

# Akustische Messungen mit Augmented-Reality

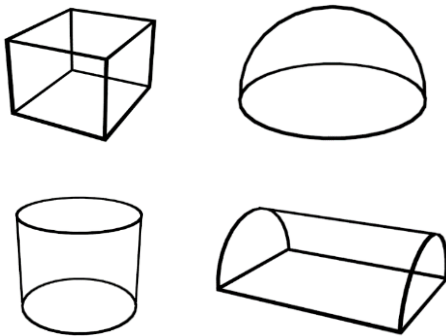
Christopher Morschel<sup>1</sup>, Holger Marschner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Frankfurt University of Applied Sciences, 60318 Frankfurt am Main, morschel@stud.fra-uas.de

<sup>2</sup> Frankfurt University of Applied Sciences, 60318 Frankfurt am Main, marschner@fb2.fra-uas.de

## Problemstellung

Bei vielen akustischen Untersuchungen, beispielsweise der Schallfeldkartierung oder der Bestimmung der Schallleistung von Maschinen, sind an zahlreichen räumlich genau definierten Positionen Schalldruck- oder Schallintensitätsmessungen durchzuführen. Diese erfolgen in der Regel auf einer das Messobjekt umgebenden Hüllfläche, welche je nach zugrundeliegender Norm und Schallquelle quader-, zylinder- oder kugelförmig sein kann. In Bild 1 sind gängige Hüllkörper dargestellt, auf deren Flächen Mikrofone bzw. Intensitätssonden platziert werden müssen.



**Bild 1:** Beispiele möglicher Hüllflächen nach [1] und [2]

Dabei gestaltet sich die akkurate Platzierung der Messaufnehmer auf der Hüllfläche oft als anspruchsvoll und langwierig. In der Praxis wird dies entweder durch aufwendige Hilfskonstruktionen gelöst oder dem Augenmaß des Technikers überlassen und stellt gerade bei handgeführten Sonden ein Problem dar. Eine übliche Hilfskonstruktion in Form eines gespannten Netzes ist in Bild 2 beispielhaft dargestellt.

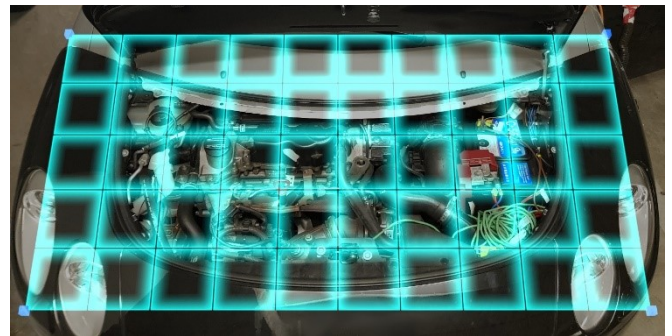


**Bild 2:** Konventionelle Hilfskonstruktion aus Fäden

## Lösungsansatz

Mittels Augmented-Reality, d. h. erweiterter Realität durch computergestützte Zusatzinformationen (im folgenden AR genannt), bietet sich ein innovativer Lösungsansatz, die Positionierung und Führung der Mikrofone bzw. der Sonde

nicht mehr mit physikalischen Hilfskonstruktionen vorzunehmen, sondern mit virtuellen Gittern, die nur dem Bediener in einer speziellen Datenbrille sichtbar sind. Das verbessert die Effizienz und die Ergebnisqualität durch den Entfall schallfeldbeeinflussender Hilfskonstruktionen. Bild 3 zeigt ein virtuelles Netz aus der Perspektive eines Users, der eine AR-Brille trägt.



