

## Untersuchungen zu Windbällen

Lucas Heidemann<sup>1</sup>, Manuel Männel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chalmers University of Technology, 41281 Göteborg, Schweden, Email: Lucas.Heidemann@gmx.de

<sup>2</sup> Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg/München, Deutschland, Email: Manuel.Maennel@mbbm.com

### Einleitung

Bei Außenmessungen werden häufig Windbälle auf das Mikrofon gesteckt, um ungewollte Windgeräusche zu mindern und das Mikrofon zu schützen. In manchen Messsituationen kann es dabei vorkommen, dass die Windbälle verloren gehen. Dieses Problem ist lange bekannt und es wurden diverse, meist provisorische Lösungen zum Festhalten der Windbälle entwickelt.

Im Rahmen der Entwicklung eines Haltesystems wurden die Einflüsse des Haltesystems und der Windbälle auf das Messsignal untersucht. Das Haltesystem besteht aus einer fest im Windball montierten Kralle sowie einem am Mikrofon befestigten Verschluss, siehe Abbildung 1. In einem reflexionsarmen Halbraum wurden Messreihen zur Richtcharakteristik eines Mikrofons ohne Aufbau, mit Windball, mit der Haltevorrichtung sowie mit Haltevorrichtung und Windball durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messreihe sind im Folgenden analysiert und festgehalten.

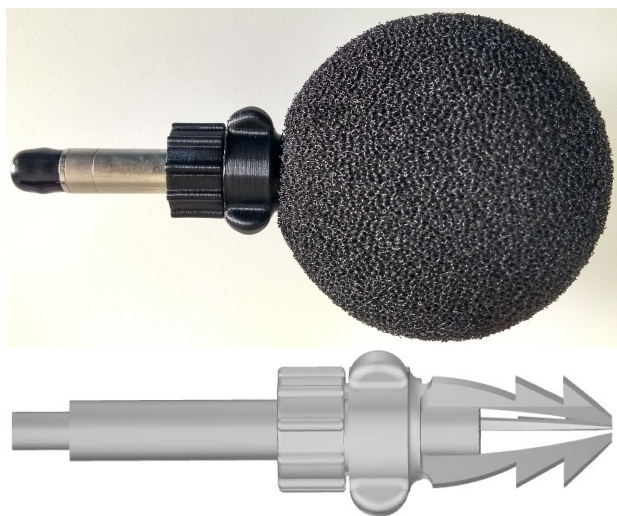


Abbildung 1: Haltevorrichtung

### Messaufbau

Zur Überprüfung der Richtcharakteristik wurde ein Handschallpegelmessgerät vom Typ 2260 der Marke Brüel und Kjær mit dem dazugehörigen Mikrofon Typ 4189 der selben Firma verwendet. Als Schallquelle wurde ein Hemidodekaeder vom Typ 250 der Marke Norsonic verwendet. Um Reflexionen vom Boden möglichst zu minimieren, wurden Lautsprecher und Mikrofon auf gleicher Höhe ca. 10 cm über dem Boden aufgestellt. Die Bedienung aller Messgeräte fand von außerhalb des Raumes statt.

Der Lautsprecher wurde in 30°-Schritten um das in der Ecke positionierte Mikrofon herumbewegt. Bei jeder Lautsprecherposition wurde das Mikrofon um 15° im ersten Viertelskreis und um 30° im zweiten Quadrant gedreht. Nach einem Durchlauf mit allen Lautsprecher- und Mikrofonpositionen wurde die Konfiguration geändert, wobei darauf geachtet wurde, die Mikrofonposition nicht zu ändern. Um eine gewisse Sicherheit der Messungen zu erreichen wurden die Messungen nach einer Woche wiederholt. Bei der zweiten Messung wurde ein unbenutzter Windball verwendet.



Abbildung 2: Messaufbau für Windabhängigkeit

Um auch die Auswirkung von Wind auf die Messergebnisse zu betrachten wurde mithilfe eines Ventilators ein konstanter Luftstrom auf das Mikrofon erzeugt. Die Windgeschwindigkeit wurde mit einem Hitzdraht-Anemometer gemessen. Für die Messungen wurde ein handelsüblicher Tisch-Ventilator in 0,5 m Abstand vom Mikrofon aufgestellt und in verschiedenen Stufen betrieben. Es wurde sowohl das reine Strömungsrauschen als auch das Strömungsgeräusch mit zusätzlicher Schallquelle gemessen.

Die Luftgeschwindigkeit wurde für jede Stufe des Ventilators rund um das Mikrofon gemessen und ein Mittelwert abgeschätzt. Diese Werte sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Gemessene Windgeschwindigkeit

Stufe	0	I	II	III
Windgeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$	0	1,5	2,0	2,5

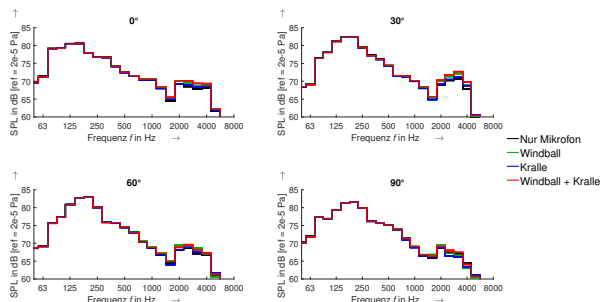
## Ergebnisse

Im unbewerteten Einzylwert unterscheiden sich die Messungen ohne Ventilator meist erst bei der zweiten Nachkommastelle. Es ist davon auszugehen, dass z.B. der Abstand zwischen Mikrofon und Lautsprecher in den Messreihen leicht abweicht, was eine Abweichung im gleichen Maßstab verursacht. Für die zweite Messreihe wurde eine andere Verstärkereinstellung gewählt, um einen systematischen Fehler der Geräuschquelle auszuschließen. In Tabelle 2 sind die gemittelten, unbewerteten Summenpegel der beiden Messreihen ohne Strömungsgeräusch zusammengefasst.

