

**BERECHNUNGSVERFAHREN ZUR BESTIMMUNG VON LÄRMZONEN IN DER UMGEBUNG HOCHINTENSIVER IMPULSSCHALLQUELLEN**

E. Buchta, K.-W. Hirsch

Institut für Lärmschutz, Düsseldorf

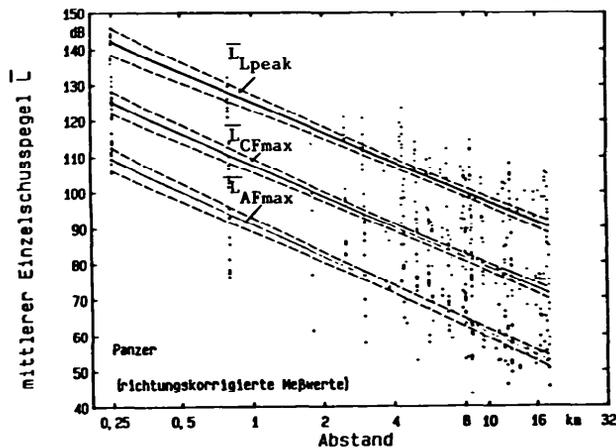
Einleitung

Hochintensive und tieffrequente Impulsschallereignisse, die von Truppenübungsplätzen beim Artillerie- und Panzer-Übungsschießen sowie auch bei Sprengungen in Steinbrüchen bzw. beim Überschallflug auftreten, können Störungen und Belästigungen durch den direkt gehörten Knall wie auch durch den Sekundärschall, wie z.B. Fensterklirren, Vibrieren von Geschirr hervorrufen wie auch Schreckreaktionen auslösen, die anders bewertet werden als bei den bekannten Verkehrsgeräuschen.

Die Messung des unbewerteten Spitzenschalldruckes von einzelnen Impulsen hat sich aus meßtechnischen Gründen, bedingt durch sehr tieffrequente Störungen durch Winddruckschwankungen nicht durchsetzen können. Die gebräuchlichste Meßgröße ist zwar der mit "Fast" und "A" bewertete Maximalpegel, aber mit Rücksicht auf die große Dämpfung der A-Kurve im tiefen Frequenzbereich (70 dB bei 10 Hz) treten Verdeckungseffekte durch Umgebungsgeräusche auf, wenn der Impuls keinen um 70 dB höheren Pegel aufweist als das Umgebungsgeräusch. Deshalb wird hier der "C"-bewerteten Meßgröße der Vorzug gegeben, zumal die Korrelation dieser Meßgröße mit der Belästigungsreaktion geringfügig besser ist als die "A"-bewertete Meßgröße.

Messungen

Im Rahmen eines Pilotprojektes für passive Schallschutzmaßnahmen in den Randgemeinden eines Tr.Üb.Pl., in welchem die Verminderung der Beeinträchtigung der Anwohner durch passive Schallschutzmaßnahmen untersucht wurde, konnten durch umfangreiche Messungen quellenspezifische Emissions- und Immissionspegel bestimmt werden.



Immissionspegel bestimmt werden. Durch gleichzeitige synchronisierte Aufnahmen der Schalldruckverläufe an 10 Meßstellen in der Umgebung des Tr.Üb.Pl. bei gesteuerten Messungen in einwöchigen Meßperioden in den vier Jahreszeiten wurden die Einflüsse der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Topographie miterfaßt.

Abb. 1: Regression der mittleren Einzelschusspegel  $\bar{L}$

In der Abb. 1 sind die Regressionsgeraden mit der Streuung der mittleren Einzelschußpegel  $L_{\text{Lpeak}}$  - zeit- und frequenz-unbewertet,  $L_{\text{CFmax}}$  - "Fast"- und C-bewertet sowie  $L_{\text{AFmax}}$  - "Fast"- und A-bewertet dargestellt. Jeder Punkt ist als energetischer Mittelwert von 15 Einzelschußpegeln berechnet worden. Abb. 2 zeigt, daß die Neigungen der Regressionsgeraden sehr ähnlich sind. Die Abnahme des mittleren Einzelschußpegels in der C-Bewertung beträgt ca. 29 dB pro Abstandsdekade, wobei der Unterschied zum unbewerteten oder A-bewerteten Pegel nur 1 dB beträgt. Einen ähnlichen Verlauf haben die Regressionsgeraden für Artillerie-Mündungsknalle, obwohl diese um ca. 4 dB höher liegen als die Panzerkanonenknalle.