**Bild 3:** Virtuelle Hilfskonstruktion aus Sicht des Nutzers

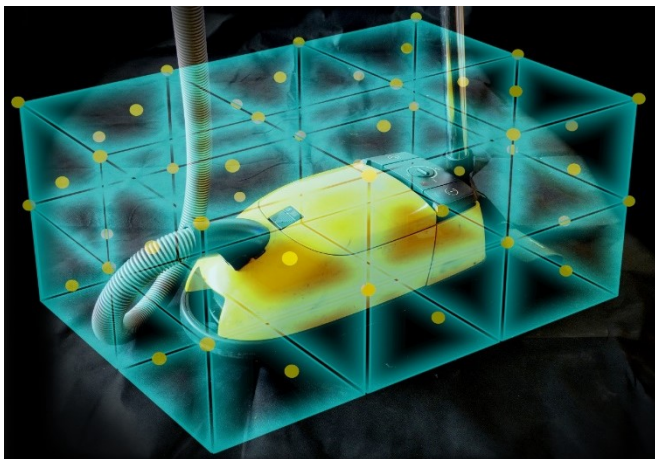
## Messvorbereitung

Mit der AR-Brille lässt sich eine normgerechte Hüllfläche um das Messobjekt in Minutenschnelle erstellen. Dabei werden alle üblichen Geometrien unterstützt und können je nach Größe und Form des zu vermessenden Objekts individuell angepasst werden. Per Gesten- und Sprachsteuerung kann der Bediener, wie in Bild 4 zu erkennen, das Messgitter platzieren und skalieren.

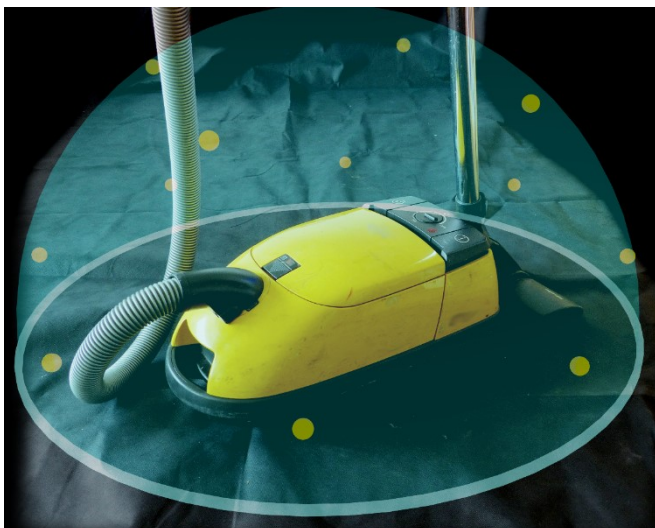


**Bild 4:** Messingenieur mit AR-Brille bei der Versuchsvorbereitung per Gesten- und Sprachsteuerung

Durch "Inside-Out-Tracking" wird die virtuelle Hüllfläche ohne externe Sensorik, sondern nur durch die AR-Brille, fest im Raum verankert. Das gewährleistet eine stabile Darstellung der Hüllfläche auch dann, wenn sich der Nutzer um das zu vermessende Objekt im Raum bewegt. Die Bilder 5 und 6 zeigen zwei unterschiedliche Hüllflächen, die je nach Norm oder Messobjekt ausgewählt werden können.



**Bild 5:** Staubsauger mit quaderförmigem Messgitter



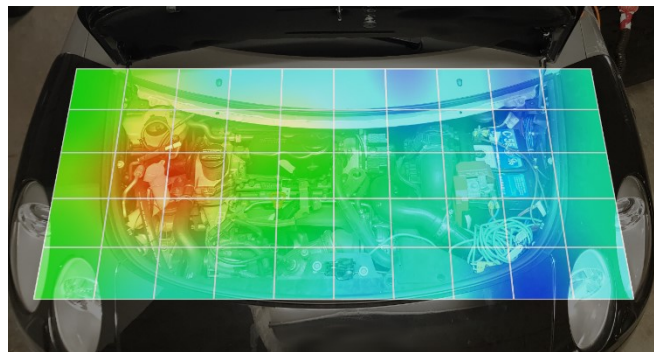
**Bild 6:** Staubsauger mit halbkugelförmigem Messgitter

