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 231-237.
- Jones, C.L.; Ritchie, J.A.; Marsh, P.D.; van der Ouderaa, F.: The effect of long-term use of a dentifrice containing zinc citrate and a non-ionic agent on the oral flora. *J Dent Res* 1998; 67: 46-50.
- Kleinberg, I.; Westbay, G.: Salivary and metabolic factors involved with malodor formations. *J Periodontol* 1992; 63: 768-775.
- Kleinberg, I.; Codipilly, M.; Globerman, D.Y.: Oxygen depletion by the oral microbiota and its role in oral malodour formation. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996a: 95-109.
- Kleinberg, I.; Spielman, A.: Value of commercially available breath malodour meters. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996b: 288-289.
- Kleinberg, I.; Codipilly, M.: The biological basis of oral malodor formation. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997:13-39.
- Kleinberg, I.; Codipilly, M.: Modelling of the oral malodour system and methods of analysis. *Quintessence Int* 1999; 30: 357-369.
- Kleinberg, I.; Codipilly, M.: Cystein challenge testing: a powerful tool for examining oral malodor processes and treatments in vivo. *Int Dent J* 2002a; 52(3): 236-240.
- Kleinberg, I.; Wolff, M.S.; Codipilly, D.M.: Role of saliva in oral dryness, oral feel and oral malodour. *Int Dent J* 2002b; 52(3): 236-240.
- Kostelec, J.G.; Preti, G.; Zelson, P.R.; Brauner, L.; Baehni, P.: Oral odors in early experimental gingivitis. *J Periodont Res* 1984; 19: 303-312.
- Kozlovsky, A.; Goldberg, S.; Natour, I.; Rogatky-Gat, A.; Gelnerter, I.; Rosenberg, M.: Efficacy of a 2-phase-oil: water mouthrinse in controlling oral malodor, gingivitis, and plaque. *J Periodontol* 1996; 67: 577-582.
- Loesche, W.J.: The effects of antimicrobiol mouthrinses on oral malodor and their status relative to US food and drug administarions regulations. *Quintessence Int* 1999; 30: 311-318.
- Loesche, W.J.; Kazor, C.: Microbiology and treatment of halitosis. *Periodontol* 2000 2002; 28: 256-279.

- Maita, E.: A simple detector for oral malodour. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 209-216.
- McDowell, J.D.; Kassebaum, D.K.: Diagnosing and treating halitosis. *J Am Dent Assoc* 1993; 124: 55-64.
- McGregor, I.A.; Watson, J.D.; Sweeney, G.; Sleigh, J.D.: Tinidazole in smelly oropharyngeal tumours. *Lancet* 1982; 9: 100-114.
- McNamara, T.F.; Alexander, J.F.; Lee, M.: The role of microorganisms in the production of oral malodour. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 34(1): 41-48.
- Miyasaki, H.; Sakao, S.; Katoh, Y.; Takehara, T.: Correlation between volatile sulphur compounds and a certain oral health measurements in general population. *J Periodontol* 1995; 66: 679-684.
- Miyasaki, H.; Fujita, C.; Soh, I.; Takehara, T.: Relationship between volatile sulphur compounds and oral conditions in the general Japanese population. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 165-179.
- Miyasaki, H.; Sakao, S.; Katoh, Y.; Takehara, T.: Oral malodour in the general population of Japan. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 119-136.
- Morita, M.; Wang, H.L.: Relationship between sulcular sulphide level and oral malodor in subjects with periodontal disease. *J Periodontol* 2001; 72: 79-84.
- Morris, P.P.; Read, R.R.: Halitosis. Variations in mouth and total breath odour intensity resulting from prophylaxis and antisepsis. *J Dent Res* 1949; 28: 324-327.
- Murata, T.; Yamaga, T.; Iida, T.; Miyasaki, H.; Yaegaki, K.: Classification and examination of halitosis. *Int Dent J* 2002; 52(3): 181-186.
- Murata, T.; Rahardjo, A.; Fujiyama, Y.; Yamaga, T.; Hanada, M.; Yaegaki, K.; Miyasaki, H.: Development of a compact and simple gas chromatography for oral malodor measurement. *J Periodontol* 2006; 77: 1142-1147.
- Nachnani, S.: Reduction of oral malodor with zinc containing chewing gum. *J Dent Res* 78: 455 (1999). Abstract 2800.
- Nagel, D.; Lutz, C.; Filippi, A.: Halitophobie – das unterschätzte Krankheitsbild. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006; 116(1): 57-64.
- Newman, M.G.; Raven, S.: Toothpastes and mouthwashes to control breath malodour: clinical perspectives. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad

- breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 3-14.
- Niles, H.P.; Gaffar, A.: Advances in mouth odor research. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2.Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 55-69.
- Niles, H.P.; Vazquez, J.; Rustogi, K.N.; Williams, M.; Gaffar, A.; Proskin, H.M.: The clinical effectiveness of a dentifrice containing triclosan and a copolymer for providing long-term control of breath odor measured chromatographically. *J Clin Dent* 1999; 10(4): 135-138.
- Norfleet, R.G.: Helicobacter halitosis. *J Clin Gastroenterol* 1993; 16: 274-277.
- 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91: 531-534.
- Onozawa, H.; Yasui, T.; Nakao, S.I.: A study on the relationship between oral parameters and breath odour. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 195-198.
- Persson, S.; Edlund, M.B.; Claesson, R.; Carlsson, J.: The formation of hydrogen sulphide and methylmercaptan by oral bacteria. *Oral Microbiol Immunol* 1990; 5: 195-201.
- Pitts, G.; Brogdon, C.; Hu, L.; Masurat, T.; Pianotti, R.; Schumann, P.: Mechanism of action of an antiseptic, anti-odor mouthwash. *J Dent Res* 1983; 62(6): 738-742.
- Prinz, H.: Offensive breath, its causes and its prevention. *Dent Cosmos* 1930; 72: 700-707.
- Preti, G.; Clark, L.; Cowart, B.J.; Feldman, R.S.; Lowry, L.D.; Weber, E.; Young, I.M..: Non oral etiologies of oral malodor and altered chemosensation. *J Periodontol* 1992; 63: 790-796.
- Preti, G.; Lawley, H.J.; Hormann, C.A.; Cowart, B.J.; Feldman, R.S.; Lowry, L.D.; Young, I-M.: Non oral and oral aspects of oral malodor. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 149-173.
- Quirynen, M.; Mongardini, C.; van Steenberghe, D.: The effect of a 1-stage full-mouth disinfection on oral malodor and microbial colonization of the tongue in periodontitis. A pilot study. *J Periodontol* 1998; 69: 374-382.

- Quirynen, M.; Zhao, H.; van Steenberghe, D.: Review of the treatment strategies for oral malodour. *Clin Oral Invest* 2002a; 6: 1-10.
- Quirynen, M.; Avontrodt, P.; Soers, C.; Zhao, H.; Pauwels, M.; Coucke, W.; van Steenberghe, D.: The efficacy of amine fluoride/stannous fluoride in the suppression of morning breath odour. *J Clin Periodontol* 2002b; 29: 944-954.
- Ratcliff, P.A.; Johnson, W.: The relationship between oral malodor, gingivitis and periodontitis. A review. *J Periodontol* 1999; 70: 485-489.
- Raven, S.J.; Matheson, J. R.; Huntington, E.; Tonsetich, J.: The efficacy of a combined zinc and triclosan system in the prevention of oral malodour. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 241-254.
- Reingewirtz, Y.; Girault, O.; Reingewirtz, N.; Senger, B.; Tenenbaum, H.: Mechanical effects and volatile sulphur compound-reducing effects of chewing gums: comparison between test and base gums and a control group. *Quintessence Int* 1999; 30: 319-321.
- Reiß, M.; Reiß, G.: Mundgeruch – ätiologische, diagnostische und therapeutische Probleme. *Wien Med Wschr* 2000; 150: 98-100.
- Richter, V.J.; Tonsetich, J.: The application of instrumental technique for the evaluation of odoriferous volatiles from saliva and breath. *Archs Oral Biol* 1964; 9: 47-53.
- Rosenberg, M.; Kulkarni, G.V.; Bosy, A.; Mc Culloch, C.A.: Reproducibility and sensitivity of oral malodor measurements with a portable sulphide monitor. *J Dent Res* 1991; 70(11): 1436-1440.
- Rosenberg, M.; Gelernter, I.; Barki, M.; Barr-Ness, R.: Day-long reduction of oral malodor by a two-phase oil: Water mouthrinse compared to chlorhexidine and placebo rinses. *J Peridontol* 1992a; 63: 39-43.
- Rosenberg, M.; Mc Culloch, A.G.: Measurement of oral malodor: current methods and future prospects. *J Periodontol* 1992b; 63: 776-782.
- Rosenberg, M.; Kozlovsky, A.; Gelernter, I.; Cherniak, O.; Gabbay, J.; Baht, R.; Eli, I.: Self-estimation of oral malodour. *J Dent Res* 1995; 74: 1577-1582.
- Rosenberg, M.: Clinical assessment of bad breath: current concepts. *J Am Dent Assoc* 1996a; 27: 475-482.
- Rosenberg, M.; Feenstra, L.; Coil; J.M.: The clinical approach of bead breath malodour. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996b: 285.

