

Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern

Historische und Technische Voruntersuchung mit Sanierungskonzept

- 300 m Schiessanlage Oberfeld Biglen (KbS-Nr. 0603-0006)

Altlastenrechtlicher Bericht

24185.1

Inhaltsverzeichnis

Anhangsverzeichnis	3
Verwendete Unterlagen und Gesetzliche Grundlagen	3
Durchgeführte Arbeiten	5
Historische Untersuchung	5
Technische Untersuchung	5
Auswertung und Berichterstattung	5
Dritteleistungen	5
1 Allgemeines	6
1.1 Auftrag	6
1.2 Ablauf Sanierung von Schiessanlagen	6
1.3 Kostenbeteiligung	6
2 Grundlagen	6
2.1 Lage	6
2.2 Betriebsdaten	7
2.3 Heutiger Zustand	7
2.4 Schutzgüter	7
2.5 Wissenslücken	8
3 Technische Voruntersuchung	8
3.1 Schadstoffe	8
3.2 Vorgehen der Untersuchungen im Abschuss- und Zielbereich	9
3.3 Untersuchungsergebnisse	10
4 Standortbeurteilung	10
5 Sanierungskonzept	10
5.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen	10
5.2 Sanierungsziel	11
5.3 Sanierungsperimeter	11
5.4 Rahmenbedingungen Sanierungsstandort	11
5.5 Vorgehen Sanierungsarbeiten	11
5.5.1 Vorbereitungsarbeiten	11
5.5.2 Installationsarbeiten	12
5.5.3 Ausführung Aushubarbeiten bzw. Sanierung	12
5.5.4 Materialzwischenlagerung	12
5.5.5 Aufbereitungsanlage vor Ort	13
5.5.6 Rückbau Anlageteile	13
5.6 Materialklassen und Mengen	13
5.6.1 Materialklassen nach VVEA - Aushubmaterial	13
5.6.2 Bauabfälle	13
5.7 Entsorgung Bauabfälle	14
5.7.1 Genehmigung Entsorgung	14
5.7.2 Transport	14
5.8 Erfolgskontrollen, Sanierungserfolg	14

5.9	Rekultivierung	14
5.10	Altlastenrechtliche Baubegleitung	14
5.11	Zeitplan Sanierungsprojekt	15
6	Schätzung der Sanierungskosten	15
7	Schlussbemerkung	16

Anhangsverzeichnis

Anhang 1	Tabelle mit Standortdaten / Katasterauszug / Betriebsdaten
Anhang 2	Ausschnitt Gewässerschutzkarte 1:1'000
Anhang 3	Fotodokumentation
Anhang 4	Übersicht XRF-Messungen, August 2025, 1:250
Anhang 5	Flächenmischprobe Schützenhaus, August 2025, 1:250
Anhang 6	Situationsplan Pb-Belastung, 1:500 / Tiefenbelastungspläne, 1:1'000
Anhang 7	Situationsplan Sanierungskonzept, 1:5'000
Anhang 8	Abschätzung Aushubmengen
Anhang 9	Untersuchungsberichte Labor, Bachema AG
Anhang 10	Korrelation XRF-Messgerät
Anhang 11	XRF-Datensatz

Verwendete Unterlagen und Gesetzliche Grundlagen

- [1] Geoportal Kanton Bern
- [2] Geoportal des Bundes
- [3] Altlastenrechtliche Voruntersuchung von Schiessanlagen im Auftrag des Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA): Pilotversuch, AWA-Amt für Wasser und Abfall, November 2024
- [4] Merkblatt Schiessanlagen Priorisierung der Untersuchungen und Ablaufschema einer Sanierung, AWA, Juni 2017
- [5] Merkblatt zur Sanierung von 300 m Schiessanlagen, Pistolen- und Kleinkaliberanlagen, AWA-Amt für Wasser und Abfall, Mai 2019, rev. Januar 2025
- [6] Merkblatt: Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen, AWEL, Juli 2011
- [7] VASA- Abgeltungen bei Schiessanlagen, Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde, BAFU Juni 2025
- [8] AltIV, Altlastenverordnung, August 2025
- [9] VVEA, Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, August 2025
- [10] VBBo, Verordnung über die Belastung des Bodens, August 2025
- [11] VASA, Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten, Januar 2016
- [12] VeVA, Verordnung über den Verkehr mit Abfällen, August 2025
- [13] Bundesgesetz über den Umweltschutz, April 2025
- [14] Schiessanlagen-Verordnung, Verordnung über die Schiessanlagen für das Schiesswesen ausser Dienst, Januar 2005

- [15] Merkblatt Korrekte Einzäunung, Schwermetallbelastung bei Schiessanlagen – korrektes Einzäunen, Amt für Wasser und Abfall, 1999 rev. Juni 2017
- [16] Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen, Amt für Wasser und Abfall, September 2011
- [17] Boden und Bauen, Bundesamt für Umwelt, 2015
- [18] Archiv B-I-G

Verwendete Abkürzungen

TU	Technische Untersuchung (Teil der altlastenrechtlichen Voruntersuchung)
AWA	Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
XRF	Röntgenfluoreszenz
In situ	vor Ort
ppm	parts per million; das entspricht mg einer Substanz pro kg Bodenmaterial
Pb	Blei
Sd	Antimon
Cu	Kupfer
Hg	Quecksilber
uOKT	unterhalb Terrainoberkante

Durchgeführte Arbeiten

Historische Untersuchung

Befragung und Begehung mit Wissensträgern

Grundlagenstudium

Technische Untersuchung

XRF-Feldmessungen im Oberboden und in den Baggerschlitten

Geologische Aufnahme der Handsondierungen

Geländebeurteilung visuell

Auswertung und Berichterstattung

Aufbereiten der Rohdaten

Auswertung der Resultate

Erarbeitung der Belastungssituation, Gefährdungsabschätzung und Beurteilung Standort

Berichterstattung

Erarbeitung eines Sanierungskonzepts inkl. Abschätzung Aushubmengen und Sanierungskosten

Drittleistungen

Laboranalyse durch die Bachema AG

Rechtlicher Hinweis

Hiermit bestätigt die B-I-G AG, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen im Bericht beruhen auf dem derzeitigen Kenntnisstand. Sie entsprechen den anerkannten Regeln des Fachgebietes und wurden nach bestem Wissen ermittelt. Die B-I-G AG geht davon aus, dass

- ihr vollständige und richtige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen zur Verfügung gestellt wurden.
- die Ergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.
- von den Ergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird.

