







































## 4 > Sanierung von Schiessanlagen

---

Die Anforderungen an das Sanierungsprojekt sind in Artikel 17 AltIV geregelt. Gestützt auf die Beurteilung des Sanierungsprojektes legt die Behörde die abschliessenden Ziele der Sanierung, die Sanierungsmassnahmen, die Erfolgskontrolle, die einzuhaltenden Fristen sowie die weiteren Auflagen und Bedingungen zum Schutz der Umwelt fest (Art. 18 AltIV).

### 4.1 Bodensanierungsmassnahmen

Durch Bodensanierungsmassnahmen soll eine konkret vorhandene Gefährdung von Schutzgütern wie dem Boden, dem oberirdischen Gewässer oder dem Grundwasser aufgehoben werden. Der heutige Stand der Technik bei der Sanierung von Schiessanlagen ist die Dekontamination, also ein Ausheben und Behandeln von sehr hoch belastetem Kugelfangmaterial (mit Konzentrationen an Blei >2000 mg/kg [TS]) in einer Bodenwaschanlage bzw. die Deponierung von hoch belastetem Material (mit Konzentrationen zwischen 1000 mg und 2000 mg Pb/kg [TS] und maximal 50 mg Sb/kg [TS]) in einer Deponie Typ D gemäss Anhang 5 Absatz 4.1 Buchstabe g VVEA<sup>3</sup>. Für das VASA-Abgeltungsverfahren sind die altlastenrechtlichen Anforderungen massgebend und nicht die nutzungsorientierten Anforderungen nach VBBo<sup>4</sup>. Hinsichtlich des Bodens mit landwirtschaftlicher Nutzung soll nach der Sanierung eine standortübliche Bewirtschaftung (i.d.R. Weidenutzung mit Kühen) ermöglicht werden. Gemäss Expertensystem zur Gefährdungsabschätzung bei schadstoffbelasteten Böden (vgl. «Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden», BUWAL 2005) muss bei einer Belastung über 1000 mg Pb/kg [TS] davon ausgegangen werden, dass für Kühe beim Weiden auf solchen Flächen eine Gefährdung besteht bzw. bestehen könnte. Eine Dekontamination bzw. das Abschälen von Oberboden mit mehr als 1000 mg Pb/kg [TS] ist daher erforderlich<sup>5</sup>.

Tiefere Sanierungswerte als 1000 mg Pb/kg [TS] drängen sich nur bei einer Lage in der Grundwasserschutzzone S1 oder S2 auf. Dort anerkennt das BAFU Massnahmen zur Erreichung eines Sanierungsziels im Boden bis 200 mg Pb/kg [TS] als VASA-abgeltungsberechtigt an. Ausserhalb von Grundwasserschutzzonen S1 oder S2 müssen tiefere Sanierungsziele als 1000 mg Pb/kg [TS] über Gefährdungsabschätzungen abgesichert werden, um im Rahmen des VASA-Abgeltungsverfahrens anerkannt werden zu können (bei einer 300m-Schiessanlage wird die Pauschalabgeltung ausbezahlt).

<sup>3</sup> Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA; SR 814.600).

<sup>4</sup> Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo; SR 814.12).

<sup>5</sup> Wird im Rahmen der Dekontamination Erdmaterial zur Entsorgung entfernt und neues Material zugeführt, so muss dieses den Grenzwert gemäss Anhang 3 Ziffer 1 VVEA einhalten.

Ein Überdecken der belasteten Bereiche mit unbelastetem Erdaushub stellt in der Regel keine Sanierung dar, da die Schadstoffe u.a. durch landwirtschaftliche Aktivitäten oder Bioturbation (Wühl- und Umwälzarbeit u.a. der Regenwürmer) wieder an die Oberfläche gelangen können (vgl. «Erläuterungen zur VBB», BUWAL, 2001, S.20 ff).

Einen besonderen Fall stellen Kugelfänge im Wald dar. Im Gegensatz zu Gebieten mit landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung gibt es betreffend das Schutzgut Boden für den Wald und für die Gebiete mit forstwirtschaftlicher Nutzung keinen Konzentrationswert in Anhang 3 AltIV. Eine Dekontamination von bewaldeten Kugelfängen ist deshalb nur dann altlastenrechtlich notwendig, wenn der Kugelfang nach Artikel 9 AltIV hinsichtlich des Schutzes des Grundwassers oder nach Artikel 10 AltIV hinsichtlich des Schutzes oberirdischer Gewässer sanierungsbedürftig ist. Ferner ist eine Dekontamination gerechtfertigt, wenn durch Erosionsprozesse Material aus den Einschlagbereichen z. B. auf Landwirtschaftsflächen oder in ein oberirdisches Gewässer gelangen kann.

Die Dekontamination der zahlenmässig bedeutenden Kugelfänge an einer Waldkante respektive jenen direkt angrenzend an eine Landwirtschaftsfläche ist abgeltungsfähig. In solchen Fällen sollte im Hinblick auf eine Nachhaltigkeit der Massnahmen möglichst der gesamte hoch belastete Kugelfang dekontaminiert werden.

Innerhalb des Bereichs A (vgl. Seite 9–10) sind die nach AltIV notwendigen Massnahmen zur Triage und Entsorgung des belasteten Erdreichs VASA-abgeltungsberechtigt. Ausserhalb des Bereichs A wird ein Abschälen des Oberbodens nur dort als VASA-abgeltungsberechtigt anerkannt, wo die Belastung mehr als 1000 mg Pb/kg [TS] beträgt, denn nur diese Zonen gehören noch zum belasteten Standort im Sinne der AltIV. Bei niedrigeren Gehalten reicht bereits eine Nutzungseinschränkung nach Artikel 8 bzw. Artikel 9 VBB, z. B. ein Verbot zur Schafbeweidung, aus. Die Nutzungseinschränkung hat keine VASA-relevanten Kosten zur Folge.

#### 4.2

### **Entsorgung von Kugelfangmaterial**

Im Sanierungsprojekt ist insbesondere abzuklären, wo genau welche Belastungen auftreten, damit später eine kostengünstige und ökologisch sinnvolle Triage der zu entsorgenden Materialien erfolgen kann. Entscheidend für die Wahl des Entsorgungsweges ist i.d.R. der Bleigehalt des belasteten Materials (vgl. nachstehende Tabelle).

