

Schaumverhalten von Zahnpasten – Vergleichende Analysen der Schäumbarkeit und Schaumstruktur von Zahnpflegeprodukten

Frank Thomsen, Katrin Oetjen, Thomas Willers

Krüss GmbH

Zahnpasten sollen neben der medizinischen und hygienischen Wirkung auch ein angenehmes Mundgefühl bei der Zahnpflege bewirken. Für beide Zwecke spielt die Schaumbildung eine große Rolle: Sie ist wichtig für die Verteilung und Reinigungswirkung der Zahnpasta und wird in der Regel als angenehm wahrgenommen – wenn eine nicht zu große Schaummenge entsteht. Die Schäumbarkeit und auch die Beschaffenheit des gebildeten Schaums zu optimieren ist deshalb ein wichtiger Schritt bei der Entwicklung von Zahnpastarezepturen. Dabei kann der Umfang aufwändiger Probandenstudien reduziert werden, wenn die Schaumbildung im Vorfeld mit Hilfe geeigneter Messverfahren untersucht wird.

Ebenso wichtig sind aussagekräftige Analysen für die Qualitätssicherung bei der Produktion. Im Rahmen einer Methodenevaluierung im Auftrag von Hindustan Unilever Limited führten wir eine Messreihe mit drei Zahnpastaproben durch, um das Schaumverhalten mit Hilfe geeigneter Messmethoden objektiv zu vergleichen. Dazu wurden verdünnte Proben durch einen softwaregesteuerten Rührer reproduzierbar aufgeschäumt, um anschließend die Schäumbarkeit und Schaumstruktur zu quantifizieren. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Rezepturen konnten dabei klar herausgestellt werden.

Hintergrund

Tenside als Schäumungsmittel sind Bestandteil fast jeder Zahnpastarezeptur. Der Schaum sorgt beim Putzen für eine gleichmäßige Verteilung von polierenden, zahn-schmelzfestigenden und weiteren Wirkstoffen. Besonders feinporiger Schaum sorgt darüber hinaus dafür, dass schwer zugängliche Stellen besser erreicht werden. Die große innere Oberfläche, die durch den Schaum entsteht, verstärkt zudem den Reinigungseffekt.

Zu starke Schaumbildung wird jedoch zu meist als unangenehm wahrgenommen. Ist

der Schaum darüber hinaus großporig, hat also wenige Blasen pro Volumeneinheit, dann ist auch die Oberflächenvergrößerung nicht in gewünschtem Maße gegeben. Daher ist gutes Schäumungsverhalten ein wesentliches Qualitätsmerkmal von Zahnpasten. Bevor ein Zahnpflegeprodukt eingeführt oder seine Rezeptur angepasst wird, durchläuft es aufwändige Probandentests. Deren Umfang kann durch Schaumanalysen im Vorfeld reduziert werden. Zudem geben Schaummessungen mit einer reproduzierbaren Methode objektive Kriterien für die Beurteilung einer Rezeptur an die Hand, die mit dem Erfolg im Probandentest in Beziehung gebracht werden können. Wurde eine Rezeptur dahingehend optimiert, sind routinemäßige Schaumanalysen auch im Rahmen der Qualitätssicherung hilfreich.

Experimenteller Teil

Proben und deren Vorbereitung

Untersucht wurden drei Zahnpastasorten der Marke „Closeup“ von Unilever. Als Schäumungsmittel ist in zwei Sorten Natrium-laurylsulfat (Natriumdodecylsulfat, SDS) und in einer Sorte Cocamidopropylbetain (CAPB) enthalten. (Tabelle 1)

Tabelle 1: Untersuchte Zahnpastaproben

Zahnpastasorte	Schäumungsmittel
Diamond Attraction	SDS
Fire Freeze	SDS
Deep Action	CAPB

Von den Proben wurden Aufschlämmungen mit 10 g/L hergestellt. Dazu wurden jeweils 2,5 g der Proben in 60 mL destilliertes Wasser gegeben und 5 min gerührt. Anschließend wurde die Aufschlämmung 5 min mittels Ultraschall homogenisiert und die Menge auf 250 mL aufgefüllt.