Andernfalls lehnt die B-I-G AG gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab. Sofern ein Dritter von den Ergebnissen Gebrauch macht oder darauf basierende Entscheidungen trifft, wird durch die B-I-G AG jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1 Allgemeines

1.1 Auftrag

Die B-I-G AG wurde im Januar 2025 durch das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) auf Basis der B-I-G AG Offerte Nr. 24185.1 vom 12.12.2024 u.a. mit der altlastenrechtlichen Voruntersuchung der 300 m Schiessanlage Oberfeld Biglen (KbS-Nr. 0603-0006) beauftragt.

Diese Voruntersuchung erfolgt im Rahmen eines Pilotprojektes des Kantons Bernes. Dabei werden mehrere Schiessanlage als Los direkt durch das AWA vergeben.

Der Auftrag umfasst:

- Zusammenstellen der Anlagedaten (Betriebsdaten, Standortdaten)
- Ermittlung und Darstellung der vorhandenen Bleibelastungen
- Erarbeitung Sanierungsprojekt mit Abschätzung der zu erwarteten Aushubmengen je Belastungskategorie und Schätzung der Sanierungskosten

1.2 Ablauf Sanierung von Schiessanlagen

Die Planung und Ausführung einer Sanierung erfolgten in vier Schritten [4].

- Initiierung Untersuchung: erfolgte via Aufforderungsschreiben durch das AWA oder wie hier im Rahmen eines Direktmandates durch den Kanton.
- Altlastenrechtliche Voruntersuchung: historische und technische Untersuchungen inklusive Ausarbeitung des Sanierungsprojektes (vorliegender Untersuchungsbericht) gemäss den kantonalen Anforderungen [5]. Dieser Bericht wird dem AWA zur Stellungnahme zugestellt.
- Stellungnahme AWA: Definition der Sanierungsziele und der Zeitplan für eine allfällige altlastenrechtliche Sanierung.
- Baugesuch: eine altlastenrechtliche Sanierung gemäss den kantonalen Anforderungen bedarf immer eines Baugesuchs. Im Rahmen der Baubewilligungsverfahren verlangt das AWA, dass ein Altlasten-spezialisiertes Büro die Sanierung begleitet.
- Bauausführung: Dekontamination der belasteten Fläche bis Erreichen des definierten Sanierungszieles. Die Sanierungsarbeiten inkl. der Entsorgung von belastetem Material werden durch das beauftragte Büro in einem Schlussbericht dokumentiert und dem AWA zur Stellungnahme zugestellt.

1.3 Kostenbeteiligung

Bund, Kanton und Gemeinde beteiligen sich an den Sanierungskosten, welche im Grundsatz von den Schiessvereinen getragen werden. Insbesondere bei Sanierungskosten über 250'000 Fr. ist die Zusicherung des BAFU erforderlich. Die VASA-Abgeltung bei 300 m Schiessanlagen liegt bei 40% der anrechenbaren Kosten (Curia Vista Nr. 18.3018) [7].

Für die Voruntersuchung werden die Kosten durch das AWA vorfinanziert und nach Abschluss der notwendigen Sanierung wird die Kostenteilung vorgenommen und die entsprechenden Beträge bei den Verursachern in Rechnung gestellt.

2 Grundlagen

2.1 Lage

Der Schiessstand befindet sich auf dem Oberfeld im Nordosthang des Änggist. Die Schiessanlage liegt zwischen 740 - 770 m. ü. M. und ist via Biglen über eine asphaltierte Strasse erreichbar. Der Kugelfang ist auf den letzten 400 m über einen abschnittsweise steilen Feldweg erreichbar. Das Schützenhaus steht auf dem Oberfeld in +/- ebenem Gelände. Der Kugelfang liegt in Richtung NO mit 11.6° abfallendem Gelände.

