



Projekt 300 m-Schiessanlage Bällacher Hermrigen | P22119
Version 1.0
Datum Biel, 03. Oktober 2022
BE_P22119_221003_Baellacher



Voruntersuchung und Entsorgungskonzept

300 m-Schiessanlage Bällacher, Gemeinde Hermrigen, KbS Nr. 07370003

Gemeindeverwaltung Hermrigen
Hauptstrasse 34
3274 Hermrigen

usic



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1. Ausgangslage	4
1.2. Auftrag	4
1.3. Zielsetzung und ausgeführte Arbeiten	4
1.4. Eckdaten der Schiessanlage	4
1.5. Kontaktpersonen	6
2. Ergebnisse der historischen Untersuchungen	7
2.1. Angaben zur Nutzung	7
2.2. Lage der Anlagen und bauliche Entwicklungen	7
2.3. Auswertung Luftbilder und historische Karten	8
2.4. KbS-Eintrag und Untersuchungsperimeter	11
3. Geologie und Hydrogeologie	11
4. Betroffene Schutzgüter	15
5. Beschreibung der durchgeführten Untersuchungen	15
5.1. Probenahmen	15
5.2. XRF-Messungen	16
5.3. Referenzproben	17
6. Ergebnisse technische Untersuchungen	17
6.1. Beschaffenheit Boden und Untergrund	17
6.2. Korrekturfunktion XRF-Messungen – Laboranalytik	17
6.3. Antimongehalte	18
6.4. Belastungssituation	18
7. Sanierungsbedarf	20
7.1. Beurteilung nach AltIV	20
7.2. Sanierungsziel	20
8. Sanierungs- und Entsorgungskonzept	21
8.1. Sanierungskonzept	21
8.2. Entsorgungskonzept	23
8.3. Schätzung der Aushubkubaturen	24
9. Kostenschätzung der Sanierung	25
10. Weiteres Vorgehen	25

Anhang

A1	Stammdatenblatt KbS
A2	Resultate Labor (Referenzproben und Probe Schützenhaus)
A3	Resultate XRF-Messungen
A4	Belastungspläne 0-0.2 m / 0.2-0.4 m
A5	Sanierungspläne 0-0.2 m / 0.2-0.4 m
A6	Profile und Fotos Baggersondagen

Tabellen

Tab. 1 Eckdaten zur Anlage	5
Tab. 2 Befragte Kontaktpersonen	6
Tab. 3 Eckdaten zur Nutzung	7
Tab. 4 Gerätetyp XRF-Spektrometer.	16
Tab. 5 Korrigierte XRF-Messungen Baggersondagen. Horizonte mit Endung _GF enthalten sichtbare Geschossfragmente. Diese Horizonte werden direkt der Belastungskategorie >Typ D (>2'000) zugeordnet. <BG=kleiner als die Bestimmungsgrenze.	18
Tab. 6 Entsorgungswege und VeVA-Codes. [S] Sonderabfall; [akb] andere kontrollpflichtige Abfälle mit Begleitscheinpflicht; [ak] andere kontrollpflichtige Abfälle.	23
Tab. 7 Aushubkubaturen pro Abfallkategorie.	24
Tab. 8 Kostenschätzung (Entsorgungskosten basierend auf den aktuellen Marktpreisen).	25

