Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 86 (1968)
Heft: 46

Artikel: Der Schiesslärm in der Umgebung von Schiessständen
Autor: Lauber, A. / Eichenberger, E. / Wichser, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-70183

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bild 12 (links). Flammgespritzter rostfreier Stahl, stark mit Oxyden durchsetzt, ungeätzt. Vergrösserung 60fach

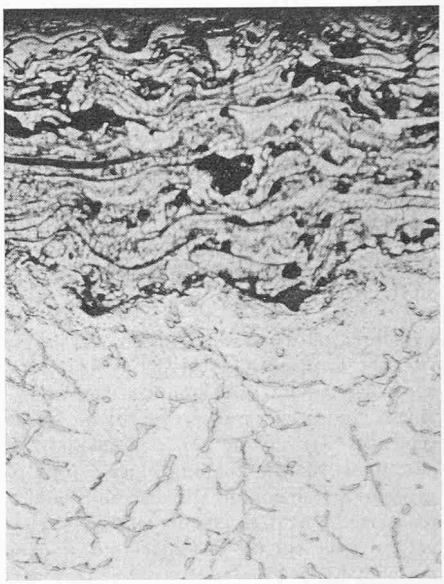


Bild 13 (rechts). Flammgespritzter Stahl auf Leichtmetallguss. Stahlschicht (oben) stark mit Oxyden durchsetzt, ungeätzt. Vergrösserung 60fach

Anstrich von hinreichender Stärke vor einem Angriff durch das Wasser geschützt wird. Sehr gut bewährt hat sich beispielsweise ein drei- bis viermaliger Anstrich mit Bitumenlack, der gegenüber andern Anstrichsystemen den Vorteil hat, dass er zu jeder Zeit, sollte es je nötig werden, leicht ausgebessert oder erneuert werden kann. Bevor dieser zusätzliche Anstrich aufgebracht wird, müssen die vorstehenden Spitzen und lose haftende Partikel des relativ rauhen Zinküberzuges mechanisch, am besten durch Abziehen, entfernt werden, damit eine lückenlose Überdeckung des Zinküberzuges durch den Farbauftrag möglich ist. An vorstehenden Zinkspitzen setzt früher oder später der erste Korrosionsangriff ein und kommt dann gewöhnlich nicht mehr zum Stillstand, sondern schreitet allmählich in die Tiefe fort und kann dann unter Umständen zur Bildung von Blasen im Überzug und schliesslich zu Unterrostungen Anlass geben.

Um eine hinreichende Sicherheit über einen möglichst gleichmässigen Farbauftrag zu erhalten, wird das ganze Schutzsystem in gleicher Weise wie der Zinküberzug nochmals zerstörungsfrei kontrolliert. Das Ergebnis einer solchen Kontrolle zeigt Bild 11. Dieser Rostschutzaufbau bewährt sich, wie der Verfasser selbst feststellen konnte, sehr gut, war doch bei Druckschachtpanzerungen und Druckleitungen nach acht- bis zehnjährigem Betrieb der Schutzüberzug noch praktisch unverändert.

Mit dem Aufkommen der Zinkstaubfarben ist der Spritzverzinkung eine fühlbare Konkurrenz erwachsen. Seit etwa 10 bis 12 Jahren haben die Zinkstaubfarben im Unterwasser-Rostschutz in zunehmendem Masse Anwendung gefunden, meist in Verbindung mit der Spritzverzinkung, indem zuerst eine Spritzzinkschicht von 0,1 mm Stärke, dann ein Anstrich mit Zinkstaubfarbe von ebenfalls 0,1 mm Dicke und schliesslich zwei bis drei Bitumenanstriche aufgebraucht werden. Die Verwendung von Zinkstaubfarben ermöglicht nicht nur einen rascheren Arbeitsfortschritt, sondern es wirken diese Farben auch als gute Porenfüller, denn ein Zinküberzug von nur 0,1 mm Dicke ist ziemlich porös. Dieser kombinierte Aufbau des Schutzsystems scheint sich, soviel bis heute festgestellt werden kann, ebenfalls sehr gut zu bewähren, zeigen doch derart geschützte Objekte nach mehrjährigem Betrieb noch keine Schäden irgendwelcher Art.

