

Sanierung von Schiessanlagen im Kanton Uri

Pflichtenheft für die Erarbeitung des Sanierungsprojekts



Amt für Umweltschutz, 6460 Altdorf UR

Auftragsnummer: 18 121

Datum: 13.02.2019 [190213_SA_Pflichtenheft.docx]

Inhalt

1	Ausgangslage und Zielsetzung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Ziel des vorliegenden Pflichtenhefts	3
1.3	Ablauf einer Schiessanlagenanierung	4
1.4	Ausschreibung der Baumeister- und Entsorgungsarbeiten.....	6
1.5	Bewilligung der Umbauten von zivilen Schiessanlagen	6
1.6	Baubewilligung, Baufreigabe.....	6
1.7	Beiträge aus dem VASA-Fonds	7
1.7.1	Anforderungen an das Abgeltungsgesuch nach Art. 15 VASA	7
1.7.2	Befristung der VASA-Abgeltungen.....	7
2	Erläuterungen zum Kapitel „1. Einleitung“	8
2.1	Beabsichtigte künftige Nutzung.....	8
3	Erläuterungen zum Kapitel „2. Beschreibung der Schiessanlage“	9
3.1	Historische Untersuchung	9
3.2	Geologisches und hydrogeologisches Umfeld.....	10
4	Erläuterungen zum Kapitel „3. Schadstoffmessungen“	12
4.1	Messung von Schadstoffen im Boden und Untergrund	12
4.1.1	Notwendigkeit von Schadstoffmessungen	12
4.1.2	Zielsetzung der XRF-Messungen.....	12
4.1.3	Schadstoffmessungen mit der XRF-Messmethode.....	12
4.1.4	Messraster	13
4.1.5	Referenzproben und Korrelation mit nasschemischen VVEA- VBBo-Analysen..	14
4.1.6	Horizontale Schadstoffverteilung	16
4.1.7	Vertikale Schadstoffverteilung.....	17
4.2	Messung von Schadstoffen im Grundwasser	17
4.2.1	Probenahme von Grundwasserproben.....	18
4.2.2	Vorbereitung von Grundwasserproben im Labor	18
4.2.3	Analysen von Grundwasserproben.....	18
4.3	Messung von Schadstoffen in Oberflächengewässern.....	19
4.4	Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	19
5	Erläuterungen zum Kapitel „4. Sanierungsziel und Nutzungseinschränkungen“	20
5.1	Altlastenrechtliches Sanierungsziel bzgl. Schutzgut Boden.....	20
5.2	Weiter gehende Massnahmen zum Schutz des Bodens nach VBBo.....	20
5.2.1	Landwirtschaft und Gartenbau (gemäss VBBo), Bauzone	20
5.2.2	Haus- und Familiengärten, Kinderspielflächen (gemäss VBBo)	21
5.2.3	Forstwirtschaft.....	21
5.2.4	Weitergehende Ziele im Sinne des Bauherrn.....	22
5.2.5	Löschung des Eintrags im Kataster der belasteten Standorte	22
5.3	Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzguts Grundwasser.....	22

5.3.1	Wann ist das Schutzgut Grundwasser betroffen?.....	22
5.3.2	Sanierungsbedarf hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser	23
5.3.3	Quantitative Sanierungsziele	23
5.4	Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzguts Oberflächengewässer	24
5.4.1	Wann ist das Schutzgut Oberflächengewässer betroffen?.....	24
5.4.2	Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzguts Oberflächengewässer	24
5.4.3	Quantitative Sanierungsziele	24
6	Erläuterungen zum Kapitel „5. Aushub- und Entsorgungskonzept“	25
6.1	Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten während der Bauausführung	25
6.1.1	Bauherrschaft	25
6.1.2	Rolle des Gutachters, Bauleitung und Fachbauleitung	25
6.2	Aushubkategorien und Entsorgungswege.....	26
6.2.1	Aushubkategorien und Entsorgungswege.....	26
6.2.2	Antimonproblematik.....	26
6.2.3	Wiederverwendung von schwach verschmutztem Aushub	27
6.3	Aushubkubaturen und Aushubbereiche	27
6.4	Transporte und Zwischenlagerung	27
6.5	Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz	28
6.6	Gewässerschutz auf der Baustelle, Grundwassermonitoring.....	28
6.7	Arbeits- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle	29
6.8	Erfolgskontrolle	29
6.9	Rekultivierung und Wiederherstellungsarbeiten.....	30
6.9.1	Rekultivierung.....	30
6.9.2	Wiederherstellungsarbeiten	30
7	Erläuterungen zum Kapitel „6. Kostenzusammenstellung“	32
7.1	Entsorgungskosten	32
7.2	Schätzung der Kosten des Sanierungsvorhabens	32
7.3	Kostenverteilung	33
7.3.1	Grundsätze.....	33
7.3.2	Rechtliche Begriffe.....	34
7.3.3	Vorschlag der Kostenverteilung	35
7.3.4	Auszahlung der VASA-Abgeltungen.....	35
8	Schlussbericht zum Entsorgungs- und Sanierungsnachweis	36
	Verwendete Unterlagen	38

Anhang

Anhang 1: Struktur des Berichts zum Sanierungsprojekt

1 Ausgangslage und Zielsetzung

1.1 Ausgangslage

Im Kanton Uri befinden sich rund 40 Kugelfänge von zivilen Schiessanlagen. Dabei handelt es sich grossmehrheitlich um Kugelfänge von 300 m-Anlagen, untergeordnet kommen auch 25 m-Pistolen-Anlagen, 50 m-Kurzstanz-Anlagen, Jagdschiessanlagen, Tontauben-Schiessanlagen und Test-Anlagen der RUAG vor.

Praktisch bei allen Schiessanlagen ist im Kugelfangbereich mit hohen Schwermetallbelastungen zu rechnen. Die meisten Kugelfänge im Landwirtschaftsgebiet und im Bereich von Grundwasservorkommen oder Oberflächengewässern sind sanierungsbedürftig.

Das Amt für Umweltschutz (AfU) ist für den Vollzug der Altlasten-Verordnung (AltIV) bei Schiessanlagen zuständig und berücksichtigt dabei die fachlichen und terminlichen Vorgaben des Bundesamts für Umwelt BAFU. Die Sanierung von Schiessanlagen soll so erfolgen, dass die in Aussicht gestellten Beiträge des BAFU aus dem VASA-Fonds möglichst vollumfänglich beansprucht werden können.

1.2 Ziel des vorliegenden Pflichtenhefts

Das vorliegende Pflichtenheft für die Erarbeitung des Sanierungsprojekts richtet sich in erster Linie an die Inhaber von untersuchungsbedürftigen Kugelfängen sowie an die mit der Erarbeitung von Schiessanlagenprojekten beauftragten Gutachter.

Das AfU reicht beim BAFU Abgeltungsgesuche zu Sanierungsvorhaben nach Art. 15 VASA ein. Diese Abgeltungsgesuche müssen einheitlich und vollständig dokumentiert sein. Zu diesem Zweck werden den Abgeltungsgesuchen nach einheitlichen Grundsätzen von Gutachtern verfasste Berichte zum Sanierungsprojekt beigelegt (siehe Berichtsraster im Anhang 1 und die erläuternden Kapitel 2 bis 7).

Das vorliegende Pflichtenheft soll

- ▶ ein einheitliches Vorgehen für die Erarbeitung von Sanierungsprojekten vorgeben,
- ▶ die Grundsätze für die Festlegung von Sanierungszielen zusammenfassen,
- ▶ die Anforderungen an ein bewilligungsfähiges Bauvorhaben zur Dekontamination von Kugelfängen definieren,
- ▶ die Ermittlung der abgeltungsberechtigten Sanierungskosten und die Anforderungen an eine nachvollziehbare Kostenschätzung aufzeigen,
- ▶ die Bestandteile und die Anforderungen an den Bericht zum Sanierungsprojekt festlegen.

Im Kapitel 8 sind zudem die wichtigsten Bestandteile eines Schlussberichts aufgeführt, der dem AfU nach Abschluss der Sanierungsarbeiten einzureichen ist.

Das vorliegende Pflichtenheft berücksichtigt entsprechende Arbeitshilfen und Merkblätter des BAFU (Vollzugshilfe [2]), des VBS (Wegleitung [3]) sowie des Kantons Zürich (Vollzugshilfe [4] und Anleitung [5]).

1.3 Ablauf einer Schiessanlagenanierung

Im Vergleich zu einem Ablagerungs- oder Betriebsstandort gestaltet sich die Sanierung einer Schiessanlage, vor allem was die Anzahl Untersuchungsschritte betrifft, deutlich einfacher. In der Vollzugspraxis hat es sich bewährt, die Voruntersuchung, die Erarbeitung eines Sanierungsprojekts und eines Entsorgungskonzepts in einem Schritt durchzuführen und in einem gemeinsamen Bericht – dem Sanierungsprojekt (Berichtsgliederung in Anhang 1) – zu dokumentieren (BAFU-Mitteilung [2]: Kapitel 3).

Das schrittweise Vorgehen bei der Sanierung einer Schiessanlage ist in Abbildung 1 illustriert. Im Folgenden werden die wichtigsten Projektschritte kurz umrissen:

- ▶ **Bericht Sanierungsprojekt:** Dieser Bericht enthält eine Beschreibung des Standorts, die Betriebsgeschichte der Anlage (Historische Untersuchung) und die Resultate der XRF-Messungen. Darauf basierend ist zusammen mit dem Auftraggeber und dem AfU ein geeignetes Sanierungsziel festzulegen, was am besten anlässlich einer gemeinsamen Besprechung erfolgt. Danach ist das Aushub- und Entsorgungskonzept zu erstellen, die Bauarbeiten zu planen, die Kosten zu schätzen und eine Kostenverteilung vorzuschlagen. Die Erkenntnisse sind im Bericht zum Sanierungsprojekt zusammenzutragen. Das Sanierungsprojekt ist dem AfU zur Stellungnahme einzureichen.
→*Im Anhang 1 findet sich der verbindliche Berichtsraster eines Sanierungsprojekts.*
- ▶ **Sanierung der Schiessanlage:** Nach Vorliegen der Sanierungsverfügung wird nach allfälligen Bereinigungen des Sanierungsprojekts die kantonale Baubewilligung erteilt. Danach werden die Bauarbeiten ausgeschrieben und vergeben (Abschnitt 1.4). Die Entsorgungswege sind nun klar definiert und die entsprechenden Abnahmegarantien werden dem AfU eingereicht, worauf dieses die Baufreigabe erteilt. Nun kann mit den eigentlichen, mit einem XRF-Gerät begleiteten Sanierungs- resp. Aushubarbeiten begonnen werden. Nach Erreichen des Sanierungsziels wird auf dem Aushubplanum – ebenfalls mit dem XRF-Gerät – die Erfolgskontrolle durchgeführt. Die Sanierungsarbeiten inklusive Bauabrechnung werden in Form eines **Schlussberichts**, der dem AfU zur Stellungnahme einzureichen ist, dokumentiert (Kapitel 8).
- ▶ **Auszahlung der VASA-Gelder und des kantonalen Beitrags:** Kann das AfU den Sanierungserfolg bestätigen und ist die Bauabrechnung korrekt, reicht das AfU den VASA-Antrag beim BAFU ein. Sind die Bundesgelder beim Kanton eingetroffen, leitet dieser die VASA-Gelder zusammen mit dem kantonalen Beitrag an die Gemeinde weiter.

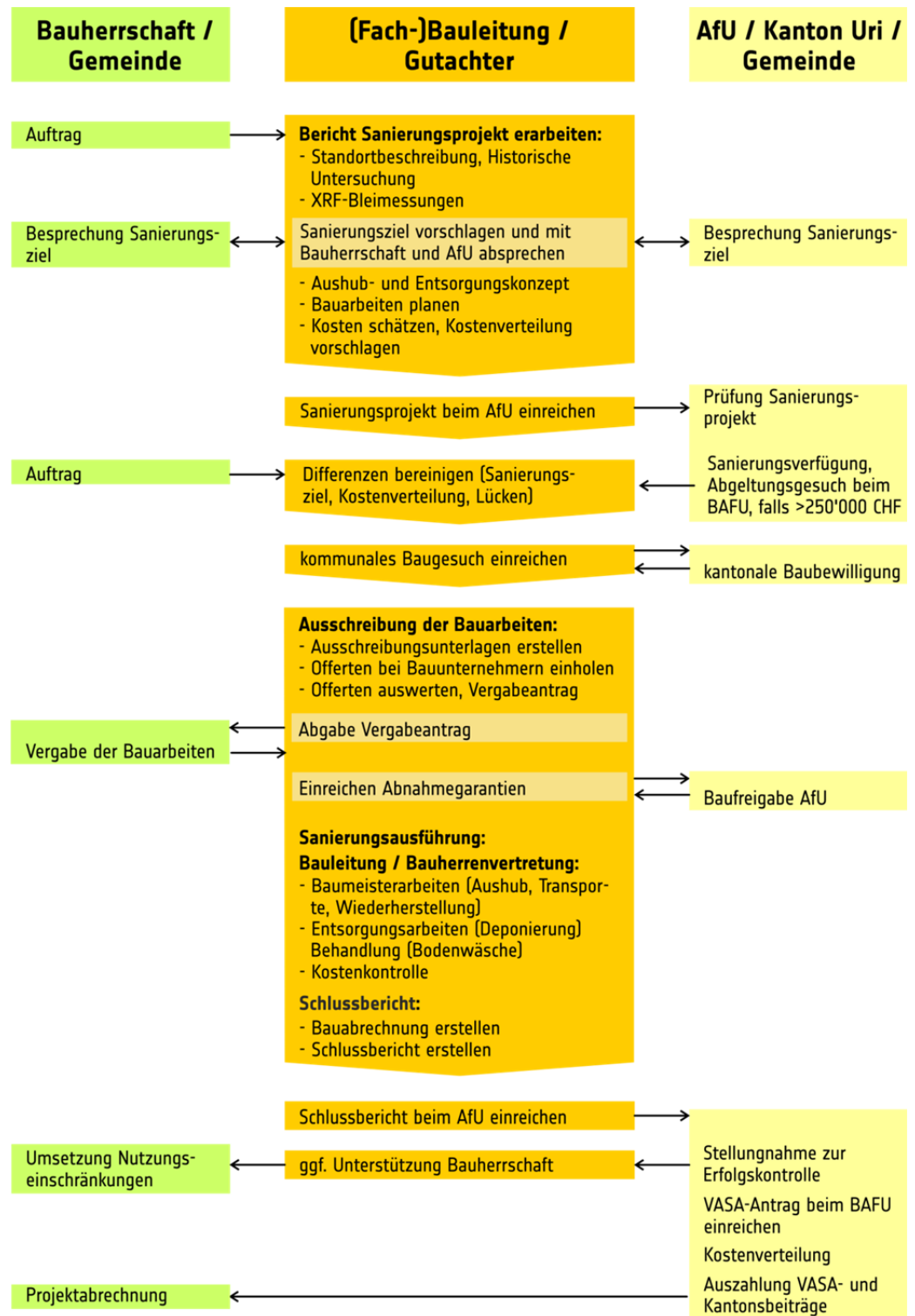


Abb. 1:
Ablauf einer
Schies-sanlagen-
sanierung.

