

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	Branchenbezogene Merkblätter zur Altlastenbehandlung	Stand: 11/2009 Bearbeiter: Johannes Pinker (TU Dresden) Antje Sohr (LfULG)
Referat Grundwasser, Altlasten	<b>19. zivile Schießplätze</b>	Seiten: 15

## 1 Branchentypisches Schadstoffpotenzial

### 1.1 Gesetzliche Grundlagen

Folgende Richtlinien und Normen, die im Zusammenhang mit der Altlastenproblematik relevant sind, existierten für die Branche zivile Schießplätze in der DDR.

- Verordnung über den Verkehr mit patronierter Munition –Schusswaffenverordnung vom 8. August 1968

Folgende spezifische DIN-Bestimmungen, Verordnungen und gesetzliche Regelungen sind hinsichtlich ziviler Schießplätze aktuell und im Hinblick auf die Altlastenbearbeitung zu beachten:

- Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998
- DIN ISO EN 17201-1: Akustik – Geräusche von Schießplätzen – Teil 1: Bestimmung des Mündungsknalls durch Messung; 2005
- DIN ISO EN 17201-2: Akustik - Geräusche von Schießplätzen – Teil 2: Bestimmung des Mündungsknalls und des Geschossgeräusches durch Berechnung; 2006
- DIN 19731: Verwertung von Bodenmaterial
- DIN 19740: Bodenbeschaffenheit – Umweltrelevante Anforderungen an den Bau und Betrieb von zivilen Schießstätten; Januar 2006
- Vierte Verordnung zur Durchführung Bundes - Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) 1 Abs. 1 und Anhang Nr. 10 vom 14. März 1997, zuletzt geändert am 20. Juni 2005
- Schießstand – Richtlinie: Richtlinie für die Errichtung, die Abnahme und das Betreiben von Schießanlagen, Januar 2000

### 1.2 Geschichtliche Entwicklung

- ab 1720 Herausbildung von Schützenvereinen zur Ortsverteidigung
- 1933 – 1945 Teilverbot freier Schützenverbände
- 1945 -1949 Verbot durch sowjetische Besatzung
- in DDR Schießsport ausschließlich von der "Gesellschaft für Sport und Technik" organisiert
- 1990 Neugründung vieler Schützenvereine
- 1. April 2003 neues Waffengesetz, vorher galt altes BRD Waffenrecht vom 8. März 1976
- 25. Juli 2009 erste Änderung des Gesetzes

### 1.3 Einleitung

Die zivilen Schießstände kann man grundsätzlich hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz unterteilen in offene, teilgedeckte und geschlossene Schießstände. Altlastenrelevanz besitzen in der Regel nur die ersten beiden Arten, da geschlossene Schießstände niederschlagssicher gebaut sind, also kein Austrag über Sickerwasser oder Erosionen, stattfindet und keine Bodenbelastungen vorliegen können. Des Weiteren erfolgt eine Unterscheidung nach Nutzungsart, in Schießplätze für Einzelgeschosse und Schrotgeschosse.

Für eine Einschätzung der Relevanz wurden die umfangreichen Quellen (Punkt 3) ausgewertet.

### 1.4 Technologie

Auf Einzelgeschoss – Schießständen werden Handfeuerwaffen und Gewehre benutzt. Die verwendete Munition sind Projektilpatronen, diese bestehen aus einem Projektil, einer Hülse, Treibmittel und einem Initialzündler. Projektile bestehen meist aus einer Blei - Antimon und/oder Arsenlegierung (1-3%).

Auf Schrotgeschoss – Schießständen werden Flinten mit Schrotpatronen benutzt. Die Patronen bestehen aus einer Hülle (mit Zündhütchen und einer Kappe aus Kunststoff oder Papier) und dem Kern (mit Treibmittel und den Schrotten in Form von kleinen Kugeln). Der Durchmesser der Schrotkugeln beträgt i. d. R. wenige Millimeter (oft 2 bis 2,6 mm). Hauptbestandteil ist Blei (neuere Ersatzschrote sind z. B. aus Eisen oder Wolfram). Die Schrote können, auch wenn sie auf Kurz- und Mitteldistanzen eingesetzt werden, mehrere hundert Meter weit fliegen. Außerdem wird auf Scheiben geschossen, die durch die Luft fliegen (Skeet, Doppeltrap und Trap), die knapp über dem Boden fliegen bzw. gerollt werden oder Kipphasen. Die größte Bedeutung haben jedoch Skeet, Doppeltrap und Trap.

## 1.5 Schadstoffe

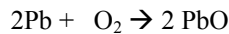
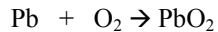
### 1.5.1 Inventar

Materialien	Stoffe
Projektile bei Einzelgeschossen	Blei
	Kupfer
	Eisen
	Antimon
	Arsen
	Nickel
	Chrom
	Zink
	Cadmium
Schrotmunition bei Schrotgeschossen	Blei
	Eisen
	Wismut
	Zinn
	Arsen
	Antimon
	Wolfram
Molybdän-Kunststoff-Verbund	
Hülsen	Aluminium
	Zink
	Kupfer
	Kunststoffe
	Zellulose
Wurfscheibe bei Schrotgeschossen	Farbmittel
	Farbmittel (nicht schädlich)
	Steinkohlepech (PAK)
	Erdölpech (PAK)
Treibmittel	Kordit bestehend aus :
	- Glyceroltrinitrat (30%)
	- Zellulosenitrat (65%)
	- 5% Vaseline
Schwarzpulver	
Initialzündler	Bleihaltige (Trizinat-) Zündsätze
	- Tetrazen
	- Bleitrinitroresorcinat
	- Bariumnitrat
	- Antimonsulfid
	- Calciumsilicid
	Knallquecksilber (vor 1930)
	Schadstoffreduzierte ("Diazol"-) Zündsätze
	Diazodinitrophenol (DDNP)
	Tetrazen
Zinkperoxid	
metallisches Titan	
Verpackungen	Kunststoff
	Pappe, Papier

Die relevanten Schadstoffe sind insbesondere Blei, Antimon, Arsen. Weiterhin können erhöhte Kupfer-, Cadmium- und Nickelkonzentrationen auftreten. Weitere Schwermetalle sind i. d. R. nachweisbar, aber kaum relevant.

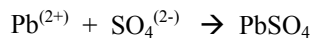
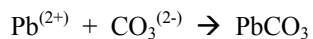
### 1.5.2 Prozesse auf dem Standort

Es kann zur Korrosion des Bleis und somit zu einer Immobilisierung kommen. Dies wird besonders durch einen niedrigen pH-Wert des Bodens katalysiert.