Eine gewisse Bedeutung hat auch das Flammspritzen von Aluminium erlangt, weniger auf dem Gebiete des Korrosionsschutzes, als zum Schutze gegen ein frühzeitiges Verzundern von Eisenwerkstoffen, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Gespritzte Aluminiumschichten von gleicher Dicke wie gespritzte Zinküberzüge lassen gegenüber atmosphärischen Einflüssen eine ähnliche Korrosionssicherheit erwarten wie diese. Sie kann noch erhöht werden, wenn der Aluminiumüberzug mit einem aluminiumpigmentierten Kunststofflack abgedeckt wird. Zur Verbesserung des Haftvermögens des Aluminiums wird häufig zuerst mit einer dünnen Zinkspritzschicht «grundiert». Dieses Schutzsystem gegen atmosphärische Korrosion konnte sich in unserem Lande hauptsächlich aus preislichen Gründen nicht durchsetzen.

Auf das Flammspritzen der andern technisch wichtigen Gebrauchsmetalle, wie Stahl, nichtrostender Stahl, Kupfer und seine Legierungen, Blei, Zinn usw. kann, wie schon eingangs vermerkt, nicht mehr eingegangen werden. Es sei lediglich noch darauf hingewiesen, dass die gespritzten Schichten dieser Metalle stark mit Oxyden des jeweiligen Metalls durchsetzt sind, welche die Korrosionsbeständigkeit, sofern sie zum Schutze gegen Korrosion aufgebracht werden, beeinträchtigen können (Bilder 12 und 13).

Für viele Zwecke wird sich die Spritzmetallisierung auch in Zukunft behaupten. Um jedoch gespritzte Metallüberzüge von optimalen Eigenschaften zu erhalten, sind eine sachgemässe und sorgfältige Vorbehandlung des Untergrundes des zu metallisierenden Werkstückes oder Bauteils wie auch die Einhaltung der richtigen Spritzbedingungen sowie eine sorgfältige Ausführung der Arbeit unerlässlich.

Adresse des Verfassers: Dr. *J. Friedli*, Scheuchzerstrasse 193, 8057 Zürich.

Literaturverzeichnis

[1] *J. Friedli:* Unterwasser-Korrosionsversuche mit verzinkten Blechen. «Bulletin SEV», 1952, Nr. 24, S. 965/73.

[2] *M. Hochweber:* Probleme beim Anstrich von Spritzverzinkungen im Unterwasserbau. «Bulletin SEV», 1960, Nr. 14, S. 701/707.

Der Schiesslärm in der Umgebung von Schiessständen

DK 699.844.1:725.891

Von **A. Lauber**, Vorstand der Abteilung Akustik und Lärmbekämpfung, **E. Eichenberger, H. Wichser**, EMPA, Dübendorf-Zürich

Der Schiesslärm in der Umgebung von Schiessständen ist immer wieder Gegenstand von Reklamationen und Diskussionen. Tatsächlich nimmt der Knall im Rahmen der Schallereignisse eine besondere Stellung ein. Über seine Akustik hat Professor *W. Furrer* in mehreren Veröffentlichungen berichtet, und die für das menschliche Ohr gefährlichen Schallvorgänge wurden in der Monographie «das akustische Trauma» von den Professoren *Rüedi* und *Furrer* beschrieben.

Beim Schiesslärm stellt sich zunächst die Frage nach der geeigneten physikalischen Messmethode. Die vollständigste Information liefert immer das Oszillogramm, das den zeitlichen Verlauf des Schalldruckes angibt. Die Bilder 1a und 1b zeigen die Oszillogramme vom Mündungsknall und vom Geschossknall eines Sturmgewehrschusses, gemessen in 7 m Abstand, seitlich. Charakteristisch für jede Detonation ist der plötzliche Druckstoss mit einer steil ansteigenden Flanke und einem aperiodischen oder