1.4 Ausschreibung der Baumeister- und Entsorgungsarbeiten

Falls das Sanierungsvorhaben mehrheitlich mit öffentlichen Geldern (Gemeinde, Kanton) finanziert wird, ist die Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen zu beachten (IVöB und SubV). Ein Auftrag ist im *offenen* oder im *selektiven Verfahren* zu vergeben, wenn sein Gesamtwert (Schwellenwert) den Betrag von 500'000 CHF bei Aufträgen des Bauhauptgewerbes überschreitet. Der Auftrag kann im *Einladungsverfahren* vergeben werden, wenn sein Gesamtwert (Schwellenwert) zwischen 300'000 CHF und 500'000 CHF liegt. Wenn der Gesamtwert von 300'000 CHF für das Einladungsverfahren nicht erreicht wird, kann der Auftrag im *freihändigen Verfahren* vergeben werden.

Wichtig: Die von den Bauunternehmern angebotenen Entsorgungswege müssen vor Baufreigabe überprüft werden können. Es ist daher notwendig, von allen anbietenden Unternehmern verbindliche, *schriftliche Annahmestätigungen* der vorgesehenen Entsorgungseinrichtungen (Deponien und Bodenwaschanlagen) zu verlangen. In den Submissionsunterlagen sollen

- ▶ das Fehlen der Annahmestätigung oder
- ▶ die Entsorgung von Materialklassen auf nicht zugelassenen Deponien als *Ausschlusskriterien* definiert werden. Der Unternehmer darf nach dem Zuschlag die Entsorgungswege nur noch mit Zustimmung des AfU ändern.

1.5 Bewilligung der Umbauten von zivilen Schiessanlagen

Die Baubewilligung kann erst erteilt werden, wenn der zuständige eidgenössische Schiessoffizier die Pläne genehmigt hat (Art. 14 und 16 SchAV). Zu diesem Zweck sind die Baupläne der Umrüstung der Schiessanlage (z.B. Veränderungen des Kugelfangs, Bau von emissionsfreien Kugelfangsystemen) im Doppel dem zuständigen eidgenössischen Schiessoffizier zuzustellen.

1.6 Baubewilligung, Baufreigabe

Die Baubehörde der Standortgemeinde ist für das Baubewilligungsverfahren zuständig. Das Baugesuch ist der örtlichen Baubehörde (Baukommission oder Bauverwaltung der Standortgemeinde) einzureichen. Baugesuche ausserhalb der Bauzone (bei Schiessanlagen die Regel) werden an die kantonale Koordinationsstelle für Baueingaben beim Amt für Raumentwicklung weitergeleitet. Diese wird die Unterlagen den weiteren kantonalen Fachstellen zur Vernehmlassung weiterleiten und diese gesammelt wieder der Gemeinde zurück senden. In der Regel erfolgt die Baubewilligung mit Auflagen.

Für die definitive Baufreigabe sind dem AfU die im Rahmen der Submission eingegangenen Abnahmegarantien der Entsorger einzureichen.

Wichtig: Bei Sanierungen mit anrechenbaren Gesamtkosten > 250'000 CHF darf mit den Baumassnahmen erst begonnen werden, wenn die Abgeltung der VASA-Beiträge vom BAFU zugesichert worden ist.

1.7 Beiträge aus dem VASA-Fonds

1.7.1 Anforderungen an das Abgeltungsgesuch nach Art. 15 VASA

Das vom AfU beim BAFU einzureichende Abgeltungsgesuch (Voranfrage bei > 250'000 CHF) muss gemäss Art. 15 VASA folgende Angaben enthalten, welche im Bericht zum Sanierungsprojekt dokumentiert sein müssen:

- ▶ Die wesentlichen Grundlagen und Elemente des Sanierungsprojekts,
- ▶ eine Beurteilung, ob die Massnahmen umweltverträglich und wirtschaftlich sind und ob sie dem Stand der Technik entsprechen,
- ▶ die voraussichtlichen Gesamtkosten des Projekts sowie die voraussichtlichen anrechenbaren Kosten,
- ▶ ggf. die auf den historischen Abklärungen basierende Begründung der Verteilung der Kosten.

Wenn die anrechenbaren Kosten 250'000 CHF übersteigen, muss das Abgeltungsgesuch beim BAFU vor Baubeginn eingereicht werden (Art. 26 Abs. 1 SuG, Art. 15 und 16 VASA). Mit den Baumassnahmen darf erst begonnen werden, wenn die Abgeltung vom BAFU zugesichert worden ist.

1.7.2 Befristung der VASA-Abgeltungen

VASA-Beiträge an die Sanierung von Kugelfängen werden nur entrichtet, wenn der Eintrag von Schadstoffen in den Untergrund

- ▶ bei Kugelfängen in Grundwasserschutzzonen S bis zum 31.12.2012 eingestellt worden ist (Art. 32e Abs. 3 Bst. c Ziffer 1 USG) und
- ▶ bei den übrigen Kugelfängen bis zum 31.12.2020 eingestellt wird (Art. 32e Abs. 3 Bst. c Ziffer 2 USG).

Der Eintrag von Schadstoffen in den Untergrund wird entweder durch den Einbau von emissionsfreien Kugelfangsystemen (KKF) oder mit der Stilllegung der Schiessanlage verhindert.

2 Erläuterungen zum Kapitel „1. Einleitung“

2.1 Beabsichtigte künftige Nutzung

In einem ersten Schritt legt der Inhaber der Schiessanlage die zukünftige Nutzung fest und teilt sie als Grundlage für die Erarbeitung des Sanierungsprojekts dem Gutachter mit.

Tab. 1:
Mögliche Nutzungsabsichten für eine Schiessanlage (SA).

Weitere Nutzung als SA beabsichtigt:		Stilllegung der bestehenden SA beabsichtigt	Bereits definitiv stillgelegte SA:	
Weiterer Schiessbetrieb auf der unveränderten SA	Bauvorhaben im Kugelfangbereich (Erneuerung, Erweiterung, Teilrückbau)		Dekontamination des Kugelfangbereichs	Bauvorhaben im Kugelfangbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Im Hinblick auf die Fristen gemäss Art. 32e Abs. 3 Bst. c USG den Einbau von emissionsfreien Kugelfangsystemen prüfen. ▶ Mögliche langfristige Nutzung des Areals beurteilen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Im Hinblick auf die Fristen gemäss Art. 32e Abs. 3 Bst. c USG den Einbau von emissionsfreien Kugelfangsystemen prüfen. ▶ Mögliche langfristige Nutzung des Areals beurteilen. ▶ Altlastensanierung und Bauvorhaben koordinieren: Bewilligungsverfahren, Terminplanung, Finanzierung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rückbau der bestehenden Zielrichtungen prüfen. ▶ Fristen gemäss Art. 32e Abs. 3 Bst. c USG beachten. ▶ Künftige Nutzung der Kugelfangparzelle festlegen, insb. Art der landwirtschaftlichen Nutzung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Künftige Nutzung der Kugelfangparzelle festlegen, insb. Art der landwirtschaftlichen Nutzung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Künftige Nutzung der Kugelfangparzelle festlegen, insb. Art der landwirtschaftlichen Nutzung. ▶ Altlastensanierung und Bauvorhaben koordinieren: Bewilligungsverfahren, Terminplanung, Finanzierung.

Für das Gelingen eines zielorientierten Sanierungsprojekts ist die Absprache zwischen Standortinhaber und Gutachter über die Nutzungsabsichten des Standortinhabers bzw. Grundeigentümers von zentraler Bedeutung.

3 Erläuterungen zum Kapitel „2. Beschreibung der Schiessanlage“

3.1 Historische Untersuchung

Die Historische Untersuchung muss zwingend folgende Informationen zur Standortgeschichte beinhalten:

- ▶ Nennung Auskunftspersonen inkl. Funktion (z.B. Präsident des Schützenvereins) und der konsultierten Archive bzw. schriftlichen Unterlagen.
- ▶ Angaben zu den Bauten und Einrichtungen der Schiessanlage:
 - ▶ Beschreibung der heutigen Bauten und Einrichtungen,
 - ▶ Baujahr der Schiessanlage, Betriebsdauer, Anzahl Scheiben (evtl. früher mehr Scheiben?),
 - ▶ allfällige bauliche Veränderungen der Schiessanlage (Erweiterungen, Redimensionierungen, Umbauten), jeweils mit Baujahr,
 - ▶ allfällige Umlagerungen von Kugelfangmaterial im Rahmen von Unterhaltsarbeiten, allfällige Aufschüttungen im Kugelfangebereich.
- ▶ Angaben zu den Nutzern der Schiessanlage:
 - ▶ Nennung der Schützenvereine, welche die Anlage genutzt haben oder nutzen,
 - ▶ Nennung von allfälligen weiteren Nutzern der Anlage (Polizei, Militär, Jäger, etc.),
 - ▶ für alle Nutzer separat anzugeben sind: Nutzungsperiode, total abgegebene Schüsse, eingesetzte Munitionsarten,
 - ▶ Schadstoffgehalte der eingesetzten Munitionsarten.

Sollten keine oder nur unvollständige Angaben zu den Schusszahlen vorliegen, müssen sie vom Gutachter möglichst plausibel *geschätzt* werden.

Tab. 2:
Metallgehalte von Geschossen einiger gebräuchlicher Munitionssorten
Quellen:
[6], [3]
ArGe Geographisches Institut Universität Bern /
InfraConsult (1998): unveröffentlicht,
GRD, FA26: Bericht
28.1.1993

Munition, Kaliber	Metallgehalte pro Geschoss [g/Geschoss]				
	Pb	Cu	Sb	Ni	As
7.5 mm GP 11	8.378	0.257	0.171	0.045	0.0004
5.6 mm Gw Pat 90	2.99	0.1	0.06	0.02	
9 mm Pist Pat	6.42				
7.65 mm Pist Pat	ca. 4				
Kal 22 5.6 mm Kleinkaliber Pat	1.8 bis 2.55				
Schrotpatronen	24 bis 28				

Tabelle 2 zeigt die Metallgehalte einiger gebräuchlicher Munitionssorten. Ausgehend von den Erkenntnissen der Historischen Untersuchung ist für jeden Nutzer eine *Bleifracht* abzuschätzen:

$$\text{Bleifracht} = \text{Nutzungsdauer in Jahren} \times \text{durchschnittliche Schusszahl pro Jahr} \times \text{Bleigehalt pro Geschoss}$$

Der prozentuale Anteil der Bleifracht des Nutzers an der gesamten Bleifracht im Kugelfang entspricht dem prozentualen Anteil des Nutzers an der Verursachung der Belastung.

Falls die Sanierungskosten auf mehrere Verursacher aufzuteilen sind, werden die Verursacheranteile anhand der hier geschätzten Bleifrachten der einzelnen Verursacher aufgeteilt.

In der Regel ist Blei das für die Belastung des Kugelfangs massgebende Metall. In seltenen Fällen kann aber auch Kupfer massgebend sein. Dies ist der Fall, wenn überwiegend Munition aus hoch kupferhaltigen Legierungen wie Tombak eingesetzt worden ist (z.B. bleifreie Kleinkaliber-Munition, spezielle 9 mm Polizei-Munition, weitere). In diesen seltenen Fällen sind die Kupferfracht und die prozentualen Anteile an der Verursachung sinngemäss für Kupfer herzuleiten.

Abb. 2:
Links:
5.6 mm Gw Pat 90,
rechts:
9 mm Pist Pat.



Abb. 3:
Verschiedene Stadien des
Zersetzungsprozesses von
Geschossen in Kugelfängen
Links:
Gewehrprojekte GP90,
rechts:
9 mm Pist Projekte
Fotos: BAFU, Sektion Alt-
lasten und Industrieabfälle



Das in Geschossen verwendete Blei ist zur Härtung mit ca. 2 % bis 5 % Antimon (Sb) legiert. Sb ist verglichen mit Pb wesentlich mobiler und weist eine Toxizität auf, welche mit Arsen verglichen werden kann. Sb wird speziell im Bereich von sauren Böden zuerst und in höheren Konzentrationen als Pb im Grundwasser nachgewiesen. Sb lässt sich mit den gängigen, für den Feldeinsatz gebräuchlichen XRF-Spektrometern nicht nachweisen. In Feststoffproben ist der Nachweis von Sb wegen der ausgeprägten pH-Abhängigkeit des Lösungsverhaltens anspruchsvoll. Die BAFU-Wegleitung [7] zu den Analysemethoden gibt daher ein spezielles Verfahren für den analytischen Nachweis von Sb in Feststoffproben vor.

3.2 Geologisches und hydrogeologisches Umfeld

Als Grundlage für die Gefährdungsabschätzung hinsichtlich des Schutzguts Grundwasser werden Angaben zu den geologischen und zu den hydrogeologischen Verhältnissen im Bereich des Kugelfangs benötigt. Sondierungen zur Erkundung des geologischen

oder hydrogeologischen Umfelds sind allerdings nur in seltenen Fällen erforderlich. In der Regel genügen Angaben aus geologischen oder hydrogeologischen Karten, Grundwasserkarten, Gutachten oder Fachliteratur.

Beim geologischen Aufbau sind die Lockergesteine bis zum Stauer – meistens die Felsoberfläche – zu beschreiben. Geologische Informationen finden sich z.B. auf Webseiten der swisstopo¹ (z.B. Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000) oder dem Geportal des Kantons Uri².

Bei der hydrogeologischen Beschreibung sind die Grundwasserleiter, die Durchlässigkeiten, die Grundwassermächtigkeiten, die Flurabstände, Fließrichtungen, die hydraulische Beziehung zu nahen Oberflächengewässern (In- resp. Exfiltration von Grundwasser) etc. zu beschreiben. Auch der Gewässerschutzbereich ist anzugeben.

¹ map.geo.admin.ch

² geo.ur.ch

4 Erläuterungen zum Kapitel „3. Schadstoffmessungen“

4.1 Messung von Schadstoffen im Boden und Untergrund

4.1.1 Notwendigkeit von Schadstoffmessungen

Zur Feststellung des Sanierungsbedarfs sind grundsätzlich *keine* technischen Untersuchungen erforderlich. Da die Belastungen regelmässig über den Bodensanierungswerten nach Anhang 3 AltIV liegen, kann der im Kataster eingetragene Perimeter (Bereich A) ohne Untersuchungen als Altlast klassiert werden.

