

Über die Akustik des Schiesslärms und die Lärmschutzmassnahmen

# Vom Knall zum Knällchen

1990 hat die Fachstelle Lärmschutz die Lärmsituation bei den 300-m-Schiessanlagen im Kanton Zürich beurteilt. Die Resultate ergaben, dass die Immissionsgrenzwerte der Lärmschutzverordnung bei mehr als der Hälfte aller Anlagen überschritten sind. Diese Feststellung zeigt, wie wichtig Massnahmen gegen den Schiesslärm sind. Im vorliegenden Beitrag werden die Möglichkeiten von solchen Lärmschutzmassnahmen untersucht. Dabei gilt es, die speziellen akustischen Eigenschaften des Schiesslärms zu berücksichtigen.

## Mündungs- und Geschossknall

Beim Abfeuern eines Gewehrshots bilden sich im Lauf Gasdrücke von mehreren tausend Atmosphären. Die Pulvergase entweichen unter Nachverbrennung hinter dem Geschoss mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit und erzeugen dabei den Mündungsknall. Dieser breitet sich in allen Richtungen um die Mündung aus, ist aber in Schussrichtung am stärksten.

Das Sturmgewehrprojektile fliegt anschliessend mit etwa doppelter Schallgeschwindigkeit, wobei diese als Folge der Luftreibung im Verlaufe des Fluges leicht abnimmt. Das Geschoss ist auf seiner ganzen Bahn Quelle von Druckwellen, da seine Spitze Luft verdrängt und dabei komprimiert, während hinter dem Geschoss ein Unterdruck entsteht. Der dadurch an jeder Geschossposition entstehende Überschallknall verursacht einen Verdichtungsstoss in Form eines Kegelmantels (Mach'scher Kegel) mit dem Geschoss an der Spitze.



Abb. 1: Schlierenaufnahme eines mit Überschallgeschwindigkeit fliegenden Gewehrgeschosses. Deutlich sind Kopf- und Schwanzwelle erkennbar. (Foto: EMPA)

Diese kegelförmige Schockwelle, genannt Geschossknall, ist streng gerichtet und überstreicht nur ein genau definiertes Gebiet. Für einen Empfangsort, der im Geschossknallbereich liegt, scheint dabei der Geschossknall von einem ganz bestimmten Punkt der Geschossbahn aus zu kommen. Da das Projektil mit Überschallgeschwindigkeit fliegt, erreicht der Geschossknall den Empfangsort vor dem Mündungsknall, obwohl er später erzeugt wurde. Unter geeigneten Bedingungen können die beiden Knallereignisse deutlich getrennt wahrgenommen werden, was allgemein als «Doppelknall» bezeichnet wird. Der Geschossknall kann dabei durch seine höhere Tonlage gut vom Mündungsknall unterschieden werden.

## Geschossknall-Bereich

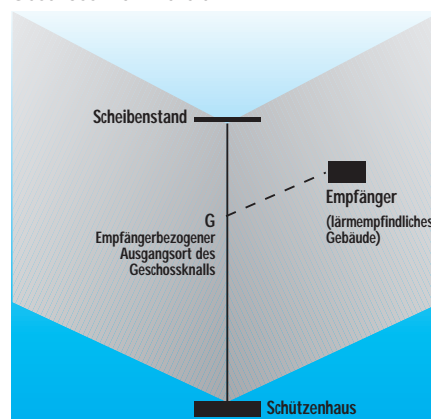


Abb. 2: Bereich und Ort des Geschossknalls

## Schallausbreitung

Auf dem Ausbreitungsweg werden die Pegel des Mündungs- und des Geschossknalles durch verschiedene Effekte reduziert. Während die Boden- und Luftdämpfung sowie – falls vorhanden – die Walddämpfung vor allem die mittleren und höheren Frequenzen vermindern, ist die Pegelabnahme als Folge der geometrischen Ausbreitung von der Frequenz unabhängig. Je nach Situation werden die am Empfangsort festzustellenden Lärm-

Redaktionelle Verantwortung für diesen Beitrag:

EMPA

Abt. Akustik und Lärmbekämpfung

Allan Rosenheck

Jean Marc Wunderli

Überlandstrasse 129

8600 Dübendorf

Telefon 01 823 55 11

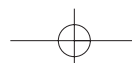
Literatur

Schiesslärm-Modell SL-90, Erweiterung. 1991. Herausgegeben und zu beziehen beim Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 3003 Bern.