(Bei Bleikörpern, z. B. Projektilen, bildet sich eine Oxidschicht, die passivierend wirkt)

Ein weiterer Immobilisierungsfaktor ist die Blei(II)-carbonat- bzw. Blei(II)-sulfatbildung. Dieses Carbonat bzw. Sulfat ist relativ schlecht in Wasser löslich, aber auch giftig und umweltgefährlich.



Generell kann man sagen, dass Blei langsam ausgetragen wird und vor allem in oberen Bodenschichten akkumuliert. Blei kann Komplexe bilden, besonders mit organischen Bestandteilen z. B. Huminsäure. Dies führt jedoch nicht automatisch zu einer Immobilisierung (ALLOWAY).

Antimon und Arsen sind relativ gut löslich, da sie leicht Oxide und Hydroxide bilden. Sie werden auch als erste vollständig ausgetragen. Sowohl Antimon als auch Blei werden von Eisen-, Mangan- und Aluminiumoxiden gebunden.

### 1.5.3 Standortsspezifische Besonderheiten

Je nach benutzter Munition können die Schadstoffe variieren. Blei und Antimon sind meist die Hauptkontaminanten. Es können jedoch auch kritische Kupfer- und Arsenwerte auftreten.

## 1.6 Typischer Aufbau der Standorte

### Einzelgeschosse

1. Schießstand

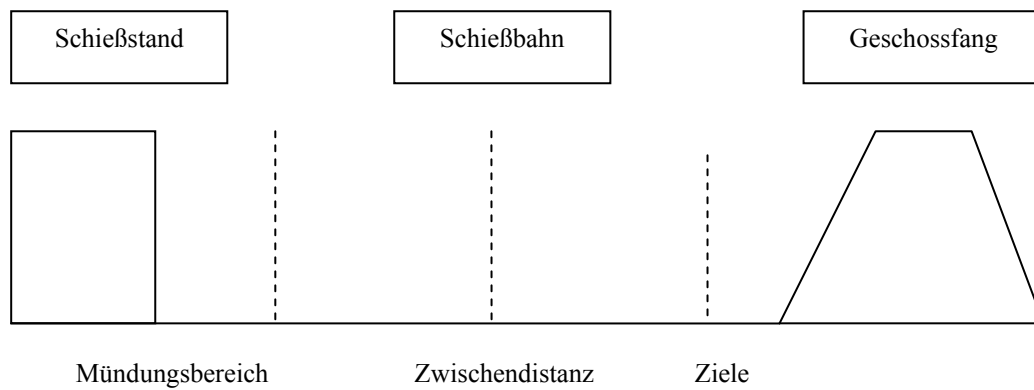
2. Schießbahn

- Bereich vor dem Schießstand (Mündungsbereich)
- Zwischendistanz
- Zielscheiben (meist stationär)

3. Geschossfang

- Erdwall oder
- Stahlgeschossfang oder
- moderne Geschossfänge, die keine Bodenbelastung zulassen

Diese Art von Schießständen ist meist allseitig umschlossen mit seitlichen Erdwällen oder Steinmauern und einen durchschusssicheren Abschluss – bei Altanlagen meist in Form eines angeschütteten oder natürlichen Erdwalles.

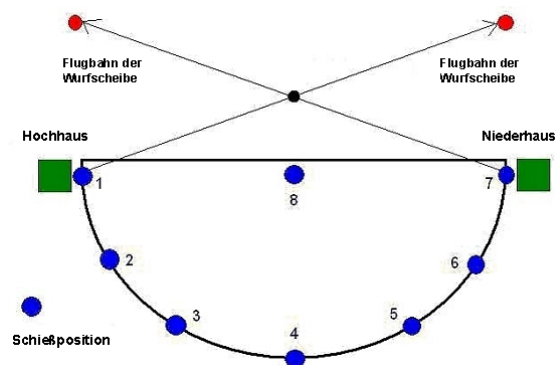


**Abbildung: 1 Schematischer Aufbau einer Einzelschussschießanlage**

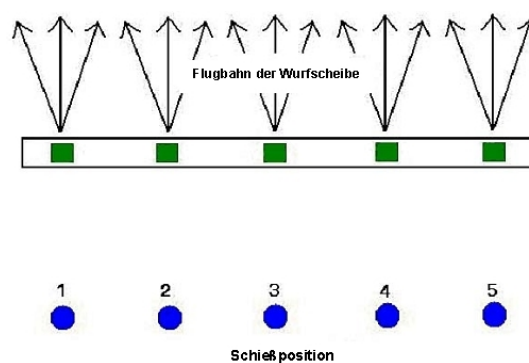
Es gibt hier 3 grundsätzlich verschiedene Bautypen

1. offene Schießstände, ohne jegliche Überdachung
2. Teilgedeckte Schießstände, ein Teil der Bahn ist überdacht
3. geschlossene Schießstände, vollständig überdacht (meist Räume mit allseitiger Umschließung)

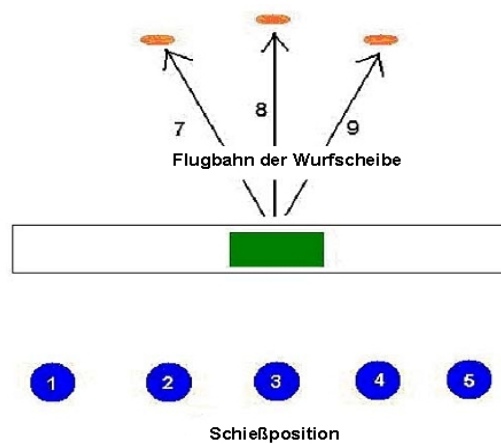
### Schrotgeschosse



**Abbildung 2: Skeetanlage [DEUTSCHER SCHÜTZENBUND E. V.]**



**Abbildung 3: Trapanlage [DEUTSCHER SCHÜTZENBUND E. V.]**



**Abbildung 4: Doubletrapanlage** [DEUTSCHER SCHÜTZENBUND E. V.]

**Hasen - Schießanlage:** Hier sollen Hasen nachgeahmt werden. Hierzu werden Scheiben über den Boden gerollt oder tangential zum Boden geworfen (Rocket - Variante).

**Kipphasen - Schießanlage:** Das Ziel wird auf einer Schiene gefahren. Bei einem Treffer klappt das Ziel um.

## 1.7 Problembereiche

### Einzelgeschosse

Die größten Kontaminationen wird man im Mündungsbereich und im Geschossfang finden.