Das Ansetzen der Lösungen sowie die anschließenden Messungen fand bei 25°C statt.

Messmethode und -parameter

Für die Messungen der Schaumhöhe wurde ein Dynamic Foam Analyzer – DFA100 verwendet. Die zusätzliche Bestimmung der Blasenstruktur fand mit dem Foam Structure Module – FSM statt. Beim DFA100 wird die Probe reproduzierbar aufgeschäumt. Während des Aufschäumens und danach werden die obere und untere Schaumgrenze (Flüssigkeit/Schaum und Schaum/Gas) mit Hilfe einer LED-Leiste und einer Zeilensensorleiste erfasst (Abbildung 1).

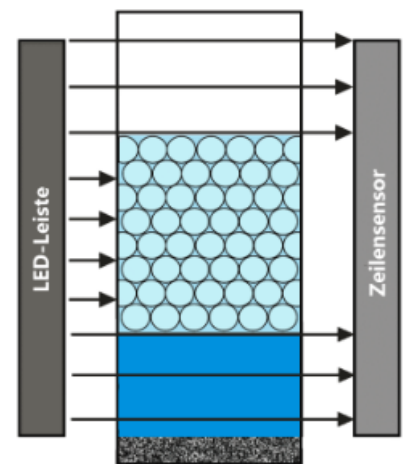


Abb. 1: Schematische Darstellung der Schaumhöhenmessung mit dem Dynamic Foam Analyzer – DFA100

Aus der Messung resultiert eine Höhenkurve, welche die Entstehung des Schaums in der Aufschäumphase und den anschließenden Zerfall erfasst.

Das Foam Structure Module – FSM ermöglicht die parallele Untersuchung der Schaumstruktur. Es nutzt eine spezielle, mit Prismen versehene Messsäule und erfasst die Schaumlamellen an der Glaswand mit Hilfe einer Videokamera.

Per Videobildanalyse werden die Schaumstruktur und deren zeitliche Veränderung hinsichtlich Blasengröße und -anzahl ermittelt (Abbildung 2).

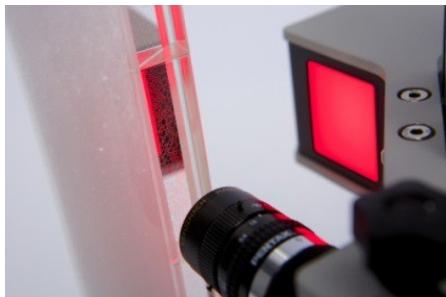


Abb. 2: Blick der Kamera auf das schaum-benetzte Prisma des Foam Structure Module – FSM

Das DFA100 stellt mehrere Aufschäummethoden zur Auswahl. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Rührermodul mit einem zweiflügligen Rührblatt verwendet. Das Rühren ist der Art der Schaumbildung beim Zähneputzen ähnlicher als beispielsweise das Aufsprudeln mit Gas.

Für jede Messung wurde ein Volumen von 50 mL eingefüllt und mit einer Rührgeschwindigkeit von 4000 U/min für 40 s gerührt. Die Gesamtmesszeit betrug 900 s, sodass nach 40 s Aufschäumen das Zerfallsverhalten für 860 s aufgezeichnet wurde.

Jede Probe wurde zwei Mal vermessen, um die Reproduzierbarkeit zu überprüfen.

