

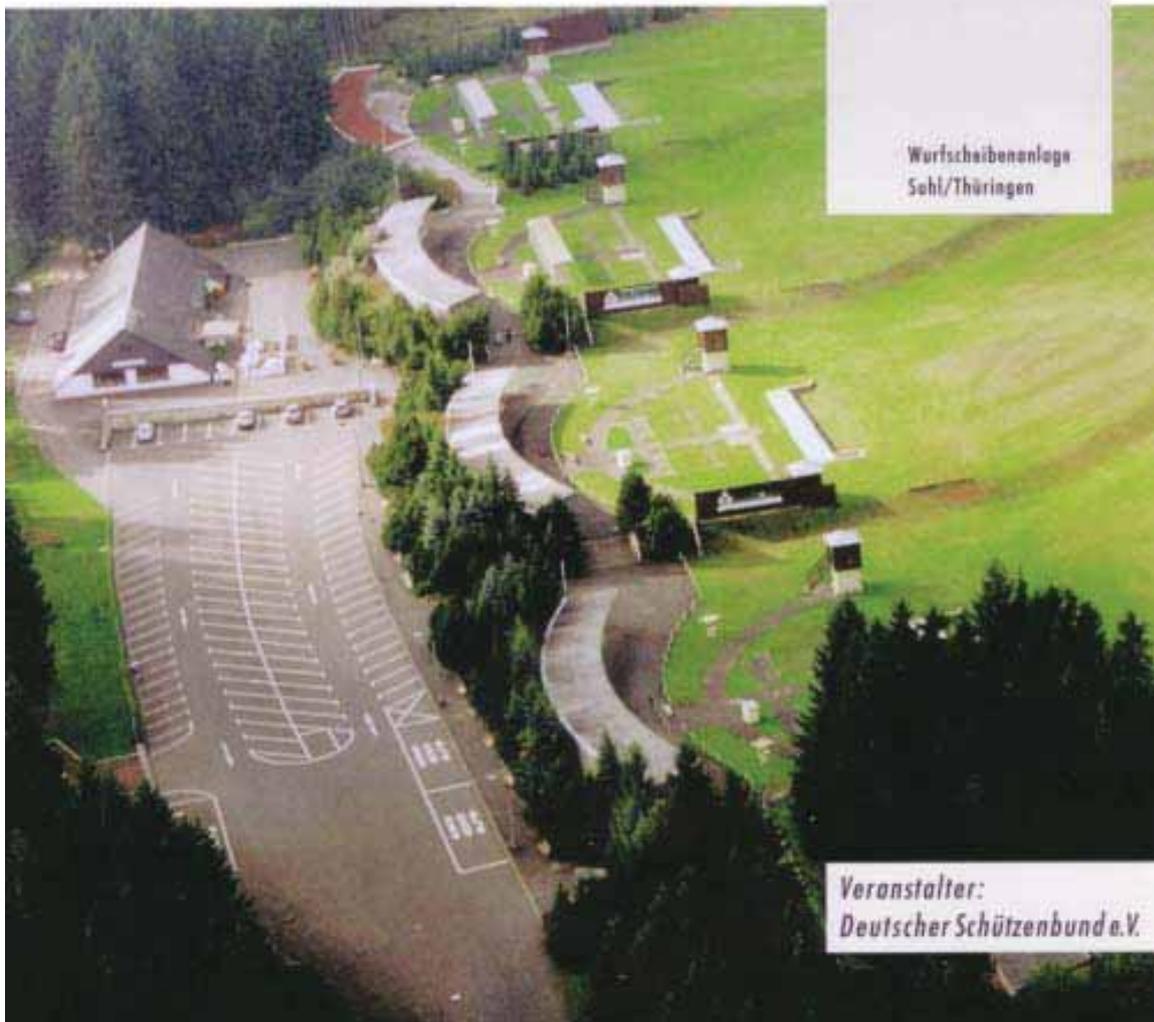
# Info-Bericht zum Kongress

Sportschießstände und Umwelt

Ulm, 29. April 2000



Wurtscheibenanlage  
Suhl/Thüringen



Veranstalter:  
Deutscher Schützenbund e.V.

**Kontaktadresse**

Deutscher Schützenbund  
Lahnstraße 120, 65195 Wiesbaden. Tel. 0611/46807-0

**Fach-Experte**

Dieter Stiefel,  
Bundesreferent für  
Schießstände/Schießstandsachverständige des DSB

**Grafische Gestaltung**

wgb-design Manfred Chladek, Wiesbaden

**Druck**

Wiesbadener Graphische Betriebe GmbH, Wiesbaden

© Copyright Deutscher Schützenbund, Wiesbaden  
Veröffentlichungen, auch auszugsweise nur nach

Abstimmung mit dem Deutschen Schützenbund e.V.,  
Wiesbaden



## Deutscher Schützentag 2000

Ulm, 27.-30. 4.2000

### Kongress „Sportschießstände und Umwelt“

29. April 2000, Messehallen

<b>Zeitplan:</b>	ca. 13.00 Uhr Beginn ca. 16.00 Uhr Zusammenfassung der Ergebnisse und Abschlussbesprechung ca. 17.00 Uhr Ende der Veranstaltung	
<b>Grußwort</b>	<i>Zum Grundverständnis</i> Josef Ambacher, Präsident	3
<b>Thema I:</b>	<b>„Bodenbelastung bei Sportschießständen“</b>	
<b>Referat 1:</b>	<i>„Bundesbodenschutzgesetz und seine Auswirkungen auf Sportschießstände“</i> Referent: Joachim Streitberger	5
<b>Referat 2:</b>	<i>„Lösungsmöglichkeiten für Schrotschießstände“</i> Referent: Dipl.-Ing. Jürgen Hermann Voss	21
<b>Referat 3:</b>	<i>„Lösungsmöglichkeiten bei Schießständen für Einzelgeschosse“</i> Referent: Dipl.-HTL-Ing. Dieter Stiefel	35
<b>Thema II:</b>	<b>„Schießgeräuschemissionen bei offenen Sportschießständen“</b>	
<b>Referat 1:</b>	<i>„Schießgeräuschemissionen bei Schießständen“</i> Referent: Dr.-Ing. U. J. Kurze	53
<b>Referat 2:</b>	<i>„Lösungsmöglichkeiten zur Minimierung von Schießgeräuschemissionen bei offenen Schießständen“</i> Referent: Dipl.-Ing. Jean Marc Wunderli	65
<b>Thema III:</b>	<b>„Be- und Entlüftung von geschlossenen Schießständen“</b>	
<b>Referat 1:</b>	<i>„Belastungen durch Schussschwaden in geschlossenen Schießständen“</i> Referent: Dr. Gerhard Holl	79
<b>Referat 2:</b>	<i>„Lösungsmöglichkeiten der Be- und Entlüftung für Schießstand“</i> Referent: Günter Mirbach	95
<b>Weitere Informations-Quellen</b>		111

## Zum Grundverständnis



**Josef Ambacher**  
Präsident

Der Deutsche Schützenbund führt nach 1998 zum zweiten Mal einen Kongress innerhalb seines jährlichen Delegiertentages durch.

„Sportschießstände und Umwelt“ heißt das Motto des Kongressteils. Damit stellt sich der DSB den steigenden Anforderungen, die die Umwelt an unseren Sport stellt. Die Themen Bodenbelastung durch Blei, Schießgeräuschemissionen und Be- und Entlüftung von Schießständen sprechen die möglichen Probleme, die durch das Sportschießen entstehen können, an. Kompetente Referenten werden versuchen, Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Das vorliegende Heft soll Ihnen ein Hilfsmittel und Führer durch diesen Kongress sein, zumal es den aktuellen Stand der Technik wiedergibt.

## **Thema I**

### **Bodenbelastung bei Sportschießständen**



**Joachim Streitberger**  
Bundesverband Schießstätten e.V.  
Landvogtei 5, 79312 Emmendingen  
Telefon: 07641/9292-19

### **Referat 1**

#### **Bundes-Bodenschutzgesetz und seine Auswirkungen auf Sportschießstände**

Das Bundesbodenschutzgesetz wirkt zukünftig auf die Sportschießstände ein. Der Bericht „Bodenbelastung auf Schießplätzen“ einer von der Amtschefkonferenz der Umweltministerien der Länder eingesetzten Arbeitsgruppe setzt sich eingehend mit dieser Problematik auseinander. Zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben müssen sich auch die Betreiber intensiv mit technischen Lösungsmöglichkeiten auseinander setzen.

Schießstände, oder militärisch „Schießplätze“, sind seit jeher im Blickfeld der Umweltbehörden. Ständig zunehmende Bebauung des Außenbereichs, die immer stärkere Erschließung verbunden mit der intensiven Freizeitznutzung der freien Landschaft machten schon in den letzten Jahrzehnten die Problematik des Lärms für viele Schießstätten zur Existenzfrage.

Es ist daher kein Zufall, dass die Outdoor-Schießanlagen seit dem Inkrafttreten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Mitte der siebziger Jahre zu den nach diesem Gesetz genehmigungspflichtigen Anlagen gehören.

Zu diesem nach wie vor drängenden Problem ist nun ein weiteres Schutzgut in den Blickpunkt der Umweltbehörden gerückt, der Boden. Die Normierung dieses Schutzes im Bodenschutzgesetz des Bundes wird langfristig gravierende Auswirkungen auf die Schießstätten haben, insbesondere auf die Wurfscheibenanlagen, mit denen sich dieser Vortrag vor allem befasst.

## **1. Das Bodenschutzgesetz des Bundes (Entstehung und Auswirkungen auf Schießstätten)**

Nach langem politischen Ringen, auch um die Frage der Gesetzgebungskompetenz, trat - nach einem Jahr Vorlaufzeit - am 01.03.1999 das Bundes-Bodenschutzgesetz, genauer das „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten“ in Kraft. Im Juli 1999 wurde das so genannte untergesetzliche Regelwerk zum Gesetz, die „Bodenschutz- und Altlastenverordnung“, erlassen, die auf 140 Seiten (inkl. Begründung) die neue Begriffswelt des Bundes-Bodenschutzgesetzes und die gesetzlichen Regelungen erläutert.

Das Bodenschutzgesetz des Bundes hat sich den nachhaltigen Schutz und die Erhaltung bzw. die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Bodens zum Ziel gesetzt. Boden im Sinne des Gesetzes ist die oberste (durchwurzelte) Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger natürlicher Funktionen des Bodens ist, z. B. als Lebensgrundlage und -raum für Menschen, Tiere und Pflanzen sowie Bodenorganismen.

Schädliche Veränderungen dieser Funktionalität sollen verhindert, beziehungsweise wieder beseitigt werden.

Das Gesetz normiert dementsprechend Handlungspflichten sowohl für die Zukunft (Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen) als auch für die Vergangenheit (Beseitigung bestehender Belastungen), zusammen mit weitreichenden neuen Haftungsvorschriften, die den bisherigen Rahmen der Verantwortlichkeit sowohl für den Grundstückseigentümer als auch für den Nutzer des Grundstückes (Pächter, Erbbauberechtigter) massiv ausweiten.

Generell gilt mit dem Inkrafttreten des Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) die ständige Verpflichtung aller Bürger, schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden.

§ 4 BBodSchG bestimmt:

*Abs. 1 Jeder der auf den Boden einwirkt, hat sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden."*

*Abs. 2 „Der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sind verpflichtet, Maßnahmen zur Abwehr der von ihrem Grundstück drohenden schädlichen Bodenveränderung zu ergreifen."*

Neben diesen Verpflichtungen zur Gefahrenabwehr normiert das Bodenschutzgesetz, wie eingangs erwähnt, zusätzlich eine Verpflichtung des Verantwortlichen zur Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen.

§ 7 S. 1 und 2. BBodSchG

*„Der Grundstückseigentümer, der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück und derjenige, der Verrichtungen auf einem Grundstück durchführt oder durchführen lässt, die zu Veränderungen der Bodenbeschaffenheit führen können, sind verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen, die durch ihre Nutzung auf dem Grundstück oder in dessen Einwirkungsbereich hervorgerufen werden können. Vorsorgemaßnahmen sind geboten, wenn wegen der räumlichen, langfristigen oder komplexen*

*Auswirkungen einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht."*

Das Vorsorgeprinzip ist eine der tragenden Säulen des modernen Umweltschutzes und wurde erstmals 1974 in § 5 Abs. 1 des Bundes-Immissionschutzgesetzes (BImSchG) als eine Grundpflicht des Betreibers einer immissionsrechtlichen Anlage verankert. Es ist ein Prinzip, das sich in vielen Ausformungen nicht nur in gesetzlichen Vorschriften, sondern auch im gedanklichen Ansatz der Umweltschutzbehörden wiederfindet und nicht zuletzt die Frage des Umgangs mit den Schießstätten massiv beeinflusst.

Einfach gesagt, bedeutet dieses Prinzip, dass immer, wenn im Verhalten eines Bürgers auch nur mögliche Gefahren und Risiken für die Umwelt liegen (auch diese zu minimieren, ist die Verwaltung aufgerufen), die Beweislast für die Ungefährlichkeit des konkreten Handelns beim Bürger liegt.

Was heißt das? Wer Blei als Schrotvorlage verwenden möchte, kann nicht damit argumentieren, dass die Gefährlichkeit oder Schädlichkeit des Bleis im Boden (für die natürlichen Bodenfunktionen oder für andere Umweltschutzgüter) nicht bewiesen ist. Darauf kommt es faktisch unter der Geltung des Vorsorge- oder Besorgnisgrundsatzes nicht an. Solange die Ungefährlichkeit des Bleis in der konkreten Verwendungsform nicht erwiesen ist, wird die Verwaltung immer danach trachten, das - auch nur potentielle - Risiko der Verwendung des Bleis durch Ausweichen auf einen Ersatzstoff auszuschließen.

Das Vorsorgeprinzip ist daher Grund, dass die Schießstätten der permanenten Forderung der Umweltbehörden ausgesetzt sind, auf Ersatzstoffe für Blei umzustellen.

Neben den Handlungsanforderungen für die Zukunft sind die bestehenden Bodenbelastungen mit in der Vergangenheit ausgebrachten Stoffen ein zweites gravierendes Problem.

Für die bestehenden Belastungen auf betriebenen Anlagen gilt die Bestimmung des § 4 Abs. 3 BBodSchG, die den Programmsatz für den Umgang mit Altlasten darstellt:

*„Der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast sowie dessen Gesamtrechtsnachfolger, der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sind verpflichtet, den Boden und Altlasten sowie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachte Verunreinigungen von Gewässern so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen“.*

Allerdings wird diese uneingeschränkte Haftung relativiert durch die Regelung des § 4 Abs. 5 BBodSchG:

*„Sind schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten nach dem 01.03.1999 eingetreten, sind Schadstoffe zu beseitigen, soweit dies im Hinblick auf die Vorbelastung des Bodens verhältnismäßig ist.“*

Für die auf die Beseitigung bestehender Belastungen gerichteten Auflagen gilt also die Einschränkung, dass die geforderten Maßnahmen nach den allgemeinen Grundsätzen der Verhältnismäßigkeit

- erforderlich
- geeignet und
- proportional (Verhältnis von Aufwand und Erfolg)

sein müssen. Es wird wesentliche Aufgabe der Verbände in den nächsten Jahren sein, auf einen sinnvollen Umgang mit dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz hinzuwirken.

Die in § 4 Abs. 3 BBodSchG mit dem allgemeinen Begriff „Sanierung“ umschriebene Verpflichtung des Schießstandbetreibers, vorhandene stoffliche Belastungen „unschädlich“ zu machen, hatte nach einem ersten Sanierungsfall eines Wurfscheibenstandes in Bayern zu massiven Befürchtungen der Betreiber von Schießstätten Anlass gegeben. Grund hierfür war eine - bereits vor dem Inkrafttreten des BBodSchG - auf der Rechtsgrundlage des Wasserhaushaltsgesetzes angeordnete Sanierung eines Schießstandes, die mehrere Millionen DM an Kosten verursachte.

In diesem Punkt hat das Bundes-Bodenschutzgesetz jedoch eine erfreuliche Klarstellung gebracht: Sanierung im Sinne des Bodenschutzgesetzes ist nicht nur der „Abtransport der Belastungen auf eine Deponie“, also eine Wiederherstellung des früheren Zustandes unter gleichzeitiger Verlagerung des „Problems“.

„Sanierung“ im Sinne des Bodenschutzgesetzes ermöglicht den Behörden vielmehr ein mehrfach abgestuftes Vorgehen, was gerade im Blick auf den Verhältnismäßigkeitsgrundsatz von erheblicher Bedeutung sein wird:

- kontrolliertes Liegenlassen des Grundstücks
  - also regelmäßige Überwachung des (Mobilitäts-) Verhaltens der Schadstoffe, Entwicklung der schädlichen Bodenveränderung
- Sicherung/Immobilisierung
  - also Bindung der Schadstoffe in einer Art und Weise, die schädliche Auswirkungen ausschließt
- Sanierung durch Dekontamination
 

Auch hier ist nicht nur die einfache Deponierung der Schadstoffe vorgesehen, innerhalb des Begriffes „Sanierung“ ist ein ganzer Strauß von Maßnahmen denkbar.

Insgesamt ist nicht zu verkennen, dass das Bodenschutzgesetz mehrere Verbesserungen bewirkte:

- Das Nebeneinander der verschiedensten „Leitfäden“ und „Vorschriften“ ist beendet. In Deutschland wurden vor der Geltung des Bodenschutzgesetzes über 35 verschiedene „Leitfäden“ zur Beurteilung von schädlichen Bodenveränderungen herangezogen, dass in einem Bundesland ein Sanierungsfall sein konnte, was in einem anderen Bundesland die Behörde noch nicht einmal zum Einschreiten im Sinne einer Überprüfung veranlasste.
- Eine ganz wesentliche Chance für die Schießstandbetreiber ist die Möglichkeit des „Sanierungsplans“, § 13 BBodSchG, in dem der Betroffene selbst die Möglichkeiten und Maßnahmen aufzeigen und vorschlagen kann, natürlich mit der Unterstützung eines Sachverständigen. Diese Möglichkeit wird vielen Schießstandbetreibern die Chance eröffnen, nicht nur die Ziele des Bodenschutzes im Zuge von notwendigen Veränderungen des Schießstandes (verträglich) umzusetzen, sondern gleichzeitig auch die notwendigen anderen

Schwachstellen des Schießstandes in den Griff zu bekommen, wenn sie (interner) Gegenstand des Sanierungsplans werden.

Eine grundlegende Erschwernis haben die Regeln der Verantwortlichkeit (Haftung) des Bundes-Bodenschutzgesetz gebracht, die die so genannte „ewige Zustandsstörerhaftung“ einführen und damit alte Rechtsgrundsätze, wonach mit Aufgabe des Eigentums die Haftung endete, ungültig machten.

Auf diese neue Haftungssituation hat der Bundesverband Schießstätten immer wieder hingewiesen, mit der Aufforderung, der (kommenden) gesetzlichen Regelung Rechnung zu tragen. Ein Jahr hatte der Gesetzgeber dafür eingeräumt, nämlich von der Verkündung des Gesetzes im Februar 1998 bis zum In-Kraft-Treten am 1.3.1999. Ab diesem „Stichtag“ gelten nun endgültig die Haftungsregeln des § 4 Abs. 6 BBodSchG:

*Der frühere Eigentümer eines Grundstückes ist zur Sanierung verpflichtet, wenn er sein Eigentum nach dem In-Kraft-Treten nach Artikel 4 Satz 2 des Gesetzes zum Schutz des Bodens übertragen hat und die schädliche Bodenveränderung oder Altlast hierbei kannte oder kennen musste.*

Zusammen mit der eingangs erwähnten Verantwortlichkeit des Inhabers der tatsächlichen Gewalt und des Verursachers (§ 4 Abs. 3 BBodSchG) bedeutet das eine erhebliche Ausweitung der Haftung. Das Gesetz weitet diese Haftung sogar als so genannte Durchgriffshaftung unmittelbar auf die Personen aus, die „aus handels- oder gesellschaftsrechtlichem Rechtsgrund für eine juristische Person“ einzustehen haben (diese Durchgriffshaftung gilt nicht - um Fragen insoweit vorwegzunehmen - für Vorstände von Sportvereinen).

## **2. Andere (Umwelt-) Gesetze**

Es wäre völlig falsch, den Eindruck zu gewinnen, als sei das „Recht des Schießbetriebes“ nun in einem einzigen Gesetz geregelt. Im Gefüge der (umweltrechtlichen) Vorschriften müssen Schießstandbetreiber eine Vielzahl von gesetzlichen Vorschriften beachten, die sich häufig überlagern.

Es ist im Rahmen dieses Vortrages nicht möglich, auf alle Vorschriften einzugehen, deshalb nur ein Überblick:

### **Bundes-Immissionsschutzgesetz primär Lärmschutz**

Nach dem Konzentrationsprinzip ist die immissionsrechtliche Genehmigung der Anlage der Schlüssel für alle genehmigungsrechtlichen Fragestellungen. Die immissionsrechtliche Genehmigung umfasst alle anderen Genehmigungen mit Ausnahme wasserrechtlicher und eventueller abfallrechtlicher Genehmigungen.

Eine Tatsache, die auch häufig von den Behörden nicht beachtet wird, so ist z. B. eine gesonderte baurechtliche Genehmigung neben der immissionsrechtlichen Genehmigung nicht erforderlich.

### **Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz**

Dieses Gesetz verpflichtet jeden Betreiber zur regelmäßigen Entsorgung der Abfälle entweder zur Wiederverwertung oder zur Beseitigung.

### **Wasserhaushaltsgesetz/Landeswassergesetze**

Schutz der oberirdischen Gewässer und des Grundwassers

Und natürlich bekanntermaßen das

### **Waffengesetz**

zu den Fragen der Sicherheit, Aufsicht.

## **3. Der Bericht der Amtschefkonferenz der Umweltminister und die erste Phase der Umsetzung (Beprobung der Anlagen)**

Welchen Stellenwert die Umweltbehörden der Problematik des Bodenschutzes auf Schießplätzen beimessen, lässt sich an der Tatsache ablesen, dass die Amtschefkonferenz der Umweltministerien der Länder eine eigene Arbeitsgruppe einsetzte, die sich in den Jahren 1997 und 1998 speziell mit der Problematik des Wurfscheibenschießens befasste. Das Wurfscheibenschießen wirft aufgrund der großflächigen Ausbringung der Schadstoffe die größten Probleme auf.

Der von der Arbeitsgruppe erstellte Bericht „Bodenbelastungen auf Schießplätzen“ wurde im November 1998 von der Umweltministerkonferenz angenommen und als „Material für Verwaltungsmaßnahmen“ an die Behörden weitergegeben.

Dieser Bericht mit insgesamt 116 Seiten ist sowohl für die Frage des Umgangs mit bestehenden Belastungen als auch für die Frage der Genehmigung zukünftiger Anlagen die Handlungsgrundlage für alle Genehmigungsbehörden.

Glücklicherweise ist es den beteiligten Verbänden bei der Erstellung des Berichts gelungen, einige ganz wesentliche Aspekte zugunsten des Schießsports einzubringen, gerade in der Frage der Beprobung und Bewertung von Schießstätten und in der Frage, welche Möglichkeiten der Anpassung des Schießbetriebs an das Bodenschutzgesetz bestehen.

Dass mit diesem Bericht bundesweit nun bisher unbeachtete Probleme vieler Schießstätten für die Behörden offenkundig werden, möge ein Zitat belegen. Unter Ziffer 6 des Berichts, Kapitel „Sanierung bestehender und stillgelegter Schießstätten“ ist mit lapidarer Kürze angeordnet:

*„Schießstände, bei deren Betrieb Schrote oder Wurfscheibenbruchstücke in Flächen außerhalb des Betriebsgrundstückes eingetragen werden, müssen wegen Sicherheitsmängeln geschlossen werden.“*

Überprüfungen des Bundesverbandes Schießstätten haben ergeben, dass sich, regional unterschiedlich, ein erheblicher Anteil der Schießstätten mit dieser Anforderung an die Gestaltung des Schießstandes auseinander setzen müssen.

Unmittelbare Folge dieses Berichtes bzw. seiner behördlichen Umsetzung wird die Beprobung der Wurfscheibenanlagen in ganz Deutschland sein. Grundlage jedes Handelns der Behörden in der Umsetzung des Bodenschutzgesetzes ist stets eine Beprobung der Schießstätten, um im Einzelfall festzustellen, ob eine schädliche Bodenveränderung vorliegt und ob und welche Maßnahmen zur Beseitigung schädlicher Bodenveränderungen auf dem konkreten Schießstand ergriffen werden müssen.

Da die Beprobungen nicht gleichzeitig flächendeckend erfolgen können, werden die Schießstätten nach so genannten Prioritätslisten erfasst, in denen geprüft wird, wie lange eine Anlage in Betrieb ist, wie viel geschossen wird und ob besonders schützenswerte Situationen (landwirtschaftliche Rächen, Oberflächengewässer o. ä.) betroffen sind.

Die Durchführung der Beprobung und die Begleitung der behördlichen Maßnahmen ist die kommende Herausforderung für die Verbände. Ziel muss es sein, diese Maßnahmen nicht isoliert - jeder Betreiber für sich - sondern landesweit koordiniert von den Vertretungen der Betroffenen durchführen zu lassen. Diese Vorgehensweise dient dazu, Einzelfallentscheidungen zu vermeiden und gleichzeitig Erkenntnisse über die Situation der Schießstätten zu gewinnen, die für eine landesweite Schießstandpolitik unverzichtbar sein werden.

Eine eigene Schießstandpolitik der Verbände, die gewährleisten soll, die begrenzten Fördermittel sinnvoll einzusetzen, eine geeignete räumliche Verteilung der Anlagen zu gewährleisten, wird unumgänglich sein.

#### **4. Die Umsetzung der Beprobungsergebnisse (Anpassung an das Bodenschutzgesetz)**

Die weiteren Herausforderungen nach der Beprobungsphase liegen sowohl in der Frage des Umgehens mit den vorhandenen Belastungen als auch in der Frage, welchen Anforderungen Schießstätten in Zukunft genügen müssen.

Diese Frage stellt sich an die Schießstätten nicht einheitlich, sondern dreifach unterschiedlich:

1. **Neu-Anlagen:** Schießstätten, die erst jetzt unter der Geltung des Bodenschutzgesetzes in Betrieb gehen, die also neu errichtet werden sollen: Diese Schießstätten haben „nur“ die Frage zu beantworten, wie in Zukunft die Entstehung schädlicher Bodenveränderungen vermieden werden kann. Regelmäßig wird dies dadurch geschehen, dass die Schrote (unabhängig welches Material verwendet wird) wieder aufgenommen werden müssen.
2. **Bestehende Anlagen, die fortgesetzt werden sollen:** Diese Anlagen haben sich - je nach Belastung und Umfeld - der doppelten Aufgabe zu stellen, einerseits zukünftige schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden, andererseits gegebenenfalls vorhandene schädliche Bodenveränderungen zu beseitigen. Die Chance dieser Anlagen liegt darin, dass sich durch die Fortsetzung des Schießbetriebes kostengünstige Möglichkeiten der Beseitigung der vorhandenen Belastungen ergeben - Einbau in Wallanlagen - die der dritten Kategorie der Anlagen nicht ohne weiteres zur Verfügung stehen.

3. **Bestehende Anlagen, die aufgegeben werden sollen**, da sich der Schießbetrieb unter den absehbaren Auflagen nicht lohnt oder Anforderungen des Bodenschutzgesetzes nicht erfüllt werden können. Diese Anlagen müssen sich mit dem Gebot des Bodenschutzgesetzes auseinandersetzen, schädliche Bodenveränderungen, so sie denn tatsächlich vorliegen, zu „sanieren“.

Konkret wird sich die Aufgabe für die Schießstätten der Kategorie eins und zwei wie folgt darstellen: (Handlungsanforderungen des Bodenschutzgesetzes und Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz):

1. Zukünftig beim Schießen anfallende Stoffe - unabhängig welcher Art - müssen wieder aufgenommen werden. Dies gilt - so auch eine Äußerung des Umweltministeriums Baden-Württemberg - gleichfalls für Weicheisenschrot oder andere alternative Schrotmaterialien. Eine Umstellung von Blei würde insoweit keinerlei Verbesserung bedeuten, sondern neue und schwere Probleme (kürzere Recycling-Intervalle, Rostverfärbung des Bodens) hervorrufen. Generell gilt: Die zukünftige Entstehung schädlicher Bodenveränderungen muss vermieden werden.
2. Anlagen müssen arrondiert sein (kein Material darf das Standgelände verlassen). Diese Forderung ergibt sich nicht direkt aus dem Wortlaut des Gesetzes, ist aber, wie oben dargestellt, sowohl dem UMK-Bericht zu entnehmen als auch logische Folge des allgemein wachsenden „Bodenbewusstseins“. Kein Eigentümer wird dulden, dass sein Grundstück durch einen Schießstand Belastungen ausgesetzt wird, die im Extremfall sogar seine persönliche Haftung für die Beseitigung der Belastung bedeuten können.

Für die Anlagen der zweiten und dritten Kategorie ergibt sich folgende zusätzliche Aufgabe (wenn die entsprechenden Prüfwerte überschritten sind und eine schädliche Bodenveränderung vorliegt):

Entstandene schädliche Bodenveränderungen müssen saniert werden!

Nochmals: die Sanierung im Sinne des Bodenschutzgesetzes heißt nicht zwingend, dass die vorhandenen Belastungen auf eine Deponie verbracht werden müssen.

