

**ADRIAN WÄLTI**  
**ADRIAN LUSSI**  
**RAINER SEEMANN**

Zahnmedizinische Kliniken der  
 Universität Bern  
 Klinik für Zahnerhaltung, Prä-  
 ventiv- und Kinderzahnmedizin

#### KORRESPONDENZ

M Dent Med Adrian Wälti  
 Klinik für Zahnerhaltung,  
 Präventiv- und Kinder-  
 zahnmedizin  
 Freiburgstrasse 7  
 CH-3010 Bern  
 Tel. +41 31 632 25 80  
 E-Mail:  
 adrian.waelti@zmk.unibe.ch;  
 adrian.waelti@gmail.com

SWISS DENTAL JOURNAL SSO 126:  
 789–795 (2016)  
 Zur Veröffentlichung angenom-  
 men: 23. Dezember 2015

# Einfluss kauintensiver, nahrungsfaserreicher Nahrung auf orale Halitosis

Eine klinisch kontrollierte Studie

#### SCHLÜSSELWÖRTER

Ernährung,  
 Nahrungsfasern,  
 Mundgeruch,  
 Halitosis,  
 Zungenbelag

#### ZUSAMMENFASSUNG

Zungenbelag ist die häufigste Ursache oraler Halitosis, und Essen führt zu seiner Reduzierung. Welchen Einfluss unterschiedliche Nahrungsmittel auf Zungenbelag und Halitosis haben, ist bislang wenig untersucht. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, den Effekt nach einmaligem Verzehr von kauintensiver, nahrungsfaserreicher Kost gegenüber wenig kauintensiver, nahrungsfaserarmer im Hinblick auf Halitosisparameter zu untersuchen. Anhand einer randomisierten klinischen Crossover-Studie wurden 20 Probanden über einen Zeitraum von 2½ Stunden nach Einnahme einer nahrungsfaserreichen respektive einer nahrungsfaserarmen Mahlzeit untersucht. Die Bestimmung flüchtiger Schwefelverbindungen («volatile sulphur compounds», VSC) erfolgte mittels Halimeter, die organoleptische Halitosisbeurteilung mithilfe einer Abstandskala. Der Zungenbelag wurde mithilfe eines modifizierten Winkel-Index

bestimmt, das Mundgefühl von den Probanden subjektiv beurteilt.

Unabhängig von der eingenommenen Mahlzeit kam es bei allen gemessenen Parametern zu einer deutlichen, statistisch signifikanten Reduktion ( $p < 0,05$ ). Beim direkten Vergleich der Mahlzeiten (nahrungsfaserarm/nahrungsfaserreich) kam es nur bei der organoleptischen Halitosisbeurteilung nach dem Verzehr der kauintensiven, nahrungsfaserreichen Mahlzeit zu einer statistisch signifikanten Reduktion ( $p < 0,05$ ).

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass der Verzehr der in dieser Studie gewählten Mahlzeiten zu einer mindestens 2½ Stunden andauernden Reduktion einer oralen Halitosis führte. Beim direkten Vergleich der beiden Mahlzeiten führte die kauintensive, nahrungsfaserreiche Mahlzeit zu einer stärkeren Reduktion des Mundgeruchs ( $p < 0,05$ ).

## Einleitung

Als Halitosis bezeichnet man Mundgeruch oder schlechten Atem, andere Bezeichnungen sind «Foetor ex ore», «Bad Breath» und «Oral Malodour» (SEEMANN ET AL. 2014). Epidemiologischen Studien zufolge leidet etwa ein Viertel der Bevölkerung unter Mundgeruch (LIU ET AL. 2006, BORNSTEIN ET AL. 2009). Halitosis kann sowohl intra- als auch extraoral entstehen. Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass eine bakterielle Zersetzung organischen Materials in der Mundhöhle in 85%–90% der Fälle die Ursache für Halitosis ist (TONZETICH & RICHTER 1964, TONZETICH 1978, DELANGHE ET AL. 1999, ROSENBERG & LEIB 1997, SEEMANN ET AL. 2014). Diese Form der Halitosis wird auch als orale Halitosis bezeichnet (YAEGAKI & CIOL 2000, SEEMANN ET AL. 2014).

