

Goritzka, Manfred (Ingenieurbüro goritzka *akustik*, Leipzig) / Quickert, Martin (Brüel & Kjær, Dresden)

1. AUFGABENSTELLUNG

Schießstände die in der Nähe von schutzbedürftigen Gebieten liegen, führen häufig zu Beschwerden der Anwohner. Um diese Beschwerden abzubauen, werden im allgemeinen die Schusszahlen reglementiert, da dies die kostengünstigste und sicherste Methode der Lärminderung darstellt. Dieser Weg ist aber nicht für alle Schützenvereine akzeptabel, so dass für diese andere Wege zur Lärminderung zur Disposition stehen. Um diese Wege effizient zu gestalten, müssen insbesondere detaillierte Kenntnisse zur Schallausbreitung von der Quelle (Waffe/Munition) zu den Immissionsorten vorhanden sein.

Im Rahmen unserer Untersuchung sollte für eine Schießanlage die Frage quantitativ geklärt werden „Über welche Schallübertragungswege gelangen die signifikanten Schallanteile in die Nachbarschaft? Aufbauend auf diesen Kenntnissen sind dann gezielt lärmindernde Maßnahmen zu konzipieren und deren Wirkung messtechnisch zu überprüfen.

Um diese Aufgabenstellung abarbeiten zu können, bietet sich die synchrone Messung der Schalldruck-Zeitverläufe an mehreren Messorten an. Mit der PULSE – Technik der Fa. Brüel und Kjær stand uns ein Messsystem zur Verfügung, dass alle zur Lösung der Aufgabe notwendigen Parameter erfüllt.

2. GRUNDLEGENDES ZUR AUSBREITUNGSGESCHWINDIGKEIT DES MÜNDUNGSKNALLS

Der beim Abfeuern einer Waffe entstehende Mündungsknall ist auf das explosionsartige Entweichen der Pulvergase aus der Mündung zurückzuführen. Die dabei entstehenden Schallwellen (Mündungsknall) weisen sehr hohe Druckamplituden und somit auch größere Ausbreitungsgeschwindigkeiten auf als die normalen Schallwellen. Mit wachsendem Abstand

zur Mündung verringern sich die Druckamplituden, und damit sinkt auch die Geschwindigkeit des Mündungsknalls auf den Wert der normalen Schallgeschwindigkeit.

3. MESSANORDNUNG

Die verschiedenen Schallübertragungswege können durch Messungen der unterschiedlichen Impulslaufzeiten von der Schallquelle zum Empfänger identifiziert werden. Für diese Laufzeitmessungen werden ein spezielles Druckmikrofon in unmittelbarer Nähe der Waffe als Referenzpunkt und gewöhnliche Messmikrofone an den Messorten aufgestellt.

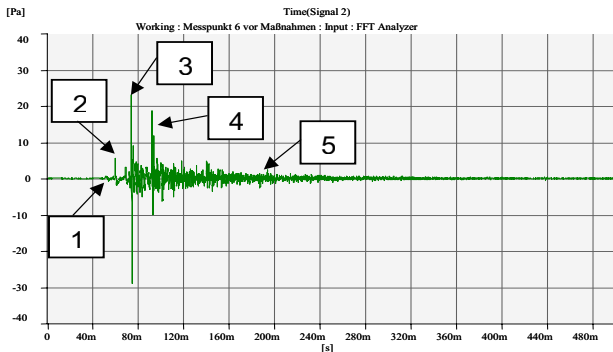
Die Verwendung eines Referenzmikrofons ermöglicht die Anwendung verschiedener Verfahren zur Bestimmung der Signallaufzeiten wie z.B.:

- direkte Bestimmung aus dem hochaufgelösten Zeitsignal und
- Ermittlung aus der Kreuzkorrelationsfunktion

4. VORGEHENSWEISE

Es wurden Messungen im Ausgangszustand des Schießstandes vorgenommen. Mit z.B. der Hilfe hochaufgelöster Zeitsignale, die mit PULSE aufgezeichnet werden können, lassen sich exakte Aussagen zur Laufzeit dieser Schallimpulse treffen. In Verbindung mit dem Schießplatzaufbau können somit die Schallübertragungswege exakt ermittelt werden. Damit stehen Informationen zur Verfügung, die die Basis zur Konzipierung schallmindernder Maßnahmen bilden.

