

**When life gives you lemons...**  
**Der Einfluss visueller Stimuli auf Schluckfrequenz  
und Speichelproduktion**

*Julia Balzer, Susanne Ebert & Ulrike Frank*

Swallowing Research Lab, Universität Potsdam

## **1 Hintergrund**

Das Schluckverhalten gesunder Erwachsener kann durch verschiedene sensorische Stimuli beeinflusst werden. So wurde z. B. eine verkürzte Schluckreaktionszeit nach der Gabe von kalten Flüssigkeiten (Michou, Mastan, Ahmed, Mistry & Hamdy, 2012) beobachtet. Wahab, Jones und Huckabee (2011) fanden eine verstärkte Aktivität der submentalen Muskeln nach der Präsentation von kombinierten olfaktorischen und gustatorischen Reizen.

Bisher ist jedoch nur wenig über die Wirkung *visueller* Stimuli auf das Schluckverhalten bekannt, obwohl erste Forschungsergebnisse einen Einfluss vermuten lassen. In einer Studie von Maeda und Kollegen (2004) zeigte sich eine signifikant verkürzte Schlucklatenz (definiert als Zeit zwischen einem Impuls des Untersuchers und der Schluckreaktion der Probanden), wenn den Probanden spezifische visuelle Stimuli präsentiert wurden, z. B. Bilder von vollen Biergläsern. Ob visuelle Reize auch andere schluckphysiologische Funktionen beeinflussen, ist weitgehend unerforscht.

Des Weiteren berichten Studien eine neuronale Verbindung der Verarbeitung olfaktorischer, gustatorischer und visueller Reize (Rolls, 2010). Aufgrund dessen lassen die bereits vorliegenden Befunde zum Einfluss von olfaktorischen und gustatorischen Reizen auch einen Effekt visueller Stimuli auf das Schluckverhalten vermuten.

Intuitiv kann ebenfalls angenommen werden, dass appetitsteigernde visuelle Reize einen Effekt auf Parameter haben könnten, die im Zusammenhang mit einer erhöhten Schluckbereitschaft stehen, so zum Beispiel die Speichelproduktion und die Schluckfrequenz.

In einigen Studien wird eine positive Korrelation zwischen Speichelproduktion und Schluckfrequenz berichtet (z. B. Månsson & Sandberg, 1975). In Bezug auf olfaktorische Stimuli zeigte eine Studie von Lee und Linden (1992) einen speichelflussanregenden Effekt von verschiedenen Gerüchen, u. a. Zitrone und Schokolade im Vergleich zu Wasser. Inwieweit visuelle Reize den Speichelfluss anregen können, ist bisher nicht untersucht. Es scheint jedoch sinnvoll, Reize, die olfaktorisch einen Einfluss auf den Speichelfluss haben, auch auf ihre visuelle Wirksamkeit zu überprüfen.

Einige der oben genannten Studien nutzten Oberflächenelektromyographie (*surface electromyography*, kurz: sEMG) zur Evaluation des Schluckverhaltens, da mit Hilfe dieser Methode die Schluckaktivität valide identifizierbar ist (Crary, Carnaby Mann & Groher, 2007; Vaiman, Eviatar & Segal, 2004; Xiao, Xue, Yan & Wu, 2013; Zhang, Li & Chen, 2013). Hierbei wird eine Elektrode kutan am Mundboden des Probanden platziert, um die elektrophysiologische Aktivität der submentalen Muskulatur während des Schluckens aufzuzeichnen. Da die sEMG-Messungen anfällig für Bewegungsartefakte sind, sollte eine simultane Atemstrommessung zur Verifikation der Schluckaktivität mit Hilfe der schluckrelatierten Atempause (*Schluckapnoe*) durchgeführt werden (Martin-Harris, 2008).

