

Bodenbelastungen auf Schießplätzen

**Bericht der Arbeitsgruppe der
49. Umweltministerkonferenz**



November 1998



Bodenschutzfachinformation im WWW

Bodenbelastungen auf Schießplätzen

Bericht der UMK-Arbeitsgruppe als Material für
Verwaltungsmaßnahmen

Bei diesem Ausdruck handelt es sich um eine Adobe-Acrobat Druckvorlage. Abweichungen im Layout vom Original sind rein technisch bedingt. Der Ausdruck sowie Veröffentlichungen sind – auch auszugsweise – nur für eigene Zwecke und unter Quellenangabe des Herausgebers gestattet.

Bodenbelastungen auf Schießplätzen

Bericht der UMK-Arbeitsgruppe^{*} als Material für Verwaltungsmaßnahmen

Beschluss der 51. Umweltministerkonferenz am 19./20. November 1998 in Stuttgart (TOP 19.18):

1. Die Umweltministerkonferenz nimmt den Bericht der gemeinsamen Arbeitsgruppe aus LABO, LAWA, LAGA und LAI zu Bodenbelastungen auf Schießplätzen zustimmend zur Kenntnis und empfiehlt, ihn als Material für Verwaltungsmaßnahmen in den Ländern zu verwenden.
2. Die Bundesregierung wird gebeten, eine Vereinbarung mit den Betreiber- und Interessenverbänden zur Verwendung schadstoffarmer (PAK-armer) Wurfscheiben und zur Verminderung des Einsatzes von Bleischrot zu schließen.

^{*} Mitglieder der Arbeitsgruppe der Umweltministerkonferenz (UMK) waren: Dr. König (Obmann), Dr. Bannick, Dr. Bertram, Dr. Ecker, Dr. Friedmann, Hülsenbusch, Dr. Neite, Dr. Nöltner

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	5
1.1 Auftrag	5
1.2 Relevante Anlagentypen	6
1.3 Problemstellung und Ziele	7
1.4 Aufbau des Berichtes	9
2. Bestandsaufnahme der Belastungssituation	10
2.1 Gesamtzahl der Schießstände in Deutschland	10
2.2 Lage der Schießstände in Schutz- und Vorranggebieten	11
2.3 Depositionsschwerpunkte	12
2.4 Belastungssituation	12
2.4.1 Boden	13
2.4.2 Pflanzen	14
2.4.3 Wasser	15
2.5 Bewertung vorliegender Ergebnisse	16
3. Möglichkeiten der Substituierung schädlicher Stoffe in Munitionspatronen und Wurfscheiben	18
3.1 Schrotgeschosse	18
3.2 Treibladungen	21
3.3 Initialsprengstoffe (Anzündungen)	21
3.4 Wurfscheiben	22
3.5 Alternative Techniken (Simulation)	24
4. Entsorgung auf Schießständen anfallender Abfälle	25
4.1 Abschätzung der Abfallmenge	25
4.2 Gesetzliche Regelungen und technische Regelwerke	25
4.3 Anforderungen an die Verwertung	27
4.3.1 Blei aus Munitionsresten	27
4.3.2 Wurfscheibenreste	27
4.3.3 Munitionsreste	27
4.3.4 Bodenmaterial	28
4.4 Anforderungen an die Beseitigung	29
5. Untersuchung und Bewertung der Bodenbelastung bestehender und stillgelegter Schießstände	31
5.1 Erfassung	31
5.2 Untersuchungen	31
5.2.1 Vorgehensweise	32
5.2.2 Orientierende Untersuchung	38
5.2.3 Detailuntersuchung	39
5.3 Bewertung der Boden- und Grundwasserbelastung bei betriebenen und stillgelegten Schießständen	39

5.3.1 Bewertung für den Wirkungspfad "Boden-Grundwasser" _____	40
5.3.2 Bewertung für den Wirkungspfad "Boden-Mensch" _____	40
5.3.3 Bewertung für den Wirkungspfad "Boden-Pflanze-(Nutztier)-Mensch" _____	41
5.3.4 Bewertung für das Schutzgut "Oberflächengewässer" einschließlich Sediment _____	41
6. Sanierung bestehender und stillgelegter Schießstände _____	43
6.1 Sofortmaßnahmen _____	43
6.2 Sanierungsmaßnahmen _____	44
6.2.1 Sanierungsziele _____	46
6.2.2 Dekontaminationsmaßnahmen _____	46
6.2.3 Sicherungsmaßnahmen _____	49
6.3 Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen _____	50
6.4 Nachsorgemaßnahmen _____	50
6.5 Rechtliche Möglichkeiten der Umsetzung von Maßnahmen _____	51
7. Anforderungen bei der Genehmigung von Schießständen _____	53
7.1 Rechtlicher Rahmen _____	53
7.2 Anforderungen an neue Schießstände _____	54
7.2.1 Standortwahl _____	54
7.2.2 Anforderungen zum Schutz vor sonstigen Gefahren, insbesondere zum Schutz des Bodens, nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG _____	55
7.2.3 Betreiberpflicht nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG _____	55
7.2.4 Betreiberpflichten nach Stilllegung § 5 Abs. 3 BImSchG _____	56
7.3 Anforderungen an die wesentliche Änderung bestehender Schießstände _____	57
8. Schlußfolgerungen und Maßnahmenvorschläge _____	58
8.1 Schadstoffsubstitution und Abfallentsorgung _____	58
8.2 Untersuchung, Bewertung, Sanierung _____	59
8.3 Anforderungen an die Genehmigung neuer Anlagen _____	60
8.4 Forschungsbedarf _____	61
9. Literaturverzeichnis _____	62
9.1. Vorschriftenverzeichnis _____	64

Anhänge zu Kapitel 5	66
Anhang 5.1 Typisierung und Ermittlung der Bearbeitungspriorität von Schießständen	66
1 Typisierung	66
2 Festlegung der Bearbeitungspriorität	67
Anhang 5.2 Graphische Darstellungen zur Erläuterung der Probennahmestrategie auf Schießständen (Vorschläge)	70
Anhang 5.3 Minimalprogramm für die Untersuchung von Schießständen - Vorschläge -	76
1. Ortseinsicht und Beprobung	76
2. Analytik	79
3. Siebung	79
4. Rückstellproben	79
5. Untersuchungsbericht	79
Anhang 5.4 Anforderungen an Untersuchungsberichte von Schießständen (Vorschläge)	80
1 Betreiberdaten	80
2 Anlagendaten des Wurfscheibenschießstandes	80
3 Geologie, bodenkundlicher Aufbau und Hydrogeologie des Standortes	81
4 Darstellung der Beprobungsstrategie (Kennzeichnung als orientierende Untersuchung oder Detailuntersuchung)	82
5 Vorbereitung und chemische Untersuchung der Bodenproben	84
6 Gestaffelte Untersuchungsstrategie der Bodenproben des visuell unbefrachteten Horizonts und ggf. des befrachteten Horizonts	86
7 Chemische Untersuchung der Sedimentproben	86
8 Chemische Untersuchung von Wasserproben aus stehenden Gewässern	86
9 Chemische Untersuchung der Grundwasserproben	86
10 Bewertung der Untersuchungsergebnisse und Gefährdungsabschätzung für die verschiedenen Schutzgüter	86
11 Fachliche Empfehlungen zum weiteren Vorgehen	86
Anhang 5.5 Entwurf eines Probennahme-Protokolls und einer Checkliste für den Probennehmer für die Untersuchung von Schießständen (Vorschläge)	87
A. Probennahmeprotokoll	87
B. Checkliste für den Probennehmer	92
Anhang 5.6 LAWA/ LABO/ LAGA Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/ Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser	95
"GBG-Papier"	95

1. Einführung

1.1 Auftrag

Die 18. Amtschefkonferenz (ACK) hat die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) beauftragt, in Zusammenarbeit mit der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), der Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und dem Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) einen Bericht zur Problematik der Umweltbelastungen durch Schießplätze zu erarbeiten.

Die UMK-AG "Bodenbelastungen auf Schießplätzen" konstituierte sich am 17.03.1997 und tagte an 3 Terminen im Zeitraum von März bis Oktober 1997. Zusätzlich wurde Ende Mai 1997 eine Expertenanhörung durchgeführt. Mitglieder der AG waren:

Dr. Bannick	Umweltbundesamt	LABO
Dr. Bertram	Niedersächsisches Umweltministerium	LAGA
Dr. Ecker	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz	LABO
Dr. Friedmann	Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft	LAWA
Hülsebusch	Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW	LAI
Dr. König	Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW	LABO Obmann
Dr. Neite	Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW	Geschäfts- führung
Dr. Nöltner	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg	LABO

Der Bericht soll gemäß ACK-Beschluß "insbesondere folgende Schwerpunkte umfassen:

- Möglichkeiten der Minderung von Blei- und PAK-Einträgen durch die Verwendung umweltverträglicher Ersatzstoffe für Bleischrot sowie für Teerpech als Bindemittel in Wurftauben
- Entsorgung bzw. Wiederverwertung von Bleischrot und Tontaubenresten zur Verminderung von Bodenkontaminationen
- Entwicklung einheitlicher Untersuchungsstrategien zur Erfassung der Bodenkontaminationen und deren Auswirkungen sowie Sanierungsanforderungen auf betriebenen Schießanlagen"

Der Auftrag bedarf zunächst einer Festlegung der zu berücksichtigenden Anlagentypen. Weiterhin sind die Problemstellung und die Ziele zu präzisieren sowie der Aufbau des Berichtes mit den einzelnen Themenschwerpunkten darzustellen.

1.2 Relevante Anlagentypen

Schießstände im Sinne dieses Berichtes sind immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 4 BImSchG in Verbindung mit Nr. 10.18 des Anhangs zur 4. BImSchV, auf denen mit Handfeuerwaffen geschossen wird, die ausschließlich zivilen Zwecken dienen und in offener Bauweise angelegt sind. Hierzu zählen Schrotschießstände für das Trap-, Doppeltrap- und Skeetschießen und Jagdparcoursanlagen sowie Kipp- und Rollhasen-Schießstände. Nicht berücksichtigt werden:

- Schießplätze, die mit geringer Häufigkeit benutzt werden, ohne daß es zusätzlicher Einrichtungen bedarf (z.B. sog. Kirmes-Schießplätze).
- Tontauben-Schießveranstaltungen außerhalb stationärer, genehmigter Schießanlagen. Soweit landwirtschaftliche Flächen in unregelmäßigen Abständen für diese Veranstaltungen genutzt werden und diese daher keiner immissionsschutzrechtlichen Genehmigung bedürfen, müssen entsprechende Auflagen zum Schutz des Bodens auf Grundlage der Bodenschutzgesetzgebung getroffen werden. Dazu können die Ergebnisse des Berichtes entsprechend herangezogen werden.
- Schießständen für Einzelgeschosse (Kugelstände, z.B. "Laufende-Keiler-Anlagen"). Soweit bei diesen Anlagentypen Bodenverunreinigungen durch Munitionsreste auftreten, sollten die im Bericht genannten Anforderungen weitgehend analog angewandt werden.
- Militärische Schießanlagen (Truppenübungsplätze, Schießbahnen), Schießstände des Grenzschutzes und Polizei-Schießanlagen, da hier besondere Zuständigkeitsbestimmungen bestehen (§ 59 BImSchG in Verbindung mit der 14. BImSchV) und die Durchsetzbarkeit von Anordnungen nach dem Verwaltungsvollstreckungsrecht und die Ermittlungsmöglichkeiten der Arbeitsgruppe eingeschränkt sind. Auf "militärische" und hoheitliche Schießstände können die in diesem Bericht gewonnenen Erkenntnisse aber übertragen werden.
- Schießstände in geschlossenen Räumen.

Schießstände werden geplant und gebaut nach den Richtlinien für die Errichtung, die Abnahme und das Betreiben von Schießständen (Schießstand-Richtlinie des Deutschen Schützenbundes). Das Betriebsgrundstück ist seitlich durch die Sicherheitswinkel und in der Tiefe durch die max. Flugweite des Schrotetes begrenzt. Mit dem Schrotschuß werden fliegende Ziele (Wurfscheiben) oder Bodenziele (Roll- oder Kipphasen) beschossen.

Der Bericht zeigt Möglichkeiten auf, Anforderungen zum Schutz des Bodens und anderer Schutzgüter an bestehende und an die Errichtung und den Betrieb neuer Schießstände auf der Grundlage des BImSchG zu stellen. Bestehende Schießstände sind nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) als "Verdachtsflächen auf schädliche Bodenveränderungen" einzustufen. Nach Abschluß der Nachsorgepflicht nach § 5 Abs. 3 BImSchG ist die Fläche als "Altstandort" anzusehen und fällt dann unter die Altlastenregelungen der Länder oder das Bundes-Bodenschutzgesetz. Prinzipiell sind die Anforderungen zur Untersuchung, Bewertung und Sanierung sowohl auf betriebene als auch auf stillgelegte Anlagen anwendbar

1.3 Problemstellung und Ziele

Abfälle und Bodenkontaminationen

Beim Schießen mit Schrotmunition auf Wurfscheiben ("Tontauben") fallen an Schießständen große Schadstoffmengen an, die vorwiegend in Böden eingetragen werden. Dabei erfolgt eine Kontamination des Bodens insbesondere durch die verwendeten

- Bleischrote,
- Wurfscheiben und
- sonstige Munitionsbestandteile (Schrotbecher und Patronenhülsen).

Auf Trap- und Skeetanlagen wird zu über 90% **Bleischrot** als Munition verwendet. Bleischrot besteht zu etwa 95% aus Blei und jeweils zu 2-3% aus den Legierungszusätzen Arsen und Antimon. Die Schrotpatronen haben eine Ladung zwischen 24 und 32 Gramm Bleischrot. Je nach Betriebsdauer der Schießstände und der Nutzungsintensität können sich erhebliche Bleimengen auf den Schießständen ansammeln.

Bei einer jährlichen Schußzahl von 50.000 und einer Betriebsdauer von 25 Jahren ergibt sich bei 24g Blei/Schuß eine Menge von ca. 30 Tonnen Blei, die bei Trap-Anlagen auf einer Fläche von weniger als 1 ha konzentriert sind. Im Hauptbelastungsbereich werden Bleigehalte von bis zu 30.000 mg/kg Trockensubstanz (TS) ermittelt.

Das Trägermaterial der **Wurfscheiben** besteht zu ca. 70 % aus Steinmehl und Zusätzen, die den Verarbeitungs- und Formungsprozess erleichtern. Als Bindemittel ist in der Regel bis zu 30 % Steinkohlenpech oder Erdölpech enthalten. Beide Materialien enthalten in unterschiedlichem Umfang polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Die PAK-Gehalte in den Wurfscheiben werden mit 5.000 - 25.000 mg/kg angegeben.

Für das o.g. Beispiel (50.000 Schuß/Jahr, 25 Betriebsjahre) ergibt sich bei einem Gewicht von 110g/ Wurfscheibe eine Gesamtmenge von ca. 105 Tonnen Wurfscheibenresten; das entspricht ca. 3 Tonnen PAK (Summe der 16 EPA-PAK). Im Haupt-Depositionsbereich der Wurfscheiben, wo die Scheiben durch die auftreffenden Schrote zersplittern, werden daher erhebliche PAK-Belastungen (bis zu 1000 mg/kg Boden) festgestellt.

Von den im **übrigen** anfallenden **Munitionsbestandteilen** tragen Treibladungen und Initialsprengstoffe zu Bodenbelastungen bei. Die Schrotbecher sind u.a. durch geringe Bleireste, die beim Austritt des Schrotes haften bleiben, belastet.

Die **Depositionsbereiche** der o.g. Materialien können auf den einzelnen Schießständen im allgemeinen eingegrenzt werden. Dabei sind die Depositionsbereiche der Wurfscheiben und Schrotbecher im Gelände in der Regel gut zu erkennen, während die Niederschlagsgebiete der Bleischrote weiträumiger verteilt sind und nur bei genauer Kenntnis der Schießstände abgegrenzt werden können.

Auswirkungen auf Schutzgüter

Bedingt durch die zum Teil erheblichen Bodenbelastungen durch Schwermetalle und PAK im Einwirkungsbereich der Schießstände sind insbesondere folgende Wirkungspfade zu berücksichtigen:

Boden - Grundwasser	Verlagerung von Schadstoffen mit dem Sickerwasser
Boden - Oberflächenwasser	direkter Eintrag oder Abschwemmung, die z.B. zu Belastungen von Wasserwild durch direkte Aufnahme führen können
Boden - Pflanze	Auswirkungen auf den Bewuchs als Nahrungsquelle für Wildtiere, ggf. auch auf Nahrungs- und Futterpflanzen, soweit eine landwirtschaftliche Nutzung im Einflußbereich der Schießstände stattfindet
Boden - Mensch	Auswirkungen bei direkter Aufnahme, insbesondere soweit die Schießstände für spielende Kinder zugänglich sind

Daneben sind auch Auswirkungen auf die natürlichen Bodenfunktionen, insbesondere auf die Funktion des Bodens als Lebensgrundlage und Lebensraum für Bodenorganismen (§ 2 Abs. 2 BBodSchG), zu beachten.

Entscheidend für die Exposition der Schutzgüter ist vor allem die Löslichkeit und/oder Bioverfügbarkeit der Stoffe.

Ziele und Maßnahmen

Aus den genannten Ausführungen lassen sich folgende Ziele bei der Betrachtung von Schießständen ableiten:

1. Bodenbelastungen auf vorhandenen und stillgelegten Schießständen im Sinne dieses Berichtes sind zu erfassen und zu bewerten,
2. Schießstände sind ggf. entsprechend ihrer Belastung zu sanieren oder stillzulegen,
3. die Auswirkungen auf die Schutzgüter (Grundwasser, Oberflächenwasser, Pflanze, Tier, Mensch, Boden) sind bei neu zu errichtenden und ggf. auch bei vorhandenen Schießständen durch geeignete Maßnahmen zu minimieren.

Die Umsetzung der sich aus diesen Zielen ergebenden Anforderungen kann in verschiedenen Rechtsbereichen erfolgen:

- Anlagen-Zulassung nach §§ 4, 16 BImSchG und nachträgliche Anordnungen nach § 17 BImSchG,
- Vermeidung und Sanierung schädlicher Bodenveränderungen nach §§ 4, 7-9 BBodSchG,
- Verwertung bzw. Beseitigung von Abfällen nach §§ 5, 9, 10 und 11 KrW-/AbfG, bzw. §§ 1 und 55 BBergG
- Beurteilung und ggf. Abwehr von Gefahren für das Grund- und Oberflächenwasser sowie ggf. Beseitigung von bereits eingetretenen Gewässerverunreinigungen nach den Grundsätzen der §§ 1a, 3, 34 WHG und der entsprechenden Landeswassergesetze.

1.4 Aufbau des Berichtes

Der nachfolgende Bericht gibt in Kapitel 2 einen Überblick über die aktuelle Belastungssituation der Böden auf Schießständen. Dabei werden eine Bestandsaufnahme von zur Zeit betriebenen Schießständen, eine Darstellung der Bodenbelastung insbesondere von Blei und PAK unter Berücksichtigung des Wirkungspfad es Boden/ Grundwasser sowie Aussagen über den derzeitigen Umfang und zukünftigen Bedarf von Sanierungsmaßnahmen vorgenommen.

Im Kapitel 3 werden derzeit bekannte und in der Praxis erprobte Möglichkeiten der Substitution bleihaltiger Schrote und PAK-haltiger Wurfscheiben beschrieben.

Im Kapitel 4 werden die relevanten Möglichkeiten der Verwertung oder Beseitigung von Schrot- und Wurfscheibenresten sowie von Bodenmaterial außerhalb der Schießstände dargestellt.

Kapitel 5 nennt Vorgehensweisen bei der Abgrenzung, Erfassung, Untersuchung und Bewertung belasteter Flächen auf Schießständen. Dabei werden vorliegende und im Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung genannte Regelungen berücksichtigt.

Kapitel 6 beschreibt unter Berücksichtigung der rechtlichen Möglichkeiten Maßnahmen zur Sanierung bestehender und stillgelegter Schießstände. Darüber hinaus werden die technischen Möglichkeiten dargestellt, die beim Bau von Schießständen zu einer Minderung der Boden- und Gewässerbelastung beitragen können.

In Kapitel 7 werden Anforderungen, die bei der Genehmigung von Schießständen zu beachten sind, dargestellt.

Kapitel 8 enthält eine zusammenfassende Darstellung des Berichtes und faßt die konkreten Vollzugsanforderungen für die verschiedenen tangierten Rechtsbereiche zusammen. Darüber hinaus wird der Bedarf für weitere Untersuchungen zur Problematik der Bodenbelastungen auf Schießständen formuliert.

2. Bestandsaufnahme der Belastungssituation

2.1 Gesamtzahl der Schießstände in Deutschland

Eine bundesweite Erhebung des **Umweltbundesamtes** hatte ergeben, daß ca. 640 Schießstände existieren (Umweltbundesamt 1989, 1991). Dabei wiesen 238 Anlagen eine landwirtschaftliche Nutzung auf und 34 Anlagen lagen in Trinkwasserschutzgebieten.

Vom **Deutschen Schützenbund** (DSchB) wurden 479 Schießstände in 1997 ermittelt, die von Wurfscheibenschützen betrieben werden. Dazu kommen die von Kreisjägersvereinigungen (z.T. in Kombination mit Schützen) betriebenen Schießstände.

Der **Bundesverband Schießstätten** (BVS, derzeit sind ca. 240 Schießstand-Betreiber angeschlossen) geht bundesweit von derzeit ca. 500 Schießständen aus und nimmt an, daß die überwiegende Anzahl der Stände von Sportschützen betrieben wird.

Die bekannten Schießstände lassen sich wie folgt klassifizieren:

Betriebsalter	< 10 Jahre	15 %
	10 - 20 Jahre	30 %
	> 20 Jahre	55 %
jährliche Schußzahl	< 10.000	50 %
	10.000 bis 100.000	40 %
	> 100.000	10 %

Die Anzahl der Schießstände in Betrieb dürfte in den letzten Jahren etwa gleichbleibend bis schwach rückläufig sein. Der BVS geht allerdings davon aus, daß künftig vor allem in den neuen Ländern ein zunehmender Bedarf an neu zu errichtenden Schießständen bestehen wird.

Erhebungen in einzelnen **Bundesländern** deuten darauf hin, daß bundesweit von einer größeren Zahl als 500 Schießständen (einschließlich der stillgelegten) auszugehen ist. In **Baden-Württemberg** wurden auf Veranlassung des Umweltministeriums (Erlaß vom 21.09.1995, Az. 44-8810.32/44) Anzahl und Lage der Schießstände sowie die Bodenbelastung in den Depositionszentren systematisch erhoben. Dabei wurden 72 Schießstände in Betrieb und 37 stillgelegte gezählt (insgesamt 109 gegenüber 89 Ständen, die im Jahr 1989 vom Umweltbundesamt erhoben wurden). Insgesamt sind mindestens 400 Hektar Fläche von Schadstoffeinträgen durch den Schießbetrieb betroffen. In Baden-Württemberg werden überwiegend Schießstände, die älter als 20 Jahre sind bei jährlichen Schußzahlen zwischen 10.000 und 100.000 betrieben:

Betriebsalter	< 10 Jahre	6 %
	10 - 20 Jahre	21 %
	> 20 Jahre	70 %
jährliche Schußzahl	< 10.000	13 %
	10.000 bis 100.000	72 %
	> 100.000	11 %

(einige wenige Stände konnten nicht zugeordnet werden)

Vom **Bayerischen** Landesamt für Umweltschutz wurde 1996 eine Erhebung der bayerischen Wurfscheibenschießanlagen durchgeführt. Es wurden insgesamt 150 Anlagen gemeldet, von denen derzeit noch 109 betrieben werden und 41 bereits stillgelegt wurden. Im Jahr 1984 waren in **Hessen** 72 Schießplätze bekannt. In **Niedersachsen** wurden im Jahr 1996 insgesamt 146 Schießstände erhoben, wovon 27 von privaten Betreibern und 119 von Kreisjägerschaften bzw. Schützenvereinen betrieben werden. In 31 Fällen liegen Bodenuntersuchungen vor. Vier Schießstände wurden als Sanierungsfälle eingestuft, die Haftungsfrage ist in 2 Fällen geklärt.

2.2 Lage der Schießstände in Schutz- und Vorranggebieten

Zu Schießständen in Wasser- und anderen Schutzgebieten konnten ebenfalls keine genauen Angaben gemacht werden. Schießstände, die in Wasserschutzgebieten (Schutzzonen II und III) betrieben werden, sind bekannt. Der BVS geht davon aus, daß bis zu 15 % der Schießstände in Vernässungsgebieten liegen (insbesondere in den nördlichen Bundesländern) und deshalb Schadstoffe unmittelbar in Oberflächengewässer eingetragen werden.

In Baden-Württemberg liegen 33 Schießstände in Wasserschutzgebieten (23 in Betrieb, 10 stillgelegt). Bei ca. 20 % der Stände sind landwirtschaftliche Flächen durch Schadstoffeinträge betroffen, 9 liegen im Staatsforst.

In Niedersachsen befinden sich 23 von 137 Schießständen in Wasserschutzgebieten oder in unmittelbarer Nähe dazu. Als besondere Problembereiche erwiesen sich hier die sogenannten "Fremdflächenanteile", die nicht im Besitz oder Eigentum der Betreiber sind, aber dennoch mit hohen Bleifrachten belegt werden. Diese Flächen werden zum Teil land- oder forstwirtschaftlich genutzt.

Im Aufsichtsbezirk des Regierungspräsidenten Köln liegt 1 Schießstand von insgesamt 13 in einem Wasser- und Heilquellen-Schutzgebiet, 3 Stände befinden sich in Naturschutzgebieten bzw. auf landwirtschaftlichen Flächen.

2.3 Depositionsschwerpunkte

Je nach der Art des Schießens (Trap und/ oder Skeet, vgl. Kap. 2.4.1 und 5.2.1), der Schießrichtung, der Geländemorphologie sowie der Betriebsdauer, der Frequentierung und des Bewuchses des Schießstands (Bäume und Sträucher) sowie der vorherrschenden Wetterlage ergeben sich Depositionsschwerpunkte für Schrote und Wurfscheibenbruchstücke. In Abhängigkeit von der Nutzung und Frequentierung können mehrere Depositionsschwerpunkte für Schrote vorliegen. Sie müssen in jedem Einzelfall bestimmt werden.

Das Umweltbundesamt (1989) ist von folgender jährlicher Schrotbelastung des Bodens in den Depositionsschwerpunkten ausgegangen:

Art (Bereich)	Fläche (ha)	durchschnittl. jährl. Schrotimmission im Hauptbelastungsbereich
Trap-Gesamtfläche	2,8	
Trap-Hauptbelastungsbereich	1,2	200 g/m ²
Skeet-Gesamtfläche	5,2	
Skeet-Hauptbelastungsbereich	2,3	110 g/m ²

Der Bereich des maximalen Schroteintrags 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 (vgl. Kap. 5.2.1).

Mit Stoffdepositionen muß grundsätzlich innerhalb des gesamten Betriebsgrundstücks gerechnet werden (Sicherheitswinkel). Der BVS geht davon aus, daß es bei > 20 % der Schießstände auch außerhalb des Betriebsgeländes zu Bleischrotdepositionen kommt.

Über die Abgrenzung der Depositionszentren bei Kipp- oder Rollhasen-Ständen liegen bisher keine Erfahrungen vor. Es ist anzunehmen, daß die Belastungsbereiche hier i. d. R. wenige 100 m² umfassen.

2.4 Belastungssituation

Dem BVS und den Ländern liegen umfangreiche Untersuchungen zur Belastung des Bodens und weiteren Umweltkompartimenten an Schießständen vor. In den vergangenen ca. 10 Jahren wurden unterschiedliche Untersuchungsmethoden eingesetzt. Deshalb sind nicht alle Ergebnisse direkt miteinander vergleichbar.

Bei Bodenuntersuchungen stand meist die Frage im Vordergrund, ob und inwieweit aus dem Bleischrot Blei in natürliche Bodenbestandteile übergegangen bzw. in tiefere Bodenschichten verlagert worden ist. Besonders die landwirtschaftliche Nutzung beschleunigt die Tiefenverlagerung und Lösung der im Boden befindlichen Bleischrote und erhöht sowohl das Risiko der

Gefährdung weiterer Schutzgüter als auch die notwendigen Sanierungskosten. Daneben wurde die Aufnahme von Blei durch Freilandpflanzen, insbesondere Grünlandaufwuchs, sowie Blei in Blättern und Nadeln von Bäumen, untersucht.

Grundwasserbelastungen konnten im Bereich von Schießständen bisher nur in wenigen Fällen nachgewiesen werden. Vielfach standen Grundwasser-Meßstellen zunächst nicht zur Verfügung. Meist wurde durch weniger aufwendige Analysen von Bodenproben aus tieferen Bodenschichten geprüft, ob eine Tiefenverlagerung von Schadstoffen und damit eine Gefahr für das Grundwasser erkennbar ist. Beide Untersuchungsverfahren (sowohl Grundwasseranalysen als auch Bodenanalysen auf tiefenverlagerte Schadstoffe) geben im Fall negativer Befunde nur begrenzt Hinweise auf das langfristige Verhalten der Schadstoffe im Oberboden.

In neueren Untersuchungen wird der belastete Boden auf eluierbare bzw. extrahierbare und damit potentiell zur Tiefe verlagerbare Schadstoffanteile analysiert. Wenn solche Schadstoffanteile eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften bewirken oder diese erwarten lassen, so ist das Vorliegen einer Gefahr für das Grundwasser zu prüfen.

Nachfolgende Angaben beziehen sich insbesondere auf festgestellte schädliche Veränderungen des Bodens oder benachbarter Umweltkompartimente.

2.4.1 Boden

Bundesweite Situation

Nach älteren Herstellerangaben wurden in den achtziger Jahren in Deutschland jährlich ca. 1.970 Tonnen Blei zur Herstellung von Bleischrot eingesetzt (Umweltbundesamt 1989). An Schrotschießständen wurden davon 1.350 Tonnen (ca. 68 %) und 620 Tonnen (32 %) bei der Jagd verschossen. Dies entspricht jährlich ca. 50 Mio. Schuß an Schießständen, mit denen außerdem jährlich ca. 70 Tonnen polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) aus Wurfscheiben eingetragen werden.

Ausgehend von 500 Schießständen in Deutschland werden an jedem Stand, falls keine ordnungsgemäße Entsorgung der Materialien erfolgt, durchschnittlich 2,7 Tonnen Blei in Form von Bleischrot und ca. 140 kg PAK (Summe der 16 EPA-PAK) in den Boden eingetragen.