**Tab. 1 > Entsorgungswege in Abhängigkeit des Blei- und Antimon Gehaltes**

	Bleigehalt/ Antimon Gehalt	Entsorgungsweg	Rechtsgrundlage	Begründung bzw. Hinweis
Bodenaushub (Oberboden)	0–50 mg Pb/kg [TS]	vor Ort belassen; Verwertung als unbelasteter Bodenaushub	Artikel 7 VBBo; siehe auch Wegleitung Bodenaushub	Unbelasteter Oberboden muss soweit möglich verwertet werden.
	50–200 mg Pb/kg [TS]	vor Ort belassen; Verwertung als schwach belasteter Bodenaushub	Artikel 7 VBBo; siehe auch Wegleitung Bodenaushub	Gilt als schwach belasteter Bodenaushub und ist nach dem Grundsatz «Gleiches zu Gleichem» nach Möglichkeit vor Ort zu verwerten.
	>200 mg Pb/kg [TS]	VVEA-konforme Entsorgung	Artikel 19 und Artikel 25 VVEA	Stark belasteter Bodenaushub darf nicht verwertet werden. Dieser ist VVEA-konform zu entsorgen.
Mineralischer Aushub (Untergrund)	0–50 mg Pb/kg [TS]	Verwertung als unver- schmutztes Aushubmaterial	Artikel 19 Absatz 1 VVEA Anhang 3 Ziffer 1	Mineralisches Kugelfangmaterial bis zu einer Pb-Konzentration von 50 mg/kg [TS] gilt als unverschmutzt und soll aus Ressourcengründen soweit möglich verwertet werden.
	50–250 mg Pb/kg [TS]	Verwertung als schwach verschmutztes Aushub- material	Artikel 19 Absatz 2 VVEA Anhang 3 Ziffer 2	Mineralisches Kugelfangmaterial bis zu einer Pb-Konzentration von 250 mg/kg [TS] gilt als nur schwach verschmutzt und ist noch für etliche Zwecke verwertbar. Es sollte aus Ressourcen- gründen soweit wie möglich verwertet werden.
	250–500 mg Pb/kg [TS]	Verwertung vor Ort oder als Baustoff auf Deponien der Typen B-E, oder Ablagerung auf einer Deponie des Typs B oder Verwendung als Roh- material für die Herstellung von Zementklinker	Artikel 19 Absatz 3 VVEA, Anhang 4 VVEA, Anhang 5 Ziffer 2	Mineralisches Kugelfangmaterial bis zu einer Pb-Konzentration von 500 mg/kg [TS]; Verwertung nach Artikel 19 Absatz 3 VVEA oder Verwendung für die Herstellung von Zement und Beton nach Anhang 4 VVEA oder Ablagerung auf einer Deponie des Typs B gemäss Anhang 5 Ziffer 2 VVEA.
	500–2000 mg Pb/kg [TS] und max. 50 mg Sb/kg [TS]	Ablagerung auf einer Deponie des Typs D	Artikel 25 Absatz 1 VVEA, Anhang 5 Ziffer 4 VVEA	Mineralisches Kugelfangmaterial bis zu einer Pb-Konzentration von 2000 mg/kg [TS]; Ablagerung auf einer Deponie des Typs D gemäss Anhang 5 Ziffer 4 VVEA. Der Antimon Gehalt der am Standort über die gesamte Nutzungsdauer verwendeten Munition ist meist nicht genau bekannt. Beim zur Ablagerung auf einer Deponie des Typs D vorge- sehenen Material kann es bei Bleigehalten über 1000 mg/kg [TS] in Verbindung mit Antimon Gehalten in den Geschossen von bis zu 5 % (in Bezug auf das Blei) daher auch zu Antimon- konzentrationen von über 50 mg/kg [TS] kommen, was eine direkte Ablagerung auf einer Deponie des Typs D nicht gestattet und eine vorherige Behandlung erforderlich macht. Aus diesem Grund empfiehlt das BAFU, im Rahmen der Entsorgung bei der VVEA-Analytik grundsätzlich immer auch das Antimon zu analysieren bzw. vorab das Sb/Pb-Verhältnis hinreichend genau zu bestimmen.
	>2000 mg Pb kg [TS]	Behandlung (in der Regel: Bodenwäsche)	Artikel 25 Absatz 1 VVEA	Kugelfangmaterial mit Pb-Konzentrationen >2000 mg/kg [TS] darf nicht unbehandelt deponiert werden sondern muss vor- gänglich behandelt werden (Schadstoff-Abreicherung). Das in einer Bodenwäsche rückgewonnene Blei lässt sich verwerten. Die Behandlung des hoch belasteten, mineralischen Kugelfangmaterials ist nicht nur technisch machbar und öko- logisch sinnvoll, sondern auch wirtschaftlich tragbar. Rein theoretisch (weil in der Praxis zu teuer) wäre aber auch eine Verbringung in eine Untertagedeponie (UTD) möglich.

### 4.3 Emissionsfreie Kugelfangsysteme

Damit die Untersuchung, Überwachung und Sanierung von belasteten Standorten bei Schiessanlagen VASA-abgeltungsberechtigt ist, dürfen gemäss Artikel 32e Absatz 3 Buchstabe c USG seit dem 31. Dezember 2012 in Grundwasserschutzzonen, respektive bei allen übrigen Standorten nach dem 31. Dezember 2020 keine Abfälle mehr in den Boden gelangen.

Aus Sicht des Umweltschutzes ist es erwünscht, dass die Schiessanlagen bis 2012 resp. 2020 altlastenrechtlich saniert werden.

Sollte eine Schiessanlage nach 2012 resp. 2020 noch in Betrieb und eine Sanierung erst für einen späteren Zeitpunkt geplant sein, ist sicherzustellen, dass nach 2012 resp. 2020 keine Abfälle mehr in den Boden gelangen können, damit Abgeltungen gemäss VASA gewährt werden können. Dies bedingt den Einbau eines künstlichen Kugelfangsystems, das die Geschosse sowie deren Splitter, Stäube und Eluate zurückhält. Es ist bei einem Weiterbetrieb daher auf ein geschlossenes künstliches Kugelfangsystem (KFS) umzurüsten, weil es dem heutigen Stand der Technik<sup>6</sup> zum Rückhalt von Geschossemissionen entspricht.

KFS sind regendichte Kugelfangkästen aus Stahl mit einer Kunststoff-Frontplatte. Bei älteren Systemen werden die Geschosse im Inneren des Kastens durch Gummigranulat abgebremst. Bei den neueren Systemen werden die Geschosse im Inneren durch Stahllamellen oder -platten unelastisch abgebremst. Die Projektile zersplittern und werden unten im Kasten in einer Schublade oder in einem Trichter mit einer Förderschnecke aufgefangen. Bei Kugelfangsystemen mit Gummigranulat beträgt die Füllmenge an Granulat je nach Modell ca. 1 m<sup>3</sup> bzw. ca. 1.4 m<sup>3</sup>. Die KFS müssen regelmässig fachmännisch gewartet werden. Bei Systemen mit Granulat wird der Kugelfangkasten dazu geleert und die Geschosse werden vom Granulat getrennt. Die Frontplatte bzw. deren Zentrum wird ersetzt. Bei Systemen ohne Granulat werden periodisch die Schubladen geleert bzw. die Rückstände durch die Förderschnecke ausgetragen. Bei Bedarf wird die Frontplatte bzw. deren Zentrum ersetzt. Dabei müssen allgemeine Grundregeln des Arbeitsschutzes beachtet werden, so muss etwa eine zum Schutz vor Bleistäuben geeignete Atemschutzmaske und Handschuhe getragen werden. Unbedingt sicherzustellen ist, dass weder Stäube noch partikuläres Blei freigesetzt werden.

In den Räumen zwischen den Kästen sind durchschusssichere Stahlplatten mit einer Polyethylen-(PE)-Verkleidung einzubauen. Die Kantone haben z. T. weiter gehende Anforderungen z. B. hinsichtlich der Blenden ober- und unterhalb der KFS. Über diese technischen Fragen und die Zulässigkeit der Materialien, welche sicherheitsrelevant sind, hat der Eidgenössische Schiessanlagenexperte zu befinden. Die Installation solcher KFS benötigt ferner eine einfache geeignete Foundation, damit die Kästen sauber ausgerichtet werden können und beim Wechsel des Dämpfungsmaterials keine Einträge in den Boden geschehen.