### Messablauf

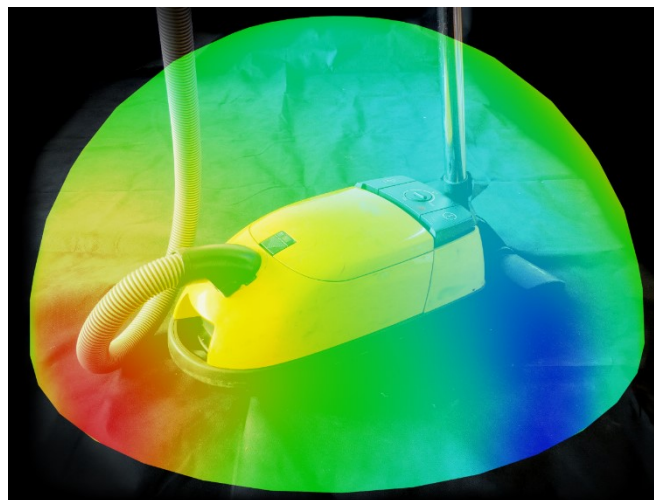
Ist die Hüllfläche definiert und die Anzahl der Messpunkte gemäß der zugrundeliegenden Norm bestimmt, können handgeführte oder auf Stativen montierte Messsonden durch die AR-Brille betrachtet und in der virtuellen Welt genutzt werden, um die richtige Position zu finden. Insbesondere die halbkugelförmigen Messgitter der Normenreihe DIN EN ISO 374x verlangen eine komplizierte Vermessung bei der Lokalisierung der Messpositionen, die im virtuellen Gitter stark vereinfacht ist und als Datensatz vorbereitet werden kann. Das ermöglicht eine problemlose Platzierung der Aufnehmer ohne geometrische Ausrichtungshilfen.

### Auswertung

Die Darstellung der Messergebnisse ist ebenfalls in der virtuellen Umgebung möglich. Die Hüllfläche wird anhand der interpolierten Messergebnisse eingefärbt und lässt sich durch die Datenbrille unmittelbar nach der Messung als sichtbare Überlagerung der Messwerte auf dem Messobjekt darstellen. Somit kann die jeweils gemessene Größe an der tatsächlichen räumlichen Position der Messung visualisiert werden. Die Bilder 7 und 8 zeigen die jeweiligen interpolierten Messergebnisse als farbliche Überlagerung auf den Hüllflächen.



**Bild 7:** Intensitätskartierung aus den Messergebnissen



**Bild 8:** Schalldruckverteilung als farbliche Überlagerung auf der Hüllfläche

### Nutzen

Die geschilderte Darstellungsweise erlaubt eine intuitive Erkennung von Schallquellen, sowie eine räumliche Betrachtung des Schallfelds im Kontext der realen Umgebung. Bei Messungen mehrerer Hüllkörper lässt sich sogar die Raumerückwirkung erkennen und ein 3D-Schallfeld ausgeben.

Je nach eingesetzter Norm zur Schallleistungsbestimmung erhält der Nutzer mit der AR-Brille direkte Informationen über die Intensitäts- oder Schalldruckverteilung auf der Hüllfläche sowie die Gesamtschallleistung aus dem Flächenintegral. Die erreichte Genauigkeitsklasse oder weitere Mikrofonpositionen, welche die Norm ggf. in Abhängigkeit der Ergebnisse fordert, können direkt eingeblendet und nachgemessen werden.

Normgerechte Schallleistungs-Messungen lassen sich mit einer einzigen Sonde oder einem Mikrofon ohne weitere Hilfsaufbauten durchführen. Das prädestiniert die Methode für die Nutzung in mobilen Anwendungsfällen.

### Literatur

- [1] DIN EN ISO 3744: Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen, Deutsche Fassung, 2010
- [2] DIN EN ISO 9614-1: Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen an diskreten Punkten, Deutsche Fassung, 2009