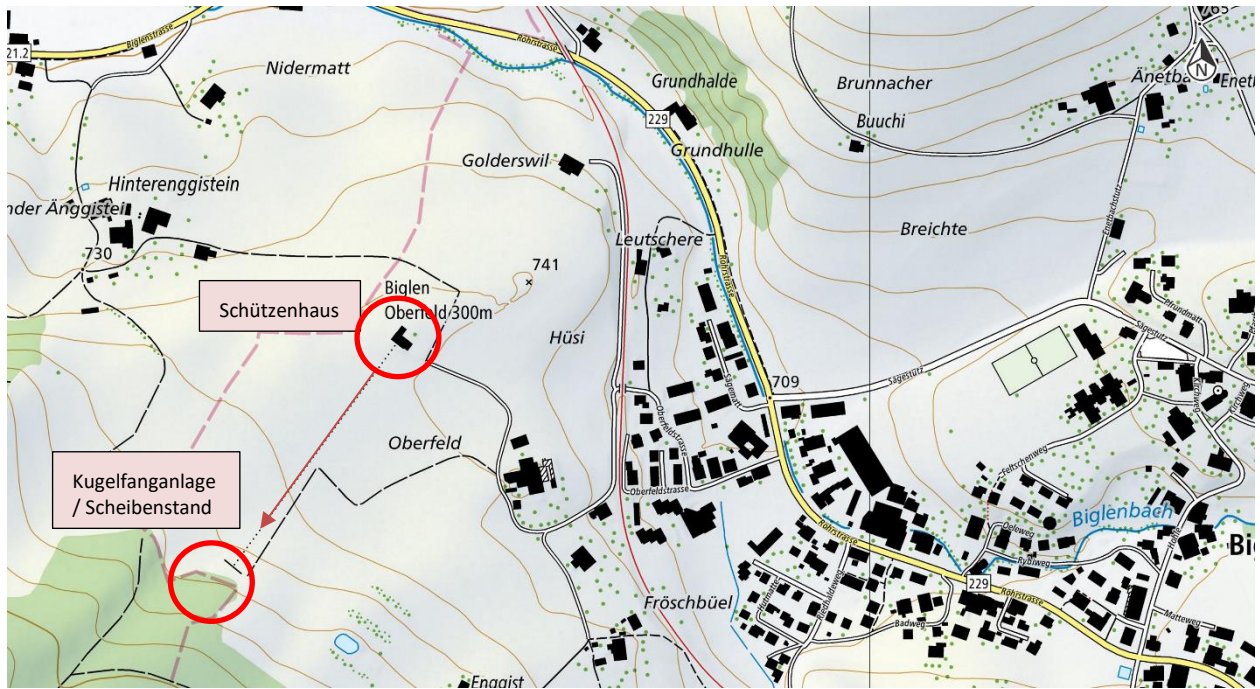


Abbildung 1: Lage der 300 m Schiessanlage Oberfeld Biglen (KbS-Nr. 0603-0006) [2].

2.2 Betriebsdaten

Die 300 m Schiessanlage Oberfeld Biglen wird seit mindestens 1938 betrieben [2]. Seit 1974 wird die Anlage durch den Verein Feldschützen Biglen betrieben.

Die für die Sanierung relevanten, zurzeit bekannten Standortdaten liegen in *Anhang 1* tabellarisch zusammengestellt vor. Als Quelle dienten die Geoportale des Kanton Bern und des Bundes, historische Luftbilder, der Kataster der belasteten Standorte sowie Angaben seitens AWA, der Gemeinde und des Schützenvereins. Als Auskunftspersonen stellte sich der amtierende Präsident der Feldschützen Biglen H. Moser zur Verfügung. Schriftliche Unterlagen betreffend den Betrieb der Anlage liegen uns keine vor.

2.3 Heutiger Zustand

Die Schiessanlage wird bis auf Weiteres durch den Verein Feldschützen Biglen betrieben. Die direkte Umgebung der Anlageteile wird, mit Ausnahme des eingefriedeten Zielareals, land- und forstwirtschaftlich (Wald-, Wiese-, Weide-, Ackerbewirtschaftung) genutzt [1]. Eine photographische Dokumentation des heutigen Zustands findet sich in *Anhang 3*.

2.4 Schutzgüter

Basierend auf den vorliegenden Standortdaten gemäss *Anhang 1* sowie der im Sommer 2025 durchgeführten Feldarbeiten im Rahmen der technischen Untersuchung (vgl. *Anhänge 4 und 5*) werden die Schutzgüter wie folgt beurteilt:

Schutzgut	Beschreibung
Luft	<i>nicht relevant</i>
Grundwasser	Die Schiessanlage befindet sich einer schlecht durchlässigen Versickerungszonen mit Flurabstand > 3m. Die Quelfassung und der zugehörige Grundwasserschutzbereich liegen rund 150 m westlich Anlage ausserhalb der gemäss Topographie anzunehmenden Grundwasserfliessrichtung. Sämtliche Anlagenteile liegen ausserhalb der Grundwasserschutzbereiche. Mangels Vorkommen von grösseren Grundwasserleitern im Umgebungsbereich der Anlagenteile [1] ist das Schutzgut Grundwasser aus gutachterlicher Sicht als <i>nicht relevant</i> einzustufen.
Oberflächengewässer	Mangels Anwesenheit von Oberflächengewässer im Umgebungsbereich der Schiessanlage [1] <i>nicht relevant</i>
Boden	Die Böden im Bereich des Kugelfanges sind Aufgrund des langjährigen Schiessbetriebes stark belastet. Das Schutzgut Boden ist <i>relevant</i> . Je nach Belastungssituation wird nutzungsabhängig (Landwirtschaftszone [FFF], Weide- und Grasland, Wald) eine Sanierung erforderlich.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Schutzgutbeurteilung im Bereich der 300 m Schiessanlage Oberfeld Biglen.

2.5 Wissenslücken

Es konnten keine schriftlichen Zeugnisse einer militärischen Nutzung der Schiessanlage aufgefunden werden.

3 Technische Voruntersuchung

Mittels der technischen Untersuchung wird die Belastungssituation im Bereich der Schiessanlage ermittelt, als Grundlage für die Planung der Sanierung und Abschätzung der Sanierungskosten. Die Durchführung erfolgt gemäss den kantonalen Anleitungen/Merkblätter [5] und [6].

Die Feldarbeiten inkl. der Entnahme der Referenzproben fanden Mitte Juli (17./24.07.25) bei trockener Witterung und abgetrockneten Bodenverhältnissen statt. Vor Ort wurde der Boden an diesen Daten oberflächlich wie auch im Tiefenprofil (Baggerschlitze) als sehr trocken beurteilt. Die Bodenfeuchte war trotz einiger vorangegangener Niederschlagsereignissen infolge der langandauernden Trockenperiode im Juni verhältnismässig niedrig. Die im Unterboden der Bodenmessstationen Langnau und Rubigen gemessenen Saugspannungen im Unterboden lagen am 17. Juli jeweils über 75 cbar (www.bodenmessnetz.ch).