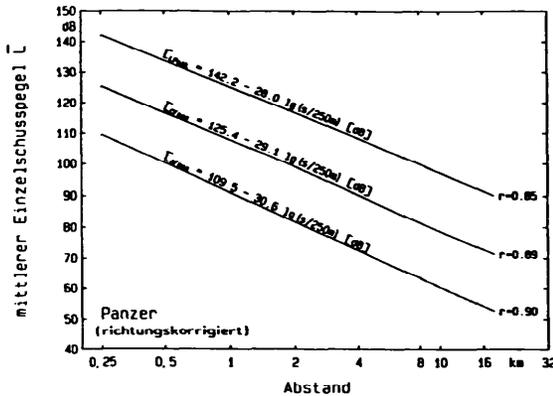


Abb. 2: Regressionsgleichungen der mittleren Einzelschußpegel:  $L_{\text{Lpeak}}$ ,  $L_{\text{CFmax}}$  und  $L_{\text{AFmax}}$

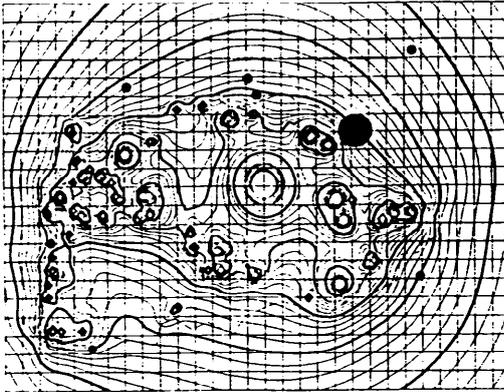
#### Berechnung von Konturen gleicher Mittelungspegel

Zur Berechnung von Konturen gleicher Mittelungspegel  $L_{\text{eq}}$  wurde ein Prognosemodell aufgestellt, dessen Ausbreitungsmerkmale in /1/ vorgestellt sind.

Unter Anwendung dieser in Abb. 2 dargestellten Datenbasis berücksichtigt das IfL-Prognosemodell noch zusätzlich folgende Wechselwirkungen:

- Einfluß der Eigenschaften der Schallquellen (wie z.B. Richtcharakteristiken, Waffenstandort, Schießrichtung und Schießbelegung pro Tag/Nacht/Jahr);
- Einfluß des Schallgeschwindigkeitsgradienten auf dem Schallausbreitungsweg, der sich zusammensetzt aus den Einflüssen des Temperaturgradienten, des Windgeschwindigkeitsgradienten und des horizontalen Windrichtungsvektors;
- Einfluß von Schallhindernissen. Hindernisse, deren Ausmaße kleiner als die Wellenlängen sind, sind in Entfernungen  $> 600$  m nicht mehr wirksam /2/, so daß man die Berücksichtigung von Wällen und kleinen Hügeln als Schallhindernisse /3/ vernachlässigen kann.

Das IfL-Prognosemodell erlaubt es, aus der Datenbasis heraus für jeden beliebigen Immissionsort die Geräuschbelastung C- oder A-bewertet zu ermitteln. Führt man die numerischen Berechnungen für ein engmaschiges Punktenetz (z.B. 250 m -Raster) durch und verbindet die Punkte gleicher Pegel miteinander, so erhält man Konturen gleicher Belastungspegel, d.h. eine Lärmkarte bzw. Lärmkataster für jeden Beurteilungszeitraum (s. Abb. 3).



**Abb. 3:** Konturen gleicher Mittelungspegel  $L_{eq}$

Für die Beurteilung der Geräuschbelastung durch tieffrequente Knalle sind z.Z. noch keine Festlegungen in Richtlinien oder Normen getroffen worden. Aus den physikalischen Daten stehen zur Verfügung:

- 1) Frequenzbewertungen, z.B. C und A
- 2) Impulzschläge wegen erhöhter Störwirkung, z.B. 18 dB(A) zum  $L_{eq}$  für Schießlärm von Handfeuerwaffen
- 3) Beurteilungszeiten (Bezugszeiten)
  - a) Tageszeit (6<sup>00</sup> - 22<sup>00</sup> Uhr, Nachtzeit 22<sup>00</sup> - 6<sup>00</sup> Uhr), lauteste Nachtstunde
  - b) Langzeitbeurteilung, z.B. der Tag, die Woche, ein Monat oder ein Jahr mit der größten Schußenergie
- 4) Wetterbedingungen: Mitwind, Windrose, Schallgeschwindigkeitsgradient