Verantwortlich für die Entstehung des unangenehmen Geruchs sind flüchtige Schwefelverbindungen, welche von gramnegativen anaeroben Bakterien produziert werden und als sogenannte «volatile sulphur compounds» (VSC) bezeichnet werden (TONZETICH & RICHTER 1964, TONZETICH 1971). Es sind dies vor allem die chemischen Verbindungen Schwefelwasserstoff  $H_2S$ , Methylmercaptan  $(CH_3)SH$  und Dimethylsulfid  $(CH_3)_2S$  (TONZETICH & RICHTER 1964, TONZETICH 1971). Schätzungen zufolge befinden sich ungefähr zwei Drittel aller oralen Mikroorganismen auf dem Zungenrücken. Der Zungenbelag an sich besteht hauptsächlich aus Blut- und Speichelbestandteilen, Nahrungsresten, abgeschilferten Epithelzellen und Bakterien (DE BOEVER & LOESCHE 1995). Von den oben erwähnten gramnegativen anaeroben Bakterien sind namentlich *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola* und *Porphyromonas gingivalis* zu nennen (BOSY ET AL. 1994). Dabei begünstigt eine raue, von Grübchen und Fissuren geprägte Oberfläche der Zunge die Bildung von Zungenbelag und demzufolge von Mundgeruch (DE BOEVER & LOESCHE 1995).

Trotz einem mässigen Evidenzgrad stellt eines der Therapiemittel der Wahl die mechanische Zungenreinigung dar, mit welcher man die gut sichtbaren Beläge von der Zungenoberfläche entfernt. Dies führt zu einer deutlichen Reduktion der VSC und folglich zu einer Reduktion des Mundgeruchs (TONZETICH & NG 1976, TONZETICH 1978, VAN DER SLEEN 2010, SEEMANN ET AL. 2014). Diese Therapie kann mit chemischen Hilfsstoffen wie Chlorhexidin oder Zinkverbindungen unterstützt werden (DADAMIO ET AL. 2013A, DADAMIO ET AL. 2013B, SLOT ET AL. 2015). Bekannt ist, dass auch durch den Verzehr einer Mahlzeit die Konzentration an VSC deutlich sinkt, danach aber wieder ansteigt (YAEGAKI ET AL. 2012). Zudem sind die VSC-Werte nach der Nachtruhe aufgrund des verminderten Speichelflusses und der daraus resultierenden erhöhten Bakterienlast erhöht, man spricht vom «Morning Breath» (TONZETICH 1978).

Uns sind aus der englisch- und deutschsprachigen Literatur keine wissenschaftlichen Untersuchungen bekannt, welche die Auswirkungen einer speziellen Diät mit nahrungsfaserreichen, kauintensiven Lebensmitteln gegenüber nahrungsfaserarmen, weniger kauintensiven auf die Konzentration an VSC, Mundgeruch und Zungenbelag beschreiben würden. Es wurde lediglich die Meinung vertreten, dass Zungenbeläge mit Nahrungsmitteln wie hartem Brot, trockenen Zerealien, rohem Gemüse und faserigem Fleisch entfernt werden können, jedoch ohne dies zu untersuchen (MASSKER 1980). Ziel dieser Studie war es daher, den Einfluss des einmaligen Verzehrs nahrungsfaserreicher und kauintensiver Nahrung auf die Konzentration an VSC, Halitosis, Zungenbelag und das subjektive Mundgefühl zu untersuchen. Die Hypothese war, dass durch eine kauintensivere, nahrungs-

faserreichere Mahlzeit Mundgeruch stärker oder längerfristig reduziert werden könnte.

## Material und Methode

Als Probanden wurden 20 gesunde Personen aus dem regulären Patientenpool sowie Studierende und Mitarbeitende der Zahnmedizinischen Kliniken der Universität Bern (zmk Bern) gewählt, die morgens in nüchternem Zustand sichtbaren Zungenbelag sowie eine VSC-Konzentration von mindestens 150 ppb («parts per billion»; Teile pro Milliarde) aufwiesen. Zusätzlich wurden die Probanden angehalten, zwei Tage vor der Screening-Untersuchung gegebenenfalls tägliche Zungenreinigungs-Massnahmen einzustellen sowie den Konsum von zwiebel- und knoblauchhaltigen Produkten zu vermeiden. Am Untersuchungstag war es untersagt, vorgängig etwas zu essen oder zu trinken, sich die Zähne zu putzen oder den Mund zu spülen, auch waren Bonbons und Kaugummis nicht erlaubt.