Die geringmächtige Deckschicht (< 10 cm) der künstlichen Auffüllung im Kugelfangbereich ist humos und besteht aus sandig-siltiger Feinerde mit sehr geringem Skelettanteil (< 5 Vol.%). Im gewachsenen Terrain folgt auf den humosen Oberboden hellbraunes, sandiges Material (verwitterter Sandstein). In den früher aufgeschütteten Bereichen der Anlage liegt bis in eine Tiefe von über 2 m hellbraunes, sandiges Material mit einzelnen gerundeten Komponenten (> 2mm) vor. (vgl. Anhang 6)

3.1 Schadstoffe

Folgende, in der Munition enthaltenen, umweltrelevante Schwermetalle sind standortspezifisch hervorzuheben:

Schwermetall	Herkunft, Verhalten	Potenziell belastete Bereiche
Pb (Blei)	Bleistaub (Abrieb von Munition), Patronenreste Pb ist schwerlöslich und bleibt lange vor Ort, kann durch Nutzung umgelagert oder aufgenommen werden (z.B. Schafe, Rinder)	Abschussbereich Schützenhaus und Ziel- / Kugelfangbereich
Sb (Antimon)	Beimengung in Munition Sb ist gut wasserlöslich und mobil, somit potenziell gefährlich für Grund- und Oberflächengewässer	Relevant in hochbelasteten Kugelfangbereichen oder bei den Schutzgütern Grundwasser / Oberflächengewässer (Löslichkeit)
Hg (Quecksilber)	Bestandteil von Zündern oder Sprengstoff bis ca. 1965 Hg ist nicht wasserlöslich, das hochgiftige Schwermetall hat eine hohe Dichte	Abschussbereich Schützenhaus
Cu (Kupfer)	Bestandteil von Patronenhülsen und z.T. auch als Zünder. In neuerer Munition wichtige Rolle als Ersatz für Blei.	Vor allem Abschussbereich

Tabelle 2: Relevante Schwermetalle, Herkunft und Bereiche mit potenzieller Akkumulation.

Die potenziell belasteten Bereiche der Schiessanlage, d.h. der Abschussbereich beim Schützenhaus sowie der Zielbereich und dessen Umgebung wurden mittels Feld- und Laboruntersuchungen hinsichtlich der tatsächlichen Schadstoffkonzentrationen überprüft.

Die Abschätzung der Belastungssituation vor Ort stützt sich auf die Messresultate des angewandten mobilen XRF-Analysegeräts (Niton XL3T). Dieses Gerät wurde mittels Laboranalytik (Parameter Pb) anhand von sechs Referenzproben kalibriert (Verfahren gemäss [6]). Der gemittelte Korrekturfaktor von 1.5 ist verhältnismässig tief, jedoch mit einem sehr guten Bestimmtheitsmass ($R^2 = 0.98$). Die Modellaussage ist somit sehr gut.

➔ Korrekturfaktor für Pb gemäss XRF-Korrelation: **1.5**

Die verwendeten Referenzproben stammen aus dem untersuchten Gebiet des Oberfelds.

Antimon ist mit der XRF-Feldmessung aufgrund von niedrigen Konzentrationen kaum nachweisbar. Als Leitelement für die technische Untersuchung und das Entsorgungskonzept wird ausschliesslich Blei verwendet.

3.2 Vorgehen der Untersuchungen im Abschuss- und Zielbereich

Beim Schützenhaus wurde mittels Stechlanze (Pürckhauer) eine Flächenmischprobe aus jeweils 4 Einstichen pro Schützensegment (total sechs Segmente) bis in eine Tiefe von rund 20 cm entnommen. Die Flächenmischprobe wurde in einem Abstand von 1.5 – 3 m zum Schützenhaus entnommen. Die Bodenprobe wurde homogenisiert und laboranalytisch auf Pb, Hg und Sb untersucht (vgl. *Anhänge 5 und 9*). Im Umfeld des Schützenhauses wurden optisch keine Patronenhülsen erfasst.

Im Zielbereich der Schiessanlage wurde ein Messraster über das gesamte Untersuchungsgebiet gelegt. Dieses wurde gemäss [6] punktuell oberflächlich beprobt (vgl. *Anhang 4*). Bei Bedarf wurde der Messraster vor Ort verdichtet oder randlich ergänzt. An den homogenisierten Proben wurden vor Ort mehrfach mittels XRF die Pb-Gehalte gemessen. So wurde schrittweise die oberflächliche Belastungssituation auskartiert. Als Ergänzung zur horizontalen Belastungsuntersuchung wurden anhand von 3 Baggerschlitzsondagen in stark belasteten Bereichen des Zielareals Informationen zur vertikalen Belastungsverteilung erfasst (vgl. *Anhänge 6 und 12*).

Das Probenmaterial für die Referenzproben entspricht konkreten homogenisierten Proben aus den Baggerschlitzprofilen bzw. aus dem Messraster gemäss Anhang 11.

3.3 Untersuchungsergebnisse

Gemäss Laboranalysen weist die vor dem Schützenhaus entnommene Flächenprobe eine Bleikonzentration von 88 ppm Pb auf und überschreitet damit den Richtwert gemäss VBBo. Die laboranalytisch ermittelte Antimonkonzentration liegt mit 15 ppm Antimon bei knapp 6% der entsprechenden Pb-Konzentration aus (vgl. Anhang 9). Die laboranalytisch ermittelte Quecksilberkonzentration liegt mit 0.11 ppm Quecksilber unter dem Richtwert nach VBBo [10].