Ganz wesentlich ist an dieser Stelle eine Feststellung:

Anlagen, die nach der Beprobung feststellen, dass noch keine schädliche Bodenveränderung vorliegt, die aber weiterschließen wollen, werden dies in aller Regel nicht ohne Veränderung der Schießstätte tun können (die zukünftige Wiederaufnahme des Schrotes wird gefordert werden). Das so genannte „Verschlechterungsverbot“ des Umweltrechts steht einem einfachen Weiterbetrieb ebenso entgegen wie die Verpflichtung, zukünftige schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden.

## 5. Antworten, die die Betroffenen und ihre Verbände selbst geben müssen

Mit der Erfüllung der oben dargestellten gesetzlichen Vorgaben endet das Interesse der Bodenschutzbehörden.

Deren Aufgabenstellung ist weder auf Erhalt des Schießbetriebes, noch auf die Erarbeitung von - für die Schießstandbetreiber - gangbaren, beziehungsweise bezahlbaren Lösungen gerichtet. Als die Anforderungen des Bodenschutzgesetzes erkennbar wurden, war es klar, dass es die Aufgabenstellung der Betroffenen selbst, bzw. ihrer Verbände, sein würde, die Ziele des Schießsports mit den gesetzlichen Anforderungen in Einklang zu bringen:

Die Ziele des Schießsports sind naturgemäß vielfältig:

- Schießstätten (Infrastruktur der Schießstätten) so weit als möglich zu erhalten
- Blei als Schrotvorlage zu erhalten, sowohl weil es nach den internationalen Regeln des Sportschießens vorgeschrieben ist als auch weil es derzeit keine sinnvolle Alternative gibt. Tatsächlich ist die Munitionsindustrie auf absehbare Zeit nicht in der Lage, den Bedarf an Munition mit alternativen Schrotvorlagen zu decken. Die Entscheidung für Blei als Schrotvorlage führt - wie eingangs dargestellt - zu einem Konflikt mit den Umweltschutzbehörden, die sich schon aus Gründen des Vorsorgeprinzips gegen potentielle Risiken aussprechen. Dennoch gibt es, wenn der generellen Forderung, alle auf dem Schießstand anfallenden Stoffe regelmäßig aufzusammeln und wiederzuverwerten oder zu beseitigen Genüge getan wird, auch keinen Grund, die Verwendung von Blei aufzugeben.
- Die Anpassung an das Bodenschutzgesetz darf keine wesentliche Verteuerung des Wurfscheibenschießens verursachen. Hierbei muss klar sein: Zum Nulltarif sind die Maßnahmen nicht durchzuführen, regelmäßig aber verträglich!
- Es gilt, „echte“ Sanierungsaufgaben - bei Aufgabe der Schießstätten - so weit als möglich zu vermeiden, da klassische Sanierungen in der Fläche unbezahlbar sind!
- Ganz wichtig ist der Aspekt, den vor uns liegenden Anpassungsprozess zu nutzen, die Schießstätten insgesamt auf langfristig vernünftige Grundlagen zu stellen. Die Problemkreise Arrondierung, Lärm, planungsrechtliches Umfeld, Förderungssicherheit wurden ja schon genannt. Es kann nicht ausreichen, bei den kommenden Maßnahmen nur einen Aspekt - Lärm, Bodenschutz, Sicherheit - herauszugreifen. Oft genug widersprechen sich Lösungsansätze und verbauen andere Lösungen.

Um beiden Anforderungen, denen der Bodenschutzbehörden und den eigenen Zielen der Betreiber gerecht werden zu können, muss folgendes auf jedem Stand geprüft und umgesetzt werden:

- Beprobung und Bewertung von Schießstätten „verträglich“ und bezahlbar gestalten. Diese Vorarbeiten sind vom Bundesverband Schießstätten geleistet worden und realisierbar.
- Wer Sanierungen so weit als möglich vermeiden will, muss sich um die Frage kümmern: Liegt überhaupt eine schädliche Bodenveränderung vor?
- Ein Punkt, der im konkreten Fall vor Ort eine bedeutende Rolle spielt: Ist es überhaupt richtig, alte Bleiansammlungen zu entfernen oder wird dadurch nicht die Umweltsituation erst recht verschlechtert?

- Eine Frage, die es derzeit speziell für nicht fortzusetzende Schießstätten zu klären gilt: Wo liegt der sogenannte Bagatell-Level, dessen Überschreitung die Umweltbehörde überhaupt erst konkret zum Handeln zwingt?
- Möglichkeiten für die Wiederaufnahme des Bleis entwickeln, und zwar so kostengünstig, dass es aus dem laufenden Betrieb bezahlbar ist! Dieser Punkt ist noch „in der Pflicht“; es gibt Ansätze und Vorstellungen, die aber in Deutschland noch nicht realisiert sind. Tatsache ist, dass eine Technologie des Wiederaufnehmens des Schrotes existiert und Recycling „machbar“ ist.
- Bei Altanlagen, die fortgesetzt werden sollen, muss es gleichzeitig heißen, notwendige bauliche Veränderungen als bezahlbare Grundlage für die Sanierung zu nutzen.

Diese Antworten können nicht generell, sondern nur im Einzelfall gegeben werden!

Einerseits, weil nur vor Ort die Möglichkeiten zur Kostenminimierung ermittelt werden können, andererseits, weil die Problemstellung und die Möglichkeiten in jedem Falle anders gelagert sind und jede Typisierung nur erhebliche Mehrkosten verursachen würde.

Die Erarbeitung der Antworten erfordert viel spezielles Sachwissen und Erfahrung und entscheidet in aller Regel, ob überhaupt ein gangbarer Weg gefunden werden kann. Deshalb hat sich der Bundesverband Schießstätten zum Ziel gesetzt, diese Antworten - im Lager der Betreiber stehend und gleichzeitig von den Behörden akzeptiert - zu erarbeiten.

Unabhängig vom Einzelfall benötigen die Schießstätten zu aller erst ein schlüssiges generelles Konzept, das nachweislich funktioniert, um aufzeigen zu können, dass es überhaupt möglich ist, Wurfscheibenstände unter dem Bodenschutzgesetz betreiben zu können.

Ein derartiges Konzept, nicht das einzige, aber dasjenige, das der BVS nach jahrelangen Studien und vielfältigen Versuchen unter mehreren theoretisch denkbaren Modellen favorisiert, ist die sogenannte Wall-Lösung, auf die im nächsten Vortrag eingegangen wird.

Was bleibt - und hier sind die Schießstätten und die Verbände in der klaren Pflicht, kurzfristig auch für diesen Punkt eine „machbare“ Lösung zu präsentieren - ist die Frage nach der Wiederaufnahme des vorhandenen Schrotes - wohlgemerkt nicht nur des Bleischrotes, sondern jedes Schrotes, das auf den Anlagen verschossen wird.

Auch für diese Fragestellung gibt es eine praktikable Lösung, die für viele Anlagen - nicht für alle – die machbare Lösung darstellt: Der BVS bemüht sich seit Jahren um die Beschaffung einer in England entwickelten Maschine, die eine gangbare Lösung für die Wiederaufnahme des verschossenen Bleischrotes darstellt (bei Weicheisen dürfte sie aufgrund des schnellen Verrostens der Schrote nicht einsetzbar sein).

Um den Argumenten zuvor zu kommen: Es wird keine Maschine für alle Stände geben, zu verschieden sind die Anforderungen und auch die Möglichkeiten.

Klar ist aber, dass wir eine einsetzbare Lösung brauchen, und da ist die von uns genau deshalb favorisierte Lösung die „englische Maschine“, weil sie die weltweit breiteste Einsatzpalette aufweist. Auch hier gilt, dass wir über die Technologie im Prinzip verfügen müssen, um überhaupt glaubhaft weiter machen zu können.

Mittlerweile interessieren sich sogar die amerikanischen Verbände für diese Maschine, obwohl sie bereits ein eingespieltes Recycling haben.

Nicht vergessen werden darf, dass bei allen Maßnahmen weiteres zu bedenken ist: Die Frage der Arrondierung der Schießstätten, die notwendige Klärung der Investitionssicherheit (Pachtdauer?), die Lärmsituation, die Probleme der Planungssicherheit. Probleme, die alle gelöst werden müssen, wenn wir das Ziel, die Schießstätten langfristig auf eine vernünftige Basis zu stellen, erreichen wollen. Jeder, der sich jetzt um die Schießstätten bemüht, muss alle diese Ziele bei allen Maßnahmen im Auge behalten.

Weil das so ist - weil es nicht nur um den einen Aspekt der Erfüllung der Verpflichtungen des Bodenschutzgesetzes gehen kann, sondern auch um die vollständige Erreichung der eigenen Ziele - wurde vom Deutschen Schützenbund zusammen mit dem Deutschen Jagdschutz-Verband und dem Verband der Hersteller von Jagd-, Sportwaffen und -munition der BVS gegründet. Er versteht sich als Partner der Betreiber und will - ganz im Lichte der Gesamtproblematik - in Ergänzung des Angebots der Schießstandsachverständigen des DSB beitragen, die oben dargestellten eigenen Ziele insgesamt zu erreichen, nicht nur gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen.

# **Thema I**

## **Bodenbelastung bei Sportschießständen**



**Dipl.- Ing. J. H. Voss**  
Suderburger Umwelt GmbH  
Im Dorfe 18, 29556 Suderburg  
Telefon: 05826/988418 - Fax: 05826/988422  
e-Mail: [juergen-hermann-voss@fbbwu.fh-lueneburg.de](mailto:juergen-hermann-voss@fbbwu.fh-lueneburg.de)  
Internet: <http://www.fhbwu.fh-lueneburg.de>

## **Referat 2**

### **Lösungsansätze für einen umweltverträglichen Betrieb von Schrotschussanlagen**

Das grundlegende Problem bei Schrotschießständen beruht auf dem großflächigen Eintrag von Bleischrot. Mittels spezieller Wallanlagen kann eine Schrotrückhaltung realisiert werden. Bestehender Forschungs- und Klärungsbedarf kann nur mit Unterstützung aus Politik und Wirtschaft ermöglicht werden.

#### **1. Einführung**

Der Schießsport und das jagdliche Schießen von mehreren Millionen Sportschützen und Jägern in der Bundesrepublik Deutschland erfordert eine ausreichende Anzahl an Übungsmöglichkeiten. Dem Flintenschießen mit Schrot kommt dabei sowohl im sportlichen als auch im jagdlichen Bereich eine hohe Bedeutung zu. Im sportlichen Wurfscheiben-Schießen werden olympische Disziplinen trainiert, wobei die deutschen Schützen im internationalen Vergleich in der Spitzengruppe rangieren. Für das jagdliche Schießen ist der Schrotschuss auf bestimmte Niederwildarten und Flugwild aus Gründen des Tierschutzes die einzige Möglichkeit der waidgerechten Jagdausübung.

Bedingt durch den Übungszweck des Schrotschusses - schießen auf sich am Boden bewegende und/oder fliegende Ziele - kommt es im Einwirkungsbereich von Schrotschussanlagen auf einer Fläche von bis zu 50.000 m<sup>2</sup> zu Einträgen von verschiedenen Stoffen aus dem Schießbetrieb. Zu nennen sind hier in erster Linie **Blei, Arsen** und **Antimon** als Bestandteile der Schrote sowie die Stoffgruppe der **polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe** (PAK, PAH) aus den Wurfscheiben. Eine geringere Bedeutung wird den unterschiedlichsten Zusätzen zu Zündmitteln und Schrotten wie **Kupfer, Nickel, Zink, Barium** beigemessen.

Die Probleme bei Schrotschussanlagen liegen einerseits in der Gesamtgröße der von Stoffeinträgen betroffenen Fläche, andererseits in der Tatsache, dass ein Großteil dieser Flächen nicht im Besitz der Betreiber sind. Von der insgesamt (geschätzten) betroffenen Fläche von 2.500 ha sind etwa 70 % sog. Fremdflächen. Diese werden in vielen Fällen land- oder forstwirtschaftlich genutzt und befinden sich darüber hinaus teilweise in Schutz- oder/und Vorranggebieten (Wasserschutz, Naturschutz etc.).

Durch In-Kraft-Treten des Bundesbodenschutzgesetzes und der Bodenschutz- und Altlastenverordnung hat das Problem dann 1999 eine andere Dimension angenommen. Während bisher behördliches Handeln unter Anwendung der unterschiedlichsten Kriterien auf Einzelanlagen konzentriert war, wurde auf Beschluss der Umweltministerkonferenz der Länder eine Arbeitsgruppe der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) in Zusammenarbeit mit der Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und dem Länderausschuss für Immissionsschutz (LA!) zur Problematik der „Bodenbelastung auf Schießplätzen“ gegründet, die ihren Bericht Anfang 1999 vorlegte. Seither geraten die Schrotschießplätze noch mehr ins Kreuzfeuer und müssen sich zudem noch mit der veränderten Gesetzeslage im Bodenschutz auseinandersetzen.

## **2. Betreiberpflichten und gesetzliche Grundlagen**

An gesetzlichen Grundlagen für die Errichtung und den Betrieb von Schrotschießständen sind u. a. zu nennen:

das Waffengesetz  
das Bundes-Immissionsschutzgesetz  
das Bundes-Bodenschutzgesetz  
das Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz

in Verbindung mit den „Schießstandrichtlinien“ des Deutschen Schützenbundes sowie den entsprechenden Ländergesetzen und -Verordnungen.

### **2.1 Waffengesetz**

Bereits das Waffengesetz enthält in § 44 eine wesentliche Bestimmung, die dem vorbeugenden Umweltschutz dient:

*Zur Verhütung von schädlichen Unwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie von sonstigen Gefahren, erheblichen Belästigungen für die*

*Bewohner des Grundstücks, die Nachbarschaft oder die Allgemeinheit kann die Erlaubnis für die Errichtung und den Betrieb einer Schießstätte mit Auflagen über die Beschaffenheit, die Abnahme, die Benutzung und die regelmäßige Prüfung verbunden werden. Diese Auflagen können auch nachträglich auferlegt werden.*

Bisher wurde i. d. R. von der Möglichkeit nach § 44 WaffG auch Auflagen im immissionsschutzrechtlichen Sinne zu erteilen, kaum Gebrauch gemacht. Dies wird sich u. U. in Zukunft ändern, da nunmehr auch Bodenbelastungen klar als „sonstige schädliche Umwelteinwirkung“ i. S. des BImSchG definiert sind. Im schlimmsten Fall kann die waffenrechtliche Erlaubnis mit der Begründung, dass immissionsschutzrechtliche Betreiberpflichten nicht erfüllt werden, somit entzogen werden.

## **2.2 Bundes-Immissionsschutzgesetz**

Offene Schießstände sind immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 4 BImSchG in Verbindung mit Nr. 10.18 des Anhangs zur 4. BImSchV. Die wesentlichsten Betreiberpflichten sind im § 5 festgelegt. Nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 sind Schießstände so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden. Nach Abs. 1 Nr. 3 besteht die Verpflichtung zur Abfallvermeidung bzw. zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung und/oder Beseitigung.

In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass die alleinige Deposition von Bleischroten, Wurfscheiben und Zwischenmitteln auf dem Boden selbst keine schädliche Umwelteinwirkung bzw. Immission i. S. von § 3 Abs. 1, Abs. 2 und § 5 Abs. 1 Nr. 1 darstellt. Die insoweit u. U. in Betracht kommende Fallgruppe der in § 3 Abs. 2 genannten „ähnlichen Umwelteinwirkungen“ erfasst diese Rückstände des Schießbetriebs nicht, da es sich nicht um sog. unwägbare Stoffe handelt. Die Rückstände sind allerdings in jedem Falle als Abfall i. S. des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG anzusehen und müssen schadlos verwertet bzw. beseitigt werden.

Kommt es aber durch die Deposition der Rückstände aus dem Schießbetrieb zu einer „sonstigen Gefahr“ i. S. des § 5 Abs. 1 Nr. 1, z. B. zu einer schädlichen Bodenveränderung, so verstößt der Anlagenbetreiber gegen die Bestimmungen des BImSchG und somit gegen seine Betreiberpflichten.

## **2.3 Bundes-Bodenschutzgesetz**

Zweck des Bundes-Bodenschutzgesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind u. a. schädliche Bodenveränderungen abzuwehren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Schädliche Bodenveränderungen im Sinne des BBodSchG sind Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen. Diese gelten, soweit sie durch Immission verursacht werden, als schädliche Umwelteinwirkung i. S. des § 3 Abs. 1 des BImSchG, im Übrigen als sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen i. S. des § 5 Abs. 1 Nr. 1 des BImSchG.

Nach § 4 BBodSchG hat sich jeder, der auf den Boden einwirkt, so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden. Der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sind verpflichtet, Maßnahmen zur Abwehr der von

ihrem Grundstück drohenden schädlichen Bodenveränderung zu ergreifen. Nicht zuletzt sind der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung sowie dessen Gesamtrechtsnachfolger, der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück verpflichtet, schädliche Bodenveränderungen so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.

Insbesondere die Verpflichtung, Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen zu treffen, wird den bisher überwiegend praktizierten „Freiflug“ der Schrote in die Landschaft nicht mehr möglich machen und die Betreiber zu enormen Anstrengungen zwingen, dies zu verhindern.

## **2.4 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz**

Hinsichtlich der beim Schießbetrieb anfallenden Rückstände (Bleischrote, Wurfscheiben, Zwischenmittel) handelt es sich entweder subjektiv oder objektiv um Abfall i. S. des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG i. V. mit § 3 Abs. 1 Satz 1, Abs. 3 Satz 1, Abs. 4 und Abs. 6 des KrW-/AbfG. Eine generelle Vermeidungspflicht scheidet für einen Schießplatz aus, da das Aufkommen von Abfällen in der nutzungstypischen Betriebsweise liegt. Somit besteht die Verpflichtung, diese Abfälle zu bergen und gemeinwohlverträglich zu beseitigen und/oder zu verwerten. Wenn keine Vorkehrungen zur Bergung und Entsorgung der Zwischenmittel, Wurfscheiben und Schrote getroffen sind, kann der Betreiber dieser Verpflichtung nicht nachkommen, was gleichzeitig ein Verstoß gegen die Betreiberpflicht nach § 5 Abs. 3 Nr. 3 des BImSchG beinhaltet.

Fasst man die gesetzlichen Grundlagen für die Betreiberpflichten von Schrotschussanlagen zusammen, so liefert das Bodenschutzgesetz nunmehr das bisher fehlende Bindeglied zwischen Waffenrecht und Immissionsschutz. Insbesondere waren bisher Sanierungsanordnungen bei bestehenden Bodenbelastungen rechtlich nur schwer durchsetzbar, da diese hierfür den Tatbestand der „Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung“ nach dem Ordnungsrecht erfüllen mussten. Mit dem Bodenschutzgesetz steht nunmehr eine Rechtsgrundlage zur Verfügung, die Sanierungsanordnungen auch zur Vorsorge und Abwehr von Gefahren vor Eintritt eines Schadens möglich macht.

## **3. Lösungsansätze**

### **3.1 Schrotrückhaltung in der Fläche**

Bei der Rückhaltung von freifliegenden Schrotten sind verschiedene Rahmenbedingungen zu beachten. Die sportlichen und jagdlichen Schießregeln erfordern eine Mindestflugweite der Wurfscheiben von 65 bis 85 Metern. Innerhalb dieser Strecke, allerdings meist auf den ersten 30 Metern, wird die Wurfscheibe getroffen. Damit haben dann Wurfscheibe und Schrote ihre Funktion erfüllt. Die ballistischen Eigenschaften der kugelrunden Schrote verursachen eine sehr große Breiten- und Tiefenstreuung in der Fläche und gehen so auf einer relativ großen Fläche von bis zu 3,0 ha nieder. Grundsätzlich wäre es möglich, diese Flächen mit Netzen oder Folien abzudecken. Die Anregung, Schrotschießplätze mit Folien abzudecken und die Schrote auf diese Weise aufzufangen, stammt aus Italien. Hierzulande wird sich dieses Verfahren sicherlich nicht durchsetzen können, da der Oberflächenabfluss nur schwer beherrschbar ist.

Die Schrottrückhaltung in der Fläche ist allerdings eine in besonderen Einzelfällen machbare und finanzierbare Lösung für Anlagen, bei denen die Schrote ausfliegen können. Bei räumlich beengten Anlagen, z. B. in aufgelassenen Sandgruben oder Steinbrüchen, kann im Einzelfall aber zumindest der Hauptbelastungsbereich am Gegenhang durch Netze oder wasserdurchlässige Folien geschützt werden.

Eine bereits realisierte Lösung, die eine Oberflächenversiegelung mit Sickerwasserfassung und die Installation von Fangnetzen kombiniert, zeigt Abbildung 1. Das System (auf dem Photo in der Bauphase) besteht aus einer Reihe von Fangnetzen 6,0 x 9,0 m auf einer Gesamtlänge von ca. 500 m für zwei nebeneinander angeordnete Trap- und Skeetanlagen.

Das Vorgelände wurde von 80 bis 130 m in Schussrichtung mit stark kalkhaltigem Abraum eines Steinbruchs über einer Folienabdeckung mit Drainage befestigt. Auf einen halbkreisförmigen Erdwall von 3,0 m Höhe wurden Stahlträger gerammt, an denen die Netze elastisch befestigt sind. Durch den leicht ansteigenden Gegenhang ergibt sich so eine Gesamthöhe der Schrotfanganlage von 17 Metern bezogen auf die Sohle der Schützenstände.

Diese auf die besonderen Gegebenheiten angepasste Konstruktion verhindert das unkontrollierte Ausfliegen und Ausbreiten der Schrotgarben. Nahezu 95 % der Schrote werden so abgefangen und sammeln sich auf der präparierten Fläche. Durch eine Kontrolle des sich in einem abseits gebauten Regenrückhaltebeckens sammelnden abfließenden Niederschlagswassers wird das System überwacht. Bei Erreichen behördlich festgesetzter Grenzwerte für Blei, Arsen und Antimon im Wasser kann das mit Schrotten belastete Material der Oberflächenbefestigung aufgenommen und entsorgt werden. Die Wurfscheibenreste können problemlos geborgen werden und - bei Verwendung schadstoffarmer Produkte - z. B. auch für den Wegebau eingesetzt werden. Durch den technisch geprägten Aufbau der Gesamtanlage sind Konflikte mit dem Bodenschutz so gut wie ausgeschlossen.



**Abb. 1: Kombiniertes Schrotfangsystem aus Fangnetzen und Oberflächenbefestigung**

Unter Berücksichtigung marktüblicher Preise für die Ausführung der Arbeiten und des am Ort zur Verfügung stehenden Abraums wurden für den Bau dieser Anlage DM 500.000,00 kalkuliert. Die Entsorgung des nach einer durch die Schusszahl/Jahr bestimmten Intervalls von etwa 20 Jahren verursacht Kosten in Höhe von ca. DM 100.000,00. Aufgrund ihres Standortes hat die Anlage eine fast unbegrenzte Nutzungskapazität, sodass auch entsprechende Rücklagen zur Finanzierung der Folgekosten gebildet werden können.

### **3.2 Wall-Anlagen**

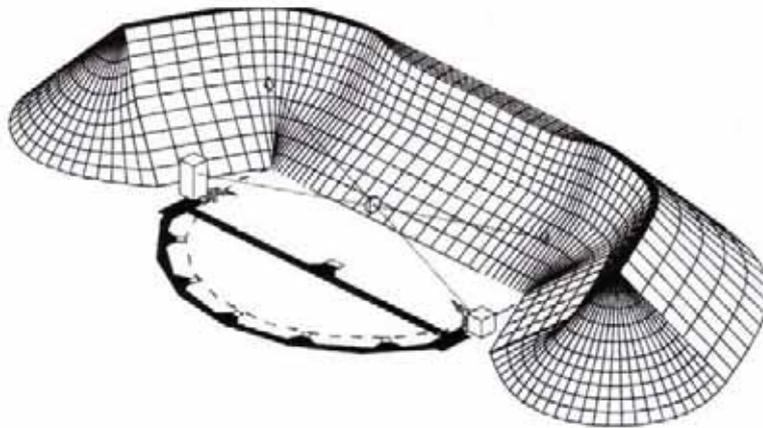
Die Beschäftigung mit der Fragestellung „Wie saniert man (finanzierbar) einen Schrotschießplatz und gestaltet ihn gleichzeitig so um, dass der zukünftige Betrieb gesichert ist?“ führte dann in den letzten beiden Jahren zum Konzept der sog. Wall-Lösungen. Entscheidend bei dieser Form der

Sanierung unter gleichzeitigem Umbau der Anlage ist die Tatsache, dass durch eine Umwallung mit Erdwällen eine erhebliche Reduzierung der Flugweiten und Streubreiten der Schrote erreicht wird. Die eine „moderne“ Schrotschussanlage umschließenden Erdwälle erfüllen dabei mehrere Funktionen:

1. als Geschoss-(Schrot-)fangwall
2. als Lärmschutzwall
3. als Sichtschutzwall
4. als Grenzwall

Die auf der Anlage anfallenden belasteten Böden können - unter Überwachung der einzuhaltenden Technischen Regeln (z. B. n. LAGA) - zum Teil in die Wallkerne eingebaut und auf diese Weise gesichert werden. Wo möglich, sollen die notwendigen Erdmassen (ca. 35.000 m<sup>3</sup> für eine *Skeet-Anlage*, ca. 90.000 m<sup>3</sup> für eine *Trap-Anlage*) vor Ort gewonnen werden. Hierzu kann die Schießstandsohle eingetieft werden, wenn die Grundwasserverhältnisse dies zulassen. Durch die Eintiefung und Umwallung wird auch der Lärmschutz verbessert. Flächenverbrauch und Massen lassen sich z.B. durch den Einsatz von Geotextilien reduzieren. Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und marktüblicher Preise für die Ausführung kostet die Umgestaltung von Schrotschussanlagen für Trap und/oder Skeet mit Erdwällen zwischen 300.000,00 und 1,0 Mio DM, je nach Größe und Nutzungscharakter.

Beispiele für Wallanlagen für Trap und Skeet zeigen die Abbildungen 2 bis 5 (siehe nächste Seite)



**Abb. 2: Planungsskizze in 3D einer Skeetanlage**



**Abb. 3: Skeet-Anlage mit Umwallung**



**Abb. 4: Trap-Anlage mit Schrotfangwall**



**Abb. 5: Bereits begrünte Trap-Anlage mit Schrotfangwall (errichtet vor ca. 12 Jahren)**

Die Höhe der Erdwälle beträgt bei Skeet-Anlagen zwischen 15 und 17 Metern. Deutlich sind die Depositionsbereiche der Wurfscheiben und Schrote zu erkennen. Diese lassen sich regelmäßig bergen und entsorgen bzw. verwerten. Die optische Einengung des Sichtfeldes durch den Erdwall ist hier für das Skeet-Schießen für die Zielaufnahme von Vorteil, da sich die Wurfscheibe deutlich vom Hintergrund abhebt und für den Schützen auch ein Hilfsziel darstellt.

Nach dem gleichen Prinzip lässt sich auch eine Trap-Anlage umgestalten, wobei Form und Höhe des Erdwalls den jeweiligen Nutzungsbedingungen angepasst werden müssen. Die abgebildete Trap-Anlage (Abb. 3 u. 4) wird ausschließlich für das jagdliche Schießen genutzt. Auch hier sind deutlich die Depositionsbereiche zu erkennen. Die sich im Verlaufe des Betriebes der Anlage an der Oberfläche der Erdwälle angesammelten Schrote und Wurfscheibensplitter können, je nach Freqüentierung der Anlage, periodisch mittels Saugvorrichtungen oder Radladern geborgen

werden. Wirtschaftlich wird diese Methode etwa ab einer Gesamtschusszahl von 1,0 Million (entsprechend 25 Tonnen Schrote).

Die abgebildeten Anlagen wurden durch die Errichtung der Erdwälle partiell in den ehemaligen Hauptbelastungsbereichen saniert. Dabei wurden die belasteten Böden nach entsprechender Untersuchung unter Einschaltung eines Sachverständigen und im Einvernehmen mit der Behörde in die Erdwälle eingebaut. Durch Anpflanzungen kann der etwas eintönig wirkende Gesamteindruck aufgelockert werden. Die Rückseite der Anlage ist durch Anpflanzungen bereits nach ca. 3 Jahren begrünt, sodass sich die Anlage auch in die Landschaft einfügt (Abb. 4).

Nach etwa 8 bis 10 Jahren bietet auch der Innenraum einer Wall-Anlage durch Ansaat und Spontanbegrünung einen naturnahen Gesamteindruck. Bei der abgebildeten Anlage (Abb. 5) wurde der Erdwall vorrangig als Lärmschutz und zur Abschirmung des Gefahrenbereichs errichtet. Zusätzlicher Schutz kann bei bestehenden Anlagen mit Erdwällen durch das Aufsetzen einer Pallisade (Holzkonstruktion) auf dem Wall erreicht werden, die auch freifliegende Schrote bei Beschuss sehr hoher Wurfscheiben abfangen. Diese Variante ist in der Regel kostengünstiger, als den Wall um 2 bis 3 Meter zu erhöhen. Außerdem wird so keine zusätzliche Fläche benötigt.

Kleinere Anlagen für Roll- und/oder Kipphase bereiten betreffend der Sanierung und Umgestaltung kaum Probleme. Doch auch derartige Anlagen kommen in Konflikte mit dem Bodenschutz, sodass auch hier Handlungsbedarf besteht (Abb. 6). Allerdings lassen sich hier die Schrotfänge mit weitaus weniger Aufwand und Kosten herstellen.