## Ausschlusskriterien

Nicht zur Studie zugelassen waren Raucher, Probanden mit Allergien oder Unverträglichkeiten gegen eine in der Mahlzeit enthaltene Komponente, bestehenden Parodontalerkrankungen, Erkrankungen im Hals-, Nasen-, Ohren- und Mundbereich in den letzten drei Monaten oder einer früheren schwerwiegenden oder rezidivierenden Erkrankung in einem dieser Bereiche, reduziertem Allgemeinzustand (ASA-Klassifikation 3–6, nach American Society of Anesthesiologists), Antibiotikatherapie in den letzten drei Wochen, Zwiebel- und Knoblauchkonsum in den letzten zwei Tagen vor dem Untersuchungstermin.

## Studiendesign und klinische Durchführung

Für die Durchführung der Studie wurde ein Cross-over-Design gewählt, bei dem jeder Proband sowohl an der Test- als auch an der Kontrolluntersuchung teilnahm. Zwischen Test- und Kontrolldurchlauf wurde eine Wash-out-Periode von mindestens zwei Wochen eingehalten, um mögliche Carry-over-Effekte zu vermeiden. Während die eine Hälfte mit dem Testdurchlauf = kauintensive/nahrungsfaserreiche Mahlzeit (Gruppe A) begann, startete die andere Hälfte mit dem Kontrolldurchlauf = wenig kauintensive/nahrungsfaserarme Mahlzeit (Gruppe B).

Die Probanden erschienen am ersten Untersuchungstag gemäss den ihnen bekannten Einschlusskriterien in der Klinik. Per Los wurden sie der Gruppe A oder B zugeordnet. Danach erfolgten die Baseline-Messungen der VSC-Konzentration mittels Halimeter und eine organoleptische Beurteilung des Mundgeruchs mithilfe einer Abstandskala (SEEMANN 2006, SEEMANN ET AL. 2014). Weiter wurde ein Foto der Zunge angefertigt, und der Proband bestimmte sein aktuelles Mundgefühl mithilfe einer Visual Analogue Scale (VAS). Anschliessend nahm der Proband entsprechend seiner Gruppenzuteilung die komplette für ihn bestimmte Mahlzeit zu sich. Nach Einnahme der Mahlzeit wurden dieselben Parameter wie bei der Baseline-Untersuchung erneut erhoben. Danach wurden innerhalb von 2½ Stunden in verschiedenen Abständen gemäss Tabelle I mittels Halimeter die VSC-Konzentrationen gemessen. Zum Abschluss wurden erneut alle Parameter wie bei der Baseline-Messung bzw. wie nach Einnahme der Mahlzeit erfasst. Für die genaue zeitliche Abfolge wird auf die Tabelle I verwiesen.

## Messung mit dem Halimeter

Die Konzentration der VSC wurde mithilfe eines Halimeters (Interscan Corporation, Simi Valley, CA, USA) erfasst. Dieses

Tab.1 Ablauf Untersuchungstag 1 und 2

Untersuchungstag 1		Untersuchungstag 2	
Zeitpunkt	Untersuchter Parameter	Zeitpunkt	Untersuchter Parameter
Baseline	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter <input type="checkbox"/> Mundgeruch (organoleptisch) <input type="checkbox"/> Zungenbelag <input type="checkbox"/> subjektives Mundgefühl	Baseline	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter <input type="checkbox"/> Mundgeruch (organoleptisch) <input type="checkbox"/> Zungenbelag <input type="checkbox"/> subjektives Mundgefühl
<b>Proband Gruppe A: Testmahlzeit</b> <b>Proband Gruppe B: Kontrollmahlzeit</b>		<b>Proband Gruppe A: Kontrollmahlzeit</b> <b>Proband Gruppe B: Testmahlzeit</b>	
Unmittelbar nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter <input type="checkbox"/> Mundgeruch (organoleptisch) <input type="checkbox"/> Zungenbelag <input type="checkbox"/> subjektives Mundgefühl	Unmittelbar nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter <input type="checkbox"/> Mundgeruch (organoleptisch) <input type="checkbox"/> Zungenbelag <input type="checkbox"/> subjektives Mundgefühl
10 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter	10 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter
30 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter	30 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter
60 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter	60 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter
90 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter	90 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter
120 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter	120 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter
150 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter <input type="checkbox"/> Mundgeruch (organoleptisch) <input type="checkbox"/> Zungenbelag <input type="checkbox"/> subjektives Mundgefühl	150 min. nach der Mahlzeit	<input type="checkbox"/> ppb VSC mittels Halimeter <input type="checkbox"/> Mundgeruch (organoleptisch) <input type="checkbox"/> Zungenbelag <input type="checkbox"/> subjektives Mundgefühl

ppb VSC = parts per billion volatile sulphur compounds

Gerät reagiert hauptsächlich auf die Erhöhung der drei wesentlichen VSC: Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid. Kadaverin, Putreszin, Indol oder Skatol, die in der Diskussion stehen, ebenfalls an Halitosis beteiligt zu sein, werden bei der Messung mit dem Halimeter nicht erfasst. Beim Messvorgang wird ein Kunststoffhalm ca. 3–4 cm weit in den leicht geöffneten Mund des Patienten eingeführt. Über eine interne Pumpe wird dem Sensor Luft aus dem Mund zugeführt, bis ein VSC-Maximalwert erreicht ist (ROSENBERG ET AL. 1991).