Die mittels XRF-Messungen ermittelte Belastungssituation entspricht im Grundsatz dem typischerweise zu erwartenden Belastungsmuster im Hinblick auf einen langjährigen Schiessbetrieb. Besonders hohe Pb-Gehalte (> 2000 ppm) sind im ehemaligen Kugelfang der Schiessanlage sowie im bewaldeten Hangbereich dahinter nachgewiesen worden, was sich mit einer intensiven Nutzung und den direkten Einfluss der Geschosse erklären lässt. Die Pb-Konzentrationen in der Waldfläche reichen von über 2000 ppm auf 230 m² bzw. über 1000 ppm auf rund 255 m² (vgl. Anhang 6).

Die registrierte starke Belastung einer relativ grossen Fläche im Wald hinter dem Kugelfang lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Schiessanlage bereits vor der Errichtung des ca. 3 m hohen Kugelfangwalls rege benutzt wurde. Auch können Materialumlagerungen in Waldfläche hinter dem Wall nicht ausgeschlossen werden.

Die vertikale Belastungssituation im Zielbereich der Anlage ist in Anhang 6 dargestellt und als gutachterliche Abschätzung basierend auf den drei Baggerschlitzsondierungen zu verstehen.

4 Standortbeurteilung

Das **Schutzgut Boden** ist nachweislich durch Blei belastet. Im Boden im Zielbereich der Schiessanlage befinden sich Bleikonzentrationen oberhalb des VBBo Richtwerts (50 ppm Pb), in den Kernzonen der belasteten Fläche auch deutlich über dem Sanierungswert von 2000 ppm Pb. Die Quecksilberkonzentration im Boden vor dem Schützenhaus liegt mit 0.11 ppm unterhalb des Richtwerts von 0.5 ppm gemäss VBBo [10].

Das belastete Areal konnte durch die durchgeführte Untersuchung oberflächlich klar definiert und räumlich abgegrenzt werden.

Aufgrund der registrierten Bleikonzentration im Boden liegt für das Schutzgut Boden eine relevante Umweltgefährdung vor. Nach AltIV Art. 12 geht daraus ein Sanierungsbedarf hervor [8]. Das Zielareal, sowie der Boden vor dem Schützenhaus sind hinsichtlich des Schutzguts Boden als sanierungsbedürftiger, belasteter Standort im altlastenrechtlichen Sinne zu klassieren.

Die abschliessende Beurteilung obliegt der Behörde.

5 Sanierungskonzept

5.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Das Sanierungskonzept wurde gemäss dem kantonalen Merkblatt [5] ausgearbeitet.

Bei einer altlastenrechtlichen Sanierung mittels Dekontamination ist grundsätzlich nur belastetes Material über dem Sanierungswert (vgl. Kap. 5.2) auszuheben und abfallrechtlich korrekt zu entsorgen.

Für die Ausführung einer altlastenrechtlichen Sanierung (mit Zwischenlagerplatz) ist eine Baubewilligung erforderlich. Für die Eingabe des Baugesuchs sind folgende Ausnahmegewilligungen oder Zusatzformulare zu prüfen:

- Bauen ausserhalb der Bauzone
- Wald / Naturschutz
- Bodenschutz
- u.a.

Bei der Vergabe der Baumeister-, Transport- und Entsorgungsleistungen ist das öffentliche Beschaffungsrecht zu beachten.

5.2 Sanierungsziel

Das belastete Areal der sanierungsbedürftigen 300 m Schiessanlage umfasst landwirtschaftlich (Wiesen- und Weidenutzung, sowie Ackerbau) und forstwirtschaftlich genutzte Flächen.

Hinsichtlich der bestehenden Nutzungen der betroffenen Flächen sowie einer möglichen künftigen Nutzung des Anlagenareals im Falle einer Stilllegung der Schiessanlage schlagen wir folgendes Sanierungsziel vor:

- ➔ Für Landwirtschaftsfläche: **200 mg Pb/kg Boden** (Pb-Konzentration im verbleibenden Boden)
- ➔ Für Waldfläche: **1000 mg Pb/kg Boden** (Pb-Konzentration im verbleibenden Boden)

Damit kann eine uneingeschränkte landwirtschaftliche / forstwirtschaftliche Nutzung der sanierten Fläche gewährleistet werden. Wir gehen davon aus, dass der Schiessbetrieb mittels bestehendem künstlichen Kugelfangsystem keine weiteren Schadstoffemissionen in die Umwelt verursacht.

Die Beseitigung der Gefährdung bzw. die Entfernung des Schadstoffpotenzials soll mittels Dekontaminationsaushubs erfolgen. Der sanierte Standort würde aufgrund der Restbelastung wie folgt im Kataster der belasteten Standorte verbleiben:

- ➔ Status (AltIV Art. 8): **weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig**

Die abschliessende Festlegung des Sanierungsziels obliegt der Behörde.

5.3 Sanierungsperimeter

Der Sanierungsperimeter entspricht den verzeichneten belasteten Flächen, welche gemäss *Anhang 6* über dem angestrebten Sanierungsziel liegen. Davon ausgenommen sind die baulichen Einrichtungen der bestehenden Schiessanlage.

5.4 Rahmenbedingungen Sanierungsstandort

Die spezifische Lage des Sanierungsstandortes innerhalb landwirtschaftlicher Nutzungsfläche erfordert die Erstellung eines ans Strassennetz angebundenen Zwischenlagerplatzes, sowie die Erschliessung des Sanierungsperimeters mittels temporärer Baupiste für den Abtransport des Aushubmaterials mittels Dumper. Der Transport des freigegebenen Materials zu den verschiedenen Deponien erfolgt ab Zwischenlagerplatz mittels LKW über das bestehende Strassennetz. Hier ist insbesondere die Unterführung unter der Bahnlinie Burgdorf-Thun an der Oberfeldstrasse mit einer Höhe von 3.9 m zu beachten. *Anhang 7* weist die möglichen Transportwege sowie denkbare Standorte für Installationsplätze aus.