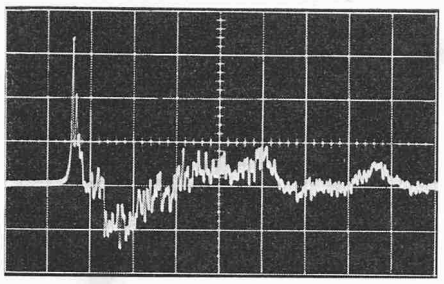
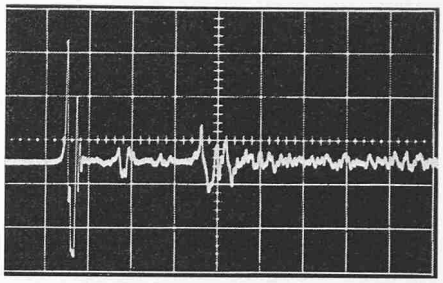


Bild 1. Oszillogramme vom Knall eines Sturmgewehrschusses, gemessen in einem seitlichen Abstand von 7 m, Abszissenmassstab: 1 ms pro Einheit

Bild 1a (links). Mündungsknall, Ordinatenmassstab: 2430 μ B pro Einheit

Bild 1b (rechts). Geschossknall, Ordinatenmassstab: 670 μ B pro Einheit



hyperaperiodischen Ausgleichsvorgang. Eine besonders charakteristische Grösse ist dabei der Spitzenwert dieses Druckstosses; er kann aus einem geeichten Oszillogramm oder direkt mit irgend einem Spitzenwertmesser bestimmt werden. Er weist aber eine schlechte Korrelation mit der subjektiv empfundenen Lautstärke auf; denn für die Bildung einer Lautstärkeempfindung wird eine gewisse Zeit benötigt, die sich angenähert mit einer Zeitkonstanten von 35 Millisekunden beschreiben lässt. Messgeräte, die ungefähr eine solche Zeitkonstante aufweisen, sind daher besser geeignet für Schiesslärmmessungen.

In den meisten Fällen wird heute ein Präzisionsschallpegelmesser verwendet, und der mit der «A-Kurve» bewertete Schallpegel mit der kurzen Zeitkonstanten «*Fast*» gemessen. Diese Geräte sind durch die Publikation Nr. 179 (1965) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in allen Teilen genau normiert. Neuere Impulsschallpegelmesser haben weiter den Vorteil, dass der Instrumentenzeiger eine Zeitlang auf dem Maximalwert seines Anschlages stehen bleibt, was die Ablesung stark vereinfacht. Die Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der Messresultate, die mit verschiedenen Messinstrumenten von dem in den Bildern 1a und 1b gezeigten Mündungs- und Geschossknall eines Sturmgewehres gemessen wurden.

Die Schallspektren der beiden Knalle sind in Form von Oktavband-Frequenzanalysen in Bild 2 abgebildet. Wie man dort sieht, unterscheidet sich der Geschossknall sowohl durch seine Schallstärke als auch durch die frequenzmässige Zusammensetzung seines Spektrums deutlich vom Mündungsknall. Aus den beiden Schallspektren lassen sich nach international genormten Verfahren noch andere akustische Daten berechnen, die in Tabelle 2 angegeben sind. Mit diesen Daten können nun auch die Verhältnisse bei der Schallausbreitung angegeben werden. Dabei muss deutlich zwischen den beiden Schallquellen, die beim Abfeuern eines Schusses entstehen, unterschieden werden.

Der Mündungsknall entsteht an einer punktförmigen Schallquelle, von der sich der Schall in kugelförmigen Wellenfronten ausbreitet. Dagegen pflanzt sich der vom Geschoss ausgehende Überschallknall auf einer kegelförmigen Fläche aus, die längs der ganzen Geschossbahn mitgeschleppt wird. Für die geometrische Ausbreitungsdämpfung muss daher beim Mündungsknall mit einer Abnahme des Schallpegels von 6 Dezibel (dB) pro Verdoppelung des Abstandes, beim Geschossknall dagegen nur mit einer solchen von 4,5 dB pro Oktave gerechnet werden.

Zu dieser geometrischen Ausbreitungsdämpfung kommen noch die Zusatzdämpfungen der Luft, und meistens auch noch von Gras dazu. In Tabelle 3 sind diese frequenzabhängigen Zusatzdämpfungen angegeben, so wie sie den Berechnungen zugrunde gelegt wurden. Die derart für weitere Distanzen berechneten Schallspektren des Mündungsknalles und des Geschossknalles sind in Tabelle 4 angegeben, während in Bild 3 das entsprechende Diagramm der Schallpegelabnahme mit zunehmender Distanz aufgetragen ist.

