

IRÈNE HITZ LINDEN-  
MÜLLER  
PACO WEISS  
MICHAEL VOLKEN  
ANDREAS FILIPPI

Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätskliniken für Zahnmedizin, Universität Basel

#### KORRESPONDENZ

Dr. med. dent. Irène Hitz  
Lindenmüller  
Klinik für Zahnärztliche  
Chirurgie, -Radiologie,  
Mund- und Kieferheilkunde,  
Universitätskliniken  
für Zahnmedizin,  
Universität Basel  
Hebelstrasse 3  
CH-4056 Basel  
irène.hitz@unibas.ch

SWISS DENTAL JOURNAL SSO 125:  
1080-1084 (2015)  
Zur Veröffentlichung angenommen:  
9. Dezember 2014

# Diagnostik des Zungenbelags mit dem Autofluoreszenzverfahren

Eine klinische Studie zu Möglichkeiten und Grenzen

#### SCHLÜSSELWÖRTER

Autofluoreszenz,  
Zungenbelag,  
Tongue-Coating-Index

#### ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Untersuchung wurde zur Beurteilung des Zungenbelags mittels Winkel-Tongue-Coating-Index zusätzlich das Autofluoreszenzgerät VELscope® eingesetzt und ein Index dafür entwickelt. Durch die deutlich sichtbare Orangefärbung des Zungenrückens mittels Autofluoreszenz könnten in Zukunft Halitosis-Patienten bakteriell besiedelte Zungenareale eindrucksvoll gezeigt werden, um sie zu einer optimierten Zungenhygiene zu animieren.

Die Zungenoberflächen von 100 Probanden (35 m, 65 w, Durchschnittsalter 51 Jahre) wurden sowohl ohne als auch mit dem Autofluoreszenzgerät fotografiert. Alle Zungenbilder wurden am Computer mittels Raster in sechs Felder unterteilt. Diese Aufnahmen wurden von sechs Untersuchern (5 ungeübte und der Leiter der Halitosis-Sprechstunde) randomisiert beurteilt.

Die grösste Belagsdichte konnte bei beiden Aufnahmetechniken hauptsächlich im hinteren mittleren Zungenanteil diagnostiziert werden. Beim Vergleich des Winkel-Tongue-Coating-Index und des VELscope®-Index wurden deutliche Unterschiede festgestellt ( $p < 0,001$ ). Es konnte gezeigt werden, dass ein ausgeprägter Zungenbelag mit Hilfe des VELscope®-Gerätes visuell besser diagnostiziert und dargestellt werden kann. Mit beiden Methoden kamen ungeübte und geübte Untersucher zu vergleichbaren Ergebnissen (Kappa-Wert ohne VELscope® 0,654, mit VELscope® 0,672).

Es zeigte sich, dass das VELscope®-Gerät die Zungenbelagsdiagnostik ergänzen, den Winkel-Tongue-Coating-Index aber nicht ersetzen kann.

## Einleitung

Bei der Untersuchung der Mundschleimhaut mit dem Autofluoreszenzgerät im Rahmen der Stomatologie-Sprechstunde in den Universitätskliniken für Zahnmedizin fielen orange leuchtende Regionen vorzugsweise auf dem Zungenrücken auf. Aufgrund einiger Publikationen (DE VELD ET AL. 2005, POH ET AL. 2007) wurde vermutet, dass es sich bei den orangenen Bezirken um Regionen mit dichter bakterieller Besiedelung handeln könnte. Um dies zu überprüfen, wurden anlässlich einer Masterarbeit Zungenoberflächen zusätzlich zur klinischen Inspektion und Beurteilung mittels des Winkel-Tongue-Coating-Index mit dem Autofluoreszenzgerät beleuchtet, um herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen vorhandenem Zungenbelag und der orangenen Färbung bestehen könnte.

Dies könnte für die Diagnostik und Therapie bei Halitosis-Patienten relevant sein.