#### Beurteilung der Geräuschbelastung

Nach der Wahl dieser Kriterien sind die Geräuschbelastungen als Katasterkarten darstellbar, die als Grundlage für die Beurteilung herangezogen werden können, wenn Richtwerte oder Orientierungswerte für diese tieffrequenten Impulsgeräusche vorgegeben sein würden. Als Basis für die Beurteilung können die Ergebnisse von sozialwissenschaftlichen Feld-Untersuchungen herangezogen werden /4, 5/.

**Abb. 4** zeigt aus zwei Studien /4, 5/ die Abhängigkeit der objektzentrierten Belästigungsreaktion (Störung) über dem Jahresmittelungspegel  $L_{Cm}$ . Daraus ist erkennbar, daß eine starke (4) und sehr starke (5) Belästigung von der Mehrheit der Befragten (ca. 80 %) bei einem Mittelungspegel von  $L_{Cm} = 62$  dB(C) auftritt. Legt man diesen Wert für die Beurteilung dieser starken und sehr starken Belastung zugrunde, so ist aus dem Lärmkataster der Flächenbereich zu ersehen, den z.B. die 62 dB(C) Mittelungspegel-Kontur einschließt.

Nach /4/,/6/ wird der tieffrequente Kanonenlärm, gemessen mit der "C"-Bewertung in dB(C) als gleich belästigend bzw. gleichstörend empfunden wie der "A"-bewertete Schießlärm in dB(A) von Handfeuerwaffen. Die A-bewertete Geräuschbelastung ist nach /5/ ca. 17 dB(A) niedriger als die "C"-bewertete. Für den "A"-bewerteten Schießlärm von Handfeuerwaffen ist jedoch ein Impulzzuschlag nach VDI 3745 Entwurf /7/ von ca. 18 dB hinzuzufügen.

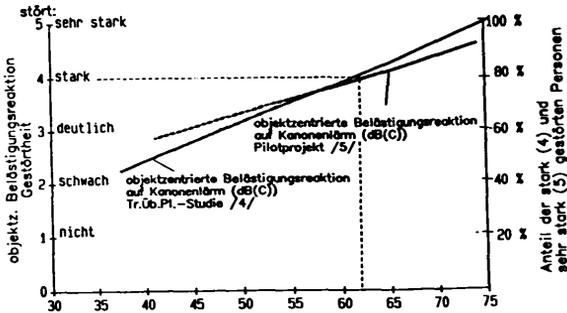


Abb. 4: Belästigungsreaktion sowie Anteil der stark Gestörten über dem Jahresmittelungspegel  $L_{cm}$  in dB(C) für die Tagszeit (6<sup>00</sup> - 22<sup>00</sup> Uhr)

#### Literatur:

- /1/ HIRSCH, K.-W., BUCHTA, E.: "Zur Schallausbreitung tieffrequenter Impulsgeräusch über große Entfernungen", DAGA '89, Duisburg
- /2/ BUCHTA, E.: "Erprobung geeigneter Lärmschutzfenster gegen Schießlärm für Wohngebäude in Randgemeinden des Truppenübungsplatzes Bergen", zur Veröffentlichung
- /3/ FOLLER, D.; SAHM, E.: "Prognosemodell für die Schallausbreitung von Schießlärm" DAGA '88
- /4/ BUCHTA, E.: "Lärmbelästigung in der Umgebung von Tr.Üb.Pl.en", UBA-Forschungsbericht 86-10501 314/02
- /5/ BUCHTA, E.: "Pilotprojekt für passive Schallschutzmaßnahmen am Tr.Üb.Pl. Grafenwöhr" 1989, zur Veröffentlichung
- /6/ BUCHTA, E.: "Gestörtheit von Anliegern durch tieffrequente (Kanonenlärm) und hochfrequente (Handfeuerwaffen) Impulsgeräusche", DAGA '88
- /7/ VDI-Richtlinie 3745 Entwurf "Beurteilung von Schießlärmimmissionen"