- Rosenberg, M.: Introduction. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 1-11.
- Rosenberg, M.; Leib, E.: Experiences of an Israeli malodor clinic. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 137-148.
- Rotgans J.: Foetor ex ore. Habilitationsschrift. München Wien: Hanser 1984.
- Saxton, C.A.: The effects of a dentifrice containing zinc citrate and 2,4,4' Trichloro-2'-Hydroxydiphenyl Ether. J Periodontol 1985; 57: 555-561.
- Saxton, C.A.; Harrap, G.J.; Lloyd, A.M.: The effect of dentifrices containing zinc citrate on plaque growth and oral zinc levels. J Clin Periodontol 1986; 13: 301-306.
- Schwenzer, N.; Ehrenfeld, M.: Spezielle Chirurgie Bd.2, 3. Aufl.: Thieme 2002.
- Scully, C. El Maaytah, M.; Porter, S.R.; Greenman, J.: Breath odor: etiopathogenesis, assessment and management. Eur J Oral Sci 1997; 105: 287-293.
- Seemann, R.: Wenn der Atem stinkt. Zahnärztl Mitt 2000a; 90: 502-505.
- Seemann, R.: Wenn der Atem stinkt. Zahnärztl Mitt 2000b; 90: 644-648.
- Seemann, R.; Passek, G.; Zimmer, S.; Roulet, J.F.: The effect of an oral hygiene program on oral levels of volatile sulfur compounds (VSC). J Clin Dent 2001; 12(4): 104-107.
- Seemann, R.; Bizhang, M.; Höfer, U.; Djamchidi, C.; Kage, A.; Jahn, K-R.: Ergebnisse der Arbeit einer interdisziplinären deutschen Mundgeruchssprechstunde. Dt Zahnärztl Zeitsch 2004a; 59(9): 514-517.
- Seemann, R.; Passek, G.; Bizhang, M.; Zimmer, S.: Reduction of oral levels of volatile sulphur compounds (VSC) by professional toothcleaning and oral hygiene instruction in non-halitosis patients. Oral Health Prev 2004b; 2: 397-401.
- Sharma, N.C.; Galustians, H.J.; Qaqish, J.; Galustians, A.; Rustogi, K.N.; Petrone, M.E.; Chaknis, P.; Garcia, L.; Volpe, A.R.; Proskin, H.M.: The clinical effectiveness of a dentifrice containing triclosan and a copolymer for controlling breath odor measured organoleptically twelve hours after toothbrushing. J Clin Dent 1999; 10: 131-134.
- Sharma, N.C.; Galustians, H.J.; Qaqish, J.; Galustians, A.; Petrone, M.E.; Rustogi, K.N.; Zhang, Y.P.; De Vizio, W.; Volpe, A.R.: The clinical efficacy of Colgate Total Plus Whitening Toothpaste containing a special grad of silica and Colgate Total Toothpaste for controlling Breath odor twelve hours after toothbrushing: A single-use clinical study. J Clin Dent 2002; 13(2): 73-76.

- Shimura, M.; Watanabe, S.; Iwakura, M.; Oshikiri, Y.; Kusumoto, M.; Ikawa, K.; Sakamoto, S.: Correlation between measurements using a new halitosis monitor and an organoleptic assessment. *J Periodontol* 1997; 68: 73-82.
- Söder, B.; Johansson, B.; Söder, P.Ö.: The relation between foetor ex ore, oral hygiene and periodontal disease. *Swed Dent J* 2000; 24: 73-82.
- Sreenivasan, P.: The effects of a triclosan/copolymer dentifrice on oral bacteria including those producing hydrogen sulfide. *Eur Oral Sci* 2003; 111(3): 223-227.
- Stephenson, B.M.; Rees, B.I.: Extrinsic duodenal obstruction and halitosis. *Postgrad Med J* 1990; 66: 568-570.
- Suarez , F.L.; Springfield, J.; Furne, J.K.; Levitt, M.D.: Differentiation of mouth versus gut as site of origin of odoriferous breath gases after garlic ingestion. *Am J Physiol* 1999; 276 (Gastrointest Liver Physiol 39): G425-430.
- Suarez, F.L.; Furne, J.K.; Springfield, J.; Levitt, M.D.: Morning breath odor: Influence of treatments on sulfur gases. *J Dent Res* 2000; 79(10): 1773-1777.
- Sulser, G.G.; Brening, R.H.; Fosdick, L.S.: Some conditions that affect the odor concentration of breath. *J Dent Res* 1939; 18: 355-359.
- Tanaka, M.; Anguri, H.; Nonaka, A.; Kataoka, K.; Nagata, H.; Kita, J.; Shizukuishi, S.: Clinical assessment of oral malodor by the electronic nose system. *J Dent Res* 2004; 4: 317-321.
- Tangermann, A.: Halitosis in medicine: a review. *Int Dent J* 2002; 52 (3): 201-206.
- Thaler, E.R.; Kennedy, D.W.; Hanson, C.W.: Medical applications of electronic nose technology. Review of current status. *Am J Rhinol* 2001; 15: 291-295.
- Taubman, M.A.; Smith, D.J.: Effects of local immunization with *Streptococcus mutans* of salivary immunoglobulin a antibody and experimental dental caries in rats. *Infect Immun* 1974; 9(6): 1079-1091.
- Tessier, J.F.; Kulkarni, G.V.: Bad breath. etiology, diagnosis and treatment. *Oral Health* 1991; 81: 19-22.
- Thomas, C; Adler, C.P.; Barth, P.; Böcking, A.: Histopathologie. 14. Aufl.: Schattauer GmbH 2005.
- Tiomny, E.; Arber, N.; Moshkowitz, M.; Peled, Y.; Gilat, T.: Halitosis and *Heliobacter pylori*. A possible link? *J Clin Gastroenterol* 1992; 15: 236-237.
- Tjoa, S.; Fennessey, P.: The identification of Trimethylamine excess in man: Quantitative analysis and biochemical origins. *Anal Biochem* 1991; 197: 77-82.

