

Zur Effizienz von Schallschutzmaßnahmen mit Schirmen über größere Entfernungen

Dietrich Kühner¹, Karl-Wilhelm Hirsch²

¹Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Industrie und Verkehrslärm der IHK-Köln, dietrich.kuehner@t-online.de

²Cervus Consult, Willich, consult@cervus.de

Einleitung

Der bauliche Schallschutz hat sich in den letzten 50 Jahren an der Einhaltung von Richt- oder Grenzwerten orientiert. Diese Vorgehensweise war erfolgreich im Bereich des Gewerbelärms, jedoch weniger beim Verkehrslärm. Mit der Lärmaktionsplanung infolge der Umgebungslärmrichtlinie auf europäischer Ebene rücken nun Überlegungen zum Management der Lärmbelastung in den Vordergrund. Mit dem vorliegenden Beitrag sollen am Beispiel des Lärmmanagements auf Schießplätzen, einige grundsätzliche Überlegungen zum baulichen Schallschutz unter den Bedingungen eines Lärmmanagements auf großen Schieß- und Übungsplätzen dargestellt werden.

Militärische Schießplätze

Schießlärm von militärischen Schießplätzen unterscheidet sich von konstant emittierenden Anlagen u.a. durch folgende Eigenschaften:

- Das Gelände mit unterschiedlichen Schieß- und Spreng-einrichtungen hat häufig Abmessungen von mehr als 10 km.
- Die Entfernungen der zu schützenden Nachbarschaft von den Einrichtungen können wenige hundert Meter bis 20 km betragen.
- Die Waffenkalle haben sehr unterschiedliche Quellenergien (120 dB bis 170 dB) und sind in der Regel stark gerichtet.
- Waffenkalle sind stets Kurzzeitereignisse.

Die TA-Lärm [1] gilt für solche Anlagen nicht; Sie kann jedoch als Erkenntnisquelle genutzt werden. Bei Entfernungen zwischen Quelle und Immissionsort von mehr als 1 km bis 6 oder 7 km stellt sich die Frage, wie man mit dem täglichen Schießbetrieb und den klimatologischen Gegebenheiten des Standorts umgeht und wie man die Effizienz des Lärmmanagements und technische Schallschutzmaßnahmen bewertet.

Pegelhäufigkeit, Perzentile und Mittelungspegel

Jedes Lärmmanagement erfordert eine Beschreibung und Prognose der Lärmbelastung an den Immissionsorten, um die Ziele Minimierung der Schallimmissionen und Einhaltung von Immissionsrichtwerten (IR) zu erreichen. Geht man entsprechend der VDI-Richtlinie 3723-1 [2] vor, kann diese Belastung durch die Häufigkeitsverteilung $h(i)$ der Tagesmittelungspegel $L_{eq,i}$ beschrieben werden. Der Jahresmittelungspegel $L_{eq,j}$ eines bestimmten Jahres j ergibt sich dann durch:

$$L_{eq,j} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n h(i) 10^{0,1 L_{eq,i}} \right) \quad (1)$$

Geht man davon aus, dass der Ablauf der Schallemissionen konstant ist und die Immission wesentlich nur von der Windrichtung abhängt, dann ist der Langzeitmittelungspegel durch

$$L_{eq,lang} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \alpha(i) 10^{0,1 L_{eq,i}} \right) \quad (2)$$

bestimmt, wobei $\alpha(i)$ die auf die langfristige Windrichtungsverteilung renormierte Verteilung $h(i)$ beschreibt. Nach TA-Lärm [1] ist sicherzustellen, dass der $L_{eq,lang}$ kleiner als der Richtwert ist. Die Verteilung α wird durch die Nutzung des Schießstandes (Ort und Waffenart) und die Windrichtungsverteilung, die tags und nachts

unterschiedlich ist, bestimmt. Diese beiden Aspekte sind also vom Lärmmanagement zu berücksichtigen. Dabei wird es auch im Sinne der TA-Lärm seltene Ereignisse bzw. begrenzte Zeitdauern geben, während derer die Immissionsrichtwerte erreicht oder überschritten werden, inklusive derer für seltene Ereignisse.