In einer explorativen Studie untersuchten wir den Einfluss spezifischer visueller Stimuli auf die Schluckfrequenz und den Speichelfluss bei gesunden Erwachsenen. Der Untersuchung lag die Frage zugrunde, inwiefern die Beobachtung der Nahrungsaufnahme von Zitronen und Schokolade einen Effekt auf die Variablen „Schluckfrequenz“ und „Speichelproduktion“ bei gesunden Probandinnen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren hat.

## 2 Methode

### 2.1 Teilnehmer

Es wurden 18 gesunde weibliche Probandinnen mit einem mittleren Alter von 24 Jahren ( $SD = 3.91$ ; Streuung: 20–31) untersucht. Mithilfe eines Fragebogens wurden Vorerkrankungen und der Gesundheitszustand der Teilnehmerinnen erhoben. Alle Probandinnen hatten keinerlei Einschränkungen bezüglich ihres Schluck- bzw. Sehvermögens.

### 2.2 Material

Für die Studie wurden zwei jeweils fünfminütige Videos von Personen verschiedenen Alters und Geschlechts vor neutralem Hintergrund erstellt. Diese Personen aßen in einem Video Zitronen, im anderen Schokolade. Ein fünfminütiger Ausschnitt einer Tierdokumentation wurde als Kontrollstimulus verwendet. Zur subjektiven Bewertung der Speichelproduktion wurde den Probandinnen nach Präsentation jedes Videos eine fünfstufige Skala vorgelegt (1 = viel weniger Speichel, 2 = etwas weniger, 3 = normale Menge Speichel, 4 = etwas mehr, 5 = viel mehr), mit der sie ihren Speichelfluss im Vergleich zur sonstigen subjektiven Menge im Alltag selbst einschätzen sollten.

### 2.3 Ablauf

Die Videos wurden in randomisierter Reihenfolge präsentiert, um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. Jedes Video wurde einmalig präsentiert. Die Teilnehmerinnen erhielten keine spezifische Instruktion, sie sollten lediglich das Video möglichst entspannt ansehen. Nach

jedem der drei Videos sollten die Probandinnen ihren Speichelfluss subjektiv auf der fünfstufigen Skala einschätzen.

Das Schluckverhalten wurde während der Präsentation der visuellen Stimuli mittels sEMG-Messung der submentalen Muskelaktivität aufgezeichnet. Zusätzlich erfolgte eine simultane Atemstrommessung, um ggf. eine valide Identifikation der Schluckaktivität und eine Abgrenzung von Bewegungsartefakten zu gewährleisten. Einzelschlucke wurden online durch den Untersucher in der sEMG-Aufzeichnung markiert (tagging). Die Schluckfrequenz wurde offline ermittelt. Hierfür wurden die online gezählten Schlucke mit den offline Analysen abgeglichen. Ein Schluck war nur dann valide, wenn erstens ein deutlicher Anstieg der sEMG-Amplitude zu sehen war, zweitens der Untersucher diesen als Schluck und nicht als Artefakt markiert hatte und drittens wenn die gesteigerte Amplitude mit einer Atempause zusammenfiel. Die Dauer einer Untersuchung betrug 30 bis 40 Minuten.

Zur Untersuchung des Einflusses des Faktors „visueller Stimulus“ auf die Schluckfrequenz und Speichelproduktion wurde eine univariate Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Außerdem wurde untersucht, ob sich ein Reihenfolgeeffekt bzgl. der randomisiert präsentierten Videos auf die Schluckfrequenz und Speichelproduktion ermitteln lässt. Im Rahmen der post-hoc Analysen wurde das Signifikanzniveau aufgrund der Mehrfachvergleiche auf  $p = .025$  reduziert (Bonferroni-Korrektur).

Ein möglicher Zusammenhang von Speichelproduktion und Schluckfrequenz wurde mittels Korrelationsanalyse (Kendalls Tau) überprüft.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Effekte der visuellen Stimuli auf die Schluckfrequenz

Die Varianzanalyse zeigte einen Haupteffekt der visuellen Stimuli auf die Schluckfrequenz ( $F_{2,17} = 11.34, p < .001$ ). Der Stimulus „Zitrone“ elizitierte signifikant mehr Schlucke als der Stimulus „Schokolade“ ( $p = .023$ ) und die Kontrollbedingung ( $p = .001$ ). Zwischen dem Stimulus „Schokolade“ und der Kontrollbedingung gab es keinen signifikanten Unterschied ( $p = .139$ , Abb. 1).