### Organoleptische Beurteilung des Mundgeruchs

Mit dem Begriff organoleptisch ist gemeint, den Mundgeruch des Gegenübers mithilfe des eigenen Geruchsinns wahrzunehmen und ihn der Stärke entsprechend einzuordnen (ROSENBERG ET AL. 1991B, GREENMAN ET AL. 2014). Für diese Studie wurde eine einfache Abstandskala angewandt, bei welcher der Patient in normaler Lautstärke von eins bis zehn zählt und die Mundgeruchsstärke anhand folgender Grade eingeteilt wird (SEEMANN 2006, BORNSTEIN ET AL. 2009, SEEMANN ET AL. 2014):

- Grad 0 = kein Mundgeruch feststellbar
- Grad 1 = Mundgeruch feststellbar in einer Distanz von 10 cm
- Grad 2 = Mundgeruch feststellbar in einer Distanz von 30 cm
- Grad 3 = Mundgeruch feststellbar in einer Distanz von 100 cm

### Beurteilung des Zungenbelags

Zur Quantifizierung des Zungenbelags wurde ein modifizierter Zungenbelagsindex nach Winkel herangezogen (Winkel Tongue Coating Index, WTCI) (WINKEL ET AL. 2003). Dieser Index bewert-

tet die sichtbare Menge an Zungenbelag als Summenscore aus sechs imaginären Feldern der Zunge (Sextanten). Die Modifikation bestand darin, den ursprünglichen Code 2 zu modifizieren und um den Code 3 zu ergänzen. Damit kam folgendes Bewertungsschema pro Sextant zur Anwendung:

- 0: kein Zungenbelag
- 1: leichter Zungenbelag
- 2: deutlicher Zungenbelag in bis zu  $\frac{2}{3}$  des Sextanten
- 3: deutlicher Zungenbelag in mehr als  $\frac{2}{3}$  des Sextanten

Die Bewertung erfolgte durch zwei mit dem Index vertraute Zahnärzte anhand von in zufälliger Reihenfolge vorgelegten Fotos der Zungen.

### Subjektive Beurteilung des Mundgefühls

Jeweils vor und nach der Mahlzeit sowie zum Abschluss des Untersuchungsmorgens wurden die Probanden angehalten, auf einer VAS ihr aktuelles Mundgefühl zu beurteilen. Dabei reichte die Skala von «sehr angenehm» (Wert 0) bis «äusserst unangenehm» (Wert 10) und mass 100 mm, folglich konnten die Werte mithilfe eines Lineals auf Zehntelstellen genau abgelesen werden.

### Mahlzeiten und Berechnung des Nahrungsfasergehalts

Für die Mahlzeiten wurden Frühstücksbrotchen mit bestimmtem Nahrungsfasergehalt kreiert. Für die genauen Berechnungen bediente man sich der schweizerischen Nährwertdatenbank des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und

Veterinärwesen BLV ([www.naehrwertdaten.ch](http://www.naehrwertdaten.ch)) oder gegebenenfalls der Herstellerangaben auf den jeweiligen Produktverpackungen.

Die verschiedenen Komponenten der beiden Mahlzeiten sind aus Tabelle II ersichtlich. Die genaue Berechnung des Nahrungsfasergehalts kann der Tabelle III entnommen werden.

## Ethik

Die Probanden wurden gemäss Helsinki-Deklaration über den genauen Studienablauf informiert und gaben den Richtlinien

entsprechend ihr schriftliches Einverständnis. Die Studie wurde durch die Kantonale Ethikkommission Bern bewilligt (KEK-Gesuchs-Nr.: 244/12).

## Statistik

Der primäre Endpunkt ergab sich aus dem prozentualen Abfall des VSC-Wertes nach einer kauintensiven, nahrungsfaserreichen und nach einer wenig kauintensiven, nahrungsfaserarmen Mahlzeit (Gruppe A und B).