<sup>6</sup> So auch bereits in der BAFU-Mitteilung 34/06 VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen (2006) zum Stand der Technik bei Kugelfangsystemen erwähnt.

Das Schiessen mit Blei- und Antimon freier Munition (z. B. Eisenschrot oder Kugeln aus einer Kupfer-Zink-(CuZn)-Legierung) in einen Erdkugelfang genügt den Voraussetzungen gemäss Artikel 32e Absatz 3 Buchstabe c des Umweltschutzgesetzes hingegen nicht, da mit solcher Munition immer noch Abfälle in den Boden eingebracht werden. Eine Ausnahme ist bei den Zielgebieten von Wurfscheibenanlagen gegeben, bei denen es (noch) kein geeignetes Kugelfangsystem gibt und u.a. aufgrund der Erfordernis der Jägerausbildung ein Schiessen mit blei- und antimonfreier Munition hinsichtlich der VASA-Abgeltungen akzeptiert wird. Ausserdem haben etliche Schützenvereine ihre Schiessanlagen früher mit einem Stirnholz-Kugelfang ausgerüstet. Dies ist kein geschlossenes Kugelfangsystem, sondern eine Variante der offenen Kugelfangsysteme. Der Kugelfang besteht in der Regel aus Weichholz (Tanne, Fichte). Die ca. 1 m langen Rundhölzer oder Vierkanthölzer werden mit der Stirnseite zu den auftreffenden Geschossen gestapelt. Der Stapel wird genügend hoch und möglichst kompakt hinter der Scheibe im Freien aufgeschichtet. Stirnholz-Kugelfänge sind selbst bei einem Unterhalt mit ausreichend kurzen Wartungsintervallen nicht emissionsfrei. Bei neuen Anlagen bzw. Umrüstung von Kugelfängen dürfen daher keine Stirnholzkugelfänge mehr eingebaut werden.

KFS sind nicht Bestandteil der alllastentechnischen Sanierung, denn sie dienen nicht der Behebung einer schädlichen Einwirkung durch Abfälle, sondern der Verhinderung künftiger Emissionen. Solch präventive Massnahmen sind nicht VASA-abgeltungsberechtigt.

VASA-Abgeltungsberechtigung  
von KFS

## 5 > Überwachung von Schiessanlagen

---

Ein allfälliger Überwachungsbedarf ergibt sich bei Schiessanlagen nur in Bezug auf das Schutzgut Grundwasser bzw. das Schutzgut oberirdisches Gewässer, nicht aber im Hinblick auf den Boden. In einigen wenigen Fällen wird es nach einer Untersuchung bei der Beurteilung hinsichtlich einer konkreten Gefahr auch mit durchgeführten Gefährdungsabschätzungen (vgl. Kapitel 3.2) nicht zu einem eindeutigen Ergebnis im Hinblick auf eine Sanierungsbedürftigkeit kommen. In diesen Ausnahmefällen sind im Hinblick auf Abgeltungen gemäss VASA auch altlastenrechtliche Überwachungsmaßnahmen möglich. Wird ein Standort überwacht und befindet sich der Kugelfang im Einzugsgebiet einer genutzten Grundwasserfassung, so sollten die Messungen der relevanten Parameter Blei und Antimon auch in die regelmässigen Grundwasser-Qualitätskontrollen mit einbezogen werden.

Diese erforderlichen Überwachungsmaßnahmen sind bei Schiessanlagen, auf die nach dem 31. Dezember 2012 (Standorte in Grundwasserschutz-zonen) keine Abfälle mehr gelangt sind respektive nach dem 31. Dezember 2020 (Standorte ausserhalb von Grundwasserschutz-zonen) keine Abfälle mehr gelangen, VASA-abgeltungsberechtigt (Art. 32e Abs. 3 Bst. c).

Bei 300m-Schiessanlagen, die saniert werden, werden die Untersuchungs-, Überwachungs- und Sanierungskosten mit der Pauschale abgegolten. Bei 300m-Schiessanlagen, die nicht sanierungsbedürftig sind, zählen die Überwachungskosten (wie auch die Untersuchungskosten) zu den anrechenbaren Kosten und es kommt nicht die Pauschalabgeltung nach Artikel 32e Absatz 4 Buchstabe c Ziffer 1 USG zur Anwendung, sondern eine Abgeltung in Höhe von 40 % der anrechenbaren Gesamtkosten.

## 6 > Ablaufschritte des VASA-Abgeltungsverfahrens

---

Um mit dem VASA-Abgeltungsverfahren beginnen zu können, bedarf es zunächst einer Prüfung der Abgeltungsvoraussetzungen:

- > Es muss sich um einen untersuchungs-, überwachungs- oder sanierungsbedürftigen Standort gemäss den Artikeln 9, 10 und/oder 12 AltIV handeln;
- > Es muss gewährleistet sein, dass es sich um einen Standort handelt, der nicht gewerblich genutzt wird;
- > Es muss gewährleistet sein, dass es sich nicht um eine rein militärisch genutzte Schiessanlage handelt;
- > Die geplanten Massnahmen entsprechen den Vorgaben der AltIV;
- > Nach dem 31.12.2012 wurde bei Standorten in Grundwasserschutzzonen nicht mehr in den Boden geschossen;
- > Nach dem 31.12.2020 wird bei allen übrigen Standorten nicht mehr in den Boden geschossen.

Nach Überprüfung der Abgeltungsvoraussetzungen sind im Hinblick auf die erforderlichen Verfahrensschritte die zu erwartenden anrechenbaren Massnahmenkosten zu bestimmen.

Für Fälle mit anrechenbaren Untersuchungs-, Überwachungs- oder Sanierungskosten unter 250 000 CHF resp. maximal 12 Scheiben bei 300m-Schiessanlagen kann direkt ein Zusicherungs- und Auszahlungsgesuch nach der Realisierung und dem Abschluss der Massnahmen beim BAFU eingereicht werden (sog. vereinfachtes Verfahren; vgl. Art. 14 Abs. 2, Art. 16 Abs. 3 Bst. a VASA; vgl. Kapitel 6.3).

Für Fälle mit anrechenbaren Untersuchungs-, Überwachungs- oder Sanierungskosten über 250 000 CHF resp. mehr als 12 Scheiben bei 300m-Schiessanlagen (12 x 8000 CHF) ist das BAFU vor der Realisierung der Massnahmen anzuhören und ein Zusicherungsgesuch einzureichen (sog. dreistufiges Verfahren; vgl. Art. 14 Abs. 1, Art. 15 und Art. 16 Abs. 1 VASA).

Die einzelnen Schritte des Abgeltungsverfahrens sind in der nachfolgenden Abb. 2 dargestellt und werden nachfolgend erläutert.