In **GRAFIK 1** ist der Schalldruck – Zeit – Verlauf für einen immissionsrelevanten Messpunkt dargestellt.



GRAFIK 1: Schalldruck – Zeit - Verlauf

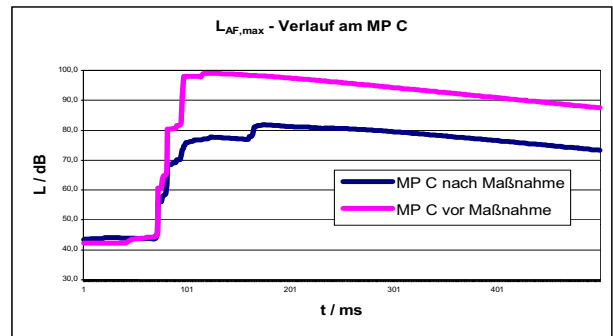
Im Folgenden werden die Impulse 1 bis 5 der GRAFIK 1 erläutert:

- Der erste, dem Schuss zuordenbare, Schalldruckimpuls Nr. 1 ist auf die Schallübertragung über **die Schießstandrückwand** zurückzuführen.
- Der erste sich aus dem Schalldruck-Zeit -Verlauf heraushebende Impuls Nr. 2 ist der Schallabstrahlung des Schießstanddaches zuzuordnen. Das Dach hat eine geringere Schalldämmung als die Rückwand, so dass der Impuls höhere Druckwerte als der Impuls Nr. 1 aufweisen muss.
- Der vor Durchführung der Maßnahmen auftretende höchste Schalldruckimpuls Nr. 3 ist auf die Reflexion an der 1. Hochblende (1.HB) zurückzuführen.
- Der Schalldruckimpuls Nr. 4 rührt von der Reflexion an der 2. HB her.
- Der 5. Impuls ist auf Reflexionen an der 3. HB zurückzuführen.

Aufbauend auf diesen Detailerkenntnissen der Ausgangsmessung, bei der eine Zuordnung der registrierten Impulse zu Bauteilen des Schießstandes erfolgte, wurden für diesen Schießstand folgende Maßnahmen für die Schallminderung erarbeitet:

- schallabsorbierende Maßnahmen im Schießstand
- „Schließen“ des Übertragungsweges Schütze \Rightarrow 1. HB \Rightarrow Messpunkt (Schießstanddach wurde bis zur 1. HB verlängert. Diese Dachverlängerung und die 1 HB sind mit plan angebrachten Absorberelementen verkleidet)
- Verkleidung der 2. HB mit schräg angeordneten Absorberkulissen

Zur Überprüfung der Wirkung der schallmindernden Maßnahmen wurden danach erneut Messungen durchgeführt. In GRAFIK 2 sind die $L_{AF,max}$ – Verläufe am immissionsrelevanten Messpunkt exemplarisch für einen Schuss dargestellt.



GRAFIK 2: $L_{AF,max}$ – Verläufe am immissionsrelevanten MP

Es ist festzustellen, dass durch die durchgeführten schallmindernden Maßnahmen deutlich geringere Pegelspitzen messtechnisch nachgewiesen wurden. Die ermittelte Pegelreduzierung beträgt für den betrachteten Schuss ca. 17 dB.

Bei der Untersuchung wurde beim Vergleich der Schalldruck – Zeit – Verläufe einzelner Schüsse am gleichen Messpunkt sowohl vor als auch nach Durchführung der schallmindernden Maßnahmen festgestellt, dass die Impulsfolge, im gleichen Zeitregime auftritt. D. h., die Impulse sind auch nach den Maßnahmen den gleichen Schallübertragungswegen zuordenbar (wie an Hand der GRAFIK 1 ausführlich eräutert). Damit lässt sich exakt die Wirkung der durchgeführten Schallminderungsmaßnahmen, bezogen auf den speziellen Schießstandaufbau, nachweisen.

Des weiteren wird in dieser Untersuchung aufgezeigt, wie aus den Messwerten „Schalldruck“ die für Immissionsbetrachtungen relevante Größe des A – bewerteten L_F – Verlaufs gebildet werden kann. Aus diesen Größen ist die spätere Bildung des Beurteilungspegels möglich.