Im Rahmen des Sanierungsprojekts muss hingegen die laterale und die vertikale Ausdehnung der Belastung bekannt sein, um die Kubaturen der auszuhebenden und zu entsorgenden Materialklassen abschätzen zu können. Diese Angaben sind wichtig, um die Kosten der Sanierung abschätzen zu können und um die Ausschreibungsunterlagen für die Submission der Bau- und Entsorgungsarbeiten mit realistischen Grundlagen erstellen zu können.

Bei kleinräumigen Belastungen in Kugelfängen mit klaren geometrischen Formen, z. B. bei aufgeschütteten trapezförmigen Kugelfängen von Kurzdistanzanlagen, kann auf die Messung der Schadstoffverteilung auch verzichtet werden. In diesen Fällen können die zu entsorgenden Kubaturen mit ausreichender Genauigkeit abgeschätzt werden.

Die Schadstoffverteilung ist in jedem Fall zu messen, wenn sich aus der Historischen Untersuchung Indizien ergeben, dass Kugelfangmaterial umgelagert, verstossen oder verteilt worden ist oder dass Umbauten stattgefunden haben.

4.1.2 Zielsetzung der XRF-Messungen

Ziel ist das Feststellen der lateralen und vertikalen Ausdehnung der Schadstoffe im Kugelfang als Grundlage für die Abschätzung der Kubaturen der auszuhebenden und zu entsorgenden Materialklassen.

4.1.3 Schadstoffmessungen mit der XRF-Messmethode

Die XRF-Messmethode stellt eine effiziente und kostengünstige Methode zur Messung der Ausdehnung einer Schwermetallbelastung dar (vgl. [3]). Die Messungen mit dem portablen XRF-Spektrometer ermöglichen eine direkte Bestimmung von Schwermetallgehalten in Feststoffproben im Gelände. Es zeigt den absoluten Gehalt in mg/kg (= ppm) der Schwermetalle sowie die Ungenauigkeit der Messung an. Letztere nimmt mit der Dauer der Messung ab, welche normalerweise ca. 15 bis 30 Sekunden dauert. Die Genauigkeit von XRF-Feldmessungen beträgt in der Regel etwa $\pm 35\%$. Diese Genauigkeit genügt jedoch längstens für die Kartierung von Belastungen im Gelände.

Die XRF-Messmethode liefert im Belastungsbereich zwischen ca. 100 und ca. 2'000 mg Pb/kg zuverlässige Resultate. Bei tiefen Belastungen < 100 mg Pb/kg verhindern gerätebedingte Limiten und die rudimentäre Probenvorbereitung zuverlässige Aussagen. Bei hohen Belastungen > 2'000 mg Pb/kg, mitunter auch bei tieferen Werten, behindern partikuläre Metalle im Probenmaterial repräsentative Messungen. Antimon kann mit XRF im Feld nicht direkt gemessen werden.



Abb. 4:
Portables XRF-
Spektrometer
Niton XL3t.

Das zu messende Probenmaterial muss weitgehend homogen sein. Bei inhomogenem Probenmaterial sind die Messwerte nur schlecht reproduzierbar. Als Inhomogenitäten gelten sichtbare partikuläre Metalle und eine grobkörnige Matrix.

XRF-Messungen sind nicht oder nur eingeschränkt möglich:

- ▶ in Bereichen mit Geschossen und Geschosssplittern, d.h. im direkten Einschussbereich hinter ortsfesten Zielen und
- ▶ in Bereichen mit wenig Humus und feinkörniger Matrix, z.B. in grobkörnigem Hang- oder Blockschutt.

In solchen Bereichen ermöglicht die XRF-Methode lediglich qualitative Aussagen zur Schwermetallbelastung.

4.1.4 Messraster

Die XRF-Feldmessungen werden in einem geometrischer Messraster ausgeführt, welcher im Minimum den gesamten A-Bereich des Kugelfangs abdeckt. Für die einigermaßen zuverlässige Entdeckung eines „Schadstoffherdes“ muss die Grösse der Maschen des Probenahmerasters etwa der vermuteten Grösse des „Stoffherds“ entsprechen.

Neben den zu erwartenden Schadstoffgehalten gemäss Belastungshypothese ist auch die Beschaffenheit des Geländes (Hangneigung, Vegetation) bei der Wahl des Probenahmerasters zu berücksichtigen. Die Wahl des Probenahmerasters hängt stark vom Einzelfall ab. Die Wahl der Maschenweite muss in einem sinnvollen Aufwand-Nutzen-Verhältnis stehen. Die Überlegungen dazu sind im Bericht zum Sanierungsprojekt zu dokumentieren. Für die Grösse der Maschen von systematischen Probenahmerastern sind die Richtwerte gemäss Tabelle 3 zweckmässig.

Im direkten Einschussbereich hinter den Scheiben sind keine Messpunkte vorzusehen, da dort erfahrungsgemäss mit Geschossen und Geschossfragmenten in grosser Zahl und damit mit Pb-Gehalten weit über 10'000 mg/kg zu rechnen ist. Die XRF-Messme-

thode erlaubt in diesem Bereich keine zuverlässigen Aussagen. Der Einschussbereich kann auch ohne Messungen der Kategorie > 10'000 mg Pb/kg zugeordnet werden.

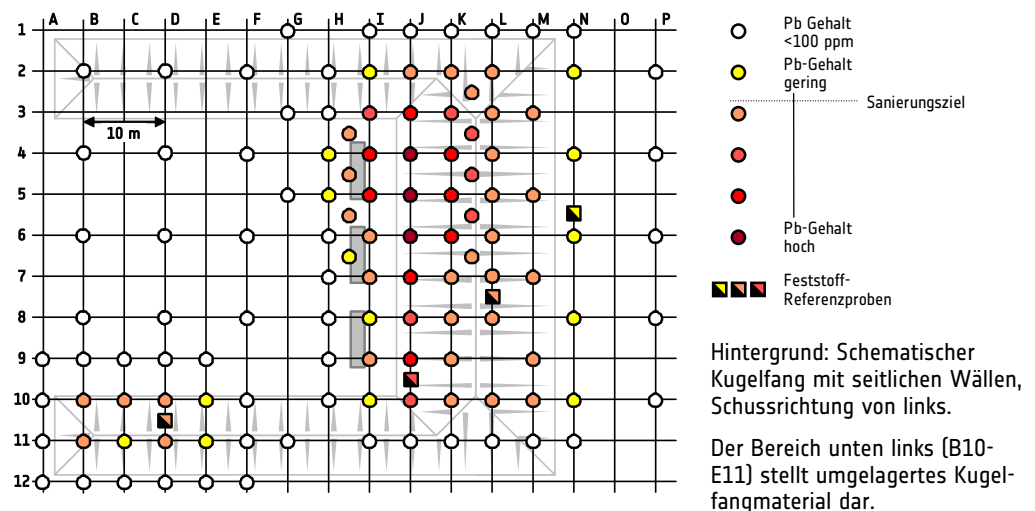
Tab. 3:
Richtwerte für die
Grösse von Proben-
nahmerastern für
XRF-Messungen

Annahme gemäss Belastungshypothese	Beispiel	Ungefähre Rastergrösse
hohe Belastungen	Kugelfangwall ohne Einschussbereich	10 m
mittlere Belastungen	an den Kugelfangwalls angrenzende Bereiche, Bereiche mit verstossenem Kugelfangmaterial	10 bis 20 m
niedrige Belastungen	Randbereiche	> 20 m

Da die XRF-Methode während den Messungen bereits Aussagen zu den Schwermetallgehalten erlaubt, ist der Probenahmeraster laufend an die Gegebenheiten anzupassen:

- ▶ Falls der im ersten Arbeitsschritt abgedeckte Bereich am Rand mit erhöhten Pb-Gehalten endet, muss der Messbereich so weit ausgedehnt werden, dass es möglich ist, den zu sanierenden Bereich zuverlässig abzugrenzen und allfällige Nutzungseinschränkungen definieren zu können.
- ▶ In Bereichen, in welchen der Verlauf der Pb-Belastung aus den bisherigen Messungen nicht klar hervorgeht, oder in Bereichen mit sehr stark variierenden Pb-Belastungen ist der Probenahmeraster zu verdichten.

Abb. 5:
Schematische Darstellung
eines XRF-
Probenahmerasters mit
Anpassungen während
den Feldmessungen
(randliche Ausdehnung,
Verdichtung des Rasters)
und Probenahmeorten
der Feststoff-Referenz-
proben (nach [3]).



4.1.5 Referenzproben und Korrelation mit nasschemischen VVEA- VBBo-Analysen

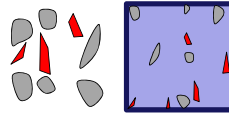
Für Vergleiche mit Grenzwerten gemäss VVEA oder VBBo sind die in der BAFU-Vollzugshilfe [7] beschriebenen nasschemischen Analysemethoden mit Säureaufschluss massgebend (Totalgehalte nach VVEA resp. VBBo).

Die XRF-Methode weist gegenüber diesen Analyseverfahren nach VVEA und VBBo systematische Unterschiede auf, welche auf die Art der Probenahme, auf die Messung am erdfuchten, nicht homogenisierten Probenmaterial sowie auf weitere standortspezifische Faktoren zurückzuführen sind (Details vgl. [3]).

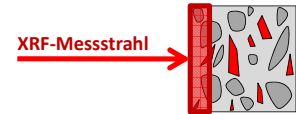
Abb. 6: Systematische Unterschiede der Aufschlussverfahren nach VVEA, VBBo und nach der XRF-Messmethode. **Rot:** Geschossfragmente, **grau:** Gesteinskörner.



Totalaufschluss nach VVEA: Totalaufschluss mit starker Säure



Teilaufschluss nach VBBo: Aussortieren des Probenmaterials > 2 mm, Aufschluss mit schwacher Säure



XRF-Messmethode: Messung des Gesamtgehalts an der Probenoberfläche

Die XRF-Messresultate sind daher zwingend mit Referenz-Feststoffproben zu korrelieren, welche mit den massgebenden Messverfahren nach VVEA bzw. nach VBBo analysiert werden. Die Korrelation ergibt eine standortspezifische Korrelationskurve, mit welcher sämtliche XRF-Messwerte zu korrigieren sind.

Tab. 4: Massgebende Analysenmethoden für Referenzproben

Fragestellung, Zielsetzung der XRF-Untersuchung	Analysen der Feststoff-Referenzproben	
	Totalgehalte nach VBBo Anhang 1 Ziff. 2	Totalgehalte nach VVEA ([7]: Methoden F6a und F6b)
Ausdehnung des Bereichs, in welchem Einschränkungen der landwirtschaftlichen Nutzung zu beurteilen sind	x	
Abgrenzung von unterschiedlich belasteten Aushubbereichen hinsichtlich Entsorgung bzw. Behandlung		x
Triage der Materialklassen während des Aushubs.		x
Feststellen des Sanierungserfolgs auf dem Aushubplanum		x
Feststellen des Sanierungserfolgs ausserhalb des Aushubbereichs in landwirtschaftlich genutzten Flächen	x	

Für jede Schiessanlage sind mindestens 6 Referenzproben zu entnehmen und im Labor zu analysieren:

- ▶ Die Referenzproben sollen aus *unterschiedlich* stark belasteten Bereichen mit Bleigehalten zwischen 100 und 3'000 mg Pb/kg entnommen werden. Abbildung 5 zeigt schematisch solche Probenahmeorte. Proben mit sichtbaren Geschossfragmenten sind als Referenzproben grundsätzlich ungeeignet.
- ▶ Die minimale Probenmasse der Referenzproben ist von der Korngrösse des zu beprobenden Materials abhängig und beträgt nie weniger als 1 kg (vgl. Abb. 7, [3] und [7]). Die gesamte gemäss Abbildung 7 entnommene Probenmasse ist für die Laboranalyse aufzubereiten.
- ▶ An erdfeuchten Probenmaterial der Referenzproben werden die Schwermetallgehalte zuerst mit dem tragbaren XRF-Spektrometer gemessen.
- ▶ Die Totalgehalte der massgebenden Schwermetalle der Referenzproben werden anschliessend je nach Fragestellung bzw. Zielsetzung der Untersuchung nach VVEA und/oder nach VBBo analysiert (Tab. 4).

Oft werden mit den XRF-Messungen mehrere der in Tabelle 4 genannten Fragestellungen verfolgt, sodass die Feststoff-Referenzproben sowohl nach VBBo wie auch nach VVEA analysiert werden. Eine gemäss Abbildung 7 entnommene Feststoffprobe ergibt nach der Probenvorbereitung (Zerkleinerung und Aufteilung) ausreichend Pro-

benmaterial, so dass mit der *gleichen* Feststoffprobe sowohl Totalgehalte nach VBBo wie auch nach VVEA gemessen werden können.

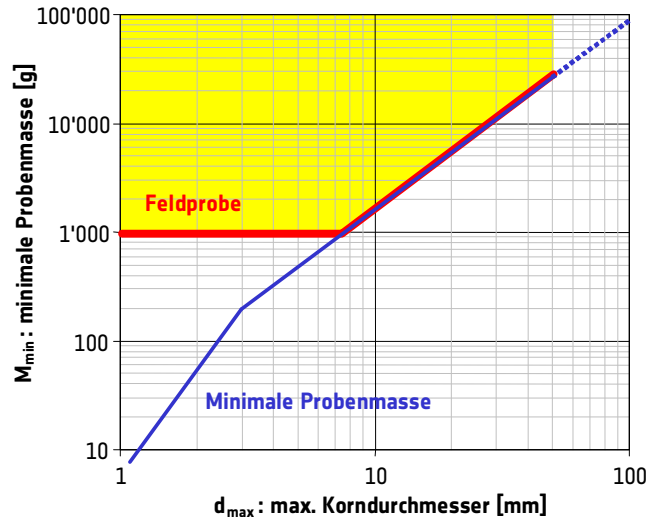
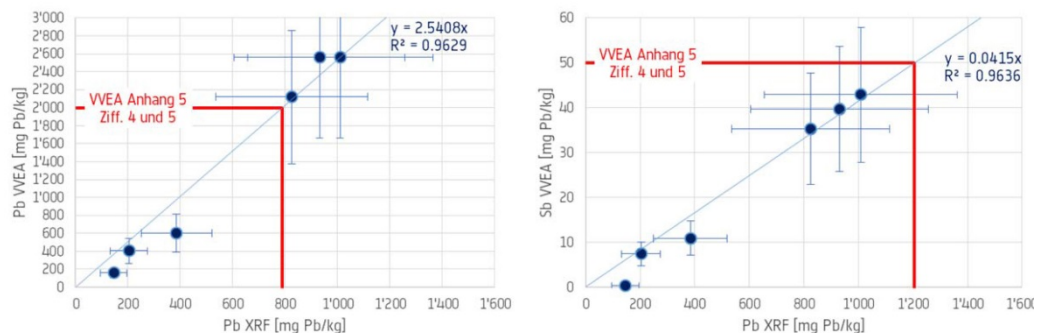


Abb. 7:
Minimale Probenmenge
vs. maximale Korngrösse
(aus [7]).