Bei der Sanierung der Anlage müssen Verschleppungen von belastetem Material unbedingt vermieden werden. Dazu ist eine gute Organisation auf der Baustelle erforderlich. Zwischendepotplätze, Ladeplätze und Fahrspuren werden vorgängig klar definiert. Bei nassen Verhältnissen sind die Aushubarbeiten einzustellen. Der Sanierungsstart sollte im Sommer oder Herbst liegen. Jeder unnötige Landschaftsschaden ist zu vermeiden.

5.5 Vorgehen Sanierungsarbeiten

5.5.1 Vorbereitungsarbeiten

Nach Vorliegen der Baubewilligung sind folgende Vorbereitungsarbeiten vorgesehen und auszuführen:

- Informierung bzgl. Ausführungstermin (Landeigentümer und Bewirtschafter), ggf. Einholen Einverständnis.

- Grasschnitt (inkl. Räumung), mindestens im Bereich des Sanierungsperimeters.
- Rodung (inkl. Räumung), mindestens im Bereich des Sanierungsperimeters.

5.5.2 Installationsarbeiten

Die Installationsarbeiten sind vor Beginn der Sanierungsarbeiten bei trockener Witterung und abgetrockneten Bodenverhältnissen gemäss Auflagen der Baubewilligung vorzusehen und auszuführen.

Die Baustelleninstallation umfasst neben der Erstellung eines Installationsplatzes die Errichtung einer temporären Baupiste, die vom Zwischenlagerplatz bis zum Sanierungsperimeter reicht. Die Breite der Baupiste ist auf den gewählten Maschinenpark abzustimmen, so dass die Verschleppungsgefahr von belastetem Material minimiert werden kann.

Der Installationsplatz ist gemäss den gesetzlichen Vorgaben des Bodenschutzes zu errichten und ist grundsätzlich wie folgt aufgebaut: direkt auf Grasnarbe Sandschüttung/Stroh oder Vlies als Trennschicht und darüber Schüttung Kieskofferung, 0.3-0.5m mächtig.

Als Standort für den Installationsplatz bietet sich der befestigte Vorplatz / Parkplatz vor dem Schützenhauses auf Parzelle 638 an. Für die Materialzwischenlagerung wird mindestens eine Fläche für neun Haufwerken à 100 m³ benötigt. Eine alternative Zwischenlagerung mittels Mehrmuldensystem ist zu prüfen.

5.5.3 Ausführung Aushubarbeiten bzw. Sanierung

Bereiche ausserhalb des Sanierungsperimeters werden nicht befahren. Baumaschinen (Raddumper, LKW) verkehren ausschliesslich auf der Baupiste und auf den befestigten Flächen/Strassen. Die Bagger für Dekontaminationsarbeiten bewegen sich innerhalb des Sanierungsperimeters. Dekontaminationsarbeiten und Materialtriagen dürfen ausschliesslich bei abgetrockneten Bodenverhältnissen und trockener Witterung ausgeführt werden. Die Sanierungsarbeiten werden durch eine altlastenrechtliche Baubegleitung vor Ort begleitet.

Um eine Verschleppung von belastetem Material zu verhindern, sehen wir für die Materialdekontamination folgendes Vorgehen vor:

- Aushub des sehr stark belasteten Materials (>>2'000 mg Pb/kg). Die Bestimmung dieser Materialqualität wird direkt vor Ort mittels *in-situ* XRF-Messungen und Verifizierung von Geschossfragmenten ausgeführt. Das Material kann direkt, ohne Zwischenlagerung und laboranalytische Klassierung, in die Aufbereitungsanlage abgeführt werden.
- Aushub bzw. Triage des stark belasteten Materials (500-2'000 mg Pb/kg) werden gemäss Plangrundlagen ausgeführt. Das belastete Bodenmaterial wird triagiert und zwischengelagert (Haufwerke/Mulden). Die Materialtriage kann zusätzlich mit *in-situ* XRF-Messungen begleitet werden. Die Haufwerke werden beprobt und chemisch analysiert (Feststoffmischprobe pro 100 m³, Aufbereitung nach VVEA, Analyseparameter Blei-Gesamtgehalt und Antimon).
- Aushub bzw. Triage des wenig belasteten Materials (200-500 mg Pb/kg) werden analog oben ausgeführt und auf einem Haufen zwischengelagert.

5.5.4 Materialzwischenlagerung

Triagiertes Material wird auf Haufwerken/in Mulden bis zur definitiven Materialklassierung und Abfuhr zwischengelagert. Die Zwischenlager/Materialdepots werden nach Anweisungen der altlastenrechtlichen Baubegleitung erstellt und bewirtschaftet. Beprobte Materialdepots werden bis zum Vorliegen der Resultate/Materialklassierung und Freigabe zur Abfuhr weder verändert noch umgelagert.

Eine Umweltgefährdung, ausgehend von Materialdepots muss verhindert werden. Daher werden einerseits befestigte Flächen als Zwischenlagerplätze genutzt. Andererseits sind Materialdepots vor Witterungseinflüssen (Niederschlag, Wind) zu schützen und mittels reissfesten, verankerten Planen abzudecken.

5.5.5 Aufbereitungsanlage vor Ort

Eine trockenmechanische Aufbereitung vor Ort dürfte sich aufgrund der angetroffenen Materialzusammensetzung (feinkörniges Bodenmaterial) als nicht sinnvoll erweisen.