Das Autofluoreszenzverfahren findet Anwendung in der Mundschleimhautdiagnostik zur Unterscheidung zwischen normaler Gewebefluoreszenz und dem Fluoreszenzverlust veränderter Zellen. Dieses Verfahren wird aber auch in der Gynäkologie, Ophthalmologie, Dermatologie, Urologie und Gastroenterologie eingesetzt. Dazu wird blaues Licht mit einem Exzitationsspektrum von 400–460 nm (LANE ET AL. 2006) verwendet. Die normale Mundschleimhaut zeigt unter Autofluoreszenz eine leicht inhomogene grünliche Färbung. Bei dysplastischen Veränderungen oder Karzinomen wird das Licht durch den Abbau der Kollagenmatrix und die damit verbundenen Stoffwechseleränderungen stärker absorbiert und gestreut,

was zu einer Reduktion der Autofluoreszenz führt (fluorescence visualisation loss) und somit als dunkler Bereich erkennbar wird (LANE ET AL. 2006, SCHEER ET AL. 2011). Beim Einsatz des Autofluoreszenzgeräts VELscope® (Visual Enhanced Lesion Scope, Fa. LED Dental, Burnaby, Kanada) fällt statt der zu erwartenden Grünfärbung teilweise eine Orangefärbung auf. Diese wurde bereits 1924 bei der Untersuchung von Karzinomen mit der Wood-Lampe beobachtet, die eine ähnliche Wellenlänge wie das VELscope® hat. Man ging damals von einer Korrelation zwischen der Intensität der orangen Farbe und der Schwere der Krebserkrankung aus (RONCHESE 1954). Neuere Untersuchungen zeigen eine höhere Anzahl Porphyrine, die in Karzinomen enthalten sind und unter einem Autofluoreszenzgerät rotorange aufleuchten. Die Thematik wird jedoch kontrovers diskutiert: Man vermutet, dass orange leuchtende Porphyrine entweder vom Tumor selbst oder von Bakterien produziert werden, welche die Oberfläche besiedeln (HARRIS & WERKHAVEN 1987, INAGUMA & HASHIMOTO 1999, ONIZAWA ET AL. 2002, SCHEER ET AL. 2011). Andere Arbeitsgruppen vermuten, dass die orange Farbe mit der bakteriellen Infektion oder der Wirtsantwort auf die von Bakterien exprimierten Porphyrine korreliert, wobei auch eine Kombination möglich ist. Eine Orangefärbung der Zungensoberfläche kann daher ein Hinweis auf deren dichte bakterielle Besiedelung sein (DE VELD ET AL. 2005, POH ET AL. 2007).

Zu ermitteln, ob die klinische Zungenbelagsdiagnostik im Rahmen der Halitosis-Sprechstunde in Zukunft mithilfe von Autofluoreszenz ergänzt oder durch sie sogar ersetzt werden kann, war das Ziel der vorliegenden Untersuchung.

## Material und Methoden

Untersucht wurden die Zungenoberflächen von insgesamt 100 Probanden (35 m, 65 w) im Alter zwischen 19 und 91 Jahren ( $\bar{x}$  51 Jahre, SD 17,5), die sich in der Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätskliniken für Zahnmedizin Basel vorstellten. Die Probanden wurden in 3 Altersgruppen unterteilt (< 40 Jahre, n=24; 41–55 Jahre, n=25; > 55 Jahre, n=51). Patienten mit oralen oder systemischen Erkrankungen sowie Raucher wurden ausgeschlossen. Die Rekrutierungsphase dauerte wenige Wochen.

Auf einen Ethikantrag konnte verzichtet werden, da die Probanden, die konsekutiv in der Poliklinik angesprochen wurden, vorgängig über die Untersuchung und Fotodokumentation aufgeklärt wurden und ihr Einverständnis dazu gaben. Sie wurden gezielt gemäss Helsinki-Deklaration über die Studie informiert und haben entsprechend den Richtlinien ihr informiertes Einverständnis erteilt.