siehe auch

– Tunnel vor und Feuer frei, Seite 47

– Werktags stört's weniger, Seite 49



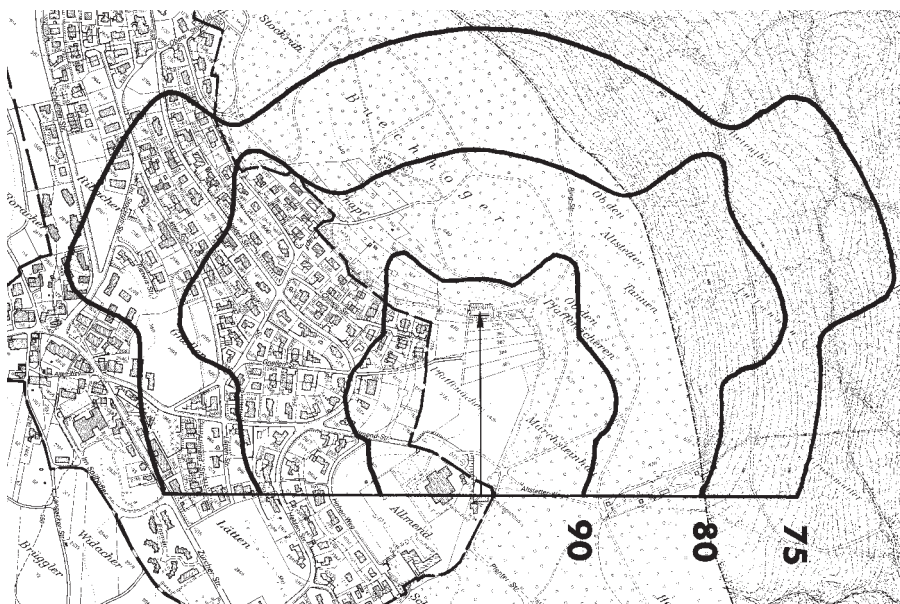
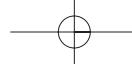


Abb. 3: Räumliche Verteilung der Maximalpegel bei Schiessanlagen. Diese Grobanalyse berücksichtigt weder die Bodendämpfung noch Hinderniswirkungen und Reflexionen von Gebäuden und Topographie.

pegel auch durch die Abschirmwirkung von Hindernissen und durch Reflexionen, beispielsweise an Waldrändern oder an Gebäuden, massgeblich beeinflusst. Die einzelnen Einflussgrössen wirken unterschiedlich auf Mündungs- und Geschossknall. Somit muss von Fall zu Fall beurteilt werden, welche der beiden Lärmquellen im Endeffekt den Gesamtpegel dominiert.

### Massnahmenpalette

Schliesst man Lärmreduktionen an der Waffe selber aus, so bleibt nur die Möglichkeit, Lärmschutzmassnahmen entlang dem Ausbreitungsweg zu treffen. Dabei ist das allgemeine Prinzip immer das gleiche: die Sichtlinie zwischen Quelle (also Mündung oder

Geschossbahn) und Empfangsort (z. B. Wohnungsfenster) muss durch ein Hindernis unterbrochen werden. Je höher das Hindernis und je näher es zur Quelle liegt, desto grösser ist die Lärmreduktion.

#### Reduktion des Mündungsknalls

Für Gebiete hinter der Mündung ist das Schützenhaus selbst die beste Lärmschutzmassnahme. Ein Bau mit soliden Wänden und Dach bewirkt eine massive Reduktion des Mündungsknalls. Oft ist die effektive Wirkung des Schützenhauses aber durch Reflexionen (z. B. Wald) begrenzt.

Für Empfangsorte seitlich oder vor dem Schützenhaus werden häufig vor der Anlage Wände oder Dämme parallel zur Schiessrich-

tung aufgestellt. Allerdings ist die Wirkung solcher Massnahmen vor allem bei Anlagen mit vielen Lägern begrenzt, da der Abstand zwischen der Mündung und dem Hindernis meist zu gross ist. Wirksamer ist die Installation von in der Regel vier Meter langen Seitenblenden zwischen je zwei Lägern.

Seitenblenden bestehen meist aus einem harten Kern, welcher beidseitig mit schallabsorbierendem Material verkleidet wird. Eine neue, sehr wirksame Massnahme stellen sogenannte Lärmschutztunnel dar, die bei jedem einzelnen Lager installiert werden (siehe Beitrag «Tunnel vor und Feuer frei»).

#### Reduktion des Geschossknalls

Wie gesagt, stammt der Geschossknall für einen gegebenen Empfangsort von einem ganz bestimmten Punkt entlang der Flugbahn des Projektils. Deshalb genügt theoretisch ein relativ kurzes Hindernis, um diesen Knall zu reduzieren. In der Praxis stehen oft mehrere Häuser im Geschossknallbereich, was zur Folge hat, dass ein grösserer Teil der 300 m langen Geschossbahn abgeschirmt werden müsste. Leider verhindert die Topographie häufig, die Wände oder Dämme entlang der Geschossbahn hoch genug zu bauen, um die Sichtlinie zum Empfangsort zu unterbrechen. Beispielsweise ist dies der Fall, wenn über eine Geländesenke geschossen wird oder wenn die Empfangsorte stark überhöht sind. In solchen Fällen kann der Geschossknall nicht vermindert werden. Da die Lärmbelastung in Gebieten mit Geschossknall meist durch diesen dominiert wird, bringt eine Reduktion des Mündungsknalls allein nur eine geringe Verbesserung des Gesamtlärms.



Abb. 4: Seitenblenden zur Reduktion des Mündungsknalls

#### Berechnungsprogramm

Bei der Beurteilung der Lärmsituation und der Planung von Massnahmen ist es in der Regel nicht notwendig, aufwendige Lärmmessungen durchzuführen. Mit einem speziell für den Schiesslärm entwickelten PC-Programm lassen sich Modellrechnungen durchführen. Das Programm berücksichtigt den Mündungs- und Geschossknall, die verschiedenen Ausbreitungsverluste sowie die Wirkung von Topographie und Hindernissen. Ergänzend zum bestehenden Modell sind in diesem Jahr neuere Forschungsergebnisse in der vom BUWAL herausgegebenen Schriftenreihe Umwelt zu erwarten.