## 6.1 Anhörung des BAFU

Bei einer 300m-Schiessanlage mit mehr als 12 Scheiben oder einer anderen Schiessanlage mit (prognostizierten) anrechenbaren Gesamtkosten über CHF 250 000 (für Untersuchung, Überwachung und Sanierung) ist das BAFU frühzeitig anzuhören. Der wesentliche Zweck einer Anhörung, nämlich das grundsätzliche Vorgehen und allfällige Sanierungsvarianten abzuklären, ist im Falle der Schiessanlagen nicht gegeben, da es gegenwärtig gegenüber einer Dekontamination keine alternative Sanierungsvariante gibt. Der Anhörungsschritt kann deshalb einfach gehalten werden und der Klärung offener Fragen (z. B. spezielle Fälle wie bei einer Lage des Kugelfangs in einem Naturschutzgebiet, Schiessen in den Fels o.ä.) dienen. Im Rahmen der Anhörung können dem BAFU bereits alle relevanten Informationen zum Standort und zum Vorhaben möglichst elektronisch (z. B. im pdf-Format) zwecks Prüfung zur Verfügung gestellt werden (Postadresse: Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Altlasten, VASA-Gesuche bei Schiessanlagen, 3003 Bern). Bei den Schiessanlagen ist jedoch ein vereinfachtes Anhörungsverfahren in Form einer Anhörung und Stellungnahme des BAFU per E-Mail möglich.

## 6.2 Zusicherung von Abgeltungen

Bei einer 300 m-Schiessanlage mit mehr als 12 Scheiben oder einer anderen Schiessanlage mit (prognostizierten) anrechenbaren Gesamtkosten von über CHF 250 000 (für Untersuchung, Überwachung und Sanierung) ist dem BAFU nach erfolgter Anhörung ein Gesuch um Zusicherung von Abgeltungen gemäss VASA zu stellen. Nach Prüfung und Gutheissen des Gesuchs verfügt das BAFU eine Zusicherung. Die Zusicherungsverfügung muss noch vor Beginn der Massnahmen vorliegen. Sie ist auf drei Jahre befristet (entsprechende Auflage in der Verfügung).

Wesentliche oder zu Mehrkosten führende Projektänderungen dürfen nach Verfügung der Zusicherung nur mit Genehmigung des BAFU vorgenommen werden (Art. 27 SuG). Der zugesicherte Abgeltungsbetrag darf nur überschritten werden, wenn die Mehrkosten auf vom BAFU bewilligte Projektänderungen, auf ausgewiesene Teuerung oder andere nicht beeinflussbare Ursachen zurückzuführen sind (Art. 15 SuG). Typische genehmigungspflichtige Projektänderungen sind während der Sanierung von Schiessanlagenstandorten bei Abweichungen vom Sanierungsprojekt bzw. bei darüber hinausgehenden Massnahmen, z. B. hinsichtlich eines weiteren entdeckten Kugelfangs bzw. von mehr als zwei weiteren Einschlagbereichen (entsprechen Scheiben) oder dem Auftreten von anderen belasteten Materialien, die entsorgt werden müssen, gegeben. In diesen und ähnlichen Fällen gilt es das BAFU möglichst frühzeitig nach Kenntnisnahme darüber zu informieren, um vor weiteren Massnahmen klären zu können, ob es nur einer einfachen Zustimmung oder aber einer ergänzenden Verfügung der Zusicherung des BAFU bedarf.

Für die Einreichung eines Gesuchs um Zusicherung beim BAFU sind neben dem offiziellen Gesuchschreiben folgende Unterlagen erforderlich:

- > Angaben zum Standort und zum Vorhaben,
- > KbS-Nummer,
- > allfälliger Nutzungsanteil des Militärs,
- > Stellungnahme der kantonalen Fachstelle, mit Beurteilung des Sanierungsbedarfs, Festlegung des Sanierungsziels und der Dringlichkeit der Sanierung,
- > Untersuchungsbericht/Sanierungsprojekt inkl. Entsorgungskonzept und Kostenprognose.

### 6.3 Auszahlung von Abgeltungen

Nach erfolgreichem Abschluss der Massnahmen reicht die kantonale Fachstelle ein Gesuch um Auszahlung beim BAFU ein. Das BAFU prüft das Gesuch und die eingereichten Unterlagen und verfügt ggfs. eine Auszahlungsverfügung an den Kanton. Mit dem offiziellen Gesuchschreiben sind mindestens folgende Unterlagen einzureichen:

- > Schlussbericht zur Sanierung inkl. Entsorgungsnachweis,
- > Stellungnahme der kantonalen Fachstelle (insbesondere zum Erfolg der Massnahmen),
- > visitierte und datierte Kostenzusammenstellung,
- > im Falle eines militärischen (oder eines anderen bundesbehördlichen) Nutzungsanteils auch ein Nachweis über die Kostenverteilung.

Für Fälle im vereinfachten Verfahren (mit anrechenbaren Untersuchungs-, Überwachungs- oder Sanierungskosten unter 250 000 CHF resp. maximal 12 Scheiben bei 300m-Schiessanlagen) kann direkt nach der Realisierung und dem Abschluss der Massnahmen ein Zusicherungs- und Auszahlungsgesuch beim BAFU eingereicht werden (vgl. Kapitel 6). Neben den Unterlagen im Rahmen eines Auszahlungsgesuchs (s.o.) sind zusätzlich noch der Bericht zur technischen Untersuchung, das Sanierungsprojekt und das Entsorgungskonzept einschliesslich der kantonalen Stellungnahme einzureichen.

Als anrechenbare Massnahmenkosten gelten insbesondere die Kosten für:

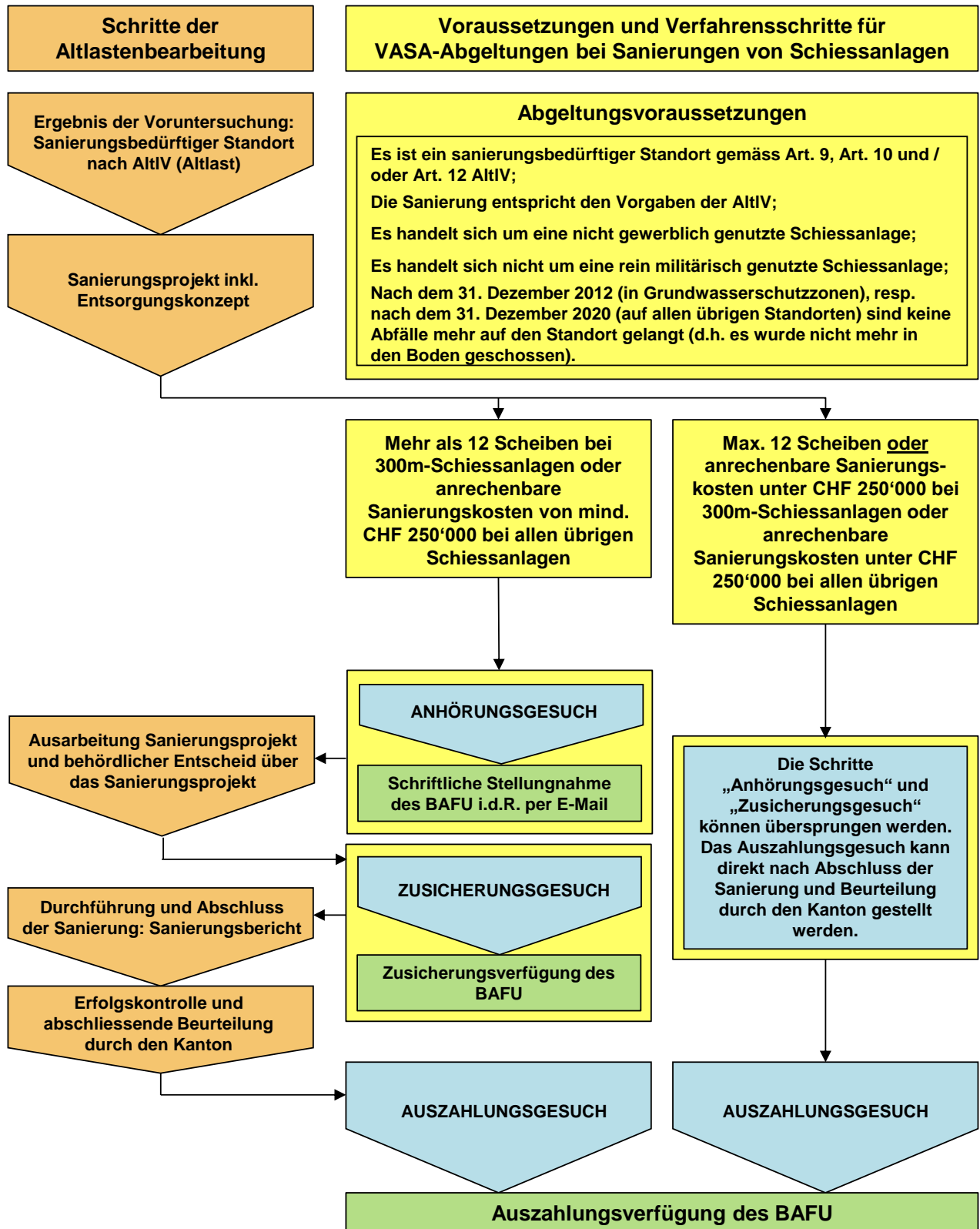
- > Untersuchungsmassnahmen (Historische Untersuchung und Technische Untersuchung);
- > Ausarbeitung des Sanierungsprojekts und des Entsorgungskonzepts;
- > Baugenehmigung (zu den Sanierungsmassnahmen);
- > ggfs. Aufwand für notwendige Rodungsmassnahmen;
- > Probenahme und Analytik im Rahmen der Sanierung und der Nachkontrolle;
- > ggfs. Überwachungsmassnahmen;
- > Projektbezogene Labor-/Ingenieur-/Geologenleistungen (Projektplanung, Management und Sanierungs- bzw. Baubegleitung);
- > ggfs. notwendige temporäre Erschliessungen, Baueinrichtungen, Zwischenlager;
- > Aufwand für den Arbeits- und Emissionsschutz;

- 
- > Bauarbeiten, Abbruchkosten (falls notwendig z. B. vom Zeigergraben), Dekontamination und Transporte im Rahmen der eigentlichen Sanierung;
  - > VVEA-konforme Entsorgung des belasteten Kugelfangmaterials unter Beachtung von Artikel 16 Absatz 1 Buchstabe a AltIV, respektive Behandlung in einer Bodenaschanlage;
  - > Profilierung des Sanierungsperimeters, Rekultivierung und Anpflanzungen (bei vorheriger Rodung).

Als nicht anrechenbare Massnahmenkosten gelten insbesondere die Kosten für:

- > Umtriebskosten (wie Verwaltungskosten des Grundeigentümers), Pachtzinsausfälle, Ernteaufschläge, Landerwerb, Minderwerte von Grundstücken;
- > Katasteraufnahme, Anpassungen von Richt- und Nutzungsplanungen, Schaffung von Organisationsstrukturen, Information der Öffentlichkeit und Politik, Massnahmen zur Folgenutzung laut Planung;
- > Kapitalkosten, juristische Abklärungen und Gerichtskosten, Versicherungen;
- > Massnahmen, welche z. B. ein strengeres Sanierungsziel als 1000 mg Pb/kg [TS] anstreben (Ausnahme: Lage des Kugelfangs in Gewässerschutzzonen);
- > Einbau von künstlichen Kugelfängen (KFS) oder von anderen, nicht für die altlastenrechtliche Sanierung erforderlichen baulichen Anlagen;
- > Abbruchkosten von oberirdischen Bauten ohne Altlastenrelevanz (Bauten, welche nicht wegen der Sanierung abgebrochen werden müssen);
- > Kosten für Massnahmen betreffend Nutzungsanteile anderer Bundesstellen, insbesondere des Militärs/VBS;
- > Gebühren (mit Ausnahme der Baugenehmigung).

Abb. 2 > Voraussetzungen und Verfahrensschritte für VASA-Abteilungen bei Sanierungen von Schiessanlagen



## > Anhang

### A1 Hinweise zur VASA-Abgeltungsberechtigung von technischen Untersuchungsmassnahmen

Um VASA-abgeltungsberechtigt zu sein, müssen Untersuchungsmassnahmen umweltverträglich, wirtschaftlich sein und dem Stand der Technik entsprechen (Art. 32e Abs. 4 USG). Bezogen auf den Ablauf der Altlastenbearbeitung bei Schiessanlagen bedeutet dies grundsätzlich:

- > Besteht ein konkreter Verdacht auf altes, im Schiessanlagenperimeter abgelagertes Kugelfangmaterial, so sind auch die zur Lokalisation solcher Schadstoffherde erforderlichen Sondierungen wie Baggerschürfe oder Rammkernsondierungen VASA-abgeltungsberechtigt;
- > Innerhalb des Bereichs A sind technische Untersuchungen zur Eingrenzung von Schadstoffherden im Sinne einer «Grobkartierung» meist überflüssig, da sich der Schadstoffherd bereits aus der Anlageform ergibt. Eine Ausnahme stellen temporäre Scheiben, etwa beim Feldschiessen oder bei Schiessanlässen, dar. Hierbei kann es vorkommen, dass bestimmte Scheiben nur geringe Belastungen aufweisen und diese Einschlagbereiche dann auch nicht dekontaminiert werden müssen;
- > Zur Beurteilung der Überwachungs- und Sanierungsbedürftigkeit des belasteten Standortes (z. B. beim Grundwasser im Falle von grossen Flurabständen, geringer Durchlässigkeit und hoher Retention, vgl. Kapitel 3.2) und zur Beurteilung der Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung (z. B. bei einer Lage in einer Grundwasserschutzzone, vgl. Kapitel 3.3) sind nicht in jedem Fall technische Bodenuntersuchungen notwendig;
- > Bodenuntersuchungen mit einem mobilen Röntgenfluoreszenzgerät (mXRF) dürfen grundsätzlich nur durch qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden. Allgemeine Empfehlungen zur Probennahme und zur Schadstoffanalytik bei der Kartierung von Schwermetallbelastungen finden sich in Anhang A2. Die Laboranalytik für Feststoffproben wird in der Vollzugshilfe des BAFU «Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» beschrieben. Sofern die Kartierung mithilfe von mXRF-Messungen im Hinblick auf die Triage des Materials für die Entsorgung erfolgt und gemäss der hier beschriebenen Methodik durchgeführt wird, sind Bodenuntersuchungen mit der mXRF-Methodik auch bei der Erarbeitung des Sanierungsprojekts VASA-abgeltungsberechtigt.