Von allen 100 Probanden wurde je ein Foto der Zunge von der Zungenspitze bis zu den Papillae vallatae angefertigt (Kamera Nikon D90, Nikon, Tokio, Japan, mit Blitzgerät Macro Speedlight SB-29s, Nikon). Unmittelbar vor der Aufnahme durften weder die Zunge noch die Zähne gereinigt werden, da Rückstände von Zahnpasta auf der Zunge als Belag interpretiert werden könnten. Die Zunge wurde anschliessend mit derselben Fotokamera, an der nun das VELscope®-Gerät angeschlossen war, erneut fotografiert. Der Raum wurde dafür abgedunkelt und das Foto erfolgte ohne Blitzlicht. Alle Zungenbilder wurden am Computer mittels Raster in sechs Felder unterteilt (PowerPoint Microsoft 2010), analog zum Winkel-Tongue-Coating-Index (WINKEL ET AL. 2003) (Abb. 1 und 2).

Die insgesamt 200 anonymisierten Zungenaufnahmen wurden sechs Untersuchern in zufälliger Reihenfolge zur Befundung gezeigt: zwei Studierenden der Zahnmedizin, drei Zahnärzten

und einem in Zungenbelagsdiagnostik geübten Untersucher (Leiter der Halitosis-Sprechstunde). Die randomisierte Befundung der Bilder fand an zwei verschiedenen Terminen im Abstand von einer Woche zur selben Tageszeit statt. Es wurden pro Termin jeweils 50 Aufnahmen ohne VELscope® und 50 Aufnahmen mit VELscope® in zufälliger Anordnung und nie zwei Aufnahmen vom selben Patienten in der gleichen Sitzung nach vollständiger Abdunkelung des Raums auf eine Hörsaal-Leinwand projiziert. Die Aufnahmen ohne VELscope® wurden von den Untersuchern mittels Winkel-Tongue-Coating-Index ausgewertet: Jedes der sechs Felder der Zunge wurde zunächst bezüglich seiner Belagsdicke befundet: kein Belag (0), leichter Belag (1) und starker Belag (2) (Abb. 3). Der Index wurde aus der Summe der einzelnen Werte errechnet, wobei minimal 0 Punkte und maximal 12 Punkte erreicht werden konnten. Die Farbe des Zungenbelags wurde nicht beurteilt (WINKEL ET AL. 2003).

Die VELscope®-Aufnahmen wurden mit einem für diese Studie entwickelten Index befundet, welcher dem Winkel-Tongue-Coating-Index gleicht. Jedes der sechs Felder wurde einzeln beurteilt: keine orange Farbe sichtbar (0), wenig orange Farbe sichtbar (1) und deutlich orange Farbe sichtbar (2). Auch bei diesem Index betrug die minimale Punktzahl aus der Summe der Werte in den einzelnen Feldern 0, die maximale 12 (Abb. 4).

Die sechs Untersucher erhielten im Vorfeld eine Einführung in die Beurteilung des Winkel-Tongue-Coating-Index und des VELscope®-Index.

Untersucht wurden einerseits die Aufnahmen ohne VELscope® (Winkel-Tongue-Coating-Index) und die Aufnahmen mit VELscope® (VELscope®-Index) bezüglich der Belagsverteilung auf dem Zungenrücken, andererseits die Kongruenz der beiden Indizes. Zudem wurde die interindividuelle Übereinstimmung der sechs Untersucher mittels Kappa-Wert berechnet. Ein Kappa-Wert < 0 zeigt schlechte Übereinstimmung, 0–0,2 wenig Übereinstimmung, 0,21–0,4 ausreichende Übereinstimmung, 0,41–0,6 mittelmässige Übereinstimmung, 0,61–0,8 beachtliche Übereinstimmung, und bei 0,81–1,00 ist die Übereinstimmung praktisch vollkommen (LANDIS & KOCH 1977). Vereinfacht kann gesagt werden: Je näher man dem Wert 1 kommt, desto identischer sind die Ergebnisse (EVERITT 1968).