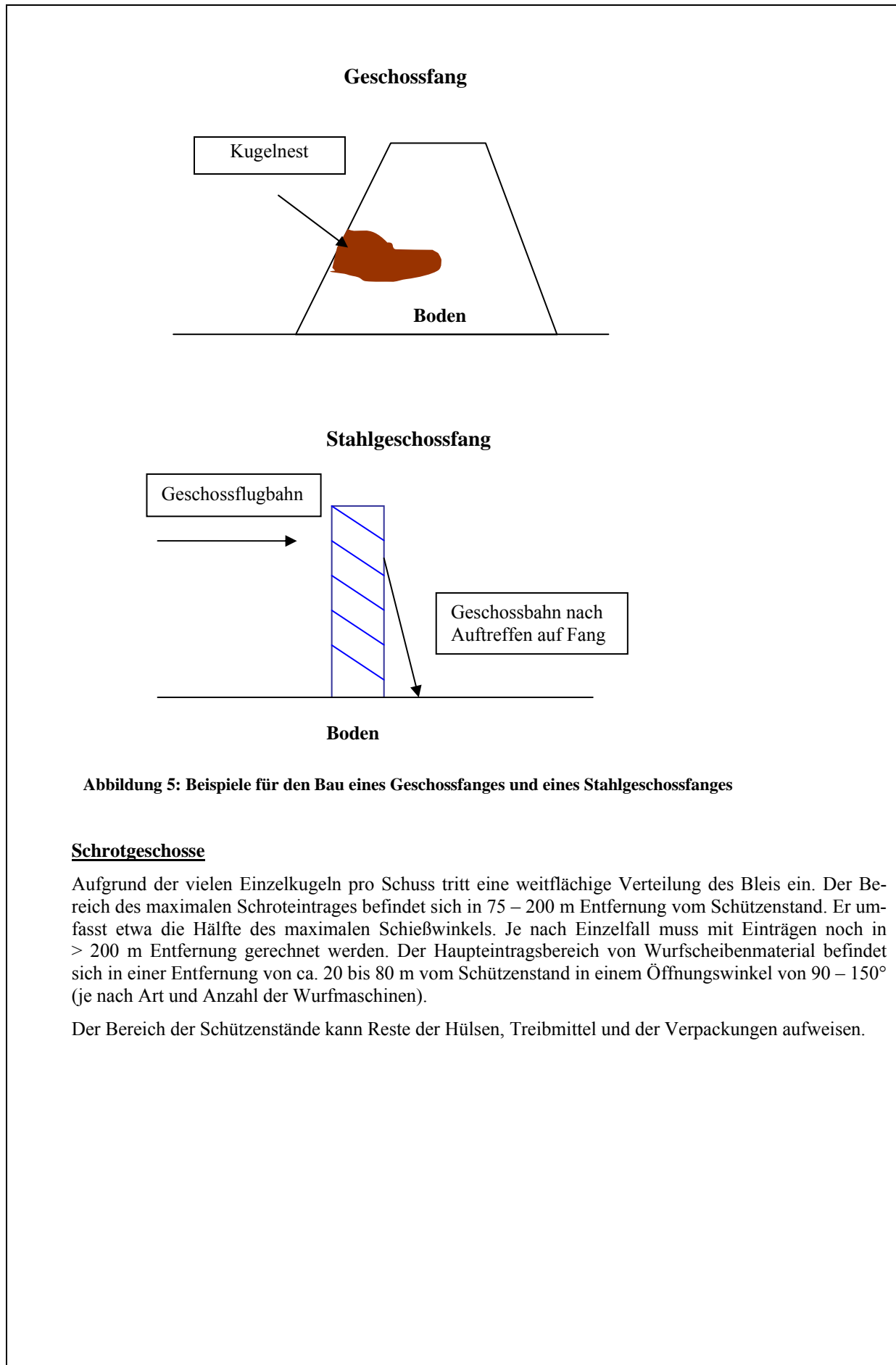
**Mündungsbereich:** Hier können Kontaminationen durch Treibmittelreste, Initialzünderreste und Hülsen auftreten. Beim Abfeuern der Waffe entsteht eine Rauchwolke. In dieser sind unter anderem Bleipartikel enthalten, die sich relativ gleichmäßig im Mündungsbereich verteilen. Dies kann je nach Schießstandgröße und Waffenart bis zu mehreren Metern Entfernung geschehen. Die Hülsen sind meist aus Messing. Beim nicht Vorhandensein von Auffangeinrichtungen ist mit erhöhten Kupfer- und Zinnwerten zu rechnen. Die Hauptbelastungen sind erfahrungsgemäß oberflächlich bis 30 cm unter Geländeoberkante vorhanden und breiten sich mit der Zeit immer weiter nach unten aus. Verpackungsreste und Verbrennungsrückstände von Verpackungen können vorhanden sein.

**Zwischendistanz:** Manchmal werden Ziele und Geschossfänge auf Zwischendistanzen aufgestellt, die zu einer erhöhten Kontamination auf der Schießbahn führen können. Die Kontaminationen sind erfahrungsgemäß hier oberflächlich bis 50 cm unter der Geländeoberkante vorhanden und breiten sich mit der Zeit nach unten aus.

**Geschossfang:** Im Geschossfang werden die Projektile abgefangen. Je nach Art des Geschossfanges kann es zu unterschiedlichen Kontaminationsverteilungen kommen. Schadstoffe sind Metalle die in den Projektilen enthalten sind. Meistens handelt es sich um Blei und Antimon, die zu 1-3% in der Legierung vorkommen. Es können aber auch Spuren von anderen Metallen enthalten sein.

**Stahl – Geschossfang:** Ist eine Art Metallwand, die die Projektile nach unten zum Boden oder in eine Sammelvorrichtung ablenkt. Beim Aufprall der Projektile kann es jedoch zum Splintern kommen.

**Erdwall:** Hier werden die Projektile durch einen Wall aus Sand oder Schutt abgefangen. Diese Projektile dringen bis zu 1m in den Wall ein. Je danach, ob es stationäre Zielscheiben oder bewegte Zielscheiben sind, gibt es eine Bildung von Projektilnestern oder eine gleichmäßige Verteilung entlang des Walls.



**Abbildung 5: Beispiele für den Bau eines Geschossfanges und eines Stahlgeschossfanges**

### **Schrotgeschosse**

Aufgrund der vielen Einzelkugeln pro Schuss tritt eine weitflächige Verteilung des Bleis ein. Der Bereich des maximalen Schroteintrages befindet sich in 75 – 200 m Entfernung vom Schützenstand. Er umfasst etwa die Hälfte des maximalen Schießwinkels. Je nach Einzelfall muss mit Einträgen noch in > 200 m Entfernung gerechnet werden. Der Haupteintragsbereich von Wurfscheibenmaterial befindet sich in einer Entfernung von ca. 20 bis 80 m vom Schützenstand in einem Öffnungswinkel von 90 – 150° (je nach Art und Anzahl der Wurfmaschinen).