Die sekundären Endpunkte ergaben sich aus:

- sieben VSC-Messungen über die Zeit in beiden Gruppen, jeweils in Relation zur ersten VSC-Messung
  - organoleptischer Untersuchung vor und nach der Mahlzeit sowie nach der letzten Messung in beiden Gruppen
  - Bestimmung des Zungenbelagsindex vor und nach der Mahlzeit sowie nach der letzten Messung in beiden Gruppen
  - subjektiver Beurteilung des Mundgefühls vor und nach der Mahlzeit sowie nach der letzten Messung in beiden Gruppen
- P-Werte <0,05 galten als signifikant.

Für die statistischen Analysen wurden der Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest sowie eine nicht parametrische longitudinale ANOVA nach Brunner und Langer angewandt (BRUNNER ET AL. 2002). Dafür wurde die Software R Version 3.2.2 (The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) verwendet.

Tab. II Mahlzeitbestandteile

Komponenten	
<b>Testmahlzeit (nahrungsfaserreich und kauintensiv)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Vollkornbrötchen (reich an Weizenkleie)</li> <li>- Apfel (roh, geschält)</li> <li>- Brombeerkonfitüre</li> <li>- Butter</li> <li>- Wasser</li> </ul>
<b>Kontrollmahlzeit (nahrungsfaserarm und wenig kauintensiv)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Weissbrötchen</li> <li>- Apfelkompott</li> <li>- Quittengelee</li> <li>- Butter</li> <li>- Wasser</li> </ul>

Tab. III Berechnung Nahrungsfasergehalt

Produkt	Zutat	Menge (g)	Nahrungsfasern (g/100 g)	Nahrungsfasern effektiv (g)	
<b>Mahlzeit A (Test)</b>	<b>Weizenkleibrötchen</b>	Weizenvollkornmehl	34	11	3,74
		Weizenkleie	37	49,3	18,24
		Wasser	45	0	0
		Hefe	9	6,9	0,62
		Salz	2	0	0
	<b>Butter</b>		unbeschränkt	0	0
	<b>Brombeerkonfitüre</b>		30	4	1,2
	<b>Apfel, roh</b>		100	2,1	2,1
				<b>Total 25,90</b>	
<b>Mahlzeit B (Kontrolle)</b>	<b>Weissbrötchen</b>	Weissmehl	75	2,5	1,88
		Milch	38	0	0
		Hefe	9	6,9	0,62
		Salz	2	0	0
	<b>Butter</b>		unbeschränkt	0	0
	<b>Quittengelee</b>		30	0,5	0,15
	<b>Apfelkompott</b>		100	2,76	2,76
					<b>Total 5,41</b>

## Resultate

Alle Probanden erfüllten an den Untersuchungstagen die Einschlusskriterien und waren zur Untersuchung zugelassen.

Beim Vergleich der Reduktion der VSC-Werte zwischen den Zeitpunkten eins und zwei (Baseline und unmittelbar nach Einnahme der Mahlzeit) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Test- und Kontrollgruppe festgestellt werden (Abb. 1A). Das Gleiche galt für den Vergleich zwischen den Zeitpunkten eins und acht (Baseline und am Ende des Untersuchungsmorgens) (Abb. 1B).

Unabhängig davon, ob die Test- oder die Kontrollmahlzeit eingenommen wurde, führte dies zu einer deutlichen, statistisch signifikanten Reduktion sämtlicher erhobenen Parameter (VSC, organoleptische Beurteilung des Mundgeruchs, Zungenbelag und subjektives Mundgefühl) ( $p < 0,05$ ). Beim direkten Vergleich der beiden Mahlzeiten führte der Verzehr der kauintensiven, nahrungsfaserreichen Mahlzeit zu einer statistisch signifikant grösseren Reduktion des organoleptisch feststellbaren Mundgeruchs ( $p < 0,05$ ). Die anderen drei untersuchten Parameter zeigten bei diesem Vergleich keinen statistisch signifikanten Unterschied zur Kontrollmahlzeit. (Abb. 2A–D).