Es stellt sich daher die Frage nach Häufigkeit der lauten Tage. Die TA-Lärm stellt im Genehmigungsverfahren auf den Mitwindpegel ab; daran lehnt sich das Lärmmanagement an. Mitwind im Sinne der TA-Lärm umfasst alle Windrichtungen, die nicht mehr als $\pm 60^\circ$ von der Richtung des Emissionsortes zum Immissionsort abweichen, d.h. Mitwind betrifft das obere Drittel der Verteilung. Geht man von einer Spanne aller Beurteilungspegel von 30 bis 40 dB aus, entspricht der Mittelungspegel des oberen Drittels der Verteilung dem 14-Perzentil (30 dB), bzw. dem 11-Perzentil (40 dB). Geht man bei gleichen Varianzen von einer Normalverteilung aus, dann ergeben sich das 6,5- bzw. das 4,3-Perzentil. Bei der Verteilungsannahme ist es unerheblich, ob die Varianz durch die meteorologischen Einflüsse oder durch die Betriebsweise oder durch beides bewirkt wird.

Daraus leitet sich ab, dass der Ansatz der TA-Lärm bei großen Pegelvarianzen darauf abzielt, sicherzustellen, dass bei einer Anlage in weniger als 5 bis 12% der Tage Beurteilungspegel auftreten, die größer als der Richtwert sind. Durch das Maximalpegelkriterium stellt die TA-Lärm weiter sicher, dass einzelne Kurzzeitwerte des L_{AFmax} die Schwellen IR + 20 dB nachts bzw. IR+30 dB tags nicht überschreiten. Dies wird entsprechend berücksichtigt.

Damit ist ein Ziel des Lärmmanagements definiert:

An allen Immissionsorten ist die Anzahl der Tage mit Überschreitungen des Richtwertes unter 5% und die Maximalpegel am Tage unter +30 dB und in der Nacht unter +20 dB des Richtwertes zu halten.

Für das tägliche Lärmmanagement steht der Betriebsführung der Schießplätze ein Computerprogramm zur Verfügung (WinLarm[®]), mit dessen Hilfe der tägliche Schießbetrieb so organisiert werden kann, dass dieses Kriterium eingehalten wird. Für die folgende Diskussion ist es zunächst unerheblich, dass das Lärmmanagement zunächst nur für Kaliber > 20 mm eingeführt ist und C-bewertete Pegel verwendet. Im Folgenden wird der Einfachheit halber mit A-Pegeln argumentiert. Das Ergebnis des Lärmmanagements wird in Form von Überschreitungskarten dargestellt,

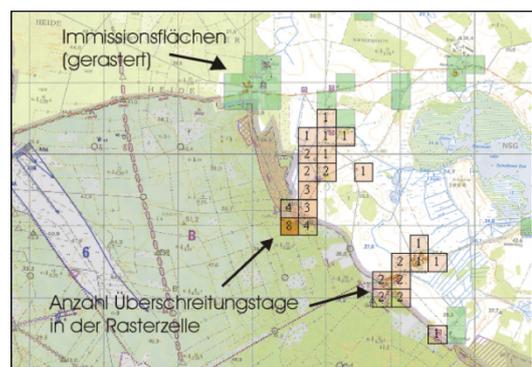


Abb.1 Karte mit Überschreitungstagen in den vorangehenden 365 Tagen für Schießen mit großen Waffen ab Kaliber 20 mm

die die Zahl der Tage über ein Jahr nennen, an denen der Immissionsrichtwert überschritten war.

Das Lärmmanagement kann den Schießbetrieb auch unter Ausnutzung der akustischen Prognosen für die Nutzung einzelner Schießeinrichtungen im Gelände verbunden mit meteorologischen Vorhersagen deren tägliche Nutzung so steuern, dass die Zahl der Überschreitungstage 18 pro Jahr nicht überschreitet. Falls erkennbar solche organisatorischen Maßnahmen nicht ausreichen, bietet es sich im Rahmen von Lärminderungsplänen an, bauliche Maßnahmen durchzuführen, die auf eine Reduzierung der Anzahl an Überschreitungstagen abzielt. Dabei ist jedoch noch ein zweiter Gesichtspunkt für kritische Immissionsflächen, insbesondere für die Nachtzeit zu berücksichtigen. Auch wenn keine Richtwertüberschreitungen stattfinden, kann ein länger dauernder Schießbetrieb bei schallausbreitungsgünstig (Richtwirkung und Windrichtung) gelegenen Immissionsflächen deutlich wahrnehmbar sein und beispielweise die Kommunikation im Freien oder den Nachtschlaf entsprechend stören.