Der Bereich der Schützenstände kann Reste der Hülsen, Treibmittel und der Verpackungen aufweisen.

## 2 Hinweise zur Altlastenbehandlung

### 2.1 Altlastenrelevanz

Einzelgeschoss - Schießständen wird eine relativ geringe Relevanz zugeschrieben, da der Schadstoffaustrag oft sehr gering ist. Dennoch sollte er nicht unterschätzt werden, da der Austrag über einen langen Zeitraum erfolgt und auf Schießständen mehrere Tonnen Blei, Antimon und Arsen liegen können.

Für den erhöhten Bleiaustrag sorgen vor allem ein niedriger pH-Wert, durchlässiger Boden und hohe Niederschläge. Arsen und Antimon liegen im Bleiprojektile legiert vor (1 - 3%). Sie werden zum Härten der Projektile verwendet. Da sie relativ gut löslich sind, ist zu erwarten, dass die Elution von diesen Stoffen mit dem Auflösen des Projektils einhergeht und sie sich als erstes lösen.

Da Bleikörper eine passivierende Oxidschicht bilden, kann ein Austrag, insbesondere des Bleis, sehr lange dauern (bis zu mehreren Jahrhunderten). Daraus folgend treten geringe Konzentrationen (auch aus Verdünnungseffekten) über viele Jahrzehnte auf.

Weiterhin ist auf Bleistaub, Kupfer und Zink im Mündungsbereich zu achten. Insbesondere der Bleistaub kann zu schnellen Kontaminationen führen, da er schnell oxidiert und somit schneller ausgetragen wird. Kupfer und Zink können aus den Hülsen stammen, die überwiegend aus Messing hergestellt werden.

Schrotgeschoss – Schießstände: Aufgrund des Schießens mit Schrot auf Tonscheiben in die Luft liegt i. d. R. ein weites Areal vor, das mit Geschossen und Wurfscheibenresten übersät ist (bis zu mehreren Hektar). Da die meisten Schadstoffe, wie Blei und PAK, wenig mobil sind, treten Kontaminationen vorwiegend knapp unter der Geländeoberkante auf.

Dementsprechend sind die betroffenen Flächen bei Hasen – Schießplätzen in Relation wesentlich kleiner, dafür sind die Geschosse tiefer im Boden zu finden.

### 2.2 Gefährdete Schutzgüter und relevante Pfade

Nach vorliegendem Kenntnisstand sind Gefährdungen über folgende Wirkungspfade relevant:

- Direktpfad Boden – Mensch

Der Direktpfad ist insbesondere bei einer Nachnutzung zu beachten. Bei brachliegenden Flächen ist eine Nutzung als Kinderspielfeld auszuschließen. Über den Pfad Boden - Luft - Boden - Mensch kann es zu Verwehungen der Schadstoffe in umliegende Bereiche kommen.

- Boden – Nutzpflanze - Mensch

In einigen Fällen werden in der Nachbarschaft oder in Nachnutzung Nutzpflanzen angebaut. Pflanzen nehmen Blei über die Wurzeln auf und akkumulieren es. Davon sind vor allem Pflanzen direkt beim Geschossfang betroffen. Diese sollten auch im Falle einer Sanierung fachgerecht entsorgt werden. Die Grenzwerte für diese Pflanzen werden insbesondere für Blei oft überschritten.

- Boden - Grundwasser - Mensch

Eine Kontamination des Grundwassers mit Blei tritt aufgrund des sehr lang währenden relativ geringen Austrages und der Verdünnung erst nach langer Zeit ein. Insbesondere Blei kann bis zu mehreren Jahrhunderten im Boden verweilen, da die komplette Umsetzung zu löslichen Salzen 100-300 Jahre (unter Umständen aber auch wenige Jahrzehnte) dauert. Für Schießplätze mit relativ hohem Grundwasserspiegel sind Grundwasserschäden nachweisbar. PAK können schneller ausgetragen werden, jedoch gilt auch für diese ein relativ langsamer Transport.

- Boden - Oberflächenwasser - Mensch

Da die meisten Geschosse und Wurfscheibensplitter auf den Boden fallen, kann es zu Ausspülungen und Abtragungen kommen, die in nahe gelegene Bäche, Flüsse, Teiche oder Seen fließen können. Dies kann auch zur Beeinträchtigung des aquatischen Lebensraumes führen.

- Boden – Atmosphärische Luft - Mensch

Staubpartikel aus den belasteten Bereichen können direkt beim Einatmen aufgenommen werden (Staubinhalation). Durch Verwehungen können Schadstoffe in angrenzendes Gelände getragen werden (siehe Pfad Boden-Mensch).

## 2.3 Gefährdungsabschätzung

### 2.3.1 Verdachtsfallerfassung und Formale Erstbewertung

Die Verdachtsfallermittlung und Erstbewertung erfolgen nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1997) im Sächsischen Altlastenkataster (SALKA). Eine formale Erstbewertung ist für alle Standorte durchzuführen.

Wichtig sind insbesondere folgende Kriterien:

- Waffen
- benutzte Munition
- Nutzungsintensität
- Abstand zu Schutzgütern/ Schutzobjekten (z. B. Grundwasser, Oberflächenwasser)
- Art der aktuellen Nutzungen (z. B. Landwirtschaft,...)

Branchenschlüssel	Branche	Gefährdungsklasse
2140	Schießstände (zivil)	24
typische Abfallarten	Abfallart	Gefährdungsklasse
Abfall-Nr.		
35302	Bleiabfälle	44
35315	Ne - Metallschrott	33
35316	Bleihaltiger Staub	34
51310	Sonstige Metalloxide und Metallhydroxide	44

### 2.3.2 Historische Erkundung und Bewertung (Beweisniveau 1)

Für die HE sind folgende Handbücher/Materialien zur Altlastenbehandlung heranzuziehen:

- Handbuch Teil 3, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Grundwasser,
- Handbuch Teil 4, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Boden,
- Handbuch Teil 5, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Oberflächenwasser,
- Historische Erkundung von altlastenverdächtigen Flächen,
- Bewertungshilfen zur Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung.

Zur Bewertung dient das Programm GEFA 4.0.