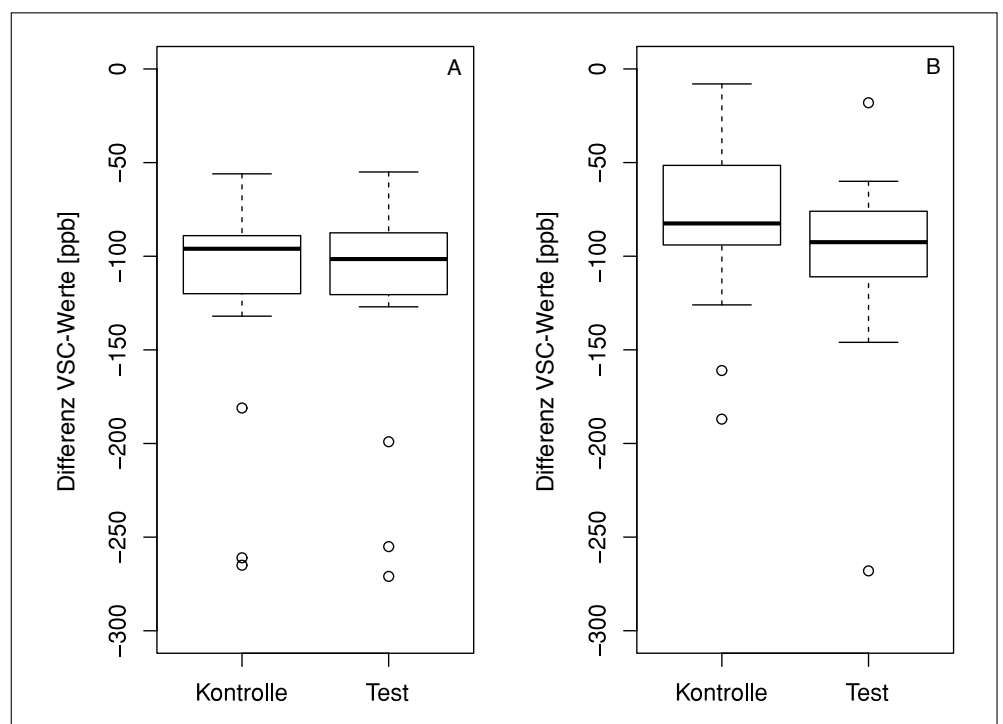
## Diskussion

Die allgemeingültige Meinung ist, dass Mundgeruch durch Essen reduziert wird (YAEGAKI ET AL. 2012). Dieser Effekt ist auf die «Selbstreinigung» der Mundhöhle durch das Kauen der Nahrung zurückzuführen. Angesichts der Tatsache, dass der Kauvorgang beim Essen eine selbstreinigende Wirkung auf die Mundhöhle und somit auch auf den Zungenrücken hat, scheint es naheliegend, dass Nahrungsmittel, die ausgiebig gekaut werden müssen, diese Selbstreinigung stärker fördern müssten als solche, die weniger intensiv gekaut werden müssen. Ob unterschiedlich kauintensive Nahrung diese Selbstreinigung aber wirklich positiv beeinflusst, wurde bis heute nicht untersucht. Wir haben in dieser Studie zeigen können, dass kauintensive, nahrungsfaserreiche Nahrung die organoleptischen

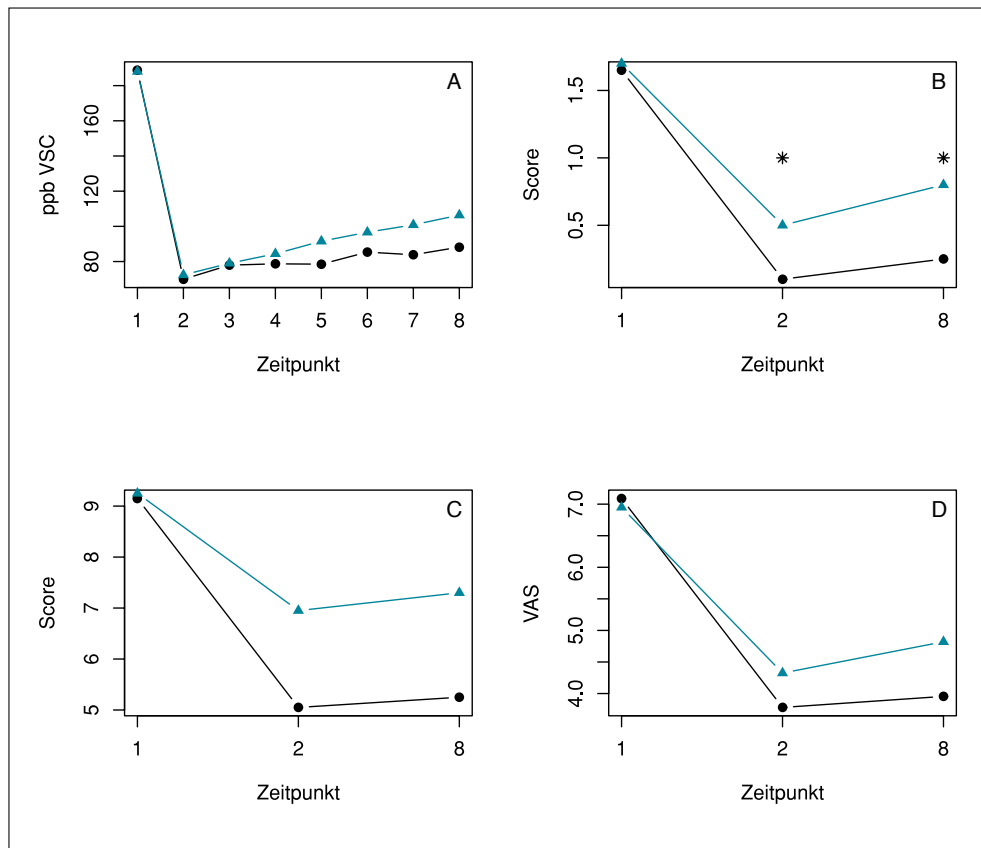
Parameter signifikant verbessern kann. Unsere Hypothese wurde betätigt.