Durch Überlagerung der Schallfelder der beiden Schallquellen können nun auch die Kurven gleicher Schallstärke in der Umgebung eines Schiessstandes abgeleitet werden. Dabei wurden folgende Voraussetzungen gemacht: Ebenes, grasbewachsenes und hindernisfreies Gelände, Windstille und normale Temperaturverteilung. Bild 4 zeigt ein solches Diagramm, bei dem zusätzlich

Tabelle 1. Schallpegelmessungen beim Schuss eines Sturmgewehres in einem seitlichen Abstand von 7 m, Ergebnisse verschiedener Messmethoden

Messmethode	Mündungsknall	Geschossknall
Oszillogramm, Tektronix, Typ 549: positiver Spitzenwert	8200 μB 153 dB	1930 μB 140 dB
Impact Noise Analyzer, GR, Typ 1556–B, positiver Spitzenwert	152 dB	141 dB
Impulsschallpegelmesser, HP Modell 8052 A, Spitzenwert, A-Kurve	124 dB (A)	111 dB (A)
Impact Noise Analyzer, GR, Typ 1556–B, Zeitkonstante 35 ms A-Kurve	113 dB (A)	101 dB (A)
Präzisionsschallpegelmesser B+K, Typ 2203, Spitzenwert, A-Kurve, FAST	115 dB (A)	99 dB (A)

Tabelle 2. Aus den Schallspektren berechnete akustische Daten beim Schuss eines Sturmgewehres (7 m, seitlich)

Akustische Daten		Mündungsknall	Geschossknall
Linearer Schalldruckpegel		119 dB (Lin)	99 dB (Lin)
Bewertete Schallpegel	L_C	119 dB (C)	98 dB (C)
	L_B	118 dB (B)	98 dB (B)
	L_A	115 dB (A)	99 dB (A)
Lautheit	S	391 son (0,D)	132 son (0,D)
Lautstärke	P	126 phon (0,D)	110 phon (0,D)
Lärmigkeit	N	405 noys	147 noys
Lärmstärkepegel	L_{PN}	127 PN–dB	112 PN–dB
Grenzkurve	NC	Nr. 111	Nr. 98

Tabelle 3. Zusätzliche Dämpfungen bei der Schallausbreitung

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Luft	0,0125	0,03	0,07	0,16	0,38	0,85	2,0	4,5	α dB/100 m
Gras	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	α dB/100 m

Tabelle 4. Berechnete Schallspektren (dB) vom Schuss eines Sturmgewehres in verschiedenen Abständen

Abstand m	Knall	Oktavbandspektrum (Hz) 63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Bewerteter Schallpegel dB (A)
7	Mündung	107	111	114	113	109	106	103	99	115
	Geschoss	—	77	81	86	91	94	94	91	99
25	Mündung	96	100	103	102	97	94	91	86	103
	Geschoss	—	69	72	77	82	85	84	80	90
50	Mündung	90	93	96	95	91	87	83	77	96
	Geschoss	—	64	68	72	77	79	78	73	84
100	Mündung	83	87	90	88	83	78	73	64	89
	Geschoss	—	59	62	67	71	72	70	62	77
200	Mündung	77	80	82	80	74	68	59	46	80
	Geschoss	—	53	56	60	63	63	57	45	68
400	Mündung	69	72	73	69	61	52	38	15	69
	Geschoss	—	47	49	51	52	49	38	16	55
800	Mündung	60	62	61	55	43	26	2	—	56
	Geschoss	—	38	38	38	35	25	3	—	39

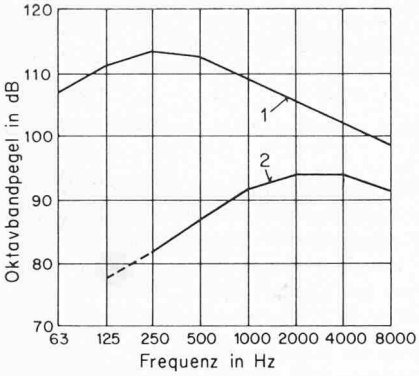


Bild 2. Oktavbandspektren des Mündungsknalles (Kurve 1) und des Geschossknalles (Kurve 2) eines Sturmgewehres im seitlichen Abstand von 7 m