#### Stoffgefährlichkeit – r<sub>0</sub>:

Schießstände (zivil) sind wie folgt humantoxisch gekennzeichnet:

- Grundwasser, Boden, Oberflächenwasser: 1,0-6,0
- Innenraum- und Außenluft 1,0-3,5
- Oberflächenwasser (ökotox. Stoffgefährlichkeit) 4,5-6,0

Die Einzelschadstoffe werden humantoxisch hinsichtlich oraler und inhalativer Aufnahme bewertet mit:

	oral	inhalativ
- Blei + Verbindungen	3,0	3,0
- Antimon + Verbindungen	3,6	5,0
- Arsen + Verbindungen	5,1	5,4
- ∑ PAK	5,4	5,2

#### Standortspezifische Bedingungen

(nicht benannte Bewertungskriterien sind ausschließlich standortspezifisch)

#### Boden - m<sub>I</sub>; m<sub>II</sub>

- Erosionen durch Wind und Wasser: können vor allem bei Geschosffängen aus Erde auftreten, aber auch auf geeigneten Schießbahnen
- Austrag: hauptsächlich abhängig von Acidität, Niederschlag, Geschosffang



*Erdwall*: die Projektile bleiben meist ganz, daher langsamer Austrag

*Stahlgeschossfang*: hier zersplittern einige Geschosse, so dass sich die Oberfläche vergrößert und die Korrosion und der Abtrag zunimmt.

#### **Boden - m<sub>III</sub>**

- Abbau: nicht relevant bei Einzelgeschossen. Bei den Schrotgeschossen ist mit einem sehr langfristigen Abbau der PAK zu rechnen.
- Sorption: Blei ist nur in oxidiert, hydroxydierter Form löslich, die anderen Formen werden adsorbiert. Antimon und Arsen adsorbieren schlechter. Das Adsorptionsverhalten von PAK ist sehr unterschiedlich.
- Wirkung: Pflanzen sind im Wachstum gehemmt

#### **Grundwasser – m<sub>I</sub>**

- wirksame Oberflächenabdichtung: i. d. R. nicht vorhanden (wenn, dann im Bereich des Schützenstandes)
- Löslichkeit der Schadstoffe: Arsen und Antimon werden als erstes herausgelöst. Blei ist schwer löslich, aber die Bleiverbindungen können besser löslich sein. Die PAK-Löslichkeit hängt von der Ringzahl ab.
- Flüchtigkeit: Metalle, Makrokomponenten sowie PAK als Hauptschadstoffe sind schwer flüchtig.
- Kontaminationsfläche: Kann sehr gut bei einer Ortsbegehung eingeschätzt werden, da die Projektile, Schrote und Scheibenreste noch vorliegen können (nur langsames Zersetzen). Es kommen 3 Stellen bei Einzelgeschossen in Frage: Mündungsbereich, Zwischendistanz und Geschossfang.
- Nutzungsintensität: Abschätzung der Menge an Blei aufgrund der Nutzungsdauer

#### **Grundwasser – m<sub>II</sub>**

- Stoffspezifische Faktoren: siehe m<sub>I</sub>
- Acidität (pH-Wert): Der Standort ist für den Austrag des Bleis besonders entscheidend, da ein niedriger pH-Wert die Oxidation des Bleis katalysiert.
- Abbau: nicht relevant bei Einzelgeschossen. Bei Schrotgeschossen findet möglicherweise bei den PAK mit geringer Ringzahl ein Abbau statt.
- Vorhandensein von Lösungsvermittlern: nicht relevant

#### **Grundwasser – m<sub>III</sub>**

- Abbau: siehe m<sub>II</sub>
- Sorption: i. d. R. relevant, insbesondere wenn in tieferen Schichten der pH-Wert steigt

#### **Grundwasser – m<sub>IV</sub>**

- Verdünnung: tritt aufgrund des sehr langsamen Austrages auf
- Aufbereitungsmöglichkeiten: möglich durch Fällungs-, Sorptionsbecken etc.

#### **Oberflächenwasser – m<sub>III</sub>**

- Bleikontaminationen können zum Absterben von Wasserlebewesen führen.

### **2.3.3 Orientierende Untersuchung und Bewertung (Beweisniveau 2)**

Für die OU sind neben der BBodSchV die folgenden Handbücher und Materialien zur Altlastenbehandlung heranzuziehen:

- Handbuch Teil 3, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Grundwasser,
- Handbuch Teil 4, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Boden,
- Handbuch Teil 5, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Oberflächenwasser,
- Bewertungshilfen zur Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung.

Zur Bewertung dient das Programm GEFA 4.0.

## Grundwasser

Es ist eine Sickerwasserprognose bei Vorhandensein von Bodeneluat zu erstellen.

Eine Grundwasserprobennahme wird nur bei geringer Entfernung zwischen Geländeoberkante und Grundwasserspiegel sowie relativ hohem jährlichen Niederschlag empfohlen.

## Boden

Bodenuntersuchungen sind wirkungspfadspezifisch durchzuführen (Beprobungstiefen siehe BBodSchV). Bezogen auf die Nutzungseinheiten sind flächenrepräsentative Mischproben mittels Handschürfe zu nehmen und zusammenzustellen. Zur Bestimmung des Austragspotentials sind Proben aus dem Inneren des kontaminierten Bereichs über Rammkernsondierungen bzw. Bohrungen zu entnehmen.

### Einzelgeschoss - Schießstände

*Mündungsbereich:* Da die Kontamination hier vorwiegend vom Schmauch und Hülsenresten herrührt, ist mit einer relativ gleichmäßigen oberflächlichen Schadstoffverteilung zu rechnen. Es ist mindestens eine Bodenmischprobe aus 10 Einstichen in einer Tiefe von etwa 10 cm zu empfehlen. Zu untersuchen ist die Originalprobe und bei Belastungsnachweis auch das Eluat.

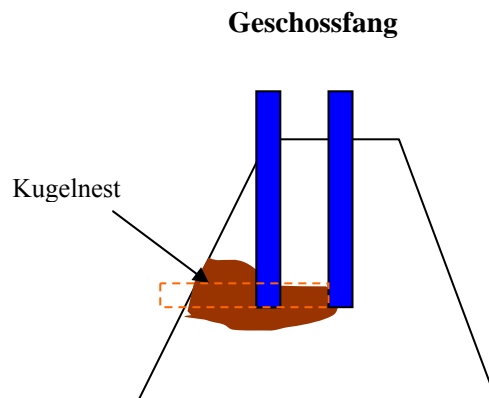
Für die Bewertung der Staubinhalation ist in 2 cm Tiefe der Feinanteil zu beproben.