Ergebnisse

Schäumbarkeit

Die bei der Messung auftretende maximale Gesamthöhe ist ein direktes Maß für die Schäumbarkeit der Probe. Diese wird beim Rührermodul nicht an dem Peak der Kurve abgelesen; dieser entsteht durch die trichterförmige Verwirbelung beim Rühren. Maßgeblich für die maximale Gesamthöhe ist stattdessen der hinter dem Peak liegende Knickpunkt der Kurve. (Abbildung 3)

Die Schäumbarkeit steigt in der Reihenfolge Diamond Attraction – Fire Freeze – Deep Action mit recht deutlichen Unterschieden an. Demnach schäumt die Probe mit dem Tensid CAPB am stärksten. Da jedoch die Konzentration der schaumbildenden Tenside in der Zahnpasta nicht bekannt war, sind nur Rückschlüsse auf die Intensität der Schaumbildung bei der Zahnpflege möglich, nicht jedoch auf die Effizienz der eingesetzten Schaumbildner.

Schaumzerfall

Alle Proben zeigen einen ähnlichen, flachen Zerfallsverlauf (vgl. Abbildung. 3), bilden also relativ stabile Schäume. Für die Zahnpflege ist das günstig, weil der gebildete Schaum nicht gleich wieder zerfällt und daher gleichmäßiger verteilt werden kann.

Die deutlichen Unterschiede der Schaummenge zwischen den Proben bleiben über einen langen Zeitraum erhalten. Durch die permanente Nachbildung des Schaums beim Putzen ist die Stabilität jedoch nicht von so großer Bedeutung wie die Schäumbarkeit.

Blasenanzahl

Alle drei Proben bilden feinporige Schäume mit einer entsprechend großen Blasenanzahl; die Unterschiede sind kurz nach dem Aufschäumen gering. Alle Schäume bilden dem-

nach die gewünschte große innere Oberfläche.

Der anschließende Zerfall des Schaums geht mit einem Rückgang der Blasenanzahl und der parallelen Entstehung größerer Blase einher. Dieser Vorgang vollzieht sich bei den drei Proben mit unterschiedlicher Geschwindigkeit; am schnellsten bei Diamond Attraction, gefolgt von Fire Freeze und Deep Action (Abbildung 4). Die schnellere Blasenvergrößerung bei Diamond Attraction und Fire Freeze sind aber kein wesentlicher Nachteil, weil Schaum während des Putzens neu entsteht.

Analog zur initialen Schaummenge ist auch die initiale Schaumstruktur relevanter als der zeitliche Verlauf.

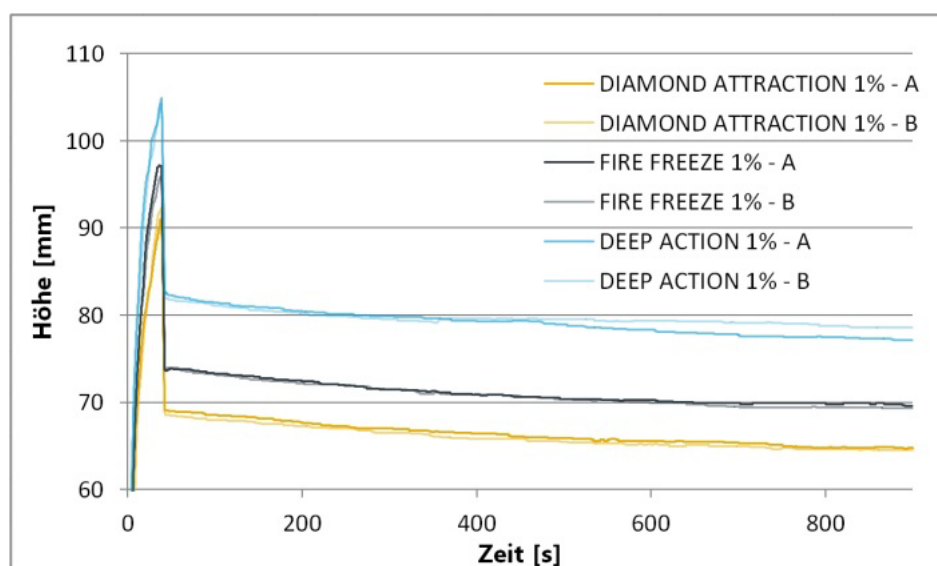


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Gesamthöhe bei drei Zahnpastaprobe n, Messung mit jeweils einer Wiederholung

