

# Kopf an Kopf

Bestimmung von Schwingungsmustern im menschlichen Gesicht während der Stimmbildung



Beim Sprachvorgang wird der Schall nicht nur vom Mund und den Nasenlöchern, sondern auch von der Körperoberfläche an Kopf und Nacken ausgesendet. Mit Hilfe eines Scanning Vibrometers konnten Wissenschaftler an der Konan Universität in Kobe, Japan jetzt die während der Stimmerzeugung (Phonation) verursachten Schwingungen messen.

## Versuchsaufbau

Bisher waren Schwingungsmuster von Körperoberflächen im Kopf- und Nackenbereich, oder der Anteil des von diesen Oberflächen ausgehenden Klanges am Gesamtschall, nur wenig untersucht. Die Laservibrometrie eignet sich besonders gut, um diese Klangmuster genau zu erfassen. Eine männliche, 22-jährige Versuchsperson ohne aktuelle oder frühere Sprachschwächen stellte sich für die Messungen zur Verfügung. Ziel war es, die Schwingungen abzubilden, die beim Sprechen an der Körperoberfläche entstehen.

Ein Polytec PSV-400-M4 Scanning Vibrometer-System erfasste dabei die Schwingungsgeschwindigkeit. Das Laser-Doppler-Vibrometer ist ein optischer Signalgeber, der die Frequenzverschiebung eines von einer schwingenden Oberfläche zurückgeworfenen Lichtstrahls anhand des Doppler-Effektes misst. Damit lässt sich die Schwinggeschwindigkeit und der Schwingweg an einem festgelegten Punkt ermitteln. Darüber hinaus kann das Scanning Vibrometer mehrere Punkte einer schwingenden Oberfläche automatisch abscannen.

Bild 1 zeigt den Versuchsaufbau. Der Messkopf befindet sich senkrecht zum Boden auf einem Stativ. Die Versuchsperson lag bei den Messungen direkt unter dem Messkopf.

Sie artikulierte bei den Messungen wiederholt verschiedene Laute (Phonation), während ihr Kopf dabei bewegungslos blieb. Ein Mikrofon nahm die Sprechgeräusche auf. Die Vibrationsmuster des

Gesichtes wurde senkrecht zur Stirnfläche von vorne und fast rechtwinklig zur linken Gesichtshälfte von schräg vorne gemessen.

Im Experiment wurden mit der Systemsoftware zunächst die Scanpunkte auf der Gesichtsoberfläche festgelegt. Während der Messung erfasste das Vibrometer jeden dieser Punkte und ermittelte jeweils die Schwinggeschwindigkeit. Für einen Punkt benötigte es etwa eine Sekunde. Die Schwinggeschwindigkeiten und Sprechgeräusche wurden bis zu einer Frequenz von 5 kHz gemessen.

### Ergebnisse

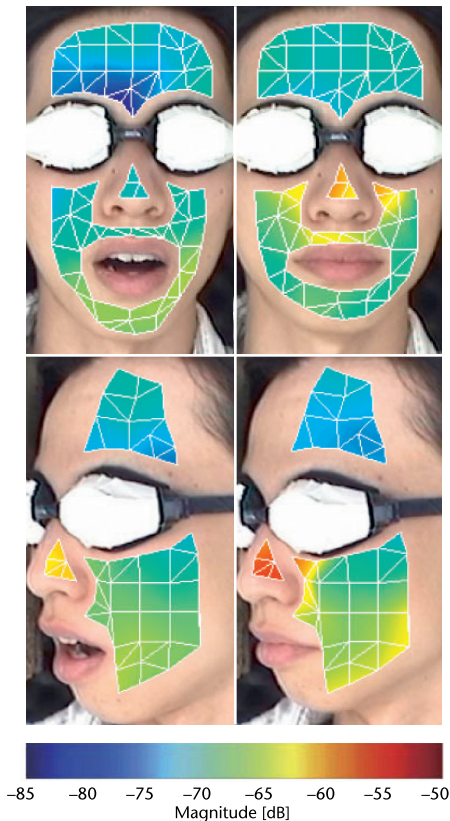
Die beiden oberen Abbildungen in Bild 2 zeigen die Schwingmuster der frontalen Gesichtsoberfläche während wiederholter Phonationen.

Die Schwingmuster bei der Phonation von Vokal und nasalem Konsonanten unterschieden sich stark voneinander. Beim Vokal vibrierte die Gesichtspartie um den Mund im Vergleich zur übrigen Gesichtsoberfläche besonders deutlich. Dagegen vibrierte beim nasalen Konsonanten auf Grund einer Resonanz der Nasennebenhöhle vor allem die Fläche neben und auf der Nase. Die Stirnpartie vibrierte bei der Artikulation des nasalen Konsonanten ebenfalls, was auf eine Resonanz der Stirnhöhlen zurückzuführen sein könnte.