Zusätzlich wurde der Einfluss von Alter und Geschlecht auf den Zungenbelag analysiert.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem «Statistical package R», Version 2.9.2 (The R Foundation for Statistical

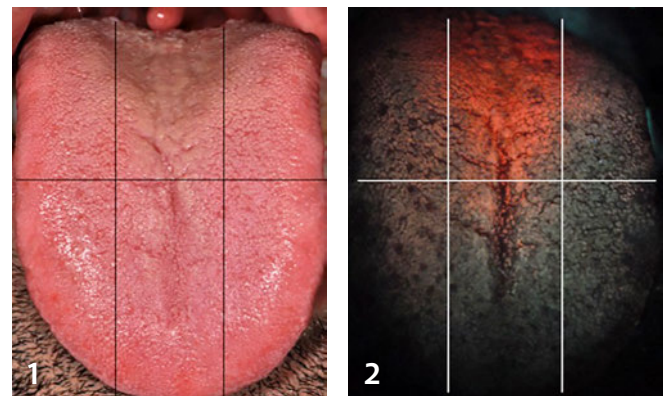


Abb. 1 und 2 Unterteilung des Zungenrückens in sechs Felder ohne VELscope® (Abb. 1; nach WINKEL ET AL. 2003) und mit VELscope® (Abb. 2).

Computing, Wien, Österreich; [www.r-project.org](http://www.r-project.org)). Die entsprechenden p-Werte wurden mittels Fisher's Exact Test berechnet. Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 zweiseitig festgelegt.

## Resultate

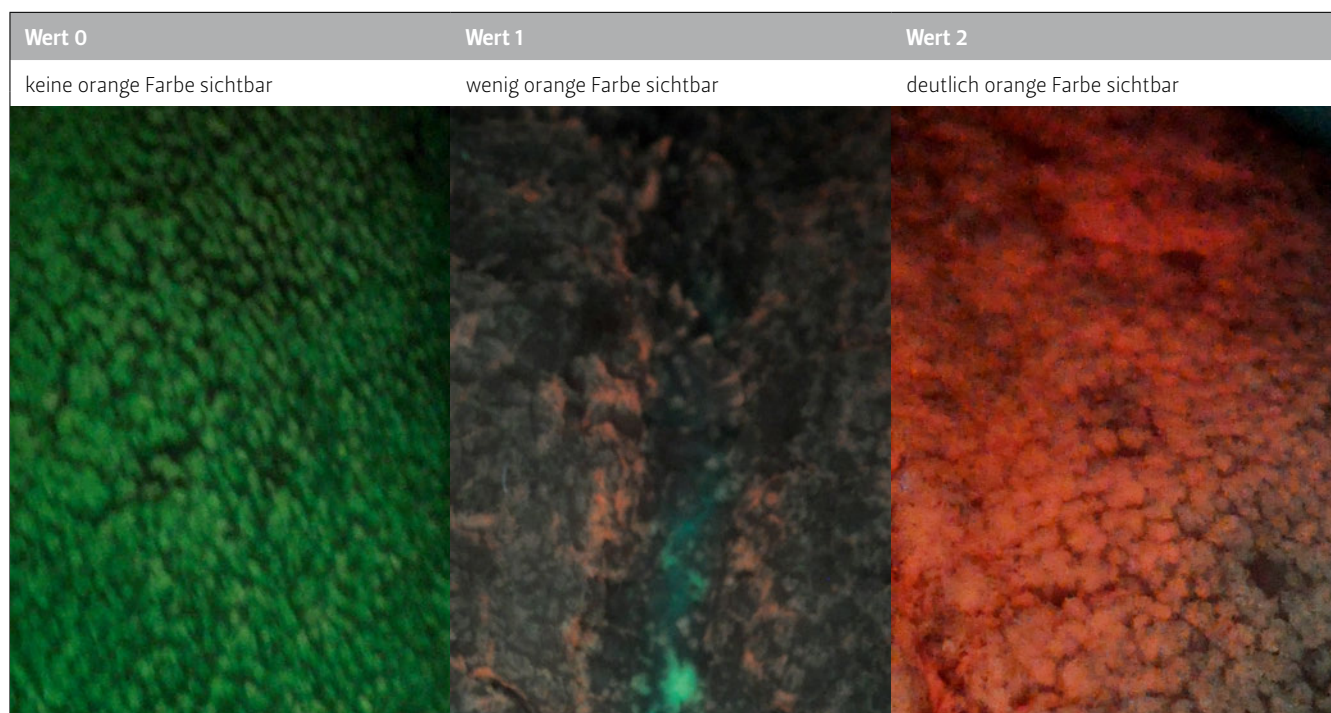
Mit beiden Aufnahmetechniken wurde im posterioren Zungenbereich mehr Zungenbelag diagnostiziert als im anterioren Zungenbereich (Abb. 5). Die Beurteilung der Belagsverteilung