Eluattests sind bei Schiessanlagen in keiner Bearbeitungsphase notwendig, weil die Konzentrationswerte bereits ab einem Gehalt von ca. 200 mg Pb/kg [TS] überschritten werden, der Bleigehalt in den Einschussbereichen des Kugelfangs aber massiv höher liegt. Eluattests sind daher auch nicht VASA-abgeltungsberechtigt.

VASA-abgeltungsberechtigt sind jene Probennahmen bei oberirdischen Gewässern, Wasserfassungen und dem Grundwasser, die zur Abklärung von Fragen im Zusammenhang mit Kapitel 3.2 dienen und gemäss der Vollzugshilfe «Analysenmethoden im

---

Abfall- und Altlastenbereich», respektive der Vollzugshilfe «Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten» erfolgen.

Zur Abklärung der konkreten Gefährdung von Gewässern kann beispielsweise das Informatik-Tool «PlumBumRisk<sup>7</sup>» verwendet werden. Aufwändige technische Untersuchungen scheiden aus Kostengründen meist aus, können im Einzelfall aber geboten sein, wenn es sich z. B. um die Klärung einer komplexen hydrogeologischen Untergrundsituation handelt. Sollten umfangreiche Untersuchungen beabsichtigt sein, so empfiehlt sich eine vorherige Abklärung mit dem BAFU hinsichtlich der VASA-Abgeltungsberechtigung.

---

<sup>7</sup> IT-Tool «PlumBumRisk», Version 1.0, zur Gefährdungsabschätzung bei Schiessanlagen, BAFU 2012 (zum kostenlosen Download auf der Internet-Seite des BAFU in den Sprachen Deutsch und Französisch).

## A2 Hinweise zur Vorgehensweise bei der Untersuchung und Sanierung

Damit die Sanierung der Schiessanlage dem Stand der Technik entspricht, umweltverträglich und wirtschaftlich ist (Art. 32e Abs. 4 USG), wird nachfolgende Vorgehensweise bei den Feldarbeiten empfohlen.

Die Empfehlungen gelten primär für 300m-Schiessanlagen. Für die meisten übrigen Standorte, welche durch Schiessaktivitäten belastet sind, kann das Vorgehen sinngemäss übertragen werden (zu beachten ist z. B., dass die Streuung der Geschosse bei Kurzdistanzanlagen kleiner ist). Für die speziellen Fälle der Jagdschiessanlagen, Wurf-scheibenanlagen und Combat-Schiessanlagen gelten Besonderheiten, die im Bericht «Jagdschiessanlagen und Combat-Schiessanlagen, – Belastungssituation, Vorgehen<sup>8</sup>» zusammengestellt wurden.

Vor der eigentlichen Erfassung der Schadstoffverteilung ist möglichst abzuklären, wo sich die Schadstoffbelastungen befinden könnten und ob im Laufe der Zeit, z. B. bei Unterhaltsarbeiten an der Anlage, Materialverschiebungen stattgefunden haben. Zudem sollten auch die früheren Nutzungen und Schusszahlen ermittelt werden, welche einen Abgleich mit den später gewonnenen Untersuchungsergebnissen im Gelände ermöglichen.

Das Ziel der detaillierten Erfassung der Schadstoffverteilung ist die Abklärung folgender Punkte:

- > Wo liegt das belastete Material?
- > Wie gross ist die Menge des belasteten Materials?
- > Wie hoch sind die Schadstoffgehalte?

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse kann das belastete Gelände in der Regel in drei Zonen eingeteilt werden:

- > **Hochbelastete Zone** – hier werden mehr als 20 g Geschosse oder deren Fragmente je kg Erdmaterial vermutet (vermutete Belastung >2000 mg Pb/kg [TS]). Dies sind einerseits im Bereich A die Einschlagsbereiche hinter den Scheiben sowie andererseits die Geländeanschnitte mit verstossenem Kugelfangmaterial aus früheren Unterhaltsarbeiten. Solche Abschnitte finden sich meist neben oder hinter dem Kugelfang, manchmal aber auch in grösserer Distanz von der Anlage.
- > **Mittelbelastete Zone** – grenzt an die hochbelastete Zone an. Hier muss mit Belastungen durch erratische Geschosse, Querschläger, Abwehungen und dergleichen gerechnet werden. Die Belastung liegt zwischen 1000 und 2000 mg Pb/kg [TS]. Bei einer typischen 300m-Schiessanlage bilden die hochbelasteten Einschlagsbereiche zusammen mit der nicht direkt beschossenen, mittelbelasteten Zone den Bereich A (Kugelfang und Scheibenstand sowie Gelände etwa 5 bis 10 Meter um den Kugelfang herum). «Mittelstark» belastetes Material kann sich auch an den Orten mit verstossenem Kugelfangmaterial ausserhalb der Anlage befinden.

Bereich A

<sup>8</sup> Bericht «Jagdschiessanlagen und Combat-Schiessanlagen, – Belastungssituation, Vorgehen» im Auftrag des BAFU, 2015. Der Bericht steht auf der Internet-Seite des BAFU im Themenbereich «Altlasten» im pdf-Format zum kostenlosen Download in deutscher und französischer Sprache bereit.

> **Schwachbelastete Zone** – der als «Bereich B» bezeichnete Nahbereich des Kugelfangs. Die Belastung liegt zwischen 200 und 1000 mg Pb/kg [TS]. Im Bereich B ist die Bleibelastung primär durch Verfrachtungen von Geschossfragmenten und Staub nach dem Aufprall bedingt und nimmt gegen aussen kontinuierlich ab. Das Ausmass der durch Verfrachtung entstandenen Bodenbelastungen hängt vor allem ab von der Beschaffenheit der bremsenden Materialien im Kugelfang (Sand, Steine, Holzschnitzel), den lokalen Windverhältnissen, der Topographie und vom Anlagenunterhalt (Nachfolgeschosse zersplittern beim Auftreffen auf alte Geschosse).

Bereich B

Im Anschluss an diese grobe Einteilung des Geländes erfolgt eine «Schadstoffkartierung» mit einem mobilen XRF-Messgerät.

Ziel der Kartierung ist die detaillierte Untersuchung der mittelstark belasteten Zonen und gegebenenfalls der Zonen mit verstossenem Kugelfangmaterial als Grundlage für die Vorbereitung der Sanierung gemäss AltIV und im Hinblick auf die Triage des Materials für die Entsorgung. Entsprechende Entsorgungswege (Verwertung, Behandlung, Ablagerung) und die konkreten Entsorgungsanlagen können festgelegt werden und es wird eine relativ genaue Kostenabschätzung der Aushub- und Entsorgungsarbeiten im Rahmen eines Entsorgungskonzepts ermöglicht.

Für die hochbelasteten Einschlagbereiche direkt hinter den Scheiben erübrigt sich eine weitere Untersuchung meist, da dieses Material in der Regel Blei-Konzentrationen von deutlich mehr als 2000 mg/kg [TS], d. h. über dem Konzentrationswert für Blei (bei Standorten mit landwirtschaftlicher Nutzung) gemäss Anhang 3 AltIV aufweist.