Abbildungen

Abb. 1 Lage des Kugelfangs (rot; Quelle Karte: Bundesgeoportal)	5
Abb. 2 Kugelfangbereich Parzelle 15, eingezäunt (Prona AG, Frühling 2022).	6
Abb. 3 o: sichtbare Kante des Scheibenstandes. U li: Zufahrt zum Schützenhaus. U re: Frontseite des Schützenhauses.	8
Abb. 4 Luftbildausschnitte des Kugelfangbereiches.	10
Abb. 5 Ausschnitte der historischen Kartenwerke des Kugelfangbereiches (Quelle: Bundesgeoportal)	10
Abb. 6 Eintrag im KbS (violette Fläche; (Quelle Karte: Geoportal Kt. BE)	11
Abb. 7 Geologischer Atlas der Schweiz, Kugelfang rot markiert. Gelbe/orange Einheiten: Sedimente der Unteren Süsswassermolasse USM (Quelle Karte: Bundesgeoportal)	12
Abb. 8 Karte Geologische Grundlagendaten (Quelle: Geoportal Kt. BE). Roter Pfeil: Kugelfang.	12
Abb. 9 Gewässerschutzkarte (Quelle: Geoportal Kt. BE). Rote Markierung: Kugelfang.	13
Abb. 10 Grundwasserkarte (Quelle: Geoportal Kt. BE). Rote Markierung in der Bildmitte: Kugelfang.	14
Abb. 11 Karte Ökomorphologie Abschnitte F (Quelle: Bundesgeoportal). Rote Markierung: Kugelfang.	14
Abb. 12 Skizze Probenahme (16 Einstiche) entlang Abschussbereich des Schützenhauses.	16
Abb. 13 li: Ergebnisse der Referenzproben. GF=Geschossfragmente. Pb=Blei, Sb=Antimon. re: Korrekturfunktion Werte XRF-Messungen (X-Achse) vs. Werte Labor (Y-Achse).	18
Abb. 14 Mögliche Zufahrten (gelb) zum Kugelfangbereich (rot) ab Hauptstrasse (Quelle: google maps).	22

Literaturverzeichnis

Projektspezifische Dokumente

- [1] Stammdatenblatt KbS, Auszug vom 11.04.2022, erhalten vom Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern

Gesetzgebungen

- [2] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 07.10.1983 (Stand am 01.01.2021)
- [3] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24.01.1991 (Stand am 01.01.2021)
- [4] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28.10.1998
- [5] Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV) vom 26.08.1998
- [6] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 04.12. 2015
- [7] Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22.06.2005
- [8] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 01.07.1998
- [9] Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen vom 18.10.2005

Richtlinien, Wegleitungen, Merkblätter

- [10] Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), BAFU, 1999
- [11] VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen, Vollzugshilfe, BAFU, 2020
- [12] Bodenschutz- und Entsorgungsmassnahmen bei 300m-Schiessanlagen, Wegleitung, BAFU, 1997
- [13] Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) und Amt für Landschaft und Natur (ALN) des Kanton Zürich
- [14] Information über (zu) hohe Antimon-Konzentrationen im Kugelfangmaterial. – Rundschreiben des BAFU an die Kanton vom 28.09.2016
- [15] Merkblatt: Sanierung von 300m-Schiessanlagen, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Januar 2014/Rev. Mai 2019

Webseiten

- [16] Geoportal des Kantons Bern (www.map.apps.be.ch; Kataster der belasteten Standorte, Gewässerschutzkarte, Grundwasserkarte, Geologische Grundlagendaten)
- [17] Geoportal Seeland (www.geoseeland.ch; Zonenplan)
- [18] Geoportal des Bundes (www.map.geo.admin.ch; Zeitreise Kartenwerke, Luftbilder swisstopo s/w)

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die 300 m-Schiessanlage Bällacher in Hermrigen wird im Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons Bern unter der Nummer 07370003 als sanierungsbedürftiger Standort geführt. Die altlastenrechtlichen Untersuchungen werden als dringend eingestuft.

Im Fokus steht die im Kugelfang hohe Blei- sowie Antimonbelastung bei solchen Anlagen. Die Schwermetalle sind Abfallprodukte des Schiessbetriebes.

1.2. Auftrag

Die Prona AG erhielt auf Basis der Offerte vom 12.05.2022 den Auftrag, die offerierten Leistungen zu erbringen.