Die Probenahme der Referenzproben ist mit Probenahmeprotokollen zu dokumentieren. Diese sind dem Untersuchungsbericht beizulegen. Ebenso ist die Korrelation und die Korrektur der XRF-Felddaten im Untersuchungsbericht zu dokumentieren.

Abb. 8:
Korrelation der Pb- (links)
resp. Sb-Gesamtgehalte
(rechts) gemäss VVEA mit
den XRF-Feldmessungen
von Pb und Sb an den
gleichen Proben, Darstellung
des für die Ablagerung
auf Deponien Typ D
und E massgebenden
Grenzwerts gemäss
Anhang 5 VVEA.



Die resultierende Korrelationskurve bildet die Grundlage für die Korrektur sämtlicher XRF-Feldmessungen. Die Korrelationskurve ist nicht linear: Normalerweise ergeben sich exponentielle oder logarithmische Kurven (Abb. 8). Die Rohdaten der XRF-Feldmessungen müssen in der Regel mit einem Faktor zwischen 1.5 und 2.5 korrigiert werden.

4.1.6 Horizontale Schadstoffverteilung

Der direkte Einschussbereich, welcher logischerweise die höchsten Pb-Konzentrationen aufweist, ist gemäss VASA-Mitteilung [2] nicht zu untersuchen, da er offenkundig sehr hoch belastet und somit sanierungsbedürftig ist. Das standardisierte Messverfahren gemäss VBS-Wegleitung [3] sieht vor, die Messungen soweit über den belasteten Bereich des Kugelfangs hinaus fortzusetzen, bis das XRF-Spektrometer nur noch Belastungen im Bereich des Typ A-Grenzwertes gemäss Anhang 3 VVEA anzeigt.

Die Messpunkte werden mit GPS oder – falls dies nicht möglich ist – mit Messband eingemessen.

Die gemessene horizontale Schadstoffverteilung (nach VBBo und VVEA korrigierte Messwerte) ist im Untersuchungsbericht mit grossmassstäblichen Planbeilagen darzustellen und zu kommentieren. Zusätzlich sind die Messwerte (korrigierte und nicht korrigierte) zusammen mit den Koordinaten der Messpunkte des Messrasters tabellarisch darzustellen.

4.1.7 Vertikale Schadstoffverteilung

Die vertikale Schadstoffverteilung wird mittels Tiefenprofilen bestimmt:

- ▶ An mindestens 4 repräsentativen Stellen des Kugelfangbereichs werden mit dem Bohrstock, mit einem Pürckhauer-Bohrer oder mit einem anderen geeigneten Verfahren Bohrkerne bis ca. 1 m Tiefe entnommen.
- ▶ Aus dem Bohrkern sind alle 20 cm Mischproben zu entnehmen und mit dem XRF-Spektrometer zu messen.
- ▶ Die XRF-Messwerte aus den Bohrkernen sind wie die XRF-Messungen an der Terrainoberfläche mit der aus den Referenzproben bestimmten Korrelationsgleichung zu korrigieren.

Anhand der Tiefenprofile beurteilt der Gutachter die vertikale Schadstoffausdehnung. In ungestörten Verhältnissen halbiert sich der Bleigehalt in der Tiefe alle 20 cm (Faustregel). Falls der Bleigehalt mit der Tiefe unerwartet wieder stark zunimmt, ist mit Umlagerungen und Verschiebungen von Kugelfangmaterial zu rechnen. In diesem Fall ist eine zuverlässige Aussage zur vertikalen Schadstoffverteilung schwierig.

Der Gutachter entwickelt aus der Geometrie des Kugelfangs und aus den Erkenntnissen der vertikalen Schadstoffverteilung ein Modell zur Abschätzung der Aushubkubaturen der verschiedenen Materialklassen. Dieses Modell bildet die Grundlage für die zu erstellenden Ausschreibungsunterlagen für die Aushub- und Entsorgungsarbeiten.

4.2 Messung von Schadstoffen im Grundwasser

Die möglichen Schadstoffemissionen ins Grundwasser sind grundsätzlich bei allen Kugelfängen im Gewässerschutzbereich Au auf Basis der hydrogeologischen Situation zu beurteilen.

Die Erfahrung zeigt, dass selbst bei sehr hohen Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser unmittelbar beim Standort keine oder nur geringe Spuren der Schadstoffe gemessen werden. Verantwortlich dafür sind Rückhalte- und Adsorptionseffekte in der kalkreichen ungesättigten Zone über dem Grundwasserspiegel und Verdünnungseffekte im Grundwasser.

Wichtig: Da der Sanierungsbedarf in den meisten Fällen bereits aufgrund des betroffenen Schutzguts Boden feststeht, kann im Rahmen von Sanierungsuntersuchungen in den allermeisten Fällen auf aufwändige Grundwassersondierungen und auf Grundwasseranalysen verzichtet werden.

Es genügt in der Regel eine hydrogeologische Beurteilung, welche Hinweise auf die Dringlichkeit eines Sanierungsvorhabens gibt (Abschnitt 5.3.2).

Falls sich im unmittelbarem Abstrom (BAFU-Vollzugshilfe [8]) des Kugelfangs Quellfassungen oder Pumpwerke befinden, ist die Analyse von Wasserproben aus diesen Fassungen hingegen sinnvoll. Die Schadstoffgehalte werden benötigt, um die Trinkwassernutzung einzustellen, falls bereits zum Zeitpunkt der Untersuchung oder während der Bauausführung erhöhte Konzentrationen von Schadstoffen aus dem Kugelfang gemessen werden (Monitoring).

4.2.1 Probenahme von Grundwasserproben

Bei der Untersuchung von Grundwasserproben sollen grundsätzlich alle Schadstoffe erfasst werden, welche über das Sickerwasser und das Grundwasser aus dem belasteten Bereich herausgelöst und transportiert werden können. Dazu gehören die gelösten Schadstoffe und die an bewegliche Partikel gebundene Schadstoffe, nicht jedoch an unbewegliche Partikel adsorbierte Schadstoffe. Bei der Probenahme von Grundwasserproben ist wie folgt vorzugehen ([8], [3]):

- ▶ Beim Probenpumpen ist darauf zu achten, dass solche unter natürlichen Verhältnissen "unbeweglichen" Schadstoffe nicht durch eine zu hohe Pumpleistung erodiert bzw. mobilisiert werden.
- ▶ Das Filtrieren von Wasserproben bei der Probenahme ist nicht zulässig.
- ▶ Wasserproben werden unmittelbar nach der Probenahme durch Ansäuern mit HNO_3 auf $\text{pH} < 2$ konserviert [7]. Für die Analyse von Sb reicht Salpetersäure alleine nicht aus. In diesem Fall ist zusätzlich Zitronensäure hinzuzufügen [3].
- ▶ Der Transport ins Labor erfolgt gekühlt. Die Wasserproben sind innerhalb von 24 Stunden zu analysieren.
- ▶ Die Grundwasserprobenahme ist mit einem Probenahmeprotokoll zu dokumentieren.

4.2.2 Vorbereitung von Grundwasserproben im Labor

Die Trübung der Wasserproben wird im Labor gemessen. Als trübe Proben gelten Grundwasserproben mit >5 TE/F. Bei trüben Proben sollen die Schwebeteilchen entfernt werden, ohne dass wesentliche Verluste der transportierbaren Schadstoffe erfolgen.

- ▶ Bis 5 TE/F gilt die Probe als klar und wird im Labor unfiltriert (= Säure-Totalaufschluss) analysiert.
- ▶ Ab 5 TE/F wird die Probe als trüb bezeichnet. Die Probe wird geteilt und einmal filtriert ($0.45 \mu\text{m}$) und einmal unfiltriert (= Säure-Totalaufschluss) analysiert.
- ▶ Für Sb-Bestimmungen sind generell Königswasser (Salpeter- und Salzsäuremischung) oder Salpetersäure/Zitronensäuremischungen zu verwenden [3].

4.2.3 Analysen von Grundwasserproben

In der Regel sind die Parameter Pb und Sb zu analysieren, falls Cu-haltige Munition eingesetzt worden ist, zusätzlich Cu. Die Analyse von weiteren Parametern ist zu begründen. Die Analysen der Metallgehalte in Wasserproben erfolgen gemäss Methode W-6 der BAFU-Wegleitung [7].

4.3 Messung von Schadstoffen in Oberflächengewässern

Bei wenigen Kugelfängen ist mit einem direkten Bodenabtrag durch Erosion in ein angrenzendes Gewässer zu rechnen. Eine repräsentative Beprobung eines Oberflächengewässers ist jedoch kaum möglich. Ein Austrag von Schadstoffen findet in der Regel nur bei Niederschlägen statt. Bei Niederschlägen ist aber auch der Verdünnungseffekt im Gewässer besonders hoch.

Selbst in Fällen, in denen Kugelfänge über Drainagen direkt in ein Oberflächengewässer entwässert werden, machen Beprobungen von Drainagewasser meist keinen Sinn, da die Repräsentativität solcher Aussagen oft problematisch ist (genauer Verlauf der Drainageleitungen und damit Herkunft des Wassers?).

Wichtig: Im Rahmen von Sanierungsprojekten sind generell keine Probenahmen und Analysen von Wasserproben aus Oberflächengewässern vorzusehen.

4.4 Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

Die wichtigsten Untersuchungsergebnisse sind im Bericht zum Sanierungsprojekt darzustellen und zu kommentieren. Zudem sind die vollständigen Untersuchungsergebnisse nachvollziehbar beizulegen.

5 Erläuterungen zum Kapitel „4. Sanierungsziel und Nutzungseinschränkungen“

5.1 Altlastenrechtliches Sanierungsziel bzgl. Schutzgut Boden

Bei Kugelfängen, welche keine Gewässer beeinträchtigen, ist die *standortübliche landwirtschaftliche Nutzung*, welche nach der Stilllegung der Schiessanlage betrieben werden soll, das massgebende Beurteilungskriterium für die Festlegung des Sanierungsziels hinsichtlich des Schutzguts Boden.

Gemäss BAFU ist ausschliesslich Anhang 3 AltIV für die Festlegung des Sanierungsziels für schwermetallbelasteten Boden im Kugelfangbereich massgebend (Tab. 5).

Tab. 5:
Konzentrationswerte
für die Beurteilung
des Sanierungsbe-
darfs von Böden
gemäss Anhang 3
AltIV.

	Schadstoffgehalte im Boden [mg/kg]		
	Pb	Cu	Sb
Standorte bei landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung	2'000	1'000	–
Standorte bei Haus- und Familiengärten und Anlagen, auf denen Kinder regelmässig spielen	1'000	1'000	50

Für VASA-Abgeltungsgesuche gilt ausschliesslich das Sanierungsziel 1'000 mg Pb/kg. Weiter gehende Sanierungsziele, z.B. um Nutzungseinschränkungen der landwirtschaftlichen Nutzung zu vermeiden oder um den Kugelfangbereich aus dem Kataster der belasteten Standorte zu löschen, sind aus der Sicht des VASA-Vollzugs nicht altlastenrelevant und werden vom BAFU nicht abgegolten. Bei 300 m-Schiessanlagen hat das aber keine Auswirkungen, da die VASA-Abgeltung pauschal pro Scheibe abgerechnet wird.

5.2 Weiter gehende Massnahmen zum Schutz des Bodens nach VBBo

Art. 10 Abs. 2 VBBo folgend, können die Kantone in Gebieten mit raumplanerisch festgelegter gartenbaulicher, land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung Massnahmen anordnen, mit denen die Bodenbelastungen so weit unter die Sanierungswerte gesenkt werden, dass die beabsichtigte standortübliche Bewirtschaftungsart ohne Gefährdung von Menschen, Tieren und Pflanzen möglich ist. Diese weitergehenden Massnahmen zum Schutz des Bodens sind jedoch nicht VASA-abgeltungsberechtigt.

5.2.1 Landwirtschaft und Gartenbau (gemäss VBBo), Bauzone

Wichtig: Das AfU strebt im landwirtschaftlich genutzten Gebiet ein Sanierungsziel für den Boden an, bei welchem keine Nutzungseinschränkungen mehr notwendig sind.

Die für die verschiedenen standortüblichen landwirtschaftlichen Nutzungen zulässigen Restbelastungen ergeben sich aus dem Expertensystem [9] des BAFU (Abb. 9). In der Regel basiert die Gefährdungsabschätzung auf der Bedingung „Boden trocken“.