Vom Grundprinzip her sind derartige Geschossfangwälle für alle Kugelschussanlagen bereits seit Jahrzehnten vorgeschrieben. Primärer Einsatzzweck ist hier zwar die Schießstandsicherheit, gleichzeitig dienen Geschossfänge auf Kugelschussanlagen aber auch der Rückgewinnung der Metalle (Pb, As, Sb, Cu, Sn) aus den Projektilen. Wall-Anlagen auf Wurfscheibenanlagen bieten darüber hinaus wenig Konfliktpotential hinsichtlich des Bodenschutzes, da die Erdwälle nicht Boden i.S. des BBodSchG sind, sondern Erdbauwerke, die als „abgestimmte Sicherheitsbauten“ i.S. der Schießstand- Richtlinien bezeichnet werden können.

### **3.3 Einsatz von Alternativstoffen**

Der Einsatz von unschädlichen Alternativstoffen für Schrote und Wurfscheiben ist grundsätzlich möglich und wird zum Teil bereits praktiziert. Neben dem Bleischrot sind zur Zeit folgende Metalle als Schrotvorlage verfügbar: Eisen, Molybdän, Nickel, Wismuth, Zink und Zinn. Mit Ausnahme von Eisen sind allerdings alle in Frage kommenden Ersatzstoffe für Blei als Schrotvorlage ebenfalls als wassergefährdend i. S. des § 19 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eingestuft und kommen deshalb nicht als dauerhafte Alternative in Frage. Als einzig marktfähige Schrotvorlage außer Blei kann somit einzig das sog. „Weicheisenschrot“ (auch Stahlschrot genannt) bezeichnet werden.

Für eine Einführung im sportlichen Schießen müssten allerdings eine Vielzahl vorhandener Vorschriften geändert werden. Eine einseitige Einführung von Eisenschroten nur auf Schießständen wäre zwar prinzipiell möglich, macht aber wenig Sinn, da nationale und internationale Schießsportregeln noch auf Blei als Schrotvorlage abgestimmt sind. Der Verzicht auf Bleischrot müsste also weltweit greifen, damit die deutschen Jagd- und Sportschützen nicht benachteiligt werden.

Bei der Ausübung der Jagd und beim jagdlichen Übungsschießen ergeben sich bei der Verwendung von Eisenschroten ebenfalls Probleme. Die Verwendung von Eisenschroten bei Gesellschaftsjagden und beim Übungsschießen auf Bodenziele (Kipp- und Rollhase) birgt erhebliche Risiken für Schützen und Jagdteilnehmer, da Eisenschrote wenig verformen und vom Ziel oder von Bodenhindernissen unkontrolliert abprallen können. Die Schießstand-Richtlinien des DSB verlangen sogar das Tragen von Schutzbrillen bei Verwendung von Stahlschroten.

Darüber hinaus haben Eisenschrote eine deutlich geringere Energieleistung und dadurch verringerte Schockwirkung, sodass Wild bei der Jagd auf kürzere Entfernungen beschossen werden muss, was wiederum dann den Schützen gefährden könnte.

Bei einer Umstellung auf Nicht-Bleischrote ist darüber hinaus zu beachten, dass auch diese Abfälle i. S. des BImSchG und KrWiAbfG sind und darüber hinaus in hohen Frachten ebenfalls die Bodenfunktionen nachteilig verändern.

Die Problematik der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe aus den Wurfscheiben scheint dagegen seit April 1998 gelöst. Der Bundesverband Schießstätten e. V. (BVS) forciert die Einführung von schadstoffarmen Wurfscheiben durch entsprechend abgesicherte Lieferverträge mit den namhaften Herstellern und überwacht im Rahmen eines Programms zur Qualitätssicherung durch Laboranalysen die Einhaltung.

Doch auch die Verwendung von schadstoffarmen bzw. -freien Schroten und Wurfscheiben macht die ordnungsgemäße Bergung und Entsorgung/Verwertung dieser „beweglichen Sachen“ erforderlich. Immissionsschutzrechtlich handelt es sich auch bei diesen Stoffen um Abfälle, die gemeinwohlverträglich zu beseitigen oder/und zu verwerten sind. Darüber hinaus können sich auch die Alternativstoffe für die Schrotvorlage in hohen Frachten nachteilig auf die Bodenfunktionen auswirken. Es macht somit kaum einen Unterschied, ob mit Bleischrot oder mit Stahlschrot geschossen wird. Im Gegenteil, nur für das Bleischrot existiert ein Markt zur Verwertung, der die Entsorgung über das Recycling finanzierbar macht.

#### **4. Forschungs- und Klärungsbedarf**

Seitens der Arbeitsgruppe der Umweltministerkonferenz der Länder und auch des BVS e. V. wird in folgenden Bereichen ein erheblicher Forschungs- und Klärungsbedarf gesehen:

*systematische Erfassung und Bestandsaufnahme der Belastung aller Schrotschießplätze;*

*Entwicklung von Konzepten zur flächendeckenden und bedarfsorientierten Schießstandversorgung.*

*Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Bleischroten und Wurfscheiben im Boden durch Lysimeterversuche und/oder Säulenversuche,*

*Erprobung von Sanierungs- und Sicherungstechniken auf bestehenden Anlagen*

*Entwicklung und Erprobung von Materialien für Auffangsysteme,*

*Weiterentwicklung und Erprobung von Alternativstoffen als Schrotvorlage.*

Für diese Aufgaben, ohne die eine sichere Zukunft der Schießanlagen in Deutschland nicht möglich sein wird, brauchen die Betreiber und Verbände die Unterstützung aus Politik und Wirtschaft. Aus entsprechenden Förderprogrammen müssen die finanziellen Mittel zur Erledigung dieser Aufgaben bereitgestellt werden. Es wäre vom allgemeinen Rechtsverständnis her nicht in Ordnung, wenn die Jäger und Sportschützen mit den neuen Problemen allein gelassen werden würden. Schließlich haben sie ihre Anlagen in den letzten Jahrzehnten rechtskonform betrieben und nur die neuartige Qualität der Gesetzgebung bringt die aktuellen Probleme, für die nun nach finanzierbaren Lösungen gesucht werden muss.

## **Thema I**

### **Bodenbelastung bei Sportschießständen**



**Dipl.-HTL-Ing. Dieter Stiefel**  
Deutscher Schützenbund e.V.  
Am Rain 3, 85276 Pfaffenhofen  
Telefon: 08441/71053

### **Referat 3**

#### **Lösungsmöglichkeiten bei Schießständen für Einzelgeschosse**

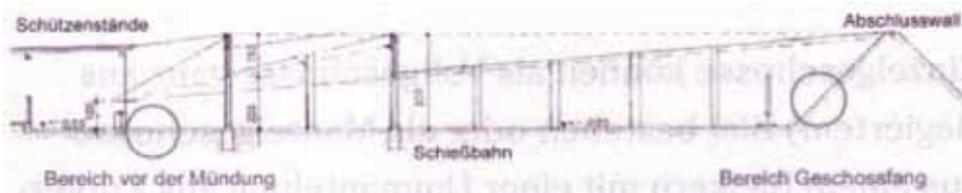
Bei offenen Schießständen für Einzelgeschosse bestehen zwei kritische Bereiche. Dies sind einmal der Bereich der Schützenstände und zum anderen der Bereich der Geschossfänge. Allein schon durch einfache bauliche Maßnahmen kann hier effektiver Bodenschutz gewährleistet werden.

Wesentlich häufiger als Schrotschießstände sind, wie aus eigener Erfahrung jeder Schütze und Jäger weiß, offene und teilgedeckte Schießstände für Einzelgeschosse anzutreffen, ohne hier auf konkrete Zahlen eingehen zu wollen. Bei den gegenständlichen Schießständen für Einzelgeschosse werden aus langen und kurzen Feuerwaffen einzelne Projektile auf feststehende und bewegliche Ziele (stehende oder laufende Scheiben) verschossen. Die typische Anlage dieser Art verfügt über meist überdachte Schützenstände, die in der Regel einem Schützenheim angegliedert sind, und von denen aus ins Freie geschossen wird. Die Schießbahn selbst weist eine abgestimmte Umschließung, seien es seitliche Erdwälle oder Seitenmauern, und einen durchschusssicheren Abschluss - bei Altanlagen meist in Form eines angeschütteten oder natürlichen Erdwalles - auf.

In einer solchen offenen Schießstätte für Einzelgeschosse können grundsätzlich schädliche Bodenveränderungen durch Eintrag von Stoffen, die in direktem Zusammenhang mit dem Schießbetrieb stehen, in zwei Bereichen unterstellt werden:

- Bereich der Schützenstände bzw. im Mündungsbereich der Waffen
- Bereich der Geschossfänge - eventuell auf Zwischenentfernungen der Schießbahnen.

Diese Bereiche sind auf folgender Skizze dargestellt:



### **Bereiche möglicher Bodenbelastungen bei offenen Schießständen**

Um Unklarheiten hinsichtlich der Unterscheidung zwischen offenen und teilgedeckten Schießständen vorzubeugen, wird auf die Definitionen unter Nr. 2.2.1 der Schießstand-Richtlinien <sup>1</sup> hingewiesen. Demnach unterscheidet man aus schießstandbaulicher Sicht:

- *offene Schießstände mit Umschließung der Schützenstände Diese Schießstandart ist die meistgebräuchliche, vor allem für Langwaffen. Dabei ist der Schützenstand bis auf die Ausschuss- bzw. Brüstungsseite durch Bauteile allseitig umschlossen.*

<sup>1</sup> Richtlinien für die Planung, die Errichtung und das Betreiben von Schießständen", herausgegeben vom Deutschen Schützenbund e.V. Wiesbaden. Ausgabe August 95

*In der Schießbahn wird durch Bauteile (Seitenmauern/Wälle, Hochblenden und Schießbahnabschluss) die Schallabstrahlung beeinflusst.*

- *teilgedeckte Schießstände mit Umschließung Bei dieser Art von Schießständen ist neben der Umschließung der Schützenstände auch eine Teilabdeckung der Schießbahn über die erste Hochblende hinaus ausgeführt.*

Da bei den teilgedeckten Schießständen durch die Umschließung der Schießbahnen der Einfluss von Niederschlag im Bereich vor der Brüstung nicht gegeben ist, bleibt bei diesen in der Regel grundsätzlich nur die Problemzone Geschossfang. Fehlt es aber bei diesen Anlagen an Vorkehrungen zum Aufsammeln der Hülsen, so sollten zumindest hierfür noch einfache Lösungen vorgesehen werden. Ansonsten wird hinsichtlich der teilgedeckten Schießstände auf Nr. 4.10 der Schießstand-Richtlinien hingewiesen.

Da aus immissionsschutzrechtlicher Sicht nicht zwischen offenen und teilgedeckten Schießständen zum Schießen mit Feuerwaffen unterschieden wird, werden im Folgenden allgemein nur offene Schießstände angeführt.

## 1. Mögliche Bodenbelastungen auf offenen Schießständen für Einzelgeschosse

Einzelgeschosse können als Vollgeschosse ganz aus (legiertem) Blei bestehen oder als Mantelgeschosse aus einem Bleikern mit einer Ummantelung aus Kupferlegierungen (z.B. Tombak) oder (plattierten) dünnem Stahl. Aus dem Schießbetrieb ergeben sich damit im Auftreffbereich dieser Projektile Belastungen mit den in den verwendeten Materialien enthaltenen Stoffen, während in den Abschussbereichen Immissionen durch Stoffe auftreten, die aus den mündungsnahen Schmauchwolken herrühren (Zünd- und Treibladungsmittelreste) und den am Boden liegenden Hülsen anhaften.

Aus diesem zu unterstellenden Schadstoffeinträgen kann sich unter Umständen eine Gefährdung des Grundwassers über den Wirkungspfad „Boden-Wasser“ sowie in weit geringerem Maße des Schutzgutes „menschliche Gesundheit“ über die Wirkungspfade „Boden-Mensch“ und „Boden-Pflanze-(Nutztier)-Mensch“ ergeben. An Bedeutung gewinnt zunehmend die Problematik verunreinigter Geschossfangwälle (vgl.: „Untersuchung und Bewertung von Bodenbelastung auf Schießanlagen für Einzelgeschosse“, Dr. P. Ecker, Bayer. Landesamt für Umweltschutz – LfU<sup>2</sup>). Für solche Schießanlagen liegt mit dem angeführten Bericht des Bayer. LfU bereits eine entsprechende Probenstrategie vor, deren künftige Notwendigkeit durch eine zielgerichtete Umgestaltung solcher Schießstände einfach entgegengewirkt werden kann.

<sup>2</sup> Seminar „Bodenbelastung durch Schießanlagen“ des Bayer. LfU am 21.04.1998 in Wackersdorf, Zusammenfassung der Seminarbeiträge

So wird auch in dem Bericht der Arbeitsgruppe der Umweltministerkonferenz (UMK) zu „Bodenbelastungen auf Schießplätzen“ vom November 1998 unter Punkt 1.2 „Relevante Anlagentypen“ ausgeführt:

„Schießstände für Einzelgeschosse (Kugelstände, z. B. ‚Laufende-Keiler-Anlagen‘)

*Soweit bei diesen Anlagentypen Bodenverunreinigungen durch Munitionsreste auftreten, sollen die im Bericht genannten Anforderungen weitgehend analog angewandt werden.“*

Deshalb macht es Sinn, sich kritisch mit den „Problemzonen“ solcher offenen Schießstände für Einzelgeschosse auseinanderzusetzen und Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Genannt worden sind die beiden Zonen schon: einmal der Bereich direkt vor der Mündung bzw. den Schützenständen und zum anderen der Bereich um die Geschossfänge, wobei hier auch die Art der Geschossfangsysteme deutlich mit zu berücksichtigen ist.

### 1.1 Belastungsbereich Mündungszone

Beim Schießen mit Feuerwaffen tritt bekanntermaßen aus der Mündung eine unterschiedlich große (z.B. je nach Waffen- und Munitionsart) Schmauchwolke aus, im Wesentlichen an schädlichen Stoffen Blei (als Bestandteil des Anzündsatzes, aus Geschossabrieb und Anschmelzungen am Geschossheck etwa) in etwa staubförmiger Konsistenz beinhaltend. Die feinstoffliche Emissionen lagern sich u.a. vor der Brüstung auf der Schießbahnsohle ab und führen langfristig zu einer zunehmenden Belastung des Bodens.

Die hauptsächliche Bodenbelastung wird - auch nutzungsabhängig - in einem Bereich bis zu zwei Meter von der Mündung (bzw. Brüstung) aus anzutreffen sein.



#### **Hülsenablagerungen in der Schießbahn**

Nicht zu vernachlässigen sind zudem die stoffliche Zusammensetzung der Hülsen (wie Kupfer, Zink, Aluminium, Nickel - auch aus Überzügen), die durch längere Lagerungszeiten unter Witterungseinflüssen wie Regen und Schnee korrodieren und somit zu einer schleichenden Belastung führen können. Deshalb muss auf dem Boden (Schießbahnsohle) vor Brüstungen bzw. den Schützenständen konsequent auf ein Einsammeln solcher Hülsennester geachtet werden, die insbesondere bei Schießständen, auf denen Schusswaffen mit automatischen Hülsenauswurf Verwendung finden, häufiger anzutreffen sind. Manchmal lassen sich die regelrecht angehäuften Hülsenberge direkt vor den Brüstungen kaum übersehen.

#### **1.2 Belastungsbereich Geschossfang**

Grundsätzlich wurde hinsichtlich der Art und Beschaffenheit der Abschlüsse von Schießbahnen mit der Neufassung der Schießstand-Richtlinien 1995 eine Änderung herbeigeführt. Während in den früheren Vorschriften der Abschluss einer Schießbahn einem Geschossfang gleichgestellt wurde, d. h. der Abschlusswall aus Erde stellte gleichzeitig den Geschossfang dar, trennen die neuen sicherheitstechnischen Vorschriften deutlich zwischen Schießbahnabschluss und Geschossfang.

Bei den Bodenbelastungen im Bereich der Geschossfänge geht auch die jeweilige Art des Geschossfangsystems in die Bewertung mit ein; hier sollen zwei verbreitete Systeme etwas ausführlicher vorgestellt werden. Es handelt sich hierbei um Stahlgeschossfänge und solche aus Erdmaterial (Abschlusswall), so wie sie nach den früheren Richtlinien möglich waren. Nach diesen wurde noch nicht wie heute zwischen Schießbahnabschluss und Geschossfang getrennt, sondern der Erdwall dient hier als durchschusssicherer Abschluss der Schießbahn und nimmt gleichzeitig als Geschossfang die Projektile auf.

Bei den Stahlgeschossfängen - als schräge Abweisbleche oder in Lamellenform anzutreffen - kommt es zu einer weitgehenden Zerlegung der auftreffenden Projektile. Sofern hier keine speziellen Auffangvorrichtungen vorgesehen sind, verteilen sich die zerplatzenden Geschosse als

Partikel unterschiedlicher Größe bis hin zu staubförmigen Substanzen im näheren Umkreis und führen hier zu einer Belastung des Bodens. Nach langjähriger Nutzung eines solchermaßen ausgestatteten Schießstandes können die Verteilung der Bleistäube sehr gut in Form einer hellgrauen Belegung des Umfeldes und deutlicher Partikelablagerungen beobachtet werden.



**Stahllamellengeschossfang mit Bleiablagerungen (Rotpfeil)**

Bei einem angeschütteten Erdwall dringen die Projektile unterschiedlich tief ein und bilden hier im Innern Nester, die meist unterhalb einer Eindringtiefe von einem Meter liegen. Für dieses Auffangen der Geschosse und auch ihrer langfristigen „Lagerung“ war und sind diese Erdanschüttungen ja eigentlich auch gedacht. Neben diesen Geschossnestern kommt es zu Bodenbelastungen auch durch sich beim Eindringen ins Erdreich zerlegende Projektile und Abrieb von Geschossmaterial. Langfristig wird auch eine Korrosion der verschiedenen Metalle unterstellt, aber durch die „Verpackung“ der Geschossnester im Erdmaterial z.B. Abschwemmungen durch Oberflächenwasser nicht zwingend unterstellt werden können. Insbesondere haben Untersuchungen bei abgetragenen Abschlusswällen gezeigt, dass eine Verfrachtung von solchen Stoffen, wie wir sie in Projektilen vorfinden, in tiefere Bodenschichten unterhalb der Wälle nicht zu beobachten ist. Davon abgesehen reicht die Schadstoffverteilung in den Haupttrefferzonen bei solchen Abschlusswällen oftmals von Arsen bis Zink mit Schwerpunkt auf den relevanten Schwermetallen (wie Blei, Kupfer etc.) in teilweise sehr hohen Konzentrationen.

Bei der Verteilung der Projektile in der den Schützen zugewandten Hangfläche kommt es natürlich auch auf die Art der Nutzung an; bei ausschließlicher Nutzung auf Einzelscheiben liegen direkt hinter den Scheibenzentren liegende Geschossnester vor, während bei Schießständen für die laufende Scheibe rinnenförmige Verteilungen der Geschosse vorherrschen.



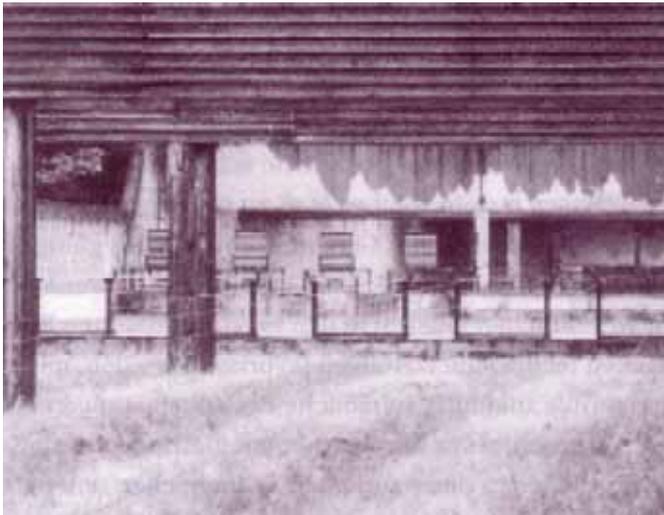
### **Typischer Abschlusswall einer älteren, offenen Schießstätte**

Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass das mit Geschossen verunreinigte Bodenmaterial bei einer Entsorgung strengen Auflagen unterliegt. Liegen nämlich die Schadstoffgehalte in der Originalsubstanz oder im Eluat über den in den Tabellen II. 1.2.2 und II. 1.2.3 enthaltenen Zuordnungswerten des entsprechenden LAGA-Merkblattes<sup>3</sup>, so handelt es sich in der Regel um besonders überwachungsbedürftige Abfälle (LAGA-Schlüssel 31424 „Sonstige Böden mit schädlichen Verunreinigen“ bzw. EAK-Schlüssel 170599 D1 „Bodenaushub, Baggergut sowie Abfälle aus Bodenbehandlungsanlagen mit schädlichen Verunreinigungen“). Es erscheint daher sehr sinnvoll, über technische Möglichkeiten nachzudenken, die es nicht erforderlich machen, dass mit Geschossen und ihren Resten belastetes Bodenmaterial nicht als „Abfälle“ entsorgt werden müssen, sondern auf dem Schießstand einer weiteren sinnvollen Nutzung zuführen zu können.

<sup>3</sup> „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfälle - Technische Regeln“ der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA 1995)

Aber nicht nur im Bereich des Schießbahnabschlusses können durch Geschosse verunreinigte Bereiche vorliegen, sondern auch auf Zwischenpositionen der Schießbahn.

Werden Scheiben innerhalb der Schießbahnlänge auf Zwischenentfernungen (z.B. auf 50 m Distanz in 100 m langen Bahnen) aufgestellt, so war es bis zu der jetzt letzten Änderung der Schießstand-Richtlinien mit Stand September 1999 notwendig, hinter diesen Scheiben eigene Geschossfangsysteme vorzusehen. Weite Verbreitung haben hierbei schräge Abweisbleche aus Stahl (insbesondere bei Druckluftwaffen und Randfeuerpatronenmunition wie „Kleinkaliber“) und Stahllamellengeschossfänge gefunden.



**Geschossfänge auf Zwischenentfernung der Schießbahnlänge (50m in 100m-Bahn)**

Bei solchen Stahlplatten kommt es zwangsläufig zu einer feinstofflichen Zerlegung insbesondere von Bleiprojektilen und der Verteilung solcher Fragmente im Umfeld der Geschossfänge auf den Schießbahnsohlen. Die partiellen Bleiablagerungen auf den Bodenflächen wurden bereits in den achtziger Jahren von Wasserwirtschaftsämtern in Bayern beanstandet, wobei als Schutzmaßnahmen häufig eine Betonierung (Versiegelung) der Belastungszonen gefordert wurde. Eine solche Betonierung steht aber in der Regel im Widerspruch zu den einschlägigen sicherheitstechnischen Bestimmungen der Schießstand-Richtlinien, die eine steinfreie Beschaffenheit aus Sand oder Erde fordern.

Zusätzlich zu schießtypischen Belastungszonen können leider im Umfeld von Schießständen vereinzelt Bodenbelastungen durch unsachgemäßen Umgang mit den anfallenden verschiedenartigen Abfällen beobachtet werden. Hierbei wird eine „thermischen Entsorgung“ vor Ort gegenüber einer geregelten ordnungsgemäßen Abfallbeseitigung oft aus Gründen der Bequemlichkeit vorgezogen. Als besonders kritisch dürfte hier die Verbrennung von Kunststoffen (Teile der Verpackung, Schrothülsen) auf Schießanlagen anzusehen sein; es entstehen hierbei persistente organische Chlorverbindungen (CKW) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

## **2. Lösungsmöglichkeiten**

Schädliche Bodenveränderungen im Sinne des Bundesbodenschutzgesetzes lassen sich grundsätzlich bei offenen Schießständen auch bei Berücksichtigung des Terminus „Stand der Technik“ nicht vermeiden. Solche negativen Belastungen durch den Schießbetrieb können Stoffeinträge in den Boden oder eine Flächenversiegelung sein. Notwendige Schutzmaßnahmen müssen deshalb das Ziel verfolgen, solche schädlichen Bodenbelastungen auf ein solches Maß zu reduzieren, dass die Erheblichkeits- oder Gefahrenschwelle des gültigen BBodSchG nach Möglichkeit unterschritten werden. Im Wesentlichen müssen in den bereits genannten Bereichen technische Lösungen favorisiert werden, mit deren Hilfe zukünftig schädliche Bodenbelastungen

fast ausgeschlossen werden können. Betriebliche Maßnahmen können diese zudem in Teilbereichen unterstützen.

Die Zielrichtung von technischen Maßnahmen besteht darin, die entsprechenden Belastungszonen von Schießständen, in denen mit schädlichen Bodenveränderungen gerechnet werden muss (siehe Skizze auf der ersten Seite), lösungsorientiert zu gestalten und zu präparieren. Meist mittels baulicher Maßnahmen können so Flächen und Zonen in diesen Schießständen geschaffen werden, die nicht mehr der rechtlichen Definition des Bodens gemäß § 2 Abs. 1+2 BBodenSchG entsprechen.

### **2.1 Technische Lösungen im Bereich der Mündungen**

Wie bereits ausgeführt ergeben sich hier mögliche schädliche Bodenbelastungen durch massive Ansammlungen von abgeschossenen Hülsen und Absetzen von insbesondere bleihaltigen Schmauchbestandteilen. Diesen Belastungen kann am einfachsten dadurch begegnet werden, indem man die Schießbahnsohle in diesem Bereich so gestaltet, dass vor allem die Hülsen sehr einfach in kurzen Zeitabständen eingesammelt werden können. Hierzu eignen sich ausgelegte oder aufgespannte Netze, wie sie bereits regional verbreitet bei offenen Schießständen zu finden sind. Eine solche Maßnahme kann ohne großen Aufwand und mit geringen Kosten umgesetzt werden.



**Auffangnetze vor der Brüstung**



**Lösung mit Spanplatten**

Will man auch die sich am Boden absetzenden Schmauchbestandteile vom Boden fernhalten, so müssen dichte Bodenbeläge wie Gummimatten oder wasserfeste Spanplatten vorgesehen werden.

Bringt man z. B. solche glatten Platten von der Brüstung her nach vorne geneigt an und sieht am Fuß der schrägen Flächen entsprechende Auffangrinnen vor, so wird das regelmäßige Einsammeln der Hülsen wesentlich erleichtert. Nachteilig kann sich beim Schießen mit großkalibrigen Feuerwaffen der Umstand auswirken, dass an den harten glatten Flächen der beschichteten Spanplatten der Mündungsknall vollständig reflektiert wird und somit die Schussknallbelastung für die Schützen etwas erhöht wird. Bei Schießständen zum Schießen mit Randfeuerpatronenmunition Kaliber .22 stellen aber solche schrägen Platten eine sinnvolle Lösung dar, insbesondere wenn ein vorkragendes Dach zusätzlich Niederschlag abschirmt.



**Abdeckung der Schießbahnsohle mit Gummigranulatmatten**

Wesentlich günstiger im Bezug auf die Reflektion von Knallwellen stellen sich Gummigranulatmatten dar. Diese lassen sich zudem einfach verlegen; es sollte darauf geachtet werden, dass die Oberflächen nicht zu porig sind und leicht gereinigt werden können (Stichwort unverbrannte Treibladungspulverreste). Den genannten Materialien (Netze, Holzfeinpanplatten, Gummigranulatmatten) zur Bodenabdeckung sollten aus sicherheitstechnischer Sicht gegenüber einer Betonierung vorgezogen werden, weil auch Gummimatten und Holzplatten bei versehentlichen Schussauslösungen die Projektile aufnehmen und es nicht so wie bei hartem Beton zu Abprallern kommen kann. Vollkommen unproblematisch wird dieser Mündungsbereich dann, wenn durch ein weit genug auskragendes Vordach ein Verfrachten oder Auswaschen von Schadstoffen durch Niederschlag ausgeschlossen wird. Je nach Waffen- und Munitionsart sieht man eine Überdachung und Abdeckung der Schießbahnsohle von ein bis zwei Meter von der Brüstung aus gemessen als ausreichend an.

Solche nachträglich anzubringenden Vordächer über den Schützenständen müssen immer im Zusammenwirken mit einem Schießstandsachverständigen geplant und mit den sonstigen baulichen Gegebenheiten des Schießstandes abgestimmt werden. Bei richtiger baulicher Konstruktion und Dimensionierung erreicht man in vielen Fällen einen durchschusssicheren

Aufbau solcher Dächer. Neben dem immissionsschutzbedingten Schutzzweck lässt sich auf diesem Weg dann gleichzeitig die äußere Sicherheit des Schießstandes wesentlich erhöhen. Außerdem kann mittels auch billiger und leicht erhältlicher Materialien wie Matten aus gebundenen künstlichen Mineralfasern die Reflektion der Mündungsknallgeräusche reduziert und damit u.U. die Schallabstrahlung ins Umfeld des Schießstandes deutlich gemindert werden.

## 2.2 Lösungen bei Geschossfängen

Die heute vor allem bei den traditionellen Abschlusswällen aus Erdmaterial, die gleichzeitig als Geschossfang dienen, vorherrschenden Problemen wurden bereits bei der Neufassung der Schießstand-Richtlinien 4 in der Ausgabe von 1995 gesehen und entsprechend berücksichtigt. So wird hier unter Punkt 4.6.4 ausgeführt:

*Haupttrefferzonen natürlicher Schießbahnabschlüsse sind mit einer Füllung zu versehen, die eine Kontamination des umgebenden Erdreichs verhindert und ein Entsorgen des eingelagerten Geschossmaterials zulässt.“*

Zudem bestimmt Punkt 4.6.6:

*„Über dem Geschossfang muss ein Fangdach ... angebracht werden. Das Dach muss bis auf die Seitenwälle bzw. Seitenmauern reichen, bzw. es ist eine bis an das Dach reichende seitliche Schutzwand anzubringen.“*

Offene Schießstände, die nach diesen schießstandbaulichen Grundsätzen errichtet oder umgebaut worden sind, dürften auch künftig nach den vorliegenden Kenntnissen bei der Umsetzungen bodenschutzrechtlicher Bestimmungen unbehelligt bleiben. Bei Einzelgeschossfängen besteht heute die Möglichkeit, solche bereits auch handelsüblich vertriebene Systeme zu verwenden, bei denen die Projektile durch trichterförmige Konstruktionen so aufgenommen werden, dass die Splitterbildung reduziert und ein sicheres

Aufnehmen der Geschosse und deren Bestandteile gewährleistet wird. Diese Lösung beinhaltet natürlich den Nachteil, dass bei Altanlagen vorhandenen Belastungen wie Verunreinigung des Bodens mit Bleistäuben und -fragmenten keine Berücksichtigung finden. Trichtergeschossfänge machen deshalb prinzipiell nur bei „unbelasteten“ Neuanlagen und dann einen nachhaltigen Sinn, wenn die kastenförmigen Gebilde in überdachten Geschossfangkammern mit festem Boden untergebracht werden können.