5.5.6 Rückbau Anlageteile

Allfällige Rückbauarbeiten nicht mehr genutzter/benötigter Anlagenteile sind grundsätzlich in Absprache mit der altlastenrechtlichen Baubegleitung auszuführen. Bei einem Abbruch werden sämtliche Bauabfälle nach Möglichkeit getrennt, sortiert und abfallrechtlich korrekt entsorgt.

5.6 Materialklassen und Mengen

5.6.1 Materialklassen nach VVEA - Aushubmaterial

Bezeichnung; Materialtyp	Abfallcode (VeVa-Code)	Grenzwerte nach VVEA		Entsorgungsweg
		Blei [mg /kg]	Antimon [mg /kg]	
Wenig belasteter abgetragener Ober- und Unterboden; Typ B-Material	17 05 96 [ak]	250 – 500	15 – 30	Entsorgung auf einer Deponie Typ B
Stark belasteter abgetragener Ober- oder Unterboden mit Ausnahme desjenigen, der unter 17 05 03 fällt; Typ E-Material	17 05 90 [akb]	500 – 1'000	30 – 50	Entsorgung auf einer Deponie Typ E
		1'000 – 2'000		
Abgetragener Ober- oder Unterboden, der durch gefährliche Stoffe verunreinigt ist	17 05 03 [S]	> 2'000	> 50	Aufbereitungsanlage/ Bodenwaschanlage Verwertung / Entsorgung

Tabelle 3: Zu erwartende Materialklassen und Abfalltypen (nach VVEA) im Rahmen der Standortdekontamination.

Für die Dekontaminationsarbeiten des belasteten Boden- und Untergrundmaterials werden die in der Tabelle 3 zusammengefassten Materialklassen nach VVEA [9] erwartet.

5.6.2 Bauabfälle

Sämtliche Bauabfälle, die im Rahmen des Sanierungsprojekt gemäss heutigem Wissensstand erwartet werden, sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengestellt. Die Zusammenstellung umfasst Angaben über die Materialklasse/Abfalltyp inkl. Abfallcode, abgeschätzte Mengenangaben sowie Entsorgungsweg. Sämtliche Mengenangaben sind gerundet.

Die Abschätzungen basieren auf den Belastungskartierungen und weiteren Feldbeobachtungen. Die Abfälle beschränken sich auf belastetes Aushub-/ Bodenmaterial (vgl. Anhang 8), Abbruchmaterial fällt voraussichtlich keines an. Von der nachfolgenden Abschätzung der Kubaturen explizit ausgenommen ist belastetes Material aus dem Waldgebiet, welches Bleikonzentrationen von weniger als 1'000 mg Pb/kg TS aufweist.

Materialtyp / VeVa-Abfallcode (Pb-Belastungswerte)	V _{fest} [m ³]	V _{lose} [m ³]	Entsorgungswege
Abgetragener Boden Typ B / 17 05 96 ak (200-500 mg Pb/kg)	113	147	Entsorgung auf einer Deponie Typ B
Abgetragener Boden Typ E / 17 05 90 akb (500-2'000 mg Pb/kg)	199	260	Entsorgung auf einer Deponie Typ E
Abgetragener Boden Sonderabfall / 17 05 03 S (>2'000 mg Pb/kg)	505	657	Aufbereitungsanlage/ Bodenwaschanlage Verwertung / Entsorgung
Gesamtkubatur Aushub (Bodenmaterial)	817	1064	

Tabelle 4: Im Rahmen der Standortdekontamination zu erwartende Aushubmengen nach Materialtyp. V_{lose} wurde mit einem Auflockerungsfaktor von 1.3 gerechnet und gerundet.

5.7 Entsorgung Bauabfälle

5.7.1 Genehmigung Entsorgung

Die Genehmigung für die Entsorgung von belastetem Aushubmaterial wird beim AWA mittels Internet-Applikation EGI eingeholt. Die Entsorgungsgenehmigungen (EGI) müssen vor der Abfuhr vorliegen. Eingeholt werden diese durch das, mit der altlastenrechtliche Baubegleitung beauftragte, Fachbüro.

Für die Gesuchstellung müssen zwingend Materialbeschreibungen, laboranalytische Materialklassierung (chemische Analysen pro 100 m³) und Mengenschätzungen vorliegen. Für die Ausstellung einer Entsorgungsgenehmigung ist erfahrungsgemäss mit 2-3 Arbeitstage zu rechnen.

Sämtliche Bauabfälle sind abfallrechtlich korrekt zu entsorgen und dürfen nur an Entsorgungsanlagen mit entsprechender Berechtigung (Zulassung für Materialtyp) abgegeben werden [9].

5.7.2 Transport

Für begleitscheinpflichtige Bauabfälle (akb und S; Typ E und Sonderabfälle) sind Transporte ausschliesslich mit gültigem VeVA-Begleitschein auszuführen. Die Begleitscheine (Mehrfachausgaben) sind mindestens mit der VeVA-Betriebsnummer des Abgebers, Kennzeichen des Transportfahrzeuges, Datum und Unterschrift der Bauleitung/altlastenrechtliche Baubegleitung zu referenzieren.

Nach Freigabe zur Abfuhr durch die altlastenrechtliche Baubegleitung wird der Transport i.d.R. durch die ausführende Bauunternehmung organisiert und koordiniert.

5.8 Erfolgskontrollen, Sanierungserfolg

Um das Sanierungsziel bzw. den Sanierungserfolg zu überprüfen, werden Erfolgskontrollen mittels Feststoffmischproben entnommen. Die Feststoffproben werden flächendeckend auf der Aushubsohle innerhalb des Sanierungsperimeters entnommen. Dafür sind Mischproben aus 13 Teilflächen à 150 m² vorgesehen.