1.3. Zielsetzung und ausgeführte Arbeiten

Ziel der Arbeiten war es, beim Kugelfang durch altlastenrechtliche Voruntersuchungen die für eine spätere Sanierung wesentlichen Informationen zu erheben. Dazu wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Erhebung von Angaben zu Nutzern, Standort, Schusszahlen, Umbauten u. ä.,
- Luftbilddauswertung, Sichten historischer Karten,
- Planung und Durchführung einer XRF-Messkampagne inkl. Entnahme von Referenzproben für Laboranalysen
- Planung und Begleitung von Baggersondierungen,
- Auswertung sämtlicher Resultate, Erstellen eines Sanierungs- und Entsorgungskonzeptes sowie einer Kostenschätzung,
- Verfassen des vorliegenden Berichtes „Voruntersuchung und Entsorgungskonzept“.

1.4. Eckdaten der Schiessanlage

Der Kugelfang der 300 m-Schiessanlage Bällacher liegt rund 500 m südwestlich des Ortskerns von Hermrigen, auf Gemeindegebiet Hermrigen (Abb. 1). Der Kugelfangbereich befindet sich im Landwirtschaftsland.

Gemäss Aussagen von Zeitzeugen fanden nach Stilllegung Terrainarbeiten statt (siehe Kap. 2.2). Der Scheibenstand ist noch im Untergrund vorhanden. Die Fläche ist mit Gras bewachsen, innerhalb der Parzelle steht eine ausgewachsene Eiche. Entlang der nördlichen Parzellengrenze verläuft ein Landwirtschaftsweg. Die Parzelle 15 ist eingezäunt und als belasteter Standort gekennzeichnet.

Die Eckdaten zur Lage und zum Betrieb der Anlage sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Bezeichnung	300 m-Schiessanlage Bällacher
Koordinaten Kugelfang	2 584 787 / 1 24 244
Betrieb	stillgelegt
KbS-Nr.	07370003
Status gemäss AltIV (KbS)	Sanierungsbedürftig, Untersuchungen dringend
Gemeinde	Hermrigen
Parzelle (EigentümerIn/BewirtschafterIn)	15 (Gemeinde Hermrigen/Herr Marcel Schott)
Zone	Landwirtschaft
Nutzung aktuell	Keine, eingezäunt
Nutzung Umgebung	Weideland
Gewässerschutzbereich	üb