- Tonzetich, J.; Richter, V.J.: Evaluation of volatile odoriferous components of saliva. Archs Oral Biol 1964; 9: 39-45.
- Tonzetich, J.; Kestenbaum, R.C.: Odour production by human salivary fractions and plaque. Archs Oral Biol 1969; 14:815-827.
- Tonzetich, J.: Direct gas chromatographic analysis of sulphur compounds in mouth air in man. Archs Oral Biol 1971; 16: 587-597.
- Tonzetich, J; Ng, S.K.: Reduction of malodor by cleansing procedures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1976; 42: 172-181.
- Tonzetich, J.: Production and origin of oral malodor: a review of mechanisms and methods of analysis. J Periodontol 1977; 48(1): 13-19.
- Tonzetich, J.: Oral malodor: an indicator of health status and oral cleanliness. Int Dent J 1978a; 28(3): 309-319.
- Tonzetich, J.; Preti, G.; Huggins, G.R.: Changes in concentration of volatile sulphur compounds of mouth air during the menstrual cycle. J Int Med Res 1978b; 6: 245-254.
- Tonzetich, J.; Spouge, J.D.: Effect of periodontal therapy on volatile sulphur content of mouth air. J Dent Res 1979; 58: 175-179.
- Tonzetich, J.: Preface. In: Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. Research perspectives. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997.
- Tostmann, K.: Untersuchung zur Halitosisreduktion mithilfe antibakterieller Aroma-formulierungen in oralen Kosmetika. Medizinische Dissertation. Berlin 2007.
- Touyz, L.Z.: Oral malodor-a review. J Can Dent Assoc 1993; 59(7): 607-610.
- Tsunoda, M.; Yamada, S.; Yasuda, H.: Deodorizing mechanism of epigallocatechin and chewing gum containing tea extracts. In: van Steenberghe, D.; Rosenberg, M. (Hrsg.): Bad breath. A multidisciplinary approach. Leuven University Press, Leuven 1996: 275-282.
- Van Steenberghe, D.; Avontroodt, P.; Peeters, W.; Pauwels, M.; Coucke, W.; Lijnen, A.; Quirynen, M.: Effect of different mouthrinses on morning breath. J Periodontol 2001; 72: 1183-1191.
- Vasilakis, G.J.; Preis, C.O.; Glaz, J.; Bissada, N.F.: Effects of daily mechanical tongue cleaning of the rat on dental plaque and tongue mucosa. Clin Prev Dent 1981; 3: 7-10.