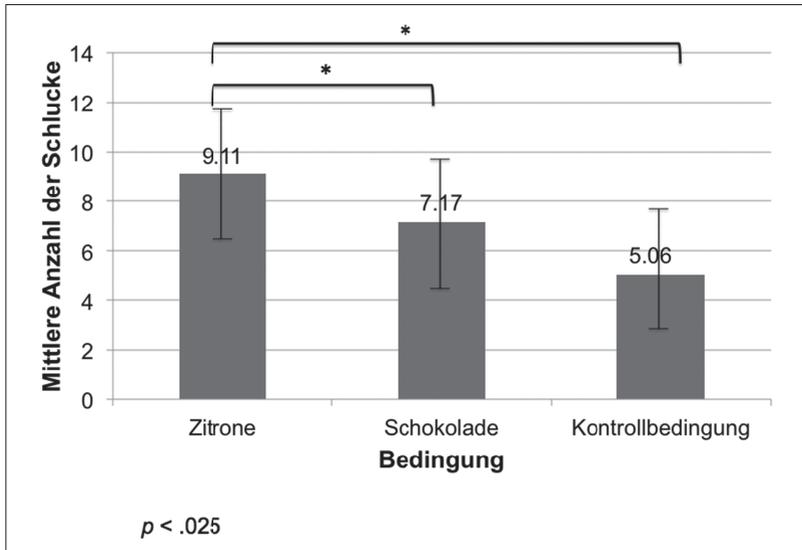


Abbildung 1. Mittelwert und Standardabweichung der Schluckfrequenz pro Bedingung.

### 3.2 Effekte der visuellen Stimuli auf die subjektiv eingeschätzte Speichelproduktion

Ein Haupteffekt zeigte sich ebenfalls für die visuellen Stimuli auf die subjektiv empfundene Speichelproduktion ( $F_{2,17} = 7.88, p = .002$ ). Probandinnen werteten die Speichelproduktion nach dem Zitronen- und dem Schokoladenstimulus signifikant höher als nach der Kontrollbedingung („Zitrone“ vs. „Kontrolle“  $p = .003$ ; „Schokolade“ vs. „Kontrolle“  $p = .008$ ). Zwischen dem Zitronen- und Schokoladenstimulus gab es keinen signifikanten Unterschied ( $p = 1.000$ , Abb. 2).

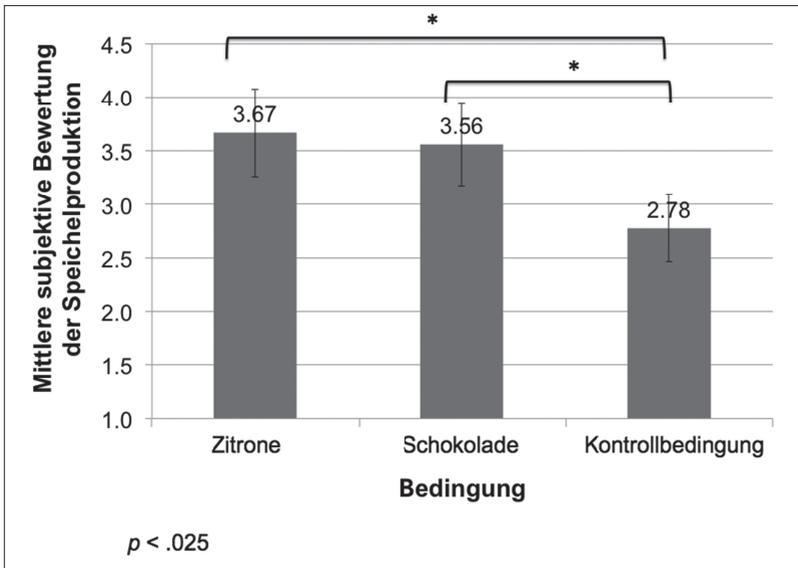


Abbildung 2. Mittelwert und Standardabweichung der subjektiven Bewertung der Speichelproduktion pro Bedingung.