Feldmessungen per mXRF sind grundsätzlich möglich bei Blei-Belastungen zwischen 100 und 2000 mg Pb/kg [TS]. Bis 100 mg Pb/kg [TS] ist die Streuung der Messwerte methoden- und gerätebedingt zu gross. Über 2000 mg Pb/kg [TS] verhindern in der Regel partikuläre Metalle (Geschossfragmente) reproduzierbare Messungen. Messungen an Material >2000 mg Pb/kg [TS] erübrigen sich, weil dieses Material unabhängig von genauen Schadstoffmessungen (in einer Bodenwaschanlage) behandelt werden muss.

Das Vorgehen bei der Probennahme und der Analyse des Bleigehaltes, respektive des Antimon Gehaltes im Erdmaterial sieht wie folgt aus:

- > Die Probennahme erfolgt an Stellen gemäss dem Probennahmenraster.
- > Es werden Proben aus verschiedenen Tiefen untersucht: 0–20 cm; 20–40 cm; 40–60 cm; ggfs. (bei noch hohen Blei-Konzentrationen) auch noch tiefer.
- > Für die Entnahme der jeweils 20 cm tiefen Proben wird ein Hohlmeissel oder Erdbohrgerät verwendet.
- > Das Erdmaterial aus dem Bohrkern wird, falls möglich, durch ein 2 mm Sieb gerieben, – in der Praxis wird man aber meist material- und feuchtebedingt ein 10 mm Sieb verwenden müssen.
- > Das Überkorn wird auf Geschosse und Geschossfragmente untersucht. Wenn Geschosse oder Geschossfragmente vorhanden sind, gilt das Material als stark belastet (>2000 mg Pb/kg [TS]). Weitere Schadstoffmessungen erübrigen sich in diesem Fall.



- > Von jeder Probe werden rund 100 g Material in Plastiksäcke abgefüllt.
- > Die Pb-Messung des Probenmaterials <10 mm (bzw. falls möglich bis <2 mm) erfolgt durch den Plastiksack mit einem mobilen XRF. Dazu ist das Gerät ordnungsgemäss zu kalibrieren, systematische und zufällige Abweichungen sind festzuhalten.
- > Die Messung erfolgt gemäss den Vorgaben des jeweiligen Herstellers des mXRF-Gerätes.
- > Pro Probe werden drei Messungen durchgeführt. Weicht eine Messung um mehr als 20 % vom Mittelwert der drei Messungen ab, ist davon auszugehen, dass die Probe Geschossfragmente und/oder grobe Steine enthält, welche reproduzierbare Messungen verunmöglichen. Im Falle von Geschossfragmenten handelt es sich entsprechend um hoch belastetes Material und im Falle von Abweichungen aufgrund von groben Steinen ist die Probe zu verwerfen.
- > Es sind solange Proben in die Tiefe zu nehmen, bis ein Gehalt von 50 mg Pb/kg [TS] nicht mehr überschritten wird (= «unverschmutzter» Horizont).
- > Zur Korrelation der mXRF-Feldmessungen mit den massgebenden Laboranalysen werden bei mindestens sechs Proben mit Pb-Gehalten zwischen 100 und 2000 mg Pb/kg [TS] mittels Laboranalytik die Bleigesamtgehalte bestimmt (gemäss BAFU-Vollzugshilfe «Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich»). Aus der Korrelation zwischen mXRF- und Labormesswerten wird eine Korrekturgleichung bestimmt, mit welcher alle ermittelten mXRF-Werte korrigiert werden.
- > Der Antimon Gehalt in der über die (meist) lange Nutzungsdauer verwendeten Munition schwankt zwischen etwa 2 % und 5 % gegenüber dem Bleianteil. Antimon ist derzeit (noch) nicht mit ausreichender Präzision vor Ort per mXRF zu messen. Um gewährleisten zu können, dass es nicht zu unzulässigen Sb-Gehalten bei der Entsorgung von Kugelfangmaterial auf einer Deponie (Typ D bzw. E gemäss VVEA) kommt, kann das Antimon-/Blei-Verhältnis mithilfe einer ausreichenden Anzahl an Laboranalysen bestimmt werden. Hierbei können einige Beprobungen im geeigneten Konzentrationsbereich (1000–2000 mg Pb/kg [TS]) auch zusammen mit den zur XRF-Korrelation gewonnenen Proben erfolgen. Aufgrund der Ergebnisse kann dann jene maximale Bleikonzentration des Materials bestimmt werden, die noch eine VVEA-konforme Deponierung gestattet. Ein solch pragmatisches Vorgehen erlaubt einen schnelleren Ablauf vor Ort und bietet einen Verzicht auf eine ggfs. notwendige «nachträgliche Triage» des zur Deponierung vorgesehenen Kugelfangmaterials. Letztlich ist aber grundsätzlich sicherzustellen, dass die VVEA-Grenzwerte auf der Deponie eingehalten werden und es gibt daher bei diesem vorgeschlagenen Vorgehen ein gewisses «Restrisiko» hinsichtlich der Antimonkonzentration.

Die Resultate der mXRF-Bleimessungen und die Probennahmenstellen der Labor-Referenzproben werden für jeden Untersuchungsbereich in einen Situationsplan eingetragen. Die Dokumentation der Messungen erfolgt in einer Tabelle mit Angaben u.a. zu den Koordinaten, den gemessenen und korrigierten Bleigehalten, dem Sb-/Pb-Verhältnis, den Tiefen sowie den Signalstärken des Metallsuchgerätes.

Die Entsorgung von anfallendem Aushubmaterial erfolgt nach den einschlägigen Vorschriften der Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA). Die Wahl des Entsorgungsweges ist abhängig von der Materialqualität (Schadstoffgehalte und Materialeigenschaften).

Die hier beschriebene Methodik zur Untersuchung von Schiessanlagen beruht auf detailliert durchgeführten Studien. Messungen mit mobilen XRF-Geräten, die mit Laboranalytik korreliert wurden, sind in der Lage, Bleigehalte im Erdmaterial in den im Zusammenhang mit der Schiessanlagenuntersuchung wichtigen Konzentrationsbereichen mit hinreichender Genauigkeit zu messen. Zu beachten ist aber, dass die Ungenauigkeit der mXRF-Messungen i.d.R. etwa 35 % beträgt. Bei Bleigehalten ausserhalb des oben genannten Messbereichs von 100 bis 2000 mg Pb/kg [TS] sowie bei hoher Bodenfeuchte nimmt die Ungenauigkeit der Messungen deutlich zu, so dass Messungen mit dem mXRF möglichst nur bei trockenen Verhältnissen erfolgen sollten und die Messwerte ausserhalb des Messbereiches von 100 bis 2000 mg Pb/kg [TS] eher orientierenden Charakter für die Beurteilung haben.