Technische Maßnahmen

Betrachtet man die Nachtzeit, dann ist in den lautesten 5% der Nächte Aufwecken unvermeidlich. In der übrigen Zeit findet ebenfalls Schieß- und Übungsbetrieb statt, mit vielen Einzelpegeln L_{AFmax} im Bereich des Richtwerts. Für diese häufig auftretenden Nächte erscheint es sinnvoll, das Aufwachen durch technische Maßnahmen, wie zum Beispiel Schirmwände zu reduzieren oder ganz zu vermeiden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich gerade nachts stabile Wetterlagen mit Ausbreitungsbedingungen einstellen, die zu deutlich höheren Pegeln für Entfernungen jenseits 1000 m Abstand führen, als dies nach ISO 9613-2 [3] zu erwarten ist.

Die TA-Lärm A1.4 letzter Absatz schreibt vor, dass zur Prognose diese Norm anzuwenden ist. Andererseits ist nach der Tab. 8 in dieser Norm jenseits von 1000 m eine gesicherte Prognose des Mitwindmittelungspegels nicht mehr möglich. Weiterhin ist diese Norm auch nicht geeignet den L_{AFmax} oder den für Schießlärm ab Kaliber 20 mm sinnvoller C-bewerteten Schallexpositionspiegel zu prognostizieren. Die Bevorzugung der C-Bewertung ergibt sich aus den hohen Einzelereignispegeln an den Immissionsorten, die mit der C-Bewertung besser beschrieben wird [4].

Ausgehend von Tab. 8 der DIN ISO 9613-2 können Strahlenmodelle oder wellentheoretische Modelle zusammen mit meteorologischen Modellen über den Wind- und Schallgeschwindigkeitsverlauf unter Berücksichtigung des Geländes herangezogen werden, um die Auswirkungen von Wänden und Wällen abschätzen zu können. Für Entfernungen über 6 km und einem akustischen Umweg z von 5 m ergibt sich der meteorologische Korrekturfaktor K_{met} zu $3,7 \cdot 10^{-3}$. Für Wellenlängen zwischen 34 m (10 Hz) und 34 cm (10 kHz) folgt:

$$A_{bar} = 10 \cdot \lg(3 + (40/\lambda) \cdot z \cdot K_{met}) - A_{gr} \text{ dB}$$

$$A_{bar} \sim 1 \text{ dB bis } 0,2 \text{ dB für } 1 \text{ kHz bis } 10 \text{ Hz}$$

Im Grundsatz ist das Ergebnis nicht falsch, da die DIN ISO 9613 von einer Pegelabnahme bei Mitwind proportional dem Quadrat des Abstands im Mittel ausgeht. Wie schon mit Strahlenmodellen gezeigt werden kann, ist die Pegelabnahme bei Mitwind und Inversion schon ab 300 m bis 500 m Entfernung eher proportional dem Abstand [5]. Dies wird durch die obige Formel nicht erfasst. Die zu beobachtenden Pegel können bei über 5000 m Abstand mehr als 10 dB höher liegen als nach [3] für die mittlere Mitwindsituation.

In Abb. 2 ist für eine Quelle in 2 m und einem Aufpunkt in 5 m Höhe für 100 Hz der Betrag der Übertragungsfunktionen aus einem wellentheoretischen Schallausbreitungsmodell [6] für eine Inversionswetterlage (Stabilitätsklasse I nach TA-Luft [7], $v_{10} = 2 \text{ m/s}$) dargestellt: links ohne und rechts mit einer 20 m hohen Wand in 30 m Abstand von der Quelle. Es ist schallharter Boden angenommen. Wellen mit einem Umkehrpunkt höher als 800 m sind nicht mehr berücksichtigt, da sie sich aufgrund des Aufbaus der Atmosphäre weiter nach oben ausbreiten. Die Abschattung wurde berechnet unter der Annahme, dass Wellen, deren Strahlen 5 m unter der

Oberkante der Wand oder niedriger auftreffen, abgeschattet werden.