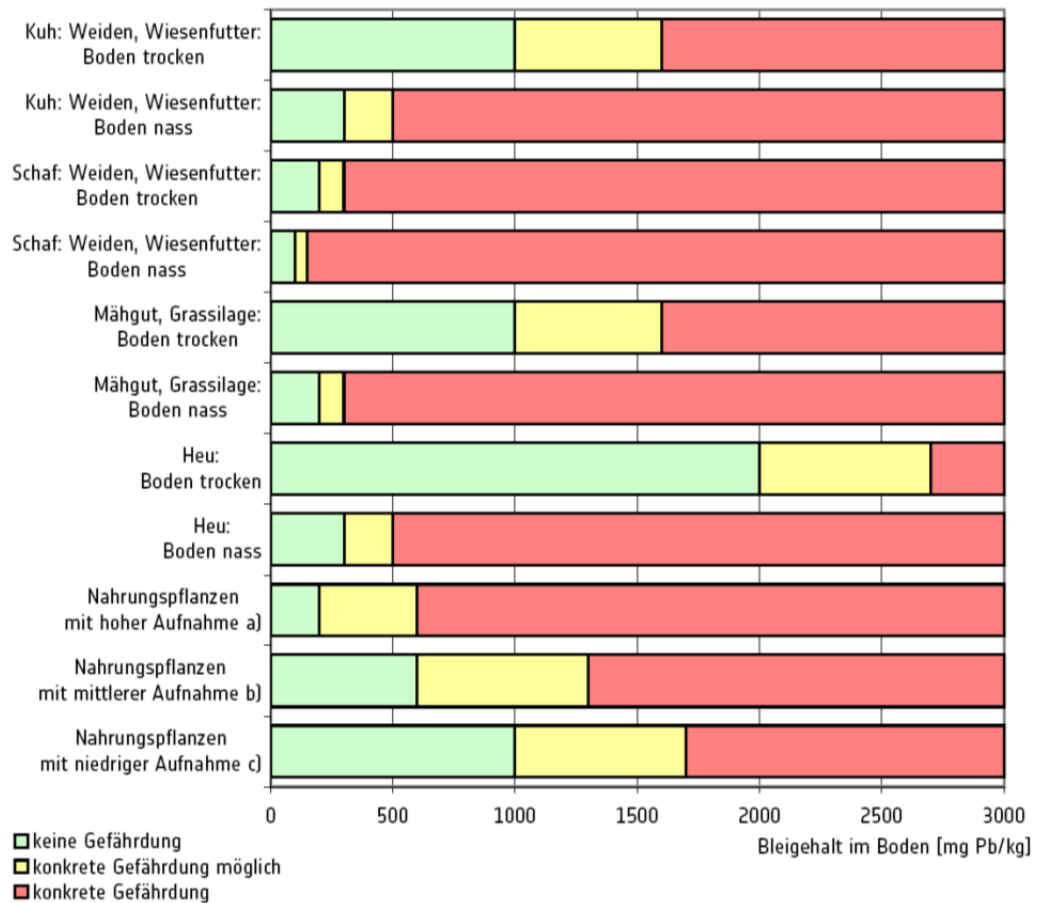


Abb. 9: Beispiele zur Ermittlung von nutzungsbezogenen Sanierungszielen für verschiedene Weidenutzungen nach dem Expertensystem [9].

a) **Nahrungspflanzen mit hoher Aufnahme:** Hafer, Weizen, Karotten, Feldsalat, Kopfsalat, Mangold, Spinat, weitere.

b) **Nahrungspflanzen mit mittlerer Aufnahme:** Gerste, Roggen, Kartoffel, Zwiebel, Blumenkohl, Broccoli, Rotkohl, Weisskohl, weitere.

c) **Nahrungspflanzen mit niedriger Aufnahme:** Mais, Zuckermais, Gurken, Tomaten, Bohnen, Erbsen, Raps, Beeren, Obst, weitere.

5.2.2 Haus- und Familiengärten, Kinderspielplätze (gemäss VBBo)

Bei einer möglichen direkten Bodenaufnahme (z.B. Kinderspielplätze, Haus- und Familiengärten) (Schiessanlage stillgelegt) verlangt das AfU das Einhalten des Sanierungswertes für Blei von 200 mg Pb/kg³.

5.2.3 Forstwirtschaft

Für die Forstwirtschaft sind in der VBBo keine Sanierungswerte festgelegt worden. Aus diesem Grund erfordern Kugelfangbereiche im Wald in der Regel keine Massnahmen. Nur in folgenden Fällen ist eine Dekontamination altlastenrechtlich notwendig [2]:

- Eine Dekontamination ist gerechtfertigt, wenn durch Erosionsprozesse Material aus den Einschlagbereichen z. B. auf Landwirtschaftsflächen oder in ein oberirdisches Gewässer gelangen kann.

³ Das tiefere Sanierungsziel (200 mg Pb/kg TS anstelle von 300 mg Pb/kg TS) wird durch eine mögliche Umnutzung sowie der diesbezüglichen Angleichung an die anderen Nutzungskategorien begründet.

- ▶ Der Kugelfang ist nach Artikel 9 AltIV hinsichtlich des Schutzes des Grundwassers sanierungsbedürftig.
- ▶ Der Kugelfang ist nach Artikel 10 AltIV hinsichtlich des Schutzes oberirdischer Gewässer sanierungsbedürftig.
- ▶ Die Dekontamination 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.

5.2.4 Weitergehende Ziele im Sinne des Bauherrn

Der Standortinhaber kann auch Ziele anstreben, welche weiter gehen als das durch die Vorgaben der AltIV und der VASA-Mitteilung [2] begründete Sanierungsziel. Die Kosten von Massnahmen, welche über die altlastenrechtlich begründeten abgeltungsberechtigten Massnahmen hinausgehen, sind jedoch in der Regel vom Bauherrn zu tragen. Für diese Massnahmen können keine VASA-Abgeltungen beansprucht werden.

Im Fall, dass weitergehende Sanierungsziele im Sinne des Bauherrn angestrebt werden, ist im Sanierungsprojekt sowohl bei den Sanierungszielen wie auch bei der Kostenschätzung und der Kostenverteilung klar zwischen

- ▶ den gesetzlich begründeten abgeltungsberechtigten Massnahmen und
- ▶ den im Interesse des Bauherrn vorgeschlagenen nicht abgeltungsberechtigten Massnahmen

zu unterscheiden. Diese Unterscheidung ist zwar bei 300 m-Schiessanlagen für die pauschalen VASA-Beiträge nicht erforderlich, jedoch für die prozentual berechneten Kantonsbeiträge.

5.2.5 Löschung des Eintrags im Kataster der belasteten Standorte

Für die Löschung der Schiessanlage (Kugelfangbereich) aus dem Kataster der belasteten Standorte (KbS) ist das Sanierungsziel 50 mg Pb/kg im Bereich A zu erreichen.

5.3 Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzguts Grundwasser

5.3.1 Wann ist das Schutzgut Grundwasser betroffen?

Das Schutzgut Grundwasser gilt als betroffen, wenn der Kugelfang ganz oder teilweise

- ▶ in einer Grundwasserschutzzone S1, S2, S3 oder in einem Grundwasserschutzareal SA,
- ▶ im Gewässerschutzbereich Au oder
- ▶ im Zuströmbereich Zu einer Grundwassernutzung liegt.

Im Gewässerschutzbereich üB ist das Schutzgut Grundwasser nur in seltenen Ausnahmefällen betroffen (z.B. nicht-öffentliche Quelfassung im Abstrom eines Kugelfangs). Die Exposition des Grundwassers muss in diesen Fällen nachvollziehbar dokumentiert werden.

5.3.2 Sanierungsbedarf hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser

Die Schwermetallbelastungen im Kugelfangbereich sind hinsichtlich des Grundwassers sanierungsbedürftig, wenn

- ▶ vom Kugelfang stammende Schadstoffe (Pb, Sb, Cu...) im Wasser von Grundwasserfassungen nachgewiesen werden (Art. 9 Abs. 2 Bst. a AltIV),
- ▶ im Gewässerschutzbereich A_U im Abstrombereich des Grundwassers unmittelbar beim Kugelfang Schadstoffe aus dem Kugelfang die Hälfte des Konzentrationswertes nach Anhang 1 AltIV überschreiten (Art. 9 Abs. 2 Bst. b AltIV),
- ▶ ausserhalb des Gewässerschutzbereich A_U im Abstrombereich des Grundwassers unmittelbar beim Kugelfang Schadstoffe aus dem Kugelfang den doppelten Konzentrationswertes nach Anhang 1 AltIV überschreiten (Art. 9 Abs. 2 Bst. c AltIV).

Zu beachten ist allerdings, dass in der Praxis bei der Feststellung des Sanierungsbedarfs hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser meist keine Schadstoffmessungen aus dem unmittelbaren Abstrom des Grundwassers zur Verfügung stehen. Ebenso liegen Grundwasserfassungen nur in wenigen Fällen im Abstrom des Kugelfangs. Somit muss der Sanierungsbedarf in der Praxis in vielen Fällen mit der Gefahr der Verunreinigung von Gewässern wegen ungenügendem Rückhalt begründet werden.

Mit dem Ausbreitungsmodell PlumBumRisk [13] des BAFU kann die Ausbreitung von Schwermetallen im Grundwasserabstrom eines Kugelfangs modelliert werden.

5.3.3 Quantitative Sanierungsziele

Bei einer Kugelfangsanierung muss aus dem Sanierungsziel für das Grundwasser in mg/l im Rahmen des Sanierungsprojekts ein entsprechendes Sanierungsziel in mg/kg ermittelt werden. Dieses muss bei den Aushubarbeiten auf der Aushubsohle und am Rand des Aushubbereichs nachweislich erreicht werden.

Tab. 6:
Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser gemäss [2].*: Gefährdungsabschätzung erforderlich.

	Sanierungswert Pb [mg/kg]
Kugelfang innerhalb Grundwasserschutzzone S1 oder S2	bis 200
Kugelfang ausserhalb Grundwasserschutzzone S1 oder S2	1'000
Kugelfang in einer Grundwasserschutzzone S3 oder im Zuströmbereich einer Wasserfassung	200 bis 1'000*

Die quantitativen Sanierungsziele bezüglich Schutzgut Grundwasser sind abhängig vom Gewässerschutzbereich [2] (Zusammenstellung in Tab. 6).

Werden ausserhalb von Grundwasserschutzzonen S1 oder S2 tiefere Sanierungsziele als 1000 mg Pb/kg angestrebt, so verlangt das BAFU eine plausible Gefährdungsabschätzung (beispielsweise mit PlumBumRisk [13]), um die Massnahmen als VASA-abgeltungsberechtigt zu betrachten. Solange jedoch bei 300 m-Schiessanlagen Pauschalbeträge pro Scheibe bezahlt werden, spielt dies in der Praxis jedoch keine Rolle.

5.4 Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzguts Oberflächengewässer

5.4.1 Wann ist das Schutzgut Oberflächengewässer betroffen?

Bei Oberflächengewässern liegt in der Regel ein Sanierungsbedarf vor, wenn hoch belastetes Kugelfangmaterial durch Erosion direkt ins Gewässer gelangen kann. Dies ist bei Schiessanlagen nur in seltenen Fällen möglich, wenn beispielsweise

- ▶ der Kugelfang direkt an Erosionskanten von Bächen liegt oder wenn
- ▶ Bäche hoch belastete Bereiche von Schiessplätzen durchqueren oder in einer Entfernung < 10 m daran vorbeifliessen.

Speziell zu beachten sind auch hoch belastete Kugelfänge oder Zielgebiete, welche im Gewässerschutzbereich A_0 liegen.

5.4.2 Sanierungsziel hinsichtlich des Schutzguts Oberflächengewässer

Die Schwermetallbelastungen im Kugelfangbereich sind hinsichtlich des Oberflächengewässers sanierungsbedürftig, wenn

- ▶ im Wasser, das in ein oberirdisches Gewässer gelangen kann, Schadstoffe aus dem Kugelfang das Zehnfache des Konzentrationswertes nach Anhang 1 AltIV überschreiten (Art. 10 Abs. 2 Bst. a AltIV), oder wenn
- ▶ eine konkrete Gefahr der Verunreinigung von Gewässer wegen ungenügendem Rückhalt der Schadstoffe besteht, die aus dem Kugelfang stammen (Art. 9 Abs. 2 Bst. d bzw. Art. 10 Abs. 2 Bst. b AltIV).

5.4.3 Quantitative Sanierungsziele

In den seltenen Fällen, wo dies erforderlich ist, können quantitative Sanierungsziele bezüglich Oberflächengewässer z. B. mit PlumBumRisk [13] hergeleitet werden.

6 Erläuterungen zum Kapitel „5. Aushub- und Entsorgungskonzept“

6.1 Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten während der Bauausführung

Nachfolgend werden die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der an der Bauausführung Beteiligten zusammengefasst.

6.1.1 Bauherrschaft

Die Bauherrschaft ist verantwortlich für die korrekte Durchführung aller Massnahmen, welche im Zusammenhang mit der Kugelfangsanierung festgelegt werden. Sie erbringt die erforderlichen Nachweise und führt die erforderlichen Untersuchungen, Abklärungen und Planungen durch. Diese sind in der Regel durch erfahrene Fachspezialisten auszuarbeiten.

6.1.2 Rolle des Gutachters, Bauleitung und Fachbauleitung

Im Rahmen des Sanierungsprojekts ist die Rolle des Gutachters bei der Ausführung des Sanierungsvorhabens vorzuschlagen. In den meisten Fällen hat es sich bewährt, dass dieser die Gesamtprojektleitung und damit auch die spätere Bauleitung innehat. In diesem Fall übernimmt der Gutachter auch die Aufgaben des Altlastenspezialisten.

Alternativ und eher in selteneren Fällen kann der Gutachter als Fachbauleiter auch nur Teile der Projektaufgaben wie die Triage der belasteten Materialklassen, die Grundwasserüberwachung, den Sanierungsnachweis oder die bodenkundliche Baubegleitung übernehmen. In diesem Fall bestimmt der Bauherr eine andere Person (z. B. Ingenieur) als Gesamtprojektleiter.

Die Aufgaben des Gutachters als Gesamtbauleiter und als Fachbauleiter sind in den sia Ordnungen 103 und 106 definiert ([14] und [15]).

Der **Bauleiter** ist der „Treuhandler“ der Bauherrschaft. Ihm obliegen folgende Aufgaben:

- ▶ Die Bauleitung koordiniert die Sanierungsarbeiten,
- ▶ ist verantwortlich, dass die Baumassnahmen gemäss den Vorgaben des Sanierungsprojekts und der Baubewilligung durchgeführt werden,
- ▶ bereitet die VeVA-Transportscheine vor,
- ▶ erstellt die Bauabrechnung mit den gesamten Kosten für Untersuchung, Projektierung und Bauausführung und unterscheidet die für die VASA-Beiträge anrechenbaren und die nicht anrechenbaren Kosten,
- ▶ stellt sicher, dass die Rekultivierung und die Auflagen der Folgenutzung fachgerecht durchgeführt werden.

Der **Fachbauleiter** ist für folgende Teilbereiche zuständig:

- ▶ Die Fachbauleitung stellt sicher, dass der belastete Boden fachgerecht triagiert, gelagert, transportiert und entsorgt wird,

- ▶ organisiert die Erfolgskontrolle gemäss Kontrollplan auf dem Aushubplanum und am Rand des Aushubbereichs,
- ▶ gibt dem Unternehmer nach dem Erreichen des Sanierungsziels die Freigabe für die Wiederherstellung des dekontaminierten Bereichs,
- ▶ kontrolliert die Einhaltung der Vorschriften zum physikalischen Bodenschutz,
- ▶ stellt sicher, dass die Rekultivierung fachgerecht durchgeführt wird,
- ▶ entnimmt bei Schiessanlagen im Obstrom von Quell- und Grundwassernutzungen im Rahmen des Monitorings Wasserproben und führt Wasseranalysen durch,
- ▶ führt weitere Kontrollen durch,
- ▶ dokumentiert den Sanierungserfolg nachvollziehbar,
- ▶ stellt anhand der Fuhr- oder Waagscheine des Unternehmers das Ausmass der Entsorgung für den Entsorgungsnachweis fest,
- ▶ verfasst den Schlussbericht zum Entsorgungs- und Sanierungsnachweis.