In der Literatur gibt es keine allgemeingültige Definition für Kauintensität respektive kauintensive oder nicht kauintensive Nahrung. Daher wurde zur Beschreibung unterschiedlicher Kauintensitäten auf den Begriff «faserig» zurückgegriffen. Ob ein Nahrungsmittel als faserig empfunden wird oder nicht, hängt nicht zuletzt auch von der subjektiven Wahrnehmung der Person ab, die es isst. Faserig im Zusammenhang mit Lebensmitteln bezieht sich auf die enthaltenen Nahrungsfasern, auch Ballaststoffe genannt. Nahrungsfasern entsprechen den pflanzlichen Nahrungskomponenten, die nicht verdaut werden können (SUTER 2008). Der Nahrungsfasergehalt alleine entscheidet aber nicht über die Kauintensität des Nahrungsmittels. Einen entscheidenden zusätzlichen Faktor stellt die Konsistenz des Nahrungsmittels dar. Bei Gemüse und Früchten ist es also für die Kauintensität von Bedeutung, ob sie roh oder gekocht verzehrt werden. Bei einem gegarten Apfel ist der Nahrungsfasergehalt gegenüber dem rohen sogar leicht erhöht, trotzdem ist er in gegarter Form weniger kauintensiv ([www.naehrwertdaten.ch](http://www.naehrwertdaten.ch)). Um einen unterschiedlichen Anteil an Nahrungsfasern in zwei vergleichbaren Produkten zu erhalten, wurden daher speziell für diese Untersuchung Brötchen kreiert.

Unsere Untersuchungen bestätigen, dass das Essen einer Mahlzeit orale VSC-Konzentrationen und Mundgeruch reduziert (Abb. 1A und B, Abb. 2B). Ebenfalls kam es in beiden Durchläufen zu einer statistisch signifikanten Verbesserung des subjektiven Mundgefühls und zu einer Reduktion des Zungenbelags (Abb. 2D und C). Dieser Effekt war auch nach 2½ Stunden noch nachweisbar. Allerdings ergab der Vergleich der Effekte unterschiedlich kauintensiver Nahrung in der in dieser Studie gewählten Anordnung kein einheitliches Bild. Deshalb sollte die Auswirkung kauintensiver, nahrungsfaserreicher Nahrung in einer Folgestudie über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Während es für die oralen VSC,



**Abb. 1** Reduktion der absoluten VSC-Werte unmittelbar nach der Mahlzeit gegenüber Baseline (A), Reduktion der absoluten VSC-Werte am Ende des Untersuchungsmorgens gegenüber Baseline (B) [ppb]



**Abb. 2** (in Mittelwerten): Zeitlicher Verlauf der VSC-Messungen (A), der organoleptischen Mundgeruchsmessung (B), des Zungenbelagsindex (C) und des subjektiven Mundgefühls (D); (\* =  $p < 0,05$ )  
● = Test ▲ = Kontrolle