*Zwischenstand:* Hier sind je eine Bodenmischprobe hinter dem Fang und eine vor dem Fang zu empfehlen. Diese werden aus je 10 Einstichen in einer Tiefe von etwa 10 cm entnommen. Zu untersuchen sind die 2 Originalproben (Bodenmischproben) und bei Belastungsnachweis auch die Eluate.

Für die Bewertung der Staubinhalation ist in 2 cm Tiefe der Feinanteil zu beproben.

*Geschossfang:* Bei Stahlgeschossfängen erfolgt eine Untersuchung wie beim Zwischenstand.

Bei Wallgeschossfängen: Entnahme von 1-2 vertikalen Bodenproben (blau) und 1 horizontalen Bodenprobe (----) hinter einer Zielscheibe bzw. in einem deutlich kontaminierten Bereich des Walls. Die Eindringtiefe kann je nach Kaliber und Kugelfang bis zu 1m erreichen.



**Abbildung 6: Ansatz Bodenproben in einem Geschossfang**

Zu untersuchen sind alle Proben auf TOC, pH-Wert, CaCO<sub>3</sub>, Blei, Antimon und Arsen. Die Mündungsbereichsprobe sollte weiterhin auf Kupfer und Zink untersucht werden.

Empfohlen werden hierfür Handbohrungen (DIN 19671) oder Kleinrammbohrungen (DIN 4021).

### Schrotgeschoss – Schießstände

Probennahmestellen im Dispositionsbereich auf der Schießfläche sollten möglichst nach dem unten stehenden Skizzen (Abbildungen 7 und 8) bestimmt werden. Die genaue Bestimmung der Probennahmepunkte erfolgt bei Ortsbegehung.

Des Weiteren sollten Proben an Stellen genommen werden, die eindeutig kontaminiert sind. Die Probenahme sollte wie folgt aussehen:

- Mischprobe aus 7 Einstichen, wobei ein Einstich in der Mitte eines aus den 6 anderen bestehenden Einstichen gebildeten Kreises liegt (siehe Abbildung 9)
- Weitere Bohrung um das Bodenprofil bestimmen zu können. Der Radius des Kreises sollte gut 2 m betragen (siehe Abbildung 9).

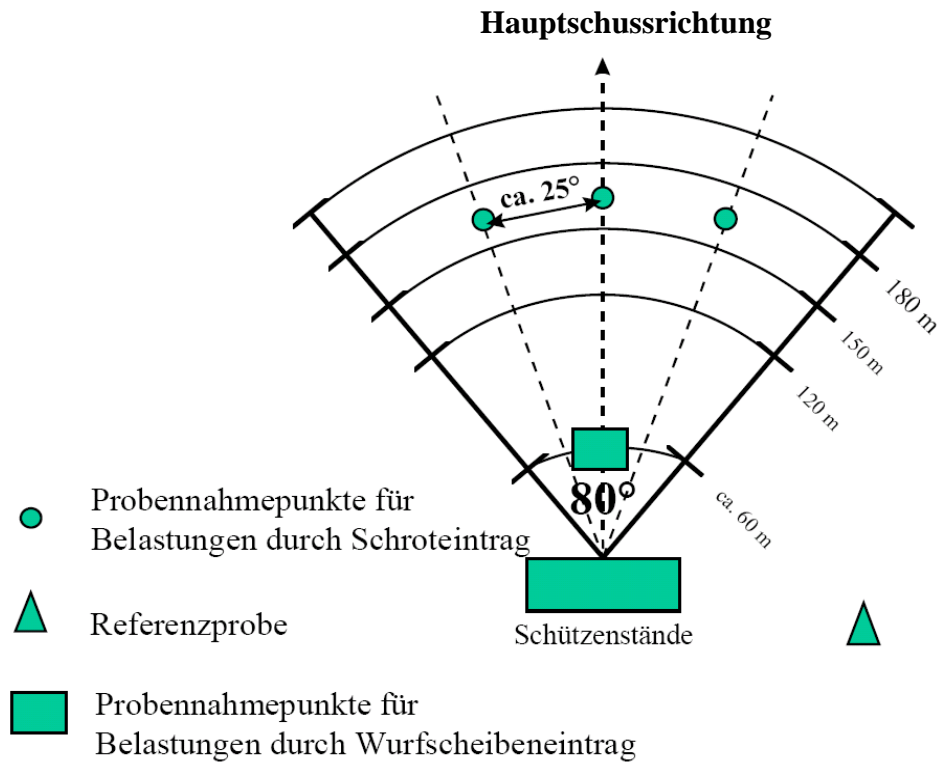


Abbildung 7: Beispielhaft dargestellte Lage der Probennahmepunkte auf Trapanlagen [UMK-Arbeitsgruppe]

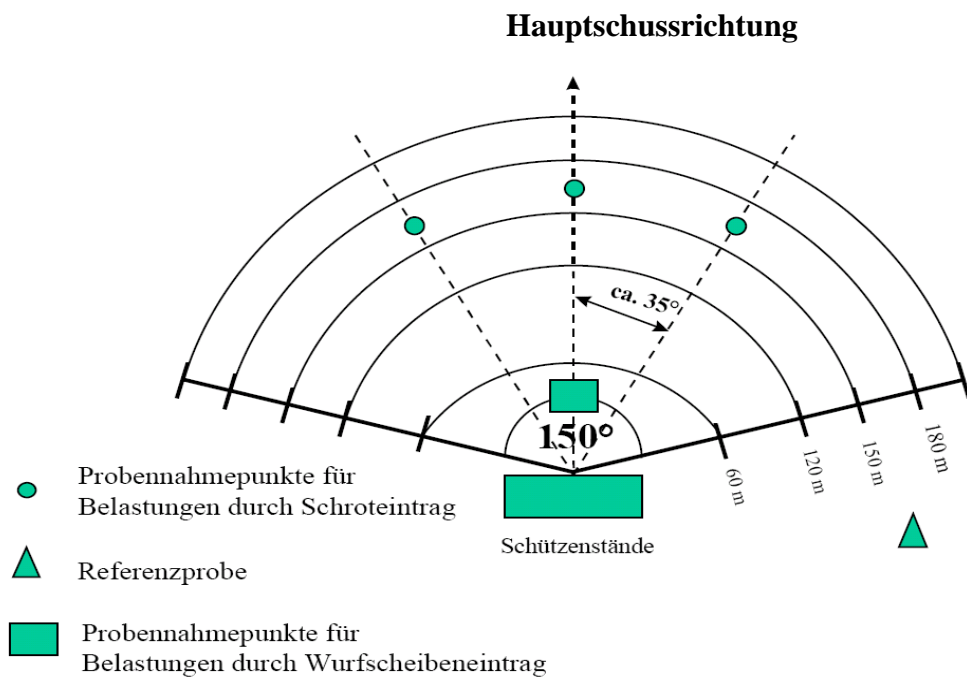


Abbildung 8: Beispielhaft dargestellte Lage der Probennahmepunkte auf Skeetanlagen [UMK – Arbeitsgruppe]