Tab. 1 Eckdaten zur Anlage

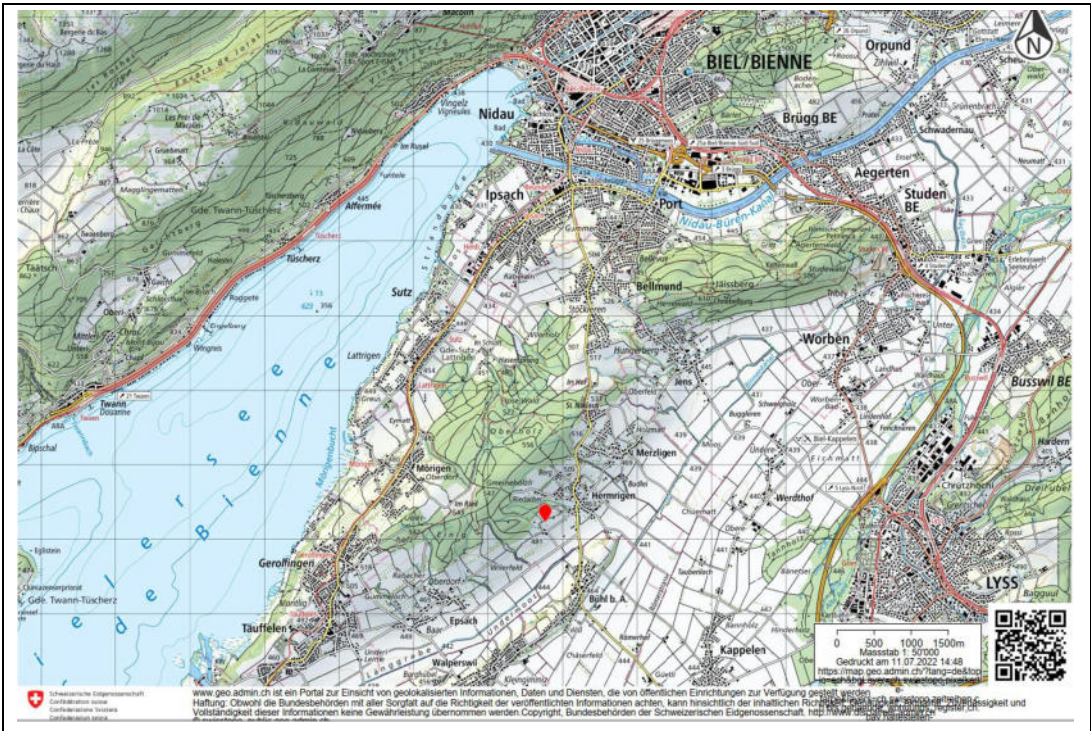


Abb. 1 Lage des Kugelfangs (rot; Quelle Karte: Bundesgeoportal)



Abb. 2 Kugelfangbereich Parzelle 15, eingezäunt (Prona AG, Frühling 2022).

1.5. Kontaktpersonen

In der nachfolgenden Tabelle sind die befragten Personen aufgelistet.

Name	Funktion	Adresse	Kontakt
Gemeindeverwaltung Hermrigen Frau Suzanne Stolz	Auftraggeberin, Grundstückseigentümerin	Hauptstrasse 34 3274 Hermrigen	032 381 12 50
Herr Marcel Schott	Landwirt, Gemeindewerkmeister		078 772 69 24
Herr Hans Möri-Jenni	Schütze		032 381 14 25
Herr Ernest Schweizer	Schütze	Ahornweg 20 Hagneck	032 396 25 03

Tab. 2 Befragte Kontaktpersonen

2. Ergebnisse der historischen Untersuchungen

2.1. Angaben zur Nutzung

Die nachfolgende Tabelle fasst Eckdaten zur Nutzung zusammen

Betriebsdauer	1925 - 2000
Anzahl Scheiben	Stammdatenblatt KbS: 6 Angaben Gemeinde : 5, früher evtl. nur 3 Gemäss Luftbilder: 6
Mobile/temporäre Scheiben	Gemäss Angaben Gemeinde nicht bekannt, vermutlich aber eher nicht
Schusszahlen	10'000 Stück (Durchschnitt der letzten 3 Jahre)
Schiessvereine	Schiessverein Hermrigen (einziger Nutzer)
Feldschiessen	ja
Nutzung Militär	nicht bekannt
Munitionsarten	Gewehrpatronen GP 11, 5.56 x 45 mm

Tab. 3 Eckdaten zur Nutzung

Zu den Schusszahlen ist nur die Angabe im KbS bekannt, 10'000 Stück pro Jahr (Durchschnitt der letzten 3 Jahre. Dies würde bei einer Betriebsdauer von 75 Jahren 750'000 Schuss ergeben.

Auf den Luftbildern (Abb. 4) ist zu sehen, dass die Anlage mindestens zwischen 1946 und 1994 über 6 Scheiben verfügte, die 6 Einschussbereiche sind deutlich zu sehen. Auf dem früheren Bild, 1936 ist andeutungsweise zu sehen, dass damals schon dieselbe Anzahl Scheiben bestanden hat.

2.2. Lage der Anlagen und bauliche Entwicklungen

Der Kugelfangbereich befindet sich am Hang (vgl. Abb. 2).

Gemäss der Aussage von Herrn Schott (und Angaben im Stammdatenblatt) fanden beim **Kugelfang** 2006 Terrainarbeiten statt. Diese hatten zum Zweck, das Land so einzuebnen, damit es leichter gemäht werden kann. Dabei wurde der Bereich zwischen Kugelfang und Scheibenstand zugeschüttet und der Scheibenstand verfüllt (vermutlich mit Kugelfangmaterial). Dadurch wurde der initiale Zustand der Anlage gestört und es kann davon ausgegangen werden, dass auch die Verteilung der Belastung nicht mehr ursprünglich ist. Die Terrainarbeiten wurden nicht dokumentiert.