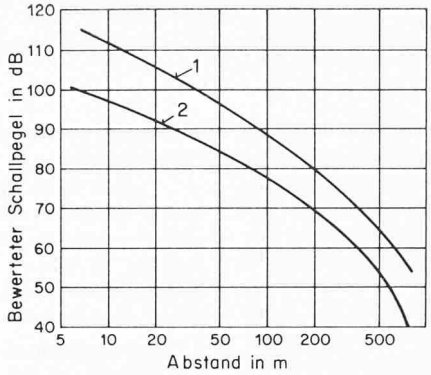


Bild 3. Bewerteter Schallpegel L_A eines Sturmgewehrschusses in Abhängigkeit vom Abstand. Kurve 1: Mündungsknall, Kurve 2: Geschossknall

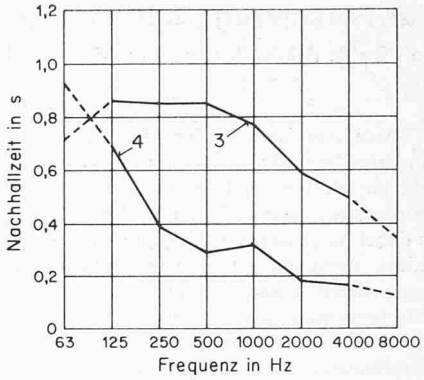


Bild 5. Nachhallzeiten in Abhängigkeit von der Frequenz, aufgenommen in zwei gleichgrossen Schützenhäusern (Volumen etwa 250 m³, acht Schützenlägern, alle Tore bei den Messungen geschlossen). Kurve 3: altes Schützenhaus A aus Holz ohne Akustikplatten. Kurve 4: neues Schützenhaus B aus Beton, vollständig mit schallschluckenden Materialien ausgekleidet

auch noch die üblichen Gebäudedämpfungen auf der Rückseite des Schützenhauses berücksichtigt worden sind.

Messungen in der Umgebung von bestehenden Schiessständen haben gezeigt, dass gegenüber diesem theoretischen Modell starke Abweichungen auftreten können, die meistens durch Reflexionen zum Beispiel an benachbarten Waldrändern verursacht werden. Das Schiesslärmmodell von Bild 4 kann bei einer ersten Planung bereits wertvolle Hinweise geben, in vielen Fällen werden aber trotzdem noch Messungen notwendig sein.

Eine weitere wichtige Frage betrifft die Grenzwerte für den Schiesslärm. Wie werden diese Dezibel-Zahlen subjektiv empfunden? Natürlich wird eine Knallstärke, auch wenn sie dem Gehör keinen bleibenden Schaden zufügt, unter Umständen recht unangenehm empfunden. Jeder plötzliche Vorgang ist imstande, uns zu erschrecken, was zum Beispiel bei Autostrassen in der Nähe von Schiessplätzen von Bedeutung sein kann. Langjährige Erfahrungen zeigen, dass in diesem Falle ein Schallpegel von 80 dB (A) eine Grenze darstellt, die nicht überschritten werden sollte.

Für die Beurteilung der Störungen in der Nachbarschaft eines Schiessstandes wurde von der EMPA, in Anlehnung an die bekannten Grenzrichtwerte der Eidgenössischen Expertenkommission für Lärmbekämpfung, das in Tabelle 5 angegebene Bewertungsschema aufgestellt. Obschon diese Grenzwerte bis heute weder öffentlich anerkannt noch bestätigt worden sind, so haben sie sich doch in vielen Fällen gut bewährt.