Hinweise zum Einsatz von  
mobilen mXRF-Geräten

Gegenüber der klassischen Linienbeprobung mit Laboranalytik bietet die Vorgehensweise mithilfe eines mobilen XRF u.a. folgende Vorteile:

- > Die Daten werden während der Feldbegehung produziert. Dies ermöglicht es, die Beprobungsstellen den jeweiligen Daten gemäss auszuwählen. So kann innert kurzer Zeit ein grosses Gebiet mit hoher Auflösung untersucht werden. Auf Grund der schnell vorliegenden Resultate kann die Probenuntersuchung wesentlich gezielter erfolgen, was deutlicher weniger Probennahmen für Laboranalysen zur Folge hat.
- > Die Feldanalytik mit einem mobilen XRF ist kostengünstiger als mit der Laboranalytik (aufwändige Probenvorbereitung, AAS, ICP-MS, XRF usw.). Zudem können so mehrfache Probenkampagnen und Feldbegehungen vermieden werden.
- > Allfällige Hot Spots und ehemalige Einschlagbereiche werden eher und eindeutiger aufgefunden.
- > Bei der späteren Sanierungsbegleitung werden die Abläufe auf der Baustelle unterstützt, wenn man wie zuvor bei der Kartierung zur Überwachung der Triage mXRF-Messungen «an der Baggerschaufel» einsetzt. Man muss nicht auf Laborergebnisse warten. Die Dekontamination per Bagger kann weitgehend unterbrechungsfrei und zielgenau ablaufen.

Diese Methodik hat sich in der Vollzugspraxis über viele Jahre bewährt und stellt den derzeitigen Stand der Technik dar. Falls bei einer Sanierung davon abgewichen wird, so muss der Nachweis über eine Gleichwertigkeit erbracht werden, indem einerseits mindestens eine gleichwertige Datenbasis und -qualität erreicht wird und andererseits keine unverhältnismässig höheren Kosten entstehen.

Weitere Erläuterungen zum Einsatz von mXRF (z. B. detaillierte Hinweise zur Vorgehensweise und den fachlichen Anforderungen) finden sich in der «Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen» des AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft) und des ALN (Amt für Landschaft und Natur) des Kantons Zürich vom Juli 2011 sowie in der XRF-Wegleitung des VBS: «Altlastenbearbeitung VBS: Untersuchung der Belastungen auf Schiessplätzen und Schiessanlagen des VBS – Wegleitung» (v1.4, GS VBS/RU, 30.10.2013, [www.kbs-vbs.ch](http://www.kbs-vbs.ch)).

- 
- > *Messgeräte*: Metallsuchgerät (inkl. Ersatzbatterien); mobiles XRF Spektrometer (mit Ersatzbatterien)
  - > *Probenbehälter*: 500 ml Kunststoffbeutel (ca. 100 Stück); 6 Eimer mit Deckel (20l)
  - > *Probeentnahme und Probenvorbereitung*: Spaten; Hohlmeißel zum Ausstechen der Erdproben; Erdbohrgerät; Siebe (je nach zu untersuchendem Material möglichst fein: 2–10 mm Sieb);
  - > *Einmessen der Probennahmenstellen*: GPS; 50m-Messband oder Laser-Entfernungsmesser; Kompass; Kartenmaterial (Massstab mindestens 1:25 000, besser: 1:10 000); Markierungsspray; Holzpflocke zur Markierung (ca. 30 Stück); Schnur
  - > *Dokumentation*: Notizblock bzw. Laptop; Wasserfeste Stifte; Bericht zur historischen Untersuchung

---

**Ausrüstungsliste für die  
Feldarbeiten**

## > Literatur

Bundesamt für Umwelt BAFU 2012: Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz.

Bundesamt für Umwelt BAFU 2012: PlumBumRisk (IT-Tool), Version 1.0, in Deutsch und Französisch, BAFU-Website – Thema Altlasten, freier Download.

Bundesamt für Umwelt BAFU 2013: Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, Vollzugshilfe (fortlaufend).

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 1997: Bodenschutz und Entsorgungsmassnahmen bei 300m-Schiessanlagen.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 2001: Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub).

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 2003: Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten, Vollzugshilfe.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 2004: Wegleitung Grundwasserschutz.

Bundesgesetz vom 30. März 1911 betreffend die Ergänzung des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (Fünfter Teil: Obligationenrecht).

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG; SR 814.01).

Bundesgesetz vom 5. Oktober 1990 über Finanzhilfen und Abgeltungen (Subventionsgesetz, SuG; SR 616.1).

Generalsekretariat Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport GS-VBS 2013: (Altlastenbearbeitung VBS) Untersuchung der Belastungen auf Schiessplätzen und Schiessanlagen des VBS – Wegleitung. XRF-Wegleitung des VBS, v1.4, GS VBS/RU.

Kanton Zürich 2011: Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen, AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft) und ALN (Amt für Landschaft und Natur) des Kantons Zürich.

Verordnung vom 1. Juni 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo; SR 814.12).

Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV; SR 814.680).

Verordnung vom 26. September 2008 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA; SR 814.681).

Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA; SR 814.600).

# > Glossar

**AAS**

Atomabsorptionsspektrometrie (quantitatives Labor-Analytik-Verfahren)

**AltIV**

Altlastenverordnung (SR 814.680)

**A<sub>o</sub>**

Gewässerschutzbereich A<sub>o</sub> (oberirdische Gewässer)

**A<sub>u</sub>**

Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> (Grundwasser)

**BAFU**

Bundesamt für Umwelt

**BUWAL**

ehemaliges Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Vorläufer des heutigen BAFU)

**GPS**

Global Positioning System (bzw. Gerät zur Bestimmung des Standortes)

**HU**

Historische Untersuchung (im Rahmen der Voruntersuchung)

**ICP-MS**

Induktiv gekoppeltes Plasma (massenspektrometrische Analysenmethode)

**KbS**

Kataster der belasteten Standorte

**KFS**

Künstliches Kugelfangsystem (auch: «KKF» für Künstliche Kugelfänge)

**mXRF**

mobiles Röntgenfluoreszenz-Spektrometer (auch: «handheld-XRF»)

**Pb**

Blei

**S1, S2, S3**

Grundwasserschutzzonen

**Sb**

Antimon

**S<sub>n</sub>, S<sub>m</sub>**

Grundwasserschutzzonen in Karst- und Kluftgrundwasserleitern

**SR**

Systematische Rechtsammlung (gefolgt von einer Zahl)

**SuG**

Subventionsgesetz (SR 616.1)

**TS**

Trockensubstanz

**TU**

Technische Untersuchung (im Rahmen der Voruntersuchung)

**üB**

Gewässerbereich («übriger Bereich» = ausserhalb von Schutzbereichen)

**USG**

Umweltschutzgesetz (SR 814.01)

**UTD**

Untertagedeponie

**UVEK**

Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

**VASA**

Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (SR 814.681)

**VBBo**

Verordnung über Belastungen des Bodens (SR 814.12)

**VBS**

Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport

**VU**

Voruntersuchung (i.d.R. HU und TU)

**VVEA**

Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA; SR 814.600)

**XRF**

X-ray fluorescence spectrometer, auch RFS: Röntgenfluoreszenz-Spektrometer

**Z<sub>o</sub>, Z<sub>u</sub>**

Zuströmbereich (oberirdisches Gewässer/Grundwasser)

---

## > Verzeichnisse

### Abbildungen

---

**Abb. 1**

Bleibelastung durch den Schiessbetrieb bei einer 300m-Schiessanlage 10

**Abb. 2**

Voraussetzungen und Verfahrensschritte für VASA-Abteilungen bei Sanierungen von Schiessanlagen 26

### Tabellen

---

**Tab. 1**

Entsorgungswege in Abhängigkeit des Blei- und Antimongehaltes 18