Für die einzelnen Schießstände hat das Umweltbundesamt (1989) jährliche Bleischrot-Einträge zwischen 32 kg und 32 Tonnen angegeben. Als Legierungsbestandteile des Bleischrots gelangen an einem extrem frequentierten Schießstand weiterhin jährlich bis zu 640 kg Antimon, 200 kg Arsen und 65 kg Kupfer in den Boden. Dazu kommen bei ca. 1,5 Schuß/Wurfscheibe 1,6 - 1.600 kg PAK (Summe der 16 EPA-PAK).

An einem vor 30 Jahren mit 10.000 Schuß/Jahr eingerichteten Schießstand, dessen Frequentierung kontinuierlich auf heute 150.000 Schuß zugenommen hat, wurden ca. 70 Tonnen Blei während der Betriebsdauer emittiert.

Neben Bleischrot wird an Schießständen Blei aus den Anzündungen der Munitionspatronen (vgl. Kap. 3.3) freigesetzt (mindestens 5 mg/Schuß). Als Abfälle fallen weiter vor allem Patronenhülsen und Schrotkörbe an (z. T. PVC). Wo Schrotkörbe in offenen Feuerstellen verbrannt wurden, ist mit persistenten Chloraromaten im Boden zu rechnen.

Die Einträge von Schrot, Wurfscheiben und Schrotbechern werden je nach Standortbedingungen (Boden, Vegetation, Relief, Betrieb, Grundwasser, Klima u. a.) überwiegend oberflächennah, d. h. in einer Bodentiefe bis ca. 0,3 m unter Geländeoberkante, in Einzelfällen auch tiefer, angereichert.

Untersuchungen in Ländern

Bei der Untersuchung der Böden von 53 Schießständen in Baden-Württemberg auf Blei und PAK im Jahr 1996 wurden Gesamtgehalte an Blei bis zu 70.300 mg/kg (in der Siebfraktion < 2 mm, d.h. Korrosionsprodukte oder in natürliche Bodenbestandteile übergegangenes Blei, ohne Schrotartikel), mobile (extrahierbare) Bleigehalte bis zu 2.040 mg/kg und PAK-Gehalte bis zu 5.811 mg/kg (Summe der 16 EPA-PAK) gemessen.

Aus Bayern wurde 1988 über Untersuchungen zur Gefährdung des Bodens und des Wassers an ausgewählten Schießständen mit z. T. extremen Bleikonzentrationen in organischen Auflagehorizonten von Waldböden (Schrotgehalte bis zu > 10 Gew.-%) berichtet.

Anhand der Angaben von Voss (1997, mdl. Mitteilung) über 137 Schießstände in Niedersachsen lassen sich folgende Hinweise zur jährlichen Flächenbelastung ableiten:

	Zahl der Schießstände	jährliche Flächenbelastung
< 25.000 Schuß/Jahr:	89	49 kg Blei/ha
< 75.000 Schuß/Jahr:	33	222 kg Blei/ha
< 120.000 Schuß/Jahr:	9	354 kg Blei/ha
> 120.000 Schuß/Jahr:	6	1.011 kg Blei/ha

Anstelle der Depositionsschwerpunkte wurde hier die Gesamtfläche der Schießstände (vgl. Kap. 2.3) zugrunde gelegt. Die kumulierte Bleifracht seit Inbetriebnahme der Schießstände liegt zwischen 1,3 und 21,5 Tonnen Blei/Hektar. Insgesamt sind die Schießstände in Niedersachsen mit 2.722 Tonnen Blei befrachtet (Stand: 1990). Voss (1997, mdl. Mitteilung) sieht etwa zwei Drittel der niedersächsischen Schießstände als zumindest in Teilbereichen sanierungsbedürftig an.

2.4.2 Pflanzen

In früheren Untersuchungen wurden bei Gras-Proben von Schießständen erhöhte Bleigehalte gegenüber unbelasteten Vergleichsproben festgestellt. In den Depositionszentren des Bleischrots wurden häufig Bleigehalte im Gras zwischen 6 und 40 mg/kg TS (bezogen auf die Trockensubstanz) festgestellt (Coy & Schmid 1987). Unbelastete Proben enthielten 1,5 - 4 mg/kg. Aus den Untersuchungen wurde abgeleitet, daß ab ca. 3 kg Bleischrot/ m² mit Überschreitungen der Futtermittelgrenzwerte bei Blei (20 - 40 mg Pb/kg

TS) zu rechnen ist. Eine entsprechende Bleischrotbelegung ist an Schießständen mit > 100.000 Schuß/Jahr zumindest in den Depositionszentren innerhalb weniger Jahre erreicht.

Auch im Korn von Winterweizen und Wintergerste im Bereich von Schießständen wurden Bleigehalte über dem Richtwert für Weizenkorn (0,3 mg/kg FS, bezogen auf die Frischsubstanz) festgestellt (Umweltbundesamt 1989). In Buchenblättern wurden nur geringfügig erhöhte Bleigehalte gegenüber außerhalb der Schießstände entnommenen Vergleichsproben gefunden.

In einer Untersuchung von zehn ausgewählten Schießständen in Baden-Württemberg traten in den Wurzeln von Wildpflanzen systemisch (über die Bodenlösung) aufgenommene Bleikonzentrationen auf, die gegenüber Vergleichsproben von unbelasteten Böden bis zu 4.000fach erhöht waren (Umweltministerium Baden-Württemberg 1995). Hohe Bleianreicherungen wurden auch im Sproß einjähriger Kulturpflanzen (Raps: 500 mg Pb/kg Trockensubstanz; TS) sowie in Fichten (400 mg Pb/kg TS) nachgewiesen.

Auf die Gefahr der Einschleusung des Bleis in die Nahrungskette über die Wildäsung und die Beweidung wurde schon früher hingewiesen.

2.4.3 Wasser

Bisher wurden nur in wenigen Fällen Grundwasserkontaminationen im Bereich von Schießständen festgestellt. Nachgewiesen wurden Belastungen des Sicker- und/oder Grundwassers primär bei Schießständen, die unter ungünstigen Geländevoraussetzungen betrieben wurden, z.B. auf Moorböden oder in Überschwemmungs- und Vernässungsgebieten. Eine genaue Anzahl kann nicht angegeben werden.

In der Untersuchung aus Bayern wurde zudem bereits 1988 auf erhebliche Bleigehalte in der wässerigen Phase von Bodeneluat und im Oberflächenwasser des Anlagenbereichs hingewiesen. Dieser Befund wurde als Hinweis darauf gewertet, daß grundsätzlich mit einer primären Wasserlöslichkeit des Bleis aus Bleischrot gerechnet werden muß, und daß deshalb bei hoher Beanspruchung der Sorptionskapazität des Bodens Grundwassergefährdungen langfristig nicht auszuschließen sind.

Fahrenhorst (1993) hat an stark belasteten Schießständen in Norddeutschland Bodenlösungen vorort mit Saugsonden entnommen und die Gehalte an Blei, Arsen und Antimon mit den Gehalten in Gleichgewichtsbodenlösungen, die im Labor hergestellt werden, verglichen. Deutlich erhöhte Gehalte an Blei und Antimon wurden bei dieser Untersuchung vor allem in Bodentiefen bis zu ca. 30 cm festgestellt. Insbesondere bei Antimon ergaben sich hohe Lösungskonzentrationen (155 µg/l) schon bei vergleichsweise schwach erhöhten Bodengehalten (10 mg/kg).

Untersuchungen der mit unterschiedlichen Verfahren eluierbaren Schadstoffgehalte (insbesondere Blei) im Boden liegen auch aus Baden-Württemberg vor (Hahn 1988, Umweltministerium Baden-Württemberg 1995). In Ammoniumnitrat-Extrakten (DIN 19 730) von Bodenschichten unterhalb des von Schrot beaufschlagten Oberbodens ergaben sich

zwischen 70 und 478.000 µg extrahierbares Blei/kg Boden, in Wassereluat (DIN 38 414, Teil 4) lagen die Werte zwischen 10 und 410 µg eluierbares Blei/l Eluat.

Im Zuständigkeitsbereich des Regierungspräsidenten von Köln ist in 6 Fällen das Vorliegen einer Gefahr für das Grundwasser zu prüfen. Das Oberflächenwasser wird in ebenfalls 6 Fällen als betroffen angesehen.

2.5 Bewertung vorliegender Ergebnisse

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigen, daß neben den durch Wurfscheibenreste eingetragenen PAK dem Schwermetall Blei eine vorrangige Bedeutung zukommt. Die erheblichen Einträge führen dazu, daß auch bei gering frequentierten Schießständen (< 10.000 Schuß/Jahr) die in dem Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung (E-BodSchV) diskutierten Werte für zulässige zusätzliche jährliche Schadstofffrachten über alle Wirkungspfade um ein Vielfaches überschritten werden.

Bei langjährig betriebenen Schießständen zeigt sich, daß in der Regel eine schädliche Veränderung des Bodens durch Bleischrote und in den Boden eingedrungene oder eingeschwemmte Wurfscheibenfragmente zumindest in den Depositionszentren fast überall gegeben ist. Anhand von Untersuchungen zur Korrosion und Zersetzung von Bleischrot wird mit einer jährlichen Bleizunahme in der Bodenmatrix von 230 - 420 mg/kg gerechnet (Umweltbundesamt 1989). An herkömmlich betriebenen Schießständen ist damit bei unveränderter Fortsetzung des Schießbetriebs mit schädlichen Bodenveränderungen in absehbarer Zeit zu rechnen.

Lange Verweilzeiten im Boden, hoher Säuregrad des Bodens, Einträge von Säureradikalen und Säurebildnern mit der atmosphärischen Deposition sowie hoher Anteil organischer Substanz (z.B. Moorböden) führen zur zunehmenden Mobilisierung von Blei. Von den Schadstoffkonzentrationen im Boden ausgehende künftige Schädigungen weiterer Kompartimente können deshalb nicht ausgeschlossen werden.

Legt man den Prüfwert für Blei als Maßstab für schädliche Bodenveränderungen nach dem Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung zugrunde, wird dieser in den Oberböden regelmäßig überschritten (z.B. 1.000 mg Gesamtlei/ kg Boden bei Grünland, 500 µg mobiles Blei/ kg Boden (Ammonium-Nitrat-Extrakt nach DIN 19730) bei Acker- und Gartenbau).

Auch der Prüfwert für Blei zur Beurteilung des Sickerwassers von 10 µg/l wird im Oberboden häufig überschritten. Blei gehört nach der Grundwasserverordnung vom 18.03.1997 zur Stoffgruppe, die eine schädliche Wirkung auf das Grundwasser haben kann. Dies begründen auch Versuche zur Lösungskinetik von Bleischrot in Wasser, die zeigen, daß Bleischrot aufgrund seiner großen spezifischen Oberfläche ein erhebliches Lösungspotential aufweist: bei 1g Bleischrot in 0,1 Liter Wasser ohne Energiezufuhr (Schütteln, Rühren) betrug der Bleigehalt im Wasser nach 4 Tagen etwa 950 µg/l.

Eine pauschale Einschätzung der aktuellen Belastung weiterer Umweltkompartimente durch Mobilisierung der an den Schießständen eingetragenen Schadstoffe ist wegen der

unterschiedlichen standörtlichen und betrieblichen Gegebenheiten schwierig, weil die Mobilität der in die Bodenmatrix übergegangenen Stoffe wesentlich von den physikochemischen Bodenverhältnissen (zusammen mit klimatischen Faktoren) und vom Alter der Einträge (Korrosion und Verwitterung) bestimmt wird. Ausschlaggebend sind vor allem der Boden-pH-Wert, Kalkgehalt, Eisen- und Mangangehalt, Tongehalt sowie der Gehalt an organischer Substanz des Bodens.

Die Untersuchungen zu den Gefahren für die Umwelt durch Bleischrot kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß eine Gefahr z. B. für das Grundwasser derzeit nur an wenigen Schießständen vorliegt, langfristig aber eine Gefahr infolge der Korrosion des Schrotes entstehen kann (z. B. Fahrenhorst 1993: S. 108). Erst einige Jahre bis Jahrzehnte nach Einstellung des Schießbetriebs ist an Schießständen mit der höchsten Verfügbarkeit und Verlagerbarkeit von Schadstoffen zu rechnen. Dies ist bei der Beurteilung des Gefahrenpotentials und der Sanierungsbedürftigkeit zu berücksichtigen (Umweltbundesamt 1989, S. 109).

In Baden-Württemberg sind zwei Schießstände aufgrund von Boden- und Grundwasserverunreinigungen eingestellt worden (freiwilliger Verzicht der Betreiber). An einem weiteren Stand wird seit 1996 Eisenschrotmunition (vgl. Kap. 3.1) eingesetzt. In Bayern mußte ein stark frequentierter Schießstand im Einzugsbereich einer Trinkwasserversorgung aufgrund zu besorgender schädlicher Verunreinigung des Grundwassers durch das im Boden angereicherte Blei saniert werden.

3. Möglichkeiten der Substituierung schädlicher Stoffe in Munitionspatronen und Wurfscheiben

In den Niederlanden sind nach Angabe des Ministeriums für Volkswirtschaft, Raumordnung und Umwelt Bleischrot und PAK-haltige Wurfscheiben ab 01.01.1998 an allen Schrotschießständen verboten. Eine Ausnahme besteht übergangsweise für einen kleinen Teil ausgewählter Turnier-Schießstände, solange bis international akzeptierte Alternativen zur Verfügung stehen, spätestens aber bis zum Jahr 2012. Spätestens bis zum Jahr 2027 sind die Schadstoffe aus dem Boden aller Schießstände zu entfernen. Hierzu wird ab 1998 durch einen geringen Preisaufschlag auf Wurfscheiben ein Sanierungsfonds eingerichtet. Daneben soll auf internationaler Ebene eine baldige Bannung von Bleischrot und PAK-haltigen Wurfscheiben erreicht werden.

Nachfolgend werden derzeit bekannte und in der Praxis erprobte Möglichkeiten der Substitution schädlicher Stoffe in Munitionspatronen und Wurfscheiben dargestellt.

3.1 Schrotgeschosse

Neben Bleischrot sind Schrote aus folgenden Metallen erhältlich: Eisen, Molybdän (Molybdän-Kunststoff-Verbund), Nickel, Wismut, Zink, und Zinn. Insgesamt wird beim jagdlichen und sportlichen Schießen überwiegend Bleischrot verwendet.

Seit 1990 wird weltweit die Verwendung von Bleischrot beim jagdlichen Schießen zunehmend eingeschränkt. Eine Übersicht der Dynamit Nobel AG, Troisdorf, ergibt:

	Verbot bei der Jagd auf Wasserwild	generelles Verbot für Bleischrot	freiwilliger Verzicht bei Jagd in Feuchtgebieten
seit 1990	USA, Dänemark		
seit 1994	Norwegen, Schweden	Dänemark, Niederlande	Deutschland, Großbritannien
seit 1996	Kanada, Finnland		Japan

Als Ersatz für Bleischrot ist bisher nur Eisenschrot (ein anderer üblicher Begriff ist "Weicheisenschrot"; ausgehend vom amerikanischen "steel shot" mitunter auch "Stahlschrot" genannt) in größerem Umfang zur Anwendung gekommen. Gesetzliche Einschränkungen der Verwendung von Bleischrot beim Wurfscheibenschießen aus Deutschland sind nicht bekannt.

Als Gründe für die Materialwahl aus Sicht der Hersteller werden gute Verarbeitbarkeit, Lagerbeständigkeit, ausreichende Rohstoffverfügbarkeit und niedriger Preis angegeben. Von den aus technischer Sicht in Frage kommenden Stoffen hat Blei mit 11,3 kg/dm³ die höchste Dichte (Eisen: 7,85 kg/dm³ bzw. Zink: 7,26 kg/dm³) und dynamische Verformbarkeit. Es ist damit als Werkstoff für Munitionsschrot besonders geeignet.

Nickel kommt wegen der toxischen Eigenschaften insbesondere der Stäube und Aerosole von Nickelmetall und -verbindungen, die entsprechend der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK Liste) als eindeutig krebserregend eingestuft sind, schon unter Aspekten der Herstellung und Materialverarbeitung nicht als Alternative zu Bleischrot in Betracht. Das Umweltbundesamt hat 1989 darauf gedrängt, nickelummantelte Bleischrote nicht mehr zu verwenden.

Ebenso kommt Wismut aufgrund der knappen Ressourcen zur Substituierung von Bleischrot in größerem Umfang vermutlich nicht in Frage. Erfahrungen zum Verhalten des Metalls in der Umwelt fehlen weitgehend.

Zur Kostensituation hat Dynamit Nobel dargelegt, daß ein Geschöß mit Eisenschroten preislich einem Geschöß mit Bleischroten vergleichbar ist. Geschosse mit Zinkschroten sind derzeit etwa 2,5-fach, Wismutschrote 4-fach und Schrote aus einer quasi-Legierung aus Molybdän und einem Kunststoff (Moly Shot) 4,5-fach teurer als entsprechende Geschosse mit Bleischroten.

Mit Ausnahme von Eisen sind alle unter waffentechnischen Aspekten zur Substituierung von Blei in Frage kommenden Stoffe bzw. ihre Verwitterungsprodukte als wassergefährdend (im Sinne des § 19g WHG) und nach der o.g. Grundwasserverordnung als Stoffgruppen mit "schädlicher Wirkung auf das Grundwasser" eingestuft. Sie können deshalb nicht als tatsächlich in Betracht kommende Ersatzstoffe angesehen werden.

Als einzige marktfähige Alternative zu Bleischrot kommt derzeit Eisenschrot in Betracht. Eisenschrot besteht zu mehr als 99 Gewichtsprozent aus Eisen und enthält bedenkliche Schwermetalle nur in geringen Spuren:

< 0,1 Gew.-% Chrom

< 0,3 Gew.-% Kupfer

< 0,2 Gew.-% Nickel

< 0,01 Gew.-% Zink

< 0,03 Gew.-% Molybdän

< 0,35 Gew.-% andere Stoffe (Mangan, Schwefel, Silizium, Phosphor, Kohlenstoff).

Die Auswirkungen der unter natürlichen Bedingungen entstehenden Eisenverbindungen auf den Boden, das Wasser sowie auf Flora und Fauna können allgemein als vernachlässigbar im Vergleich zu Blei angesehen werden. Mit einer Umstellung auf Eisenschrot würde eine Reduzierung des Schwermetalleintrags um mehr als 99 % gegenüber dem herkömmlichen Schießbetrieb mit Bleischrot erreicht.

Die waffentechnischen Aspekte des Schießens mit Eisenschrot hat die Dynamit Nobel AG in ihrer Produktinformation "Wissenswertes über Stahlschrotpatronen" dargelegt: Gemeinsam mit dem Deutschen Jagdschutzverband (DJV) und der Deutschen Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen (DEVA) durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß moderne Waffen ohne Einschränkungen mit Eisenschrot beschossen werden können. Bei älteren Flinten mit dünnwandigen Läufen kann es zu verstärkten Abnutzungserscheinungen, nicht jedoch zu einer Gefährdung des Schützen kommen.

Die Bundesminister der Verteidigung und der Finanzen haben deshalb seit 1991 die baldmögliche Schließung von Schießständen auf Bundeswehr- und NATO-Liegenschaften innerhalb von Wasserschutzgebieten und die ausschließliche Verwendung von Eisenschrot spätestens ab 01.02.1993 auf den weiter betriebenen Schießständen angeordnet. Auf die Möglichkeit, Schießstände bei Verwendung von Eisenschrot ohne Gefährdung des Bodens und der Gewässer zu betreiben, wurde damals hingewiesen.

Im Dezember 1993 hat der Deutsche Jagdschutz-Verband gemeinsam mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten dringend empfohlen, bei der Jagd auf Wasserwild ausschließlich "Nicht-Bleischrote" zu verwenden. Neben schadstoffarmem Eisenschrot können hier jedoch weitere Schrotarten (z. B. Zink) eingesetzt werden, die - wie Bleischrot - ausschließlich aus bedenklichen Stoffen zusammengesetzt sind.

Neuerdings wurde die Verwendung von Eisenschrot auch an einzelnen privaten Schießständen durch die zuständigen Behörden durchgesetzt (z. B. Augsburg, Bayern; Karlsruhe, Baden-Württemberg).

Für eine Umstellung des Schießbetriebs an Schießständen wäre es erforderlich, landesrechtliche Jagdvorschriften zu ändern, die für das jagdliche Übungs- und Prüfungsschießen relevant sind (z. B. Jägerprüfungsordnung - JPrO - vom 6. März 1990 zum Jagdgesetz Baden-Württemberg). In Baden-Württemberg hat das für die Jägerprüfung zuständige Ministerium mit Erlaß vom 04.11.97 Weicheisenschrot für die Jägerprüfungsordnung 1998 versuchsweise zugelassen.

Von den betroffenen Verbänden werden bei Umstellung auf Eisenschrot folgende Probleme gesehen:

- Bei internationalen sportlichen Schießwettbewerben (Trap und Skeet) wird Bleischrot vorgeschrieben. Bei den deutschen Schießsportverbänden bestehe deshalb wenig Neigung, ihre Vorbereitungswettbewerbe und Übungen auf Eisenschrot umzustellen.
- Die Vorbehalte gegen die Verwendung von Eisenschrot beim jagdlichen Wurfscheibenschießen werden vor allem damit begründet, daß auf den Schießständen dieselbe Schrotmunition verwendet werden sollte wie im Jagdbetrieb. Die Verwendung von Eisenschrot z. B. bei Treibjagden, berge erhebliche Sicherheitsrisiken für die Jagdteilnehmer in sich, weil die geringere Verformungsbereitschaft der Eisenschrote dazu führt, daß die Geschwindigkeitsabnahme nach Berührung eines Hartziels (Bäume) deutlich geringer ist als bei dem verformbaren Bleischrot. Demzufolge sei eine eingeschränkte Betriebssicherheit beim Schießen mit Eisenschrot sowohl auf dem Schießstand (Kipp- und Rollhasenstände) als auch im Jagdbetrieb nicht auszuschließen.
- Durch die Korrosionsneigung des Eisenschrots könne es bei hohen Schußzahlen innerhalb von 6-9 Monaten zur Rostfärbung des Bodens oder des am Boden stehenden Wassers in den Schroteintragsbereichen kommen. Probleme mit Eigentümern bzw. Erholungssuchenden aufgrund optischer Beeinträchtigungen nach Umstellung auf Eisenschrot wurden vom BVS (insbesondere aus Nachbarländern) berichtet.

- Sanierungsauflagen an bestehenden Schießständen mit durch den bisherigen Bleieintrag belasteten Böden würden regelmäßig Konkurse der Schießstandbetreiber folgen und neue unbelastete Schießstände an anderer Stelle errichtet¹. Als wichtig werde deshalb angesehen, das Erhaltungsinteresse der Betreiber durch die Möglichkeit einer umweltverträglichen Umgestaltung der Schießstände zu fördern und die Betreiber hinsichtlich der Neugestaltung von Schießständen, an denen Schrotmaterialien in einem möglichst engen Bereich konzentriert, gesammelt und verwertet werden können, zu beraten.

Die untere Wasserbehörde des Landratsamtes Augsburg hat darauf hingewiesen, daß am dortigen, ausschließlich mit Eisenschrot betriebenen Schießstand ein problemloser Betrieb sichergestellt ist.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß aus heutiger Sicht nur Eisenschrot zur Substitution von Bleischrot in Frage kommt. Bei einer künftigen Umstellung wären rechtliche und technische Voraussetzungen (z. B. vorhandene Rechtsvorschriften, Anlagensicherheit) zu prüfen bzw. anzupassen.

3.2 Treibladungen

Als Treibladungspulver werden bei den sogenannten rauchlosen Pulvern einbasige, zweibasige und dreibasige Pulver verwendet. Am häufigsten verwendet wird das einbasige Nitrocellulosepulver (NC), das zweibasige Pulver basiert auf Nitrocellulose und Nitroglycerin (oft im Verhältnis 40 : 60), während das seltener verwendete dreibasige Pulver noch zusätzlich Nitroguanidin enthält.

Andere Treibladungspulver werden in geringer Menge für spezielle Verwendungen eingesetzt. Sie finden als Mischungen entweder von Nitroguanidin mit Ethylenglykoldinitrat (EGDN) und NC oder von Schwarzpulver mit NC Verwendung. Nitrierte Aromaten, wie z. B. Nitrotoluole, werden nicht eingesetzt.

3.3 Initialsprengstoffe (Anzündungen)

Bei den Zündsätzen kann zwischen bleihaltigen Anzündsätzen und der sogenannten "schadstoffreduzierten Munition" mit Anzündsätzen ohne Bleizugaben unterschieden werden. Gemäß Herstellerangaben und aufgrund einschlägiger kriminaltechnischer Untersuchungen sind sie wie folgt zusammengesetzt:

- Bleihaltige (Trizinat-) Zündsätze
 - Bleitrinitroresorcinat als Initialsprengstoff/Primärexplosivstoff
 - Tetrazen als Initialsprengstoff/Sensibilisator
 - Bariumnitrat als Oxidationsmittel
 - Antimonsulfid als Reduktionsmittel
 - Calciumsilicid als Reduktionsmittel
- Schadstoffreduzierte ("Diazol"-) Zündsätze

¹ Bei Sanierungsauflagen wird im Fall des Konkurses des Handlungsstörers im Regelfall der Eigentümer als Zustandsstörer zur Kostentragung herangezogen werden.

- Diazodinitrophenol (DDNP) als Initialsprengstoff/ Primärexplosivstoff
- Tetrazen als Initialsprengstoff/Sensibilisator
- Zinkperoxid als Oxidationsmittel
- metallisches Titan als Reduktionsmittel
- weiter Oxidations-/Reduktionsmittel (z. B. Strontiumnitrat) je nach Fabrikat.

Bei der heute im sportlichen und jagdlichen Bereich gebräuchlichen Patronenmunition kann in der Regel von einem bleihaltigen Zündsatz ausgegangen werden, der Bleitritroresorcinat und Tetrazen als Initialsprengstoffe enthält. Schadstoffreduzierte Munition findet vornehmlich Verwendung in geschlossenen Schießständen (sogenannte Raumschießanlagen), vorzugsweise im Bereich der Polizei.

Die vorgenannten Stoffe (Substanzen in Treibladungen und Initialsprengstoffe) werden beim Abbrennen weitgehend oxidiert. Der verbleibende Schadstoffeintrag (z. B. Blei aus bleihaltigen Anzündungen) ist im Vergleich zum Schadstoffeintrag aus Schrotten und Wurfscheiben gering.

3.4 Wurfscheiben

Ein Gutachten des Instituts für Organische Chemie der Universität Tübingen zur PAK-Belastung herkömmlicher Wurfscheiben hat PAK-Gehalte (Summe der 16 EPA-PAK) von ca. 2 Gew.-% ergeben. Der Bundesverband Schießstätten hat angegeben, daß neuere Untersuchungen aus den Jahren 1996/97 zeigen, daß die PAK-Gehalte von Wurfscheiben sehr stark von der Charge und dem Hersteller abhängen. Sie schwanken zwischen 3.000 bis zu 40.000 mg/kg Wurfscheibenmaterial (Summe der 16 EPA-PAK). In jüngster Zeit ist bei französischen und britischen Herstellern ein deutlicher Rückgang auf Mittelwerte von ca. 7.000 mg/kg Wurfscheibenmaterial zu verzeichnen. Italienische Wurfscheiben enthalten weiterhin PAK-Gehalte bis 30.000 mg/kg (Summe der 16 EPA-PAK) Wurfscheibenmaterial. Derzeit gibt es keine Hersteller von Wurfscheiben in Deutschland.

Zu "schadstoffarmen" Wurfscheiben hat der BVS mitgeteilt, daß jetzt von drei Herstellern Wurfscheiben erhältlich seien, die noch 30 - 70 mg PAK/kg (Summe der 16 EPA-PAK) enthielten. Diese Produkte stünden kurz vor der Marktreife. Der Bundesverband Schießstätten würde diese Produkte seit einiger Zeit testen und könne ihre Einsetzbarkeit aus technischer Sicht bestätigen. Er wird seinen Mitgliedern dringend empfehlen, auf diese Produkte umzustellen, sobald sie verfügbar sind.

Die Dynamit Nobel weist jedoch darauf hin, daß Untersuchungen im eigenen Hause belegt hätten, daß sich die neueren Entwicklungen "schadstoffarmer" Wurfscheiben in ihren PAK-Gehalten nicht von den herkömmlichen Wurfscheiben unterscheiden.

Als nachweislich PAK-freie (< 1 mg/kg, Summe der 16 EPA-PAK) Alternativen stehen zur Verfügung bzw. sind in Vorbereitung:

- eine finnische Wurfscheibe aus Baumharz (noch nicht in Serie erhältlich) und
- eine australische Wurfscheibe aus Gips, die sich vorort völlig auflöst (mit z. Zt. noch ungenügenden Flugeigenschaften).

Die Tabelle 3.4 zeigt repräsentative PAK- und Schwermetallgehalte in herkömmlichen Wurfscheiben. Aus Sicht des BVS ist es möglich und kurzfristig erreichbar, den PAK-Gehalt auch in mit bisherigen Einsatzstoffen hergestellten Wurfscheiben auf etwa 10 bis 50 mg PAK/kg (Summe der 16 EPA-PAK) zu senken. Daneben wird die Möglichkeit des Recyclings sowie die Herstellung von Wurfscheiben aus nachwachsenden Rohstoffen, die biologisch abbaubar sind, als wesentlich erachtet.

Auf dem Sektor des Sportschießens soll längerfristig europaweit geklärt werden, inwieweit biologisch abbaubare Materialien (nicht eßbare Getreide, Stärken) als Bindemittel oder als Wurfscheibenmaterial verwendet werden können. In diesem Zusammenhang wurde auf ein derzeit für sehr große Schießstände mit > 1 Mio. Schuß/Jahr projektiertes Vorhaben zur Reproduktion von Wurfscheiben vorort aus Wurfscheibensplittern hingewiesen.

Tab. 3.4: PAK- und Schwermetallgehalte in herkömmlichen Wurfscheiben

PAK	(mg/kg)	PAK	(mg/kg)
Naphthalin	n.a.	Benzo(a)anthracen	1736
Acenaphthylen	n.a.	Chrysen	1764
Acenaphthen	257	Benzo(b)fluoranthen	1852
Fluoren	370	Benzo(k)fluoranthen	832
Phenanthren	1781	Benzo(a)pyren	1764
Anthracen	712	Dibenzo(a,h)anthracen	487
Fluoranthen	2881	Benzo(g,h,i)perylen	1543
Pyren	2058	Indeno(1,2,3 cd)pyren	n.a.
Summe der 16 EPA-PAK			18037

Schwermetalle	(mg/kg)
Blei	49,9
Cadmium	0,66
Chrom	3,3
Kupfer	2,4
Nickel	7,3
Quecksilber	0,02
Zink	28,8
Arsen	n.a.