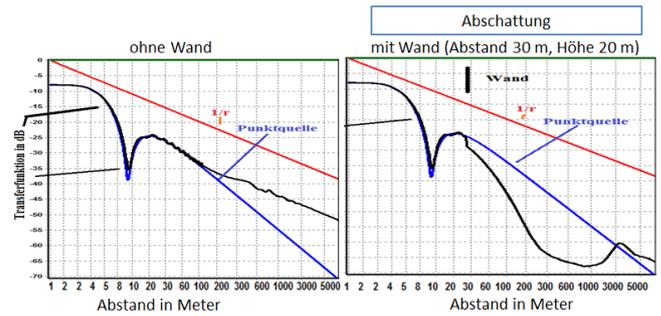


Abb.2 Übertragungsfunktion für 100 Hz bei Inversionswetterlage Höhe der Quelle 2 m und des Aufpunkts 5 m

In Abb. 3 ist die Abschattung zwischen 10 Hz und 2 kHz in circa 6500 m Entfernung dargestellt. Abb. 3 zeigt, dass mit einer solchen Wand erreicht werden kann, dass die für Inversions- und Mitwindwetterlagen typischen höheren Pegel vermieden werden können. Damit erschließt sich ein weiteres Element des Lärmmanagements, aufbauend auf die Erfahrung früherer Jahre, gezielt technische Maßnahmen einzusetzen, um die Auswirkung bei schallausbreitungsgünstigen Witterungsbedingungen zu reduzieren.

Quelle 2m, Wand 20 m hoch in 30 m Abstand, Aufpunkt 5m, Abstand >5000m, Immissionsh. 5 m. Stabkl. I $v_{10} = 2 \text{ m/s}$.

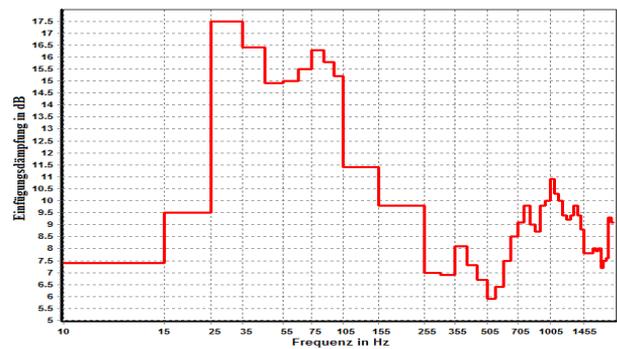


Abb. 3 Abschirmung für große Entfernung durch eine Wand von 20 m Höhe in 30 m Abstand von einer Quelle in 2 m Höhe

Zusammenfassung und Ausblick

Mit den dargelegten beiden Methoden des Lärmmanagements ist eine Verbesserung der Anlagennutzung mit einer gleichzeitigen Entlastung der betroffenen Nachbarschaften möglich. Neue Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung können unmittelbar integriert werden.

Verweise

- [1] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, vom 26.8.1998 (GMBI. S.503)
- [2] VDI-Richtlinie 3723-1 Anwendung statistischer Methoden bei Kennzeichnung schwankender Geräuschimmissionen.
- [3] DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2 Allgemeines Berechnungsverfahren 1996
- [4] „Richtlinie für das Lärmmanagement auf Schießplätzen (Lärmmanagementrichtlinie – LMR)“, Herausgeber Bundesministerium der Verteidigung
- [5] Hirsch, K.-W.: „Aspekte eines technischen Schallausbreitungsmodells für große Entfernungen“, Fortschritte der Akustik, DAGA 2007
- [6] Fundamentals of Ocean Acoustics, L.M. Brekhovkikh Y.u.P. Lysanov. Springer Verlag
- [7] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft, vom 26.7.2002 (GMBI. S.511)