

# Charakterisierung des akustischen Verhaltens in Uhren

Studiengang: BSc in Mechatronik und Systemtechnik (Medizintechnik | Robotik)  
Betreuer: Prof. Dr. Bertrand Dutoit  
Industriepartner: ETA, Grenchen

Piezelektrische Lautsprecher finden aufgrund ihrer Kompaktheit und des geringen Energieverbrauchs Anwendung in der Mikrotechnik. In Zusammenarbeit mit dem Uhrenhersteller ETA soll das akustische Verhalten dieser Lautsprecher in Uhren analysiert werden.

## Einleitung

Piezelektrische Lautsprecher sind ein wesentlicher Bestandteil vieler Uhrenmodelle zur Erzeugung von Systemtönen. Allerdings kann sich der erzeugte Ton von Modell zu Modell unterscheiden, da unterschiedliche Designmerkmale die Klangcharakteristik beeinflussen.

## Ziele

- Ermitteln der Intensitätsverteilung verschiedener Signale
- Analyse des Frequenzspektrums
- Überprüfung der Reproduzierbarkeit
- Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Akustik

## Methoden

Zur Verwendung eines breitbandigen Signals war eine leichte Modifikation der Uhr notwendig, um eine externe Ansteuerung des in der Uhr integrierten Lautsprechers zu ermöglichen. Anschliessend wurde eine 3D-Akustikmessung mit mehreren Mikrofonen durchgeführt, um die räumliche Intensitätsverteilung des erzeugten Tons zu erfassen (Abb. 1). Die erzeugten Töne, bestehend aus einem Sweep-Signal und weissem Rauschen, wurden mittels der Software MATLAB generiert.

Im weiteren Verlauf erfolgte eine Analyse des Frequenzgangs. Da die Uhr hermetisch versiegelt ist, überträgt sich der erzeugte Ton auf das Gehäuse, das massgeblich für den wahrgenommenen Ton verantwortlich ist. Daher war es auch von Interesse, das Verhalten des Gehäuses während der Tonerzeugung zu untersuchen. Dessen Bewegungen wurden mit einem Laser-Doppler-Vibrometer analysiert (Abb. 2).

## Ausblick

Die durchgeführten Messungen haben wertvolle Informationen und Einblicke in die akustischen Eigenschaften eines spezifischen Uhrenmodells geliefert. Diese Erkenntnisse bilden eine solide Grundlage für weiterführende Untersuchungen.

Ein weiterer wichtiger Schritt wäre die Ausweitung der Messungen auf verschiedene Uhrenmodelle. Dadurch könnten Einflüsse von Designelementen genauer bestimmt werden und man könnte verstehen, wie Veränderungen in der Bauweise oder in der Anordnung der Komponenten innerhalb der Uhr die Klangqualität und -charakteristik beeinflussen. In diesem Kontext könnte eine Finite-Elemente-Methode (FEM)-Analyse einen bedeutenden Beitrag leisten.



Elias Benchouk  
e.benchouk@hotmail.com

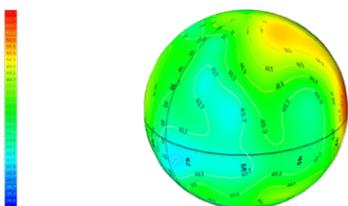


Abb. 1: Mittels 3D-Akustikmessung wird die Intensitätsverteilung und deren Homogenität ersichtlich.

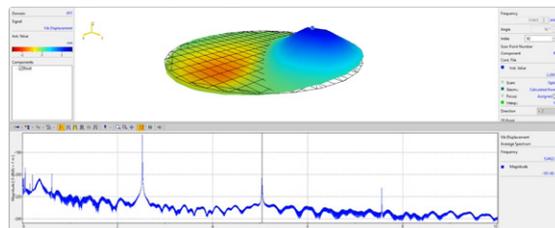


Abb. 2: Durch die Laser-Doppler-Vibrometrie kann das Schwingverhalten einer Oberfläche genau analysiert werden.