6.2 Aushubkategorien und Entsorgungswege

6.2.1 Aushubkategorien und Entsorgungswege

Gestützt auf die gesetzlichen Grundlagen der VVEA muss der mit Blei und Antimon belastete Aushub unterschiedlich entsorgt werden:

Tab. 7:
Übersicht über die
Materialkategorien.

Materialkategorie	Bleigehalt [mg Pb/kg]	Entsorgung, Behandlung
Deponiematerial Typ B	250 bis 500	Deponie Typ B
Deponiematerial Typ D/E	500 bis 2'000	Deponie Typ D/E
Sehr stark belastet, schlechter als Typ D/E	> 2'000	Bodenwäsche

Tabelle 7 zeigt auf, wie die verschiedenen Materialkategorien zu entsorgen sind. Material, welches 1'000–2'000 mg Pb/kg enthält, muss – je nach organischem Anteil – auf einer Deponie Typ D oder E abgelagert werden. Material mit Belastungen >2'000 mg Pb/kg ist der Bodenwäsche zuzuführen. Material mit weniger als 500 mg Pb/kg fällt nur in seltenen Fällen an.

Im Rahmen des Sanierungsprojekts zeigt der Gutachter für jede Aushubklasse mögliche Entsorgungswege auf. Die definitive Wahl der Entsorgungswege erfolgt erst im Rahmen der Ausschreibung und Vergabe der Aushub- und Transportarbeiten.

6.2.2 Antimonproblematik

Mit Antimon belastetes Material darf nur bis 30 mg Sb/kg auf einer Deponie Typ B und bis 50 mg Sb/kg auf einer Deponie Typ D/E abgelagert werden. Bei einer Kugelfangsanie rung besteht die konkrete Gefahr (siehe BAFU-Rundschreiben [16]), dass Material, bei dem der Grenzwert für Blei nach VVEA (< 2'000 mg Pb/kg) zwar eingehalten wird, das aber zu hohe Antimongehalte (> 50 mg Sb/kg) aufweist, auf eine Deponie gelangt.

Aus diesem Grund muss in den nach VVEA analysierten Referenzproben neben Blei auch Antimon bestimmt werden. Bei einem Blei-Antimon-Verhältnis von > 2.5 % und

Bleigehalten knapp unter 2'000 mg Pb/kg ist die Gefahr besonders gross, dass der Antimon-Grenzwert von 50 mg Sb/kg überschritten wird.

Ausgehend von den in den VVEA-Proben bestimmten Blei-Antimon-Verhältnissen kann abgeschätzt werden, ob allenfalls ein zu hoher Antimongehalt die Zulässigkeit der Ablagerung von Kugelfangmaterial auf eine Deponie Typ D/E verhindert. Besteht diese Gefahr, so müssen bei der Sanierung alle Materialchargen mit < 2'000 mg Pb/kg vor der Abfuhr mit Laboranalysen auf den Antimongehalt untersucht werden. Nur so kann das in der BAFU-Mitteilung [2] (S. 31) erwähnte „Restrisiko“ ausgeschlossen werden. Die Antimongehalte können also bei der Sanierung Umklassierungen verursachen und somit zu Kostensteigerungen führen.

Bei der im Rahmen des Sanierungsprojekts durchzuführenden Kubaturschätzung können die Antimongehalte nicht berücksichtigt, da sie erst anlässlich der chargenweisen Aushubbeprobungen während der Sanierungsarbeiten abschliessend ermittelt werden können und nur im Hinblick auf die korrekte Entsorgung relevant sind.

6.2.3 Wiederverwendung von schwach verschmutztem Aushub

Schwach belasteter Boden und schwach verschmutztes Untergrundmaterial können unter Beachtung der Einschränkungen der Wegleitung Bodenaushub [10] bzw. der VVEA am Standort für Rekultivierungsarbeiten eingesetzt werden.

Tab. 8:
Wiederverwendung
von schwach belastetem
Boden und
schwach verschmutztem
Aushub.

	Pb-Gehalt [mg Pb/kg]	Cu-Gehalt [mg Cu/kg]	Wiederverwendung
Schwach belasteter ausgehobener Boden	50 bis 200	40 bis 150	Wiederverwendung am Standort als schwach belasteter Bodenaushub gemäss Wegleitung Bodenaushub [10] (Abschnitt 6).
Tolerierbar belasteter ausgehobener Untergrund	50 bis 250	40 bis 250	Wiederverwendung am Standort als Material gemäss Anhang 3 Ziffer 2 VVEA

6.3 Aushubkubaturen und Aushubbereiche

Ausgehend von Resultaten der lateralen und vertikalen (Tiefenprofile) XRF-Messungen (resp. den nach VVEA korrigierten Bleigehalten) sowie dem vorgeschlagenen Sanierungsziel werden die Kubaturen der verschiedenen Materialkategorien gemäss Tabelle 7 geschätzt.

Die geplanten Aushubbereiche sind auf einem georeferenzierten Plan darzustellen. Dabei sind möglichst praxistaugliche Abgrenzungen vorzunehmen (z. B. gerade Linien, Einbezug von morphologischen Gegebenheiten).

6.4 Transporte und Zwischenlagerung

Der belastete Aushub soll direkt zu den jeweiligen Deponien bzw. zur Bodenwaschanlage abgeführt werden. Für alle Transporte gilt:

- ▶ Die triagierten Aushubklassen dürfen durch den Transport nicht vermischt werden. Deswegen darf pro Fahrt nur eine einzige Aushubklasse transportiert werden.

- ▶ Das Material, welches Bleikonzentrationen > 500 mg Pb/kg aufweist und im Rahmen der Altlastensanierung transportiert wird, muss mit einem Transportbegleitschein gemäss VeVA transportiert werden.

Die Zwischenlagerung von belastetem Aushubmaterial ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Der belastete Aushub kann in der Regel nicht im Kugelfangbereich, welcher sowieso entsorgt werden muss, zwischengelagert werden. Der belastete Aushub muss auf der Baustelle, getrennt nach Aushubkategorien, zwischengelagert werden. Bei der Zwischenlagerung müssen Schutzmassnahmen zur Verhinderung der Verschmutzung von unbelasteten Bereichen vorgesehen werden, z.B. mittels Trennfliesen.

Meteorwasser aus Zwischenlagerplätzen darf nicht ungehindert versickern. Zwischenlagerplätze sind daher auf befestigten und entwässerten Bereichen vorzusehen.

VeVA-Transportscheine: Jedes Transportfahrzeug, welches den Standort bzw. das Zwischenlager mit belastetem Aushub verlässt, benötigt einen ausgefüllten, gültigen VeVA-Transportschein, welcher vom Triageur unterschrieben wird.

Fuhrscheine: Sämtliche Transportfahrzeuge mit belastetem Aushub werden auf einem Fuhrschein erfasst, welcher vom Triageur unterschrieben wird. Die Fuhrscheine dienen der Nachvollziehbarkeit der abtransportierten Kubaturen. Weiter wird anhand der Fuhrscheine das vom Unternehmer abgerechnete Ausmass der Entsorgung kontrolliert.

6.5 Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz

Da während den Sanierungsarbeiten Erdbauarbeiten mit schweren Baumaschinen ausgeführt werden, muss der Gutachter im Ausführungsprojekt die notwendigen Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz (insbesondere Maschinenwahl, Witterungs- und Bodenbedingungen, Baupisten für die Baustellenerschliessung, Arbeitstechnik, Bodenaufbau, eingeschränkte Folgebewirtschaftung etc.) ausarbeiten. Wir verweisen auf den Leitfaden [17] und das ZUDK-Merkblatt [18].

Ab einer betroffenen Fläche von 5'000 m² ist zudem im Rahmen der Baueingabe ein Bodenschutzkonzept zu erarbeiten und eine bodenschützerische Baubegleitung BBB (Fachperson nach Liste BAFU/BGS) zu bestimmen, welche die Umsetzung dieses Konzeptes überwacht.

6.6 Gewässerschutz auf der Baustelle, Grundwassermonitoring

Falls sich die zu sanierende Schiessanlage in einem Gebiet mit nutzbarem Grundwasser befindet, muss das Grundwasser gegen mögliche schädliche Einwirkungen während der Bauphase geschützt werden.

Der Gutachter muss im Rahmen der Ausführungsplanung geeignete Vorsorgemassnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen des Grundwassers festlegen:

- ▶ Parkieren, Betanken und Wartung von Baumaschinen ausschliesslich auf bezeichneten Plätzen mit Hartbelag und Kanalisationsanschluss,
- ▶ Bereitstellen von Material für Notfälle und Pannen (Ölbinder, Blachen, usw.),

- ▶ Notfall- und Alarmdispositiv für Unfälle und Pannen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten.

Bei Schiessanlagen im Obstrom von Quell- oder Grundwassernutzungen ist ein *Grundwassermonitoring* vorzusehen. Das Monitoringkonzept ist als Bestandteil des Sanierungskonzepts einzureichen. Es sind Wasseranalysen vorzusehen

- ▶ vor Beginn der Bauarbeiten zur Dokumentation des Ist-Zustands,
- ▶ in regelmässigen Abständen während der Bauausführung zur Feststellung von Immissionen, welche die Bauarbeiten verursachen oder verstärken und
- ▶ nach Abschluss der Bauarbeiten, um zu dokumentieren, dass die Wasserqualität den ursprünglichen Zustand wieder erreicht hat.

6.7 Arbeits- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle

Der Gutachter muss im Sanierungsprojekt die wichtigsten Massnahmen zum Schutz der Gesundheit während der Sanierung des Kugelfangbereichs erläutern. Wir verweisen auf die entsprechenden SUVA-Merkblätter [21] und [22].

6.8 Erfolgskontrolle

Neben der Festlegung der Sanierungsziele ist das Vorgehen zur Erfolgskontrolle Gegenstand der Sanierungsverfügung, welche das AfU gestützt auf dem Sanierungsprojekt des Gutachters verfasst. Aus diesem Grund muss der Gutachter im Sanierungsprojekt verbindlich festhalten, wie er feststellen wird, ob das Sanierungsziel

- ▶ seitlich, d.h. an der Terrainoberfläche unmittelbar neben dem Aushubbereich, und
- ▶ vertikal, d.h. auf dem Aushubplanum, erreicht worden ist.

Das vom Gutachter vorgesehene Vorgehen zum Nachweis des Sanierungserfolgs ist im Untersuchungsbericht verbindlich festzulegen (Abb. 10).

Im Aushubbereich werden auf dem Aushubplanum in einem regelmässigen Raster von ca. 10 m XRF-Messungen durchgeführt. Mit dem Messraster muss das Aushubplanum *repräsentativ* dargestellt werden können. Die Erfolgskontrolle ausserhalb des Aushubbereichs ist sinngemäss durchzuführen (grüne Punkte in Abb. 10).

Die XRF-Messwerte sind, wie in Abschnitt 4.1.5 beschrieben, anhand der Laboranalysen der Referenzproben zu korrigieren.

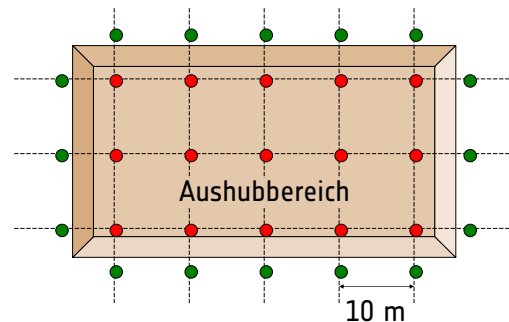


Abb. 10:
Messraster für die Erfolgskontrolle (Beispiel).

Die Erfolgskontrolle muss zeitnah zu den letzten Aushubarbeiten erfolgen, so dass mit möglichst geringem Mehraufwand mit den auf der Baustelle noch vorhandenen Mitteln Nachbesserungen vorgenommen werden können.

Die (korrigierten) XRF-Messungen sind im Schlussbericht ausführlich zu belegen. Die Lage der Messpunkte der Erfolgskontrolle ist mit GPS oder mit anderen Methoden exakt zu bestimmen und die Resultate werden als Dokumentation für die Zielerreichung der Dekontamination verwendet.

Sanierungsziel < 100 mg Pb/kg: Der Einsatz der XRF-Messmethode ist auf Bleigehalte über ca. 100 mg Pb/kg beschränkt. Bei einem Sanierungsziel < 100 mg Pb/kg müssen daher auf dem Aushubplanum zusätzliche repräsentative Feststoffproben entnommen werden. Die Totalgehalte dieser Feststoffproben müssen mit Laboranalysen bestimmt werden, um die tiefen Messwerte des XRF-Spektrometers zu verifizieren.

6.9 Rekultivierung und Wiederherstellungsarbeiten

6.9.1 Rekultivierung

Nach der Sanierung des betroffenen Standorts ist dieser als nutzbarer Boden mit seinen natürlichen Funktionen wiederherzustellen (Rekultivierung). Dabei sind die Haupteigenschaften (pflanzennutzbare Gründigkeit, Körnung, Mächtigkeit Ober-, Unterboden etc.) gemäss der Bodeneignungskarte der Schweiz zu beachten. Die Herkunft des für die Rekultivierung verwendeten Bodenmaterials ist unter Angabe der verwendeten Kubaturen zu deklarieren (Herkunftsdeklaration für Ober-/Unterboden, keine Schadstoffbelastung oder Problemunkräuter, keine Verwendung von Recycling-Kies etc.).

Auflagen zur Folgebewirtschaftung sind festzulegen und vertraglich mit den Bewirtschaftern zu vereinbaren.

Zur Eindämmung von Neophyten sei an dieser Stelle auch auf das ZUDK-Merkblatt [20] hingewiesen.

Im Fall von Einschränkungen der landwirtschaftlichen Nutzungen sind diejenigen Massnahmen darzulegen, mit welchen die Nutzungseinschränkungen umgesetzt werden sollen (z.B. Grundbucheintrag, Anpassung des Pachtvertrags, Zonenplanänderung, o.ä.).

6.9.2 Wiederherstellungsarbeiten

Bei nach der Sanierung weiter betriebenen Schiessanlagen sind im Sanierungsprojekt die geplanten baulichen Anpassungen zu definieren.

Bei 300 m-Schiessanlagen ist in der Regel der bestehende Wall hinter dem Scheibenstand neu als Sicherheitswall wiederherzustellen. Die Anforderungen sind in den Weisungen für Schiessanlagen des VBS [23] festgehalten:

- ▶ Die dem Schützen zugekehrte Böschung des Walls muss steinfrei sein und eine Neigung von mindestens 70 % (= 35°) zur Ziellinie aufweisen.
- ▶ Die Dammkrone muss beidseitig um je 4 m über die äusserste Scheibe hinausragen.