Das Luftbild von 2007 zeigt deutlich, dass Terrainveränderungen stattgefunden haben (Abb. 4). Die Einschussbereiche sind darauf nicht mehr zu sehen.

Die Luftbilder zeigen, dass der Scheibenstand rechtwinklig zur Schussrichtung gebaut wurde, der Einschussbereich jedoch in einem leichten Winkel zur Schussrichtung steht.

Der **Scheibenstand** befindet sich noch immer an Ort und Stelle im Untergrund. Die südwestliche Ecke des Scheibenstands ist an der Oberfläche zu sehen und das Betonbauwerk kann somit lokalisiert werden (Abb. 3). Auch auf dem Luftbild von 2011, also nach den Terrainarbeiten, ist das Bauwerk deutlich zu sehen (Abb. 4).

Das **Schützenhaus** befindet sich südöstlich vom Kugelfang und ist noch erhalten (Abb. 3).



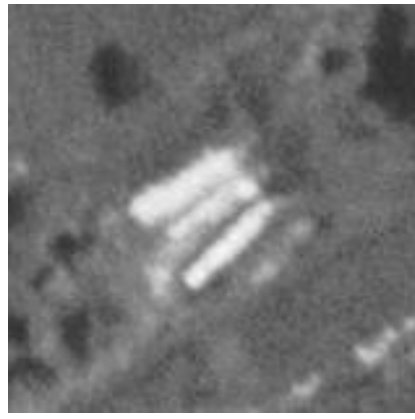
Abb. 3 o: sichtbare Kante des Scheibenstandes. U li: Zufahrt zum Schützenhaus. U re: Frontseite des Schützenhauses.

2.3. Auswertung Luftbilder und historische Karten

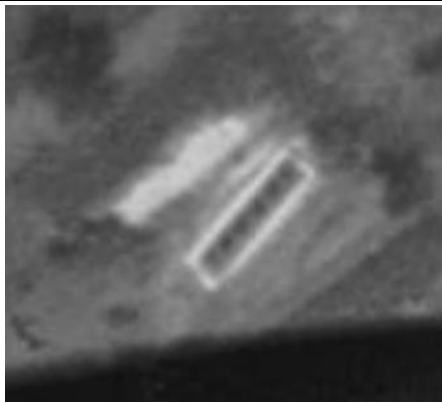
Die Luftbilder zeigen deutlich, dass 6 Scheiben genutzt wurden (z.B. Luftbild 1994, Abb. 4). Während der Betriebszeit sind keine Terrainveränderungen ersichtlich.



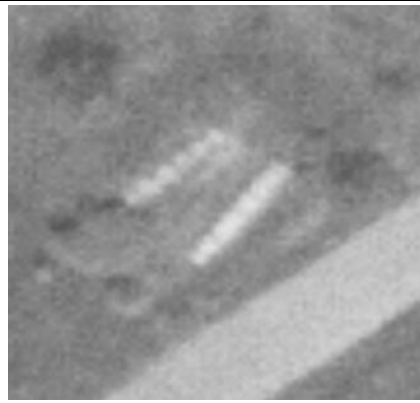
1929 (swisstopo)



1936 (swisstopo)



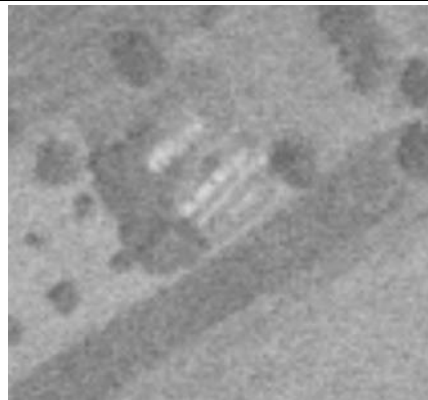
1946 (swisstopo)



1951 (swisstopo)



1958 (swisstopo)



1968 (swisstopo)



1987 (swisstopo)



1994 (swisstopo)



Abb. 4 Luftbildausschnitte des Kugelfangbereiches.