**Abb. 3** Unterteilung des Zungenrückens in sechs Felder (Sextanten) zur Bestimmung des modifizierten Zungenbelagsindex nach Winkel

den Zungenbelag und das subjektive Mundgefühl keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Test- und der Kontrollmahlzeit gab, zeigte die organoleptische Beurteilung des Mundgeruchs eine statistisch signifikant grössere Reduktion für den Testdurchlauf. Die nicht signifikanten Unterschiede könnten dadurch erklärt werden, dass der Stichprobenumfang in dieser Pilotstudie nicht ausreichend war. In einer möglichen Folgestudie sollte daher die Probandenanzahl erhöht werden. Ein anderer Grund liegt möglicherweise darin, dass die Kauintensitäten der beiden Mahlzeiten trotz des extrem unterschiedlichen Nahrungsfasergehalts zu eng beieinander lagen. Beide Brötchen mussten ordentlich gekaut werden, es sollte daher für weitere Untersuchungen auf andere, noch weniger bis nicht kauintensive Lebensmittel für den Kontrolldurchlauf umgestellt werden, zum Beispiel auf Joghurt, Suppe oder Ähnliches. Ebenfalls ist zu diskutieren, ob der Halimeter trotz akzeptabler Reproduzierbarkeit in der Lage ist, geringere Unterschiede zu detektieren, da die Konzentrationen unterschiedlicher Schwefelverbindungen kollektiv in den erhaltenen Wert (ppb VSC) eingehen (ROSENBERG ET AL. 1991B). Für zukünftige Studien sollte möglicherweise besser eine gaschromatografische Messung erwogen werden. Allerdings ist auch diese nicht frei von Problemen, z.B. die schwer zu standardisierende Probenentnahme oder das Fehlen der Möglichkeit, eine «Echtzeitmessung» durchzuführen, welche beim Halimeter gegeben ist (ROSENBERG ET AL. 1991A, LALEMANN ET AL. 2014). Da es in der vorliegenden Arbeit weniger auf die absoluten VSC-Werte als vielmehr um einen relativen Vergleich ankam und innerhalb des gewählten Zeitraumes mehrere relativ eng aufeinanderfolgende Messungen durchzuführen waren, erschien uns die Anwendung des Halimeters gerechtfertigt.

Da auch die nicht signifikanten Parameter den Trend einer stärkeren Reduktion durch den Verzehr der Testmahlzeit zeigten, ziehen wir aus den vorliegenden Ergebnissen den Schluss, dass kauintensive, nahrungsfaserreiche Nahrungsmittel zu einer stärkeren Reduktion oraler Halitosis führen als weniger kauintensive, nahrungsfaserärmere Nahrungsmittel. Der geringe Effekt durch die hier gewählten Nahrungsmittel zeigt sich auch bei der Beurteilung des Zungenbelags. So war es notwendig, eine Modifikation des gängigen Zungenbelagsindex nach Winkel vorzunehmen, um dessen Empfindlichkeit zu erhöhen. Trotzdem zeigte sich zwischen Test- und Kontrollphase kein signifikanter Unterschied. Die Erhöhung der Empfindlichkeit des Zungenbelagsindex wurde dadurch erreicht, dass er um einen Schweregrad erweitert wurde. Es entstand der modifizierte Winkel Tongue Coating Index (mWTCl). Ein Beispiel ist in Abb. 3 dargestellt. Nach Wertung mithilfe des Originalindex (0 = kein Belag; 1 = leichter Belag; 2 = deutlicher Belag) wäre das Ergebnis wie folgt: 2/2/2/0/0/0; Summe = 6. Obwohl sich bei Betrachtung des Fotos die Menge des Zungenbelags in den

Sextanten 1 und 3 augenscheinlich von derjenigen in Sextant 2 unterscheidet, kann dieser Unterschied durch den Index nicht beschrieben werden. Nach Bewertung mithilfe des modifizierten Index (0 = kein Belag, 1 = leichter Belag, 2 = deutlicher Belag in bis zu  $\frac{2}{3}$  des Sextanten; 3 = deutlicher Belag in mehr als  $\frac{2}{3}$  des Sextanten) lässt sich der augenscheinliche Unterschied quantifizieren (2/3/2/0/0/0; Summe = 7). Während der Originalindex für die zahnärztliche Praxis ausreichend erscheint, empfehlen wir für klinische Studien, eine entsprechende Modifikation des Index zur Erhöhung der Trennschärfe vorzunehmen.

### Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass der Verzehr der in dieser Studie gewählten Mahlzeiten zu einer mindestens  $2\frac{1}{2}$  Stunden andauernden Reduktion einer oralen Halitosis führte. Der direkte Vergleich der beiden Mahlzeiten zeigte, dass die kauintensive, nahrungsfaserreiche Mahlzeit zu einer stärkeren Reduktion des Mundgeruchs führte ( $p < 0,05$ ).