mit und ohne VELscope® ergab, dass hauptsächlich im mittleren Drittel der posterioren Zungenoberfläche Zungenbelag respektive Orangefärbung diagnostiziert wurde. Ohne VELscope® zeigte sich der stärkste Zungenbelag (Wert 2 nach WINKEL ET AL. 2003) aller sechs Felder im mittleren posterioren Drittel bei 33,5%, mit VELscope® sogar bei 42,3% ( $p < 0,001$ ) (Abb. 5).

Ein ausgeprägter Zungenbelag (starke Orangefärbung) konnte mit dem VELscope®-Gerät gut diagnostiziert werden.



**Abb. 3** Winkel-Tongue-Coating-Index nach WINKEL ET AL. 2003. Jedes der sechs Felder der Zunge (s. Abb. 1 und 2) wird nach folgenden Kriterien beurteilt: kein Belag (0, linkes Bild), leichter Belag (1, Mitte), starker Belag (2, rechtes Bild). Die Summe der Punkte ergibt den Index (minimal 0, maximal 12 Punkte).



**Abb. 4** Für die Untersuchung entwickelter VELscope®-Index. Die Summe der Punkte ergibt den Index (minimal 0, maximal 12 Punkte).

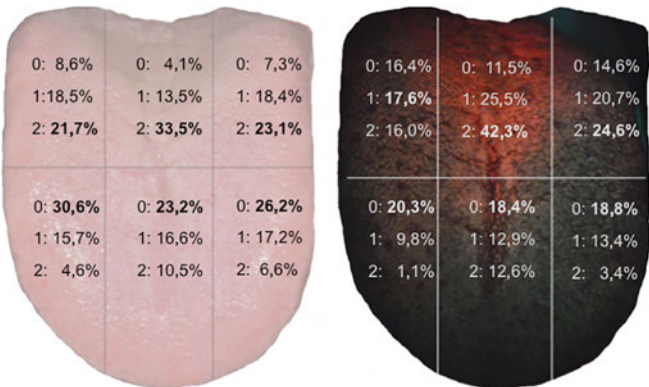
Wurden die Werte 0, 1 und 2 des Winkel-Tongue-Coating-Index mit den Werten 0, 1 und 2 des VELscope®-Index verglichen, kam es zu keiner Übereinstimmung ( $p < 0,001$ ). Die Auswertung hat aber ergeben, dass der Wert 2 des Winkel-Tongue-Coating-Index jeweils den Werten 1 oder 2 des VELscope®-Index entsprach. Es zeigte sich, dass nur ein ausgeprägter Zungenbelag mit dem VELscope®-Gerät dar-

gestellt werden konnte. War hingegen keine Orangefärbung erkennbar, handelte es sich immer um Grad 0 oder Grad 1 des Winkel-Tongue-Coating-Index (Abb. 6).