3.5 Alternative Techniken (Simulation)

Je nach Anlagentyp gilt, daß bereits jetzt eine Vielzahl von Schießstätten "indoor" betrieben wird, insbesondere Kugel- und Kleinkaliberstände. Verschiedentlich wurde eine Verlagerung auch des Wurfscheiben-, Kipp- und Rollhasenschießens in geschlossene Hallen vorgeschlagen. Aus wirtschaftlichen Gründen schieden derartige Lösungen bisher aus. Nach Angaben des BVS ist z. Zt. aufgrund technischer Probleme (Lüftung, Geräuschdämmung) weltweit keine Wurfscheiben-Schießhalle in Betrieb.

In Simulationstechniken (Laserschießen, Schießen auf Laserziele) sieht der BVS zwar durchaus denkbare Alternativen für Anfänger, um den ersten Kontakt zur Waffe zu erleichtern, nicht jedoch für das praktische Training oder den Wettkampfsport.

Vor kurzem wurde die Entwicklung einer Anlage abgeschlossen, die das Schießen mit Schrotten auf ein bewegliches mit Laserlicht erzeugtes Ziel erlaubt. Das Ziel wird auf einer bis zu 30 m breiten Stahlwand abgebildet, gegen die der Schütze aus einer Entfernung von 25 - 30 m schießt. Da die Auftreffpunkte der Schrote bezogen auf die Position des Ziels im Moment des Schusses nachträglich dargestellt werden, eignet sich diese Anlage gut für Schulungszwecke. Von den Schützen wird darin allerdings kein gleichwertiger Ersatz für das Wurfscheibenschießen gesehen, weil das Ziel sich nur zweidimensional bewegen kann, während die Wurfscheibe im Raum fliegt.

4. Entsorgung auf Schießständen anfallender Abfälle

4.1 Abschätzung der Abfallmenge

Auf Schießständen fallen je nach Nutzungsintensität erheblichen Abfallmengen an. Nach einer Aufstellung des Bundesverbandes Schießstätten (1997) ergeben sich bei einer jährlichen Schußzahl von 130.000 (entsprechend 100.000 Wurfscheiben) folgende Abfallmengen und -massen:

100.000 Wurfscheiben (x 0,110 kg)	11.000 kg
130.000 Schuß (x 0,028 kg)	3.640 kg
130.000 Patronenhülsen (x 0,008 kg)	1.040 kg
130.000 Schrotbecher (x 0,003 kg)	390 kg
Wurfscheiben	ca. 11,0 m ³
Bleischrot	ca. 0,4 m ³
Hülsen	ca. 2,0 m ³
Schrotbecher	ca. 2,0 m ³

Anhand dieser beispielhaft ermittelten Mengen und Massen wird die Notwendigkeit einer ordnungsgemäßen Entsorgung der auf Schießständen anfallenden Abfälle deutlich.

4.2 Gesetzliche Regelungen und technische Regelwerke

Sollen die auf Schießständen anfallenden Abfälle entsorgt (verwertet/ beseitigt) werden, sind das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) bzw. § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG, die Länder-Abfallgesetze, die untergesetzlichen Regelwerke, die Verwaltungsvorschriften auf der Grundlage des Abfallrechts und des Immissionsschutzrechtes sowie die Anforderungen an die Verwertung von Abfällen und kultivierbarem Bodenmaterial der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften Abfall, Bodenschutz und Bergbau und die hierin enthaltenen Grundsätze zu beachten und - ggf. in Analogie - anzuwenden.

Hierzu zählen für die Beseitigung

- die "Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz" (TA Abfall),
- die "Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz" (TA Siedlungsabfall) und für die Verwertung
- die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA 1995),
- die "Anforderungen an die Verwertung von kultivierbarem Bodenmaterial - Technische Regeln" der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO 1996);
- Die "Abgrenzungskriterien gemäß § 4 Abs. 3 KrW-/AbfG bei der Einbringung von Abfällen in bergbauliche Hohlräume nach unter Tage" der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA 1996),
- die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen als Versatz unter Tage - Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Abfällen als Versatz" des Länderausschusses Bergbau (LAB 1996),

- die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Abfällen im Bergbau über Tage - Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Abfällen im Bergbau über Tage" des Länderausschusses Bergbau (Entwurf - LAB 1998),
- die "Musterverwaltungsvorschriften des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG" (LAI 1995, 1997)

sowie

- die DIN 19731 "Verwertung von Bodenmaterial".

Günstige Voraussetzungen für die Abfallentsorgung und hierbei insbesondere für die Verwertung ergeben sich vor allem dann, wenn vermischte Abfälle, z.B. mit Wurfscheibenbruchstücken und Bleischrot durchsetztes Bodenmaterial, in einzelne, unterschiedlich belastete Teilströme aufgeteilt und erst dann spezifischen Entsorgungswegen zugeführt werden. Die auf Schießständen anfallenden Abfallarten lassen sich den in Tab. 4.2 angegebenen LAGA- bzw. EAK-Schlüsseln zuordnen. Dabei ergibt sich in einigen Fällen die Möglichkeit einer Mehrfachzuordnung.

Tab. 4.2: Zuordnung der auf Schießständen anfallenden Abfallarten zu LAGA-Schlüsseln (5-stellige Angaben) und EAK-Schlüsseln (6-stellige Angaben)

Abfallart	LAGA-Schlüssel EAK-Schlüssel	Bezeichnung
Bleigeschosse und Bleischrote	353 02 17 04 03 17 04 07	Bleihaltige Abfälle Blei Gemischte Metalle
Wurfscheibenreste	549 10 549 13 07 01 08 05 06 03	Pechabfälle Teerrückstände andere Reaktions- und Destillationsrückstände andere Teere
Patronenhülsen und Schrotbecher	571 27 353 15 15 01 99 D1 16 04 03	Kunststoffbehältnisse mit schädlichen Restinhalten sonstige NE-metallhaltige Abfälle ohne Aluminium- und Manganabfälle Verpackungen mit schädlichen Verunreinigungen Verbrauchte Sprengstoffe, Munition
Bodenmaterial	314 24 17 05 99 D1	Sonstige Böden mit schädlichen Verunreinigungen Bodenaushub, Baggergut sowie Abfälle aus Bodenbehandlungsanlagen mit schädlichen Verunreinigungen

Im Rahmen von bislang durchgeführten Schießstandsanierungen von Skeet- und Trapanlagen konnte von verschiedenen Unternehmen eine gute Trennleistung erzielt werden. In diesen Fällen wurde eine Sanierung durch Siebung und Sichtung durchgeführt.

4.3 Anforderungen an die Verwertung

4.3.1 Blei aus Munitionsresten

Bleigeschosse und Bleischrote sind grundsätzlich für eine Verwertung in einer Bleischmelze geeignet. Allerdings ist insbesondere bei Schießständen die Aufbereitung des Abfalls (Bodenmaterial gemischt mit Bleischrot) relativ aufwendig, so daß eine kostendeckende Veräußerung des Bleis nicht in jedem Fall möglich ist.

Nach der Muster VwV des LAI nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen bei Anlagen nach Nr. 3.2 des Anhangs zur 4. BImSchV (Bleigewinnung aus Sekundärrohstoffen) werden zur Bleigewinnung vorrangig Bleiakumulatoren und Rückstände aus der Akkumulatorenfertigung, aber auch Bleischrote und andere bleihaltige Abfälle eingesetzt. An die Rohbleigewinnung schließt sich in der Regel ein Raffinationsschritt an.

4.3.2 Wurfscheibenreste

Die heutigen Wurfscheiben bestehen aus kalkhaltigem Steinmehl und dem Bindemittel Steinkohlenpech oder Erdölpech. Die daraus resultierende hohe PAK-Belastung (vgl. Kapitel 3) schließt eine Verwertung bei Baumaßnahmen entsprechend dem LAGA-Regelwerk "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen" aus, weil die PAK-Gehalte i.d.R. über dem maximal zulässigen Zuordnungswert von 100 mg/kg liegen. Eine thermische Behandlung zur Reduzierung der PAK-Gehalte kommt in der Regel aus Kostengründen nicht in Frage.

Eine Verwertung im Bergbau unter Tage (Versatz) ist bis zu PAK-Gehalten (Summe der 16 EPA-PAK) von 200 mg/kg TS möglich. Es sollte geprüft werden, inwieweit Wurfscheibenreste, die vom Bodenmaterial abgetrennt worden sind, in Zementwerken eingesetzt werden können.

4.3.3 Munitionsreste

Zu den Munitionsresten gehören insbesondere die Patronenhülsen (Pappe, Kunststoffe, Metall) und die Schrotbecher (Kunststoffe). Die Metallanteile sollen möglichst abgetrennt und der Metallverwertung (z.B. Schrotthandel) zugeführt werden. Damit wird dem in § 5 Abs. 2 KrW-/AbfG festgelegten Ziel einer hochwertigen Verwertung Rechnung getragen.

Für Kunststoffe und Papier kommt eine stoffliche Verwertung aufgrund der Verschmutzungen und Pulverreste nicht in Frage. Inwieweit eine energetische Verwertung möglich ist, hängt von den in §§ 4 Abs. 4 und 6 Abs. 2 KrW-/AbfG genannten Kriterien ab und ist mit den zuständigen Behörden im Einzelfall zu klären. Soweit kein geeigneter Spezialentsorgungsweg verfügbar ist, ist jedoch vom Entsorgungsweg "Verbrennungsanlage für Siedlungsabfälle" auszugehen.

4.3.4 Bodenmaterial

Die Verwertung von Bodenmaterial ist möglich, wenn die fachlichen Voraussetzungen der in Kap. 4.2 genannten einschlägigen Regelwerke erfüllt sind und die entsprechenden Zuordnungswerte eingehalten werden. Für Sedimente/ Baggergut aus Oberflächengewässern sind die Regelungen analog anzuwenden.

Tab. 4.3.4a: Zuordnungswerte der LAGA (TR Boden) für die stoffliche Verwertung von Bodenmaterial

		Blei Z 0 Festst. mg/kg	Blei Z 0 Eluat µg/l	Blei Z 1.1 Festst. mg/kg	Blei Z 1.1 Eluat µg/l	Blei Z 1.2 Festst. mg/kg	Blei Z 1.2 Eluat µg/l	Blei Z 2 Festst. mg/kg	Blei Z 2 Eluat µg/l
Boden < 10 % Fremdbestandteile	TR Boden	100	20	200	40	300	100	1000	200
		PAK Z 0 Festst. mg/kg	PAK Z 0 Eluat µg/l	PAK Z 1.1 Festst. mg/kg	PAK Z 1.1 Eluat µg/l	PAK Z 1.1 Festst. mg/kg	PAK Z 1.2 Eluat µg/l	PAK Z 2 Festst. mg/kg	PAK Z 2 Eluat µg/l
Boden < 10 % Fremdbestandteile	TR Boden	1	-	5	-	15	-	20	-

Aufgrund der hohen Belastung des Bodenmaterials insbesondere mit Blei und PAK wird in der Regel nur eine Verwertung der Einbauklasse 2 bis zu den Zuordnungswerten Z 2 (Tab. 4.3.4a) des o.g. LAGA-Regelwerkes bzw. in der entsprechenden Einbauklasse im Bergbau über Tage möglich sein.

Im Bergbau unter Tage ist eine Verwertung bis zu den folgenden Zuordnungswerten (Tab. 4.3.4b) zulässig:

Tab. 4.3.4b: Zuordnungswerte der LAGA für eine stoffliche Verwertung von Bodenmaterial unter Tage (Auszug)

Parameter	Zuordnungswerte
Arsen	1.500 mg/kg TS
Blei	10.000 mg/kg TS
Cadmium	100 mg/kg TS
Chrom	6.000 mg/kg TS
Kupfer	6.000 mg/kg TS
Nickel	6.000 mg/kg TS
PAK (Summe der 16 EPA-PAK)	200 mg/kg TS

4.4 Anforderungen an die Beseitigung

Die Anforderungen an die Beseitigung ergeben sich aus §§ 10, 11 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz sowie der TA Siedlungsabfall bzw. TA Abfall. Danach dürfen Abfälle nur dann einer Deponie zugeordnet werden, wenn sie nicht verwertet werden können und bestimmte Zuordnungskriterien erfüllen. Die für die Abfälle von Schießständen maßgebenden Parameter sind in der Tab. 4.4 aufgeführt.

Weder die TA Siedlungsabfall noch die TA Abfall enthalten Zuordnungswerte, die den PAK-Gehalt begrenzen. Da jedoch nicht auszuschließen ist, daß PAK durch das organische Sickerwasser herkömmlicher Siedlungsabfalldeponien mobilisiert werden, ist die Ablagerung von Abfällen (i.W. Bodenaushub) mit erhöhten PAK-Gehalten auf Siedlungsabfalldeponien der Deponieklassen I und II sowie Wurfscheibenresten auf solchen der Deponieklasse II mit dem jeweiligen Deponiebetreiber und der zuständigen Genehmigungsbehörde im Einzelfall zu klären.

Tab. 4.4: Zuordnungswerte der maßgebenden Parameter für die Ablagerung von Abfällen

Parameter	Einheit	TA Siedlungsabfall Deponieklasse I (Angegeben sind jeweils Auszüge aus den Anhängen der Verwaltungs- vorschriften)	TA Siedlungsabfall Deponieklasse II (Angegeben sind jeweils Auszüge aus den Anhängen der Verwaltungs- vorschriften)	TA Abfall (Angegeben sind jeweils Auszüge aus den Anhängen der Verwaltungs- vorschriften)
Arsen	mg/l	0,2	0,5	1
Blei	mg/l	0,2	1	2
Cadmium	mg/l	0,05	0,1	0,5
Chrom VI	mg/l	0,05	0,1	0,5
Kupfer	mg/l	1	5	10
Nickel	mg/l	0,2	1	2
TOC	mg/l	20	100	200
Glühverlust	Masse-%	3	5	10
TOC	Masse-%	1	3	-

5. Untersuchung und Bewertung der Bodenbelastung bestehender und stillgelegter Schießstände

In Anlehnung an den Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung werden verschiedene Phasen von der Erfassung, orientierenden Untersuchung und Detailuntersuchung bis zur Bewertung unterschieden. Die dortigen Vorgaben werden nachfolgend für die hier beschriebenen Fallgestaltungen konkretisiert.

5.1 Erfassung

Ziel der Erfassung ist es, z.B. durch historische Erkundungen, eine standortbezogene Recherche oder eine Ortsbegehung, möglichst aussagekräftige Informationen über einen Schießstand zusammenzutragen, die eine Typisierung der Anlage ermöglichen. Insbesondere sind Art, Menge und Ausbreitung (zu erwartende Depositionsbereiche) der schadstoffbefrachteten Materialien zu ermitteln. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Kenntnisstand zwischen betriebenen und bereits länger stillgelegten Anlagen sehr unterschiedlich sein kann.

Ausgehend von diesen Informationen wird eine Bearbeitungspriorität ermittelt. Die Vorgehensweise zur Typisierung und Ermittlung der Bearbeitungspriorität ist in Anhang 5.1 dargestellt. In der Regel können bereits aufgrund der Betriebsbedingungen die Hauptdepositionsbereiche näher eingegrenzt werden.

5.2 Untersuchungen

Die Untersuchung von Schießständen ist in der Regel gestuft durchzuführen, um den Untersuchungsaufwand zu minimieren. Orientierungs- und Detailuntersuchung basieren auf einer einheitlichen Untersuchungsstrategie. Ziel der **orientierenden Untersuchung** (vgl. Kap. 5.2.2) ist die Ermittlung und Abgrenzung von Teilflächen unterschiedlich hoher Schadstoffgehalte sowie die Feststellung einer schädlicher Bodenveränderung dem Grunde nach. In der **Detailuntersuchung** (vgl. Kap. 5.2.3) sind insbesondere die Ausbreitung der Schadstoffe (horizontal oder vertikal) und die Gefährdung von Schutzgütern zu erfassen. Ergibt die standortbezogene Recherche, z.B. aufgrund einer hohen Nutzungsintensität der Anlage, daß eine erhebliche Schadstoffanreicherung im Boden zu erwarten ist, kann direkt eine Detailuntersuchung durchgeführt werden. Diese Untersuchungen sind im allgemeinen erst nach Beendigung des Schießbetriebes oder im Einzelfall, wie z.B.

- bei Verdacht von Grundwasserkontaminationen aufgrund von abstromigen Grundwassermessungen,
- bei Prüfwertüberschreitungen im Tiefenbereich bis 1 m oder
- bei einer stetigen sensiblen Nutzung des Schießstandes oder Teilen davon, wie z.B. landwirtschaftlicher Nutzung oder intensiver Freizeitnutzung,

zweckmäßig. Hierzu sind im Anhang 5.2 graphische Darstellungen zur Erläuterung der Probennahmestrategie angegeben.

Dieses Untersuchungsprogramm ist von einem reduzierten Untersuchungsprogramm (**Minimalprogramm**) zu unterscheiden. Mit diesem Minimalprogramm sollten bei betriebenen Anlagen je nach Bearbeitungspriorität (vgl. Anhang 5.1) zeitlich gestaffelt grobe Gefährdungsabschätzungen durchgeführt werden. Vorschläge für ein Minimalprogramm sind im Anhang 5.3 angegeben.

5.2.1 Vorgehensweise

Die im folgenden beschriebene Vorgehensweise zielt darauf ab, die gesamte Probengewinnung - insbesondere des Bodens und ggf. auch anderer Schutzgüter - im Zuge einer einzigen Probennahmeaktion durchzuführen. Die Analytik der Proben sollte jedoch im Labor gestuft vorgenommen werden (siehe Kap. 5.2.1.3, Pkt. b). Dabei ist insbesondere zwischen den mit Bleischrot bzw. Wurfscheibenresten visuell befrachteten und visuell unbefruchteten Bodenschichten zu unterscheiden. Eine solche Vorgehensweise entspricht grundsätzlich - unabhängig von Unterschieden in Probennahmetiefe und Analyseverfahren - den Vorgaben des Leitfadens "Untersuchung und Bewertung von Trap- und Skeetschießanlagen. Boden - Grundwasser - Oberflächengewässer" des Bundesverbandes Schießstätten. Dieser Untersuchungsablauf minimiert den Aufwand, liefert aussagekräftige Ergebnisse und ermöglicht es, das auf einer Anlage durch Schroteintrag bedingte Gefährdungspotential abzuschätzen.

Im Rahmen der Untersuchung von Schießständen ist bei der Entnahme von Bodenproben folgendes zu beachten:

- Zur Feststellung der örtlichen Gegebenheiten sowie der Hauptauftreffbereiche von Schrot und Wurfscheiben(scherben) ist eine Ortsbegehung unabdingbar. Bei noch in Betrieb befindlichen Schießständen ist es empfehlenswert, daß der mit der Untersuchung beauftragte Gutachter an einem Schießtag anwesend ist, um sich über die Bereiche mit größtem Schrot- und Wurfscheibeneintrag zu informieren.
- Die Festlegung der Probennahmepunkte ist einzelfallspezifisch vorzunehmen. Dazu ist im Vorfeld die Erstellung eines detaillierten Lageplans des Schießstandes erforderlich, in dem das (die) durch den Schießbetrieb betroffene(n) Kreissegment(e) sowie alle vorhandenen Schießplatzeinrichtungen und besondere örtliche Gegebenheiten (z. B. Baumreihen, Hecken, Gewässer etc.) maßstabsgetreu und deutlich ausgewiesen sind (siehe Anhang 5.2).
- Bei der Festlegung der Probennahmepunkte ist die Geländemorphologie zu berücksichtigen. Die im folgenden genannten Entfernungen beziehen sich auf ebenes Gelände. Bei fallendem oder ansteigendem Gelände ergeben sich größere bzw. kleinere Reichweiten, so daß sich ggf. auch die Hauptauftreffbereiche erheblich verschieben. Abweichungen von den genannten Entfernungen sind im Rahmen der Ortsbegehung festzustellen. Als Ausgangspunkt für die Festlegung der Entfernungen wird bei Trap-Anlagen die geometrische Mitte der Schützenstände, bei Skeet-Anlagen der Schützenstand Nr. 8 festgelegt. Von hier aus werden die Probennahmelinien mit Hilfe eines Kompasses bestimmt.

- Darüber hinaus sind besondere örtliche Gegebenheiten, wie z. B. Baumreihen, Hecken, Gewässer etc., in die Beprobungsstrategie einzubeziehen. Unter Baumreihen und Hecken sammelt sich ggf. Schrot, wenn die Schrotkugeln mit ihnen kollidieren. In Gewässern im Einflußbereich des Schießstandes ist stets auch eine Sedimentbeprobung durchzuführen.
- Anzahl und Lage der Probennahmepunkte sind abhängig vom Anlagentyp und jeweils für Belastungen durch Wurfscheiben bzw. Bleischrot separat festzulegen. Dabei ist zu berücksichtigen, ob es sich um eine reine Trap- oder Skeetanlage handelt, oder ob zusätzlich Roll- und/oder Kipphasen vorhanden sind. Für jede vorhandene Einzelanlage sind die Probennahmepunkte separat festzulegen. Bei Roll- und Kippphase sind dabei insbesondere aus dem Zielbereich Bodenproben zu entnehmen. Bei kombinierten Trap-/ Skeetanlagen können, je nach Lage der Anlagenteile zueinander, einzelne Probennahmepunkte zusammengelegt werden.

Auf Schießständen können grundsätzlich mehrere Bereiche definiert werden, die Belastungen erwarten lassen:

- Bereich der Schützenstände

Dieser liegt direkt vor den Schützenständen. Hier besteht die Möglichkeit eines Bleieintrags durch Zünd- und Treibmittelreste aus dem Pulverschmauch.

- Zwischenmittelzone

Sie liegt ca. 15 - 25 m vor den Schützenständen. Hier gehen Filzpfropfen und Schrotbecher (Zwischenmittel aus den Munitionspatronen) nieder, an denen Bleireste haften. Diese können durch Niederschlagswasser ausgewaschen und in den Boden eingetragen werden. Die genaue Lage der Zwischenmittelzone ist bei der Ortsbegehung festzustellen.

- Wurfscheibensplitterzone

Wurfscheibenscherben gehen erfahrungsgemäß in einer Entfernung von ca. 20 - 60 m vom Wurfstand nieder. Nicht getroffene Wurfscheiben haben Reichweiten von ca. 60 - 75 m. Da Wurfscheiben mit einem gut erkennbaren Farbanstrich versehen sind, ist es im allgemeinen leicht, die Hauptauftrittsbereiche während der Ortsbegehung festzustellen. Für jeden Wurfstand (dies gilt vor allem auf Skeet-Anlagen für Hoch- bzw. Niederhaus) sind die Hauptauftrittsbereiche gesondert zu beproben.

- Niederschlagsbereich der Bleischrote

Die Feststellung der Hauptauftrittsbereiche des Bleischrots ist dagegen schwieriger, da Bleischrot schwerer erkennbar ist. Jedoch kann auch hier im Zuge der Ortsbegehung eine grobe Abgrenzung der Belastungsbereiche durchgeführt werden. Hierzu empfiehlt es sich, entlang der vorgesehenen Probennahmelinien ab einer Entfernung von ca. 80 m vom Schießstand alle 10 m den Bewuchs zu entfernen und die Schrotkugelbelegung durch visuelle Prüfung festzustellen. Zweckmäßig ist es, dafür mit einem Spaten ein Bodenstück abzuheben.

5.2.1.1 Festlegung der Probennahmepunkte hinsichtlich der Belastung durch Bleischrot und Wurfscheibenscherben

Die Festlegung der Probennahmepunkte für die Untersuchung hinsichtlich der Belastung durch Bleischrot ist beispielhaft in Anhang 5.2, Abb. 1 und 2 zu entnehmen, die Festlegung

der Probenahmepunkte für die Untersuchung hinsichtlich der Belastung durch Wurfscheibenscherben ist nach intensiver Ortsbegehung in Anlehnung an Anhang 5.2, Abb. 3, vorzunehmen. Hierbei ist noch folgendes zu beachten:

- Bei erhöhten Schadstoffgehalten in den Randpunkten des Probenahmefeldes muß das Probenahmeraster bei Trapanlagen so lange in 20°-Abständen und bei Skeet-Anlagen in 25°-Abständen erweitert werden, bis tatsächlich die unbelasteten Randbereiche erfaßt wurden. Diese Erweiterung ist u. U. auch in Längsrichtung solange vorzunehmen, bis auch hier die unbelasteten Bereiche erreicht werden.

5.2.1.2 Bodenprobennahme

An jedem Probenahmepunkt ist in der Regel das Bodenprofil gemäß der Bodenkundlichen Kartieranleitung (4. Auflage) bis in 1 m Tiefe mit einem Bohrstock (z.B. Pürckhauerbohrer mit 30-35 mm Durchmesser) aufzunehmen. Hierbei sind organoleptische Auffälligkeiten, wie z.B. Farbe, Konsistenz und Geruch zu dokumentieren. Bei der Probenahme für die Schutzgüter sind um jeden Probenahmepunkt auf einer Kreisfläche von ca. 20 m² (Radius 2,5 m) etwa sieben Einstiche mit einem Bohrstock (z.B. einem Klappbohrer) von 50 mm Durchmesser und 50 cm Länge durchzuführen. In begründeten Ausnahmefällen (z.B. bei dichten/ festeren Böden) kann auch ein Bohrstock mit einem Durchmesser von 40 mm verwendet werden. Geräte mit geringerem Durchmesser sind wegen der Gefahr des Verschleppens von Bleischrotten in tiefere Schichten ungeeignet. Wenn tiefere Schichten unter 50 cm beprobt werden müssen, sind Rammkernsondierungen zu empfehlen. Die Einstichlöcher sind nach der Beprobung zu schließen oder mit unkontaminiertem Bodenmaterial zu verfüllen, um Neukontaminationen tieferer Bodenschichten zu vermeiden.

Nach Entfernung der organischen Auflage bei Waldböden oder des Wurzelfilzes bei Grünlandböden, die gesondert zu beproben sind, werden die oberen Bodenbereiche aus den Einzeleinstichen, in denen sichtbar Schrot enthalten ist, in 5 cm-Intervallen zu je einer Mischprobe vereinigt, so daß sich eine Gesamtprobemenge von ca. 1 kg je 5 cm Probenahmeintervall ergibt. Aus dem nachfolgenden, visuell nicht mit Schrot befrachteten Bodenbereichen (Bezugshorizonte) sollten im Regelfall in gleicher Weise jeweils Mischproben aus den drei anschließenden 10 cm-Intervallen entnommen werden. Die Intervalle sind ggf. unmittelbar benachbarten Schicht- bzw. Horizontwechseln anzupassen. Die Lage der Einstichstellen zur Entnahme der Einzelproben für die Erstellung der Flächenmischproben ist in Anhang 5.2 Abb. 3 beispielhaft dargestellt.

Für die Entnahme der organischen Auflage aus Waldböden wird ein Stechrahmen von 25 cm x 25 cm empfohlen, aus dem die organische Auflage z. B. durch Abheben mit einem waagrecht eingeschobenen Stahlblech entnommen werden kann. Dabei ist darauf zu achten, daß Schrotkugeln, die oberflächlich aufliegen, in der jeweiligen Horizontprobe verbleiben. Von der organischen Auflage ist je eine Probe für die Originalsubstanz- und eine Probe für die Eluatbestimmung zu entnehmen, da eine gleichmäßige Aufteilung der Proben in zwei Teilproben nicht möglich ist. Der darunter liegende Boden ist wie oben angegeben zu unterteilen.

Bei der Beprobung von landwirtschaftlich genutzten Flächen ist eine Intervallbeprobung wie oben beschrieben nicht zweckmäßig, wenn der Boden durch Bearbeitung umgebrochen

wurde. In diesem Fall sind die Mischproben über die gesamte Bearbeitungstiefe (Pflugtiefe) zu erstellen. Zusätzlich sind die darunter liegenden 10 cm als Rückstellprobe zu entnehmen. Werden Prüfwertüberschreitungen festgestellt, sind Untersuchungen der angebauten Pflanzen hinsichtlich der entsprechenden Parameter vorzunehmen.

Im Hauptdepositionsbereich der Wurfscheibenscherben können Schwermetall- und PAK-Belastungen durch Farbanstriche und Bindemittel von Wurfscheiben auftreten. Daher ist hier der Parameterumfang entsprechend zu erweitern (siehe Tab. 5.2.1). Bei der PAK-Bestimmung ist zu beachten, daß die Untersuchungen an luftgetrocknetem und auf < 2 mm gesiebttem Bodenmaterial durchgeführt werden müssen. Desweiteren ist die Bestimmung des Trockenrückstandes der Proben erforderlich, um die Ergebnisse auf die Trockensubstanz beziehen zu können. In der Wurfscheibensplitterzone wird gemäß Anhang 5.2, Abb. 3 und Abb. 4, jeweils eine Beprobung durchgeführt. Auch hier werden die Beprobungstiefen in Abhängigkeit der visuellen Befrachtung mit Wurfscheibenscherben festgelegt. Die Vorgehensweise bei der Probennahme entspricht der für die Bodenproben aus dem Hauptauftrittsbereich des Bleischrots.

Im Bereich der Schützenstände und in der Zwischenmittelzone werden jeweils 10 bis 15 Einzeleinstiche über die gesamte Fläche der Zonen verteilt niedergebracht. Hier genügt es, jeweils drei Mischproben (0 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 30 cm) zu entnehmen.

Eine graphische Darstellung für die Beprobung des Bereichs der Schützenstände, der Zwischenmittel- und der Wurfscheibensplitterzone findet sich in Anhang 5.2, Abb. 4. Der Beprobungsmodus mit dazugehörigem Untersuchungsmodus sind in Anhang 5.2, Abb. 5 und 6 dargestellt.

5.2.1.3 Analytik der Bodenproben und des Grundwassers

In Tab. 5.2.1 sind die chemischen Untersuchungsparameter für die Bodenproben aus den einzelnen Schießstandbereichen zusammengefaßt. Für Kipphasenanlagen gilt der gleiche Untersuchungsumfang wie für den Niederschlagsbereich des Bleischrotes. Für Rollhasen ist der erweiterte Parameterumfang der Wurfscheibensplitterzone anzuwenden. In den einzelnen Schießstandbereichen sind immer der pH-Wert, der CaCO₃-Gehalt und der Gehalt an organischer Substanz (TOC) zu bestimmen.