- ▶ Die Dammkrone muss den oberen Rand der aufgezogenen Scheiben um mindestens 2 m überragen. Die gesamte Wallhöhe beträgt somit mindestens 4 m.
- ▶ Die Tiefe der Krone muss mindestens 1 m betragen.

Auch bei 25 m- und 50 m-Schiessanlagen müssen in bestimmten Fällen technische Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden (z.B. wirksamer Rücksplitterschutz).

7 Erläuterungen zum Kapitel „6. Kostenzusammenstellung“

7.1 Entsorgungskosten

Die Entsorgungspreise für die verschiedenen, in Tabelle 7 aufgeführten Materialklassen unterliegen Schwankungen. Eine genaue Kostenschätzung ist nur mit verbindlichen Angeboten möglich, welche auf den Tagespreisen zum Zeitpunkt der Ausschreibung basieren. Diese Angebote werden jedoch erst im Rahmen eines Submissionsverfahrens nach Vorliegen der Baubewilligung eingeholt.

Im Rahmen des Sanierungsprojekts können die Kosten für die Entsorgung (inkl. Transport) jedoch auf der Grundlage von zurzeit gerade aktuellen, jedoch unverbindlichen Preisen mit ausreichender Genauigkeit geschätzt werden.

7.2 Schätzung der Kosten des Sanierungsvorhabens

Der Gutachter erstellt für die zur Ausführung vorgeschlagene Sanierungsvariante eine

Tab. 9:
Gliederung einer
Kostenschätzung,
Beispiel einer Kugelfangsanierung mit
Einbau von emissionsfreien Kugelfangsystemen.

Arbeiten	Gesamtkosten des Sanierungs- vorhabens	davon	
		abgeltungsbe- rechtigte Kosten	nicht abgel- tungsberechtig- te Kosten
Sanierungsprojekt und Fachbauleitung: ▶ Sanierungsprojekt inkl. XRF-Messungen und Analytik ▶ Fachbauleitung: Triage, Erfolgskontrolle, ... ▶ Schlussbericht: Sanierungs- und Entsorgungs- nachweis	CHF	CHF	CHF
Örtliche Bauleitung während der Bauausführung, Bauabrechnung	CHF	CHF	CHF
Baumeisterarbeiten: ▶ Rückbau, Rodungen ▶ Baustelleneinrichtung ▶ Aushub, Baustellentransporte, Zwischenlager ▶ Transporte zu den Entsorgungseinrichtungen ▶ Auffüllungen, Rekultivierung, Bepflanzung	CHF	CHF	CHF
Entsorgung und Behandlung des belasteten Aushubs: ▶ Deponierung von gering belastetem Material auf Deponien Typ B	CHF	CHF	CHF
▶ Deponierung von stark belastetem Material auf Deponien Typ D/E	CHF	CHF	CHF
▶ Behandlung von stark belastetem Material in einer Bodenwaschanlage	CHF	CHF	CHF
Beschaffung/Installation von emissionsfreien Kugelfangsystemen inkl. Rücksplitterschutz Wiederinstandstellung des Scheibenstands	CHF	nicht abgel- tungsberechtigt	CHF
Reserve für Unvorhergesehenes	CHF	CHF	CHF
Total exkl. MWSt.	CHF	CHF	CHF
Mehrwertsteuer	CHF	CHF	CHF
Total inkl. MWSt.	CHF	CHF	CHF

Kostenschätzung. Er berücksichtigt dabei die Projektierungs- und Bauleitungsarbeiten, Baumeisterarbeiten, Transporte, Kosten für Entsorgung und Behandlung des belasteten Aushubs (Abschnitt 7.1) und die Wiederinstandstellung des Geländes. Die nicht abgeltungsberechtigten Kosten für die Beschaffung und Installation von emissionsfreien Kugelfangsystemen sowie für Instandstellung und Umbau von Einrichtungen des Scheibenstandes sind separat auszuweisen. Weiter ist eine angemessene Reserve für Unvorhergesehenes zu berücksichtigen (in der Regel 10 bis 20 % der Gesamtkosten).

Im Rahmen des Sanierungsprojekts stellt der Gutachter auf Basis der geschätzten Aushubkubaturen und der Baukosten vergleichbarer Sanierungen die zu erwartenden Kosten zusammen. Zu diesem Zeitpunkt liegen in der Regel noch keine Angebote von Bauunternehmern und Entsorgern vor. Die Kostenschätzung ist daher mit entsprechenden Unsicherheiten verbunden. Sie bildet die Grundlage für das Abgeltungsgesuch des AfU beim BAFU (Art. 13 VASA).

7.3 Kostenverteilung

7.3.1 Grundsätze

Die abgeltungsberechtigten Kosten verteilen sich gemäss Art. 32e Abs. 4 Bst. b und c USG wie folgt (Abb. 11)

- ▶ Aus dem VASA-Fonds können folgende Beiträge an die Kosten von Massnahmen bis zum bundesrechtlich geforderten Sanierungsziel beansprucht werden:
 - ▶ 8'000 Fr. pro Scheibe für 300 m-Schiessanlagen,
 - ▶ 40 % der abgeltungsberechtigten Kosten bei den übrigen Schiessanlagen.
- ▶ Der Zustandsstörer und der Verhaltensstörer müssen die restlichen Kosten übernehmen.

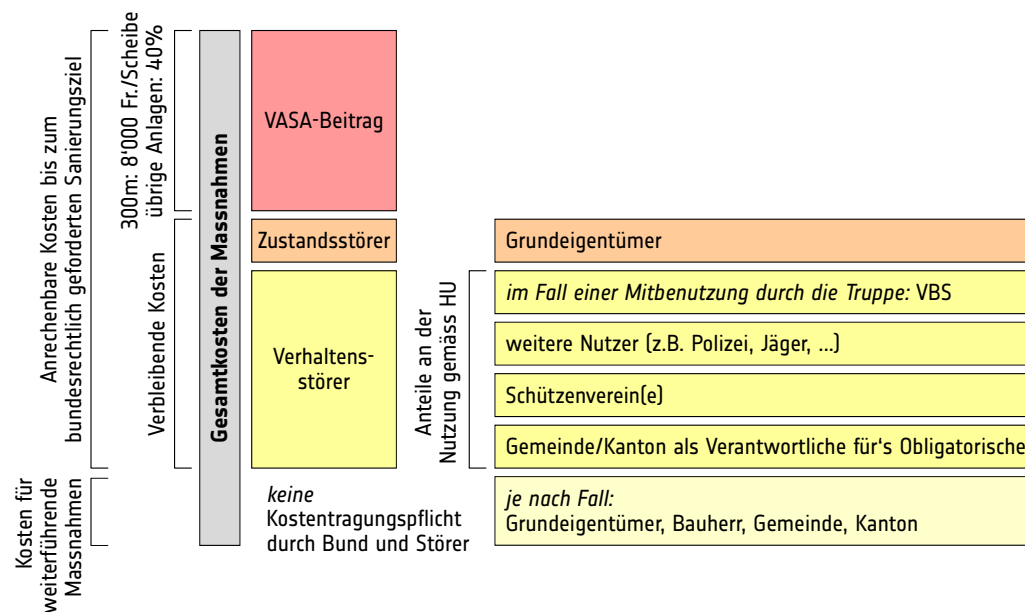


Abb. 11:
Grundsätze der Kostenverteilung bei Schiessanlagen.

In den meisten Fällen ist der Zustandsstörer der Grundeigentümer. Die Nutzer der Schiessanlage (z.B. Schiesssportvereine, Polizei,...) sind die Verhaltensstörer. Sollten die sanierungspflichtigen Schiesssportvereine nicht zahlungsfähig sein, so entstehen Ausfallkosten, welche gemäss Art. 77 KUG hälftig vom Kanton Uri und von der Standortgemeinde zu tragen sind (Abb. 11).

7.3.2 Rechtliche Begriffe

- ▶ **Verursacher:** Bei der Festlegung des Verursacherkreises wird auf den *Störerbegriff* abgestellt [25]. Verursacher im Sinne von Art. 32d USG sind diejenigen, die die Belastungen im Kugelfang unmittelbar verursacht haben. Der Kreis der Verursacher wird demjenigen der potenziell Realleistungs- bzw. Sanierungspflichtigen gleichgesetzt. Mit der Verursachereigenschaft wird jedoch noch nichts über das Ausmass der Kostenverantwortung gesagt.
- ▶ In erster Linie tragen diejenigen Verursacher die Kosten, welche die Massnahmen durch ihr Verhalten verursacht haben. **Verhaltensstörer** im Sinne von Art. 32d Abs. 2 USG ist, wer durch eigenes Verhalten die Belastungen verursacht hat. Bei Schiessanlagen sind dies in der Regel die Schützenvereine und weitere Nutzer (Jäger, Polizei, Militär, etc.).
- ▶ Nur untergeordnet werden diejenigen Verursacher an den Kosten beteiligt, welche als **Zustandsstörer** die rechtliche oder tatsächliche Gewalt über die Schiessanlage ausüben. Als Zustandsstörer kommen Eigentümer, Mieter, Pächter, usw. in Betracht. Als Zustandsstörer gelten auch Bauherren, welche durch ein aktuelles Bauvorhaben den belasteten Kugelfang verändern.
- ▶ Die **Massnahmen- resp. Realleistungspflicht** fällt demjenigen Störer (Verhaltensstörer oder Zustandsstörer) zu, dem die Wiederherstellung des ordnungsgemässen Zustands am ehesten zuzumuten ist. Dabei handelt es sich um jenen Störer, der über die erforderlichen Mittel verfügt, um den ordnungsgemässen Zustand möglichst rasch wiederherzustellen (Art. 20 AltIV, BGE 107 Ia 19 E. 2b Seite 25).
- ▶ **Kostenverteilungsverfügung** oder **Begründung der Kostenverteilung:** Das AfU erlässt nach Art. 11 VASA eine Verfügung zu den Anteilen an der Verursachung der Altlast bzw. zur Kostenverteilung, wenn die anrechenbaren Kosten 250'000 CHF übersteigen oder wenn ein Verursacher dies verlangt (Art. 32d Abs. 4 USG, Art. 11 Abs. 2 und Art. 16 Abs. 3 VASA). Bei anrechenbaren Sanierungskosten < 250'000 CHF genügt eine sachgerechte Begründung der Kostenverteilung. In beiden Fällen stützt sich das AfU auf die Fakten, welche im Rahmen der Historischen Untersuchung (= Bestandteil des Sanierungsprojekts) erhoben worden sind.
- ▶ **Kosten für weiterführende Sanierungsmassnahmen**, d.h. Kosten für Aushub und Entsorgung von Material mit Belastungen *unter* dem gesetzlich begründeten Sanierungsziel, werden nicht von den Verursachern getragen. Diese Kosten gelten auch nicht als VASA-abgeltungsberechtigt. Diese Massnahmen sind wie „Bauherrenaltlasten“ zu betrachten und müssen vom Inhaber der Schiessanlage oder vom Bauherrn übernommen werden.

7.3.3 Vorschlag der Kostenverteilung

Der Gutachter erstellt im Rahmen des Sanierungsprojekts einen Vorschlag der Kostenverteilung. Er geht dabei wie folgt vor:

1. Er bezeichnet aufgrund der Erkenntnisse der Historischen Untersuchung (= Bestandteil des Sanierungsprojekts) alle in Frage kommenden Verursacher (Verhaltensstörer und Zustandsstörer).
2. Er weist den Verhaltensstörern einen prozentualen Anteil an der Verursachung der Belastung zu, welcher dem in der Historischen Untersuchung ermittelten prozentualen Anteil an der Bleifracht im Kugelfang entspricht.
3. Von den in der Kostenschätzung gemäss Abschnitt 7.2 ermittelten anrechenbaren Kosten wird der VASA-Beitrag (40 % der anrechenbaren Kosten oder 8'000 CHF pro Scheibe) in Abzug gebracht.
4. Die verbleibenden anrechenbaren Kosten werden auf die Verhaltensstörer entsprechend ihrem Anteil an der Verursachung aufgeteilt.
5. Die nicht anrechenbaren Kosten des Sanierungsvorhabens werden dem Inhaber der Schiessanlage oder dem Bauherrn zugeordnet.

7.3.4 Auszahlung der VASA-Abgeltungen

Das AfU stellt das Gesuch um Auszahlung der zugesicherten VASA-Abgeltung nach der Beurteilung des Schlussberichts zur Sanierung gemäss den Vorgaben des BAFU [24].

Nach Überprüfung des Gesuches verfügt das BAFU die Auszahlung der Abgeltungen [24].

8 Schlussbericht zum Entsorgungs- und Sanierungsnachweis

Der Sanierungspflichtige meldet dem AfU die durchgeführten Sanierungsmassnahmen und weist nach, dass die verfügbaren Sanierungsziele erreicht worden sind (Erfolgskontrolle gemäss Art. 19 AltIV). Zu diesem Zweck erstellt der Gutachter nach Abschluss und Abrechnung aller Arbeiten einen Schlussbericht zur Sanierung.

Der Schlussbericht ist dem AfU spätestens 3 Monate nach Abschluss der Bauarbeiten einzureichen. Der Schlussbericht muss folgende Informationen bzw. Dokumente beinhalten:

- ▶ Zusammenfassende Darstellung der Ausgangslage und der Belastungen vor der Sanierung,
- ▶ Sanierungsziel, Verweis auf die Sanierungsverfügung des AfU,
- ▶ Beschreibung der durchgeführten Massnahmen,
- ▶ **Sanierungsnachweis:** Dokumentation der Ergebnisse der Erfolgskontrolle auf dem Aushubplanum und unmittelbar neben dem Aushubbereich, Dokumentation der für die Erfolgskontrolle durchgeführten Messungen inkl. Referenzproben, Probenahmeprotokolle und Analysenberichte im Anhang,
- ▶ ggf. Ergebnisse des Grundwassermonitorings mit Beilage der Probenahmeprotokolle und Analysenberichte,
- ▶ ggf. verbleibende Restbelastungen und Nutzungseinschränkungen,
- ▶ Altlastenrechtliche Beurteilung des Standorts im sanierten Zustand, ggf. Antrag auf Entlassung aus dem Kataster der belasteten Standorte oder Perimeteranpassung,
- ▶ **Entsorgungsnachweis:** Dokumentation sämtlicher Entsorgungen von belastetem Material anhand von Fuhr- oder Waagscheinen des Unternehmers (im Anhang des Berichts),
- ▶ **Bauabrechnung** über die gesamten Kosten für Untersuchung, Projektierung und Bauausführung, unterteilt in für VASA-Beiträge anrechenbare und nicht anrechenbare Kosten, belegt durch Rechnungen und Lieferscheine im Anhang. In der Bauabrechnung muss die Mehrwertsteuer ausgewiesen werden. Bei kombinierten 300 m-/Kurzstanz-Anlagen müssen die Kosten für die Massnahmen beim 300 m-Kugelfang getrennt ausgewiesen werden.
- ▶ Vorschlag zur Aufteilung der Kosten gemäss Kostenverteilung, Verweis auf die Kostenverteilungsverfügung des AfU bzw. auf die Stellungnahme des AfU zur Kostenverteilung,

Die Kostenzusammenstellung im Schlussbericht dient dem AfU als Grundlage für das Gesuch zur Auszahlung der VASA-Abgeltungen.