In Tabelle 1 sind die deskriptiven Daten für die Schluckfrequenz und Speichelproduktion pro Bedingung dargestellt.

Tabelle 1

Übersicht der Mittelwerte ( $M$ ) und Standardabweichungen ( $SD$ ) in Schluckfrequenz und Speichelproduktion über alle Bedingungen

Bedingung	Schluckfrequenz		Wertung Speichelproduktion	
	$M$	$SD$	$M$	$SD$
Zitrone	9,11	5,58	3,66	0,81
Schokolade	7,16	5,52	3,55	0,76
Kontrolle	5,05	4,49	2,77	0,62

### 3.3 Zusammenhang von Schluckfrequenz und Speichelproduktion

In keiner der experimentellen Bedingungen zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen Schluckfrequenz und Speichelproduktion: Zitrone ( $b = -.119$ ,  $p = .540$ ), Schokolade ( $b = .358$ ,  $p = .067$ ) und Kontrollbedingung ( $b = -.098$ ,  $p = .625$ ). Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Variable „Speichelproduktion“ von den Probandinnen subjektiv geschätzt wurde. Des Weiteren konnte in der Bedingung „Schokolade“ ein Trend ( $p = .067$ ) zur Korrelation zwischen den Parametern „Schluckfrequenz“ und „Speichelproduktion“ beobachtet werden.

### 3.4 Reihenfolgeeffekte

In der Stimulusbedingung „Zitrone“ zeigten sich insgesamt über alle Bedingungen hinweg die höchste Schluckrate und auch die subjektiv größte Erhöhung der Speichelproduktion (Tab. 1). Dabei bestand kein signifikanter Effekt der Videoreihenfolge auf die Schluckfrequenz („Zitrone“:  $F_{2,17} = .91$ ,  $p = .424$ ; „Schokolade“:  $F_{2,17} = .63$ ;  $p = .542$ ;

Kontrollbedingung:  $F_{2,17} = .07$ ,  $p = .931$ ). Jedoch zeigte sich in Bezug auf die Einschätzung der Speichelproduktion ein Reihenfolgeeffekt für den Stimulus „Zitrone“ ( $F_{2,17} = 3.75$ ,  $p = .048$ ; „Schokolade“:  $F_{2,17} = .08$ ,  $p = .923$ ; Kontrollbedingung:  $F_{2,17} = 3.16$ ,  $p = .071$ ). Wurde das Zitronenvideo zuerst gezeigt, wurde die Speichelproduktion signifikant niedriger gewertet ( $p = .032$ ) als im Falle der Präsentation des Zitronenvideos in zweiter oder dritter Position.

## 4 Diskussion

Die vorliegende explorative Studie konnte einen Einfluss visueller Stimuli auf das Schluckverhalten gesunder junger Frauen zeigen. Durch die Präsentation von Videos, deren Inhalt an frühere Befunde zu Einflüssen olfaktorischer und gustatorischer Stimuli auf die Schluckfunktion anknüpft, konnte die Schluckfrequenz bei den untersuchten Probandinnen moduliert werden. Dabei erzielte der Stimulus „Zitrone“ die höchste Schluckfrequenzrate, während sich zwischen den beiden anderen visuellen Bedingungen („Schokolade“ und Kontrollvideo) kein Unterschied zeigte.