Tab. 5.2.1: Untersuchungsparameter für die Bodenproben aus den einzelnen Schießstandbereichen

Anlagenbereiche	Parameter
Auftreffbereich der Schrotkugeln (Niederschlagsbereich)	Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel pH-Wert, CaCO ₃ -Gehalt, TOC
Auftreffbereich der Wurfscheibenscherben (Wurfscheibensplitterzone)	Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel Cadmium, Chrom PAK (Summe der 16 EPA-PAK) pH-Wert, CaCO ₃ -Gehalt, TOC

Auftreffbereich der Zwischenmittel (Zwischenmittelzone)	Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel pH-Wert, CaCO ₃ -Gehalt, TOC
Bereich der Schützenstände	Blei pH-Wert, CaCO ₃ -Gehalt, TOC

Bei der Untersuchung ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen den Mischproben, die sichtbar Bleischrot bzw. Wurfscheibenscherben enthalten, und solchen, die aus tieferen Schichten stammen und visuell keine Befruchtung zeigen:

a) Die Untersuchung der visuell befruchteten Proben liefert bereits Informationen über

die Anreicherung des Bodens mit Schrot bzw. Wurfscheibenscherben

die Schrot- und Wurfscheibenmengen, die Korrosions-/ Auswaschvorgängen unterliegen können

und gibt Hinweise für die Auswahl geeigneter Sanierungsmaßnahmen.

In den horizontalen Mischproben aus den 7 Einzeleinstichen sind zunächst durch Siebung mit geeigneten Maschenweiten (in der Regel 2 mm) oder anderen Verfahren die Bleischrot-/ Wurfscheibenreste zu separieren und ihr Masseanteil zu bestimmen. Bei einer Siebung ist anzustreben, daß möglichst keine Schrot-/ Wurfscheibenreste in der abgeseibten Fraktion zurückbleiben. Wie in Kap. 2 dargelegt, ist in der Regel damit zu rechnen, daß in der obersten Bodenschicht die Prüfwerte (vgl. Kap. 5.3) überschritten sind. Aus diesem Grunde kann zunächst auf eine chemische Analyse dieses Probenmaterials verzichtet werden.

Einzelheiten zum gestuften Vorgehen bei der Untersuchung sind Anhang 5.4 zu entnehmen.

b) Die Untersuchung der visuell unbefruchteten Proben gibt Auskunft darüber, ob bereits eine Verlagerung von Schadstoffen in tiefere Bodenschichten stattgefunden hat. Sie ist vor allem hinsichtlich des Wirkungspfades Boden - Grundwasser von Bedeutung. Hierzu ist eine Prognose von Stoffgehalten im Sickerwasser von Böden durchzuführen.

Die Prognose der Stoffgehalte im Sickerwasser kann auf der Grundlage folgender Untersuchungen vorgenommen werden:

- Boden-/Materialuntersuchungen: Zur Untersuchung von Bodenmaterial und Materialien mit ähnlichen versuchstechnischen Eigenschaften kommen vorzugsweise Eluatanalysen (z.B. LAGA-Richtlinie EW 98 S) sowie hilfsweise Analysen von Feststoffgehalten (z.B. DIN ISO 11466) in Frage. Wenn beispielsweise ein Zutritt von sauren Sickerwässern, ein Zutritt von Lösevermittlern bzw. eine Änderung des Redoxpotentials vorliegt bzw. zu erwarten ist, können weitere Verfahren (z.B. pH-stat-Verfahren; Landesamt für Wasser und Abfall NRW (1991)) angewendet werden.
- Untersuchungen des Sickerwassers oberhalb der Grundwasseroberfläche (z.B. im Bereich der Belastung),
- Untersuchungen von Sickerwasser bzw. Grundwasser im Bereich der Grundwasseroberfläche,

- Untersuchungen des abstromigen Grundwassers.

Mit der chemischen Analytik der Proben wird im obersten Beprobungsintervall begonnen. Werden Prüfwertüberschreitungen (vgl. Kap. 5.3) festgestellt, wird das nächsttiefere Beprobungsintervall in gleicher Weise untersucht.

Sofern der Pfad Boden-Pflanze relevant ist, ist hierfür der ammoniumnitratextrahierbare Anteil nach DIN 19730 zu bestimmen.

Die Bestimmung von Gesamtgehalten (nach DIN ISO 11466) ist erforderlich, wenn:

- diese Bodenschichten für spielende Kinder zugänglich sind,
- eine Sanierung dieser Fläche erforderlich ist,
- ein Vergleich mit Hintergrundwerten zur Abgrenzung des Einflußbereiches der Anlage vorzunehmen ist,
- eine Abschätzung des gesamten Belastungspotentials in diesen Bodenschichten notwendig wird.

Gesamtgehalte sollten auch zur Erfassung möglicher späterer Stoffverlagerungen innerhalb des Bodens herangezogen werden.

Die Mischproben aus der Referenzprobe (nach Anhang 5.2) sind in gleicher Weise (Beprobung und Untersuchung) zu behandeln. Sie liefern Informationen über die lokale Hintergrundbelastung.

Eine graphische Darstellung der gestaffelten Analysenstrategie der visuell befrachteten und der visuell unbefrachteten Schichten findet sich in Anhang 5.2, Abb. 7 und 8.

Einzelfallspezifisch sind ggf. zur Beprobung des Grundwassers DN 125-Grundwassermeßstellen (5") zu errichten. Die einschlägigen Richtlinien im Zusammenhang mit dem Bau von Grundwassermeßstellen (DVGW Merkblatt W 110, DVGW Merkblatt W 121, DVWK Mitteilungen MI 20, DVGW Merkblatt W 111) sind zu beachten. Alternativ können z. B. auch abstromig gelegene Brunnen zur Probennahme herangezogen werden, wenn deren Eignung nachgewiesen ist. Die einschlägigen Vorschriften zur Probennahme von Grundwässern (DIN EN ISO 25667 Teil 2, DIN EN ISO 25667 Teil 3, DIN 38402 Teil 13; LAWA (1993), DVWK-Merkblatt 245, DVWK-Regelwerke 128) sind zu beachten.

Die Untersuchungen sind in einem detaillierten Untersuchungsbericht zu dokumentieren. Vorschläge für die an einen solchen Bericht zu stellenden Anforderungen sind im Anhang 5.4 aufgelistet. In Anhang 5.5 sind ein Vorschlag für ein Probennahme-Protokoll sowie eine Checkliste für Probennahmematerialien angegeben.

5.2.1.4 Untersuchung von Oberflächengewässer- und Sedimentproben

Ergibt die Ortsbegehung, daß sich oberirdische Gewässer im Auftreffbereich der Bleischrote und Wurfscheibenreste eines Schießstandes befinden, so sind Gewässer- bzw. Sedimentuntersuchungen erforderlich. In der orientierenden Untersuchung und bei Durchführung des Minimalprogramms (nach Anhang 5.3) sind Gewässer- und Sedimentbeprobungen durchzuführen, um das Vorliegen evtl. Belastungen zu erkunden und um ein evtl.

vorhandenes Gefährdungspotential grob abschätzen zu können. Hierzu sind zunächst an den vermuteten Haupteintragsstellen des Gewässers geeignete Sedimentproben zu entnehmen und auf enthaltene Schrot- und Wurfscheibenreste (z. B. durch Abtrennen und -wägen) zu überprüfen. Lassen die aus der orientierenden Untersuchung gewonnenen Informationen eine Gewässerbelastung erkennen, sind weitergehende Detailuntersuchungen erforderlich.

Bei stehenden, insbesondere kleineren Gewässern sind zusätzlich Wasserproben auf ausgewählte Leitparameter (i. d. R. Blei) zu untersuchen, um Hinweise auf das Ausmaß evtl. Kontaminationen zu erhalten. Aufgrund der hohen zu erwartenden Verdünnung ist bei Fließgewässern im allgemeinen eine Untersuchung des Wassers nicht sinnvoll.

Im Gewässersediment sind insbesondere folgende Sachverhalte zu klären:

- Art und Menge der relevanten Stoffe (z. B. Blei, Arsen, Antimon, Nickel, Kupfer, Chrom, PAK),
- räumliche Verteilung der Schadstoffe (punktuell, flächig; im Sediment, Bewuchs, Uferstreifen, Wasser),
- Mobilität der Stoffe (z. B. durch Eluatuntersuchungen),
- Abgrenzung der Schadensbereiche zum Zu- und Abstrom (ggf. Ermittlung einer oberstromigen Vorbelastung),
- Auswirkungen auf Flora und Fauna (z. B. Untersuchung der biologischen Gewässergüte).

Für die Probennahme sind die Normen

- DIN 38414 Teil 11: Probennahme von Sedimenten (S11)
- DIN 38402 Teil 12: Probennahme aus stehenden Gewässern (A12)
- DIN 38402 Teil 15: Probennahme aus Fließgewässern (A15)

anzuwenden.

Die Untersuchungsergebnisse sind in übersichtlicher Form in einem Untersuchungsbericht darzustellen, in dem auch die Bewertung nach Kap. 5.3 zusammenfassend für die verschiedenen Wirkungspfade enthalten ist.

5.2.1.5 Untersuchung von Feuchtgebieten und Entwässerungsgräben

In Feuchtgebieten ist zur Feststellung der Schrotbelegung des Oberbodens eine Beprobung mittels Stechrahmen erforderlich. Entwässerungsgräben oder andere wasserführende Gräben sind visuell auf Schrotdepositionen zu prüfen. Werden Schroteinträge festgestellt, sind ggf. weitere Maßnahmen einzelfallspezifisch festzulegen.

5.2.2 Orientierende Untersuchung

Ergibt die standortbezogene Recherche, z. B. aufgrund fehlender Unterlagen über Betriebsdauer und/oder Nutzungsintensität, keine eindeutigen Hinweise auf Bodenbelastungen, kann zunächst eine orientierende Untersuchung durchgeführt werden. Dadurch ist es möglich, den

Belastungsverdacht entweder auszuräumen oder festzustellen, ob eine Detailuntersuchung erforderlich ist.

Der Mindestumfang der orientierenden Untersuchung von Schießständen umfaßt zunächst die in Kap. 5.2.1 beschriebene Feststellung der örtlichen Gegebenheiten und Hauptauftreffbereiche von Schrot und Wurfscheibenscherben. Nach deren Festlegung ist aus folgenden Bereichen gemäß Kap. 5.2.1.2 eine Beprobung vorzunehmen:

- Zwischenmittelzone,
- Wurfscheibensplitterzone und
- Niederschlagsbereich der Bleischrote.

Die Bodenproben aus diesen drei Bereichen sind, wie in Kap. 5.2.1.3 beschrieben, zu untersuchen. Wird durch die Untersuchung bestätigt, daß Belastungen vorliegen, ist eine Detailuntersuchung erforderlich.

Zweckmäßigerweise sollten im Rahmen der orientierenden Untersuchung bereits alle potentiellen Probennahmepunkte festgelegt und markiert werden. Auf diese Weise ist es nur einmal nötig, die Einmessung der Probennahmestellen vorzunehmen.

5.2.3 Detailuntersuchung

Die Detailuntersuchung ist durchzuführen, wenn

- eine orientierende Untersuchung ergeben hat, daß Bodenbelastungen vorliegen oder
- die standortbezogene Recherche belegt, daß aufgrund von z. B. Betriebsdauer und/oder Nutzungsintensität mit erheblichen Bodenbelastungen zu rechnen ist.

Für die Detailuntersuchung ist der gesamte in Kap. 5.2.1 beschriebene Probennahme- und Untersuchungsumfang durchzuführen. Die Ergebnisse der orientierenden Untersuchung können in die Detailuntersuchung einbezogen werden, sofern sie gemäß den o.g. Anforderungen gewonnen wurden.

5.3 Bewertung der Boden- und Grundwasserbelastung bei betriebenen und stillgelegten Schießständen

Im Hinblick auf die Bewertung der Untersuchungsergebnisse müssen die unterschiedlichen Schutzgüter und Wirkungspfade berücksichtigt werden. In der Mehrzahl der Fälle wird das Schutzgut "Grundwasser" zu betrachten sein. Zur Beurteilung der von belasteten Böden auf das Grundwasser ausgehenden Gefahren wird auf das Konzept der LAWA/ LABO/ LAGA "Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/ Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser" (sog. "GBG-Papier" - siehe Anhang 5.6) Bezug genommen. Bei der Beurteilung von unkontaminiertem Bodenmaterial durch schadstoffbefrachtetes Sickerwasser ist ergänzend zu berücksichtigen, daß der Boden mit der Zeit in seinen Funktionen als Filter und Puffer von Schadstoffen beeinträchtigt werden kann.

Daneben ist das Schutzgut "menschliche Gesundheit" zu betrachten, das über den direkten Pfad "Boden-Mensch" (vor allem durch spielende Kinder) betroffen sein kann. Die nachfolgend genannten Prüfwerte für den Wirkungspfad "Boden-Mensch" sind anzuwenden auf Oberbodenproben, wobei die Beprobungstiefe von der aktuellen/geplanten Nutzung abhängt. Für die Bewertung hinsichtlich des Schutzguts "menschliche Gesundheit" ist außerdem von Bedeutung, ob ein Schießstand noch betrieben wird oder ob er stillgelegt ist und einer Folgenutzung zugeführt werden soll.

Wenn landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Flächen durch den Schießbetrieb betroffen sind, ist zu berücksichtigen, daß über den Wirkungspfad "Boden-Pflanze-(Nutztier)-Mensch" ein Stofftransfer stattfinden kann.

Direkte Auswirkungen auf das "Schutzgut Boden", z.B. als schädliche Wirkungen auf Bodenorganismen, können noch nicht konkretisiert werden.

Bei Überschreitungen der nachfolgend genannten Prüfwerte sind weitere Sachverhaltsermittlungen (z. B. Grundwasseruntersuchungen) erforderlich. In Abhängigkeit vom Einzelfall sind ggf. Sofortmaßnahmen (z. B. Einzäunung der Hauptbelastungsbereiche) bzw. Sanierungsmaßnahmen (Dekontamination, Sicherung) einzuleiten.

5.3.1 Bewertung für den Wirkungspfad "Boden-Grundwasser"

Die Bewertung des Wirkungspfades "Boden-Grundwasser" erfolgt auf der Grundlage des LAWA/LABO/LAGA-Papiers "Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/ Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser" in seiner aktuellen Fassung (sog. "GBG-Papier" - Stand 17. Juni 1998 - siehe Anhang 5.6).

5.3.2 Bewertung für den Wirkungspfad "Boden-Mensch"

Viele Schießstände besitzen keine Einzäunung und werden z. B. von Spaziergängern oder zu anderweitigen Freizeitaktivitäten genutzt. Auch eine Frequentierung durch spielende Kinder ist nicht auszuschließen. Damit besteht für diese Personen die Möglichkeit einer Aufnahme von Schadstoffen. Dieser Sachverhalt wurde bei der Ableitung der in Tab. 5.3.2 zusammengestellten Bodenprüfwerte aus dem Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung berücksichtigt. Für diese Fallgestaltungen sind am ehesten die Werte für Park- und Freizeitanlagen heranzuziehen, deren Anwendung entsprechend dem Verordnungsentwurf erfolgen sollte. Notwendige Maßnahmen bei Überschreitung der Prüfwerte sind in Kap. 6 dargestellt.

Tab. 5.3.2: Gesundheitsbezogene Bodenprüfwerte für Park- und Freizeitanlagen (Angaben in mg/kg Trockensubstanz der Feinfraktion < 2 mm)

Anorganische Parameter	Einheit	Prüfwert
Arsen	mg/kg	125
Blei	mg/kg	1000
Cadmium	mg/kg	50

Chrom	mg/kg	1000
Nickel	mg/kg	350
Organische Parameter	Einheit	Prüfwert
Benzo[a]pyren (Leitparameter für PAK (Summe der 16 EPA-PAK))	mg/kg	10

5.3.3 Bewertung für den Wirkungspfad "Boden-Pflanze-(Nutztier)-Mensch"

Eine Beweidung im Bereich der Schießstände und ihres Einflußbereiches ist wegen der direkten Aufnahme von Blei in der Regel zu unterbinden. Für die Nutzungen Ackerbau, Gartenbau und Nutzgarten (z. B. auf angrenzenden Flächen) wird für Blei der Prüfwert von 500 µg/kg Trockensubstanz (Ammoniumnitratextrakt) aus dem Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung übernommen. Für Grünland mit Schnittnutzung beträgt der Prüfwert 1.000 mg/kg TM (Königswasserextrakt). Andere Stoffe haben nachrangigere Relevanz.

Werden auf landwirtschaftlichen Anbauflächen Prüfwertüberschreitungen festgestellt, sind Untersuchungen der angebauten Pflanzen hinsichtlich der entsprechenden Parameter vorzunehmen. Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse von Nutzpflanzen sind die Grenzwerte der Verordnung über Höchstmengen an Schadstoffen in Lebensmitteln (Schadstoff-Höchstmengenverordnung, Bundesregierung 1997), die Richtwerte des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (ZEBS-Werte, BGVV 1997) bzw. die Höchstmengen der Futtermittelverordnung (Bundesregierung 1992) heranzuziehen.

Notwendige Maßnahmen ergeben sich aus dem Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

5.3.4 Bewertung für das Schutzgut "Oberflächengewässer" einschließlich Sediment

Eine Gefahr für Oberflächengewässer einschließlich Sedimente liegt vor, wenn durch den schießplatzbedingten Stoffeintrag eine schädliche Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung der Eigenschaften des Gewässers oder Sediments bewirkt wurde oder zu erwarten ist.

Zur Bewertung der Stoffgehalte in Gewässern und Sedimenten sind die vom LAWA-Arbeitskreis "Zielvorgaben" abgeleiteten Werte für Metalle in Oberflächengewässern im Hinblick auf unterschiedliche Schutzgüter (LAWA 1997) orientierend heranzuziehen. Die Zielvorgaben (Tab. 5.3.4) stellen Konzentrationsangaben (50-Perzentilwerte) für gefährliche Stoffe in Wasser, Schwebstoff oder Sediment dar, die nach Möglichkeit nicht überschritten werden sollen (Orientierungswerte). Es ist nach heutigem Stand des Wissens davon auszugehen, daß bei Einhaltung der Zielvorgabe eine Beeinträchtigung der aquatischen Ökosysteme in der Regel nicht zu besorgen ist.

Tab. 5.3.4: Zielvorgaben für Oberflächengewässer im Hinblick auf unterschiedliche Schutzgüter und Nutzungen

	Schwebstoff, Sedimente Aquatische Lebens- gemeinschaften	Wasser Berufs- und Sportfischerei	Wasser Bewässerungs- wasser	Wasser Trinkwasser- versorgung
	mg/kg (TS)	µg/l	µg/l	µg/l
Arsen	n.b. 1)	n.b. 1)	n.b. 1)	10 2)
Antimon	n.b. 1)	n.b. 1)	n.b. 1)	10 3)
Blei	100	5,0	50	50
Cadmium	1,2	1,0	5	1
Chrom	320	n.r. 4)	50	50
Kupfer	80	n.r. 4)	50	20
Nickel	120	n.r. 4)	50	50
Quecksilber	0,8	0,1	1	0,5
Zink	400	n.r. 4)	1000	500
PAK, gesamt 5)	10 6)	n.b. 1)	n.b. 1)	0,2 2)

1) n.b. = nicht bekannt

2) in Anlehnung an das DVGW-Merkblatt W 251 (August 1996)

3) gem. LAWA-Empfehlung für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden

4) n.r. = nicht relevant

5) PAK, gesamt: Summe der 16 EPA-PAK, ohne Naphthalin

6) gem. E-BBodSchV (Vorsorgewert für humusreiche Böden, Humusgehalt > 8%)

Die in der Tabelle aufgeführten Werte für Arsen und Antimon sind aus den Mindestanforderungen des DVGW-Merkblattes W 251 bzw. aus den Maßnahmenwerten der "LAWA-Empfehlung für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" abgeleitet. Die angegebenen Werte sind als Orientierungswerte zu verstehen, die im konkreten Einzelfall nur unter zusätzlicher Berücksichtigung der standortspezifischen Gegebenheiten angewendet werden können. In die Bewertung einzubeziehen sind ggf. weitere, in der Tabelle nicht aufgeführte Nutzungen des Gewässers. Mögliche Vorbelastungen und die ökologische Bedeutung des betroffenen Gewässerabschnitts sind ebenfalls zu berücksichtigen.

6. Sanierung bestehender und stillgelegter Schießstände

Haben die Untersuchungen an einem Standort (vgl. Kap. 5) ergeben, daß von Bodenverunreinigungen eine Gefahr für ein Schutzgut ausgeht oder bereits ein Schaden eingetreten ist, so sind Maßnahmen zur Gefahrenabwehr bzw. Störungsbeseitigung durchzuführen.

Grundsätzlich lassen sich 3 Arten von Maßnahmen unterscheiden:

- Sofortmaßnahmen
- Sanierungsmaßnahmen (Dekontamination, Sicherung ggf. mit vorhergehender Umlagerung)
- Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen

An Sanierungsmaßnahmen ggf. auch an Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen schließen sich in der Regel

- Nachsorgemaßnahmen

zur Überwachung des Sanierungserfolges oder des Langzeitverhaltens bei relevanten Restbelastungen an.

Die Entsorgung (Verwertung oder Beseitigung) von Abfällen ist in Kap. 4 behandelt.

Die Auswahl der durchzuführenden Maßnahmen und das weitere Vorgehen ist in der Regel in einem Sanierungsplan darzulegen. Der generelle Aufbau und Inhalt des Sanierungsplans ergibt sich aus Anhang 3 des Entwurfes der Bodenschutz- und Altlastenverordnung (E-BodSchV). Die Entscheidung über das optimale Sanierungsverfahren ist insbesondere von standortspezifischen Randbedingungen abhängig, so daß keine generellen Empfehlungen für Sanierungstechniken bei Schießständen gegeben werden können. Im folgenden werden daher i.w. nur die grundsätzlichen Anforderungen, die bei der Auswahl und Durchführung einer Sanierung zu beachten sind, erläutert.

Schießstände, bei deren Betrieb Schrote oder Wurfscheibenbruchstücke in Flächen außerhalb des Betriebsgrundstücks eingetragen werden, müssen wegen Sicherheitsmängeln geschlossen werden.

6.1 Sofortmaßnahmen

Sofortmaßnahmen werden immer dann in die Wege zu leiten sein, wenn durch die vorangegangenen Untersuchungen eine akute Gefährdung oder bereits eine erhebliche Beeinträchtigung des Grundwassers, oberirdischer Gewässer, landwirtschaftlicher bzw. gärtnerischer Nutzflächen oder von Wohngebieten, Freizeitanlagen usw. durch den Schießbetrieb nachgewiesen wurde und eine unmittelbare Gefahr abzuwenden ist. Sofortmaßnahmen können sein:

- die Errichtung von Fangzäunen oder andere technische Einrichtungen, um z.B. den großflächigen Schroteintrag zu unterbinden,
- Maßnahmen an offenen Gewässern zum Schutz vor weiterem Schroteintrag,
- die Abdeckung kontaminierter Bereiche zum Schutz vor Niederschlagswasser,
- die Umzäunung und das Aufstellen von Hinweisschildern, um ggf. den Zutritt in einen Gefahrenbereich zu unterbinden (z.B. um spielende Kinder auch außerhalb der Zeiten des Schießbetriebes von hochbelasteten Bereichen fernzuhalten),
- die Einschränkung von Nutzungen (z.B. zur Trinkwassergewinnung sowie landwirtschaftlicher Flächen). In besonderen Fällen kann es zum Schutz einer Trinkwasserversorgungsanlage erforderlich werden, Abwehrbrunnen zu errichten,
- die Umstellung auf weitgehend schadstofffreie Munition zur Minimierung und Vermeidung eines weiteren Schadstoffeintrages,
- die Einstellung des Schießbetriebes bei bestehenden Anlagen (z.B. bei erheblichen Schroteinträgen in landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Fischgewässer), insbesondere bei Anlagen in Trinkwasserschutzgebieten.

Sofern die Untersuchungen einer in Betrieb befindlichen Anlage keine Hinweise auf eine Beeinträchtigung von Schutzgütern ergeben haben, ist als Vorsorgemaßnahme zur Minimierung und Vermeidung weiterer Schadstoffeinträge zumindest die Umstellung auf schadstoffarme Materialien anzustreben (siehe Kap. 3).

6.2 Sanierungsmaßnahmen

Hat die Gefährdungsabschätzung nach Kap. 5.3 ergeben, daß unter Berücksichtigung der örtlichen Situation durch den bisherigen Schießbetrieb derzeit nur ein geringes Gefährdungspotential vorliegt, kann sich im einfachsten Fall das weitere Vorgehen lediglich auf eine wiederkehrende Überwachung der in Betrieb befindlichen oder stillgelegten Anlage beschränken ("kontrolliertes Liegenlassen", siehe Kap. 6.3). Ergibt sich aus der Gefahrenbeurteilung ein höheres Gefährdungspotential für die verschiedenen Schutzgüter, sind Sanierungsmaßnahmen zu ergreifen.

Führen die durch den Schießbetrieb verursachten Stoffgehalte im Boden bzw. im Bodensickerwasser zu einer Verunreinigung von Grundwasser, liegt eine Gefahr für das Grundwasser und somit eine schädliche Bodenveränderung i.S. des BBodSchG vor. Insbesondere, wenn eine Verunreinigung von Grundwasser bereits eingetreten ist (Störung), kann i.d.R. davon ausgegangen werden, daß es ohne Bodensanierungsmaßnahmen auch weiterhin zu einer Verunreinigung von Grundwasser kommen wird (Gefahr). Bestehen Gefahren für das Grundwasser, ist die Notwendigkeit von Bodensanierungsmaßnahmen (Gefahrenabwehr) zu prüfen. Sind Grundwasserverunreinigungen bereits eingetreten, ist auch die Notwendigkeit von Grundwassersanierungsmaßnahmen (Störungsbeseitigung) zu prüfen. Hierzu gehören - neben den ggf. bereits veranlaßten Sofortmaßnahmen - Maßnahmen zur Sicherung und technischen Sanierung des Geländes.

Die verschiedenen Handlungsalternativen zum Umgang mit kontaminiertem Bodenmaterial, einschließlich der Abfallentsorgung, sind in Abb. 6.2 dargestellt.

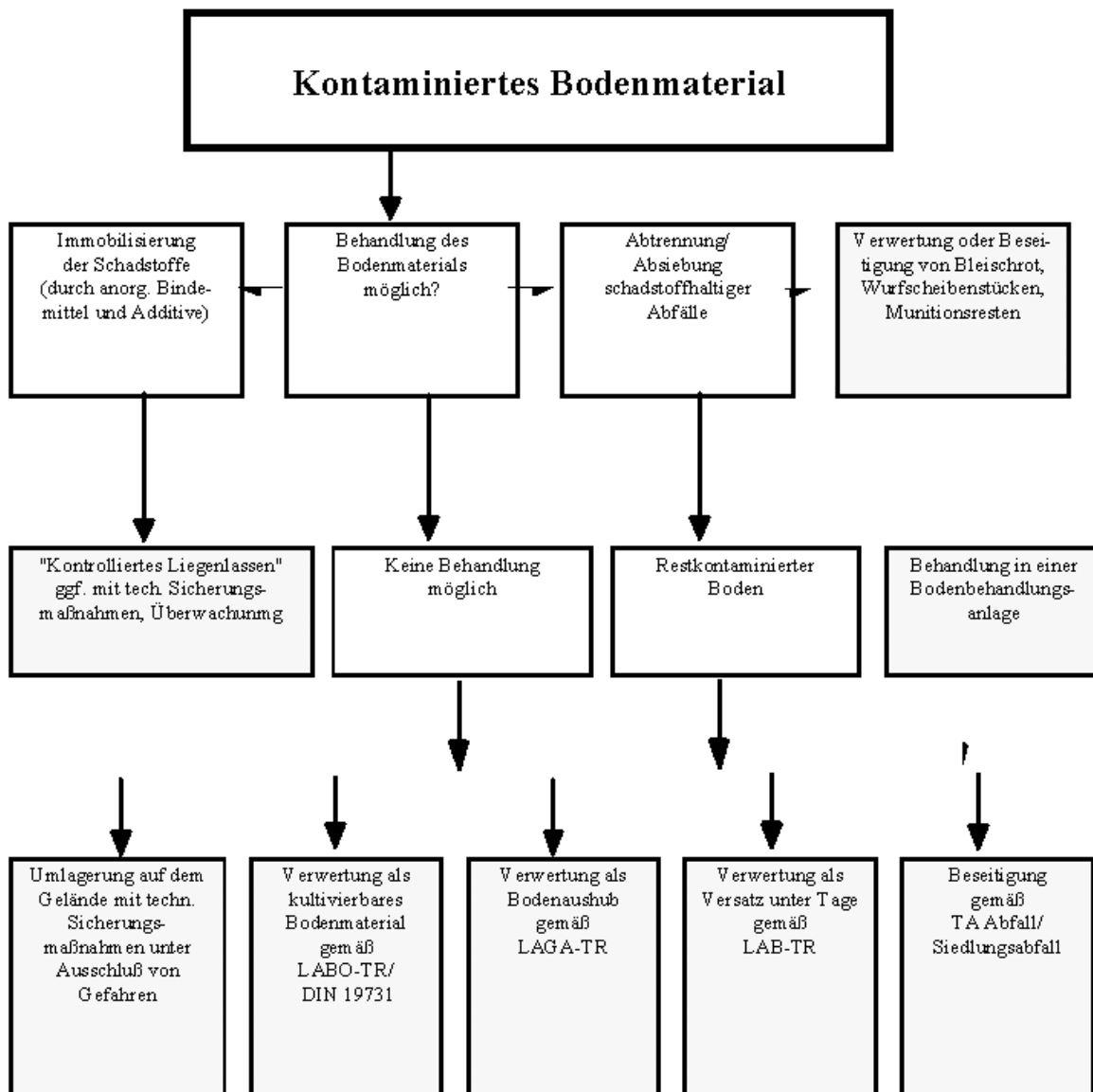


Abb. 6.2: Umgang mit kontaminiertem Bodenmaterial

6.2.1 Sanierungsziele

Bei der Anwendung von Reinigungsverfahren für kontaminierte Medien sind je nach Verwertung oder Beseitigung des Materials Sanierungsziele zu definieren. Die Festlegung der maximal tolerierbaren Restbelastung im verbleibenden Boden muß gewährleisten, daß nach Abschluß der Sanierung Gefahren für alle relevanten Schutzgüter abgewehrt sind, soweit dies aus öffentlichem Interesse geboten ist. Insbesondere im Hinblick auf die Abwehr von Gefahren für das Grundwasser ist dies eine Ermessensentscheidung im Einzelfall, wobei die Länder im Rahmen ihrer wasserrechtlichen Zuständigkeit ermessensleitende Hinweise geben können. Als Orientierungshilfe sind die Prüfwerte aus dem E-BodSchV heranzuziehen.