Die beiden unteren Abbildungen in Bild 2 zeigen die Schwingmuster der linken Gesichtshälfte für die verschiedenen Phoneme. Die Vibration der Nasenseite fiel bei beiden Phonemen stärker aus als bei der frontalen Messung. Das bedeutet, dass die Richtung, aus welcher der Messstrahl auf die Hautfläche trifft, ein wichtiges Kriterium bei dieser Messmethode ist. Die Messergebnisse zeigten außerdem, dass die Nasenoberfläche der Versuchsperson nicht nur bei der Artikulation des nasalen Konsonanten, sondern auch bei jener des Vokals vibrierte.

### Anwendung

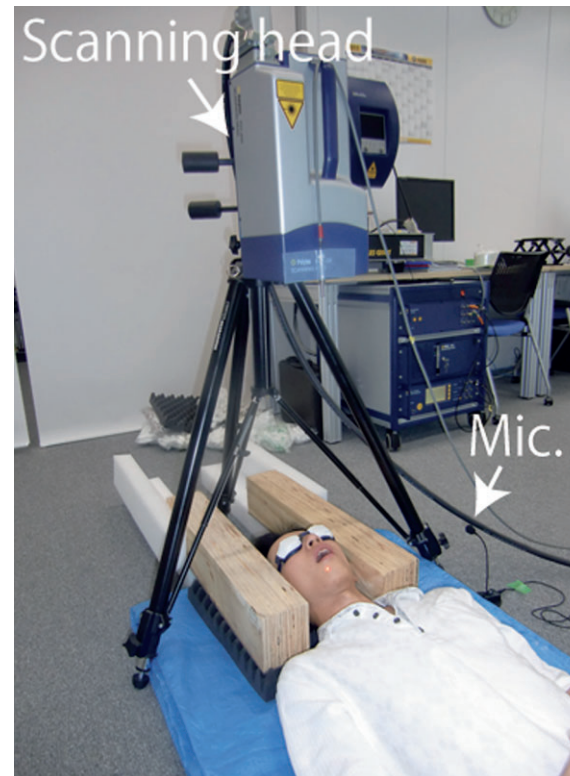
Die vorgestellte Methode eignet sich zur Evaluierung der Sprache von Patienten mit Gaumenspalte oder bei unzureichendem velopharyngealem Verschluss im



**Bild 2: Schwinggeschwindigkeitsmuster der frontalen und linken Gesichtsoberfläche während der Artikulation eines Vokals (links) und eines nasalen Konsonanten (rechts). Die Einheit ist m/s [dB] und 0 dB entspricht 1 m/s.**

Rachenraum. Schwingungsmuster dienen bei solchen Patienten als visuelles Feedback bei Sprechübungen. Die Muster sind dem Empfinden der Patienten einfacher zuzuordnen, als die Spektren ihrer Sprechgeräusche. Dies kann auch für Gesangsübungen hilfreich sein.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vorgestellte Methode berührungslose und flächenhafte Messungen der Schwinggeschwindigkeit auf Körperoberflächen ohne großen Zeitaufwand ermöglicht. Die Ergebnisse erweitern dadurch unsere Kenntnisse über das Sprechen. Der nächste Schritt wäre die Untersuchung der Beziehung zwischen den Schwingmustern von Hautflächen und den Formanten bzw. Antiformanten der Sprechgeräusche (Formanten sind Frequenzbereiche, deren Lage die Klangfarbe bestimmter Laute beim Sprechen bestimmt).



**Bild 1: Versuchsaufbau**

### Autoren · Kontakt

Prof. Tatsuya Kitamura  
Faculty of Intelligence and Informatics,  
Konan University, Kobe, Japan  
[http://basil.is.konan-u.ac.jp/index\\_e.html](http://basil.is.konan-u.ac.jp/index_e.html)

Dieser Artikel basiert auf der Publikation  
"Measurement of vibration velocity  
pattern of facial surface during phonation  
using scanning vibrometer"  
(Online unter [www.jstage.jst.go.jp/  
article/ast/33/2/33\\_2\\_126/\\_pdf](http://www.jstage.jst.go.jp/article/ast/33/2/33_2_126/_pdf)).

### Danksagung

Diese Studie wurde durch das JSPS KAKENHI (21 300071) unterstützt. Der Autor bedankt sich bei Dr. Kazuhito Ito (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Francois Bouteille, Ryo Ishiyama, Shoko Wakatsuki (Polytec Japan) und Professor Ken-ichi Sakakibara (Health Sciences University of Hokkaido) für ihre Mitarbeit und die wertvollen Ratschläge.