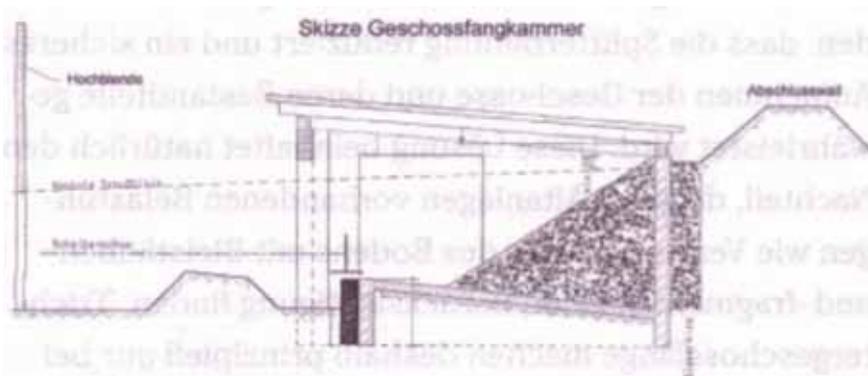


**Einzelgeschossfänge mit Trichtereinsatz**

<sup>4</sup> „Richtlinien für die Planung, die Errichtung und das Betreiben von Schießständen“, herausgegeben vom Deutschen Schützenbund e.V. Wiesbaden. Ausgabe August 95

Etwas anders sieht es bei Altanlagen aus, auf denen teilweise seit etlichen Jahrzehnten in einen natürlichen oder angeschütteten Abschlusswall geschossen worden ist. Bei solchen Schießständen wird behördlicherseits oftmals die Forderung aufgestellt, das belastete Erdreich beproben zu lassen mit dem Ziel, die entsprechenden Zuordnungswerte nach LAGA zu bestimmen (siehe Pkt. 1.2). Bei mit Geschossen durchsetztem Bodenaushub mit den zu unterstellenden hohen Belastungen bleibt meist nur die geregelte Entsorgung als besonders überwachungsbedürftige Abfälle. Eine solche Maßnahme hätte aber nur für viel Geld den Effekt, dass eine vorhandene eventuell schädliche Bodenbelastung beseitigt worden ist, ohne dass Lösungen für das weitere Betreiben des Schießstandes gegeben sind.

Aus diesem Problemkreis herausführend wird eine Lösung favorisiert, bei denen das belastete Erdreich aus dem vorhandenen Abschlusswall entnommen und auf dem Schießstandgelände zwischengelagert wird. Vielfach ist es möglich, den Aushub aus den Haupttrefferzonen der Erdwälle, die sich sehr deutlich darstellen, auszusieben und somit die massiven Geschossnester zu entfernen. Das Bodenmaterial stellt in diesem Rahmen kein Abfall dar, weil der Betreiber beabsichtigt, dieses als Füllmaterial auf dem Anlagengelände wieder zu verwerten. Nach dem großzügigen Abbaggern des Erdwalls erfolgt eine Beprobung der Aushubhorizonte, ob alle schädlichen Bodenbelastungen entfernt worden sind. Anschließend errichtet man hinter den Scheiben eine massive Geschosfangkammer mit Dach, in das dann die belasteten Erdmassen - abgeschirmt vom Niederschlag und dann dauerhaft getrennt vom umgebenden Erdreich - wieder eingebracht und als Füllmaterial verwendet werden können. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in vielen Fällen das entnommene Erdreich für das Auffüllen der Geschosfangkammer nicht immer reicht und deshalb noch Sand insbesondere im Bereich der jeweiligen Haupttrefferzonen aufgefüllt werden muss. Wie eine solche Geschosfangkammer sich konstruktiv darstellt, zeigt nachstehende Skizze.



Es versteht sich sicherlich, dass für die Errichtung einer solchen Geschosfangkammer ein baurechtliches Genehmigungsverfahren notwendig ist. Hierbei gilt aber zu berücksichtigen, dass bei vielen älteren Schießanlagen, die vor 1972 errichtet worden sind, oft nur eine waffenrechtliche Betriebserlaubnis vorliegt und der Schießstand ansonsten, sofern er nicht

baulich oder nutzungsmäßig verändert wird, Bestandsschutz genießt. Nun hat sich aber seit 1996 im Bereich der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren eine Änderung<sup>5</sup> ergeben. Der Gesetzgeber stellte von der früheren grundsätzlichen Genehmigungspraxis auf ein Anzeigepflicht nach § 15 BImSchG um.

<sup>5</sup> „Gesetz zur Beschleunigung und Vereinfachung immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren“ vom 09.10.1996 - BGM. I S 1498

Durch die Errichtung einer solchen Geschossfangkammer wird die Belastungssituation für die Umgebung des Schießstandes maßgeblich verbessert. Diese bauliche Änderung hat deutlichen Einfluss auf eine nachhaltige Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch den Schießbetrieb. Ein solches Bauvorhaben ist nach Auffassung des Verfassers somit nicht genehmigungsbedürftig im Sinne des § 16 BImSchG. Sie unterliegt demnach nur der Anzeigepflicht gemäß § 15 Abs.1 BImSchG. Es verlangt nur eine entsprechende Baugenehmigung und stellt zudem eine wesentliche Änderung in der Beschaffenheit der Schießstätte dar, die gemäß §44 Abs.1 Waffengesetz der Erlaubnis der zuständigen Behörde bedarf.

Wie nun solche baulichen Maßnahmen zur Errichtung einer Geschossfangkammer in der Praxis aussehen, zeigen die folgenden Bilder in groben Schritten.



**Der Abschlusswall wird im Geschosseinschlagbereich ausgebagert...**



**und die Seitenwände errichtet.**



**Dann werden nach der Bodenbeprobung die Fundamente gegossen.**



**Nach dem Einfüllen des Bodenaushubs...**



**Wird noch das Fangdach aufgebracht, die Geschossfangkammer ist fertig.**

### **2.3 Geschossfänge auf Zwischenentfernungen**

Sollen auf Zwischenentfernungen der Schießbahnlänge bei offenen Schießständen Scheiben aufgestellt werden und ist es hierbei aus Sicherheitsgründen unumgänglich, dass hinter den Scheiben ein geeignetes Geschossfangsystem vorzusehen ist, so greift man gerne auf bewährte Stahlkonstruktionen zurück. Bei solchen konstruktiven Lösungen ist es aber unerlässlich, dass der Boden unterhalb der schrägen Stahlplatten mit einer wasserdichten Platte versiegelt und ein Abschwemmen von Schadstoffen über Niederschlag durch ein ausreichend dimensioniertes Dach unterbunden wird. Die folgende Zeichnung zeigt eine solche aufwendige Lösung.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass sich die sicherheitstechnischen Bestimmungen hinsichtlich des Aufstellens von Scheiben auf Zwischenentfernungen geändert haben. So ist es heute je nach baulicher Ausführung der Schießstätte möglich, auf einen Geschossfang hinter auf Zwischenentfernungen platzierten Scheiben zu verzichten. Grund für diese 1999 durchgeführten Änderungen waren die neuen bodenschutzrechtlichen Bestimmungen; für Einzelheiten wird auf die entsprechende Neufassung verwiesen.

Abschließend sollen noch die betrieblichen Maßnahmen erwähnt werden, die ebenfalls dem „vorbeugenden“ Bodenschutz dienen. Hierzu zählen die ordnungsgemäße Entsorgung aller auf einer Schießanlage anfallenden Abfälle bzw. die geregelte Verwertung der Stoffe durch Rückgabe an den Hersteller sowie Rückführung bei Rohstoffen in den Wirtschaftskreislauf. Da sind in erster Linie die aus Messing bestehenden Hülsen zu nennen.

## **3. Zusammenfassung**

Auch Schießstätten, auf denen vornehmlich unter Verwendung von langen und kurzen Feuerwaffen mit Einzelprojektilen geschossen wird, sind auch unter Berücksichtigung des Bundesbodenschutzgesetzes so zu errichten und zu betreiben, dass sich durch den Schießbetrieb keine entsprechenden Beeinträchtigungen der Bodenfunktion ergeben, die geeignet sind,

Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen.

Wie im vorliegenden Manuskript aufgezeigt lassen sich insbesondere durch bauliche Maßnahmen solche schädlichen Bodenbelastungen bei offenen Schießständen nachhaltig verhindern. Für die jeweiligen Belastungszonen (Mündung, Geschosfang) finden sich verschiedene Lösungsmöglichkeiten auch bei bestehenden, älteren Anlagen, die mit entsprechender Eigenleistung der Betreiber in vielen Fällen auch unter zu bewältigenden Kosten für die Vereine umgesetzt werden können.

Im Zuge der regelmäßigen Überprüfungen der Schießstände sind heute die Schießstandsachverständigen gehalten, die bestehenden Anlagen auf mögliche Problembereiche hin zu überprüfen und die Schießstättenbetreiber auf solche eventuellen Bodenbelastungen hinzuweisen. In gemeinsamen Bemühungen aller Beteiligten wird es sicher gelingen, die genannten kritischen Punkte anzugehen und auch im Hinblick auf das Gebot der Verhältnismäßigkeit finanzierbare Problemlösungen voranzutreiben.

## **Thema II**

### **Schießgeräuschemissionen bei offenen Sportschießständen**



**Dr.-Ing. Ulrich J. Kurze**  
Müller-BBM GmbH  
Robert-Koch-Straße 11, 82152 Planegg  
Telefon: 089/85602-235

## **Referat 1**

### **Schießgeräuschemissionen bei Schießständen**

Offene Schießanlagen können für Anlieger eine häufig beklagte Geräuschbelastung darstellen. Aus dem errechneten A-Schallleistungspegel von Schusswaffen und der Mündungsenergie der Geschosse lässt sich Zusammenhang darstellen. Betriebliche oder bauliche Schallschutzmaßnahmen können getroffen werden, die zur Begrenzung der immissionswirksamen Schallleistung führen.

#### **1 Einführung**

Die Entstehung und Abstrahlung von Geräuschen wird als Geräuschemission bezeichnet. Bei Schießständen können Geräusche als Mündungsknall, als Geschosknall und als Auftreffknall auftreten. Von größter Bedeutung ist der Mündungsknall. Den Geschosknall gibt es nur bei überschallschneller Munition. Der Auftreffknall ist beim Auftreffen der Geschosse auf schwingungsfähige Strukturen wahrzunehmen aber meistens vernachlässigbar. Die Abstrahlung von einem Knallgeräusch ist in geschlossenen Räumen mit einem Nachhallvorgang verbunden. Bei üblicher Bemessung von Wänden und Decken ist in der Nachbarschaft davon kaum etwas zu hören, sodass die Genehmigung solcher Anlagen nach dem vereinfachten Verfahren gemäß §19 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) durchgeführt wird.

Probleme sind dagegen häufig mit dem Betrieb von Schießständen als Freianlagen verbunden. Damit keine unzulässigen Störungen der Nachbarschaft auftreten, muss die Entstehung und

Abstrahlung von Geräuschen begrenzt werden. Was als zulässig anzusehen ist, ergibt sich aus der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1] in Verbindung mit der Richtlinie VDI 3745 Blatt 1 [2], Dort ist allerdings nur die Geräuscheinwirkung, die Immission geregelt. Die Verknüpfung zwischen Abstrahlung und Einwirkung von Geräuschen wird nach DIN ISO 9613-2 [3] prognostiziert.

Wenn immer es schwierig oder unmöglich ist Immissionsmessungen durchzuführen - z. B. weil die Witterungsbedingungen selten geeignet sind, starke Fremdgeräusche auftreten oder die Anlage erst geplant wird - hat es sich bewährt, von Emissionsdaten auszugehen und durch Anwendung der geregelten Ausbreitungsrechnung die Geräuschimmission zu bestimmen [4]. Geräuschemissionsdaten sind entsprechend von grundlegender Bedeutung für den Schutz der Umwelt.

## **2 Kenngrößen der Geräuschemission**

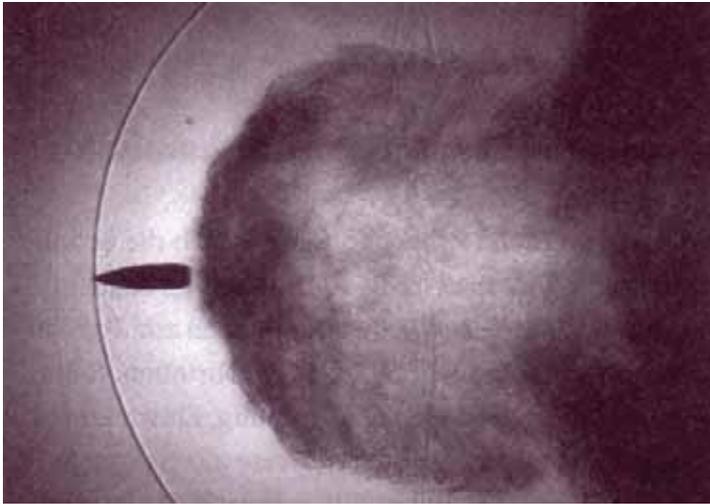
Allgemein werden Geräuschquellen durch die Schalleistung, die Einwirkzeit, die Richtwirkung, Lage- und Höhenkoordinaten sowie durch Angaben zur Ton-, Informations- und Impulshaltigkeit beschrieben. Beim Schießgeräusch werden Schalleistung, Einwirkzeit und Impulshaltigkeit in besonderer Weise zusammengefasst. Die Tonhaltigkeit entfällt, während die Informationshaltigkeit in der Beurteilung eingeschlossen ist.

Schalleistung und Richtwirkung ergeben sich aus Messungen bei Einzelschüssen mit bestimmter Waffe und Munition. Praktisch ist zwischen zwei Fällen zu unterscheiden, die sich aus dem Bezug auf Messpositionen im Freien innerhalb und außerhalb einer Anlage bzw. ohne und mit Anlage ergeben. Im ersteren Fall wird aus Schalldruckpegeln unter Berücksichtigung der Mess- und Quellpositionen auf die Geräuschquelle selbst geschlossen, im letzteren Fall auf die Geräuschquelle in der Anlage, deren Schalleistungspegel durch das Einfügungsdämpfungsmaß der Anlage reduziert und deren Richtwirkungsmaß durch die Anlage verändert ist.

Für die Planung ist es vorteilhaft, Kenngrößen für die Geräuschquelle ohne Anlage und für die Anlage selbst getrennt verfügbar zu haben. Damit kann zwischen der Geräuschemission und Schutzmaßnahmen im Ausbreitungsweg des Schalls deutlich unterschieden werden. Allerdings sind Messbedingungen für die Geräuschquelle ohne Anlage aus sicherheitstechnischen Gründen nicht immer einfach herstellbar.

Zu beachten ist die Besonderheit der Schießgeräuschbewertung nach VDI 3745-1. Aus messtechnischen Gründen wird nicht die Gesamtenergie eines Schussgeräuschs erfasst, die sich aus den Beiträgen von Mündungs-, Geschoss- und Auftreffknall samt Reflexionen an nahen und fernen Hindernissen zusammensetzt. Vielmehr wird der Maximalpegel in der Anzeigeart F eines Schallpegelmessers herangezogen, in den nur die Teilenergie in einem Zeitraum von etwa 125 ms um den höchsten Schalldruck eingeht. Innerhalb von 125 ms breitet sich der Schall über eine Entfernung von etwa 40 m aus. Reflexionen und andere Beiträge werden also hauptsächlich aus einem Umkreis von etwa 20 m um die stärkste Schallquelle berücksichtigt. Vereinfachend kann man den Einzelschuss durch einen Schalleistungspegel, der sich aus dem Maximalpegel mit einem Abstandsmaß ergibt, und eine Einwirkzeit von 125 ms kennzeichnen, die sich durch

einen Impulzzuschlag von 16 dB auf die äquivalente Dauer eines stetigen Geräuschs von etwa 5 s verlängert.



**Büchsengeschoss nach Verlassen der Mündung**

Schießgeräusche lassen sich nach dem Verfahren der Richtlinie VDI 3745-1 wie Dauergeräusche beschreiben. Dies geschieht primär durch den Schallleistungspegel des Mündungsknalls, die spektrale Zusammensetzung des Geräuschs und die Richtcharakteristik der Schallabstrahlung. In Sonderfällen des Schießens mit überschallschneller Munition kommt seitlich der Geschossbahn der Geschossknall hinzu, sofern er nicht durch Abschirmung an Sicherheitseinrichtungen vernachlässigbar ist. Vom Auftreffknall des Geschosses ist bei geeigneter Gestaltung des Geschosspfanges stets abzusehen.

### **3. Schalleistungspegel des Mündungsknalls**

Rechnet man vom Schalldruckpegel, der in einem Abstand von wenigen Metern von einer Geräuschquelle gemessen worden ist, über sphärische Ausbreitung auf den Schalldruckpegel zurück, der sich auf einer Kugel mit  $1 \text{ m}^2$  Oberfläche um die Quelle herum ergäbe, so wird dessen energetischer Mittelwert über alle Raumrichtungen als Schalleistungspegel bezeichnet.

Der Mündungsknall von einer großkalibrigen Waffe klingt dumpf, der von einer kleinkalibrigen hell. Die unterschiedliche Lautstärkeempfindung von Quellen mit gleicher Schalleistung, aber unterschiedlichem Spektrum kann näherungsweise durch eine genormte Frequenzbewertung A beider Geräusche vergleichbar gemacht werden. Man spricht dann vom A-bewerteten oder kurz vom A-Schallpegel.

Messtechnisch liegen in der Regel nicht ausreichend viele und gleichmäßig in allen Raumrichtungen bestimmte Schalldruckpegel vor, um den Schalleistungspegel sehr genau angeben zu können. Häufig beschränkt man sich auf wenige Messwerte in der Horizontalen,

Als Näherungswert für den A-Schallleistungspegel wird daraus durch lineare Mittelung eine Größe  $e_0$  bestimmt. Erfahrungswerte für diese Größe sind in Tabelle 1 in Zuordnung zu Waffen, Munition und Mündungsenergie angegeben.

Zwischen dem A-Schallleistungspegel und der Mündungsenergie besteht nach Abbildung 1 ein Zusammenhang, in dem allerdings zwischen Kleinkaliber-Gewehren, Kurzwaffen, Schrotflinten und Großkaliber-Gewehren zu unterscheiden ist. Kleinkaliber-Gewehre sind relativ leise, bedürfen aber bei hohen Schusszahlen und geringen Abständen zur Nachbarschaft der Beachtung. Kurzwaffen haben einen relativ hohen mechano-akustischen Wirkungsgrad. Sie sind umso lauter, je kürzer die Lauflänge ist. Für Schrotflinten, die beim Trap- und Skeet-Schießen eingesetzt werden, gelten die angegebenen Schallleistungspegel für übliche Munition mit einer Mündungsgeschwindigkeit von etwa 400 m/s. Unterschallschnelle Munition ist etwas leiser, hat sich aus schießtechnischen Gründen aber bisher wenig durchgesetzt. Angaben für Großkaliber-Gewehre beziehen sich auf die Anschlagart „liegend“. Unterschiede zu anderen Anschlagarten sind gering und praktisch zu vernachlässigen. Da bei Kurzwaffen offensives Pulver und bei Langwaffen progressives Pulver verwendet wird, ergibt sich eine unterschiedliche Abhängigkeit der Geräuschemission von der Lauflänge.

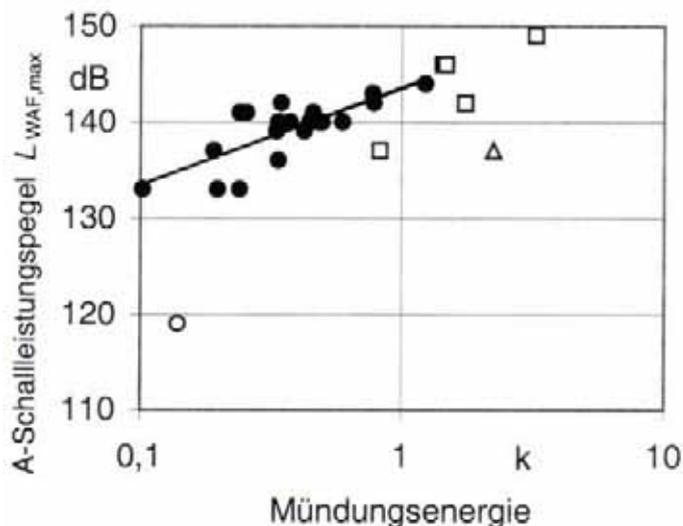
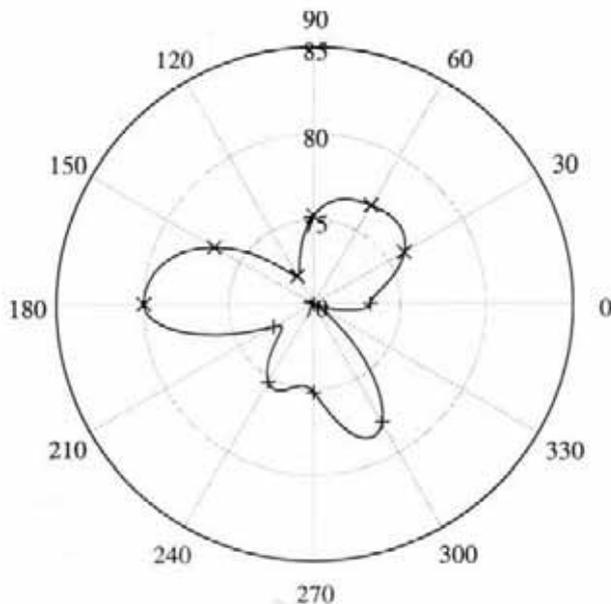


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Schallleistungspegel und Mündungsenergie nach Messungen an (○) Kleinkaliber-Gewehren, (●) Kurzwaffen, (△) Schrotflinten und (□) Großkaliber-Gewehren

Hohe Schusszahlen und mangelnde Schallschutzmöglichkeiten beim Trap- und Skeet-Schießen machen diese Sportart zur größten Belastung für die Nachbarschaft. Unterschiede der Geräuschemission von Trap-Flinten, die eine stärkere Fokussierung des Schrots durch eine Einschnürung im Lauf (sog. Choke) bewirken, und Skeet-Flinten mit breiterer Streuung des Schrots sind nicht bekannt.

## 4. Richtwirkung

Abweichungen des A-Schalldruckpegels vom Mittelwert über eine Hüllfläche kennzeichnen in erster Näherung die Richtwirkung des Strahlers. Genauere Aussagen ergeben sich aus der Analyse in Frequenzbändern. Dazu liegen allerdings kaum Erfahrungswerte vor.



**Abb. 2:** Richtcharakteristik des A-Schalldruckpegels in 125m Abstand vom Mittelpunkt eines 100m-Schießstandes; (x,+)  $L_{AF,max}$  in dB gemessen beim Schießen mit Hornet, (-) rechnerisch interpoliert.

Die Richtwirkung in der Horizontalebene gibt mit einem Maß  $g$ , etwa an, um wie viel höher der A-Schalldruckpegel in Schussrichtung bzw. um wie viel niedrigerer in entgegengesetzter Richtung ist als der Pegel querab. Für Gewehre ist im Mittel  $g = 6$  dB, für Pistolen kleineren Kalibers 5 dB und für Pistolen größeren Kalibers 4 dB. Die Werte sind umso größer, je höherfrequent das Mündungsgeräusch ist.

Als Maß höherer Ordnung, mit dem seitliche Einschnürungen und ungleichmäßige Ausprägungen des Vor-/Rückverhältnisses der Richtwirkung zu beschreiben sind, dient die Größe  $g_2$ . Sie liegt für alle Waffen Mittel bei 1 dB.

Beim Trap- und Skeet-Schießen ist von wechselnden Schussrichtungen auszugehen, sodass keine bestimmte Richtwirkung der Schallabstrahlung auftritt. An Schießblenden und Kugelfängen können Abschirmungen und Reflexionen des Schalls auftreten, die zu einer wesentlichen Änderung der Richtwirkung führen.

Allgemein ist eine räumliche Fourier-Synthese nützlich, um aus einzelnen Messwerten in der Umgebung einer Anlage die Schallabstrahlung in beliebige Zwischenrichtungen zu prognostizieren (s. Abbildung 2).

## 5. Spektren

Für überschlägige Immissionsberechnungen kann nach DIN ISO 9613-2 von der spektralen Verteilung von Geräuschemissionen abgesehen werden. Ersatzweise werden frequenzabhängige Komponenten der Ausbreitungsdämpfung mit ihrem Wert bei einer Frequenz von 500 Hz angesetzt, um daraus die Minderung des A-Schalldruckpegels zu bestimmen. Mit angestiegener Rechnerkapazität ist es jedoch üblich geworden, die Frequenzabhängigkeit wenigstens in Oktavbändern zu berücksichtigen. Mit Spektralkorrekturen, deren energetische Summe über alle Frequenzbänder 0 dB ergibt, lässt sich, wie in Abbildung 3 angegeben, die relative Bedeutung einzelner Frequenzbänder für den A-Schallpegel aufzeigen.



### **Büchsengeschoss nach Verlassen der Mündung**

Im Wesentlichen ist bei Gewehren zwischen drei Spektralkorrekturen zu unterscheiden. Diejenige für Schrotflinten zeigt mit einem Maximum bei 250 bis 500 Hz einen dumpfen Mündungsknall an. Ein scharfer Mündungsknall tritt mit einem Maximum bei 2 kHz für Kleinkaliber-Gewehre auf. Andere Gewehre liegen zwischen diesen Extremen mit spektralen Maxima bei etwa 1000 Hz.

Bei Kurz Waffen sind die Unterschiede der Spektren weniger ausgeprägt. Das wichtigste Oktavband liegt stets bei 1000 Hz. Für kleinkalibrige Waffen kommen wichtige höherfrequente Anteile hinzu, bei großkalibrigen niederfrequente.

Die Kenntnis von Spektren dient in erster Linie zur Bemessung von Schallschutzmaßnahmen in der Form von absorbierenden Verkleidungen und Abschirmeinrichtungen. Je niederfrequenter die Geräusche sind, umso größer und dicker müssen die Bauelemente sein.

## 6. Reflexionen

Grundsätzlich bieten Rechenprogramme heute die Möglichkeit, zusätzlich zum Direktschall von einer Geräuschquelle bis zu einem Immissionsort auch Reflexionen an Hindernissen in ihrem Beitrag zur Geräuschimmission zu berücksichtigen. Dies geschieht in der Regel über

Spiegelschallquellen, deren Quellstärke über den Schallabsorptionsgrad der reflektierenden Flächen bestimmt wird. Darin liegt bereits eine Näherung, die die diffuse Reflexion an rauen Flächen unberücksichtigt lässt. Auch ist der Rechenaufwand sehr hoch, um die Größe und eine beliebige schiefwinkelige Lage von Flächen hinreichend zu berücksichtigen. Schließlich sind die Rechenergebnisse, sofern sie standardmäßig ohne Berücksichtigung von Laufwegunterschieden ermittelt werden, nicht unbedingt konform mit der Mess- und Beurteilungsvorschrift von Schießgeräuschen nach VDI 3745-1.

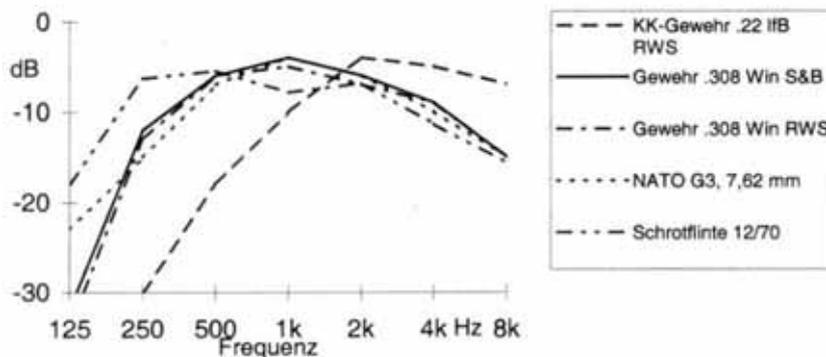


Abb. 3: Spektralkorrekturen in Oktavbändern für Langwaffen nach Tabelle 1

Aus diesen Gründen ist es praktisch unverzichtbar, im Nahfeld einer Anlage gesteuerte Messungen durchzuführen, mit denen die Gesamtheit aller quellennahen Reflexionen - und auch der wirksamen Abschirmungen - erfasst wird. Im Vergleich mit Freifelddaten, die zuvor als Emissionskenngrößen beschrieben wurden, lässt sich die Dämpfung einer Anlage, z.B. mit einer Reihe von Blenden und/oder einem Schützenhaus, angeben.