Für Bodenreinigungsverfahren ist das Hauptziel die entscheidende Verminderung der Schadstoffmengen im Bodenmaterial, um für die Restmengen eine Verwertung oder einen Wiedereinbau zu ermöglichen. Für die Verwertung gelten grundsätzlich die Technischen Regeln der LAGA für die Verwertung von Bodenmaterial (vgl. Kap. 4).

Abweichende Festlegungen für den Wirkungspfad "Boden - Grundwasser" sind im Einzelfall für den Wiedereinbau am Sanierungsort möglich, wenn sich durch die Maßnahme insgesamt die Situation aus wasserwirtschaftlicher Sicht deutlich verbessert.

Soweit in Einzelfällen eine hydraulische Sanierung erforderlich ist, bei der Grundwasser entnommen wird, hängt das Reinigungsziel von dem Ort der Einleitung des gereinigten Grundwassers ab (Kanalisation, oberirdisches Gewässer oder Grundwasser). Bei der Wiedereinleitung in das Grundwasser ist die in Anhang 5.6 dargelegte Geringfügigkeitsschwelle zu unterschreiten.

6.2.2 Dekontaminationsmaßnahmen

Bei Dekontaminationsmaßnahmen werden die Schadstoffe aus dem betroffenen Medium (Boden, Grundwasser, Sediment) weitgehend entfernt. Zur Sanierung sind bewährte Verfahren zur Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffkonzentrationen (Stand der Technik) heranzuziehen. Dabei sind auch die Folgen des Eingriffs, insbesondere für Boden und Gewässer, die zu beseitigenden Abfälle und die Verwertung der dekontaminierten Materialien zu berücksichtigen. Als geeignet können auch andere Verfahren angesehen werden, wenn ihre Anwendung im Vergleich zu bewährten Verfahren gleichwertige oder günstigere Auswirkungen hinsichtlich der Schadensminderung, der Umwelt, des Arbeitsschutzes oder der Kosten erwarten läßt.

6.2.2.1 Dekontaminationsmaßnahmen bei Bodenbelastungen

Bodenaushub

In der Regel ist als Dekontaminationsmaßnahme bei Schießständen der Boden auszuheben und eine anschließende Separierung oder Deponierung des Aushubs vorzunehmen. Die horizontale und vertikale Ausdehnung der zu entfernenden Bodenschicht ergibt sich aus der zuvor durchgeführten Orientierungs- und Detailuntersuchung (vgl. Kap. 5.2) und ist ggf. durch weitergehende Sanierungsuntersuchungen zu ergänzen.

Abtrennung der Schadstoffe (z. B. Schrote, Patronenhülsen, Wurfscheibenbruchstücke bei Schrotschußanlagen)

Bewährte Verfahren, mit denen z.T. sehr gute Trennerfolge erzielt werden, sind z.B. Siebung und/oder Windsichtung. Abgetrennte Schrote, Patronenhülsen und Wurfscheibenbruchstücke sollten nach Möglichkeit einer externen Verwertung nach Kap. 4 zugeführt werden. Soweit die Sanierungszielwerte eingehalten werden, kann der gereinigte Boden wieder vor Ort eingebaut werden. Soweit Restbelastungen verbleiben, sind die in Kap. 6.2.1 genannten Sanierungsziele zu beachten.

Wiedereinbau von Bodenaushub in Lärmschutz- und Auffangwällen

Eine Umlagerung einschließlich Wiedereinbau von ausgehobenem belasteten Material ohne Abtrennung der Schadstoffe auf dem Gelände des Schießstandes, z.B. zur Errichtung von

- befestigten Wegen und Plätzen
- Lärmschutz-, Auffangwällen oder zur
- Geländemodellierung

ist ebenfalls nur dann möglich, wenn die vorgenannten Sanierungsziele beachtet werden. In der Regel sind dazu technische Sicherungsmaßnahmen vorzunehmen. Hierzu zählen Versiegelungen, wie z.B. Einbau unter wasserundurchlässigen Deckschichten bzw. Einbau mit Oberflächen- ggf. auch Basisabdichtung.

6.2.2.2 Dekontaminationsmaßnahmen bei Oberflächengewässern

Ergeben die Untersuchungen nach Kap. 5.2.1.4 bei Fließgewässern und Seen infolge des Betriebes des Schießstandes einen Sanierungsbedarf, bleibt hier letztlich nur das Entfernen der belasteten Sedimente (Ausbaggern, Absaugen), um die Gewässerbelastung zu vermindern. Hierbei sind die Belange des Naturschutzes zu berücksichtigen. Bei betriebenen Schießständen ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, daß kein weiterer Stoffeintrag durch den Schießbetrieb in die Gewässer erfolgt. Als mögliche Maßnahmen kommen Auffangvorrichtungen (Netze, Wälle etc.) oder eine Verlegung der Schießbereiche in Frage.

Bei kleineren Fließgewässern - soweit keine großen Fließstrecken betroffen sind - ist im Einzelfall unter Berücksichtigung gewässerökologischer Belange auch eine Abdeckung des betroffenen Gewässerabschnitts denkbar.

Für eine eventuelle Verwertung der ausgebaggerten Sedimente sind die entsprechenden Zuordnungswerte der Technischen Regeln der LAGA, Teil Boden, zugrunde zu legen. Als Sanierungs- bzw. Reinigungsverfahren sowie als Verwertungsmaßnahmen auf dem Gelände kommen grundsätzlich die unter Kap. 4 und 6 unter Kap. 6.2.2.1 genannten Methoden in Frage.

6.2.2.3 Sanierungsmaßnahmen bei Feuchtgebieten und Entwässerungsgräben

In Feuchtgebieten (Moore, Feuchtbiotop) dürfen Schießstände nicht errichtet werden. Gleiches gilt auch für Hochwasser- bzw. Überschwemmungsgebiete, da hier mit einer vermehrten Auswaschung von Schadstoffen in den Untergrund gerechnet werden muß. Sofern bei einer bereits in einem Feuchtgebiet betriebenen Anlage keine technischen Maßnahmen zur Verhinderung von Schadstoffeinträgen (Auffangnetze, Zäune, Wälle etc.) getroffen werden können, ist die Anlage stillzulegen. Die Planung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit und Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde.

Entwässerungsgräben oder entsprechende andere wasserführende Gräben sind i.d.R. schmale und relativ flache Gerinne. Stellt sich bei der Überprüfung der Anlage heraus, daß Bleischrot oder andere Munitionsteile in sanierungsrelevanten Mengen in den Gräben gelangt sind, so sind die betroffenen Abschnitte durch Ausräumen zu säubern und ein zukünftiger Stoffeintrag durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden. Das von der Sohle des Gerinnes entfernte Material - hierbei dürfte es sich in der Regel um geringe Mengen handeln - sollte zweckmäßigerweise verwertet oder auf eine geeignete Deponie verbracht werden.

6.2.2.4 Sanierungsmaßnahmen bei Grundwasserbelastungen

Bei bereits eingetretenen Grundwasserverunreinigungen, die durch den Betrieb eines Schießstandes verursacht worden sind, ist über die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Störungsbeseitigung, also zur Reinigung des verunreinigten Grundwassers im Abstrom des Schadensherdes zu entscheiden. Dies ist eine Ermessensentscheidung im Einzelfall, wobei die Länder im Rahmen ihrer wasserrechtlichen Zuständigkeit ermessensleitende Hinweise geben können. Bei ggf. vorhandenen oder geplanten Grundwassernutzungen (Trink-/ Brauchwassergewinnungen) im Schadenszentrum oder im Grundwasserabstrom sind strengere Anforderungen an die Notwendigkeit, Dringlichkeit und den Umfang von Sanierungsmaßnahmen zu stellen. Zu den möglichen Stoffen bei Grundwasserschäden auf Schießständen zählen vor allem Blei sowie andere Schwermetalle (Nickel, Kupfer, Chrom) und Halbmetalle (Arsen, Antimon), sowie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

Ein übliches Verfahren zur Entfernung von Schwer- und Halbmetallen aus dem Grundwasser ist das Abpumpen und Aufbereiten, z.B. durch Fällung, Flockung, Ionenaustausch oder Sorption mit anschließender Wiedereinleitung des gereinigten Wassers in das Grundwasser oder Ableiten in ein Oberflächengewässer bzw. in die Kanalisation. PAK können an geeigneten Adsorptionsmaterialien (z.B. Aktivkohle) zurückgehalten werden. Die Auswahl des für jeden Einzelfall optimalen Verfahrens muß sich an der örtlichen Standortcharakteristik sowie an der Art, Konzentration und Verteilung der Schadstoffe orientieren, so daß an dieser Stelle keine generellen Empfehlungen für anzuwendende Sanierungstechniken gegeben werden können.

Grundsätzlich ist eine Grundwassersanierung jedoch nach dem Stand der Technik durchzuführen, wobei das Prinzip der Verhältnismäßigkeit der Mittel zu berücksichtigen ist.

6.2.3 Sicherungsmaßnahmen

Bei einer Sicherungsmaßnahme bleiben die vorhandenen Schadstoffe weitgehend im Untergrund erhalten. Durch entsprechende technische Maßnahmen soll jedoch ihre Immobilisierung erreicht und somit eine weitere Tiefenverlagerung, Windverfrachtung oder anderer oberflächiger Abtrag unterbunden werden. Insbesondere soll auch die Auswaschung durch Niederschlagswasser verhindert werden.

Sicherungsmaßnahmen kommen nur dann in Frage, wenn andere, bereits bewährte Sanierungsmaßnahmen nicht möglich oder aufgrund der örtlichen Situation nicht verhältnismäßig sind. Grundsätzlich sind Sicherungsmaßnahmen nur dann zur Sanierung geeignet, wenn sie auf erprobten Verfahren beruhen und gewährleisten, daß durch die im Boden oder in Altlasten verbleibenden Schadstoffe dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Hierbei ist das Gefährdungspotential der im Boden verbleibenden Schadstoffe und deren Umwandlungsprodukte zu berücksichtigen. Falls erforderlich, muß eine nachträgliche Wiederherstellung der Sicherungswirkung möglich sein.

Zu den Sicherungsmaßnahmen zählen insbesondere

- Oberflächenabdeckung oder Versiegelung der Oberfläche (z.B. durch bindiges Material oder Folien).
Probleme können sich hierbei bei der Ableitung und bei einer ggf. erforderlich werdenden Reinigung anfallender Niederschlagswässer ergeben.
- Immobilisierung/Verfestigung
durch Zugabe von meist anorganischen Bindemitteln und Additiven, soll die weitere Tiefenverlagerung und die sonstige Aus- oder Abtragung von Blei, Antimon und Arsen sowie PAK, verhindert werden.

Einen Sonderfall der Immobilisierung stellt die Erhaltungskalkung dar. Hierbei soll die Fläche, auf der Schrot niedergeht, so gekalkt werden, daß lediglich ein Minimum an Blei in Lösung geht. Bei der Erhaltungskalkung können jedoch, bedingt durch erhöhte pH-Werte, Arsen und Antimon verstärkt mobilisiert werden, so daß dieses Verfahren derzeit nur eingeschränkt empfohlen werden kann. Sie erscheint sinnvoll bei stark versauerten Standorten zur Anhebung des pH-Wertes bis in schwach saures Milieu.

Insgesamt liegen hinsichtlich geeigneter Immobilisierungsverfahren noch sehr wenig praktische Erfahrungen und insbesondere wenig Erkenntnisse über das Langzeitverhalten der behandelten Stoffe vor.

Wall-Lösungen

Durch die Errichtung von Auffangwällen soll nach ersten Erfahrungen der Betreiber eine deutliche Verminderung der Auftreffflächen der Schrote von jetzt ca. 60.000 - 90.000 m² auf z.B. 2000 m² erreicht werden. Der Bundesverband Schießstätten e.V. (BVS) hat in der

Expertenanhörung als Sanierungskonzept vorgeschlagen, das gesamte Bodenmaterial der obersten, hauptbelasteten Schicht aus dem Bereich einer Schießanlage in Fundamenten von ca. 20 m hohen Wällen auf der Anlage einzubauen, z.B. mit Folien gegen Sickerwasserzutritt abzudichten und mit weniger belastetem Boden abzudecken. Ggf. ist der Standort zusätzlich einzutiefen, um eine ausreichende Höhe der Wälle zu erreichen. Die Auftreffflächen für Schrote und Trennmittel sollen geeignet befestigt werden, so daß eine wiederkehrende Räumung (z.B. durch Absaugung) möglich ist. Der Wiedereinbau von belastetem Bodenmaterial in das nach oben abgedichtete Fundament des Auffangwalles muß so erfolgen, daß dauerhafte Gefahren auszuschließen sind (siehe Kap. 6.2.1 und 6.2.2.1).

Dieses Konzept bedarf aus mehreren Gründen noch der Weiterentwicklung und Praxiserprobung. Insbesondere sind Standsicherheitsnachweise nach den entsprechenden DIN-Normen erforderlich. Weiterhin ist die Ableitung und Behandlung der auf den Wällen anfallenden und durchsickernden Niederschlagswässer sicherzustellen. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, daß Eintiefungen bei Standorten mit entsprechend geringem Grundwasserflurabstand nicht durchführbar oder abzulehnen sind.

6.3 Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen

Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen kommen auf Dauer - nicht im Zusammenhang mit Sofortmaßnahmen - insbesondere bei Bodenverunreinigungen mit geringem Gefährdungspotential in Betracht, wenn eine technische Sanierung nicht möglich oder nicht verhältnismäßig ist.

Schutzmaßnahmen umfassen i.a. auch Überwachungsmaßnahmen, wie regelmäßige Kontrollen (Ortsbegehung, Boden-, Nutzpflanzen-, Grundwasser-, Sedimentuntersuchungen) mit dem Ziel, eine Beeinträchtigung von Schutzgütern durch den Betrieb eines Schießstandes rechtzeitig erkennen und ggf. Sanierungsmaßnahmen einleiten zu können.

Die Art, Dauer und Häufigkeit sowie der Parameterumfang der Kontrolluntersuchungen sind in einem Überwachungsprogramm festzulegen, wobei die örtliche Situation und die Randbedingungen des konkreten Einzelfalles zu berücksichtigen sind.

Unter Beschränkungsmaßnahmen sind Einschränkungen bestimmter Nutzungen auf dem Schießstand selbst oder im vom Schießbetrieb beeinträchtigten Umfeld zu verstehen. Nutzungsbeschränkungen (z.B. Einschränkung landwirtschaftlicher Nutzungen, Fischereinutzungen, Freizeitnutzungen) sind, wie die Schutzmaßnahmen, vom konkreten Einzelfall abhängig und bedürfen einer engen Abstimmung mit den für die betroffene Nutzung zuständigen Fachbehörden.

6.4 Nachsorgemaßnahmen

Die Nachsorgephase dient der Überprüfung, ob die Ziele der Sanierungsmaßnahmen dauerhaft erreicht wurden und ob im Verlaufe der Zeit weitere Maßnahmen erforderlich werden. Insbesondere bei Sicherungsmaßnahmen ist der Nachsorge besondere Bedeutung beizumessen. Art und Umfang der Nachsorge sind im Sanierungsplan darzustellen.

Dauer und Umfang der Nachsorge hängen u.a. von der Art der Sanierungsmaßnahme ab. Bei einer Beseitigung des Emissionspotentials kann die Fläche relativ rasch aus der Nachsorge entlassen werden. Gesicherte Flächen, bei denen noch ein Emissionspotential vorhanden ist, können zwar unmittelbar auf die Maßnahme folgenden Nachsorge (= Erfolgskontrolle) entlassen werden, sie unterliegen jedoch solange einer Langzeitüberwachung, wie ein Gefährdungspotential vorhanden ist. Bei Nutzungsänderungen, insbesondere vor Entsiegelungen, Erdbewegungen oder Baumaßnahmen der gesicherten Flächen, sind sie einer Neubewertung zu unterziehen. Falls sich im Rahmen der Nachsorge eine Veränderung des Gefährdungspotentials ergibt, ist dies vom Verantwortlichen (i.d.R. dem Betreiber des Schießstandes) den zuständigen Behörden unmittelbar mitzuteilen.

6.5 Rechtliche Möglichkeiten der Umsetzung von Maßnahmen

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)

Das Bundes-Bodenschutzgesetz verpflichtet im § 4 den Grundstückseigentümer und Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück, Maßnahmen zur Abwehr der von dem Grundstück drohenden schädlichen Bodenveränderungen zu ergreifen. Der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung, der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück ist verpflichtet, den Boden und verursachte Gewässerunreinigungen so zu sanieren, daß dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Die bei der Sanierung von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen bestimmen sich nach dem Wasserrecht.

Die Konkretisierung, wann eine schädliche Bodenveränderung vorliegt, erfolgt im Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung anhand von Prüf- und Maßnahmenwerten für die Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Prüfwerten für Boden-Grundwasser.

Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Aus den materiellen Grundentscheidungen des WHG (§§ 1a(2), 34(2)) ergibt sich, daß nicht verunreinigtes Grundwasser zu den Elementen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung zählt. Mehr als geringfügig verunreinigtes Grundwasser (vgl. Kap. 5.3.1.2) ist daher eine Störung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung und somit ein Schaden, der nach den ordnungsrechtlichen Bestimmungen der Länder zu beseitigen ist. Spezielle Regelungen zur Anordnung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen sind in den Wassergesetzen der Länder getroffen.

Abfallrecht

Hinsichtlich der beim Schießbetrieb anfallenden Bleischrote, Wurfscheiben- und anderen Munitionsresten besteht nach Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz die grundsätzliche Verpflichtung, diese Abfälle, die nicht verwertet werden, gemeinwohlverträglich zu

beseitigen. Weitere Anordnungsbefugnisse ergeben sich aus den jeweiligen Länderabfall- und Altlastengesetzen.

Immissionsschutzrecht

Im Hinblick auf bereits eingetretene Bodenverunreinigungen als Folge von Schrot- und Wurf-scheibenrückständen können sich Betreiberpflichten zum Schutz vor Gefahren, die von den Bodenverunreinigungen ausgehen bzw. hiermit zusammenhängen, nur aus § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG - "sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen" - oder aus § 5 Abs. 3 Nr. 1 BImSchG - für den Zeitraum nach der Betriebseinstellung - ergeben.

Gegenstand dieser Schutzpflichten sind jedoch grundsätzlich nur solche Maßnahmen, die zur Abwehr drohender Gefahren, erheblicher Nachteile oder erheblicher Belästigungen vorbeugend erforderlich sind, insbesondere um sicherzustellen, daß schädliche Bodenveränderungen nicht eintreten oder sonstige Gefahren infolge bereits vorhandener Bodenverunreinigungen ausgeschlossen bzw. beseitigt werden.

Im Falle bevorstehender oder bereits eingetretener Bodenverunreinigungen kommt als mögliche Maßnahme zur Erfüllung der Schutzpflichten beispielsweise die Versiegelung von Böden in Betracht, um zu verhindern, daß Bodenverunreinigungen beim Durchfluß von Regenwasser in das Grundwasser eindringen.

Dagegen kann die Beseitigung bereits eingetretener Schäden aufgrund immissionsschutzrechtlicher Betreiberpflichten und Eingriffs-/ Ermächtigungsgrundlagen, vor allem auf der Grundlage des § 5 in Verbindung mit § 17 Abs. 1, Abs. 4 a BImSchG, nicht angeordnet werden.

Weder aus § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG noch aus § 5 Abs. 3 Nr. 1 BImSchG ergibt sich eine Verpflichtung, bereits eingetretene Schäden rückgängig zu machen, insbesondere ein verunreinigtes Betriebsgrundstück zu dem Zweck der Beseitigung bereits eingetretener Schäden zu sanieren.

Gehen vom Zustand der Anlage oder des Anlagengrundstücks allerdings noch Gefahren aus, die auf einer früheren Pflichtverletzung beruhen (z.B. Bodenkontaminationen, die zu einer relevanten Verunreinigung des Grundwassers führen können), so verstößt der Anlagenbetreiber aktuell gegen seine Pflichten aus § 5 Abs. 1 Nr. 1 oder § 5 Abs. 3. Danach muß er seine Anlage und sein Anlagengrundstück nämlich auch in einem ordnungsgemäßen Zustand halten. Ihm kann deshalb die Beseitigung der Gefahr (z.B. durch Auskoffnung und Reinigung des Bodens) aufgegeben werden.

7. Anforderungen bei der Genehmigung von Schießständen

7.1 Rechtlicher Rahmen

Die betrachteten Schießstände sind immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 4 BImSchG in Verbindung mit Nr. 10.18 Spalte 2 des Anhangs zur 4. BImSchV. Die Errichtung und der Betrieb von Neuanlagen und die wesentliche Änderung bestehender Schießstände erfordern eine immissionsschutzrechtliche Neu- bzw. Änderungsgenehmigung (§§ 4, 16 BImSchG). Das Genehmigungsverfahren wird als vereinfachtes Verfahren, d. h. ohne Öffentlichkeitsbeteiligung und ohne Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung, nach § 19 BImSchG in Verbindung mit § 24 der 9. BImSchV durchgeführt.

Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn u. a. sichergestellt ist, daß die sich aus § 5 BImSchG ergebenden Betreiberpflichten erfüllt werden und andere - anlagenbezogene - öffentlich-rechtliche Vorschriften nicht entgegenstehen (§ 6 Abs. 1 BImSchG).

Für den im Rahmen dieses Berichtes maßgeblichen Untersuchungsgegenstand sind die Betreiberpflichten des § 5 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 3 BImSchG von Bedeutung.

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 können. § 5 Abs. 1 Nr. 3 fordert, daß Abfälle vermieden werden, es sei denn, sie werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder, soweit Vermeidung und Verwertung technisch nicht möglich oder unzumutbar sind, ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt.

Die Genehmigung kann unter Bedingungen erteilt und mit Auflagen verbunden werden, soweit dies erforderlich ist, um die Erfüllung der in § 6 BImSchG genannten Genehmigungsvoraussetzungen sicherzustellen (§ 12 BImSchG). Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens werden die Fachbehörden, deren Aufgabenbereiche durch das Vorhaben berührt werden, als Träger öffentlicher Belange beteiligt. Im Rahmen der Stellungnahme können die Fachbehörden Nebenbestimmungen zur immissionsschutzrechtlichen Genehmigung vorschlagen, die erforderlich sind, um eine Beeinträchtigung der vertretenen Belange (z.B. nach WHG oder BNatSchG) durch den Betrieb der Anlage auszuschließen.

7.2 Anforderungen an neue Schießstände

7.2.1 Standortwahl

Die Bestandsaufnahme in Kap. 2 hat ergeben, daß bestimmte Standorte für den Betrieb eines Schießstandes nicht geeignet sind. Dies sind z.B.:

- Überschwemmungsgebiete,
- Feuchtgebiete,
- Gebiete mit hoch anstehendem Grundwasser,
- an Oberflächengewässer angrenzende Bereiche,
- Landschafts- und Naturschutzgebiete,
- Biosphärenreservate
- Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete,
- wasserwirtschaftliche Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für den Trinkwasserschutz,
- Zustrombereiche zu Trinkwasser- und Heilwassergewinnungsanlagen, sofern nachteilige Einflüsse auf die Nutzung des gewonnenen Wassers zu besorgen sind,
- Moorflächen,
- Flächen mit seltenen oder wertvollen Böden
- Bereiche, deren Böden pH-Werte unter 4 und über 9 aufweisen sowie
- Bereiche mit stark durchlässigem Untergrund und Karstgebiete.

In einzelnen Bundesländern bestehen z.T. landesrechtliche Regelungen (z.B. im NatSchG des Landes Bayern) bzw. Verwaltungsvorschriften (z.B. § 8, Nr. 6 des Verordnungsmusters der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg - VwV WSG - vom 14.11.1994), die den Betrieb eines Schießstandes in bestimmten Schutzgebieten ausschließen.

Demgegenüber erscheinen Standorte als geeignet, die aufgrund ihrer Geländestruktur die Verbreitung von Bleischrotten und PAK-haltigen Wurfscheibenresten beschränken (z. B. ehemalige Steinbrüche, Hanglagen) oder die bereits so gesichert sind, daß eine Beeinträchtigung von Schutzgütern ausgeschlossen ist.

Die Wahl eines Standortes erfolgt durch den Antragsteller nach Maßgabe bauplanungsrechtlicher Bestimmungen. Standortalternativen werden im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren nicht betrachtet. Für das gesamte Betriebsgrundstück, das seitlich durch die Sicherheitswinkel und in der Tiefe durch die maximale Flugweite des Schrottes begrenzt wird, hat der Betreiber einen Pachtvertrag nachzuweisen oder darzulegen, daß er Eigentümer ist. Soweit an einem vorgesehenen Standort die Genehmigungsvoraussetzungen nicht erfüllt werden können, darf eine Genehmigung nicht erteilt werden. Daher ist es sinnvoll, daß Antragsteller, Gemeinde und Genehmigungsbehörde Standortfragen in einem sehr frühen Planungsstadium gemeinsam erörtern (§ 2 Abs. 2 der 9. BImSchV).

7.2.2 Anforderungen zum Schutz vor sonstigen Gefahren, insbesondere zum Schutz des Bodens, nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG

Die Deposition von Bleischrot- und Wurfscheibentrückständen sind keine schädlichen Umwelteinwirkungen bzw. Immissionen im Sinne von § 3 Abs. 1, Abs. 2 und § 5 Abs. 1 Nr. 1 erste Alternative BImSchG. Die insoweit allenfalls in Betracht kommende Fallgruppe der in § 3 Abs. 2 genannten "ähnlichen Umwelteinwirkungen" erfaßt diese Rückstände nicht, da es sich bei Partikeln dieser Größenordnung nicht um sog. unwägbare Stoffe / Einwirkungen handelt.

Gem. § 5 Abs. 1 Nr. 1 zweite Alternative ist bei der Genehmigung eines Schießstandes der Schutz vor sonstigen Gefahren umfassend zu gewährleisten. Beispielsweise muß der Schutz des Grundwassers und der Schutz von Oberflächengewässern sichergestellt sein. Zu den sonstigen Gefahren zählen auch Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder für die Allgemeinheit herbeizuführen (schädliche Bodenveränderungen). Können durch den Betrieb des Schießstandes "ökologische Bodenfunktionen" beeinträchtigt werden, so ist dies grundsätzlich geeignet, erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit herbeizuführen.

Eine Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn sichergestellt ist, daß die beschriebenen schädlichen Bodenveränderungen und sonstige Gefahren im Sinne von § 5 Abs. 1 zweite Alternative BImSchG nicht entstehen. Als Ergebnis der Expertenanhörung ist festzuhalten, daß folgende Verfahren zur Verhinderung sonstiger Gefahren bei dem Einsatz von Bleischrot in Betracht kommen:

3. bodennahe Auffangeinrichtungen (Folien, Rollrasen, Bodennetze u.a.),
4. regelmäßig austauschbare Feinsandschichten, z.B. mit Geotextilien als Unterbau,
5. Auffangnetze und
6. sog. Wall-Anlagen.

Beispiele aus der Praxis haben gezeigt, daß in der Regel Kombinationen der Maßnahmen in Betracht kommen. Aufgrund der Vielfalt der Fallgestaltungen muß daher im Rahmen des Genehmigungsverfahrens anhand der besonderen Umstände des Einzelfalles ermittelt werden, welches Verfahren bzw. in welcher Kombination die genannten Verfahren im verhältnismäßigen Umfang angeordnet werden können, um den Schutz vor sonstigen Gefahren zu gewährleisten.

Bei der Festlegung der Eignung eines oder kombinierter Verfahren muß auch berücksichtigt werden, daß der Betreiberpflicht des § 5 Abs. 1 Nr. 3 genügt wird.

7.2.3 Betreiberpflicht nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG

Nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, daß Abfälle vermieden werden, es sei denn, sie werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder, soweit Vermeidung und Verwertung technisch nicht möglich oder unzumutbar sind, ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt.

Ob bei Schießständen eine Pflicht des Anlagenbetreibers zur Vermeidung von Abfällen PAK-belasteter Wurfscheiben oder bleihaltigen Schrots dahingehend besteht, daß auf die Verwendung von teerpechhaltigen Wurfscheiben und bleihaltigem Schrot verzichtet und stattdessen ein Einsatz von Schrot und Wurfscheiben mit jeweils geringerem Schadstoffpotential erfolgt, ist zweifelhaft. Jedenfalls erfüllen die verbleibenden Abfälle auch in Fall des Einsatzes weniger schädlicher Schrote und Wurfscheibenreste weiterhin den Abfallbegriff im Sinne des § 3 Abs. 3 Satz 1 KrW-/AbfG. Das Schadstoffpotential ist hierbei entscheidend für die Art der Verwertung bzw. Beseitigung.

Schrot- und Wurfscheibenreste, die auf der Bodenoberfläche verbleiben, sind als Abfall im Sinne des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG in Verbindung mit § 3 Abs. 1 Satz 1, Abs. 3 Satz 1, Abs. 4 und Abs. 6 des KrW-/AbfG zu qualifizieren.

Eine generelle Vermeidspflicht für Schrot- und Wurfscheibenabfälle dürfte ausscheiden, weil dadurch bestimmte Betriebsweisen ausgeschlossen würden, die nach hergebrachter Auffassung mit dem Zweck eines Schießstandes verbunden sind und deshalb den Anlagentyp Schießstand charakterisieren. Die Betreiberpflicht des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG ist im Falle von Schießständen daher praktisch darauf beschränkt, die Abfälle einer ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung zuzuführen, soweit dies technisch zumutbar ist.

Dabei setzt jede Verwertung voraus, daß die zu verwertenden Abfälle überhaupt aufgefangen und gesammelt werden können, um sie dann der eigentlichen Verwertung zuzuführen. Aufgrund des Abfallverwertungsgebotes des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG ist geboten, zweckentsprechende Auffang- und Sammelvorrichtungen für Schrote und Wurfscheibenreste vorzusehen.

Insofern wird auf die in Kap. 7.2.2 aufgeführten Verfahren verwiesen, durch die die erforderlichen Voraussetzungen für eine Verwertung geschaffen werden können. Welche der genannten Verfahren dem Verwertungsgebot am weitestgehenden gerecht wird, hängt von den Umständen im Einzelfall, insbesondere von den konkret bestehenden Verwertungsmöglichkeiten ab (vgl. Kap. 4 dieses Berichtes).