Auf den historischen Karten erscheint die Anlage erstmals 1937 (Abb. 5). Auf der Karte 2005 ist das Schützenhaus noch zu sehen, der Kugelfang jedoch ist nicht mehr eingezeichnet.

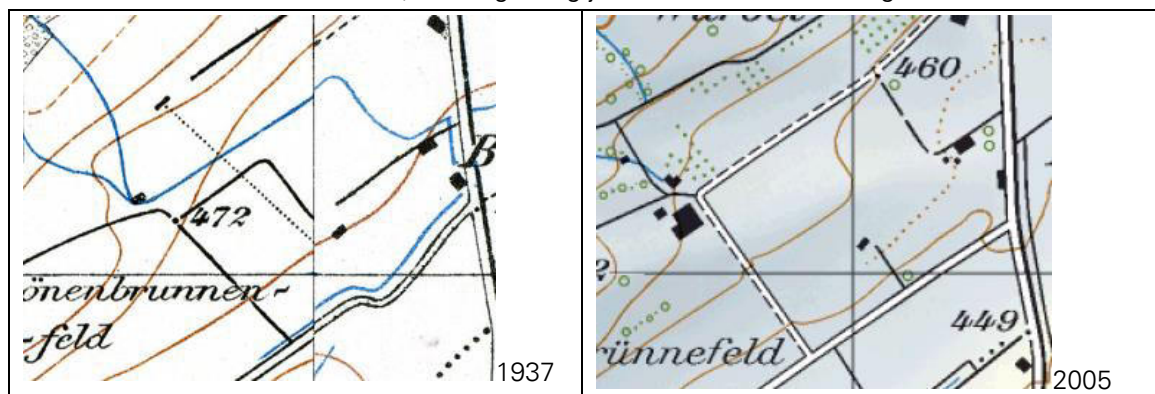


Abb. 5 Ausschnitte der historischen Kartenwerke des Kugelfangbereiches (Quelle: Bundesgeoportal)

2.4. KbS-Eintrag und Untersuchungsperimeter

Die im KbS eingetragene Fläche umfasst fast die gesamte Parzelle 15 (Abb. 6).

Die westlich und östlich angrenzenden Parzellen, Nrn. 236 und 129, wurden im Jahr 2006 aus dem KbS entlassen, nachdem mittels Bodenproben festgestellt wurde, dass die dortigen Belastungen gering und nicht nutzungsrelevant sind (Stammdaten KbS [1]). Im Stammdatenblatt steht, dass die Belastungen auf den Parzellen 236 und 129 bei Bauvorhaben relevant würden.

Im Laufe der Probenahmen und XRF-Messungen hat sich jedoch gezeigt, dass die belastete Zone mit Werten grösser als 200 mg Pb/kg über die Parzelle 15 hinaus in die angrenzenden Parzellen 236 und 129 reichen. In Absprache mit dem AWA (Frau Schmidlin) und der Gemeinde Hermrigen wurde der Untersuchungsperimeter entsprechend erweitert, damit die sanierungswürdige Belastung eingegrenzt werden konnte.