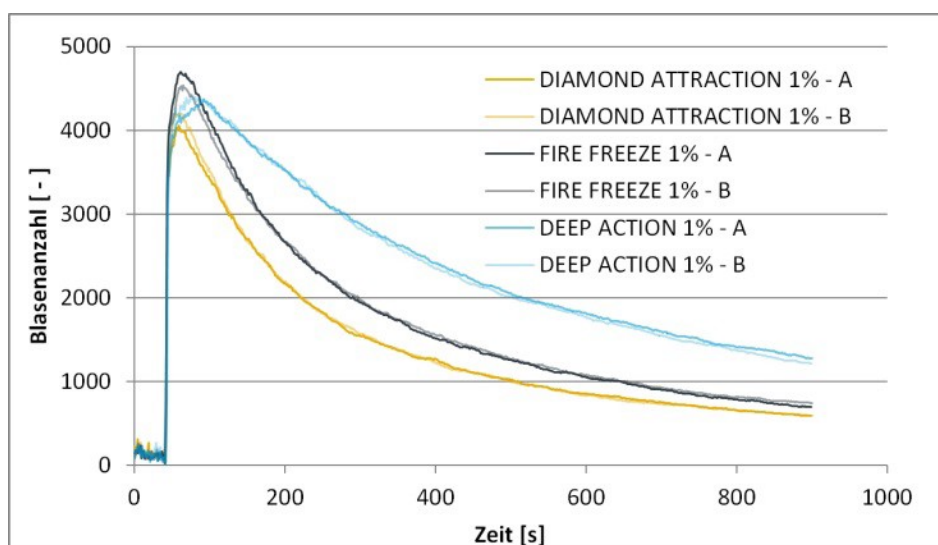


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf der Blasenanzahl bei den drei Zahnpastaprobe n, Messungen mit jeweils einer Wiederholung

Reproduzierbarkeit

Die Messkurven für die doppelt durchgeführten Analysen liegen jeweils sehr gut übereinander, und zwar sowohl bei der Schaumhöhen- als auch bei der Schaumstrukturmessung. Das zeugt von einer guten Reproduzierbarkeit der Schaummessungen mit der vorgestellten Methode.

Zusammenfassung

Die Zahnpastasorten Diamond Attraction, Fire Freeze und Deep Action der Marke „Closeup“ von Unilever wurden mit dem Dynamic Foam Analyzer – DFA100 und dessen Foam Structure Module – FSM untersucht. Dabei standen die erzeugte Schaummenge und die Blasenanzahl im Vordergrund, weil diese beiden Schaumeigenschaften für die Zahnpflege besonders wichtig sind.

Die gut reproduzierbaren Ergebnisse zeigen, dass durch die Messmethode Unterschiede im Schäumungsverhalten von Zahnpastaprobieren deutlich sichtbar werden. Die Sorte Deep Action mit dem Schaumbildner CAPB (gegenüber SDS bei den beiden anderen Sorten) bildet den Ergebnissen zufolge die größte Schaummenge mit kleinen Blasen von relativ langer Lebensdauer.

Ein solches Untersuchungsergebnis erlaubt zunächst noch keinen Qualitätsvergleich zwischen den Proben, weil das Optimum nicht zwangsläufig bei der größten Schaummenge liegt. Es kann aber in Relation gesetzt werden zu Messergebnissen von Rezepturen, die im Urteil von Probanden erfolgreich waren.

Auf diese Weise kann die vorgestellte Messmethode herangezogen werden, um bei der Optimierung neuer Produkte auf objektive Messgrößen zurückzugreifen und den Umfang von Probandentests deutlich zu reduzieren. Darüber hinaus eignen sich solche Schaumanalysen auch für die routinemäßige Qualitätskontrolle in der Produktion.

Danksagung

Wir danken Hindustan Unilever Limited für die Erlaubnis, die Messergebnisse im Rahmen dieses Applikationsberichts zu publizieren.



DFA100 mit Foam Structure Module – FSM