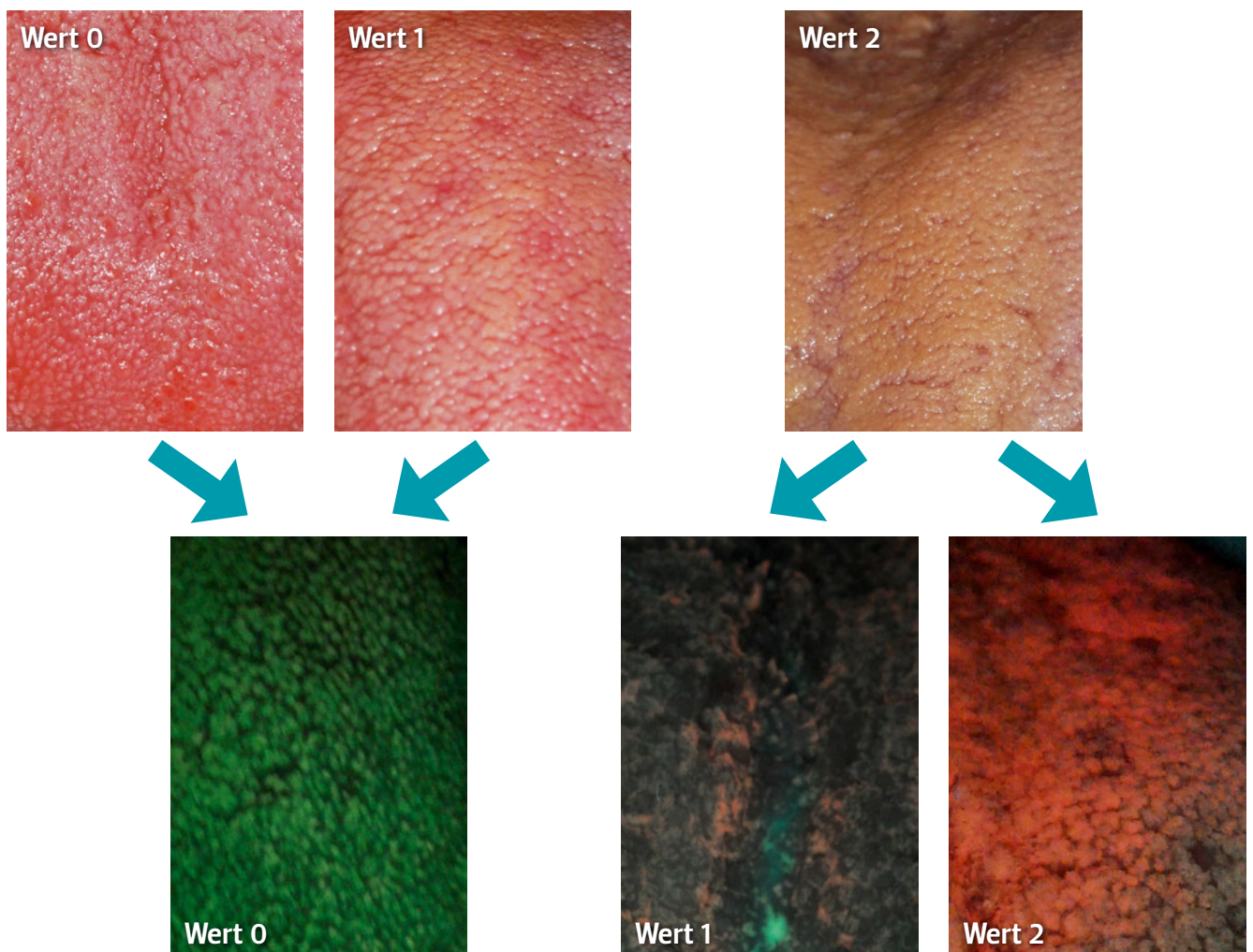
Bei der Beurteilung beider Methoden gab es zwischen den fünf ungeübten Untersuchern und dem geübten Untersucher eine deutliche Übereinstimmung. Für die Bilder ohne VELscope® betrug der Kappa-Wert 0,654, für die Bilder mit VELscope® 0,672 (Tab. I). Ein Kappa-Wert von 0,61-0,8 entspricht einer beachtlichen Übereinstimmung (LANDIS & KOCH 1977).