- Volpe, A.R.; Petrone, M.E.; Prencipe, M.; De Vizio, W.: The efficacy of a dentifrice with caries, plaque, gingivitis, tooth whitening and oral malodor benefits. *J Clin Dent* 2002; 13(2): 55-58.
- Waler, S.M.: The effect of zinc containing chewing gum on volatile sulphur containing compounds in the oral cavity. *Acta Odontol Scand* 1997; 55: 198-200.
- Weber, T.: *Memorix Zahnmedizin*. 2. Aufl. Stuttgart New York: Thieme 2003
- Weiβ, C. (Hrsg.): *Basiswissen Medizinische Statistik*. 4. Aufl. Mannheim Berlin: Springer 2008.
- White, G.E.; Armaleh, M.T.: Tongue scrapping as a means of reducing oral mutans streptococci. *J Clin Pediatr Dent* 2004; 28: 163-166.
- Witt, J.J.; Poore, C.L.: A comparison of two anti-microbial containing dentifrices versus a conventional dentifrice on all day and morning breath status. *J Dent Res* 1999; 78: 456 (Abstr. no 2802).
- Williams, R.C.; Gibbons, R.J.: Inhibition of bacterial adherence by secretory immune globulin A: a mechanism of antigen disposal. *Science* 1972; 177: 697-699.
- Yaegaki, K.; Sanada, K.: Biochemical and clinical influencing oral malodor in periodontal patients. *J Periodontol* 1992a; 63: 783-789.
- Yaegaki, K.; Sanada, K.: Volatile sulfur compounds in mouth air from clinically healthy subjects and patients with periodontal disease. *J Periodont Res* 1992b; 27: 233-238.
- Yaegaki, K.: Oral malodour a periodontal disease. In: Rosenberg, M. (Hrsg): *Bad breath. Research perspectives*. 2. Auflage Ramot Publishing, Tel Aviv University 1997: 87-108.
- Yaegaki, K.; Coil, J.M.: Clinical application of a questionnaire for diagnosis and treatment of halitosis. *Quintessence Int* 1999a; 30: 302-306
- Yaegaki, K.; Coil, J.M.: Clinical dilemmas posed by patients with psychosomatic halitosis. *Quintessence Int* 1999b; 30 (5): 328-333.
- Yaegaki, K.; Coil, J.M.: Examination, classification and treatment of halitosis; clinical perspectives. *J Can Dent Assoc* 2000; 66: 257-267.

## 9 Anhang

### 9.1 Voruntersuchungsbogen

<b>Wie alt sind Sie?</b>	<u>  </u> Jahre
<b>Sind Sie Raucher?</b>	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
<b>Leiden Sie an einer der aufgeführten Krankheiten?</b>	<input type="radio"/> eitrige Bronchitis <input type="radio"/> Magen-Darm-Erkrankungen <input type="radio"/> Lungenentzündung <input type="radio"/> Diabetes mellitus <input type="radio"/> Abszesse der Lunge <input type="radio"/> Nierenerkrankung <input type="radio"/> Gelbfieber <input type="radio"/> Wegnersche Granulomatose <input type="radio"/> Divertikel <input type="radio"/> Entzündung der Speiseröhre <input type="radio"/> Lebererkrankung <input type="radio"/> Leukämie <input type="radio"/> Agranulozytose <input type="radio"/> HIV/Aids <input type="radio"/> Syphilis
<b>Welche Medikamente nehmen Sie regelmäßig zu sich?</b>	<input type="radio"/> Appetitzügler <input type="radio"/> Parasympatholytika (z.B. Atropin) <input type="radio"/> Antidepressiva <input type="radio"/> Psychopharmaka (z.B. Amitriptylin, Imipramin) <input type="radio"/> Antihypertensiva (z.B. Diuretika, Saluretika, Beta-Rezeptorenblocker, ACE-Hemmer) <input type="radio"/> Mittel gegen Parkinson <input type="radio"/> Chemotherapeutika/AB
<b>Tragen Sie herausnehmbaren Zahnersatz?</b> (z.B. Teleskopprothesen, Totalprothese)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
<b>Haben Sie in den letzten 3 Monaten ein Antibiotikum eingenommen?</b>	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
<b>Nur von Frauen zu beantworten: Sind Sie schwanger?</b>	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
<b>Patientenname :</b>	
<b>Hiermit versichere ich, dass ich die oben gestellten Fragen korrekt beantwortet habe:</b>	<hr/> (Unterschrift des Patienten)

## 9.2 Patienten - Handout

### Studienablauf:

#### 1. Sitzung :

Halitosis – Voruntersuchungsbogen  
Dentaler Befund/ Sondierungstiefen  
Tests: - Organoleptic Scoring Scale (OSS – Einstufung)  
- Halimetermessung : 2-mal, dann wird der Durchschnittswert gebildet  
Ergebnis: Patient geeignet/ Patient nicht geeignet  
Proband erhält eine Zahnbürste + Zahnpasta

#### 2. Sitzung ( nach 1 Woche):

Proband erhält eine der 3 Zahnpasten nach der ersten Halimetermessung und OSS-Einstufung  
Tests : - 6 OSS - Einstufungen und  
- 6-mal 2 Halimetermessungen (im Abstand von 30 Min.)

#### 3. Sitzung (nach 1 Woche):

Proband erhält eine der 3 Zahnpasten nach der ersten Halimetermessung und OSS-Einstufung  
Tests : - 6 OSS - Einstufungen und  
- 6-mal 2 Halimetermessungen (im Abstand von 30 Min.)

#### 4. Sitzung (nach 1Woche) :

Proband erhält eine der 3 Zahnpasten nach der ersten Halimetermessung und OSS-Einstufung  
Tests : - 6 OSS- Einstufungen und  
- 6-mal 2 Halimetermessungen (im Abstand von 30 Min.)