Durch Reflexionen an Blenden kommt es hinter dem Schützen im Freien zu erhöhten Geräuschpegeln, also zu negativen Dämpfungen. Einfache Schützenhäuser mit reflektierenden Wandflächen liefern nach vorn negative, nach hinten positive Dämpfungen. Die insgesamt abgestrahlte Schallleistung bleibt ungeändert. Erst durch Schallabsorption, die in einem möglichst großen Raumwinkel um die Mündung der Waffe herum wirksam sein muss, tritt eine wesentliche Minderung der Geräuschemission vom Mündungsknall auf.

## 7. Schlussbemerkungen

Schießanlagen im Freien stellen für Anlieger eine häufig beklagte Geräuschbelastung dar. Die Nutzung an Sonn- und Feiertagen sowie wochentags am Abend wird durch die TA Lärm auf wenige Stunden eingeschränkt, wenn eine Ruhezeiten-Pönale vermieden werden soll. (Eine Pönale für Nachtschießen hat in der Praxis geringere Bedeutung.) Einzelne Geräuschspitzen dürfen je nach Empfindlichkeit der Wohnnachbarschaft am Tag A-bewertete Schalldruckpegel von 80 bis 90 dB nicht überschreiten. Daraus lassen sich Mindestabstände zu Schießanlagen bestimmen. Praktisch wächst der Mindestabstand proportional zur Wurzel aus der Schusszahl

in Dimensionen, die oft nicht zur Verfügung stehen. So wird bei einer Trap- oder Skeet-Anlage mit stündlicher Schusszahl von 400 zu Zeiten, in denen keine Pönale anzurechnen ist, ein Abstand von etwa 1000 m über ebenem Gelände erforderlich, um den Immissionsrichtwert von 60 dB in einem Kern-, Dorf oder Mischgebiet nicht zu überschreiten. Stehen große Abstände oder natürliche Hindernisse für eine Dämpfung bei der Schallausbreitung nicht zur Verfügung, müssen betriebliche oder bauliche Schallschutzmaßnahmen getroffen werden, die zur Begrenzung der immissionswirksamen Schalleistung führen.

## **Schrifttum**

- [ 1 ] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26.8. 98 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm), GMBI1998, S. 503
- [2] VDI3745 Bl. 1, Beurteilung von Schießgeräuschimmissionen, Mai 1993
- [3] Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Entwurf vom September 1997
- [4] Richtlinie zur Prognose von Schießgeräuschimmissionen, Hessische Landesanstalt für Umwelt, Heft 227, Nov. 1996

Tabelle 1: Handfeuerwaffen mit Einzulangabe  $e_0$  ( $-L_{WA(max)}$ ) zur Geräuschemission (Messwerte)

Nr.	Waffe	Kaliber	Lauf- länge	Munition	Mündungs- energie, J	$e_0$ dB
Langwaffen						
1	KK-Gewehr	.22 lfB	0,66 m	RWS Standard	139	112 <sup>1,2</sup>
2	Anschütz	.22 lfB	0,66 m	RWS	139	114
3	Flinte	12/70		RWS Trap Spec.	2240	137 <sup>1,2</sup>
4	div. Flinten			Diverse		137 <sup>1,2,4</sup>
5	Gewehr	.22 Hornet	0,6 m	RWS TS	824	137 <sup>1,2</sup>
6	M16	.223 Rem			1750	140 <sup>3</sup>
7	Stgw 90	.223 Rem			1500	146
8	Gewehr	.308 Win	0,69 m	S&B	3502	145
9	Gewehr	.308 Win	0,60 m	MEN VS	3513	147 <sup>1,2</sup>
10	Gewehr	.308 Win	0,69 m	RWS	3966	144
11	Stgw 57				3250	148
12	AK 4	7,62 mm			3600	143 <sup>2</sup>
13	NATO G3	7,62 mm			3600	145
14	Gewehr K98	.30-06		Springfield 7,62x63		147 <sup>1,2</sup>
15	Gewehr	.243 Win		RWS KS		147 <sup>1,2</sup>
16	Gewehr	7x64	0,65 m	RWS TIG	4061	149 <sup>1,2</sup>
17	Gewehr	8x68S	0,65 m	RWS KS	5735	150 <sup>1,2</sup>
Kurz Waffen						
18	Pistole	.22 lfB		RWS Standard		131 <sup>1,2</sup>
19	Walther GSP	.22 lfB	0,115 m	Win T22	284	132
20	SIG-Hämmerli P240	.32 S&W	0,15 m	WC Geco	197	130
21	Walther PPK	7,65	0,085 m	Geco	190	136
22	Revolver	.38 Spec.	6"	WC Geco	363	138 <sup>1,2</sup>
23	S&W 686	.38 Spec.	6"	WC Win	239	133
24	S&W 686	.38 Spec.	6"	Magtech	337	136
25	S&W 686	.38 Spec.	6"	Federal	331	138
26	S&W 686	.38 Spec.	6"	Geco	423	138
27	Revolver	.38 Spec.	6"	Geco Blei-RK	363	141 <sup>1,2</sup>
28	Colt Goldcup	45ACP,	5"	Federal	337	139
29	Colt Goldcup	45ACP	5"	Magtech	444	139
30	Colt Goldcup	45ACP	5"	Win	485	140
31	Pistole	9 mm Para	0,112 m	Win VM	284	143 <sup>1,2</sup>
32	Pistole	9 mm Para				140
33	SIG 210/6	9 mm Para	0,115 m	RWS	496	138
34	SIG 210/6	9 mm Para	0,115 m	Win	483	138
35	SIG 210/6	9 mm Para	0,115 m	TPZ	374	138
36	Colt	.38 Spec.	2"	Magtech	254	139
37	Detective	.38 Spec.	2"	Federal	239	140
38	Spec.	.38 Spec.	2"	Geco	345	140
39	S&W 686	.357 Mag.	6"	Win	772	144
40	S&W 686	.357 Mag.	6"	S&B	780	143
41	S&W 29	.44 Mag.	6"	CCI	593	141
42	S&W 29	.44 Mag.	6"	Norma	1229	145
43	Revolver	.357 Mag.	6"	Norma TF	1010	148 <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> nur Messrichtung 90°, <sup>2</sup> umgerechnet aus Impulsschallpegel (-5 dB), <sup>3</sup> umgerechnet aus SEL (+9 dB), <sup>4</sup> Mittelwert

## **Thema II**

### **Schießgeräuschemissionen bei offenen Sportschießständen**



**Dipl.-Ing. ETH Jean Marc Wunderli**

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt

Überlandstraße 129, CH-8600 Dübendorf

Telefon: 0041-41/1823-4748

## **Referat 2**

### **Lösungsmöglichkeiten zur Minimierung von Schießgeräuschemissionen bei offenen Schießständen**

Schallschutz bei Schießständen ist auch in der Schweiz seit langem ein brennendes Thema. Technische Lösungen wie sog. Lägerblenden und Schallschutztunnel werden hier zur Minderung der Schießgeräuschemissionen Erfolg angewendet. Auch weitere Maßnahmen wie Rasterdecken sind zu diskutieren.

#### **1. Einleitung**

Schallschutz bei Schießständen ist in der Schweiz seit langem ein brennendes Thema. Neben rund 200 Jagdständen und 900 Ständen für 25 bzw. 50 m Schussdistanzen sind es vor allem die über 2000 Schießanlagen für 300-m-Schießen, welche Probleme bereiten. Die große Zahl an 300-m-Anlagen erklärt sich durch die Verpflichtung jeder Gemeinde, ihren wehrpflichtigen Bürgern die Absolvierung jährlicher Bundesübungen zu ermöglichen. Diese 300-m-Stände werden jedoch nicht nur für die obligatorischen Schießen, sondern auch sonst rege genutzt, was sich in der großen Zahl jährlich verschossener Munition von beispielsweise rund 47 Mio. im Jahre 1998 niederschlägt. Geschossen wird dabei ausschließlich mit militärischen Sturmgewehren oder vergleichbaren Waffen, welche durchwegs hohe Pegel, sowohl beim Mündungs- als auch beim Geschosknall verursachen.

Neben den hohen Emissionspegeln sind es auch die oft kleinen Abstände zwischen Quelle und Empfänger, welche die Lärmproblematik verstärken. Die meist dichte Besiedlungsstruktur und im Vergleich zu Deutschland schwächeren Sicherheitsbestimmungen<sup>1</sup> führen dazu, dass sich Wohngebäude oft direkt neben den Schießanlagen befinden.

In Deutschland herrschen Anlagen mit kürzeren Schussdistanzen vor und der Geschosknall stellt aufgrund der Bauweise der Sicherheitsmaßnahmen einerseits und der meist tieferen Geschossgeschwindigkeiten andererseits kaum ein Problem dar. Im Vergleich zur Schweiz ist deshalb das Hauptaugenmerk bei der Bekämpfung des Schießlärms wohl etwas anders gelagert. Unsere Erkenntnisse und Erfahrung mit verschiedenen Lärmbekämpfungsmaßnahmen besitzen in der Regel jedoch Allgemeingültigkeit und sollten weitgehend auf Deutsche Verhältnisse übertragbar sein. In den nachfolgenden Kapiteln werden die verschiedenen anwendbaren Maßnahmen diskutiert, wobei versucht wird, der abweichenden Problemstellung in Deutschland Rechnung zu tragen.

---

<sup>1</sup>Die innerste Gefahrenzone, in welcher ein absolutes Bauverbot gilt, wird durch einen Winkel von 11.3° zur äußersten Schießbahn definiert. Außerhalb von 21.8° bestehen keinerlei sicherheitstechnische Einschränkungen der Bautätigkeit. Eine durchgehende seitliche Abschirmung der Schießbahn ist nicht vorgeschrieben.

## **2. Betrieblich-organisatorische Maßnahmen**

Neben baulichem Schallschutz kann oft auch durch betriebliche Maßnahmen eine Reduktion des Beurteilungspegels und damit per Definitionen auch der hervorgerufenen Störung erreicht werden. Während in der Schweiz die Benutzungszeiten der Anlage in die Ermittlung des Beurteilungspegels einfließen und damit durch eine Straffung des Schießbetriebes bereits eine Verminderung erreicht werden kann, ist diese Möglichkeit aufgrund der deutschen Reglementierung nicht möglich. Nach VDI-Richtlinie 3745 Blatt 1, kann der Beurteilungspegel für verschiedene Beurteilungszeiten nur über den mittleren Einzelschusspegel und die Zahl der verschossenen Munition beeinflusst werden. Eine Korrektur dieser beiden Größen kommt aber einer Beschneidung des Schießbetriebes gleich, müssen doch im einen Fall lautere Waffen verboten und im anderen die Schusszahlen begrenzt werden.

Deutlich weniger einschränkend und damit auch umsetzbarer ist eine Konzentration des Schießbetriebes auf Werktage zwischen 7 und 19 Uhr. Da Aktivitäten an Wochenenden und in Ruhezeiten gemäß VDI-Richtlinie 3745 Blatt 1 mit einem Zuschlag von 6 Dezibel bestraft werden, kann durch eine Vermeidung hoher Schießaktivitäten in diesen Zeiten bereits ein deutlicher Effekt erreicht werden.

## **3. Maßnahmen am Schießstand**

Maßnahmen am Schützenhaus können bei einer Gesamterneuerung oder einem Neubau desselben relativ einfach und kostengünstig realisiert werden. Etwas schwieriger gestaltet sich dies bei der Sanierung bestehender Schützenhäuser, wo dann entsprechende Kompromisse eingegangen werden müssen.

Grundsätzlich zeigen diese Maßnahmen nur im Bereich hinter der Schützenhauslinie eine Wirkung. Dabei sind aber in jedem Fall Reflexionen des Mündungs- und Geschosknalls in der Umgebung mit zu berücksichtigen.

### 3.1 Grundriss

Die Grundrissgestaltung kann die Ausbreitung des Mündungsknalls in erheblichem Maß beeinflussen. Es ist insbesondere darauf zu achten, dass Nebenräume (Munitions- und Standblattausgabe, Büros, Schützenstube, etc.) auf der Seite der nächstgelegenen lärmempfindlichen Gebiete angeordnet werden (siehe Abb. 1). Damit kann der Schalldurchgang in diese Richtung wesentlich verbessert werden, ohne dass zusätzliche Kosten entstehen.

Wenn der Eingang direkt in den Schießraum führt, sollte dieser unbedingt als Schleuse ausgebildet werden, damit die direkte Schallausbreitung durch die offene Tür verhindert werden kann (siehe Abb. 2). Eine solche Schleuse soll innen mit absorbierendem Material ausgekleidet sein.

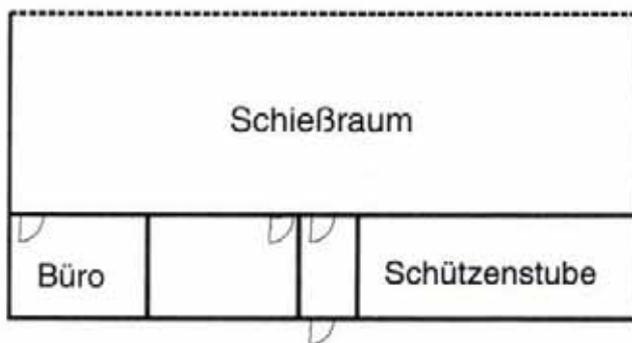


Abb. 1: Grundrissgestaltung

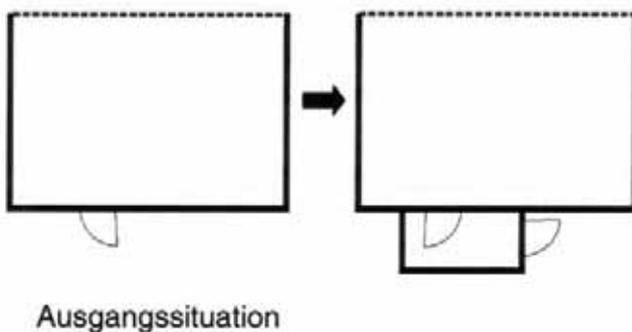


Abb. 2: Eingangsschleuse

Die Wirksamkeit von solchen Maßnahmen lässt sich nur im Einzelfall bestimmen und ist sehr stark vom Ausgangszustand des bestehenden Gebäudes abhängig. Auch die Kosten für die entsprechenden Bauarbeiten lassen sich nur in Bezug auf ein konkretes Projekt voraussagen, zumal Grundrissänderungen meistens nur im Zuge von größeren Sanierungsprojekten vorgenommen werden können.

### **3.2 Schalldämmung**

Als Schalldämmung bezeichnet man die Pegelabnahme des Schalles, welcher durch die Gebäudehülle hindurchtritt. Die Größe, welche zur Beschreibung der Schalldämmeigenschaften eines Gebäudes verwendet wird, ist das bewertete Bauschalldämmmaß  $R'_{w}$ . Je größer dieser in Dezibel angegebene Wert ausfällt, umso besser ist die Schalldämmung des Gebäudes. Erfahrungen aus der Schweiz zeigen, dass ab einem bewerteten Bauschalldämmmaß von 35 dB der Schallweg durch das Schützenhaus im Vergleich zum Schallweg um das Gebäude in allen Punkten vernachlässigt werden kann und somit durch eine Optimierung der Gebäudehülle keine weitere Verbesserung mehr zu erreichen ist.

Die Schwachstellen bei der Schalldämmung von Schützenhäusern finden sich meistens an den folgenden Stellen:

- Außentüren, die direkt in den Schießraum führen
- Fenster im Schießraum
- Leichtbaukonstruktionen (einfache Holzwände mit Ritzen)
- Dachkonstruktionen ohne Unterdach und mit schlecht dichtenden Anschlüssen an Wände

Die beste Schalldämmung erreicht man für den Schießraum mit einer massiven Bauhülle (Wände und Decken) möglichst ohne Fenster. Dies ist aber meist nur bei Neubauten möglich; bei Sanierungen können allenfalls schalldämmende Fenster eingebaut oder bestehende Fenster zugemauert werden.

Bei vielen älteren Schützenhäusern, welche in einfacher Holzkonstruktion erstellt und mit Ziegeldächern ohne Unterdach resp. Zwischenboden gedeckt wurden, ist meistens eine ungenügende Schalldämmung vorhanden. Dies wird durch Ritzen und teilweise offene Übergänge beim Dachanschluss verursacht. In diesem Fall kann eine Isolation der Außenwände, verbunden mit einer zweischaligen Konstruktion und das Einbauen eines Unterdaches resp. Zwischenbodens zu einer erheblichen Verbesserung der Schalldämmung führen.

### **3.3 Schallabsorption**

Die Schallabsorption beschreibt die Schallschluckfähigkeit eines Materials oder Bauteils. Bei Schießständen werden schallabsorbierende Materialien vor allem im Schießraum eingesetzt, wodurch eine Senkung des Raumpegels erreicht wird. Die Wirkung nach außen ist im Normalfall, bei genügender Schalldämmung der Gebäudehülle, sehr gering und für den maßgebenden maximalen Einzelschusspegel kaum von Bedeutung. Hingegen sinkt die Lärmbelastung für die Schützen und weitere sich im Schießraum aufhaltende Personen (dies entbindet jedoch nicht von allfälligen Verpflichtungen zum Tragen von Gehörschutzmitteln).

## 4. Maßnahmen an Sicherheitsblenden

Sicherheitsblenden stellen einen Reflektor sowohl für den Mündungs- als auch den Geschosknall dar. Die Wirkung dieser Reflexionen vor allem auf Gebiete hinter dem Schützenhaus werden oft vergessen oder unterschätzt. Werden bei der lärmtechnischen Beurteilung einer Anlage entsprechende Einflüsse festgestellt, so können durch folgende Maßnahmen eine Verminderung der Immissionspegel erreicht werden:

- vollflächige, hoch schallabsorbierende Verkleidung der Blenden<sup>2</sup>
- Verhinderung von Reflexionen durch Schrägstellen der Blenden, meist in Richtung Boden oder Himmel
- Optimierung der Absorption durch zusätzliches Anbringen von Markisen, welche zu Mehrfachreflexionen an der Blende führen

Da die Blenden immer im Freien stehen und vollkommen der Witterung ausgesetzt sind, muss bei der Materialwahl auch diesem Aspekt Rechnung getragen werden.

Eine Prognose für die generelle Wirkung von Maßnahmen an Sicherheitsblenden lässt sich kaum machen. Diese muss im Einzelfall unter Berücksichtigung aller auf einen Beurteilungspunkt einwirkenden Schallimmissionen (Direktschall und Reflexionen) bestimmt werden.

---

<sup>2</sup> Schallabsorptionsgrad  $a_s > 0.95$  für Frequenzen von 500 bis 2000 Hz.

## 5. Lägerblenden

Als Lägerblenden werden kurze, unmittelbar ans Schützenhaus anschließende Lärmschutzwände bezeichnet. Diese Blenden werden im Abstand von jeweils zwei Lägern erstellt und schirmen den Mündungsknall gegen die seitliche Ausbreitung ab. Die Blenden müssen einen massiven Kern mit einer genügenden Schalldämmung zur Verhinderung des Schalldurchganges aufweisen und zur Vermeidung von Reflexionen beidseitig mit hochabsorbierenden Verkleidungen versehen sein.

Lägerblenden sind in der Regel 4 m lang und müssen in der Höhe so angepasst werden, dass ein lückenloser Anschluss an die Dachuntersicht gewährleistet ist. Nach unten müssen die Blenden ebenfalls gut abschließen, um den Schalldurchgang oder allfällige Reflexionen am Boden unter den Blenden hindurch zu verhindern. Aus Sicherheitsgründen dürfen für die Tragkonstruktion nur Leichtmetalle, Holz oder ähnliche Materialien verwendet werden (Querschläger und Absplitterungen).



**Abb. 3: Schützenhaus mit Lägerblenden, Olten, Kanton Solothurn (CH)**

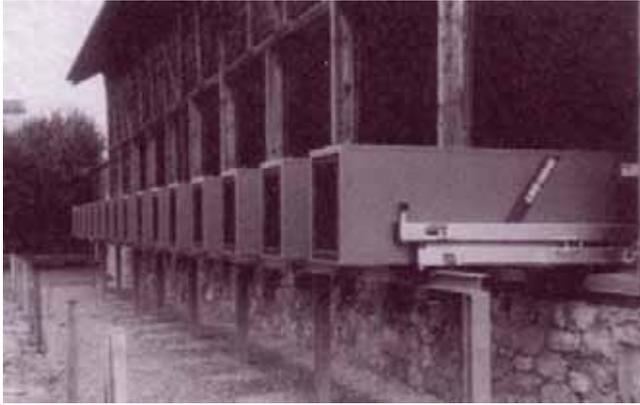
## **6. Schallschutztunnel**

Schallschutztunnel stellen im Prinzip große Schalldämpfer dar, welche jedoch nicht zur Waffe gehören, sondern fest in der Schießanlage eingebaut sind. Sie bestehen aus einem Kanal von ca. zwei Metern Länge. Die äußere Hülle ist aus Aluminium oder hartem Kunststoff hergestellt. Das Innere besteht aus schallabsorbierendem Material, das mit einem Schutzgitter versehen ist. Die Mündung des Gewehrs wird ca. 15 cm in den Tunnel eingeführt. Da der Tunnelquerschnitt verhältnismäßig breit ist, kann der Schütze das Zielgebiet gut einsehen.

Schallschutztunnel bewirken eine starke Minderung des Mündungsknalls. Im Gegensatz zu den Lägerblenden sind sie zusätzlich auch im Gebiet hinter dem Schützenhaus und hinter dem Kugelfang wirksam.

Die Tunneln werden von den Schützen sehr gut akzeptiert. Die Schießgenauigkeit wird nicht beeinträchtigt und die Lichtverhältnisse werden aufgrund der Abschirmung gegen die Sonne sogar verbessert. Normalerweise werden die Tunneln mit einem Transportsystem versehen, welches in Zeiten ohne Schießbetrieb eine geschützte Aufbewahrung ermöglicht.

Schießtunnels werden in der Schweiz bei vielen 300-m-Anlagen primär für Schießen in liegender Position eingebaut. Bei einer Verwendung für stehende oder kniende Schießpositionen und Kurzwaffen muss die Position des Schützen angepasst werden, da aus Sicherheitsgründen die Schießtunnels in Lage und Ausrichtung fixiert bleiben. Als Lösung bietet sich ein System mit einer Vertiefung bei der Schützenposition für stehendes Schießen an, welche durch zwei zusätzliche Abdeckungen für kniende und liegende Stellungen angepasst werden kann.



**Abb. 4: Schützenhaus mit Schallschutztunnels, Malters, Kanton Luzern (CH)**

Vor der Marktzulassung werden Schießtunnels in der Schweiz einer Sicherheitsprüfung unterzogen<sup>3</sup>. Folgende Sicherheitsauflagen werden dabei kontrolliert:

- Die Beibehaltung guter Sichtverhältnisse muss gewährleistet sein.
- Pulverrückstände im Kanal oder in der Verkleidung dürfen keine Gefahr für die Schützen darstellen.
- Falls bei einem Fehlschuss das Geschoss die Kanalwand durchdringt, darf dadurch die Schussrichtung nicht wesentlich geändert werden.
- Auch dürfen bei einem Fehlschuss keine Segmente vom Geschoss oder vom Wandmaterial zum Schützen zurückgeworfen werden.

<sup>3</sup> Schweizerische Fachstelle für Sicherungsfragen (fasif), Prüfstelle für durchschusshemmende Materialien; Gruppe Rüstung, Fachabteilung 26 in Thun

## **7. Erdwälle und Lärmschutzwände**

Erdwälle und Lärmschutzwände sind klassische Maßnahmen in der Lärmbekämpfung. Vor allem Lärmschutzwände lassen sich auf sehr engem Raum realisieren, wirken in der Landschaft jedoch oft fremd. Dagegen fügen sich Erdwälle recht gut in die Umgebung ein, benötigen jedoch etwas mehr Grundfläche, um mit der selben Höhe auch die selbe Hinderniswirkung wie eine Lärmschutzwand zu erreichen. Ein weiterer Vorteil des Erdwalles zeigt sich dort, wo Reflexionen an den Schallschutzmaßnahmen verhindert werden müssen. In diesem Fall sind Lärmschutzwände mit absorbierenden Verkleidungen zu versehen, während bei Wällen keine weiteren Maßnahmen getroffen werden müssen. Oft ist auch eine Kombination eines Walles mit aufgesetzter Wand eine gute Lösung.

Bei der Ausgestaltung von Lärmschutzwänden ist auf eine Oberfläche mit regelmäßigen Strukturen zu verzichten, da die Gefahr von Reflexionen besteht, welche ein störendes Pfeifen aufweisen.

Mit Hindernissen in Form von Wällen/Wänden können einzelne kritische Empfangspunkte sowohl vom Mündungs- als auch vom Geschosknall abgeschirmt werden. Die Hinderniswirkung beginnt im Prinzip dann, wenn die direkte Verbindungslinie zwischen Quelle und Empfänger unterbrochen wird. Ein Hindernis wirkt um so besser, je größer der erzwungene Umweg ist. Generell sind Hindernisse dann am wirksamsten, wenn sie in nächster Nähe zur Quelle oder zum Empfänger liegen.

## **8. Troglage/Tieferlegung der Schussbahn**

Aus akustischer Sicht ist es grundsätzlich von Vorteil, wenn sich die Schießlärmquellen, d.h. Mündung und Geschosbahn, möglichst knapp über Terrain befinden. Einerseits kann dadurch der sogenannte Bodeneffekt ausgenutzt werden, welcher den Schallpegel bei bodennaher Ausbreitung in beträchtlichem Maß reduziert. Andererseits erhöht sich die abschirmende Wirkung der natürlichen und künstlichen Hindernisse in der Ausbreitung.

Es ist deshalb aus Sicht des Lärmschutzes beispielsweise unerwünscht, wenn sich im Erdgeschoss eine leisere Kurzdistanzanlage (25/50 m) und im Obergeschoss eine lautere 300-m-Anlage befindet. Durch Verlagerung des gesamten oder zumindest des lauten Schießbetriebes in das Erdgeschoss kann zumeist eine deutliche Verbesserung der Situation erreicht werden.

Während bei bestehenden Anlagen in diesem Bereich die Möglichkeiten in der Regel begrenzt sind, ist es umso wichtiger diesem Aspekt bei der Planung neuer Anlagen Rechnung zu tragen. Durch ein geschicktes Einpassen einer neuen Anlage in die Landschaft können viele später auftretende Probleme bereits frühzeitig vermieden werden. Als Idealfall erweist sich dabei der Bau einer Schießanlage in Troglage, da einerseits durch die Ränder des Troges eine Hinderniswirkung auftritt und andererseits eine zusätzliche Pegelreduktion durch den Bodeneffekt erzielt wird.

## **9. Teilüberdachung der Schussbahn**

Eine relativ aufwändige Maßnahme stellt die Teilüberdachung der Schussbahnen dar. Durch eine solche Maßnahme wird zum einen der Mündungsknall gedämpft, zum anderen auf einer gewissen Länge der Geschosknall abgeschirmt. Um schädliche resp. Störende Reflexionen zu vermeiden sollte die Überdeckung auf der Innenseite schallabsorbierend ausgekleidet werden.

Je nach Ausgestaltung und Länge der Überdeckung können Lüftungsprobleme auftreten.

## **10. Rasterdecken**

Bei der Rasterdecke handelt es sich praktisch um eine Einhausung der gesamten Geschosbahn. Die Wände werden dabei innen schallabsorbierend verkleidet. Die Decke besteht aus schallabsorbierend verkleideten Würfelrastern ohne Deckel und Boden, welche entweder an einem Raumfachwerk aufgehängt oder auf einer entsprechenden Konstruktion aufgelegt werden. Im Vergleich zur vollständigen Überdachung der Schussbahn bieten Rasterdecken den Vorteil,

dass einerseits kein Kunstlicht verwendet werden muss und andererseits auch auf eine Entlüftungsanlage verzichtet werden kann. Der Bau einer Rasterdecke bewirkt an sämtlichen Punkten um die Schießanlage eine große Pegelreduktion. Der bedeutende Aufwand zur Umsetzung dieser Maßnahme schlägt sich allerdings auch im vergleichsweise hohen Preis nieder.

Bis heute wurde in der Schweiz noch keine Anlage mit einer Rasterdecke ausgestattet. In Deutschland existieren derartige Schießanlagen in verschiedenen Ausführungen.

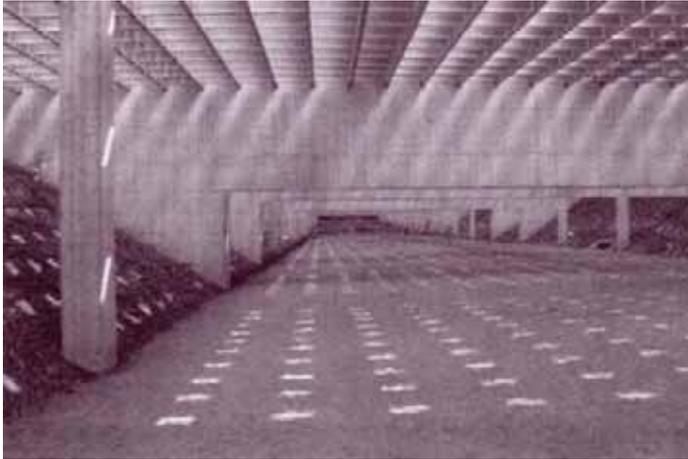


Abb. 5: Rasterdecken über der Schussbahn, Volkach bei Würzburg (D)

## 11. Zusammenfassung

In der nachfolgenden Tabelle werden die diskutierten Maßnahmen einander gegenübergestellt. Für verschiedene Bereiche um die Schießanlage wird dabei eine Angabe zur erreichbaren Lärmreduktion gemacht. Diese Angabe ist als Potenzial der Maßnahme zur Senkung des Beurteilungspegels zu verstehen und bezeichnet somit tendenziell die obere Grenze der Wirksamkeit. Die effektiv zu erreichende Wirkung ist situationsabhängig und wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst:

- Topographische Situation um die Schießanlage
- Lage und Entfernung der betroffenen Empfangspunkte
- Vorhandensein von Reflexionen, beispielsweise an Waldrändern
- Baulicher Zustand des Schützenhauses
- Bereits vorhandene lärmreduzierende Maßnahmen, wie abschirmende Sicherheitsbauten

Die Erfahrungen in Bezug auf die Kosten der verschiedenen Maßnahmen stammen aus der Schweiz und sind wohl kaum direkt auf deutsche Verhältnisse übertragbar. Es wurde deshalb in der nachfolgenden Tabelle auch auf konkrete Angaben verzichtet. Der Bereich möglicher Investitionen beläuft sich in der Schweiz für Maßnahmen mit tiefen Kosten auf unter 5000 SFr. Pro Scheibe, für Maßnahmen mit hohen Kosten auf über 10.000 SFr. Sehr teure Maßnahmen, wie beispielsweise Rasterdecken können auf einen Scheibenpreis von deutlich über 50000 SFr. zu stehen kommen.