Die Auswertung der Aufnahmen mittels Winkel-Tongue-Coating-Index bezüglich der drei Altersgruppen ergab in der Altersgruppe der > 55-Jährigen signifikant weniger Zungenbelag ( $p = 0,012$ ) als in der Altersgruppe der < 40-Jährigen sowie der 41-55-Jährigen. Bei der Auswertung der Aufnahmen mit dem VELscope®-Index wurde mit zunehmendem Alter hingegen ein höherer Wert nachgewiesen, die Zunahme des Wertes bei älteren Teilnehmern im Vergleich zu jüngeren Teilnehmern war jedoch nicht signifikant ( $p = 0,20$ ).

Zwischen Männern und Frauen (35 m, 65 w) konnte weder anhand des Winkel-Tongue-Coating-Index ( $p = 0,12$ ) noch anhand des VELscope®-Index ( $p = 0,22$ ) ein Unterschied festgestellt werden.



**Abb. 5** Prozentuale Verteilung aller Grade des Zungenbelags in allen Sextanten gemäss Winkel-Tongue-Coating-Index (links; nach WINKEL ET AL. 2003) und VELscope®-Index (rechts).



**Abb. 6** Gegenüberstellung des Zungenbelagsindex nach WINKEL ET AL. (2003) und des VELscope®-Index pro Sextant. Die Werte 0 oder 1 des Winkel-Tongue-Coating-Index (oben) korrespondieren mit dem Wert 0 des VELscope®-Index (unten), während der Wert 2 des Winkel-Tongue-Coating-Index den Werten 1 oder 2 des VELscope®-Index entspricht.

**Tab. 1** Kappa-Werte der beiden Untersuchungsmethoden im Vergleich zwischen geübtem Untersucher und ungeübten Untersuchern (Zahnarzt 1–3, Student 1 und 2)

Klinisches Bild			
Vergleich	Kappa	unteres 95%CI	oberes 95%CI
Zahnarzt 1 vs geübter Untersucher	0,68	0,59	0,77
Zahnarzt 2 vs geübter Untersucher	0,64	0,55	0,73
Student 1 vs geübter Untersucher	0,74	0,65	0,84
Zahnarzt 3 vs geübter Untersucher	0,64	0,55	0,74
Student 2 vs geübter Untersucher	0,57	0,48	0,66
VELscope®			
Vergleich	Kappa	unteres 95%CI	oberes 95%CI
Zahnarzt 1 vs geübter Untersucher	0,64	0,58	0,70
Zahnarzt 2 vs geübter Untersucher	0,77	0,70	0,84
Student 1 vs geübter Untersucher	0,55	0,48	0,61
Zahnarzt 3 vs geübter Untersucher	0,65	0,58	0,72
Student 2 vs geübter Untersucher	0,75	0,69	0,82

vs: versus

## Diskussion

Die Beurteilung des Zungenbelags mittels Winkel-Tongue-Coating-Index war in einigen Fällen nicht eindeutig: Bei einem Winkel-Tongue-Coating-Wert 1 stellte sich die Frage, ob tatsächlich Zungenbelag beobachtet wurde oder ob es sich stattdessen um eine Hyperkeratose der filiformen Zungenpapillen handelte und dadurch falsch positiv beurteilt wurde. LUNDGREN ET AL. (2007) untersuchten die Reproduzierbarkeit des Winkel-Tongue-Coating-Index und stellten in ihrer Studie fest, dass die Elimination des Winkel-Tongue-Coating-Wertes 1 sinnvoll ist. Wurden nur die Werte 0 (kein Belag) und 2 (dicker Belag) verwendet, war die Reproduzierbarkeit besser. Ausgeprägter Zungenbelag konnte hingegen mit dem VELscope®-Gerät einfach nachgewiesen werden. Ein VELscope®-Wert 1 oder 2 entsprach in der vorliegenden Arbeit dem Winkel-Tongue-Coating-Wert 2. Ein VELscope®-Wert 0 korrelierte mit dem Winkel-Tongue-Coating-Wert 0 oder 1. Kombinierte man beide Verfahren, erleichterte dies die Beurteilung auch für ungeübte Untersucher.