Die Teilnehmerinnen schätzten ihre Speichelproduktion in den Experimentalbedingungen „Zitrone“ und „Schokolade“ signifikant höher ein als in der Kontrollbedingung. Der Unterschied in der subjektiv empfundenen Speichelproduktion zwischen der Bedingung „Schokolade“ und der Kontrollbedingung wurde jedoch nicht in der Schluckfrequenz deutlich, wo sich die Kontrollbedingung nicht signifikant von der Bedingung Schokolade unterschied. Dennoch war numerisch ein deutlicher Unterschied zur Kontrollbedingung zu beobachten (Abb. 1). Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu Resultaten von Månsson und Sandberg (1975), die einen engen Zusammenhang von Schluckfrequenz und Speichelproduktion berichteten. Da in dieser Pilotstudie die Speichelproduktion jedoch nur an einer kleinen Stichprobe und subjektiv auf einer nicht validierten Skala gemessen wurde, ist die Aussagekraft dieses Befundes limitiert.

Die Ergebnisse dieser Pilotstudie legen die Schlussfolgerung nahe, dass visuelle Stimuli auch in der Behandlung von Schluckstörungen Einsatz finden könnten. Visuelle Stimuli, wie Bilder oder Videos, können bei Gesunden die Schluckfrequenz erhöhen und die Speichelproduktion anregen. Diese sind bei Dysphagiepatienten oft reduziert und könnten demzufolge durch visuelle Stimuli leicht angeregt werden, ohne das Aspirationsrisiko zu erhöhen. In zukünftigen Studien sollte untersucht werden, inwieweit die Ergebnisse dieser Studie auf Dysphagiepatienten übertragbar sind und welche Stimulusarten in welcher Frequenz und Intensität angewendet werden sollten.

## 5 Literatur

- Crary, M. A., Carnaby Mann, G. D. & Groher, M. E. (2007). Identification of swallowing events from sEMG Signals Obtained from Healthy Adults. *Dysphagia*, 22 (2), 94–99.
- Lee, V. M. & Linden, R. W. (1992). An olfactory-submandibular salivary reflex in humans. *Experimental Physiology*, 77 (1), 221–224.
- Maeda, K., Ono, T., Otsuka, R., Ishiwata, Y., Kuroda, T. & Ohyama, K. (2004). Modulation of voluntary swallowing by visual inputs in humans. *Dysphagia*, 19 (1), 1–6.
- Månsson, I. & Sandberg, N. (1975). Salivary stimulus and swallowing reflex in man. *Acta Oto-Laryngologica*, 79 (5/6), 445–450.
- Martin-Harris, B. (2008). Clinical implications of respiratory-swallowing interactions. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 16, 194–199.
- Michou, E., Mastan, A., Ahmed, S., Mistry, S. & Hamdy, S. (2012). Examining the role of carbonation and temperature on water swallowing performance: a swallowing reaction-time study. *Chemical Senses*, 37 (9), 799–807.

- Rolls, E. T. (2010). Taste, olfactory and food texture processing in the brain and the control of appetite. In L. Dubé (Hrsg.), *Obesity Prevention: The Role of Brain and Society on Individual Behavior* (41–56). London: Academic Press.
- Vaiman, M., Eviatar, E., & Segal, S. (2004). Evaluation of normal deglutition with the help of rectified surface electromyography records. *Dysphagia*, *19* (2), 125–132.
- Wahab, N. A., Jones, R. D. & Huckabee, M.-L. (2011). Effects of olfactory and gustatory stimuli on the biomechanics of swallowing. *Physiology & Behavior*, *102* (5), 485–490.
- Xiao, L.-J., Xue, J.-J., Yan, T.-B. & Wu, S.-L. (2013). Surface electromyographic activities of submental muscles among stroke patients with dysphagia. *Zhonghua yi xue za zhi*, *93* (23), 1801–1805.
- Zhang, J., Li, J.-R. & Chen, D.-L. (2013). Surface electromyographic study on swallowing in normal adults. *Zhonghua er bi yan hou tou jing wai ke za zhi = Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, *48* (6), 445–449.

## Kontakt

Julia Balzer

[jbalzer@uni-potsdam.de](mailto:jbalzer@uni-potsdam.de)