Massnahmen	Wirkung	Ort <sup>4</sup>	Kosten
Betrieblich-organisatorisch	2 – 4 dB(A)	Überall	tief
Am Schiessstand	4 – 8 dB(A) 0 – 1 dB(A)	Hinter Schützenhaus In anderen Punkten	tief – mittel
An Sicherheitsblenden	0 – 8 dB(A)	Hinter Schützenhaus	tief
Lägerblenden	2 – 7 dB(A) 10 – 15 dB(A)	Hinter Schützenhaus Seitlich Schützenhaus	tief
Schallschutztunnel <sup>5</sup>	10 – 20 dB(A) 15 – 20 dB(A) 0 – 4 dB(A) 0 – 10 dB(A)	Hinter Schützenhaus Seitlich Schützenhaus Im Geschossknall-Bereich Hinter Ziel	tief – mittel
Erdwälle / Lärmschutzwände	5 – 15 dB(A)	Seitlich der Geschossbahn	mittel - hoch
Troglage / Tieferlegung	3 – 10 dB(A)	Überall	
Teilüberdachung	10 – 15 dB(A) 10 – 20 dB(A)	Hinter Schützenhaus Seitlich der Geschossbahn	hoch - sehr hoch
Rasterdecken	8 – 10 dB(A) 10 – 20 dB(A)	Hinter Schützenhaus In anderen Punkten	sehr hoch

Verschiedene obiger Maßnahmen können - und sollen auch - miteinander kombiniert werden. Dabei ist allerdings Vorsicht bei der Prognose der Schallpegelverminderung geboten, da die akustische Wirkung der kombinierten Maßnahmen nicht einfach addiert werden kann. Insbesondere sind auch die Reflexionen der Umgebung in die Beurteilung mit einzubeziehen, da diese bei Abschirmung des Direktschalls schnell entscheidende Beiträge zur Gesamtlärmbelastung leisten können. Eine Hilfe bei der Planung von Schallschutzmaßnahmen stellen auf Schießlärm spezialisierte akustische Berechnungsprogramme dar, welche wie das in der Schweiz gebräuchliche SL-2000 auch die Wirkung verschiedener Maßnahmen abschätzen lassen.

Welche Vorgehensweise in einer konkreten Situation am erfolgversprechendsten ist, muss von Fall zu Fall beurteilt werden und hängt von vielen Faktoren, nicht zuletzt von der zu erreichenden Pegelreduktion und den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln ab.

<sup>4</sup> Orte wo keine Wirkung erwartet werden kann, werden nicht erwähnt

<sup>5</sup> Die Wirkung fällt leicht unterschiedlich aus für verschiedene Waffen- und Munitionstypen. Die obigen Angaben gelten für das aktuelle schweizerische Sturmgewehr Stgw90 (Kaliber 5.6mm, v<sub>0</sub> = 905 m/s)

## 12. Literatur

[ 1 ] VDI-Richtlinie 3745 Blatt 1, Beurteilung von Schiessgeräuschmissionen; Mai 1993.

[2] VDI-Richtlinie 2058 Blatt 1, Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft; September 1985.

[3] E. Buchta; Erfolgreiche Lärminderungsmaßnahmen an Schiessstandblenden; Tagungsband der Jahresversammlung der Deutschen akustischen Gesellschaft 1998 (DAGA '98), Seite 198 ff.

[4] M. Ringger, R. Hofmann; Beugung von Waffenknallen an periodisch strukturierten Wänden; Tagungsband der Jahresversammlung der Deutschen akustischen Gesellschaft 1989 (DAGA '89), Seite 691 ff.

[5] E. Buchta, K.-W. Hirsch; Optimierung der Schallminderung von Rasterdecken an Schiessständen; Tagungsband der Jahresversammlung der Deutschen akustischen Gesellschaft 1998 (DAGA '98), Seite 525 ff.

- [6] A. Rosenheck, J.M. Wunderli; Modernes Berechnungsverfahren für Schiesslärm am Beispiel des Sturmgewehrs und Maßnahmen zur Minderung des Schießlärms; VDI Berichte 1386,1998, Seite 133 ff.
- [7] EMPA Dübendorf, Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung; Akustische Maßnahmen bei Schützenhäusern; Broschüre, 1987.
- [8] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL); Schiesslärm-Modell SL-90, Erweiterung; Broschüre, 1996.
- [9] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL); PC-Programm SL-2000, Version 1.0, Anleitung; Broschüre, 1997.

## **Thema III**

### **Be- und Entlüftung von geschlossenen Schießständen**



#### **Dr. Gerhard Holl**

Wehrwissenschaftliches Institut für Werk-, Explosiv und Betriebsstoffe (vorm. BICT und WIM)  
Zülpicher Straße 312, 50937 Köln  
Telefon: 02222/60081

## **Referat 1**

### **Belastung durch Schusswaffen in geschlossenen Schießständen**

Beim Schuss mit Handfeuerwaffen werden Schadstoffe emittiert, die in geschlossenen Schießständen zu einer Kontamination der Atemluft bei Schützen und Aufsichtspersonen führen. In einem speziell angefertigten Schusskanal wurden die beim Schießen mit Handfeuerwaffen entstehenden gas- und partikelförmigen Schadstoffe gesammelt und bilanziert sowie im Rahmen signifikanter Expositionsmuster bewertet. Die Ergebnisse belegen, dass Blei und Kohlenmonoxid als Leitkomponenten zur Beurteilung luftgetragener Schadstoffe in geschlossenen Schießständen anzusehen sind.

#### **1. Einleitung**

Beim Schuss mit Handfeuerwaffen werden Schadstoffe emittiert, die in geschlossenen Raumschießanlagen zu einer Kontamination der Atemluft wie auch der Oberflächen (vor allem Boden und Seitenwänden) führt. Die Emissionen setzen sich insbesondere aus gas- und partikelförmigen Reaktionsprodukten der Explosivstoffe wie auch aus nichtumgesetzten Explosivstoffen zusammen.

Durch zahlreiche Untersuchungen [1-7] wurde bereits festgestellt, dass als nicht umgesetzter Explosivstoff Treibladungspulver nach einem Schuss aus einer Handfeuerwaffe emittiert wird und sich bis zu einem Abstand von ca. 6-7 m in Schussrichtung auf dem Boden und in den

Schallisolierungen der Wandverkleidungen anreichern kann. Diese Stoffe sind explosionsgefährlich im Sinne des Sprengstoffgesetzes, d.h. sie können durch Reibung, Schlag oder Erhitzen zur Reaktion gebracht werden.

Die Reaktionsprodukte können als luftgetragene Schadstoffe vom Schützen wie auch vom Aufsichtspersonal eingeatmet werden und so zu einer Gefährdung der Gesundheit führen.

Hierbei resultieren die emittierten gas- und partikelförmigen Stoffe aus verschiedenen Bestandteilen der Munition (Anzündsatz (AZ), Treibladungspulver (TLP) und Geschoss) sowie aus dem Abrieb der Waffe.

Der Anzündsatz (AZ) dient zur Anzündung von Treibladungen. Der reib- bzw. schlagempfindliche Anzündsatz wird durch mechanische Betätigung eines Schlagbolzens zur Entzündung gebracht. Die Gesamtmenge liegt zwischen 15 und 30 mg. Die wesentlichen, zur Schadstoffbildung beitragenden Elemente sind Blei, Barium, Antimon, Zink und Kupfer. Knallquecksilber mit Chloraten findet keine Verwendung mehr. Bleifreie Anzündsätze verschiedener Hersteller sind bereits im Fachhandel erhältlich.

Unter einem Treibladungspulver versteht man ein in der Regel rauchschwaches Pulver auf der Basis von Nitrocellulose (NC). Nach der Zusammensetzung unterscheidet man einbasige Pulver (enthalten als Energieträger nur Nitrocellulose), zweibasige oder dreibasige Pulver (enthalten zusätzlich zu NC niedermolekulare Nitratester z. B. Nitroglycerin oder Diglycoldinitrat). Zusätzliche Bestandteile sind Stabilisatoren, Weichmacher oder phlegmatisierende Stoffe. Die Zusätze bewegen sich im Bereich weniger Gewichtsprozent. Die Menge des TLP's in der untersuchten Munition lag zwischen 64 und 3000 mg pro Schuss. Von der Verbrennung und dem Druckaufbau in der Waffe hängt im Wesentlichen die Menge der gebildeten Reaktionsprodukte Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickoxide und Wasser ab.

Durch die mechanische und thermische Beanspruchung der Oberfläche des Geschosses (Abrieb, Verdampfen von Blei) können metallische Bestandteile mit den Schussschwaden emittiert werden. Insbesondere tragen Geschosse mit einem Boden aus Blei zum Bleigehalt im Gesamt- und Feinstaub bei.

Im Rahmen der Überprüfung und Bewertung von Gefahrstoffen in der Luft an Arbeitsplätzen in Raumschießanlagen [7-10] wurde festgestellt, dass ggf. wenige Schüsse mit einer Handfeuerwaffe in einem geschlossenen Raum ausreichen können, um die Grenzwerte für Schadstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz (MAK, TRK) zu überschreiten.

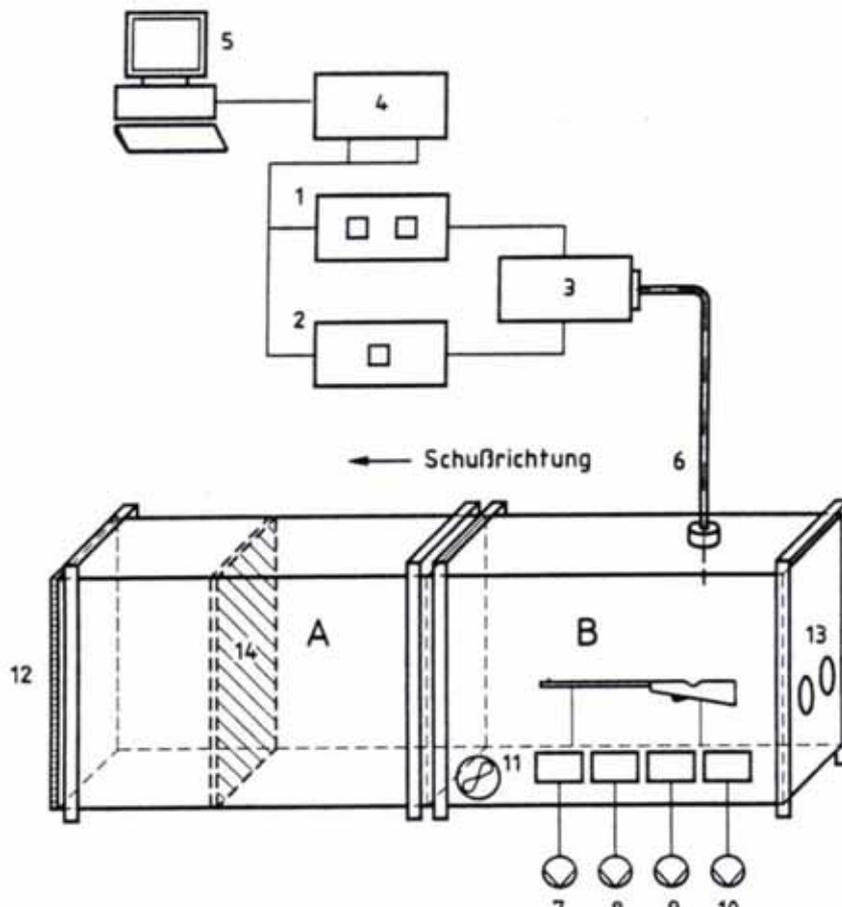
Deshalb wurde im Rahmen dieser Arbeit die Quellstärke verschiedener Waffen- und Munitionstypen - d. h. die pro Schuss emittierte Menge an Reaktionsprodukten - ermittelt, um die Gefahrstoffproblematik in Raumschießanlagen besser charakterisieren zu können. Durch einen Vergleich mit Messungen der Konzentration beim realen Schießbetrieb werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert, um eine Einhaltung der Grenzwerte sicherstellen zu können.

## 2. Ermittlung der spezifischen Schadstoffemissionen pro Schuss

Im Auftrag der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) wurden im Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe (WIWEB) in Swisttal-Heimerzheim ein Versuchsaufbau erstellt (Abb. 1) mit dem Ziel, die Reaktionsprodukte aus Explosivstoffen beim Schuss mit Handfeuerwaffen und deren Emissionen pro Schuss unter Laborbedingungen reproduzierbar zu ermitteln.

### 2.1 Versuchsaufbau

In einem für die Versuche speziell angefertigten Schusskanal können Handfeuerwaffen (Lang- und Kurzfeuerwaffen) mit verschiedenen Munitionsarten geschossen werden. Der Kanal ist aus gleichen, leicht zu öffnenden Segmenten zusammengesetzt und hat den Vorteil, dass verschiedene Raumvolumina je nach Aufgabenstellung ermöglicht werden können. Um alle Vorgänge innerhalb des Versuchskanals überwachen und auch die Handfeuerwaffen bedienen zu können (z.B. Ladevorgänge), ist die Stirnseite mit einer einschiebbaren Plexiglasscheibe, in der Stulpenhandschuhe eingearbeitet sind, ausgestattet. Aus dem abgedichteten Kanal wurden Gas-, Fein- und Gesamtstaubproben entnommen und mit weiteren Analyseverfahren charakterisiert. Gemessen wurde unter atmosphärischen Bedingungen (Temperatur, Druck und Feuchte).



- |  |  |
|--|--|
| 1 IR-Detektor (CO, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> )               | 9 Pumpe für Formaldehyd                                    |
| 2 Chemilumineszenz-Detektor (NO, NO <sub>2</sub> , No <sub>x</sub> ) | 10 Pumpe für Ammoniak                                      |
| 3 Gasaufbereitung  | 11 Ventilator  |
| 4 Meß- und Registriereinheit   | 12 Gewebeverstärkte Folie                                  |
| 5 Rechner  | 13 Plexiglasscheibe mit Bohrung für die Hände des Schützen |
| 6 Gassonde   | 14 Pappkarton zum Abbremsen der Schussschwaden             |
| 7 Pumpe für Feinstaub  |  |
| 8 Pumpe für Gesamtstaub  | A u. B modulare Versuchsanordnung                          |

**Abb. 1: Versuchsaufbau „Schusskanal“**

## 2.2 Messergebnisse

Insgesamt wurden 7 Kurzfeuer- und 3 Langfeuerwaffen untersucht. Die ausgewählten Pistolen, Revolver und Gewehre sowie die entsprechende Munition und Kaliber ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Insgesamt wurden 35 Messreihen durchgeführt.

Hauptbestandteile sowohl im Fein- wie auch im Gesamtstaub sind die Elemente Blei, Barium, Antimon und Kupfer (Tab. 2). Diese Schwermetalle sind in den üblicherweise verwendeten Sinoxid-Anzündhütchen bzw. im Fall von Blei auch im Geschoss selbst enthalten.

**Tab.1: Zuordnung von Waffen, Munition und Messreihen**

	Waffe/Kaliber/Fabrikat	Munition/Fabrikat
<b>Kurzfeuerwaffe</b>	Revolver/.357Mag./S&W	.38SPL /Winchester
		.38G.F.L. /Fiocchi
		.357Mag. /Winchester
	Pistole/9mm Para/SIG-SAUER	9mm Luger / Geco
	Revolver/.22/S&W	.22xPert /Winchester
		.22Standard / RWS
	Revolver/.44Mag./S&W	.44Rem Mag /Winchester
	Pistole/.22/Walther	.22xPert /Winchester
		.22Standard /RWS
	Pistole/9mm/P. Beretta	9mm Luger /Fiocchi
Pistole/.45/S&W	.45Auto /Winchester	
<b>Langfeuerwaffe</b>	Gewehr/.22/Anschütz	.22xPert /Winchester
		.22Standard /RWS
	Gewehr/6,5x55/C.Gustafs	6,5x55 /Norma
	Gewehr/8x57IS/Karabiner	8x57JS /RWS

Im Rahmen der Mittelwertschwankungen pro Schuss entspricht die Menge Feinstaub die der Menge Gesamtstaub. Pro Schuss werden zwischen 0,5 mg (Minimum) und 36,4 mg (Maximum) Staub emittiert. Die stark unterschiedlichen Messwerte hängen von der Menge an Treibladungspulver in der Munition und der verwendeten Waffen (Kaliber) ab. Ein monokausaler Zusammenhang zwischen Menge Treibladungspulver und Emissionsstaub pro Schuss ist nicht gegeben. Besonders hoch sind die Staubbelastungen beim Schuss mit der Waffe 9mm Beretta. Vergleicht man die Menge Blei pro Schuss, so fällt auf, dass bei dieser Waffe auch die höchste Bleikonzentration mit der Munition 9 mm Luger zu beobachten ist. Diese Munition besitzt einen

teflonbeschichteten Bleirundkopf. Dabei trägt der Bleiabrieb des Geschosses beim Schuss erheblich zur Bleiemission bei.

**Tab. 2: Minima und Maxima der verschiedenen Schadstoffemissionen**  
**Werte, die kleiner als die Bestimmungsgrenze sind, wurden nicht berücksichtigt**

Schadstoff/ Element	Maximum pro Schuß [mg]	Minimum pro Schuß [mg]	Waffe / Munition
Gesamtstaub	<u>33,3</u>	0,5	Pis-9mm-Biret/9mmLug-Fio Gew-.22-An/.22XPert-Win
Feinstaub	<u>36,4</u>	0,5	Pis-9mm-Biret/9mmLug-Fio Gew-.22-An/.22XPert-Win
Blei	<u>25</u>	0,2	Pis-9mm-Biret/9mmLug-Fio Gew-.22-An/.22XPert-Win
Barium	<u>1,4</u>	0,03	Pis-Biret/9mm-LUG Pis-Wal/.22 Stand
Antimon	<u>2,3</u>	0,3	Pis-Biret/9mm-LUG Rev.357-Mag/.38 GFL
Zink	<u>0,6</u>	0,02	Gew-K98/8x57 -JS Rev.357-Mag/.38 SPL
Kupfer	<u>3,4</u>	0,02	Gew-K98/8x57 -JS Rev.357-Mag/.38 SPL
Aluminium	<u>0,12</u>	0,01	Rev.44 Mag/.44 REM Mag Rev.357 Mag/.38 SPL
Stickoxide	<u>19,2</u>	0,1	Gew-GUS/6,5x55-Norma Gew-.22-An/.22Std-RWS
Kohlenmonoxid	<u>1347</u>	34	Gew-GUS/6,5x55-Norma Rev-S&W/.22XPert/Win
Formaldehyd	<u>0,3</u>	0,03	Gew-GUS/6,5x55-Norma Rev-Mag/.38GFL-Fioc
Ammoniak	<u>17,1</u>	0,2	Gew-GUS/6,5x55-Norma Rev-Mag/.38GFL-Fioc

Betrachtet man die Emission von Kohlenmonoxid pro Schuss, so steigt die Menge Kohlenmonoxid von 36 mg in Abhängigkeit von der verwendeten Treibladungspulvermenge bis auf 614 mg an (Abb. 2). Die Maximalwerte von ca. 1300 mg pro Schuss werden bei den Langfeuerwaffen mit den Kalibern 6,5 x 55 und 8 x 57 erreicht.

In der Regel beobachtet man die gleiche Beziehungen bei der Zunahme an TLP und der emittierten Menge an Stickoxiden. Dabei ist Stickstoffmonoxid das primäre Reaktionsprodukt. Mit der Zeit findet jedoch im Schusskanal eine Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub> mithilfe des Luftsauerstoffes statt.

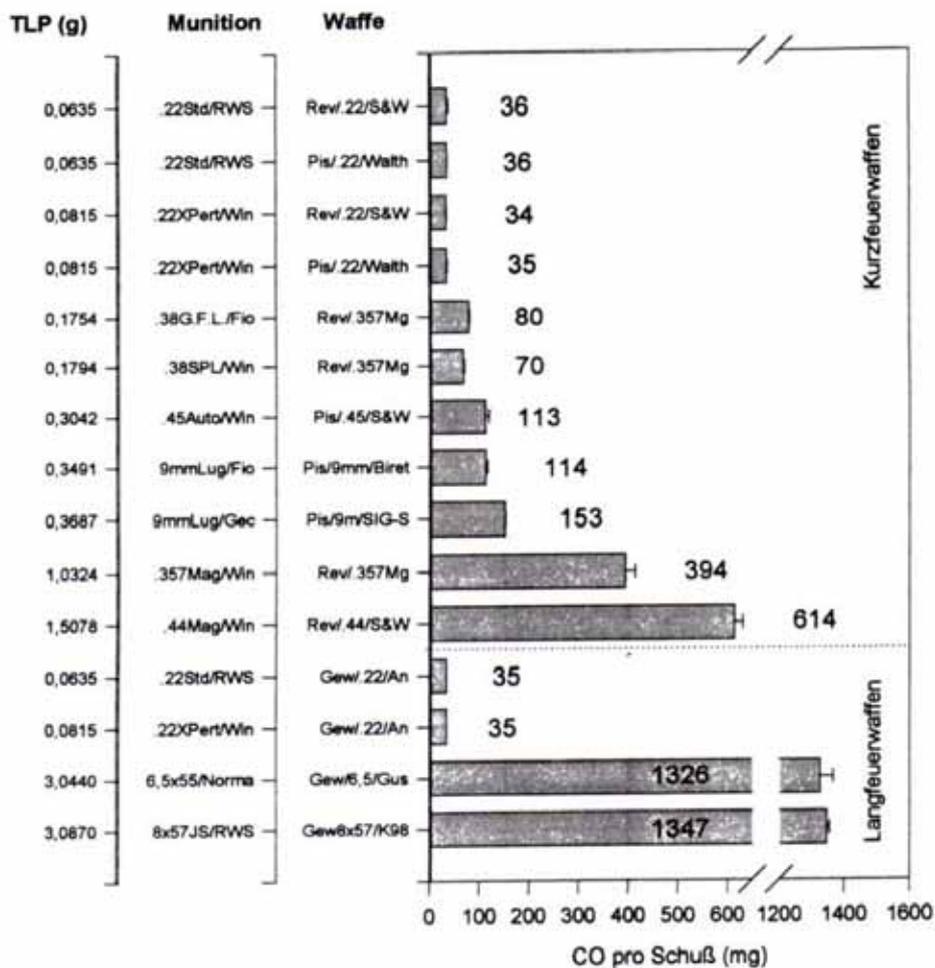


Abb. 2: CO-Emission pro Schuss verschiedener Munitions- und Waffenkombinationen

Größere Mengen von Ammoniak und Formaldehyd entstehen im Wesentlichen nur bei den Langfeuerwaffen.

### **3. Ermittlung und Bewertung der Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft einer Raumschießanlage**

Von Interesse ist, wie sich die Schadstoffe der untersuchten Systeme Waffe/Munition in Raumschießanlagen (RSA) verteilen. Entscheidend hierfür ist neben den örtlichen Gegebenheiten vor allem das Lüftungssystem und die Anzahl der Schusssequenzen pro Schütze. Die Messung der Konzentrationen von Gefahrstoffen in der Luft von Raumschießanlagen wurden in einem Schießstand durchgeführt, dessen Grundriss und Schnitt des Schießstandes den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen ist.

#### **3.1 Beschreibung der Raumschießanlage**

Der Schießstand ist in zwei Bereiche (I, II) aufgeteilt. Beide sind durch eine Mauer lüftungstechnisch getrennt. Die Probenahme erfolgte im Schießstandsbereich I, der eine Länge von ca. 31m, eine Breite von 5,6 m und eine Höhe von 3,15 m besitzt. Die Schützen stehen ca. 3,40 m vor der Rückwand in 5 durch Plexiglas voneinander getrennten Kabinen. Seitenwände wie Decken sind schallisoliert verkleidet.

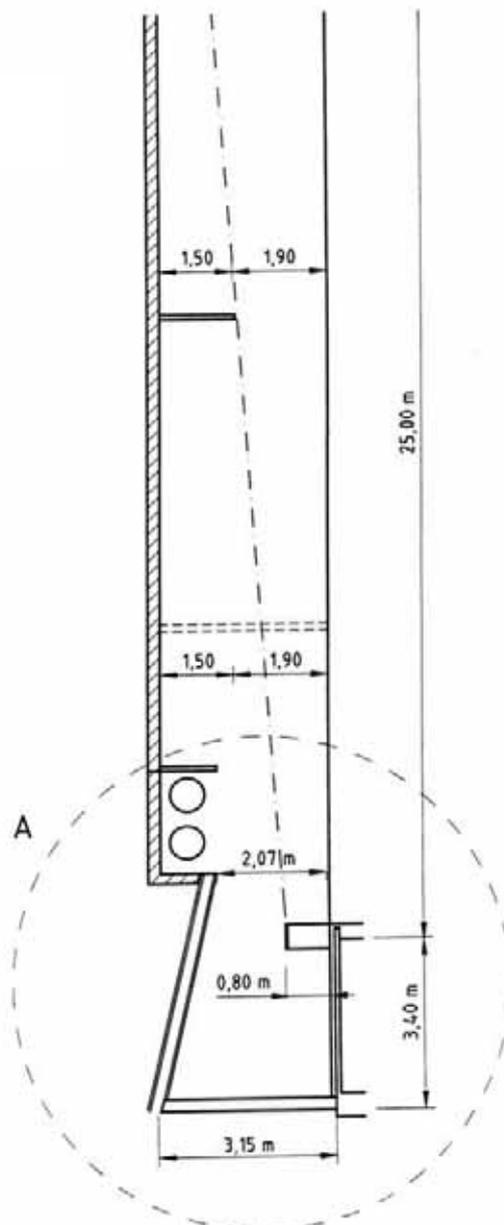


Der gesamte Schießstand wird mit einer Raumluf-Technische-Anlage (RLT) be- und entlüftet. Sie besteht aus einer Zuluft- (8000 m<sup>3</sup>/h) und einer Abluftanlage (6000 m<sup>3</sup>/h). Beide Anlagen können unabhängig voneinander in 5 Leistungsstufen (Schalterstellungen) mit einem maximalen Luftwechsel von 7 pro Stunde geregelt werden.

Die beheizbare Zuluft wird oberhalb der Eingangstür ab einer Höhe von 2,20 m über den gesamten Wandbereich durch 5 Zuluftschächte mit Gittern zugeführt.

In den Schächten befinden sich Lamellen, um eine gezielte Luftführung zu erreichen. Aufgrund der abgeschrägten Decke in den ersten ca. 4 m des Schießstandbereichs (Abb. 4 b) bilden sich im Bereich des Schützen spezifische Luftströmungen aus – sogenannte Luftwalzen -, sodass ein Teil der Schadstoffemissionen im Bodenbereich zurückgeführt werden können. Die Abluft wird an senkrecht zur Schießbahn verlaufenden Absaugrohren über jeweils 4 bzw. 3 Abluftschächten im Deckenbereich entnommen.

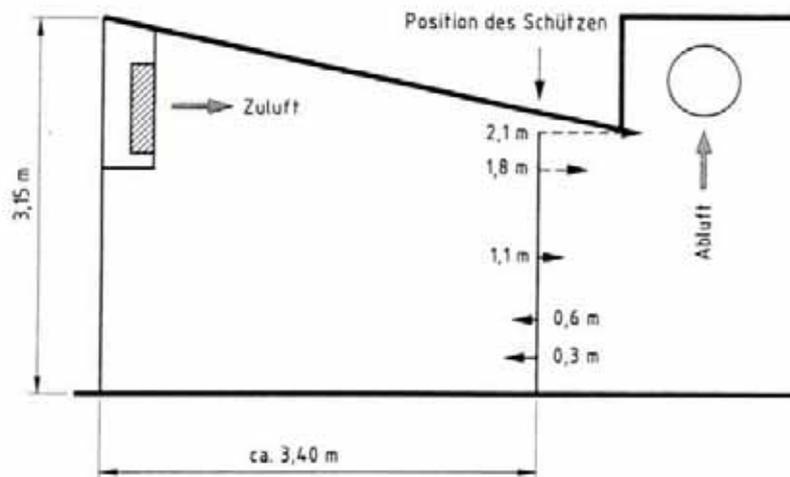
**Abb. 4a: Seitenansicht des Schießstandes**



### 3.2 Experimentelle Bestimmung der luftfremden Stoffe

Vor jeder Messserie wurde die Temperatur mit einem Thermoelement, die relative Luftfeuchte mit einem kapazitiven Widerstand und der Luftdruck mit einem Drucksensor bestimmt. Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft innerhalb der Raumschießanlage wurde mit einem thermischen Strömungssensor gemessen. Der Luftwechsel wurde mit der Tracergas-Technik nach der Abkling-Methode mittels Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) bestimmt.