Die Aufteilung der Zungenoberfläche in Sextanten ermöglicht es auch ungeübten Untersuchern, die Belagsverteilung zu lokalisieren. Die statistische Auswertung zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen dem geübten Untersucher und den ungeübten Untersuchern.

Mit beiden Indizes konnte im posterioren Zungenanteil mehr Zungenbelag diagnostiziert werden. Diese Belagsverteilung resultiert aus einer verminderten Abrasion durch Nahrung und fehlendem Kontakt der Zähne mit der hinteren Zungenoberfläche.

Mit zunehmendem Alter nimmt der Zungenbelag zu (YAEGAKI & SANADA 1992, KIKUTANI ET AL. 2009). In der vorliegenden Studie konnte dieser Zusammenhang nicht bestätigt werden, jedoch war die Grösse der einzelnen Altersgruppen zu wenig repräsentativ, da in der Altersgruppe der > 55-jährigen anteilmässig mehr als die Hälfte der untersuchten Personen zu finden waren.

In der vorliegenden Untersuchung konnte erwartungsgemäss auch kein geschlechtsspezifischer Unterschied bezüglich Zun-

genbelagsverteilung und -stärke festgestellt werden, wobei das Probandenkollektiv für eine repräsentative Aussage zu klein war.

Leider gibt es zum Einsatz des Autofluoreszenzverfahrens in der Halitosis-Sprechstunde und zu fluoreszierenden Bakterien auf der Zungenoberfläche wenig Literatur. Die Frage, welche Bakterien im Autofluoreszenzverfahren orange aufleuchten und weshalb, kann nach der Literatursuche nicht abschliessend geklärt werden. In einer mikrobiologischen Untersuchung wurden die im VELscope®-Gerät orange leuchtenden Bakterien auf dem Zungenrücken entnommen und untersucht. Dabei konnten *Actinomyces oris* und *Actinomyces naeslundii* nachgewiesen werden (SALADINO 2013).

In der Literatur wird zwar beschrieben, dass *A. naeslundii* zu den Porphyrin-haltigen Verbindungen gerechnet wird (KOENIG ET AL. 2000) und ein orangefarbenes fluoreszierendes Verhalten zeigt (LENNON ET AL. 2006). Neueste Studien zeigen aber, dass *A. naeslundii* zwar durch das Autofluoreszenzverfahren als orange leuchtender Mikroorganismus nachgewiesen werden kann, die Fluoreszenz jedoch erst bei Zusatz von Blut sichtbar wurde. Offenbar sind nicht immer nur spezifische Bakterienarten, sondern auch metabolische Produkte des Biofilmes für die Fluoreszenz verantwortlich (VOLGENANT ET AL. 2013).

Es sind deshalb weitere Untersuchungen notwendig, um Mikroorganismen nachzuweisen zu können, die Fluoreszenzverhalten zeigen und mit Halitosis assoziiert sind.

## Schlussfolgerung

Das VELscope®-Gerät ist ein geeignetes Instrument zum Nachweis von Zungenbelag und kann die Zungenbelagsdiagnostik im Rahmen der Halitosis-Sprechstunde ergänzen. Es ermöglicht dem Zahnarzt zusätzlich, den Zungenbelag aufgrund der Orangefärbung eindrucksvoll darzustellen und die Patienten zu einer Optimierung der Zungenhygiene zu motivieren. Die Untersuchung des Zungenbelags mittels eines Autofluoreszenzgerätes wird aufgrund der hohen Anschaffungskosten (ca. 3000 Euro) im Moment allerdings eher Universitäten vorbehalten sein.