Neben dem Schutz der Nachbarschaft stellt sich auch die Frage nach dem Schutz für die Schützen und die Warner gegen den Schiesslärm. Für diese am Schiessen direkt beteiligten Personen ist heute das Tragen von individuellen Ohrschutzgeräten dringend nötig. Grosse Fortschritte sind hier in den letzten Jahren erzielt worden. Es gibt zahlreiche Ohrschutzgeräte, die eine sehr grosse Schalldämmung von 25 bis 35 dB aufweisen und auch angenehm zu tragen sind. Weiter kann eine zweckmässige Bauweise beim Erstellen neuer Schiessanlagen zur Verminderung des Schiesslärmes beitragen. Wie Bild 5 zeigt, lässt sich die Nachhallzeit durch Anbringen von hochwirksamen schallabsorbierenden Belägen an der Decke und an den Wänden im Schützenhaus stark verkürzen. Die gleichzeitig damit verbundene Abnahme der Schallpegel geht aus folgenden Zahlen hervor: Der Schallpegel, gemessen 3,6 m senkrecht hinter dem Schützen senkte sich von 126 dB (A) im Haus A auf 120 dB (A) im Haus B; gemessen 7 m schräg rechts hinter dem Schützen, lauten die entsprechenden Zahlen 122 dB (A) im Haus A und 118 dB (A) im Haus B.

Eine weitere Annehmlichkeit für den Schützen sind kleine Trennwände, die ihn seitlich gegen die benachbarten Schützengruppen abschirmen. Zu wenig bekannt und ausgenützt wird meistens der Vorteil, den das Vorziehen des Daches und der Seitenwände des Schützenhauses für die seitlich davon gelegenen Nachbarhäuser bringt.

Durch eine gute Zusammenarbeit mit aufgeschlossenen Architekten konnten in den vergangenen Jahren bereits zahlreiche Verbesserungen erzielt werden. Mit systematischen Untersuchungen liesse sich noch mehr erreichen. Einen fast vollständigen Schutz der Nachbarschaft ergäbe sich durch Verlegen der gesamten Schiessanlage (Schützenstand, Schusslinie und Scheibenstand) in das Innere eines grossen Gebäudes oder Tunnels. Die heutige Zeit scheint aber für solche Projekte noch nicht reif zu sein. Um aber unterdessen der unglücklichen Entwicklung, die darin besteht, dass Wohnhäuser immer näher an Schiessanlagen herangebaut werden, Einhalt zu gebieten, muss vorläufig gefordert werden, dass keine Wohnungen näher als 500 bis 600 m an eine Schiesslinie gebaut werden.

Tabelle 5. Von der EMPA empfohlene Grenzwerte für den Schiesslärm in dB (A)

I	Kurzone	35–40 dB (A)	Die Grenzwerte sind im offenen Fenster zu messen. Dabei sind mit einem Schallpegelmesser die Spitzenwerte bei der raschen Zeitkonstante «FAST» und mit der Bewertungskurve «A» abzulesen. Die niedrigeren Werte gelten für grosse Schiessplätze mit intensivem Betrieb (z. B. milit. Kurse), die höheren Werte für kleine Schiessplätze mit wenig intensivem Betrieb.
II	Ruhige Wohnzone	55–60 dB (A)	
III	Gemischte Zone	60–65 dB (A)	
IV	Geschäftszone	60–65 dB (A)	
V	Industriezone	65–70 dB (A)	
VI	Hauptverkehrsader	70 dB (A)	

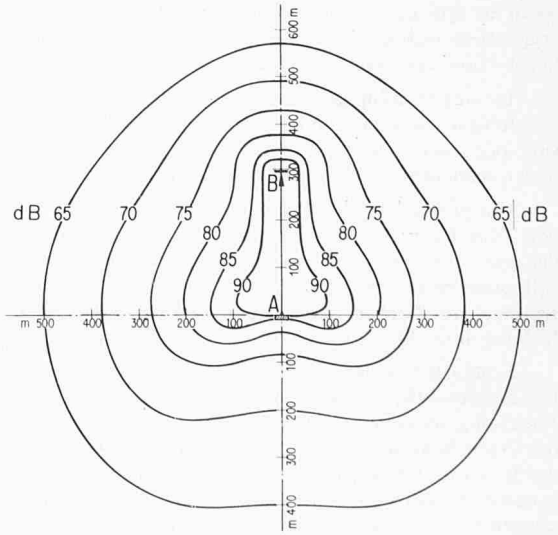


Bild 4. Schallfeld in der Umgebung eines Schützenhauses A und des zugehörigen Scheibenstandes B, erzeugt durch einen Sturmgewehrschuss, berechnet für ebenes, grasbewachsenes Gelände ohne Hindernisse