Dauer der einzelnen Sitzungen ca.3,5h.

### **Bitte Verhalten während der Studie beachten:**

- mindestens 2 Tage, sowie an den Versuchstagen keine aromatischen Speisen wie Knoblauch, Zwiebeln, pfefferminzhaltige Produkte, etc.
- ca. 4 Stunden vorher: - nichts essen oder trinken
- keine Mundhygiene betreiben
- keinen Alkohol trinken
- keine Zungenreinigung
- keine Anwendung von Mundspülösungen und Kaugummis
- an den Untersuchungstagen keine Duftkosmetik
- nicht rauchen
- keine Antibiotika einnahme
- 4 Stunden vor der Sitzung nicht die Zähne putzen!!!**

## 9.3 Untersuchungsbogen Tag 0

**Ludwig-Maximilians-Universität  
München  
Medizinische Fakultät – Klinikum  
Innenstadt**



Prof. Dr. Benz

# **Poliklinik für Zahnerhaltung und Paro- dontologie**

Direktor: Prof. Dr. Reinhard Hickel

1/1

UNTERSUCHUNG: „TAG 0“ PAT.NR. \_\_\_\_\_  
pre-examination chart: „DAY 0“

## **1. BEFUND / SONDIERUNGSTIEFE DER TASCHEN / GINGIVAL CREVIC PROBING :**

**Ludwig-Maximilians-Universität  
München  
Medizinische Fakultät – Klinikum  
Innenstadt**



Prof. Dr. Benz

# **Poliklinik für Zahnerhaltung und Paro- dontologie**

Direktor: Prof. Dr. Reinhard Hickel

1/2

## 2. TESTS:

PAT.NR. \_\_\_\_\_

3.1. Organoleptic Scoring Scale (10 cm):      1      2      3      4      5

☒1      ☒2      ☒3      ☒4      ☒5

83

83

83

83

3.2. Halimetermessung / Halimeter-measuring: 1. \_\_\_\_\_ ppb  
2. \_\_\_\_\_ ppb  
**Durchschnitt** / average: \_\_\_\_\_ (> 130ppb ?)

### **3.4. Bemerkung / notes:**

- ☒ Patient geeignet  
patient suitable

- ☒ Patient nicht geeignet  
patient not suitable

### **3.4. Bemerkung / notes:**

---

---

---

---

## 9.4 Untersuchungsbogen Woche X

Ludwig-Maximilians-Universität  
München  
Medizinische Fakultät – Klinikum  
Innenstadt

Prof. Dr. Benz



Poliklinik  
für Zahnerhaltung und Paro-  
dontologie

Direktor: Prof. Dr. Reinhard  
Hickel

---

UNTERSUCHUNG "WOCHEX"  
Examination „Week X“

Pat.Nr. \_\_\_\_\_

### Basic-Measuring:

0a. Baseline-Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ ppb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

0b. Organoleptic –scoring –scale:

1       2       3       4       5

### Brushing the teeth for 2,5min.

Waiting 30 min.

### 1. Measuring:

1a. Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ ppb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

1b. Organoleptic-scoring-scale:

1       2       3       4       5

Waiting 30 min.

### 2. Measuring:

2a. Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ ppb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

2b. Organoleptic-scoring-scale:

1       2       3       4       5

Waiting 30 min.

**UNTERSUCHUNG "WOCHEX"**  
Examination „Week X“

Pat.Nr. \_\_\_\_\_

**3. Measuring:**

3a. Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ pbb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

3b. Organoleptic-scoring-scale:

☒ 1    ☒ 2    ☒ 3    ☒ 4    ☒ 5

Waiting 30 min.**4. Measuring:**

4a. Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ pbb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

4b. Organoleptic-scoring-scale:

☒ 1    ☒ 2    ☒ 3    ☒ 4    ☒ 5

Waiting 30 min.**5. Measuring:**

5a. Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ pbb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

5b. Organoleptic-scoring-scale:

☒ 1    ☒ 2    ☒ 3    ☒ 4    ☒ 5

Waiting 30 min.**6. Measuring:**

6a. Halimeter-measuring:

1. \_\_\_\_ ppb    2. \_\_\_\_ pbb

**Average: \_\_\_\_ ppb**

6b. Organoleptic-scoring-scale:

☒ 1    ☒ 2    ☒ 3    ☒ 4    ☒ 5

**Nebenwirkungen? / side effects?** \_\_\_\_\_

## 9.5 Inhaltsstoffe der einzelnen Zahnpasten

Paste A	Paste B	Plazebo
Aqua	Aqua	Aqua
Hydrated Silica	Hydrated Silica	Hydrated Silica
Sorbitol	Sorbitol	Sorbitol
Glycerin	Glycerin	Glycerin
PEG-6	PEG-6	PEG-6
Sodium Lauryl Sulfate	Sodium Lauryl Sulfate	Sodium Lauryl Sulfate
Aroma	Aroma	Aroma
Titanium Dioxide	Titanium Dioxide	Xanthan Gum
Xanthan Gum	Xanthan Gum	Titanium Dioxide
<b>Zinc Chloride (0,5%)</b>	Carrageenan	Carrageenan
Sodium Citrate	Sodium Fluoride	Sodium Fluoride
Carrageenan	<b>Zinc Chloride (0,3%)</b>	Sodium Saccharin
Sodium Fluoride	Sodium Saccarin	Limonene
Sodium Saccharin	Limonene	
Limonene		

## 9.6 Fotos



Abbildung 28: Zungenreiniger

## 9.7 Halitosis – Fragebogen der Universität Basel

Woher wissen Sie, dass Sie Mundgeruch haben?	<input type="radio"/> Nichtverbale Körpersprache anderer Leute <input type="radio"/> Jemand hat es mir gesagt <input type="radio"/> Ich weiß es einfach
Wann haben Sie das erste Mal gemerkt, dass Sie schlechten Atem haben?	<input type="radio"/> Vor..... Jahren <input type="radio"/> Vor ..... Monaten <input type="radio"/> Vor .....Wochen
Wie intensiv denken Sie ist Ihr Mundgeruch?	<input type="radio"/> stark <input type="radio"/> durchschnittlich <input type="radio"/> schwach
Nennen Sie Situationen, bei denen Ihnen bewusst wurde, dass Sie Mundgeruch haben	
Wie viel Stress haben Sie?	<input type="radio"/> sehr viel <input type="radio"/> viel <input type="radio"/> durchschnittlich <input type="radio"/> wenig
Wann haben Sie häufiger oder stärkeren Mundgeruch?	<input type="radio"/> nach dem Aufwachen <input type="radio"/> wenn ich Hunger oder Durst habe <input type="radio"/> wenn ich müde bin <input type="radio"/> den ganzen Tag <input type="radio"/> bei der Arbeit <input type="radio"/> wenn ich mit anderen Menschen spreche <input type="radio"/> Sonstiges .....
Wie oft haben Sie Mundgeruch?	<input type="radio"/> einmal im Monat <input type="radio"/> einmal pro Woche <input type="radio"/> täglich <input type="radio"/> immer
Rauchen Sie?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> wenn ja wie viele täglich? .....
Was machen Sie beruflich? .....	Stresst Ihre berufliche Tätigkeit? <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Können Sie einen Zusammenhang zwischen Ihrer Arbeit und dem Mundgeruch erkennen?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Beschreiben Sie Ihren Mundgeruch so genau wie möglich (z.B. bitter, brennend, faul, blumig, fruchtig, Knoblauch,	

faekal, ranzig, stinkend, süß)	
Hat Ihr Mundgeruch Einfluss auf Ihr Privat- oder Sozialleben? Wenn ja, welchen?	
Wie weit kann man Ihren Mundgeruch wahrnehmen?	<input type="radio"/> 30 Zentimeter <input type="radio"/> einen Meter <input type="radio"/> weiter als einen Meter
Können Sie Beläge auf Ihrer Zunge feststellen?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Wie oft putzen Sie die Zähne am Tag?	..... mal am Tag
Haben Sie Zahnfleischbluten?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Benutzen Sie Zahnseide?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, wie oft? ..... mal pro .....
Benutzen Sie Mundwasser?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, wie oft? .....mal pro ..... Name des Mundwassers .....
Haben Sie Allergien?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, gegen was? .....
Sind Sie häufig verschnupft? Müssen Sie häufig Ihre Nase reinigen?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja
Leiden Sie unter Mundtrockenheit?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, wie oft? .....mal pro .....
Glauben Sie, dass Sie momentan Mundgeruch haben?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja
Nehmen Sie zur Zeit folgende Medikamente zu sich?	<input type="radio"/> Antibiotika <input type="radio"/> Asthma-Spray <input type="radio"/> Mittel gegen Magensäure <input type="radio"/> Antidepressiva <input type="radio"/> Andere Medikamente:.....
Woher kommt Ihrer Meinung nach Ihr Mundgeruch?	<input type="radio"/> vom Mund <input type="radio"/> von der Nase <input type="radio"/> von beidem
Welche Ursache(n), glauben Sie, sind bei	