Das AfU nimmt zum Schlussbericht zur Sanierung schriftlich Stellung (Art. 19 AltIV).

magma AG, Zürich, 13.02.2019

Sachbearbeiter:

- Reto Philipp, Dr. sc. nat. ETH/SIA (1. Fassung Pflichtenheft vom 15.12.2010)
- Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH (vorliegende aktualisierte Version)



Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH

Judith Frei-Bürgisser, Dr. sc. nat. ETH

Verteiler:

- ▶ Inhaber von sanierungsbedürftigen Standorten
- ▶ Mit der Erarbeitung von Sanierungsprojekten beauftragte Gutachterbüros
- ▶ 2 Ex. magma AG (intern)

Version	Korreferat	Korrekturen	Schlusskontrolle
1.1 (13.02.2019)	14.01.2019 Jf	15.01.2019 Eg	
	15.01.2019 Kr	15.01.2019 Eg	
	12.02.2019 S. Walker, AfU Uri	13.02.2019 Eg	13.02.2019 Eg

mitglied

sia

Member of
USIC

Verwendete Unterlagen

Gesetzliche Grundlagen

- AltIV Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung; AltIV). – SR 814.680.
- USG Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG). – SR 814.01.
- VASA Verordnung vom 5. April 2000 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA). – SR 814.681.
- VBBö Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBö). – SR 814.12.
- VeVA Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005. – SR 814.610.
- VVEA Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA). – SR 814.600.
- KUG Kantonales Umweltgesetz (KUG) vom 11.3.2007. – 40.7011.
- SuG Bundesgesetz über Finanzhilfen und Abgeltungen (Subventionsgesetz, SuG) vom 5.10.1990. – SR 616.1.
- IVöB Interkantonale Vereinbarung über das öffentliche Beschaffungswesen (IVöB) vom 15.3.2001. – 720.1.
- SubV Submissionsverordnung des Kantons Uri (SubV) vom 15.2.2006. – 3.3112.
- SchAV Verordnung über die Schiessanlagen für das Schiesswesen ausser Dienst (Schiessanlagen-Verordnung; SchAV) vom 15. November 2004. – SR 510.512.

Weitere Grundlagen

- [1] Amt für Umweltschutz (2016): Belastete Standorte im Kanton Uri. Priorisierung und Fristen der untersuchungsbedürftigen Standorte. – Vorgehenskonzept vom 30.11.2016, www.uri.ch.
- [2] BAFU (2018): VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen. Mitteilungen des BAFU an die Gesuchsteller. – Umwelt-Vollzug, Altlasten 34/06 (UV-0634-D).
- [3] GS VBS / RU (2017): Altlastenbearbeitung VBS: Untersuchung der Belastungen auf Schiessplätzen und Schiessanlagen des VBS. – Wegleitung, 6.12.2017.
- [4] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (2007): Vollzugshilfe Altlastenbearbeitung bei Schiessanlagen. – Zürcher Umweltpraxis, August 2008.
- [5] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich und ALN

- Amt für Landschaft und Natur (2011): Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen. – Baudirektion, Juli 2011.
- [6] BUWAL / VBS (1997): Bodenschutz und Entsorgungsmassnahmen bei 300m Schiessanlagen, Wegleitung. – BUWAL Dokumentationsdienst.
- [7] BAFU (2017): Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich (Stand 2017). – Vollzug Umwelt, UV-1715-D, www.bafu.admin.ch/uv-1715-d.
- [8] BUWAL (2003): Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten. – Vollzug Umwelt.
- [9] BUWAL (2005): Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden. – Vollzug Umwelt.
- [10] BUWAL (2001): Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub). – Vollzug Umwelt.
- [11] BUWAL (2001): Erläuterungen zur Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBö). – Vollzug Umwelt.
- [12] <http://www.bafu.admin.ch/altlasten/01611/index.html?lang=de>.
- [13] BAFU (2011): PlumbBumRisk 1.0: Excel-Tool zur Gefährdungsabschätzung bei Schiessanlagen. – www.bafu.admin.ch > Altlasten > Altlastenbearbeitung > Schiessanlagen.
- [14] sia (2014): Ordnung für Leistungen und Honorare der Bauingenieure und Bauingenieurinnen. – Ordnung sia 103.
- [15] sia (2008): Ordnung für Leistungen und Honorare der Geologen und Geologinnen. – Ordnung sia 106.
- [16] BAFU (2016): Information über (zu) hohe Antimon-Konzentrationen im Kugelfangmaterial, das zur Ablagerung auf Deponien vorgesehen ist. – Rundschreiben des BAFU an die Kantone vom 28.9.2016.
- [17] BUWAL (2001): Bodenschutz beim Bauen. – Leitfaden Umwelt Nr. 10.
- [18] ZUDK (2007): Umgang mit Boden. Merkblatt August 2007. – Zentralschweizer Umweltfachstellen, www.umwelt-zentralschweiz.ch.
- [19] ZUDK (2001): Bauen im Grundwassergebiet. Merkblatt Februar 2001. – Zentralschweizer Umweltfachstellen, www.umwelt-zentralschweiz.ch.
- [20] ZUDK (2015): Neophyten auf Baustellen. Merkblatt Mai 2015. – Zentralschweizer Umweltfachstellen, www.umwelt-zentralschweiz.ch.
- [21] SUVA (2014): Planungswerkzeug «Baustellenspezifische Massnahmen für Sicherheit und Gesundheitsschutz», Bereich Bau. – Bestellnummer: 88218.d, www.suva.ch/waswo.
- [22] SUVA (2007): Gesundheitliche Gefährdung am Arbeitsplatz durch Blei (Arbeits-

- medizin) [C. Pletscher, B. Liechti], Merkblatt SuvaPro. 9. Überarbeitete Auflage (März 2007). – Bestellnummer: 2869/06.d, www.suva.ch/waswo.
- [23] VBS (2006): Technische Belange der Schiessanlagen für das Schiesswesen ausser Dienst (Weisungen für Schiessanlagen WSA) vom 01. Oktober 2006. – Dokumentation 51.065.
- [24] BAFU (2016): Abgeltung bei Untersuchung, Überwachung und Sanierung von belasteten Standorten. Anforderungen und Verfahren. 2. aktualisierte Ausgabe, April 2016. – Vollzug Umwelt, UV-1405-D.
- [25] Tschannen, P. & Frick M. (2002): Der Verursacherbegriff nach Artikel 32d USG. – Gutachten zuhanden des Bundesamts für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL vom 11.9.2002.

Anhang 1: Struktur des Berichts zum Sanierungsprojekt

Die folgende Berichtsstruktur gilt für Berichte zu Sanierungsprojekten von Schiessanlagen, welche dem AfU

- ▶ als Grundlage für eine Sanierungsverfügung gemäss Art. 18 Abs. 2 und
- ▶ als Grundlage für ein Abgeltungsgesuch nach Art. 15 VASA eingereicht werden.

Abschnitt	Inhalt (Stichworte)	Kapitel im vorliegenden Bericht
1. Einleitung		
1.1. Ausgangslage	Auslöser der Untersuchung	
1.2. Auftrag	Auftraggeber, Datum	
1.3. Schiessanlage	Bezeichnung, Lage der Schiessanlage (Koordinaten, Gemeinde, Flurname, Parzellennummer), Nummer des KbS-Eintrags	
1.4. Eigentumsverhältnisse	aktuelle und ggf. frühere Grundeigentümer, ggf. Verkaufsabsichten	
1.5. Beabsichtigte künftige Nutzung	mögliche Nutzung gemäss Zonenplan, beabsichtigte künftige Nutzung des Kugelfangbereichs, ggf. beabsichtigte Rückbauten / Umbauten / Umrüstungen der Schiessanlage, ggf. andere Bauvorhaben im Kugelfangbereich	Abschnitt 2.1
2. Beschreibung der Schiessanlage		
2.1. Bauten und Einrichtungen	aktuelle Bauten der Schiessanlage, Anzahl Scheiben, Art des Kugelfangs, ggf. vorhandene emissionsfreie Kugelfangsysteme	
2.2. Historische Untersuchung	durchgeführte Recherchen und Befragungen, Baujahr, Betriebsdauer, bauliche Veränderungen, Nutzer der Schiessanlage, Munitionssorten, Schusszahlen, Bleifrachten der verschiedenen Nutzer, Anzahl Scheiben	Abschnitt 3.1
2.3. Geologisches und hydrogeologisches Umfeld	geologische und hydrogeologische Übersicht, Beschreibung der Boden- und Untergrundverhältnisse, Grundwasserverhältnisse, ggf. betroffene Oberflächengewässer, Grundwassernutzungen und Quelfassungen im Nahbereich des Kugelfangs, ggf. vorhandene Grundwassermessstellen	Abschnitt 3.2
2.4. Betroffene Schutzgüter und Nutzungen	Bezeichnung der Schutzgüter, die von Schadstoffemissionen betroffen sein können (Grundwasser, Oberflächengewässer, Boden)	
3. Schadstoffmessungen		
3.1. Durchgeführte XRF-Messungen	Dokumentation der durchgeführten XRF-Messkampagne: Messraster, Referenzproben, Tiefenprofile	Abschnitte 4.1.1–4.1.4
3.2. Resultate der XRF-Messungen	Messwerte der Referenzproben, Korrelation XRF-Labor-Analytik, Korrelationskurve und Korrekturfaktoren, vertikale und laterale Schadstoffverteilung	Abschnitte 4.1.5–4.1.7
3.3. Messungen von Schadstoffen im Grundwasser	Probenahme, Analysenverfahren, Messresultate	Abschnitt 4.2

Abschnitt	Inhalt (Stichworte)	Kapitel im vorliegenden Bericht
4. Sanierungsziel und Nutzungseinschränkungen		
4.1. Gesetzlich begründete schutzgutbezogene Sanierungsziele (Vorschlag)	Begründung und Vorschlag des Sanierungsziels hinsichtlich der Schutzgüter Grundwasser und/oder Oberflächengewässer und/oder Boden	Abschnitte 5.1, 5.3 und 5.4
4.2. Nutzungseinschränkungen	Massnahmen zum Schutz des Bodens nach VBBö	Abschnitt 5.2
5. Aushub- und Entsorgungskonzept	basierend auf der Geometrie des Kugelfangs, der historischen Untersuchung und der XRF-Messungen	
5.1. Verantwortlichkeiten	Organigramm, insb. Angabe der Bauherrschaft, der Projektleitung und der Fachbauleitung	Abschnitt 6.1
5.2. Aushubkategorien und Entsorgungswege	Nennung der vorgesehenen oder bereits festgelegten Entsorgungswege, Antimon-Problematik	Abschnitt 6.2
5.3. Aushubkubaturen und Aushubbereiche	Schätzungen basierend auf XRF-Messungen und Geometrie Kugelfang	Abschnitt 6.3
5.4. Transporte und Zwischenlagerung	Baupisten, Anforderungen an Zwischenlager, VeVA-Transportscheine	Abschnitt 6.4
5.5. Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz	Maschineneinsatz, Vorschriften zur Befahrbarkeit des Bodens, Bodendepots,	Abschnitt 6.5
5.6. Gewässerschutz auf der Baustelle, Grundwassermonitoring	vorsorgliche Massnahmen, Alarmdispositiv, im Fall von Grundwassernutzungen im Abstrom: Monitoringprogramm	Abschnitt 6.6
5.7. Arbeits- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle		Abschnitt 6.7
5.8. Erfolgskontrolle	geplantes Vorgehen zur Überprüfung des Sanierungserfolgs	Abschnitt 6.8
5.9. Rekultivierung und Wiederherstellungsarbeiten	Vorgaben für die Rekultivierung	Abschnitt 6.9
5.10. Terminplan	Termine soweit bekannt	
6. Kostenzusammenstellung		
6.1. Entsorgungskosten		Abschnitt 7.1
6.2. Schätzung der Kosten des Sanierungsvorhabens	Schätzung der Kosten für Untersuchung, Projektierung, Bauleitung, Baumeisterarbeiten, Transporte, Entsorgung / Behandlung von Aushub, Wiederinstandstellung des Geländes; Differenzierung zwischen anrechenbaren und nicht anrechenbaren Kosten	Abschnitt 7.2
6.3. Kostenverteilung	Bezeichnung der Verhaltens- und Zustandstörer, Zuordnung der anrechenbaren Kosten gemäss den prozentualen Anteile an der Verursachung, Zuordnung der nicht anrechenbaren Kosten	Abschnitt 7.3
Beilagen:		
Grundlagenverzeichnis Übersichtsplan	als Berichtsbestandteil oder Beilage/Anhang im Bericht als Abbildung oder Beilage/Anhang	
Ausschnitt Gewässerschutzkarte	im Bericht als Abbildung oder Beilage/Anhang	
Ausschnitt Grundwasserkarte	nur falls Kugelfang innerhalb von genutztem	

Abschnitt	Inhalt (Stichworte)	Kapitel im vorliegenden Bericht
XRF-Messresultate inkl. Interpretation (VBBö-korrigiert)	Grundwasservorkommen massstäblicher Plan mit nummerierten Messpunkten und korrigierten Pb-Messwerten sowie interpretierten Belastungsflächen	
XRF-Messresultate inkl. Interpretation (VVEA-korrigiert)	massstäblicher Plan mit nummerierten Messpunkten und korrigierten Pb-Messwerten	
Aushubplan	massstäblicher Plan mit baustellentauglichen Aushubbereichen	
Tabelle mit Messdaten	Tabelle mit folgenden Spalten: Messpunkt-Nr., X- und Y-Koordinaten, XRF-Messwert, Messwert VBBö-korrigiert und Messwert VVEA-korrigiert	
Laborberichte Referenzproben Kartenausschnitte, Luftbilder	Kopie des Originallaborberichts nur falls relevant (z.B. Hinweise auf Kugelfangumlagerungen, Anzahl Scheiben etc.)	
Unterlagen Schiessvereine	Schusszahlen, Umbaupläne etc.	