Die Feststoffproben werden im Labor nach VVEA aufbereitet und auf Blei (Gesamtgehalt) und Antimon analysiert. Die Bleiwerte müssen unterhalb des Sanierungsziels/Sanierungswerts liegen, damit der Sanierungserfolg positiv beurteilt werden kann.

5.9 Rekultivierung

Nach Freigabe der Sanierungsperimeter durch die zuständige Behörde (AWA) erfolgt die Rekultivierung.

Das Gelände wird mit unverschmutztem Material (Aufbau Bodenhorizonte) aufgeschüttet und an die Umgebung angeglichen. Gehen aus der Sanierung Vertiefungen unterhalb des Bodenhorizonts hervor, sind diese mit unverschmutztem Aushubmaterial aufzufüllen. Im Anschluss ist der Unterboden- und Oberbodenhorizont (mindestens 0.2 m mächtig) aufzutragen (Ausführung gemäss Baubewilligung, Auflagen Bodenschutz). Abschliessend ist möglichst rasch eine geeignete Ansaat durchzuführen.

Nach der Rekultivierung ist mit zeitlich beschränkten Nutzungseinschränkungen zu rechnen.

5.10 Altlastenrechtliche Baubegleitung

Ein spezialisiertes Fachbüro begleitet und kontrolliert die Sanierungsarbeiten und ist für folgende Aufgaben zuständig:

- Bestimmung der Aushubbereiche, -menge und -tiefe
- Begleitung und Koordination Triagearbeiten
- Überprüfung von triagiertem Material durch XRF-Messungen und Laboranalysen

- Bestimmung der Materialklassen, Verwertungs- und Entsorgungswege, Eingabe EGI-Gesuche
- Kontrolle abfall- und altlastenrechtlicher, boden- und gewässerschützerischen Auflagen
- Überprüfung des Sanierungserfolges
- Koordination und Begleitung der Rekultivierung
- Korrespondenz mit der zuständigen Behörde (AWA)
- Schlussdokumentation inkl. Entsorgungsnachweis und Zusammenstellung Sanierungskosten

5.11 Zeitplan Sanierungsprojekt

Das Sanierungsprojekt sollte grundsätzlich während trockener Witterung und abgetrockneten Bodenverhältnissen ausgeführt werden. Daher empfehlen wir das Sanierungsprojekt in trockenen Monaten auszuführen (Spätsommer/Herbst). Vorgängig muss ein Baugesuch eingereicht werden und die Submission für die Bauarbeiten erfolgen.

Für die Dekontaminationsarbeiten inkl. Vor- und Nachbereitung ist mit 3 – 4 Wochen zu rechnen. Der Sanierungsbericht (Abschlussdokumentation) liegt zirka 4 Wochen nach Abschluss der Sanierungsarbeiten vor (je nach Eingang der Dokumente wie Lieferscheine, Schlussrechnungen).

6 Schätzung der Sanierungskosten

In der Tabelle 5 sind die geschätzten Sanierungskosten dargestellt. Die Angaben basieren auf Erfahrungswerten, Annahmen und Abschätzungen. Es wurden keine expliziten Kostenschätzungen eingeholt. Die Unsicherheit wird auf rund 20% geschätzt.

Die Sanierungskosten werden aufgeteilt in den Aufwand für die obligatorische Sanierung (Sanierungsziel 1'000 ppm Pb) und die überobligatorische Sanierung (bis 200 ppm Pb für das landwirtschaftlich genutztes Land). Die Aufteilung erfolgt anhand der anfallenden Mengen je Belastungsklassen (*Anhang 8*), den Flächen je Sanierungsziel (*Anhang 6*) und der Abschätzung des jeweiligen Bearbeitungsaufwandes.

Kostenpunkte	Preise	Kostenanteil Obligatorische Sanierung	Kostenanteil Überobligatorische Sanierung
Baubewilligungsverfahren, Plangrundlagen, Vorbereitungsarbeiten, Submission		8'000	2'000
Baustelleneinrichtung, (inkl. Zufahrt und Zwischenlager)		45'000	5'000
Abbruch und Rückbau		--	--
Aushub- und Triagearbeiten inkl. Zwischentransporte		45'000	5'000
Entsorgungskosten Typ B, inkl. Transport	à Fr. 50.-/t	--	12'000
Entsorgungskosten Typ E, inkl. Transport	à Fr. 130.-/t	41'000	13'000
Entsorgungskosten Bodenwäsche, inkl. Transport	à Fr. 230.-/t	242'000	
Entsorgungskosten div. Bauabfälle		--	--
Entsorgungskosten gesamt (inkl. Transportkosten)		283'000	25'000
Laborkosten Entsorgungswege (Analyse pro Haufen à 100 m ³)	à Fr. 230.-	2'000	500
Laborkosten Sauberkeitsnachweis (Sohlenmischproben)	à Fr. 190.-	2'700	400
Lieferung und Einbau geeignetem Bodenmaterial inkl. Rekultivierung		50'000	10'000
Altlastenrechtliche Baubegleitung, Bericht und Abschlussarbeiten		25'000	5'000
Total geschätzte Sanierungskosten		460'700	77'900

Tabelle 5: Grobe Schätzung der Sanierungskosten aufgeteilt in den obligatorischen und überobligatorischen Anteil.

Die geschätzten Kosten fallen mit > Fr. 500'000.- relativ hoch aus. Kostentreiber sind die grosse Menge an stark belastetem Material und die insgesamt grosse mit Pb belastete Fläche.

7 Schlussbemerkung

Die vorliegende altlastenrechtliche Voruntersuchung wird dem Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) zur Prüfung und Stellungnahme vorzulegen.

Für weitere Erläuterungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

B-I-G Büro für Ingenieurgeologie AG



Noël Appenzeller



Samuel Locher

Kopie an:

- B-I-G AG Archiv