Ihnen für den Mundgeruch verantwortlich?	
Wie haben Sie bisher den Mundgeruch bekämpft?	<input type="radio"/> gar nicht <input type="radio"/> Mundwasser <input type="radio"/> Kaugummi <input type="radio"/> „Bonbons“ <input type="radio"/> Vermeidung gewisser Nahrungsmittel welche: ..... <input type="radio"/> Anderes: .....
Waren Sie schon bei anderen Ärzten wegen Ihres Mundgeruchs (z.B. Zahnarzt, Hausarzt, HNO – Arzt,...)?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, wann? ..... Wenn ja, welcher Arzt/welche Ärzte: <input type="radio"/> Zahnarzt <input type="radio"/> Hausarzt <input type="radio"/> HNO-Arzt <input type="radio"/> Internist <input type="radio"/> anderer Arzt: .....
Was wurde bei diesem Arzt wegen Ihres Mundgeruchs unternommen?	<input type="radio"/> Untersuchung des Mundes <input type="radio"/> Untersuchung des Halses <input type="radio"/> Untersuchung der Nasennebenhöhlen <input type="radio"/> Untersuchung des Magens <input type="radio"/> Untersuchung des Blutes <input type="radio"/> Röntgenbilder <input type="radio"/> Gastroskopie/Magenspiegelung <input type="radio"/> Eine zahnärztliche Behandlung <input type="radio"/> Anderes: .....
Sind Ihnen von diesen Ärzten Medikamente oder andere Präparate verschrieben oder empfohlen worden?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, welche? <input type="radio"/> Antibiotika <input type="radio"/> Medikamente gegen Magensäure <input type="radio"/> Mundwasser <input type="radio"/> Lutschtabletten <input type="radio"/> Andere: .....
Wurde Ihr Mundgeruch auch bei einem alternativen oder ganzheitlichen Arzt behandelt (Chiropraktiker, Homöopathie)?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, welche Art der Behandlung? .....

Hatten Sie jemals eine der folgenden Erkrankungen oder Beschwerden?	<input type="radio"/> Nasen – Nebenhöhlenentzündung <input type="radio"/> Erkrankung der Nase <input type="radio"/> Magenprobleme <input type="radio"/> Lungen- oder Bronchialerkrankung <input type="radio"/> Lebererkrankung <input type="radio"/> Mundtrockenheit <input type="radio"/> Erkrankungen des Gemüts <input type="radio"/> Andere: .....
Machen Sie eine spezielle Diät?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, welche? .....
Haben Sie eines der folgenden Probleme durch schlechten Atem?	<input type="radio"/> Ich vermeide es, mit anderen Menschen zu sprechen <input type="radio"/> Ich bin gehemmt, wenn jemand in meine Nähe kommt <input type="radio"/> Ich kann nicht mit Menschen in nähere Beziehung treten <input type="radio"/> Andere Menschen meide ich <input type="radio"/> Andere: ..... <input type="radio"/> Nein, ich habe keines dieser Probleme
Waren Sie betroffen über die Reaktion anderer Menschen wegen Ihres schlechten Atems?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja wenn ja, welche Reaktion löste Ihre Atem aus?.....
Sind Sie sicher, dass diese Reaktion durch das Problem Ihres Atems ausgelöst wurde?	<input type="radio"/> nein <input type="radio"/> ja

Quelle: FILIPPI et al. 2006

## 10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. C. Benz für die freundliche Bereitstellung dieses Themas, der Erstellung des Gutachtens, und für die Beratung bei der Fertigstellung meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel danke ich für die Möglichkeit der Durchführung dieser Studie in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Herrn Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. G. Hamm von der Zahnklinik München gilt ein großer Dank, der mir bei der statistischen Auswertung und den dabei auftreffenden Fragen zu jeder Zeit zur Seite stand.

Nicht vergessen möchte ich die Probanden, die sich für diese Studie zur Verfügung gestellt hatten.

Abschließend möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Familie und bei all jenen bedanken, deren Unterstützung ich während der Durchführung meiner Doktorarbeit genießen durfte.

## 11 Lebenslauf

### Persönliche Angaben

Name: Lanzl  
Vorname: Anita Susanne  
Familienstand: ledig  
Staatsangehörigkeit: deutsch  
Religion: rk  
Geboren am: 19. Februar 1981  
Geburtsort: Mühldorf a. Inn  
Eltern: Erwin Lanzl  
Anneliese Lanzl, geb. Naglmeier

### Schulbildung

1987-1992 Grund– und Teilhauptschule Mössling  
1992-2001 Ruperti - Gymnasium in Mühldorf am Inn  
29.06.2001 Allgemeine Hochschulreife, Abitur

### Hochschulbildung

2002-2008 Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität in München  
30.01.2008 Staatsexamen  
13.02.2008 Erteilung der Approbation

### beruflicher Werdegang

seit April 2008 Beschäftigung als Vorbereitungsassistentenzahnärztin in Ampfing