**Tabelle 2:** Unbewertete Summenpegel SPL in dB [ref =  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa] der beiden Messreihen; 1 = Nur Mikrofon, 2 = Mit Windball, 3 = Mit Kralle, 4 = mit Kralle und Windball

Aufbau	1	2	3	4
09.07.2018	105,2	105,2	105,1	105,2
17.07.2018	98,7	98,6	98,7	98,5

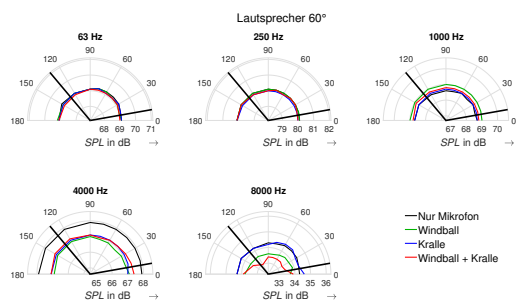
In einer frequenzabhängigen Auswertung sieht man, dass die Messungen in weiten Bereichen sehr gut übereinander liegen. In Abbildung 3 sind alle 160 Messungen der ersten Messreihe dargestellt, die Unterschiede zwischen den Mikrofonpositionen sind zu vernachlässigen.



**Abbildung 3:** Spektrale Messergebnisse der ersten Messreihe

## Einfluss der Kralle

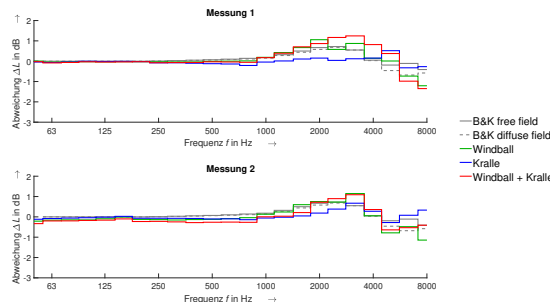
Eine richtungs- und frequenzabhängige Auswertung zeigt, dass die verwendete Haltevorrichtung nur im Frequenzband von 8 kHz einen Einfluss von maximal 1 dB auf das Messsignal hat, wie in Abbildung 4 gezeigt.



**Abbildung 4:** Richtungsabhängigkeit der verschiedenen Aufbauten in einigen Terzbändern. Die schwarzen Balken deuten die Position der Krallenarme an.

## Einfluss des Windballs

Ein deutlich größerer Einfluss auf das Messsignal als die Kralle konnte bei der Verwendung des Windballs gemessen werden. In Abbildung 5 ist die Differenz der gemittelten Messungen mit Windball, mit Kralle sowie der Kombination aus beiden zu den Messungen ohne Veränderung des Mikrofons zu sehen. Brüel & Kjør hat in einem Handbuch [1] ebenfalls Messwerte zu seinen Windbällen veröffentlicht. Die entsprechenden Werte sind zum Vergleich ebenfalls in Abbildung 5 dargestellt.



**Abbildung 5:** Gemittelte Abweichungen von der Referenzmessung ohne Strömungsrauschen

Aus den Untersuchungen mit Wind geht hervor, dass der Winddruck unterhalb von 125 Hz ein höheres Signal verursacht als der Lautsprecher in der verwendeten Einstellung. Mit Windball tritt dies bei diesen Messungen nur unterhalb von 50 Hz auf und somit außerhalb des in vielen akustischen Gebieten relevanten Frequenzbereiches. Diese Ergebnisse sind nach dieser Untersuchung jedoch ausschließlich bei gemäßigten, konstanten Windgeschwindigkeiten von max.  $3 \text{ m s}^{-1}$  und einem weißen Rauschen mit ca. 95 dB Summenpegel gültig.

## Fazit

Da Windbälle bei den meisten akustischen Messungen außerhalb von Laboren zum Einsatz kommen, ist ihr Einfluss vor allem dann relevant, wenn Labormessungen mit in-situ-Messungen verglichen werden. Eine Haltevorrichtung wie die neu entwickelte Kralle hat im Frequenzbereich bis 5 kHz einen verschwindend geringen Einfluss auf die ermittelten Schalldruckpegel. Sie kann somit ohne Bedenken eingesetzt werden. Eine größere Abweichung von den erwarteten Messergebnissen konnte durch einen Windball beobachtet werden, was sich auch mit den Untersuchungen aus [1] und [2] deckt.

## Literatur

- [1] Brüel & Kjør, Instruction Manual, URL: <https://www.bksv.com/downloads/2250/be1712.pdf>, 2018-07-10
- [2] Müller, G; Möser, M., Taschenbuch der Technischen Akustik, 3. Auflage, Seite 175, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004