7.2.4 Betreiberpflichten nach Stilllegung § 5 Abs. 3 BImSchG

Gemäß § 5 Abs. 3 BImSchG gelten einige Betreiberpflichten auch nach der Betriebseinstellung. Die Pflichten nach Abs. 3 entstehen nicht erst mit der Betriebseinstellung. Vielmehr gehört es gemäß § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG zu den Genehmigungsvoraussetzungen, daß die Erfüllung auch dieser Pflichten sichergestellt ist. Deshalb können bereits mit dem Genehmigungsbescheid Nebenbestimmungen für den Zeitraum nach der Betriebseinstellung verbunden werden. Als Maßnahmen, die durch Nebenbestimmungen auferlegt werden können, kommen in erster Linie technische Schutzmaßnahmen bzw. Anforderungen an die Betriebsweise oder -organisation, einschließlich der Verwertung bzw. Beseitigung von Abfällen, in Betracht. Die Möglichkeit, eine Sicherheitsleistung zu fordern, hat der Gesetzgeber nicht vorgesehen.

7.3 Anforderungen an die wesentliche Änderung bestehender Schießstände

Da die weitaus größte Zahl der bestehenden Schießstände schon seit geraumer Zeit betrieben wird (vgl. Kap. 2 dieses Berichtes), wird sich häufig die Frage nach einer Modernisierung / Erweiterung einer bestehenden Anlage stellen.

Ob bei beabsichtigten Betriebserweiterungen eine Anzeige (§ 15 BImSchG), eine Änderungsgenehmigung (§ 16 BImSchG) oder eine neue Genehmigung erforderlich ist, ist unter Berücksichtigung des Umfangs und der Bedeutung der beabsichtigten Maßnahme sowie der betriebstechnischen, örtlichen und organisatorischen Verhältnisse zu entscheiden. Eine Änderungsgenehmigung kommt in Betracht, wenn auch nach der beabsichtigten Änderung die bereits bestehende Anlage den Kern der erweiterten Anlage darstellen wird. Ist das nicht der Fall, muß eine neue Genehmigung für die gesamte Anlage eingeholt werden.

Im Änderungsgenehmigungsverfahren können nicht die Errichtung und der Betrieb der gesamten Anlage überprüft werden. Gegenstand der Überprüfung sind lediglich die zu ändernden und diejenigen Anlagenteile, auf die sich die Änderung auswirken kann. Nur insoweit können der Änderungsgenehmigung auch Auflagen und sonstige Nebenbestimmungen beigefügt werden. Die Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen an anderen Anlagenteilen kann jedoch als Bedingung für das Wirksamwerden der Änderungsgenehmigung festgesetzt werden, soweit dies erforderlich ist, um die Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen sicherzustellen. Die Befugnis, nachträgliche Anordnungen (§ 17 BImSchG) in Bezug auf die übrige Anlage zu treffen, bleibt unberührt.

8. Schlußfolgerungen und Maßnahmenvorschläge

Der vorliegende Bericht behandelt Bodenbelastungen auf "zivilen" Schrotschießständen für das Trap-, Doppeltrap- und Skeetschießen und Jagdparcoursanlagen sowie auf Kipp- und Rollhasen-Schießständen als **immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen**. Es werden Anforderungen an die Entsorgung von Abfällen, die Untersuchung, Bewertung und Sanierung betriebener Anlagen sowie zur Genehmigung neuer Schießstände aufgezeigt. Die Ergebnisse des Berichtes sollten auch auf Schießstände für Einzelgeschosse (z.B. "Laufende-Keiler-Anlagen"), auf "militärische" und hoheitliche (Polizei/ Grenzschutz) Schießstände sowie auf stillgelegte Anlagen soweit wie möglich angewendet werden.

Es ist davon auszugehen, daß derzeit mehr als **500 Schießstände** bundesweit existieren (vgl. Kap. 2.1). Während in den alten Bundesländern kaum Neugenehmigungen anstehen, wird von Seiten der Verbände in den neuen Bundesländern Bedarf zur Errichtung zahlreicher neuer Anlagen gesehen.

Die **Bestandsaufnahme der Bodenbelastungen** auf Schießständen hat gezeigt, daß aufgrund des Eintrags an Bleischrot und steinkohlenpechhaltigen Wurfscheiben erhebliche Mengen vor allem an Blei und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei langjährigem Betrieb in die Boden eingetragen werden (vgl. Kap. 2.4.1). Insbesondere das im Boden akkumulierte Blei beinhaltet langfristig je nach Standortbedingungen (lange Verweilzeiten, hoher Säuregrad des Bodens) ein erhebliches Gefährdungspotential für verschiedene Schutzgüter und kann damit ohne Maßnahmen auch Einschränkungen von Folgenutzungen bedingen.

Daraus ergeben sich die nachfolgenden fachlichen und rechtlichen **Anforderungen und Maßnahmenvorschläge**, die in den Bereichen Immissionsschutz, Abfallwirtschaft, Gewässerschutz und Bodenschutz umzusetzen sind. Sie sollen als Grundlage für einheitliches Verwaltungshandeln dienen. Weiterhin sollte angestrebt werden, zu bestimmten, derzeit rechtlich nicht durchsetzbaren Anforderungen Vereinbarungen zwischen Bundesregierung und Betreiberverbänden zu schließen.

Die Vorschläge wurden auf der **Grundlage** einer Expertenanhörung, von Forschungsergebnissen des Bundes und den Vollzugserfahrungen der Länder dargestellt und begründet. Weiterhin wurde der Leitfaden "Untersuchung und Bewertung von Trap- und Skeetanlagen" des Bundesverbandes Schießstätten ausgewertet.

8.1 Schadstoffsubstitution und Abfallentsorgung

Seit langem wird ein Einsatzverbot für **Bleischrot** bei der terrestrischen Jagd und auf Schießständen diskutiert. Als Ersatzstoff kommt nach derzeitigem Kenntnisstand ausschließlich Eisenschrot in Betracht (vgl. Kap. 3.1). Eine Substitution erscheint jedoch kurzfristig nicht möglich. Ein Verbot ist nach der derzeitigen Rechtslage nicht durchsetzbar. Insofern wird empfohlen, auf Schießständen den Bleischroteinsatz soweit wie möglich auf freiwilliger Basis zu verringern. Die Auswirkungen der Bleieinträge sind durch geeignete

Maßnahmen (Auffangvorrichtungen, Aufnahme und Verwertung in regelmäßigen Abständen, Restbelastung in Wallanlagen sichern) zu vermindern. Für den Sportschießbetrieb sollte auf internationaler Ebene darauf hingewirkt werden, daß Bleischrote durch Eisenschrote ersetzt werden.

Für **Wurfscheiben** konnten praxisreife Lösungen aufgezeigt werden, bei denen PAK-arme Bindemittel verwendet werden, ohne die technischen Anforderungen bzgl. Brucheigenschaften oder Ballistik in Frage zu stellen (vgl. Kap. 3.4). Die Verwendung PAK-armer (< 50 mg/kg, Summe der 16 EPA-PAK) Wurfscheiben hat neben der Verringerung der Schadstoffeinträge in den Boden den Vorteil, daß sich für die Wurfscheibenreste einfachere (kostengünstigere) Entsorgungswege ergeben. Es ist daher eine Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Betreiber- bzw. Interessenverbänden zur Verwendung schadstoffarmer Wurfscheiben anzustreben.

Weiterhin wäre wünschenswert, den Übungsbetrieb teilweise (z.B. für Anfänger) mittels geeigneter **Simulationstechniken** (z.B. Laserschießen) durchzuführen (vgl. Kap. 3.5).

Im Hinblick auf die **Entsorgung** von Abfällen ist aufgrund der Vorgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes und des Verwertungsgebotes im Bundes-Immissionsschutzgesetz für nicht vermeidbare Abfälle eine Verwertung und, soweit diese nicht möglich ist, eine Beseitigung geboten (vgl. Kap. 4). Die verschiedenen Abfälle lassen sich Abfallschlüsseln und verschiedenen Verwertungs- und Beseitigungswegen nach der TA Abfall/ TA Siedlungsabfall und den "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" der LAGA" zuordnen. Als Entsorgungswege kommen grundsätzlich in Betracht:

- Verwertung von Bleischrot in einer Bleischmelze,
- Beseitigung von hoch PAK-belasteten Wurfscheiben als Sonderabfall,
- Beseitigung von gering PAK-belasteten Wurfscheiben gem. TA Siedlungsabfall,
- Verwertung von gering PAK-belasteten Wurfscheiben als Versatz unter Tage,
- energetische Verwertung von Schrotbechern in geeigneten Anlagen,
- Verwertung von Bodenmaterial nach dem LAGA-Regelwerk "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln Boden"

In die Genehmigung der Schießstände ist auf den o.g. Rechtsgrundlagen eine regelmäßige Entsorgung der Abfälle nach den vorgenannten Wegen aufzunehmen.

8.2 Untersuchung, Bewertung, Sanierung

Die aufgezeigten Anforderungen an die Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Bodenbelastungen auf Schießständen lehnen sich eng an die in Vorbereitung befindlichen bodenschutzrechtlichen Vorgaben (Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung) an und sollen diese nach Inkrafttreten für die spezielle Fallgestaltung konkretisieren.

Die **Untersuchungsvorgaben** bauen zur Minimierung des Analysenaufwandes auf eine möglichst genaue Abgrenzung der Depositionsbereiche von Bleischrot und Wurfscheibenresten auf (vgl. Kap. 5.2). Sie sind dann wirkungsbezogen schwerpunktmäßig

auf die Mobilität der Stoffe und mögliche Verunreinigung zum Grundwasser zu richten. Soweit andere Schutzgüter (Oberflächenwasser, Nahrungs- und Futterpflanzen, Direktübergang zum Menschen) betroffen sein können, sind ergänzend die Auswirkungen auf den dafür relevanten Wirkungspfad zu erfassen.

Zur **Bewertung** der Boden- und Grundwasserbelastungen wurden für die vorrangig relevanten Stoffe Blei und PAK die nach Wirkungspfaden bzw. Schutzgütern differenzierten Prüfwerte aus dem Entwurf der Bodenschutz- und Altlastenverordnung übernommen (vgl. Kap. 5.3). In der Regel dürften die weiteren durch Bleischrot oder Wurfscheiben eingetragenen Stoffe, wie z.B. Antimon, im Hinblick auf die zu ergreifenden Maßnahmen weniger relevant sein, so daß auf die Aufstellung zusätzlicher Bewertungskriterien verzichtet wurde.

Haben die Untersuchungen an einem Schießstand ergeben, daß von Bodenverunreinigungen eine Gefahr für ein Schutzgut ausgeht oder bereits ein Schaden eingetreten ist, so sind **Maßnahmen** zur Gefahrenabwehr bzw. Störungsbeseitigung durchzuführen. Dabei sind grundsätzlich Sofortmaßnahmen, Sanierungsmaßnahmen sowie Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen zu unterscheiden (vgl. Kap. 6).

Die Auswahl der durchzuführenden Maßnahmen und das weitere Vorgehen ist in einem Sanierungsplan darzulegen. Der Aufbau und Inhalt des Sanierungsplans ergibt sich aus Anhang 3 des Entwurfes der Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Die Entscheidung über das optimale Sanierungsverfahren ist wegen der Vielfalt der Fallgestaltungen von standortspezifischen Randbedingungen abhängig. In der Regel kommt eine Kombination verschiedener Maßnahmen in Betracht. Soweit durch Abtrennung von Bleischrot und Wurfscheibenresten eine Entfernung der Hauptmengen an Schadstoffen erreicht worden ist, kann in vielen Fällen der restbelastete Boden zur Geländemodellierung in Form von Auffangwällen, ggf. in Verbindung mit ergänzenden Sicherungsmaßnahmen und Auffangnetzen, genutzt werden. Die Maßnahmen für die Gefahrenabwehr können auch im Rahmen der Nachsorge stillgelegter Anlagen Anwendung finden.

8.3 Anforderungen an die Genehmigung neuer Anlagen

Als **Ausschlußflächen** für den Betrieb von Schießständen gelten sensible Standorte, wie Überschwemmungsgebiete, Feuchtgebiete mit hoch anstehendem Grundwasser, an Oberflächengewässer angrenzende Bereiche, Biosphärenreservate, Landschafts-, Naturschutz-, Heilquellen- und Trinkwasserschutzgebiete, Moore, Flächen mit seltenen oder wertvollen Böden und Bereiche, deren Böden pH-Werte kleiner 4 oder größer 9 aufweisen (vgl. Kap. 7.2.1). Im übrigen sollte eine **Konzentration des Schießbetriebes** in der Zukunft auf möglichst wenige Anlagen angestrebt werden.

Bei der Genehmigung neuer Schießstände muß durch entsprechende **Schutzmaßnahmen** (Auffangnetze, bodennahe Auffangfolien, Sandschichten mit Geotextilien als Unterbau oder sog. Wall-Anlagen) sichergestellt werden, daß keine schädlichen Bodenveränderungen und sonstige Gefahren im Sinne von § 5 Abs. 1 zweite Alternative BImSchG entstehen (vgl. Kap. 7.2.2).

Nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG sind genehmigungsbedürftige Schießstände so zu errichten und zu betreiben, daß **Abfälle vermieden** werden, es sei denn, sie werden ordnungsgemäß und schadlos **verwertet** oder, soweit Vermeidung und Verwertung technisch nicht möglich oder unzumutbar sind, ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit **beseitigt**. Durch die o.g. Schutzmaßnahmen können die erforderlichen Voraussetzungen für eine Verwertung anfallender Schrot- und Wurfscheibenabfälle geschaffen werden.

Gemäß § 5 Abs. 3 BImSchG gelten die Betreiberpflichten des § 5 Abs. 1 Nr. 1 zweite Alternative und § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG auch als **Nachsorgepflichten** nach der Betriebseinstellung. Dazu gehören ggf. auch Überwachungsmaßnahmen, um die Wirksamkeit der im konkreten Einzelfall festgestellten Maßnahmen zu kontrollieren (vgl. Kap. 7.2.4).

8.4 Forschungsbedarf

Forschungs- und Klärungsbedarf wird in folgenden Bereichen gesehen:

- Systematische bundesweite Bestandsaufnahme bestehender und stillgelegter Schießstände nach einheitlichen Kriterien (z.B. Betriebsalter, jährliche Schußzahl, betroffene Schutzgüter, Standortverhältnisse),
- Untersuchungen zum Langzeitverhalten von abgelagerten Schrotten und Wurfscheibenresten auf bestehenden Schießständen, insbesondere durch Lysimeterversuche oder Säulenversuche in ungestörten Bodenproben,
- Entwicklung von Alternativmaterialien für Bleischrot mit geringeren toxischen Wirkungen bei gleichzeitiger Verträglichkeit mit dem Waffensystem sowie
- Sanierungstechniken (Langzeitwirkung von Erhaltungskalkungen, Phosphat-Düngung zur Verringerung der Blei-Mobilität, mobile Geräte für Sieb- und Trenntechniken, Entwicklung und Erprobung von Materialien für Auffangsysteme z.B. Geotextilien).

9. Literaturverzeichnis

- /1/ Amann, W., Kramer, W. (1987): Schwermetallbelastungen von Wasser, Boden und Bewuchs durch Wurftaubenschießanlagen. Ber. aus dem Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 78. 31-32.
- /2/ Bayerisches Geologisches Landesamt, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1988): Schwermetallbelastungen von Wasser, Boden und Bewuchs durch Wurftaubenschießanlagen. - 28 S., München.
- /3/ Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (1989): Bayern bremst Bleibelastung durch Wurftaubenschießen. Natur und Landschaft, 64, 79.
- /4/ Bundesverband Schießstätten (1997): Untersuchung und Bewertung von Trap- und Skeetschießanlagen. Boden - Grundwasser - Oberflächengewässer. Leitfaden für Betreiber und Behörden. Hrsg.: Bundesverband Schießstätten e.V. 35 S. (Entwurf).
- /5/ Coy, K., Schmid, H. (1987): Schwermetallbelastungen des Bewuchses auf Wurftaubenschießanlagen. Ber. aus dem Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 78. 46-51.
- /6/ Crößmann, G., Fahrenhorst, C., Klöther, G., Renger, M., Simon, J., Weiß, J. (1989): Die Belastung von Böden auf Sportschießplätzen durch Bleischrot und Wurftauben. UBA-Texte 35/89.
- /7/ Deutscher Schützenbund (1995): Richtlinien für die Errichtung, die Abnahme und das Betreiben von Schießständen. "Schießstand Richtlinie". Hrsg.: Deutscher Schützenbund e.V. (DSchB), Wiesbaden.
- /8/ Diranko, W. (1993): Umweltschonendes Verfahren zur Sanierung eines Schießplatzes. Wasser, Luft und Boden, 10/93. 88-90.
- /9/ Fahrenhorst, C. (1993): Retardation und Mobilität von Blei, Antimon und Arsen im Boden am Fallbeispiel von Schrotschießplätzen. Bodenökologie und Bodengenese, Heft 11, 132 S., Berlin.
- /10/ Hahn (1988): Bleibelastung von Boden und Grundwasser durch Wurftaubenschießanlagen. Wasser und Boden, 1/88, 32-36.
- /11/ Lucks, U.J. (1991): Boden- und Grundwasserkontamination durch Bleischrot von Wurfscheibenschießanlagen und Substitutionsmöglichkeiten. Z. Umweltchem. Ökotox. 3. 92-94.
- /12/ Ruppert, H., Fetzer, K.D. (1987): Schwermetallbelastungen von Böden durch Wurftaubenschießanlagen. Ber. aus dem Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 78. 33-45.
- /13/ Umweltbundesamt (1989): Die Belastung von Böden auf Sportschießplätzen durch Bleischrot und Wurftauben. UBA-Texte 35/89.
- /14/ Umweltbundesamt (1991): Belastung der Böden durch Sportschießanlagen. Ergebnisse der Umfrage zu Zahl, Fläche und Nutzungsintensität von Sportschießanlagen.
- /15/ Umweltbundesamt (1994): Empfehlungen zur Beurteilung der Erforderlichkeit von Maßnahmen der Vorsorge und Gefahrenabwehr für belastete Böden auf Sportschießplätzen.
- /16/ Umweltministerium Baden-Württemberg (1995): Schadstoffbelastung der Böden und des Aufwuchses im Bereich von Wurftauben-Schießanlagen. Hrsg.: Umweltministerium Baden-Württemberg. Luft, Boden, Abfall Heft 38. 33 S.
- /17/ Urban, B., Voss, J.H. (1994): Untersuchung und Bewertung von Schwermetallbelastungen in Böden von zivilen Schießplätzen in Niedersachsen. Forschungsprojekt F.A.-Nr. 1992.074. Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur - Arbeitsgruppe Innovative Projekte (AGIP).

- /18/ Voss (1996): Richtlinie für die Umgestaltung und Sanierung von Schrotschußanlagen und ihre gutachterliche Begleitung. Grundlagen der Wiederverwertung und Entsorgung von Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen (Abfall- und Reststoffschlüssel 314 24).

9.1. Vorschriftenverzeichnis

- /19/ BGVV (1997): Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmittelender. Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien (ZEBS). Hrsg.: Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV). Bundesgesundheitsblatt 40. S. 182-184.
- /20/ Bundesregierung (1991): Technische Anleitung zur Lagerung chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen (TA Abfall) vom 12. März 1991. GMBI. Nr. 8, S. 139.
- /21/ Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998. Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 16, S. 501-510.
- /22/ Bundesregierung (1992): Futtermittelverordnung, Neufassung 1992, BGBl, Teil I, S. 1898 ff.
- /23/ Bundesregierung (1992): Klärschlammverordnung vom 15. April 1992. BGBl. I S. 912, letzte Änderung am 6. März 1997. BGBl I Nr. 15 vom 14.03.1997, S. 446..
- /24/ Bundesregierung (1993): Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TA Siedlungsabfall) vom 14. Mai 1993 (BAnz. Nr. 99a vom 29. Mai 1993).
- /25/ Bundesregierung (1997): Verordnung über Höchstmengen an Schadstoffen in Lebensmitteln (Schadstoff-Höchstmengenverordnung - SHmV) vom 23.03.1988, BGBl, Teil I, S. 422 ff., geändert durch Verordnung vom 03.03.1997, BGBl, Teil I, S. 430.
- /26/ Bundesregierung (1998): Verordnung zur Durchführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Bodenschutz- und Altlastenverordnung). Entwurf vom 10. September 1998.
- /27/ DIN 19730: Bodenbeschaffenheit - Extraktion von Spurenelementen mit Ammoniumnitratlösung. 1997.
- /28/ DIN 19731: Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial vom Mai 1998.
- /29/ DIN V 19735: Bodenbeschaffenheit - Ableitung von Elementkonzentrationen im Bodenwasser aus ammoniumnitratextrahierbaren Gehalten oder Eluatgehalten Entwurf vom April 1997.
- /30/ DIN V 19736: Bodenbeschaffenheit - Ableitung von Konzentrationen organischer Stoffe im Bodenwasser Entwurf vom April 1997.
- /31/ DIN 38402 Teil 12: Probennahme aus stehenden Gewässern (A12) vom Juni 1985.
- /32/ DIN 38402 Teil 13: Probennahme aus Grundwasserleitern (A 13) vom Dezember 1985.
- /33/ DIN 38402 Teil 15: Probennahme aus Fließgewässern (A15) vom Juli 1986.
- /34/ DIN 38414 Teil 4: Schlamm und Sedimente (Gruppe S), Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (Oktober 1984).
- /35/ DIN 38414 Teil 11 Probennahme von Sedimenten (S11) vom August 1987.
- /36/ DIN ISO 11466: Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente vom Juni 1997.
- /37/ DIN EN ISO 25667 Teil 2: Anleitung zur Probennahmetechnik vom Juli 1993.
- /38/ DIN EN ISO 25667 Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben vom April 1996.
- /39/ DVGW (1988): Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen. Hrsg.: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW). Merkblatt W 121.
- /40/ DVGW (1990): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrlöchern und Brunnen zur Erschließung von Grundwasser. DVGW-Merkblatt W 110.

-
- /41/ DVGW (1995): Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung. DVGW-Merkblatt W 111 - Entwurf vom August 1995.
 - /42/ DVGW (1996): Eignung von Fließgewässern für die Trinkwassergewinnung. DVGW-Merkblatt W 251.
 - /43/ DVWK (1990): Einflüsse von Meßstellenausbau und Pumpenmaterialien auf die Beschaffenheit einer Wasserprobe. DVWK-Merkblatt MI 20.
 - /44/ DVWK (1992): Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben. DVWK-Regelwerke 128.
 - /45/ DVWK (1997): Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermeßstellen. DVWK-Merkblatt 245.
 - /46/ LAB (1996): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen als Versatz unter Tage - Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Abfällen als Versatz des Länderausschusses Bergbau. Stand: Oktober 1996.
 - /47/ LAB (1998): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Abfällen im Bergbau über Tage - Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Abfällen im Bergbau über Tage des Länderausschusses Bergbau. Entwurf vom Januar 1998.
 - /48/ LABO (1996): Anforderungen an die Verwertung von kultivierbarem Bodenmaterial - Technische Regeln. Stand: Juli 1996.
 - /49/ LABO (1997): Eckpunkte zur Gefahrenbeurteilung des Wirkungspfad des Bodenverunreinigungen/ Altlasten - Pflanze. Bericht der ad-hoc-AG Schwermetalltransfer Boden-Pflanze des LABO-AK Bodenbelastung. Stand: August 1997.
 - /50/ LAGA (1995): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln. Stand: September 1995. Erich-Schmidt-Verlag Berlin.
 - /51/ LAGA (1998): Arbeitsblatt für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich. Teil A: Herstellung und Untersuchung von wässrigen Eluat. EW 98 S. Stand: 15.01.1998.
 - /52/ LAI (1995): Vermeidung und Verwertung von Reststoffen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG. Musterverwaltungsvorschriften des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI). Erich-Schmidt-Verlag Berlin.
 - /53/ LAI (1997): Allgemeine Musterverwaltungsvorschrift zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen. LAI-Beschluß der 92. Sitzung. (Veröffentlichung in Vorbereitung).
 - /54/ LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NRW (1991): Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 6: Mobilisierung von Schwermetallen in Porenwässern von belasteten Böden und Deponien: Entwicklung eines aussagefähigen Elutionsverfahrens
 - /55/ LAWA (1993): Richtlinie für Beobachtung und Auswertung, Teil 3: Grundwasserbeschaffenheit.
 - /56/ LAWA (1997): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden. Stand Juli 1997.
 - /57/ LAWA (1997): Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. LAWA-AK "Zielvorgaben". Stand: Juni 1997.
 - /58/ LAWA/ LABO/ LAGA (1998): Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/ Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser. Stand: 17.06.1998.

Anhänge zu Kapitel 5

Anhang 5.1 Typisierung und Ermittlung der Bearbeitungspriorität von Schießständen

1 Typisierung

Für eine Typisierung sind gezielte Informationsbeschaffungen erforderlich, die Auskunft geben über

- die Standortcharakteristik,
- die Anlagencharakteristik sowie
- die Nutzungsintensität

des jeweiligen Schießstandes. Mit diesen Informationen ist eine Typisierung der Schießstände möglich, die es erlaubt, Bearbeitungsprioritäten zu ermitteln.

1.1 Standortcharakteristik

In der Standortcharakteristik werden die Untergrundverhältnisse sowie die aktuellen Nutzungen hinsichtlich der betroffenen Schutzgüter im Bereich des Schießstandes selbst und in ihrem Umfeld erfaßt.

1.1.1 Untergrundverhältnisse

Die Untergrundverhältnisse umfassen

- den Bodenaufbau,
- die Bodenbeschaffenheit (z. B. Kalk-Gehalt, pH-Wert),
- die hydrogeologische Situation (z. B. Grundwasserflurabstand, Fließverhältnisse, Anzahl der Grundwasserstockwerke, hydraulische Parameter, k_f -Werte).

Bodenart und -beschaffenheit besitzen wesentlichen Einfluß auf das Korrosionsverhalten von Schrotkugeln, Einzelgeschossen bzw. deren Bruchstücke und Reste und damit auch auf die Mobilität der Legierungsbestandteile im Boden.

Beeinträchtigungen des Grundwassers sind von der hydrogeologischen Situation abhängig.

1.1.2 Nutzung

Unter dem Begriff Nutzung sind sensible Nutzungen auf oder im Umfeld des Schießstandes zu verstehen. Hierzu gehören

- die Lage in Wasserschutz- oder Trinkwassereinzugsgebieten,
- Nutzung von Gewässern zur Fischzucht,
- landwirtschaftliche Nutzung,

- gärtnerische Nutzung.

Der Nutzungsaspekt berücksichtigt die Auswirkungen auf die durch den Betrieb eines Schießstandes potentiell betroffenen Schutzgüter.

1.2 Nutzungsintensität

Die Nutzungsintensität eines Schießstandes ist festgelegt durch

- die Betriebsdauer sowie
- die jährliche Schußzahl,

wobei die Anlagencharakteristik berücksichtigt werden muß.

2 Festlegung der Bearbeitungspriorität

Die Festlegung der Bearbeitungspriorität orientiert sich an den in den Abschnitten 1.1 bis 1.2 erwähnten Charakteristika. Im nachfolgend dargestellten Priorisierungsschema (Tab. 1, Seite 75) sind diejenigen Faktoren berücksichtigt, die die Dringlichkeit einer Untersuchung erhöhen.

Dies sind Faktoren, die geeignet sind,

- die Gefährdung der Schutzgüter "Wasser" und/oder "menschliche Gesundheit" zu erhöhen (z. B. Lage im Trinkwasserschutzgebiet, landwirtschaftliche Nutzung auf dem Schießstand oder angrenzend),
- die Mobilität der durch den Schießbetrieb in den Boden eingetragenen Schadstoffe zu steigern (z. B. ungünstige hydrogeologische Verhältnisse, niedriger Boden-pH),
- lokal hohe Belastungen mit Schrot- oder Kugelresten zu verursachen (z. B. Rollhase, Kipphase, Auskämmwirkung von Bäumen) oder
- Anlaß zur Besorgnis einer hohen flächenhaften Belastung zu geben (z. B. hohe Nutzungsintensität).

Die Bestimmung der Bearbeitungspriorität erfolgt nach der Formel:

Bearbeitungspriorität = 4 - N

wobei N die Zahl der Kreuze in der letzten Tabellenspalte ist.

Unabhängig hiervon führt ein Kreuz in den grau hinterlegten Feldern 1.1 (Lage in sensibel genutzten Bereichen; Trinkwasserschutzgebiet, Trinkwassereinzugsgebiet etc.) und/oder 3.1 (erhöhte Nutzungsintensität) immer zur Einstufung in die höchste Bearbeitungspriorität 1.

Tab. 1: Ermittlung der Bearbeitungspriorität von Schießständen

1 Standortcharakteristik			
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Trinkwasserschutzgebiet • Trinkwassereinzugsgebiet • Oberflächengewässer • Landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung • Freizeitanlage • Überschwemmungsgebiet 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Ungünstige hydrogeologische Verhältnisse (geringer Grundwasserflurabstand; durchlässiger Untergrund) • Carbonatfreie Böden • seltene und wertvolle Böden • niedriger pH-Wert des Bodens (< 4,5) • Naturschutzgebiet • Landschaftsschutzgebiet • Nationalpark • Naturpark • Kartiertes Biotop • Bann- oder Schutzwald • dichter Baumbestand (Auskämmwirkung) auf der Anlage 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Anlagencharakteristik			
2.1	Schrotschußanlage <ul style="list-style-type: none"> • Kombiniertes Trap-Skeet-Stand oder mehrere, räumlich getrennte Wurfstände • Jagdparcours • Rollhase • Kipphase • Verwendung PAK- und/oder cadmiumhaltiger Wurfscheiben 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Nutzungsintensität			
3.1	<ul style="list-style-type: none"> • Schußzahl pro Jahr > 100.000 • Betriebsdauer > 20 Jahre 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.2	<ul style="list-style-type: none"> • Schußzahl pro Jahr > 10.000 • Betriebsdauer > 10 Jahre und < 20 Jahre • Keine Angaben zur Schußzahl verfügbar • Keine Angaben zur Betriebsdauer verfügbar 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bearbeitungspriorität* = 4 - N		

Ein Kreuz in der dritten Spalte bedingt ein Kreuz in der dazugehörigen letzten Tabellenspalte.

* Ein Kreuz in den grau hinterlegten Feldern führt immer zur Bearbeitungspriorität 1.