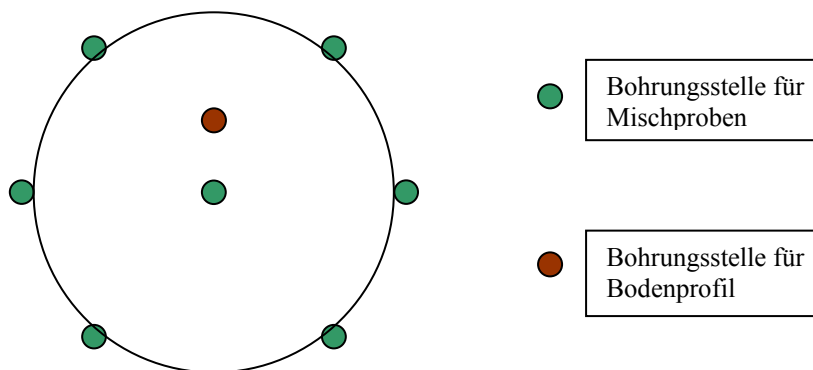


Abbildung 9: Anordnung der Beprobungspunkte für Mischproben und Bodenprofil [UMK–Arbeitsgruppe]

Der Beprobungs- und Untersuchungsmodus sollte wie folgt aussehen:

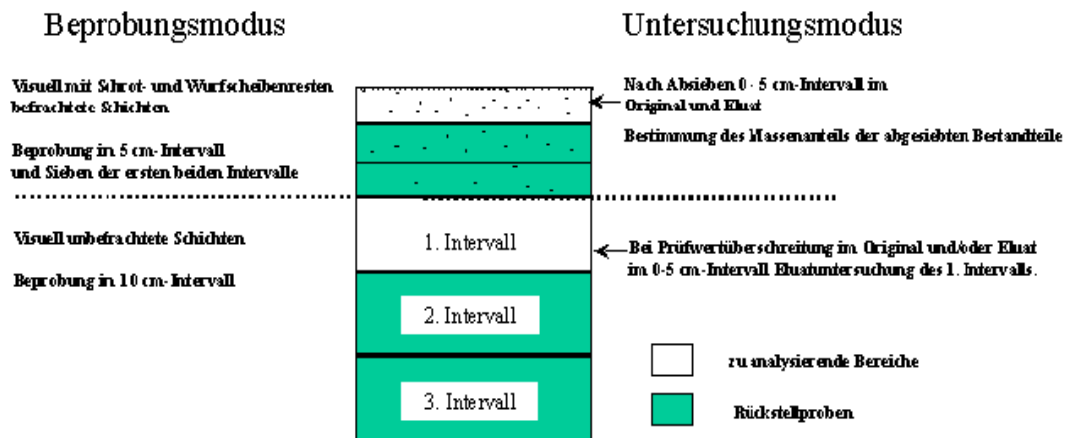


Abbildung 10: Beprobungs- und Untersuchungsmodus [UMK–Arbeitsgruppe]

### Oberflächenwasser

Untersuchungen sollten nur bei begründetem Verdacht der Beeinflussung bzw. bereits auftretenden Beeinträchtigungen der aquatischen Lebensgemeinschaften durchgeführt werden. Dann sind randlich im Abstrom des Standortes direkt oder indirekt vorbei fließende bzw. stehende Gewässer zu beprobieren. Nach einer Leitwertkartierung (pH-Wert, Redoxpotential, Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt) ist bei Standorteinfluss an- und abstromig eine Wasserprobe zu entnehmen. Weiterhin sind zur ökotoxikologischen Bewertung bei bestehendem Gefahrenverdacht je eine Bachsedimentprobe im Anstrom sowie im Abstrom aus der Sohle des Fließgewässers zu entnehmen.

#### 2.3.4 Detailuntersuchung und Bewertung (Beweisniveau 3)

Gibt es konkrete Anhaltspunkte für eine Gefährdung aus der orientierenden Untersuchung, so ist eine Detailuntersuchung durchzuführen. Dazu sind neben der BBodSchV das folgende Handbuch und der Materialienband zur Altlastenbehandlung heranzuziehen:

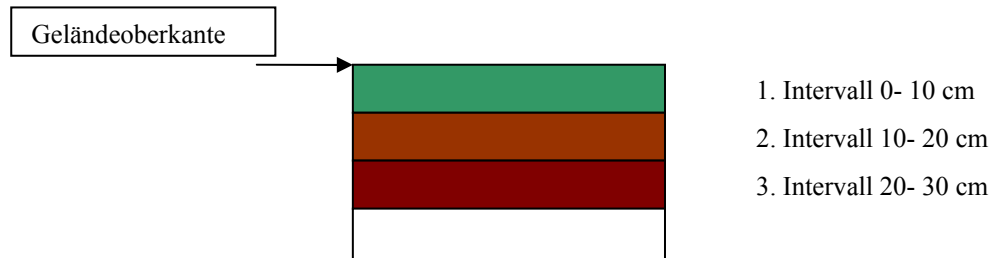
- Handbuch Teil 7, Detailuntersuchung,
- Bewertungshilfen zur Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung.

Ziel der Detailuntersuchung ist die Entscheidung, ob eine Altlast vorliegt oder nicht. Dazu sind Expositionsabschätzungen für die Schutzgüter durchzuführen.

## Boden

Hier sind die folgenden 3 kritischen Zonen zu beproben:

*Mündungsbereich:* Je 1-2 Mischproben zu je 10 Einstichen in den Intervallen 0-10, 10- 20 , 20-30 cm Tiefe. Es werden zunächst nur die aus dem ersten Intervall (0-10 cm) untersucht. Sollten im Spezialfall auch in 20- 30 cm Wertüberschreitungen festgestellt (besonders bei alten Schießplätzen) werden, müssen noch tiefere Intervalle getestet werden.



**Abbildung 11: Intervallunterteilung bei der Beprobung**

*Zwischendistanz:* Mischproben je 10 Einstiche in den Intervallen 0-10, 10-20, 20- 30, 30- 40, 40-50 cm Tiefe. Es sind nicht alle zu beproben, sondern nur dann, wenn die Proben im Intervall 0-10 cm Prüfwerte überschreiten. Dann werden die tieferen Mischproben auch analysiert.