Teildarstellung A



Luftgeschwindigkeit am Standort des Schützen

Die Pfeillänge entspricht der Strömungsgeschwindigkeit nach Tabelle 3 bei der Schalterstellung der RSA von 3/3.

Abb. 4b: Teildarstellung des Schießstandes

Die Konzentrationsbestimmung der gasförmigen Bestandteile Kohlenmonoxid und Stickoxide erfolgte kontinuierlich über direktanzeigende Messgeräte mit anschließender EDV-gestützter Dokumentation und Auswertung der Messdaten.

Die Schussschwaden wurden als Gesamt- und Feinstaub mit dem BIA-geprüften Gefahrstoff-Probenahmesystem nach anerkannten Methoden ermittelt. Zur Bestimmung des Metallgehaltes im Gesamt- und Feinstaub wurden die beaufschlagten Filter in einem Kolben mit wässriger Lösung (2 Vol.-%-suprapur HNO<sub>3</sub> 65 % und 1 Vol.-%-suprapur HCl 30 %) aufgeschlossen, quantitativ in einen Messkolben überführt und mit Hilfe der Analysetechnik „Atomemissionsspektrometrie“ (ICP-AES) die einzelnen Elemente simultan bestimmt.

### 3.3 Bewertung der Messergebnisse

Insgesamt wurden 5 Versuchsreihen vor Ort durchgeführt. In der Tabelle 3 werden die für jede Messserie charakteristischen Waffen-Munitionskombinationen, die Schusszahl, die Anzahl der besetzten Kabinen und die Luftgeschwindigkeiten im Atembereich der Schützen angegeben. Letztere resultieren aus unterschiedlichen Einstellungen bei den Leistungsstufen der Zuluft.

**Tab. 3: Übersicht über wichtige Parameter der Messerien**

Meßserie	Waffe / Kaliber	Schußanzahl	Anzahl der besetzten Kabinen	Luftströmung im Atembereich des Schützen m/s
1	SIG-Sauer P226 / 9mm Para	40	1	0,12
2	Pistole / 9mm Para, .45 ACP selbstlaboriert	400	1	0,12
3	K98 / 8*57 IS	25	1	0,12
4	Pistole, Revolver / 9mm Para, .38 S&W, .38 Spez., .357 Mag., .45 ACP, .22 LfB	407	5	0,34 – 0,41
5	Pistole, Revolver / 9mm Para, .38 Spez., .38 Spez., .357 Mag., .44 Mag., .45 L.C., .22 LfB, CCI 22 L.R.	245	4	0,41

Um die Messwerte besser beurteilen und vergleichen zu können, wurden unter Berücksichtigung einer Expositionszeit von 2 Stunden Bewertungsindizes berechnet:

$$I_{(i)} = \frac{\text{Meßwert}}{\text{Grenzwert} \cdot k}$$

$$\text{mit } k = \frac{8}{t_{Exp}}$$

Bei  $I_{(i)} > 1$  sind die Grenzwerte nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900) [11] überschritten, sodass Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahrstoffkonzentrationen ergriffen werden müssen.

Die Indizes  $I_{(i)}$  zur Beurteilung der gasförmigen Schwaden NO, NO<sub>2</sub> und CO in der Luft der Schießanlage (Quotient aus der mittleren Stoffkonzentration und des MAK-Wertes) liegen bis auf 3 Werte alle  $I_{(i)} < 0,1$ . Damit spielen sie bei der Bewertung des Arbeitsplatzes in der Regel keine Rolle, wenn es sich um Einzelschussesequenzen und nicht um Dauerfeuer handelt.

**Tab. 4: Bewertung der gasförmigen Schadstoffe nach TRGS 402**

Schadstoff	Meßserie	Meßort*)	Konz. C ppm	I <sub>(i)</sub>
CO	1	S/3	1,5	0,01
	2	S/3	7,7	0,06
	3	S/5	18	<b>0,15</b>
	3	T/5	9	0,08
	4	S/5	9	0,08
	4	T/1	8	0,07
	4	T/1	8	0,07
	4	A	8	0,07
	4	T/3	17	<b>0,14</b>
	5	S/5	15	<b>0,13</b>
	5	T/5	3	0,03
NO	1	S/3	0,2	< 0,01
	2	S/3	0,3	< 0,01
	3	S/5	0,3	< 0,01
	4	S/5	0,1	< 0,01
	5	S/5	0,3	< 0,01
NO <sub>2</sub>	1	S/3	0,07	< 0,01
	2	S/3	0,2	< 0,01
	3	S/5	0,1	< 0,01
	4	S/5	0,2	< 0,01
	5	S/5	0,2	< 0,01

\*) S = Schütze, T = Trainer, A = Aufsichtspersonal/Kabinen-Nr.

Anders sieht es bei den partikelförmigen Schadstoffen aus. Die Messergebnisse machen deutlich, dass bis auf wenige Ausnahmen eine erhebliche Überschreitung des Bewertungsindex von 1 festgestellt wurde. Diese Bewertung ist dabei ausschließlich auf den Gefahrstoff Blei zurückzuführen (Tab. 5 und 6).

**Tab. 5: Bewertung der partikelförmigen Schadstoffe nach TRGS 402  
(Messserie 29)**

Schadstoff	Meßserie/ Meßort	Meßort	p/o	Konz. C µg/m <sup>3</sup>	I <sub>(i)</sub>
Sb	2	S/3	p	<123*	
Ba	2	S/3	p	<138*	
Zn	2	S/3	p	<7,7*	
Cu	2	S/3	p	<7,7*	
Sb	2	A	o	74	0,04
Ba	2	A	o	83	0,04
Zn	2	A	o	5	<0,01
Cu	2	A	o	29	<0,01

Meßort: S = Schütze, T = Trainer, A = Aufsichtspersonal/Kabinen-Nr.

p/o personenbezogene/ortsfeste Probenahme \* = Meßwerte kleiner rel. Nachweisgrenze

**Tab. 6: Bewertung der partikelförmigen Schadstoffe nach TRGS 402**

Schadstoff	Meßserie	Meßort	p/o	Konz. C µg/m <sup>3</sup>	I <sub>0</sub>
Pb	1	S/3	p	<490*	1,2
	2	S/2	p	910	2,3
	2	S/3	p	1769	4,4
	2	S/4	p	1339	3,3
	2	A	o	1921	4,8
	3	S/5	p	<109	0,3
	3	S/5	p	<109	0,3
	3	A	o	<107	0,3
	4	S/5	o	1725	4,3
	4	S/3	o	1769	4,4
	4	S/4	o	1339	3,3
	4	A/T	o	1947	4,9
	5	T/5	o	1725	4,3
	5	S/4	o	944	2,4
	4/5	A	o	946	2,4

Meßort: S = Schütze, T = Trainer, A = Aufsichtspersonal/Kabinen-Nr.

p/o personenbezogene/ortsfeste Probenahme

\* Meßwerte kleiner rel. Nachweisgrenze

Obwohl die Leistung der Raumluftechnischen Anlage von einem Luftwechsel von ca. 2 h<sup>-1</sup> (Messserie 2) auf ca. 7 h<sup>-1</sup> (Messserie 5) erhöht wurde, konnte keine signifikante Abnahme der Schadstoffkonzentrationen beobachtet werden. Lediglich die CO-Spitzenkonzentrationen werden im direkt von der Zuluft angeströmten Bereich minimiert.

Auch die im Atembereich der Schützen gemessene Strömungsgeschwindigkeit zeigt keine Korrelation mit den dokumentierten Blei-Konzentrationen. Bei Werten von 0,41 m/s (Messserie 5) reduzieren sich zwar im Vergleich mit Messserie 4 die Messwerte im Bereich der Schützen auf < 1000 µg/m<sup>3</sup> Blei - bezogen auf eine reduzierte Schusszahl von 245 -, die Belastung für Trainer und Aufsichtspersonal bleiben jedoch nahezu auf gleich hohem Niveau.

In Raumschießanlagen werden zwei verschiedenen Lüftungsarten von RLT-Anlagen verwendet - die Verdrängungs- und die Mischlüftung. Bei der Luftverdrängungslüftung wird die Luft auf der den Schussmarken gegenüberliegenden Seite wenn möglich großflächig turbulenzarm zugeführt und hinter den Schutzmarken und/oder an den Seiten der Schießbahn abgeführt. Im Gegensatz dazu wird bei der Mischlüftung die Zuluft mit hoher Geschwindigkeit in den Raum hinter den Schützen eingeblasen. Die Folge kann sein, dass es zur Ausbildung einer Luftwalze kommt. Hierbei können die Schadstoffe aufgrund einer Luftrichtungsänderung wieder in den Bereich des Schützen, des Trainers und des Aufsichtspersonals transportiert werden. RLT-Anlagen, die nach dem Prinzip der Verdrängungslüftung funktionieren, sind somit vorzuziehen [12,13].

Die Messungen belegen eindeutig, dass die Bewertungskriterien wie Luftwechsel, Strömungsgeschwindigkeit im Atembereich des Schützen und die auf die Raumgröße und Zeiteinheit normierte Emissionsmenge nicht ausreichen, um die Problematik der hohen Schadstoffkonzentration im speziellen Fall zu erklären. Bilden sich im Bereich der Schützen spezifische Luftströmungen unter Umkehr der Strömungsrichtung aus - sogenannte Luftwalzen-, so wird ein Teil der Schadstoffemissionen im Bodenbereich zurückgeführt. Eine Erhöhung der

Luftwechselzahl von 2 auf 7 h<sup>-1</sup> wie auch der Strömungsgeschwindigkeit der Zuluft von 0,1 auf 0,4 m/s haben nur einen geringen Einfluss auf die Senkung der Konzentrationen. Diese Aussage deckt sich auch mit der in der Literatur gemachten Feststellung, dass die Bleikonzentrationen wesentlich höher liegen bei Lüftungssystemen, die sowohl die Zu- als auch die Abluft im Deckenbereich haben (Gefahr der Luftrückführung).

Berechnungen der Raumluft-Konzentration als Funktion der Zeit (Rechenmodell des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit - BIA [12]) haben ergeben, dass erst ab einem Luftwechsel von ca. 30 h<sup>-1</sup> und bei einem Raumbelüftungsgrad von 40 (dies ist ein Maß für die Raumdurchmischung und besagt im konkreten Fall, dass die Konzentration in der Abluft um den Faktor 40 höher liegt als die mittlere Raumkonzentration bei vollständiger Durchmischung) mit einer mittleren Blei-Konzentration < 0,1 mg/m<sup>3</sup> zu rechnen ist.

Zusammenfassend ergibt sich somit die Forderung, dass eine über den gesamten Querschnitt der Schießbahn gleichgerichtete Luftströmung erreicht werden soll (Verdrängungsströmung). So kann bei der Verwendung der untersuchten Munitionsarten am besten gewährleistet werden, dass die Schadstoffkonzentrationen im Atembereich der in gleicher Weise betroffenen Personen (Trainer, Aufsichtspersonal und Schütze) minimiert werden. Zusätzlich sollte durch die Verwendung einer bleifreien Anzündung und ummantelten Geschossen die Emissionsmenge Pb pro Schuss reduziert bzw. verhindert werden; letzteres ist insbesondere bei der Verwendung von großkalibriger Munition (ca. Faktor 2 größere Pb-Emissionen als bei der Anwendung von Waffen des Kalibers .22) anzustreben. Die Verwendung von Munitionsarten mit Pb-Emissionen > 10 mg/m<sup>3</sup> sollten in geschlossenen Schießanlagen kritisch hinterfragt werden.

## **Zusammenfassung**

Ausgehend von der Quellstärke charakteristischer Schusswaffen und Munitionsarten wurden deren Schadstoffemissionen pro Schuss unter Laborbedingungen reproduzierbar ermittelt. In einem für die Versuche speziell angefertigten Schusskanal wurde mit Handfeuerwaffen (Lang- und Kurzfeuerwaffen) mit verschiedenen Munitionsarten geschossen, die gas- und partikelförmigen Schadstoffe gesammelt und bilanziert sowie im Rahmen signifikanter Expositionsmuster bewertet. Im Anschluss an diese Untersuchungen wurden Waffen und bestimmte Munition ausgewählt, um in einer Raumschießanlage, die eine definierte Beschreibung der Belüftung zulässt, die Schadstoffkonzentrationen beim Schützen und beim Aufsichtspersonal vor Ort zu bestimmen.

Die Ergebnisse belegen, dass Blei und Kohlenmonoxid als Leitkomponenten zur Beurteilung luftgetragener Schadstoffe in Raumschießanlagen anzusehen sind. Kann durch eine geeignete Lüftungstechnik und die Verwendung von schadstoffreduzierter Munition sichergestellt werden, dass die Grenzwerte von Blei und Kohlenmonoxid dauerhaft sicher eingehalten sind, so liegen auch die Bewertungsindices der anderen Gefahrstoffe im Sinne einer Bewertung der Luft am Arbeitsplatz nach den technischen Regeln für Gefahrstoffe deutlich unter 1.

Auf Grund der Quellstärken (Gefahrstoffemission pro Schuss) verschiedener Munitionsarten können in Verbindung mit dem Nutzungskonzept einer Raumschießanlage die Mindestanforderungen für eine Raumlufttechnische-Anlage (RLT) bewertet werden.

## Danksagung

Das Projekt wurde aus Mitteln der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) finanziert. Für die interessante Themenstellung möchten wir Herrn Dr. Petersen (VBG) und für die Beratung und Projektbegleitung Herrn Ehlers (VBG) und Herrn Stiefel (DSB e.V.) danken. Die Konzipierung des Versuchsaufbaus und die Durchführung des Projektes wurde von Herrn Dipl.-Ing. A. Holl sowie die Auswertung der Messergebnisse von Herrn Dipl.-Chem. H. John ausgeführt.

## Literatur

- [ 1 ] S. Wilker, L. Stottmeister, W. Müller, G. König „Untersuchung unverbrannter Pulverreste aus Raumschießanlagen" BICT-Bericht, Nr. 110/14724/94
- [2] S. Wilker, L. Stottmeister, A. Gupta, U. Sirringhaus, H.-H. Ehlers „Analyse unverbrannter TLPR" ICT-Jahrestagung 25, 37-1 bis 37-17 (1994)
- [3] W. Müller, G. König „Rasterelektronenmikroskopische Charakterisierung von Pulverresten aus Raumschießanlagen" BICT-Bericht, Nr. 400/14532/95
- [4] S. Wilker, L. Stottmeister „Bewertung von Pulversmog aus der Raumschießanlage der Bereitschaftspolizei Enkenbach- Alsenborn" BICT-Bericht, Nr. 110/14079/94
- [5] S. Wilker, L. Stottmeister „Analyse von Bodenproben aus der Schießanlage und der Kaserne der Wehrtechnischen Dienststelle 52 in Oberjettenberg" BICT-Bericht, Nr. 110/13738/94
- [6] S. Wilker, H.-H. Ehlers „Gefahren in Raumschießanlagen durch unverbrannte Treibladungsreste" Polizei, Verkehr und Technik (1995) S. 173..5
- [7] G. Heeb Ermittlung und Beurteilung von Gefahrstoffen in der Luft in den Raumschießanlagen der Infantrieschule Hammelburg WIWEB-Bericht, Nr. 97/X0034/50111
- [8] G. Holl, G. Heeb „Bewertung der Konzentration von gas- und partikelförmigen Emissionen aus Schusswaffen am Arbeitsplatz nach TRGS 402 und 403 in der Schießanlage der Zentralen Waffenwerkstatt, Bonn" BICT-Bericht, Nr. 003/14244/94
- [9] G. Holl, G. Heeb „Quecksilber-Emissionen aus Anzündhütchen" BICT-Bericht, Nr. 003/12839/93
- [10] G.Holl „Blausäure-Emissionen aus Abbrandschwaden von Treibladungspulvern" BICT-Bericht, Nr. 003/11299/92
- [11] Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz Bundesarbeitsblatt 10/1996, Seite 106 mit Änderung und Ergänzung 4/1997, Seite 57, 11/1997, Seite 39
- [ 12] Bestimmung der Bleikonzentration in gedeckten Schießständen Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA, BIA-Report Nr. 3/81
- [13] G. Holl „Bewertung der Konzentration von gas- und partikelförmigen Emissionen aus Schusswaffen am Arbeitsplatz nach TRGS 402 und 403" BICT-Bericht 003/14244/94

## **Thema III**

### **Be- und Entlüftung von geschlossenen Schießständen**



#### **Günter Mirbach**

fischer energie - haustechnik consult GmbH

An der Walkmühle 11, 51069 Köln

Telefon: 0221/6002763

## **Referat 2**

### **Raumlufttechnische Anlagen für geschlossene Schießstände**

In geschlossenen Schießständen zum Schießen mit Feuerwaffen lassen sich grundsätzlich zwei Lüftungssysteme unterscheiden: Misch- und Verdrängungslüftung. Nach Stand der Technik eignet sich allein die Verdrängungslüftung, auch als Kolbenströmung bezeichnet, dazu, Stäube und Gase aus dem Atembereich der Schützen wirkungsvoll abzuleiten. Bei der Projektierung eines geschlossenen Schießstandes sollte daher schon frühzeitig ein Fachingenieur für Lüftungstechnik eingeschaltet werden.

Jeder weiß, dass beim Schießen mit Feuerwaffen, egal welchen Kalibers, mehr oder weniger viele Schadstoffe in Form von Gasen und Stäuben freigesetzt werden. In geschlossenen Schießständen können diese Schadstoffe nur noch durch mechanische Lüftung, sprich Ventilatoren, entfernt werden, um so u.a. eine Gesundheitsschädigung der Schützen zu verhindern.

Hier bin ich schon am Kernpunkt der Angelegenheit, denn wie muss eine solche Belüftung der Schießstände aussehen, um Gase, Stäube und dgl. zu entfernen?

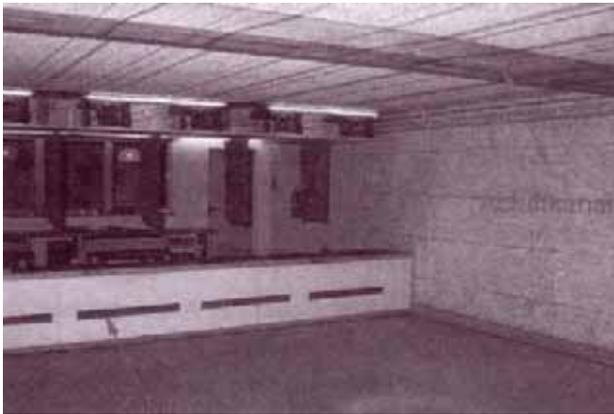
Grundsätzlich gibt es, wie fast in jedem technischen Bereich, mehrere Möglichkeiten, wobei jedoch bei einem speziellen Anwendungsfall nur eine Möglichkeit optimal ist. Bei der Lüftung

unterscheiden wir zwei Arten: die Mischlüftung und die Verdrängungslüftung. Diese beiden Lüftungsarten sind vom Aufbau, von der Wirkungsweise und daher vom Einsatzbereich her sehr unterschiedlich. Eine Kombination dieser Lüftungsarten ist aus lufttechnischer Sicht in einem Raum unsinnig. Es werden im übertragenen Sinne Äpfel und Birnen miteinander kombiniert und der Effekt ist eine nicht funktionierende, zu Klagen Anlass gebende, Lüftungsanlage.

Nachfolgend die Erläuterung der unterschiedlichen Wirkungsweise der Misch- und der Verdrängungslüftung.

## **Mischlüftung**

Hierbei wird die Zuluft aus einem entsprechend gestalteten Luftauslass mit hoher Geschwindigkeit in den Raum eingeblasen. Dies spürt man auch im Abstand von ca. 1 m. Durch die hohe Einblasgeschwindigkeit entsteht an den Rändern des Luftstrahls ein Unterdruck. In diesen Unterdruckbereich strömt Raumluft nach und vermischt sich mit der eingeblasenen Frischluft. Dadurch wird die Menge der bewegten Luft größer und die Geschwindigkeit immer niedriger. Ab einer gewissen Entfernung vom Luftauslass beginnt ein Teil der eingeblasenen Luft (vermischt mit Raumluft), wegen des Unterdrucks, an den Einblaspunkt zurückzuströmen. Dieses bezeichnet man als Luftwalze. Diese Luftwalze bewirkt, dass sich, je nach Raumgröße, weitere Luftwalzen bilden (siehe Bild 1+2). Dieses bedeutet für den Bereich eines Schießstandes, dass durch solche Luftwalzen Gase und Stäube gegen die Schussrichtung transportiert werden und so in den Atembereich der Schützen gelangen. Diese Luftströmung sorgt konsequent für eine gleichmäßige Verteilung der Luftverunreinigungen über den gesamten Raum.



### **Beispiel einer Mischlüftung**

Diese Art der Lüftung ist also nur für Bereiche geeignet, wo keine gasförmigen Schadstoffe und Stäube schnell abgeführt werden müssen. Auf Schießstände übertragen bedeutet dieses: Mischlüftung ist geeignet für Aufenthaltsräume, Umkleieräume und Luftdruckwaffenstände.

Das System der Mischlüftung erkennt man daran, dass in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen im Decken- oder/und Wandbereich einzelne Luftauslasselemente angeordnet sind.

Bei nicht sorgfältiger Auswahl und Anordnung dieser Luftauslässe besteht die Gefahr, dass es zu sehr unangenehmen Zugerscheinungen kommt. Bei den geringen Luftmengen wie sie in den vorgenannten Räumen benötigt werden, ist dieses allerdings von jedem **Fachmann** problemlos zu bewältigen.

Die leider übliche Praxis, einige wenige Luftauslässe mit hoher Luftleistung im Bereich der Schützen anzuordnen, führt zu starken Zugerscheinungen und ist aus fachlicher Sicht schlicht Stümperei.

Nach dem Motto „lieber vergiftet als erkältet“ werden die Anlagen meistens abgeschaltet. Abgesehen von den gesundheitlichen Folgen, ist das auch nicht der Sinn einer Lüftungsanlage!

Der entscheidende Nachteil beim Einsatz der Mischlüftung in Schießanlagen ist jedoch die ungenügende Abfuhr der Schadstoffe aus der Raumluft. Ursache hierfür sind die bei diesem System entstehenden Luftwalzen (Luftumlenkungen), da jede Änderung der Luftrichtung zur Folge hat, dass die in der Luft schwebenden Stäube abgeschieden werden.

Das bedeutet: Pulver- und Bleistäube lagern sich auf dem Boden ab. Beim Scheibenwechsel auf Pistolenständen werden diese Stäube durch das Darüber gehen aufgewirbelt und gelangen in sehr konzentrierter Form in den Atembereich.

Die Kurve a in Bild 3 zeigt Messwerte, die von einem Schießstand stammen, welcher mit Mischlüftung ausgerüstet war. Innerhalb von ca. 5 Minuten erhöhte sich die Zahl der in der Raumluft enthaltenen Staubpartikel von ungefähr 2000 auf 120.000 bis 200.000, d.h. auf das 60-100-fache. Der Abbau der Staubpartikel in der Schießpause erfolgte nur sehr langsam auf 60.000-80.000 Partikel. Während der nächsten Schussfolge stieg die Partikelzahl in weniger als einer Minute wieder auf 200.000 an. Nach Beendigung des Schießens waren noch mindestens 20 Minuten erforderlich, um den Ausgangswert zu erreichen!

Der untersuchte Schießstand wurde hierbei mit einem 23-fachen Luftwechsel betrieben, d.h. ca. jede 2,5 Minuten wurde der Luftinhalt des Schießstandes erneuert. Eine versuchsweise durchgeführte weitere Erhöhung des Luftwechsels führte zu keinem besseren Ergebnis, d.h. mit diesem System ist man, bei hoher Schadstoffbelastung der Luft, auf dem Holzweg.

## **Verdrängungslüftung**

Im Gegensatz zum Mischprinzip sorgt die Verdrängungslüftung mit einer turbulenzarmen Raumluftströmung (auch als Kolbenströmung bezeichnet) für einen direkten Transport von Partikeln und Gasen ohne Rückströmungen zu den Abluftöffnungen. Dieses wird in der Industrie schon seit zig Jahren genutzt um sog. „Reinräume“ im pharmazeutischen und elektronischen Produktionsbereich (z.B. bei CD's) staubfrei zu halten. Nach aufwendigen Langzeitmessungen funktioniert dieses System auch bei Raumlängen von 100 m und mehr.



### **Beispiel einer Mischlüftung**

Das optimale System sieht folgendermaßen aus: Die Zuluft wird hierbei ausschließlich hinter dem Schützen großflächig über die gesamte Stirnwand mit sehr geringer Geschwindigkeit eingeblasen. Die Art und Form der Lufteinbringung ist hier von entscheidender Bedeutung. In der Wand sollten möglichst keine Türen und Fenster sein, um die Luftströmung nicht zu behindern. Die Luftmenge wird so bemessen, dass dabei eine Luftströmungsgeschwindigkeit von 0,25 m/s, gesehen auf den gesamten Raumquerschnitt, eingehalten wird. Dies kann auch, in begründeten Einzelfällen, noch reduziert werden. Die Absaugung der Abluft geschieht am Geschossfang, und zwar im Idealfall oben und unten, um alle Stäube und Gase vollständig aus dem Raum zu entfernen. (siehe Bild 4, 5, 6)

Die Luft wird also durch den gesamten Raum geschoben. Es kann keine Rückströmung auftreten, da sich keine Luftwalzen ausbilden.

Bei sorgfältiger Planung und frühzeitiger Einschaltung eines Fachingenieurs für Lufttechnik, noch während der skizzenhaften Gestaltung durch den Architekten, ist kein Kanalsystem innerhalb des Raumes notwendig. Der Raum kann von der Rohbauhöhe her niedriger gehalten und damit werden Kosten eingespart werden.

Die Messdaten der Kurve b im vorher gezeigten Bild 2 beweisen überzeugend, dass die Partikelbelastung der Luft bei diesem Lüftungssystem deutlich niedriger liegt und zudem schneller und besser abgebaut wird. Die max. Partikelbelastung liegt nur noch bei 30.000, d.h. gegenüber den Werten des Mischlüftungssystems wird eine Reduzierung der Schadstoffe von 80-85% erreicht! Das wichtigste ist aber, dass durch die nicht vorhandenen Rückströmungen keine Schadstoffe in den Atembereich des Schützen gelangen können.

### **Umrüstung bestehender Anlagen**

Bei Umrüstung von bereits bestehenden Schießanlagen sind die oben beschriebenen Voraussetzungen nicht immer vorhanden. Ist z. B. bei kleineren Schießanlagen mit wenigen Ständen die Einbringung der Zuluft hinter dem Schützen aus Platzgründen nicht möglich, so gibt

es hier noch eine Alternative. Die Zuluft kann notfalls oben an der Decke und seitlich senkrecht hinter dem Schützen eingebracht werden. Dieses ist aber nur die zweitbeste Lösung und nur anzuwenden, wenn es nicht anders geht.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Teil der Zuluft - wie vor dargestellt - hinter dem Schützen einzubringen und die restliche Luftmenge über die Brüstung in Richtung Kugelfang einzublase. Auch in diesem Fall darf die Luft über spezielle Lufteinlässe nur in den Raum „plätschern“ und nicht mit hoher Geschwindigkeit eingeblasen werden.

Ein weiteres Kriterium bei Umrüstungen ist die Platzierung der Abluftöffnungen. Eine Absaugung in Bodennähe ist nicht immer möglich. Notfalls kann die Abluftöffnung im Bereich des Geschossfanges auch nur unter der Decke angeordnet sein. Eine Teilabsaugung der Abluft im Bereich der Schießbahnen ist ebenfalls möglich, muss jedoch individuell an die Schießanlage angepasst werden.

Offene Schießstände bei denen aus akustischen Gründen der Schützenstand und ein Teil der Schießbahn geschlossen ist dürfen aus strömungstechnischen Gründen niemals mit einer Absaugung versehen werden. Wird nämlich eine Abluftanlage installiert, so strömt bei diesen eingehausten Ständen die Zuluft von vorne entgegen der Schussrichtung in den Schützenbereich ein und schiebt so die belastete Luft zum Schützen hin. Aus diesem Grunde ist grundsätzlich eine Zuluftanlage vorzusehen. Die Zuluft muss, wie vor beschrieben, hinter dem Schützen eingeblasen werden. Die Lufteinblasung sollte ebenfalls über die gesamte Rückwand erfolgen.

## **Aufbau einer Lüftungsanlage**

Eine Lüftungsanlage für Schießanlage für Feuerwaffen darf nur mit reiner Außenluft betrieben werden. Im Falle der Erwärmung sollte über eine Wärmerückgewinnung nachgedacht werden, da hierdurch die Heizkosten bis zu 50% reduziert werden können. Die Investitionskosten einer solchen Wärmerückgewinnung werden z.T. über die dann geringere Investition für die Heizungsanlage wettgemacht.

## **Kosten**

Die Frage nach den Kosten ist ein so vielfältiges Thema, dass dazu keine allgemeinen Aussagen getroffen werden können. Wenn ich danach gefragt werde, kann ich nur zurückfragen: Was kostet ein Auto? Genau so viele kostenrelevante Entscheidungskriterien wie bei einem Auto spielen nämlich bei einem Schießstand eine Rolle.

So muss vor Beginn der Planung, d. h. vor dem ersten Strich des Architekten, das Anforderungsprofil abgeklärt sein. Es muss u.a. geklärt werden:

- die Schießarten (z.B. Verteidigungsschießen, Polizei)
- Nutzungsdauer in Stunden/Woche
- Raumtemperatur im Winter ( Beheizung?)
- Heizmedium (Gas, Öl, Strom )
- Vermietungen (Arbeitsstättenrichtlinien!)
- Mehrfachnutzung usw.