Die Untersuchungsprioritäten haben folgende Bedeutung:

Eine (orientierende) Untersuchung bei stillgelegten Anlagen oder das Minimalprogramm bei noch im Betrieb befindlichen Anlagen ist bei:

- **Bearbeitungspriorität 1** kurzfristig durchzuführen (Zeitraum ca. < 2 Jahre)
- **Bearbeitungspriorität 2** mittelfristig anzustreben (Zeitraum ca. 2 - 5 Jahre)
- **Bearbeitungspriorität 3** langfristig anzustreben (Zeitraum ca. 5 - 10 Jahre)

Bei **Bearbeitungspriorität 4** sind auf absehbare Zeit keine Untersuchungen erforderlich.

Die genauen Zeiträume bis zur Untersuchung sind im Einvernehmen mit den zuständigen Wasserwirtschafts- und Kreisverwaltungsbehörden festzulegen.

Die **Bearbeitungspriorität ?** wird Anlagen zugeordnet, bei denen die Datenlage für die Bestimmung einer eindeutigen Bearbeitungspriorität nicht ausreichend ist, z.B. bei unbekannter Betriebsdauer und/ oder Schußzahlen.

Bereits untersuchte Anlagen werden in die **Bearbeitungspriorität U** eingeordnet. Für diesen Schießstand ist das weitere Vorgehen aufgrund der Untersuchungsergebnisse von der Kreisverwaltungsbehörde ggf. in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Landeszentralbehörden festzulegen. Die Priorität U ist somit nicht mit einer Aussage über die Dringlichkeit weiterer Maßnahmen verknüpft.

Sanierte Schießstände erhalten die **Priorität S**.

Anhang 5.2 Graphische Darstellungen zur Erläuterung der Probennahmestrategie auf Schießständen (Vorschläge)

Festlegung der Probennahmepunkte bei Schießständen

- **Trap-Anlagen**, Öffnungswinkel des Kissegments 80° (s. Abb. 1)
 - drei Probennahmepunkte entlang der Hauptschußrichtung (im Normalfall Winkelhalbierende des Kissegments) in ca. 90 - 120 m, 120 - 150 m und 150 - 180 m Entfernung vom Schießstand
 - ein Probennahmepunkt in ca. 210 m Entfernung entlang der Hauptschußrichtung zur Entnahme einer Rückstellprobe
 - je drei Probennahmepunkte auf den Winkelhalbierenden der beiden Halbwinkel des Kissegments (Abstände vom Schießstand ca. 90 -120 m, 120 -150 m und 150 - 180 m)
 - ein Probennahmepunkt in einem Bereich, in dem kein Schroteintrag stattgefunden haben kann (Referenzprobe).

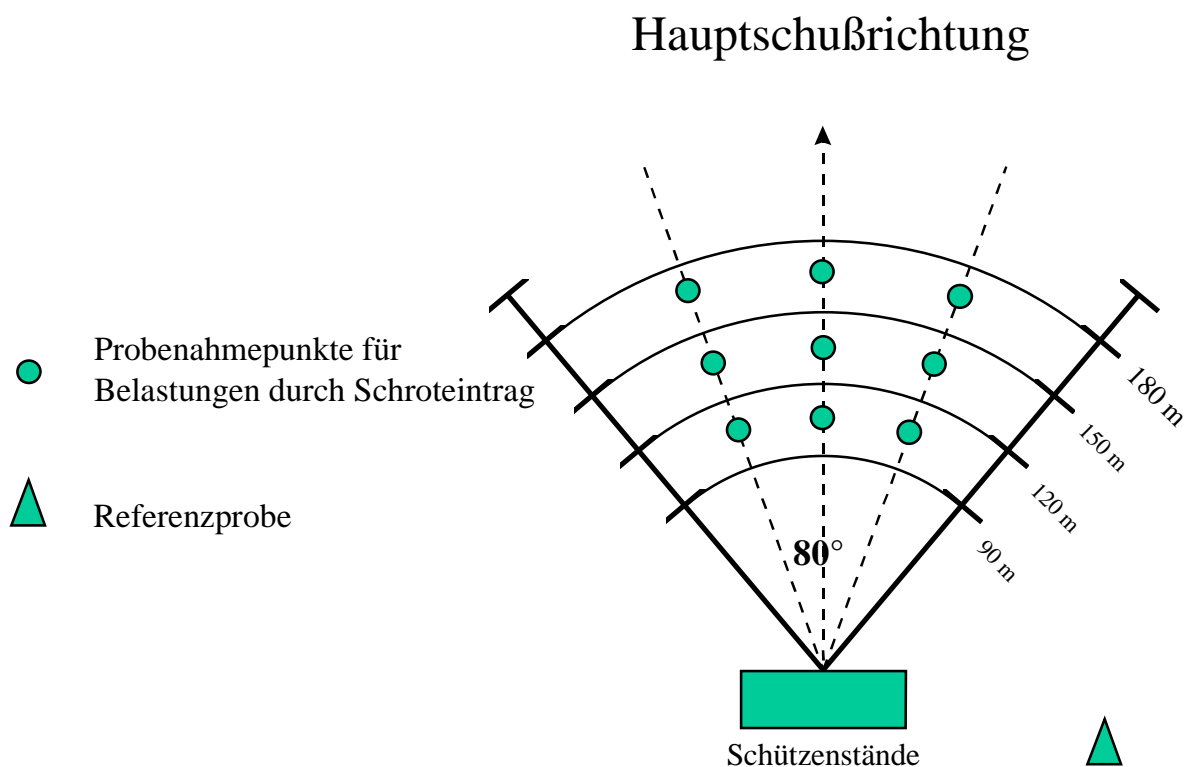


Abb. 1: Beispielhaft dargestellte Lage der Probennahmepunkte auf Trap-Anlagen

- **Skeet-Anlagen**, Öffnungswinkel des Kissegments 150° (s. Abb. 2) Da bei Skeet-Anlagen der Öffnungswinkel des Kissegmentes deutlich größer ist als bei Trap-Anlagen, muß die Festlegung der Probennahmepunkte hier entsprechend modifiziert werden.
 - drei Probennahmepunkte entlang der Winkelhalbierenden des Kissegments in ca. 90 - 120 m, 120 - 150 m und 150 - 180 m Entfernung vom Schießstand

- ein Probenahmepunkt in ca. 210 m Entfernung entlang der Hauptschußrichtung zur Entnahme einer Rückstellprobe
- je drei Probenahmepunkte auf den Drittelungslinien (jeweils $\pm 25^\circ$ bzw. $\pm 50^\circ$ von der Winkelhalbierenden des Kreissegments) der beiden Halbwinkel des Kreissegments (Abstände vom Schießstand ca. 90 - 120 m, 120 - 150 m und 150 - 180 m)
- ein Probenahmepunkt in einem Bereich, in dem kein Schroteintrag stattgefunden haben kann (Referenzprobe).

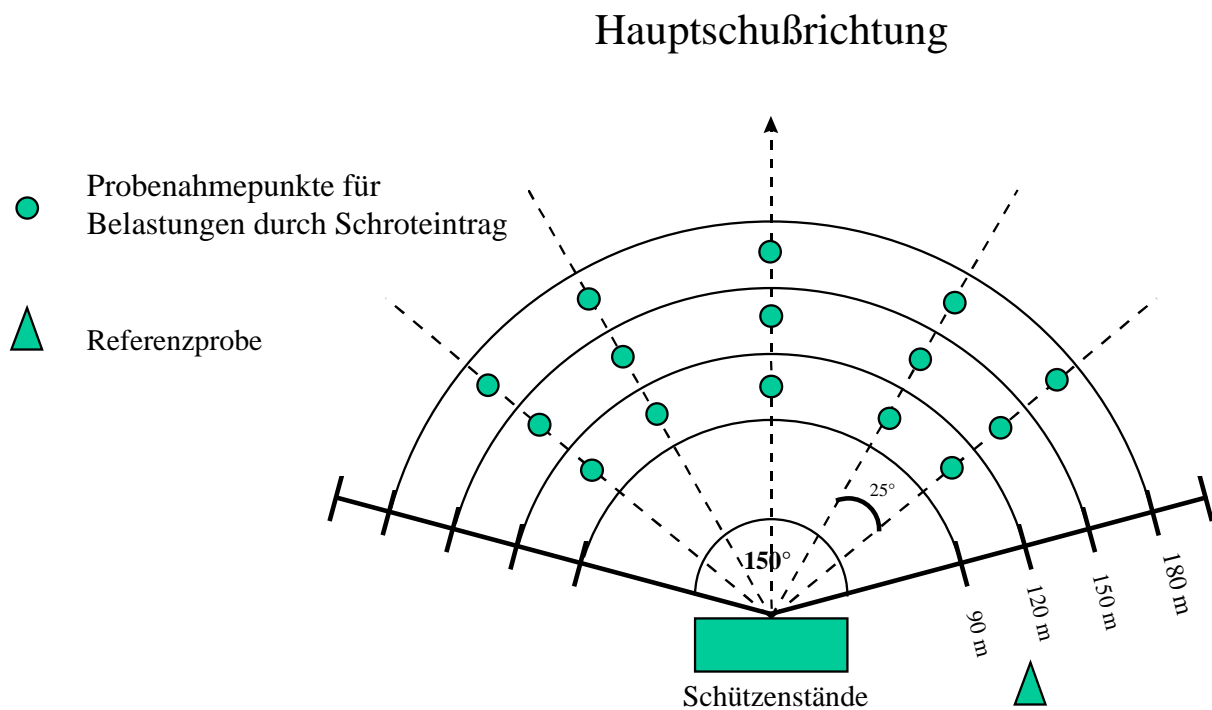


Abb. 2: Beispielhaft dargestellte Lage der Probenahmepunkte auf Skeet-Anlagen

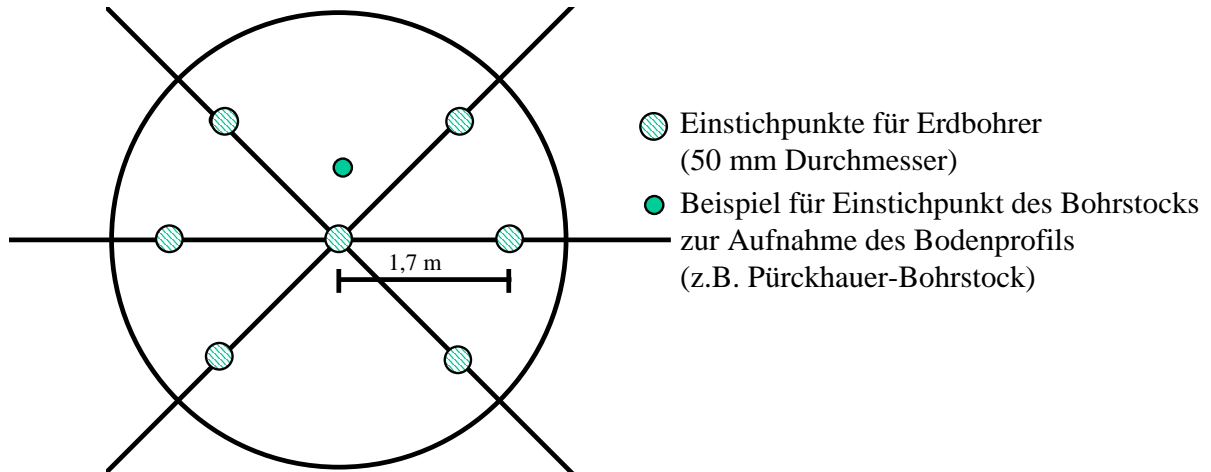


Abb. 3: Beispielhaft dargestellte Lage der Einstichpunkte zur Entnahme der Flächenmischproben

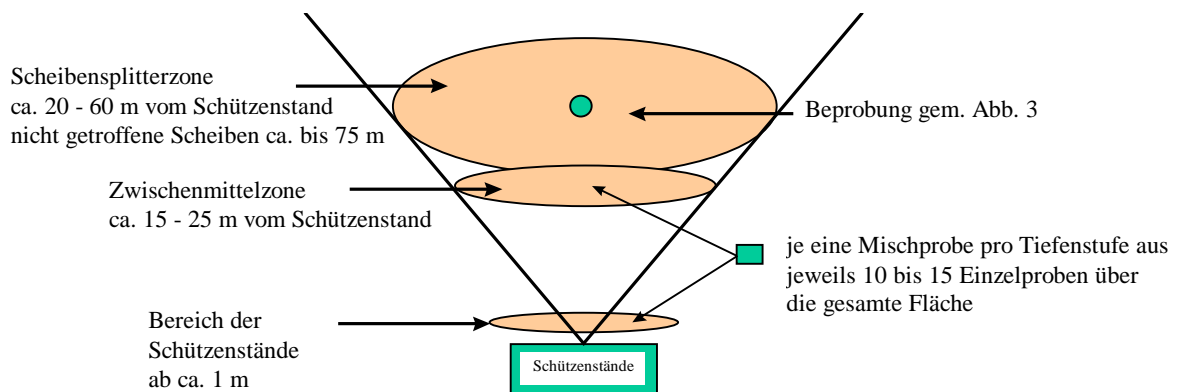


Abb. 4: Schematische Darstellung der Untersuchung vom Bereich der Schützenstände sowie Zwischenmittel- und Wurfscheibensplitterzone

Beprobungsmodus

Untersuchungsmodus

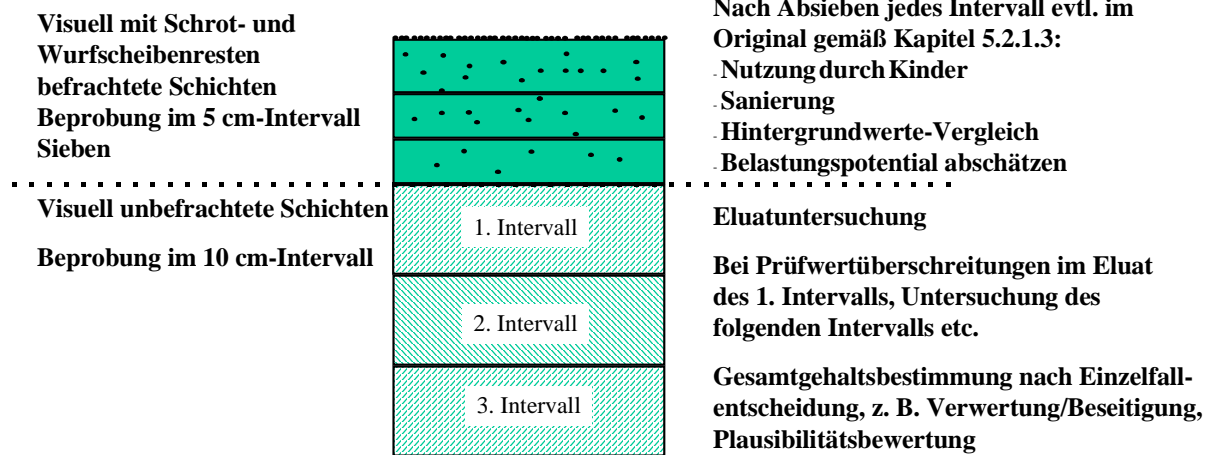


Abb. 5: Beprobungs- und Untersuchungsmodus für den Niederschlagsbereich der Bleischrote und die Wurfscheibensplitterzone

Beprobungsmodus

Untersuchungsmodus

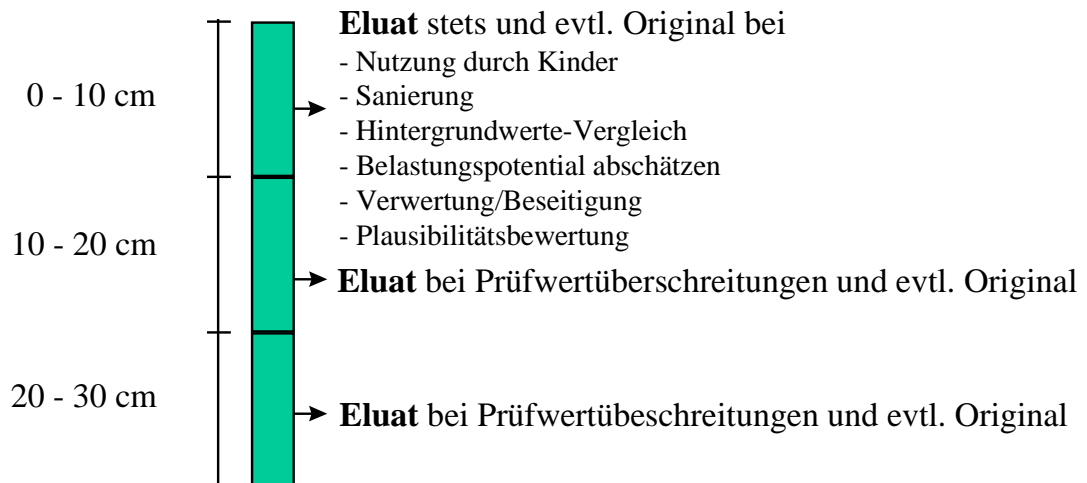
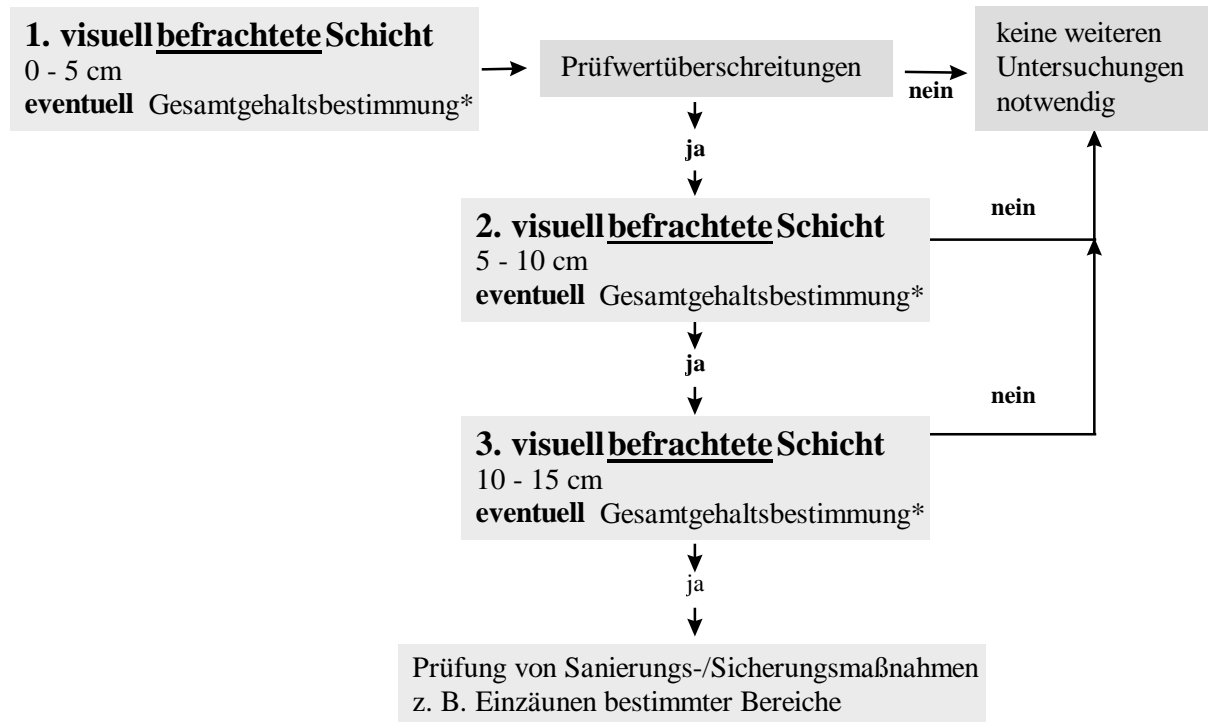


Abb. 6: Beprobungs- und Untersuchungsmodus für den Bereich der Schützenstände und die Zwischenmittelzone

1. Schritt:
**Sieben in 5 cm-Intervallen mit 1, 2 und 4 mm-Sieben
 in allen Tiefenstufen!:**

- > Massebestimmung Schrot/Wurfscheiben
- > Massebestimmung Boden_{lufttrocken}



- * siehe Kapitel 5.2.1.3:
- Nutzung durch Kinder
 - Sanierung
 - Hintergrundwerte-Vergleich
 - Belastungspotential abschätzen

Abb. 7: Gestaffelte Analysenstrategie der visuell befrachteten Schichten
 (siehe Kapitel 5.2.1.3 und Anhang 5.4, Pkt. 5 und 6)

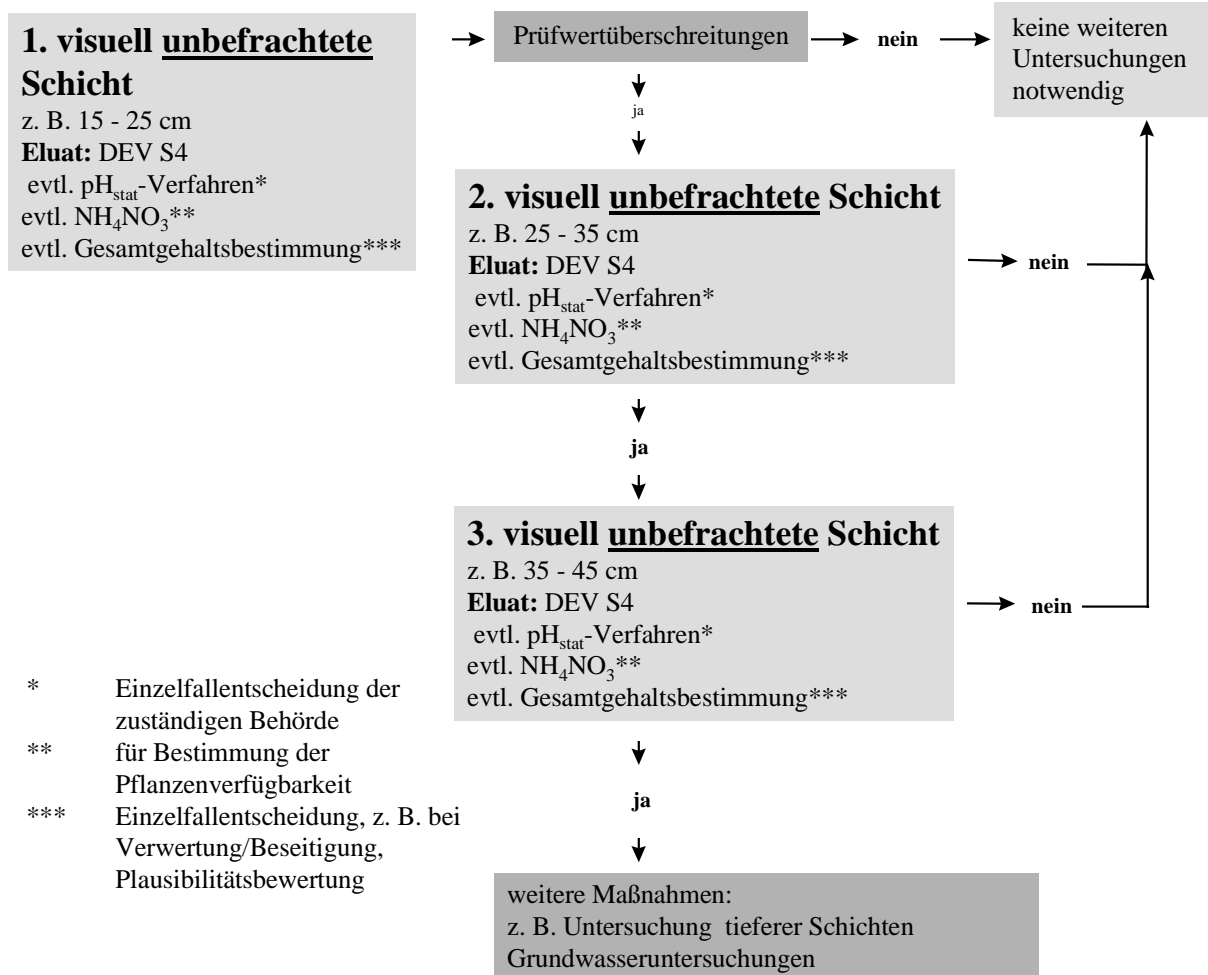


Abb. 8: Gestaffelte Analysenstrategie der visuell unfrachteten Schichten (siehe Kapitel 5.2.1.3 und Anhang 5.4, Pkt. 5 und 6)

Anhang 5.3 Minimalprogramm für die Untersuchung von Schießständen - Vorschläge -

Vorbemerkung

Auch beim Minimalprogramm sind die Vorgaben zur Probennahme und zur Analytik aus Kap. 5 zu beachten.

1. Ortseinsicht und Beprobung

- Intensive Ortsbegehung mit Spatenprobe (visuelle Untersuchung einer ca. 10 cm tief ausgestochenen Bodenschicht) in 10 m-Abständen zur Bestimmung der Hauptaufreffbereiche der Bleischrote in den Richtungen mittig zum Schießstand und in ca. 25° (bei Trap) bzw. 35°-Winkeln (bei Skeet) zur Mitte (vgl. Abb. 9 und 10).
- Visuelle Bestimmung der Hauptaufreffbereiche für Wurfscheibenreste.
- Beprobung der Hauptaufreffbereiche für Bleischrote und Wurfscheibenreste an den Probennahmepunkten, die beispielhaft in Abb. 9 und 10 für Trap- und Skeet-Anlagen dargestellt sind, bis in 50 cm Tiefe. Der Durchmesser des Bohrstocks sollte mindestens 50 mm betragen (vgl. Kap. 5.2.1.2).
- Entnahme der Proben in 5 cm-Tiefenschichten in den visuell befrachteten Schichten und in 10 cm-Tiefenschichten bei den visuell unbefrachteten Schichten (vgl. Abb. 11). Hierbei sind an jedem Probennahmepunkt auf einer Kreisfläche von ca. 20 m² (Radius 2,5 m) etwa sieben Einstiche durchzuführen. Die Einzelproben werden schichtweise vereinigt (vgl. Kap. 5.2.1.2).
Sollten bis in einen Tiefenbereich von 50 cm Prüfwertüberschreitungen festzustellen sein, so ist in einer Detailuntersuchung gemäß Kapitel 5 solange in 20 cm-Intervallen in die Tiefe zu beproben und stufenweise zu analysieren, bis die Eluatwerte die Prüfwerte unterschreiten. In diesen Fällen kann insbesondere bei hohen Grundwasserständen die Errichtung von Grundwassermeßstellen notwendig sein.
- Aufnahme des Bodenprofils bis 1 m Tiefe mittels Bohrstock im Bereich der jeweiligen Probennahmestelle (siehe Anhang 5.2, Abb. 3).
- Entnahme einer Referenzprobe (siehe Abb. 9 und 10) aus dem obersten Horizont in einer Tiefe von 0-5 cm, maximal 0-10 cm.
- Bei Beeinflussung einer Landwirtschaftlichen Nutzung Entnahme einer weiteren Probe aus dem Bearbeitungshorizont (=Ap-Horizont) (siehe Kap. 5.2.1.2).

Hauptschußrichtung

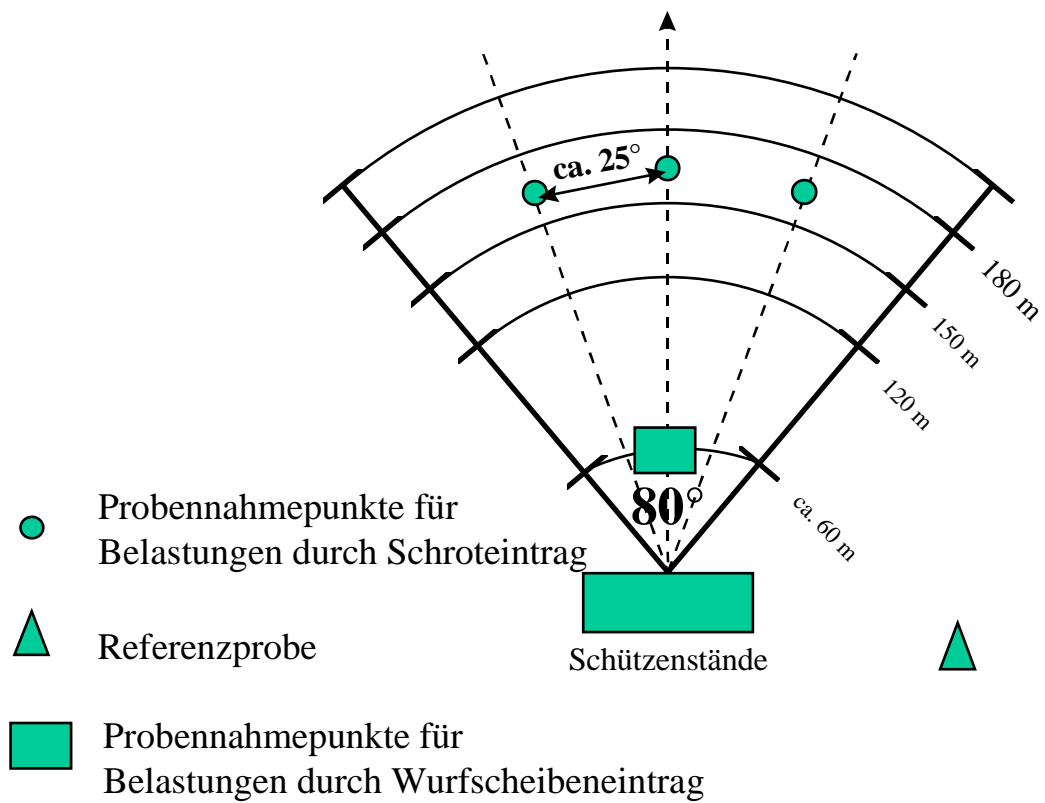


Abb. 9: Beispielhaft dargestellte Lage der Probennahmepunkte des Minimalprogramms auf Trap-Anlagen (die genaue Festlegung der Probennahmepunkte erfolgt durch Ortsbegehung und ggf. Spatenprobe)

Hauptschußrichtung

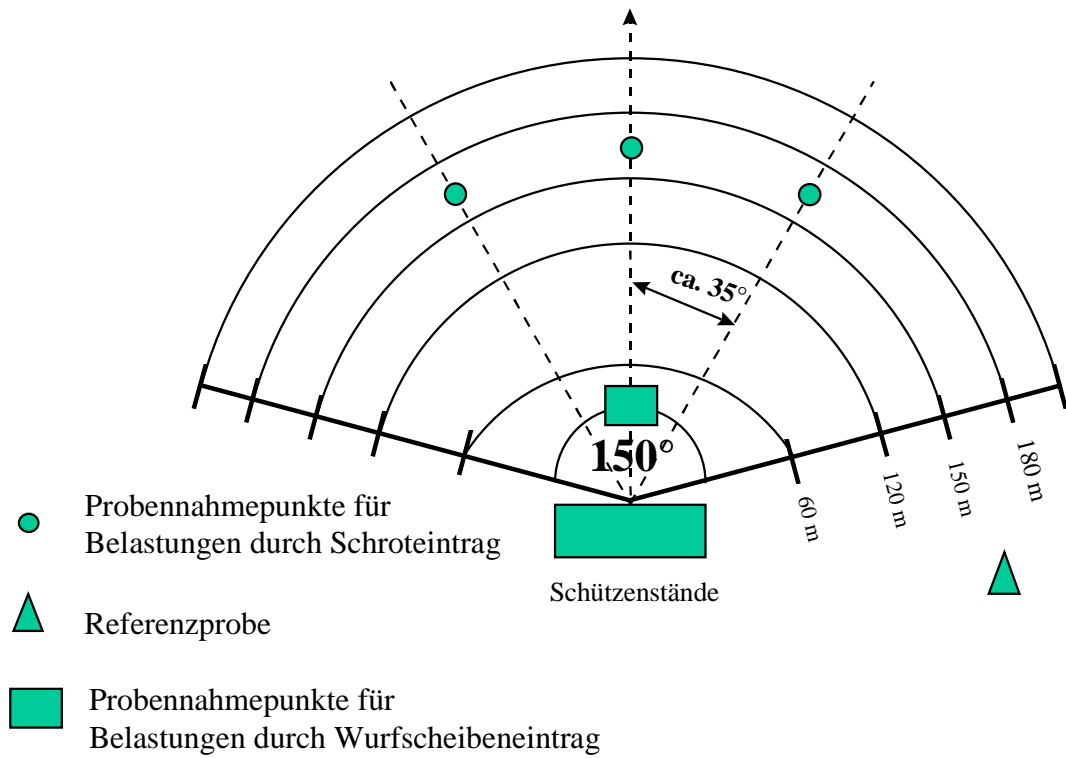


Abb. 10: Beispielhaft dargestellte Lage der Probennahmepunkte des Minimalprogramms auf Skeet-Anlagen (die genaue Festlegung der Probennahmepunkte erfolgt durch Ortsbegehung und ggf. Spatenprobe)

2. Analytik

Die Untersuchungen sind nach den in Kap. 5.2.1.3 genannten Methoden vorzunehmen und zu dokumentieren.