*Geschossfang:* Es sollten sowohl horizontale als auch vertikale Bodenproben über den gesamten Wall (Ausmaße der Kontamination im Erdwall) und stichprobenartig der Boden unter dem Wall entnommen und analysiert werden.

Bei Bewuchs der Fläche oder einer angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung ist eine Pflanzenprobe zu entnehmen und diese auf Blei, Antimon und Arsen zu untersuchen.

## Grundwasser

Bei Verdacht einer Grundwassergefährdung ist aus den Bodenproben ein Bodeneluat herzustellen und eine Sickerwasserprognose zu erstellen. Es sollten mindestens 2 Grundwassermessstellen gebohrt werden, eine im An- und eine im Abstrom.

## Oberflächenwasser

Falls ein Oberflächengewässer betroffen ist, sollte hier je eine Probe im An- und eine im Abstrom entnommen werden.

Alle Proben sind auf  $\text{CaCO}_3$ , TOC, pH-Wert, Blei, Antimon, Arsen, Kupfer und Cadmium zu untersuchen. Des Weiteren besteht im Mündungsbereich und im Schießstand der Verdacht auf halogenierte Kohlenwasserstoffe (vor allem CKW) und PAK, da teilweise in der Vergangenheit die Verpackungen der Munition thermisch unsachgemäß entsorgt wurden.

### 2.3.5 Sanierungsuntersuchung

Hat sich aus der Detailuntersuchung ein Sanierungsbedarf ergeben, ist eine Sanierungsuntersuchung durchzuführen. Es sind Maßnahmen zu prüfen, die geeignet sind, die Gefährdung der Schutzgüter zu beseitigen und einen Schadstoffaustrag zu minimieren. Nach Abwägung der Verhältnismäßigkeit ist das am besten geeignete Verfahren auszuwählen.

Der Schwerpunkt liegt auf der Sanierung des Bodens. Hier sind vor allem Auskoffnung (und Behandlung bzw. Entsorgung des belasteten Bodens) bzw. Immobilisierung der Schadstoffe zu prüfen.

### 2.4 Sanierung

Mögliche Bodensanierungsverfahren können dabei wie folgt aussehen:

*Geschossfang:* Da dieser meist aus einem Erdwall besteht und die Kontaminationen an der Oberfläche lagern, ist hier eine Auskoffnung empfehlenswert. Das anfallende kontaminierte Erdmaterial sollte auf Sonderabfalldeponien verbracht oder gereinigt werden.

Mündungsbereich: Im Bereich des Mündungsfeuers sind insbesondere Auskoffierung oder Immobilisierung zu empfehlen (Anheben des pH-Wertes oder Zugabe von Komplexbildnern, z. B. Phosphate; Bleiphosphate sind sehr schwer wasserlöslich).

### 3 Quellen

ALLOWAY, B. (1999): Schwermetalle in Böden Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen; Springer  
 BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2005): Untersuchungen von Bodenbelastungen auf Schießständen für Einzelgeschosse, Augsburg

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2001): Abschlussbericht über die Untersuchung und Bewertung von 13 Wurfschießanlagen, Augsburg

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2003): Arbeitshilfe zum umweltverträglichen Betrieb von Wurfscheibenschießanlagen – Erfassung und Untersuchung, Augsburg

BROKBARTOLD, M., KERTH, M., LAMPE, A. (2009): Konzentrations-, Toxizitäts- und Mobilitätsuntersuchungen an einem bleischrotbelasteten Waldboden; Altlasten Spektrum 04.09; S.179- 186

Bodenbelastung auf Schießplätzen Bericht der UMK Arbeitsgruppe; November 1998

DALLINGER, R. (2007): Umwelttoxikologisches Gutachten zum Risikopotential der Schwermetallbelastung in einem Schießstand - Areal auf dem Grund des Natur- und Tierparks Goldau, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1998): Bodenbelastung auf Schießplätzen; Bericht der UMK - Arbeitsgruppe als Material für Verwaltungsmaßnahmen zur 49. Umweltministerkonferenz

MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG Brandenburg (2002): Erlass 6/6/02 „Anforderungen an offene Schießstände und Schießplätze aus Sicht des Bodenschutzes im Land Brandenburg“, Potsdam

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2009): Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsmittlung in der Altlastenbehandlung, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1995): Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 3, Pfad und Schutzgut Grundwasser, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1995): Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 4, Pfad und Schutzgut Boden, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001): Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 5, Pfad und Schutzgut Oberflächenwasser, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2003): Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 7, Detailuntersuchung, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1999): Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 8, Sanierungsuntersuchung, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1998): Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 4/1998, Historische Erkundung von altlastenverdächtigen Flächen, Dresden

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1998): Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten, Dresden

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1997): Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil Erhebung und Formale Erstbewertung, Dresden

STIEFEL, D. (1998): Bodenbelastung auf Schießplätzen - Lösungsmöglichkeiten bei Schießständen für Einzelgeschosse; Deutscher Schützenverein e. V., Pfaffenhofen

STREITBERGER, J. (1998): Bodenbelastung auf Schießplätzen – Bundes-Bodenschutzgesetz und seine Auswirkungen auf Sportschießstände; Bundesverband Schießstätten e. V., Emmendingen

ZEDDEL, A., BADJER N. (2005): Bodenbelastungen auf betriebenen Wurfscheibenschießanlagen – Untersuchungsmöglichkeiten und Bewertungen von Bodenbelastungen durch Bleischrote zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser am Beispiel der Wurfscheibenschießanlage in Heede, Flintbek

<http://www.schuetzenverein-burgstaedt.de/geschichte/index.php>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schie%C3%9Fsport#Deutschland>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Munition>

[http://www.dsb.de/media/PDF/Recht/Waffenrecht/Umweltrecht/Nr.\\_3-Dieter\\_Stiefel.pdf](http://www.dsb.de/media/PDF/Recht/Waffenrecht/Umweltrecht/Nr._3-Dieter_Stiefel.pdf)

<http://www.wehrtechnikmuseum.de/index.html>

<http://www.Schießstandsachverstaendiger.de/>

[http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_Handfeuerwaffenmunition](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_Handfeuerwaffenmunition)

<http://www.verfassungen.de/de/ddr/ddr-leiste1.htm>

<http://www.sjsv.de/892.html>

[http://www.smul.sachsen.de/umwelt/download/boden/MbOrient\\_2003.pdf](http://www.smul.sachsen.de/umwelt/download/boden/MbOrient_2003.pdf)

<http://www.epa.gov/region02/waste/leadshot/download.htm>