Man sieht, dass die Einschaltung eines kompetenten Fachingenieurs mindestens so notwendig ist wie die Einschaltung eines Statikers oder eines Architekten. Eine allgemeine Kostenübertragung mittels spezifischer Kosten von einem Objekt auf das andere ist aufgrund der vielen mitspielenden Faktoren nicht möglich.

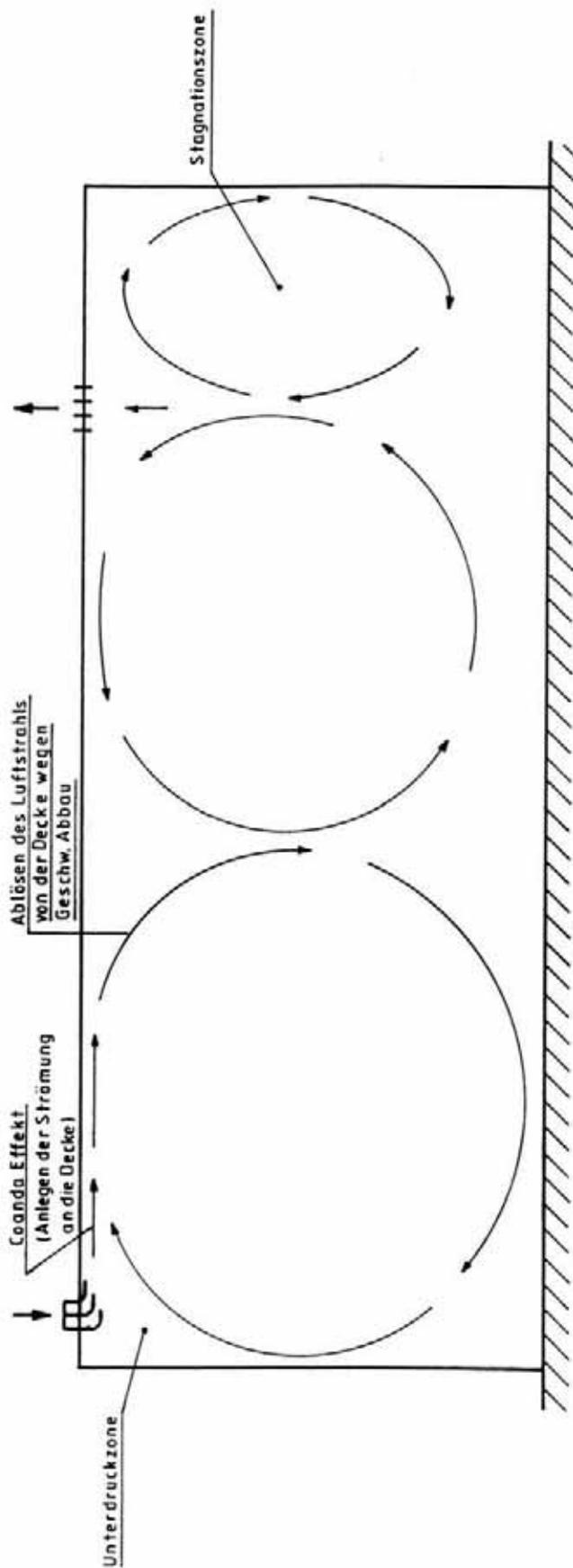
## **Zusammenfassung**

An eine Be- und Entlüftungsanlage für innenliegende Schießanlagen sind aufgrund spezifischer, sonst nicht üblicher Betriebsbedingungen auch besondere Anforderungen zu stellen. Unterschiedliche Auslegungen bedingt durch verschiedene Schießstandanlagen wie Luftdruckwaffenstände, Vorderladerstände usw. sind zu berücksichtigen.

Wegen der komplizierten technischen Zusammenhänge ist für die Planung solcher Anlagen die Einschaltung eines kompetenten Fachingenieurs zwingend notwendig. Die Konzipierung der Schießanlage sollte als Zusammenarbeit zwischen Architekt und Fachingenieur erfolgen, damit eine zweckmäßige und kostensparende Anordnung und Dimensionierung der raumluftechnischen Anlage erfolgt.

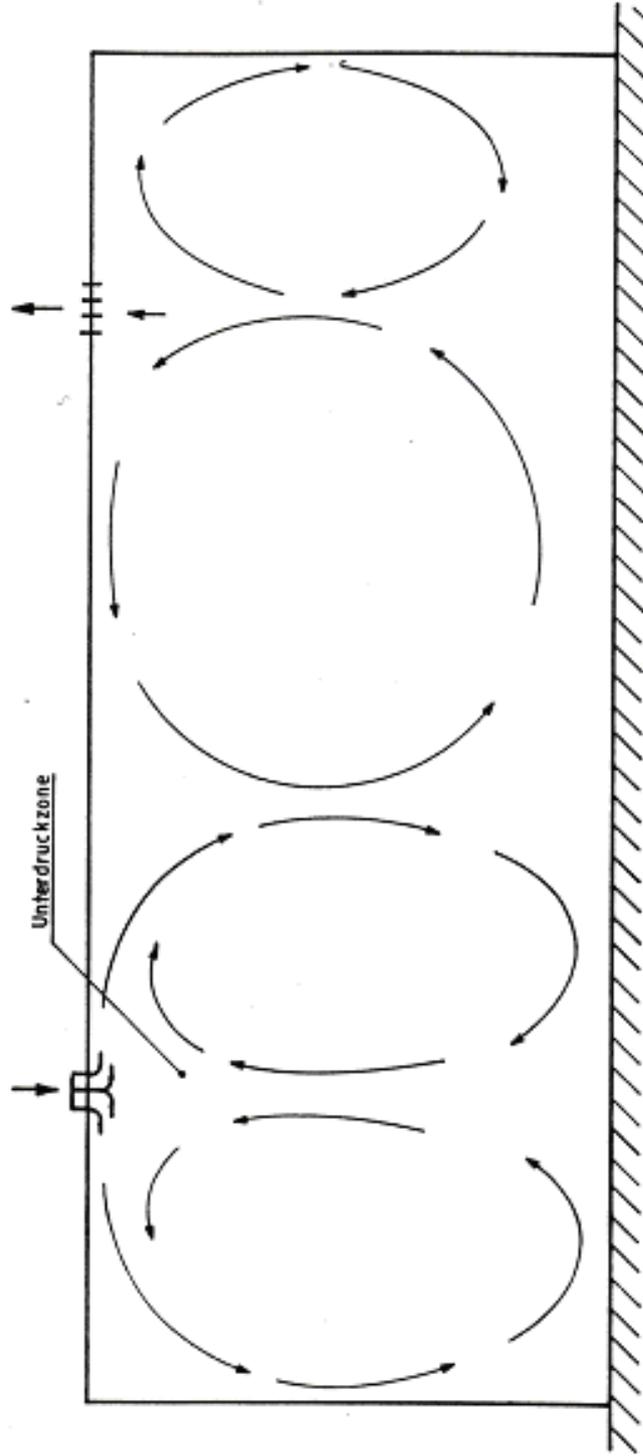
Mit konventionellen Lüftungsmethoden sind, auch bei extrem hohen Luftwechselzahlen bzw. Zuluftströmen, zulässige Schadstoffkonzentrationen in geschlossenen Schießständen nicht zu erzielen. Als einzige Lösung ist nur die **turbulenzarme Verdrängungslüftung (Kolbenströmung)** möglich. Durch die bisher durchgeführten Messungen und Beobachtungen wurde zweifelsfrei nachgewiesen, dass sich nur durch dieses System beachtliche Verbesserungen der Luftqualität erreichen lassen. Daher wird in NRW dieses System für Schießstände der Polizei und andere gewerblich genutzte Schießstände seit 1978 durch Ministerialerlass zwingend vorgeschrieben.

## Mischlüftung 1 allgemein



Keine gleichmäßige Strömung, Abtransport von Schadstoffen (gasförmig) nur bedingt möglich, Stäube sinken wegen der niedrigen und umgelenkten Strömung auf den Boden. Wird ein Abluftgitter zu nahe am Lufteinlass platziert, dann wird fast nur Frischluft abgesaugt!

Mischlüftung 2 allgemein



sonst wie Bild 1

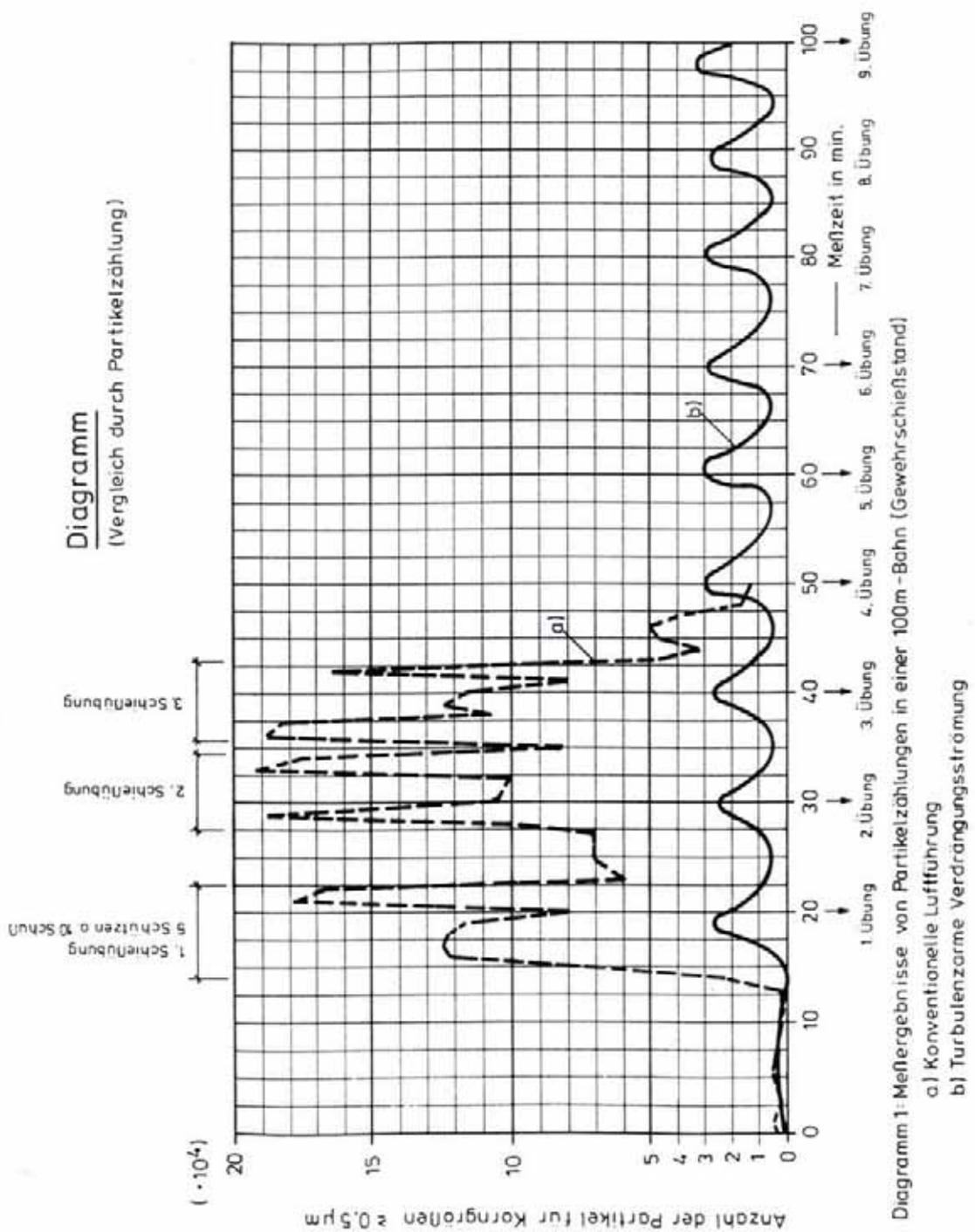
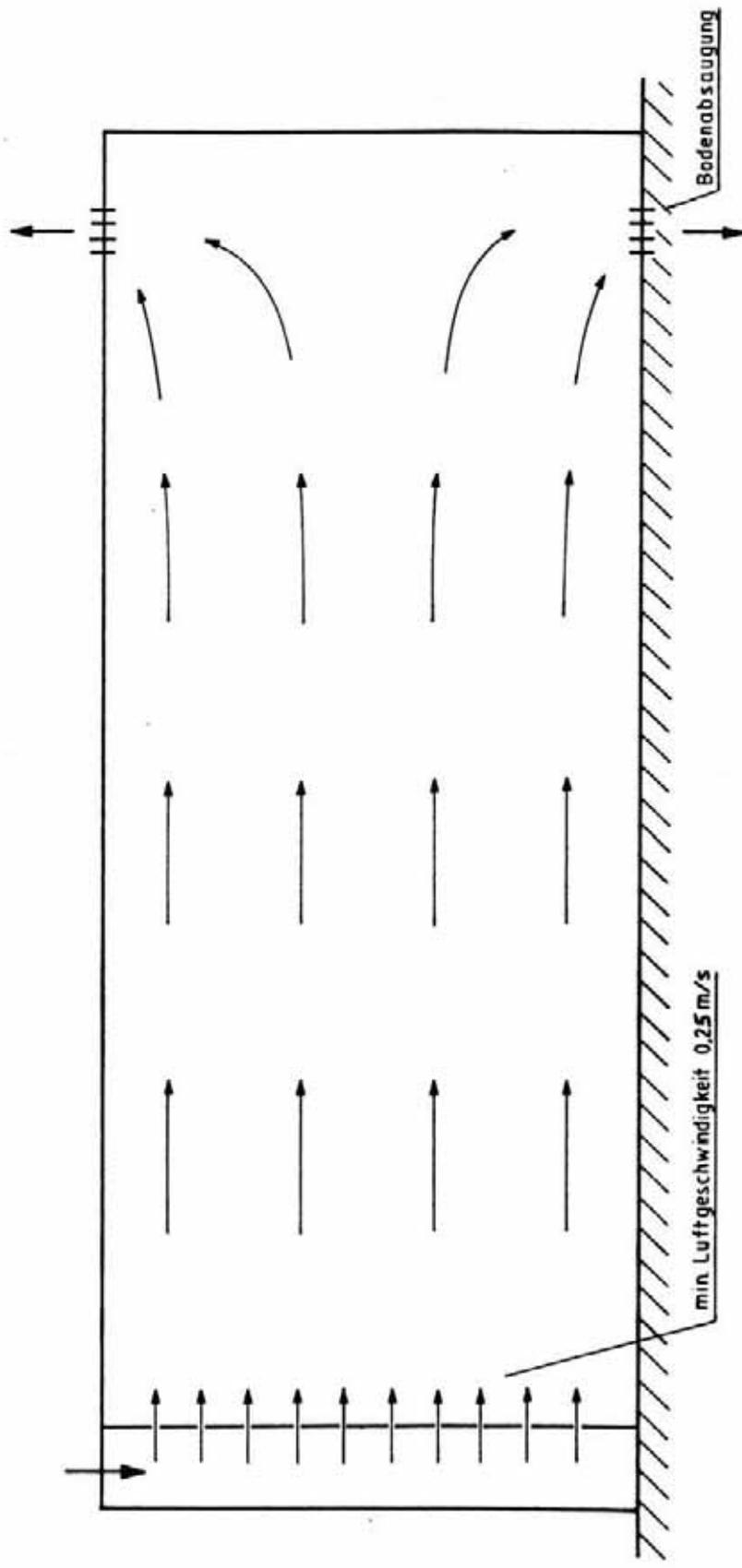


Diagramm 1: Messergebnisse von Partikelzählungen in einer 100m -Bahn (Gewehrschießstand)

a) Konventionelle Luftführung

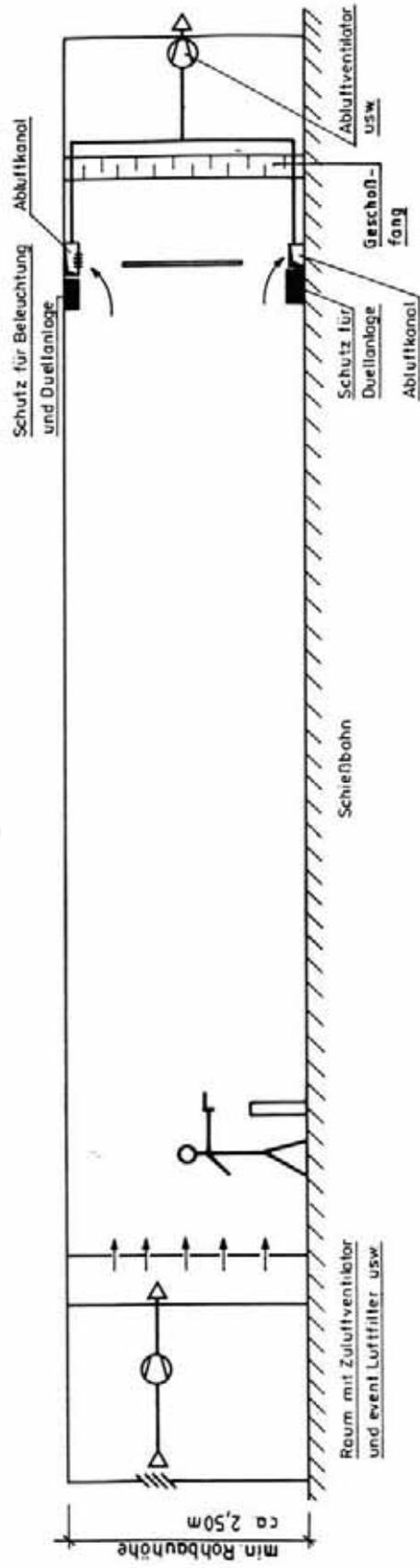
b) Turbulenzarme Verdrängungsströmung

## Verdrängungslüftung



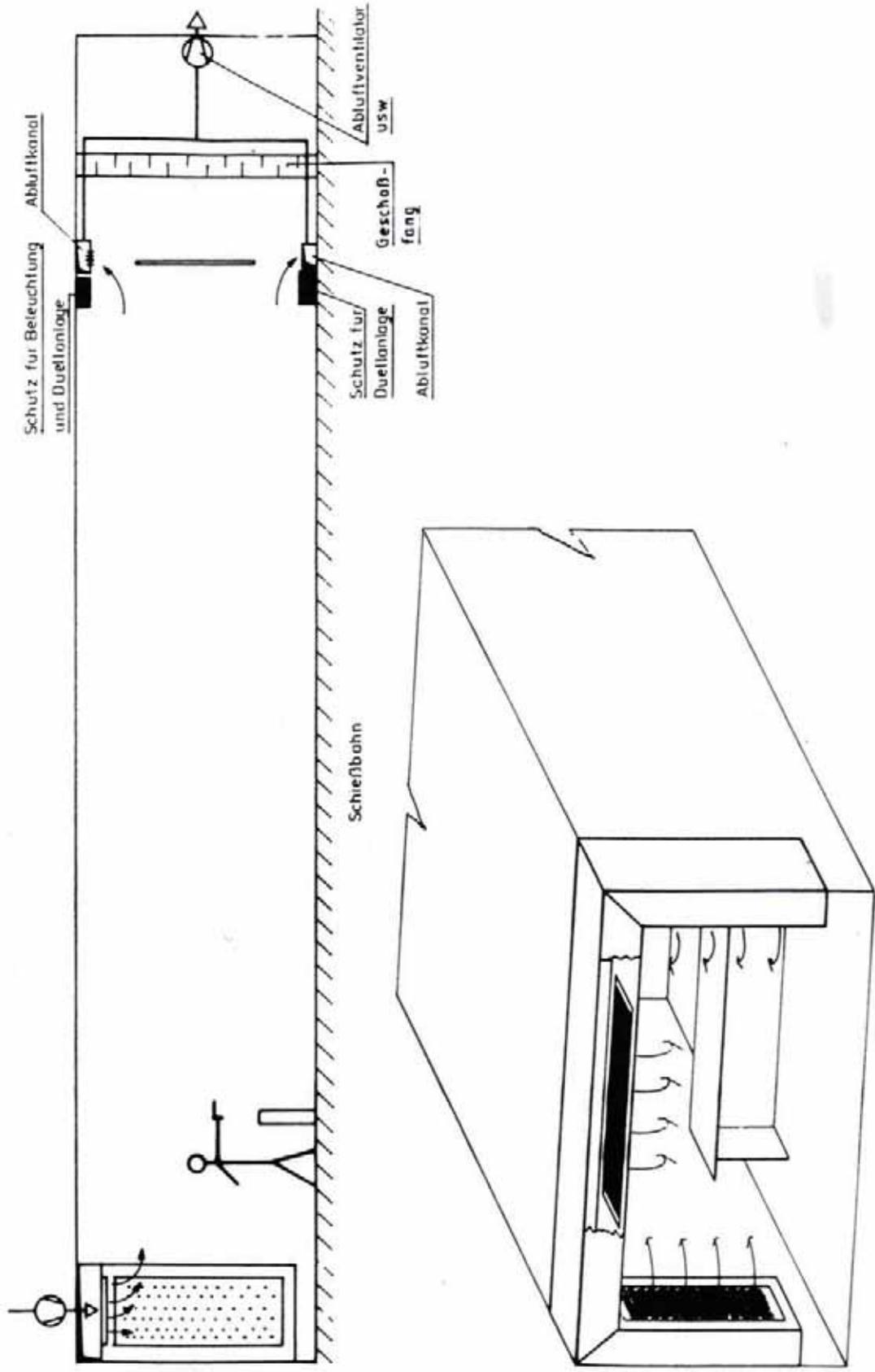
Keine Luftwirbel, Staub und Schadstoffe werden vollständig abgesaugt.

Schematische Darstellung  
Verdrängungslüftung



## Schematische Darstellung - Verdrängungslüftung

mögliche Anordnung Zuluflauslass oben und seitlich bei Umbau (Platzmangel) von kleinen Schießständen.



## Weitere Informations-Quellen

### Liste der Landesreferenten für Schießstandsachverständige

Bei Fragen im Bezug auf bauliche und sicherheitstechnische Fragen bei Schießständen stehen die Landesreferenten für Schießstandbau zur Verfügung, die gegebenenfalls auch einen Schießstandsachverständigen „vor Ort“ als Ansprechpartner vermitteln können:

#### **Bodischer Sportschützenbund**

Jürgen Detlef  
Bischofsäckerweg 9  
74918 Angelbachtal  
Tel.: 07265-683

#### **Schützenverband Berlin-Brandenburg**

Jürgen Herrmann  
Niederheldenstr. 33 B  
15366 Neuenhagen  
Tel.: 03342-204172

#### **Brandenburgischer Schützenbund**

Florian Luther  
Am Tagesbau 10  
03253 Doberlug-Kirchhain  
Tel.: 035322-4230

#### **Bayrischer Sportschützenbund**

Jakob Stainer  
Birkenallee 14  
86911 Diessen  
Tel.: 08807-6120

#### **Schützenverband Hamburg und Umgebung**

Edmund Müller  
Kieler Str. 345 a  
22525 Hamburg  
Tel.: 040-543575

#### **Hessischer Schützenverband**

Karl-Heinz Kehr  
Eberstädter Str. 1  
64367 Mühlital  
Tel.: 06151-144244

#### **Landesschützenverband Mecklenburg-Vorpommern**

Karl-Heinz Winter  
Dänische Str. 12  
18119 Warnemünde  
Tel.: 0381-54249

#### **Norddeutscher Schützenbund**

Paul Kaack  
Holtkoppel 26  
24244 Fehm  
Tel.: 04346-1681

#### **Niedersächsischer Sportschützenverband**

Gottfried Ludwig  
Amselweg 10  
29303 Bergen  
Tel.: 05051-2254

#### **Nordwestdeutscher Schützenbund**

Rolf Mäscher  
Am Springberg 22  
49214 Bad Rothenfelde  
Tel.: 05424-40425

#### **Oberpfälzer Schützenbund**

Konrad Kraus  
Rotbühlring 21  
92507 Nabburg  
Tel.: 09433-451

#### **Pfälzischer Sportschützenbund**

Gerd Schmeil  
In der Halde 6a  
67112 Mutterstadt  
Tel.: 06323-987329

#### **Rheinischer Schützenbund**

F. Willi Palm  
Großer Busch 1  
51467 Bergisch-Gladbach  
Tel.: 02202-132135

#### **Schützenverband Saar**

Frank Titeux  
Im Sand 53  
66802 Überherrn  
Tel.: 06836-6496

#### **Südbodischer Sportschützenverband**

Hans Posovszky  
Holzgasse 36  
79539 Lörrach  
Tel.: 07621-45290

#### **Sächsischer Schützenbund**

Gerhard Zwanzig  
Hardenbergstr. 39  
04275 Leipzig  
Tel.: 0341-3017182

#### **Landesschützenbund Sachsen-Anhalt**

Günter Krikzclokot  
Mühlenstr. 2  
06193 Löbejün  
Tel.: 034603-77204

#### **Thüringer Schützenbund**

Lothar Hausburg  
Geraer Str. 10  
99099 Erfurt  
Tel.: 0361-3456664

#### **Westfälischer Schützenbund**

Horst Wasinski  
Am Tiergarten 19  
48167 Münster  
Tel.: 02506-2309

#### **Württembergischer Schützenverband**

Fritz Rau  
Sommerhalde 3  
72224 Ebhausen  
Tel.: 07458-77216

#### **Bundesreferent für Schießstände/ Schießstandsachverständige des DSB**

Dieter Stiefel  
Am Rain 3  
85276 Pfaffenhofen  
Tel.: 08441-71053

## Weitere Informations-Quellen

### Landesverbände des Deutschen Schützenbundes

**Bodischer Sportschützenverband**

Badener Platz 2  
69181 Leimen

**Bayrischer Sportschützenbund**

Olympia Schießanlage  
85748 Garching

**Schützenverband Berlin-Brandenburg**

Niederneuendorfer Allee 12-16  
13587 Berlin

**Brandenburger Schützenbund**

Am Luftschiffhafen 02 Haus 33  
14471 Potsdam

**Schützenverband Hamburg und Umgegend**

Ehestorfer Heuweg 14a  
21149 Hamburg

**Hessischer Schützenverband**

Schwanheimer Bahnstraße 115  
60529 Frankfurt/M.

**Landesschützenverband****Mecklenburg-Vorpommern**

Oldendorpstraße 11  
18059 Rostock

**Niedersächsischer Sportschützenverband**

Wunstorfer Landstraße 57  
30453 Hannover

**Norddeutscher Schützenbund**

Winterbeker Weg 49  
24114 Kiel

**Nordwestdeutscher Schützenbund**

Bramstedter Kirchweg 61  
27211 Bassum

**Oberpfälzer Schützenbund**

Schützenstraße 99  
92536 Pfreimd

**Pfälzischer Sportschützenbund**

Hohenzollernstraße 22  
67433 Neustadt

**Rheinischer Schützenbund**

Bertha-von-Suttner-Straße 39  
40595 Düsseldorf

**Schützenverband Saar**

H.-Neuberger-Sportschule,  
Gebäude 54  
66123 Saarbrücken

**Sächsischer Schützenbund**

Hans-Driesch-Straße 2 b  
04179 Leipzig

**Landesschützenbund Sachsen-Anhalt**

Am Springbrunnen 25  
39179 Barleben

**Südbodischer Sportschützenverband**

Im Lehbühl 2  
77652 Offenburg

**Thüringer Schützenbund**

Schützenstraße 4  
99096 Erfurt

**Westfälischer Schützenbund**

Eberstraße 30  
44145 Dortmund

**Württembergischer Schützenverband**

Moltkestraße 54  
74076 Heilbronn

# SCHLAUMACHEN

Wer besser trifft, hat mehr Spaß am Schießen – und auch mehr Freude am Lernen und Üben.

Das Angebot des Deutschen Schützenbundes hat interessante Veranstaltungen für alle Schießsportler. Und jedes Seminar nutzt dem, der es nutzt.

Fördern Sie heute noch das Veranstaltungsprogramm an.



Schulleiterin Astrid Harbeck freut sich, Sie persönlich kennenzulernen

# SPORTSCHULE

## Coupon

Ja, ich interessiere mich für die Veranstaltungen des Deutschen Schützenbundes. Bitte, schicken Sie mir

- das aktuelle Veranstaltungsprogramm
- Ich interessiere mich besonders für

Vorname, Name

Straße

PLZ / Ort

Telefon

Coupon bitte ausschneiden und einsenden an:  
Deutscher Schützenbund, Lahnstraße 120, 65195 Wiesbaden



**DEUTSCHER  
SCHÜTZENBUND**  
Lahnstraße 120  
65195 Wiesbaden  
<http://www.schuetzenbund.de>  
e-mail: [info@schuetzenbund.de](mailto:info@schuetzenbund.de)

## Eine gute Adresse in Wiesbaden

### Deutscher Schützenbund (DSB)

Im Mai 1995 wurde das neue Verwaltungsgebäude in Wiesbaden-Klarenthal eingeweiht. Nur fünf Minuten außerhalb der City liegt die Bundesgeschäftsstelle des DSB mitten in der herrlichen Natur. Für Tagungen und Seminare stehen Räumlichkeiten (bis max. 100 Teilnehmer) mit allen Angeboten moderner Bürokommunikation zur Verfügung. Selbstverständlich sind aus-



reichende Parkmöglichkeiten vorhanden.

Darüber hinaus bestehen Übernachtungsmöglichkeiten – vor allem für Aussteller und Messebesucher interessant – im angeschlossenen Hotel-Restaurant.

Anfragen unter:  
Deutscher Schützenbund,  
Frau Astrid Harbeck,  
Lahnstr. 120,  
65195 Wiesbaden,  
Telefon 06 11/4 68 07(0)12