Hauptauftrittsbereiche des Bleischrotens (nach Absieben):

Analytik des ersten 0-5 cm-Intervalls im Original (entsprechend den Kriterien nach Kap. 5.2.1.3):

- Pb, Sb, As, CaCO₃.

Analytik der ersten visuell unbefruchteten Schicht (10 cm-Intervall) im Eluat (vgl. Abb. 11):

- Pb, Sb, As, pH-Wert, TOC, Leitfähigkeit, Färbung, Trübung, Geruch.

Hauptauftrittsbereiche der Wurfscheibenreste (nach Absieben):

Analytik des ersten 0-5 cm-Intervalls im Original (entsprechend den Kriterien nach Kap. 5.2.1.3):

- Pb, Sb, As, PAK, CaCO₃.

Analytik der ersten visuell unbefruchteten Schicht (10 cm-Intervall) im Eluat (vgl. Abb. 11):

- Pb, Sb, As, pH-Wert, TOC, Leitfähigkeit, Färbung, Trübung, Geruch. Für PAK sind die Gehalte im Original der Bewertung zugrunde zu legen.

Referenzprobe:

Analytik im Original und Eluat:

- Pb, Sb, As,
- im Original zusätzlich auf CaCO₃,
- im Eluat zusätzlich auf pH-Wert, TOC, Leitfähigkeit, Färbung, Trübung, Geruch.

3. Siebung

Massenbestimmung des Schrotens bzw. der Wurfscheibenreste in den ersten beiden 5 cm-Intervallen der visuell befruchteten Schichten durch Siebung.

4. Rückstellproben

Aufbewahrung der analytisch nicht untersuchten Proben (vgl. Abb. 11) als Rückstellproben.

5. Untersuchungsbericht

Es ist ein Untersuchungsbericht mit Beschreibung der Ergebnisse der Ortsbegehung (z.B. sensorische Befunde), der Probennahme, Probenvorbereitung und Analytik, der Bewertung für die verschiedenen Schutzgüter sowie der weiteren evtl. notwendigen Maßnahmen zu erstellen. Der Untersuchungsbericht muß auch Angaben zur Anlagenart, Betriebsdauer, Nutzungsintensität sowie evtl. beeinflussten Nutzungen (z.B. Landwirtschaft) enthalten.

Ferner sind vorhandene Informationen zu hydrogeologischen, geologischen und bodenkundlichen Standortbedingungen in das Gutachten aufzunehmen.

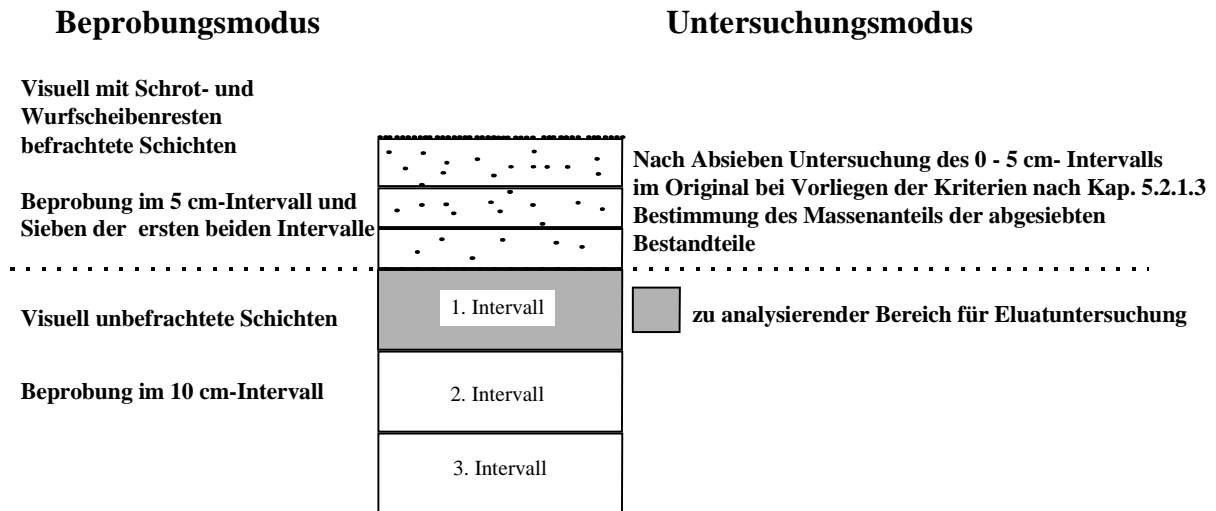


Abb. 11: Beprobungs- und Untersuchungsmodus des Minimalprogramms für den Niederschlagsbereich der Bleischrote und die Wurfscheibensplitterzone

Anhang 5.4 Anforderungen an Untersuchungsberichte von Schießständen (Vorschläge)

1 Betreiberdaten

1.1 Zuständige Kreisverwaltungsbehörde

1.2 Derzeitiger oder letzter Betreiber des Schießstandes

1.3 Angaben zur Art und Ausstattung des Schießstandes

2 Anlagendaten des Wurfscheibenschießstandes

2.1 Lagebeschreibung (geographische Beschreibung der Anlage und des Umfeldes)

2.2 Übersichtslageplan (Topographische Karte Maßstab 1 : 25.000)

2.3 Maßstabsgetreuer Detaillageplan im Maßstab 1 : 1.000 mit Eintragung aller Anlagenkomponenten sowie Darstellung der durch Schießstände und

Wurfmaschinen überstrichenen Kreissegmente der Anlage mit Angabe der jeweiligen hauptsächlichen Schuß- bzw. Wurfrichtung(en)

2.4 Betriebsdaten (Betriebsdauer, Schußzahlen, Art der Munition)

3 Geologie, bodenkundlicher Aufbau und Hydrogeologie des Standortes

3.1 Bodenprofil bis 1 m Tiefe

3.1.1 Schichtenverzeichnis gemäß DIN 4022

3.1.2 Profildarstellungen gemäß DIN 4023

3.2 Grundwasserflurabstand und -fließrichtung

3.3 Grundwassermeßstellen (Lage und Ausbau)

4 Darstellung der Beprobungsstrategie (Kennzeichnung als orientierende Untersuchung oder Detailuntersuchung)

4.1 Erstellung eines Beprobungsplans anhand der im Lageplan (Pkt. 2.3) eingetragenen Kreissegmente der Schieß- und Wurfstände

4.2 Festlegung der Probennahmepunkte zur Ermittlung der Belastungen durch Wurfscheibeneintrag anhand sichtbarer Wurfscheibenreste (Ortsbegehung!). Die Probennahmepunkte sind für jeden vorhandenen Wurfstand separat festzulegen.

4.2.1 Je Wurfstand ein Probennahmepunkt im Hauptaufreffbereich der Wurfscheibenscherben ca. 20-60 m vom Wurfstand

4.2.2 Je Wurfstand ein Probennahmepunkt im Hauptaufreffbereich der nicht getroffenen Wurfscheiben ca. 60-75 m vom Wurfstand

4.3 Festlegung der Probennahmepunkte zur Ermittlung des Schroteintrags (alle Entfernungsangaben sind Anhaltswerte; die exakte Festlegung der Entfernungen ist abhängig von der Geländemorphologie und im Rahmen einer Ortsbegehung vorzunehmen)

4.3.1 Trap-Anlagen (Kreissegmentwinkel 80°)

4.3.1.1 Drei Probennahmepunkte entlang der Hauptschußrichtung des jeweiligen Kreissegments (Abstände vom Schießstand ca. 90-120 m, 120-150 m und 150-180 m und evtl. weiter in 30 m-Abständen bis zum unbelasteten Bereich)

4.3.1.2 Ein Probennahmepunkt in ca. 210 m Entfernung vom Schießstand in Hauptschießrichtung zur Entnahme einer Rückstellprobe

4.3.1.3 Je drei Probennahmepunkte auf den Winkelhalbierenden der beiden Halbwinkel des jeweiligen Kreissegments (Abstände vom Schießstand ca. 90-120 m, 120-150 m und 150-180 m). Evtl. müssen in weiteren 20°-Abständen Proben bis jeweils in den unbelasteten Bereich entnommen werden. Auch in Längsrichtung ist im Einzelfall evtl. in 30 m-Abständen bis in den unbelasteten Bereich zu beproben.

4.3.1.4 Ein Probennahmepunkt in einem Bereich, in dem kein Schroteintrag stattfinden konnte (Referenzprobe)

4.3.2 Skeet-Anlagen (Kreissegmentwinkel 150°)

4.3.2.1 Drei Probennahmepunkte entlang der Winkelhalbierenden des Kreissegments (Abstände vom Schießstand ca. 90-120 m, 120-150 m und 150-180 m)

4.3.2.2 Je drei Probennahmepunkte auf den Drittelungslinien (jeweils $\pm 25^\circ$ bzw. $\pm 50^\circ$ von der Winkelhalbierenden des Kreissegments) der beiden Halbwinkel des Kreissegments (Abstände vom Schießstand ca. 90 - 120 m, 120 - 150 m und 150 - 180 m). Evtl. müssen in weiteren 25°-Abständen Proben bis jeweils in den unbelasteten Bereich entnommen werden. Auch in Längsrichtung ist im Einzelfall in 30 m-Abständen bis in den unbelasteten Bereich zu beproben.

4.3.2.3 Ein Probennahmepunkt in einem Bereich, in dem kein Schroteintrag stattgefunden haben kann (Referenzprobe)

4.4 Entnahme der Bodenproben im Niederschlagsbereich der Bleischrote und in der Wurfscheibensplitterzone

4.4.1 Je Probennahmepunkt sieben Einstiche mit einem Bohrstock (\varnothing 50 mm) zur repräsentativen Probennahme aus einer Fläche von ca. 20 m² (ein Einstich + sechs kreisförmig dazu angeordnete Einstiche in 1,7 m Entfernung)

4.4.2 Je Probennahmepunkt Erstellung von Mischproben aus den gewonnenen Bodenproben (Entnahmetiefe von 0 - 5 cm ohne organische Auflage!)

4.4.2.1 Je 5 cm-Intervall eine Mischprobe aus den Einzeleinstichen aus der visuell schrot-/wurfscheibenbelasteten Schicht (ca. 1 kg)

4.4.2.2 Aus den unterhalb der visuell schrot-/wurfscheibenbelasteten Schicht folgenden drei 10 cm-Intervallen je eine Mischprobe aus den Einzeleinstichen (je ca. 2 kg)

4.4.3 Nutzungsabhängige Probennahme bei Waldböden

4.4.3.1 Probennahme mittels Stechrahmen (25 cm x 25 cm)

4.4.3.2 Vorsichtiges Abheben der organischen Auflage einschließlich der darin enthaltenen Schrotkugeln z. B. durch waagrechtes Einschieben einer Stahlplatte

4.4.3.3 Horizontierung des darunter liegenden Bodens gemäß Pkt. 4.4.2

4.4.4 Nutzungsabhängige Probennahme bei landwirtschaftlich genutzten Böden

4.4.4.1 Eine Mischprobe gemäß Pkt. 4.4.1 über die gesamte Bearbeitungstiefe (Pflugtiefe)

4.4.4.2 Eine Rückstellprobe aus den nächsten 10 cm unterhalb der Pflugtiefe

4.5 Entnahme der Bodenproben im Bereich der Schießstände und in der Zwischenmittelzone

4.5.1 Eine Mischprobe aus 10 bis 15 Einzelproben (tiefenhorizontiert in 10 cm-Intervallen) aus dem gesamten Bereich der Schützenstände

4.5.2 Eine Mischprobe aus 10 bis 15 Einzelproben (tiefenhorizontiert in 10 cm-Intervallen) aus der gesamten Zwischenmittelzone

4.6 Sedimentbeprobung aus Gewässern, die durch Schrot- bzw. Wurfscheibeneintrag beeinflusst sind

4.7 Probennahme aus vorhandenen Grundwassermeßstellen

4.8 Beprobung von Feuchtgebieten und Entwässerungsgräben

5 Vorbereitung und chemische Untersuchung der Bodenproben

5.1 Siebung der Original-Bodenmischproben mit geeigneter Maschenweite; ggf. Bestimmung der Stoffgehalte im Feinkornanteil aus den schrot-/wurfscheibenbefruchteten Schichten (siehe hierzu Kap. 5.2.1.3)

5.1.1 Mechanisches Aussieben von Schrotkugeln und -resten bzw. Wurfscheibenresten zur eventuellen Bestimmung der Stoffgehalte aus dem Feinkornanteil der lufttrockenen Bodenproben

5.1.1.1 Zu bestimmende Parameter zur Ermittlung der Belastung durch Schroteintrag im Feinkornanteil nach Siebung mit geeigneter Maschenweite

- Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel
- pH-Wert
- CaCO₃-Gehalt
- TOC

5.1.1.2 Zu bestimmende Parameter zur Ermittlung der Belastung durch (Schrot- und) Wurf-scheibeneintrag im Feinkornanteil nach Siebung mit geeigneter Maschenweite.

- Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel
- Chrom, Cadmium
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA)
- pH-Wert
- CaCO₃-Gehalt
- TOC

5.1.2 Bestimmung des Masseanteils der abgeseibten Schrotkugeln und -reste bzw. Wurfscheibenreste der jeweiligen lufttrockenen Bodenproben**5.2 Bestimmung der Stoffgehalte im Feinkornanteil der Original-Bodenmischproben aus den schrot-/wurfscheibenfreien Schichten nach Siebung < 2 mm****5.2.1 Zu bestimmende Parameter zur Ermittlung der Belastung durch Schroteintrag im Feinkornanteil der lufttrockenen Bodenproben nach Siebung < 2 mm**

- Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel
- pH-Wert
- CaCO₃-Gehalt
- TOC

5.2.2 Zu bestimmende Parameter zur Ermittlung der Belastung durch (Schrot- und) Wurfscheibeneintrag im Feinkornanteil der lufttrockenen Bodenproben nach Siebung < 2 mm

- Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel
- Chrom, Cadmium
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA)
- pH-Wert
- CaCO₃-Gehalt
- TOC

5.2.3 Bestimmung der Stoffgehalte in Eluaten/ Extrakten der Bodenmischproben aus den schrot-/wurfscheibenfreien Schichten*5.2.3.1 Zu bestimmende Parameter zur Ermittlung der Belastung durch Schroteintrag:*

- Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel
- pH-Wert
- TOC
- Leitfähigkeit

5.2.3.2 Zu bestimmende Parameter zur Ermittlung der Belastung durch (Schrot- und) Wurfscheibeneintrag:

- Blei, Arsen, Antimon, Kupfer, Nickel
- Chrom, Cadmium
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA)
- pH-Wert
- TOC
- Leitfähigkeit

6 Gestaffelte Untersuchungsstrategie der Bodenproben des visuell unbefruchteten Horizonts und ggf. des befruchteten Horizonts

6.1 Untersuchung der Mischproben aus dem obersten Entnahmeintervall des visuell unbefruchteten Horizonts im Eluat und ggf. im Original bzw. ggf. des befruchteten Horizonts im Original (siehe hierzu auch Kap. 5.2.1.3)

6.2 Bei Überschreitung von Prüfwerten im visuell unbefruchteten Horizont Untersuchung des nächsttieferen Entnahmeintervalls im Eluat und ggf. im Original (siehe hierzu auch Kap. 5.2.1.3)

6.3 Gegebenenfalls Wiederholung der unter Pkt. 6.2 beschriebenen Routine

7 Chemische Untersuchung der Sedimentproben

8 Chemische Untersuchung von Wasserproben aus stehenden Gewässern

9 Chemische Untersuchung der Grundwasserproben

10 Bewertung der Untersuchungsergebnisse und Gefährdungsabschätzung für die verschiedenen Schutzgüter

11 Fachliche Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Anhang 5.5 Entwurf eines Probennahme-Protokolls und einer Checkliste für den Probennehmer für die Untersuchung von Schießständen (Vorschläge)

A. Probennahmeprotokoll

1. Projektbeschreibung

Anlagentyp:	Untersuchungsbüro:	Tel.:
Projektname:	Probennehmer:	Sachbearbeiter:
Projekt-Nr.:	Probennahme-Datum:	Projektkürzel:
Probenbehälter:	Uhrzeit:	Probennahmestellen:
Entnahmegerät:		
Bohrdurchmesser:		

2. Angaben zum Gelände

Flurkarten-, Flur-Nummer:
Straße und Hausnummer:
Nutzung/ Standortgeschichte:
Nutzpflanzen im Depositionsbereich der Schrote und der Wurfscheiben:
Umgebung des Schießstandes:
Höhe über NN:
Rechtswert _____ Hochwert: _____
Geologischer Untergrund:
Inklination: eben, Neigung in % (geschätzt) ____ oder Steigung in % (geschätzt): ____

3. Lageplan/-Skizze



4. Erfassungsblatt

Probennahmestelle:

Blatt-Nr.:

Bodentyp:

Schichtenprofil				Bemerkungen	
(A) Tiefe von bis in cm	(B) Benennung und Beschreibung der Schicht			(C) Schrot: ca. % Wurfscheibenscherben (WSS): ca. %	(D) Proben-Nr. Rückstellprobe (RS): ja/nein
	(E) Bodenart/Skelett	(F) Farbe	(G) pH-Wert		
	(H) Humusgehalt	(I) Carbonatgehalt in ca. Gew.-%	(K) Anzahl der Einzelproben		
(A)	(B)			(C) Schrot: WSS:	(D)
	(E)	(F)	(G)		
	(H)	(I)	(K)		
(A)	(B)			(C) Schrot: WSS:	(D)
	(E)	(F)	(G)		
	(H)	(I)	(K)		
(A)	(B)			(C) Schrot: WSS:	(D)
	(E)	(F)	(G)		
	(H)	(I)	(K)		

Datum:

Unterschrift:

Probennahmeprotokoll - Beispiel

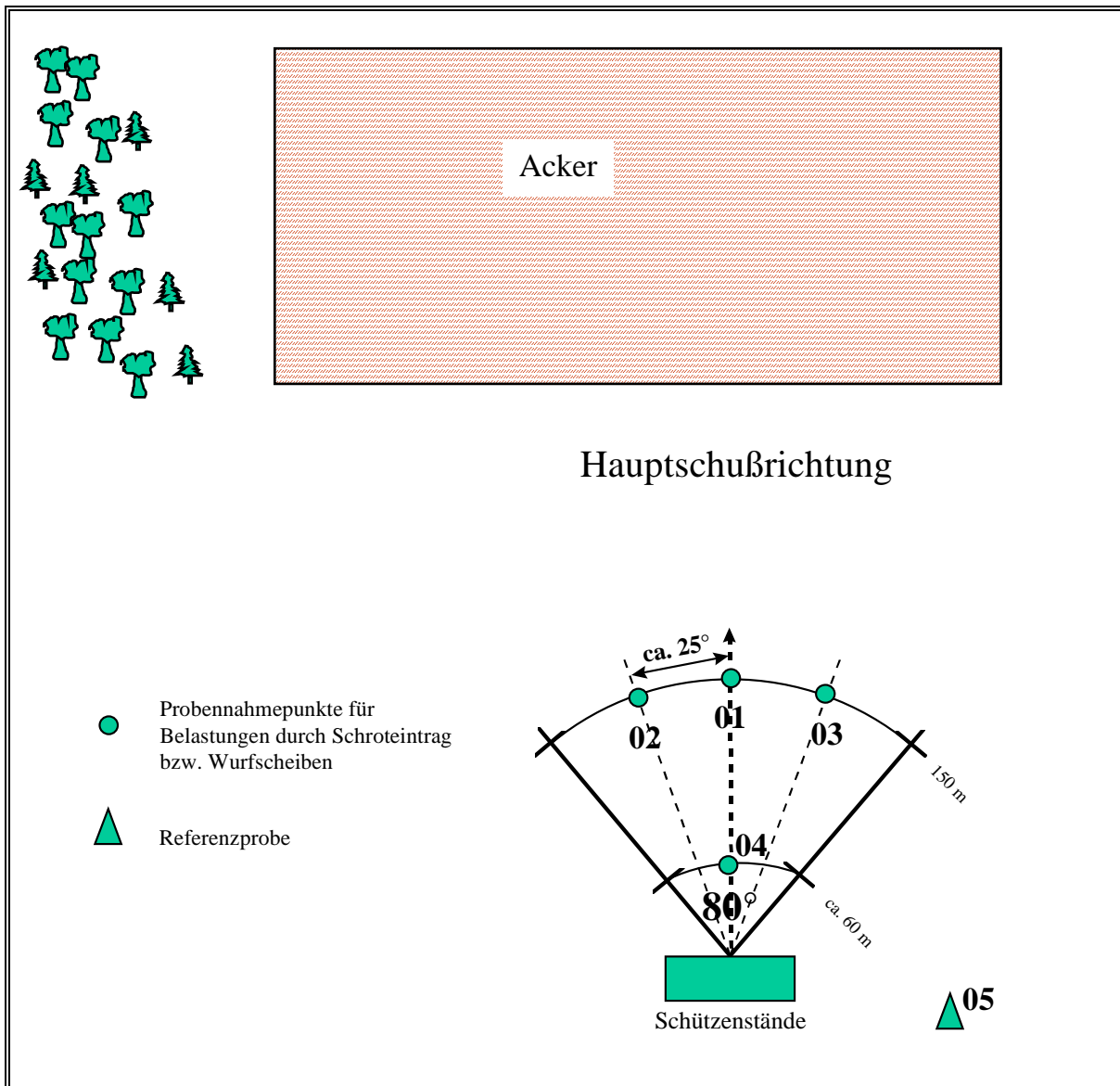
1. Projektbeschreibung

Anlagentyp: Trapanlage	Untersuchungsbüro: Büro xy	Tel.: 0815/12345-0
Projektname: Trapanlage Bollerbü	Probennehmer: Mayer	Sachbearbeiter: Müller
Projekt-Nr.: 0815/1	PN-Datum: 30.02.1998	Projektkürzel: BOL
Probenbehälter: PE-Tüte	Uhrzeit: 15.00 Uhr	Probennahmestellen: 01 - 05
Entnahmegesetz: Erdbohrer/ Stechrahmen (Auflagenhorizonte)		
Bohrdurchmesser: 50 mm/ 25 cm (= 625 cm ²)		

2. Angaben zum Gelände

Flurkarten-, Flur-Nummer: 1234, 9815
Straße und Hausnummer: -
Nutzung/ Standortgeschichte: Wiese, Brachland, Acker in Hauptschußrichtung, kleiner Baumbestand nord-westlich zum Schützenstand
Nutzpflanzen im Depositionsbereich der Schrote und der Wurfscheiben: Mais
Umgebung des Schießstandes: z. B. Baumreihen nördlich, Wald östlich, Acker westlich, Biotop südlich etc.
Höhe über NN: 280 m (Schützenstand)
Rechtswert 4511080 Hochwert: 5464006
Geologischer Untergrund: Braunkohleführendes Tertiärsediment (Angabe aus geologischer Karte)
Inklination: eben, Neigung in % (geschätzt) ____ oder Steigung in % (geschätzt): ____

3. Lageplan/ Skizze



4. Erfassungsblatt

Probennahmestelle: XYZ 01

Blatt Nr. 1

Bodentyp: Podsol/ Pseudogley

Schichtenprofil				Bemerkungen
(A) Tiefe von bis in cm	(B) Benennung und Beschreibung der Schicht	(C) Schrot: ca. % Wurfscheibenscherben: ca. %	(D) Proben-Nr. Rückstellprobe (RP): ja/nein	Beispiele: Beschreibung und Ergebnisse von vor-Ort-PAK-Analysen Art der Probenhomogenisierung Art der Reinigung des Bohrerätes Beschreibung besonderer Standortmerkmale etc.
	(E) Bodenart/ Skelett	(F) Farbe	(G) pH-Wert	
	(H) Humus- gehalt	(I) Carbonat- gehalt in ca. Gew.-%	(K) Anzahl der Einzelproben	
(A) +2 - 0 cm	(B) Organische Nadelauflage (Of-Horizont) Mit Laub versetzt	(C) Schrot: sehr viel (ca. 50 Gew.-%) WSS: ---	(D) WAK 01/01 RP: ja	Hauptniederschlagsbereich (visuell ermittelt durch Spatenprobe) Entnahme mit Stechrahmen, probennahmetechnisch bis ca. 1 cm Boden mitbeprob. Proben nicht homogenisiert. Stechrahmen mit feuchtem Zellstoff abgewischt. Ca. 50 cm hoher Grasbewuchs (wurde vor der Probennahme in ca. 1 cm Höhe mit Schere entfernt)
	(E) sU, G ca. 10 %	(F) dunkelbraun	(G) 6,8	
	(H) h3	(I) c3 (= 2 - 10 %) (nicht anhaltendes Brausen)	(K) 4	
(A) 0 - 5 cm	(B) Angenommen: Podsol Ahe (Oberbodenhorizont, humos, eluvial (= ausgewaschen, sauergebleicht)) ca. 15 % humos	(C) Schrot: ca. 10 Gew.-% WSS: ---	(D) WAK 01/02 RP: ja	Proben grob zerkleinert und in Plastikeimer verrührt. Probe und Rückstellprobe durch abwechselndes Befüllen der PE- Beutel geteilt. Klappbohrer mit Bürste und Wasser gereinigt (Schluff) und mit feuchtem Zellstoff abgewischt.
	(E) sU, G ca. 20 %	(F) dunkelbraun	(G) 7	
	(H) h2	(I) c2 (= 0,5 - 2 %) schwache Reaktion, kaum sichtbar	(K) 7	
(A) 5 - 10 cm	(B) Ae (Oberbodenhorizont, eluvial)	(C) Schrot: vereinzelte Körner WSS: ---	(D) WAK 01/03 RP: ja	Proben grob zerkleinert und in Plastikeimer verrührt. Mit Probenteiler Probe und Rückstellprobe geteilt. Klappbohrer mit Bürste und Wasser gereinigt (Schluff) und mit feuchtem Zellstoff abgewischt.
	(E) sU, G ca. 15 %	(F) mittelbraun	(G) 7,5	
	(H) h1	(I) c1 (= <0,5 %) sehr schwache Reaktion, nicht sichtbar, nur hörbar	(K) 7	

Datum: 30.02.1998

Unterschrift:

B. Checkliste für den Probennehmer

1. Vorbereitung:

Aktenmaterial, Gutachten, etc.

Lagepläne

Bodenkarten, Geologische Karten, Biotopkarten

Betretungserlaubnis durch Betreiber oder zuständige Behörde

2. Bestimmung der Probennahmepunkte:

Kompaß

50 m-Maßband

Markierungsstäbe

3. Probennahmegeräte und Probennahmeprotokoll:

Pürckhauer-Bohrstock

Erdbohrer (Ø 50 mm, Länge = 50 cm)

Stechrahmen (25 * 25 cm)

Edelstahlplatte (27 * 30 * 0,5 cm)

Hammer

Schaufel und/oder Spaten

Evtl. Pickel zum Anlegen einer Schürfgrube

Mindestens zwei Edelstahlschüsseln

Mindestens vier 10 l-Kunststoff-Eimer

Waage

Handsichel bzw. Gartenschere

Probennahmeprotokolle (soweit als möglich bereits ausgefüllt)

Lineal

Kartieranleitung

Evtl. Probenteiler

Evtl. Handwagen

4. Vor-Ort-Bestimmungen:

Kalibriertes pH-Meter

0,01 M CaCl₂-Lösung

10%ige Salzsäure

Bechergläser

Munsell-Farbkarte

Evtl. vor-Ort-Test für PAK-Bestimmungen

Destilliertes Wasser

Waage

Siebe (1, 2, 4 mm Maschenweite)

5. Schutzausrüstung:

Schutzhandschuhe

Arbeitsschuhe

Gummistiefel

Regenmantel

Wasserdichte Hose

Sonnenschirm als Regenschutz bei Schreibarbeiten

6. Probengefäße:

1 l-Weithals-Glasflaschen (braun) für organische Analytik

1 l-PE-Flaschen oder -Beutel für Schwermetallanalytik

10 l-Kunststoffbeutel für Auflagenhorizonte

Etiketten

Stifte (wasserfest)

7. Sonstiges:

Waschwasser

Reinigungsbürste

Zellstoff

Fotoapparat

Ersatzfilm

Schreibunterlage

Anhang 5.6 LAWA/ LABO/ LAGA Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/ Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser

"GBG-Papier"

17. Juni 1998