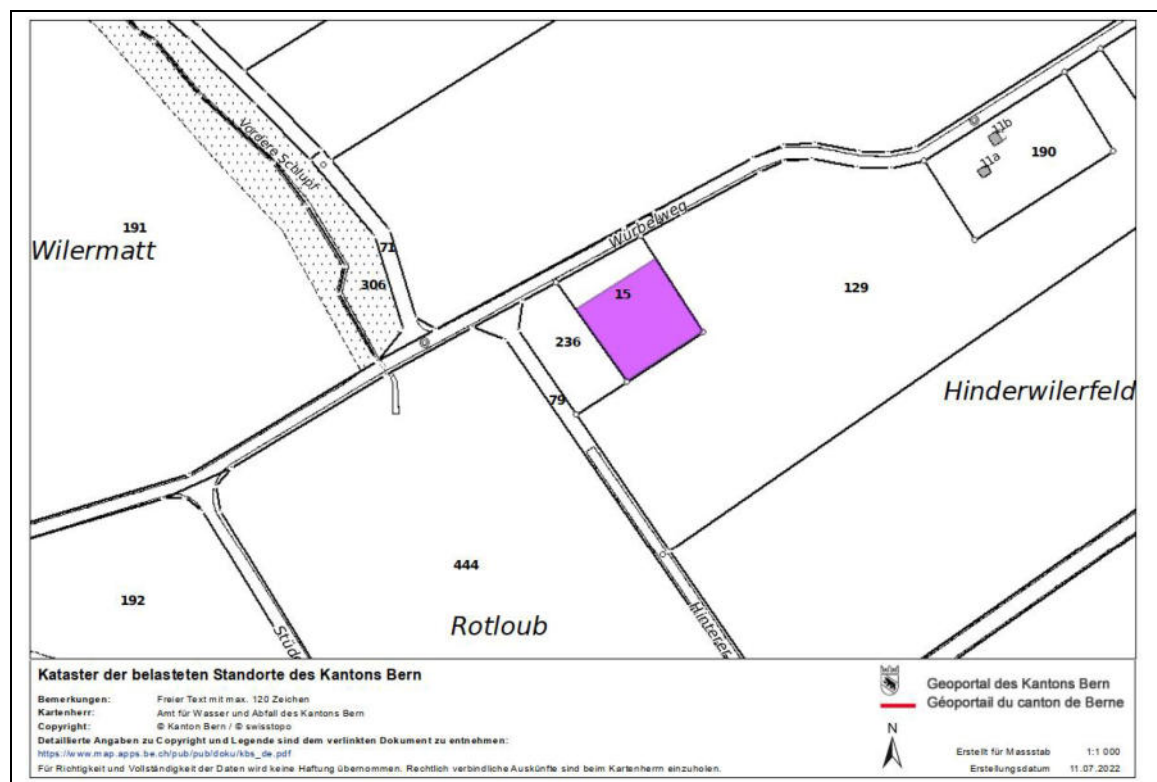


Abb. 6 Eintrag im KbS (violette Fläche; (Quelle Karte: Geoportal Kt. BE)

3. Geologie und Hydrogeologie

Geologie

Der Kugelfangbereich liegt in Sedimenten der Unteren Süsswassermolasse (USM), welche von einer meist geringen Moränenschicht bedeckt sind (Abb. 7). gemäss Geologischem Atlas handelt es sich bei der USM um bunte und graue Tonmergel, Süsswasserkalke und graue Sandsteine.

Unter den 3 Spülbohrungen in der unmittelbaren Umgebung (WAWIS WAWIS 584/214.11, WAWIS 585/214.9, WAWIS 585/214.18; Lage siehe Abb. 8) dokumentiert nur die eine Bohrung eine Moränendecke auf den Sedimenten der USM (WAWIS 585/214.9). Die Mächtigkeit der Moränenablagerungen wird mit 2 m angegeben. Bei den beiden anderen Profilen wird eine rund 2 m mächtige Deckschicht aus entweder Schotter oder Feinsand angegeben. Die beschriebenen Sedimente der darunterliegenden USM werden als beige bis oliv-braune sandige Mergel und Feinsandsteine beschrieben.

Diese Daten deuten darauf hin, dass a) die Moränendecke lückenhaft ist, also nicht überall vorkommt und b) die Oberfläche der USM (Felsoberfläche) mit zwischen 2 und 4 m relativ nahe an der Terrainoberfläche liegt.

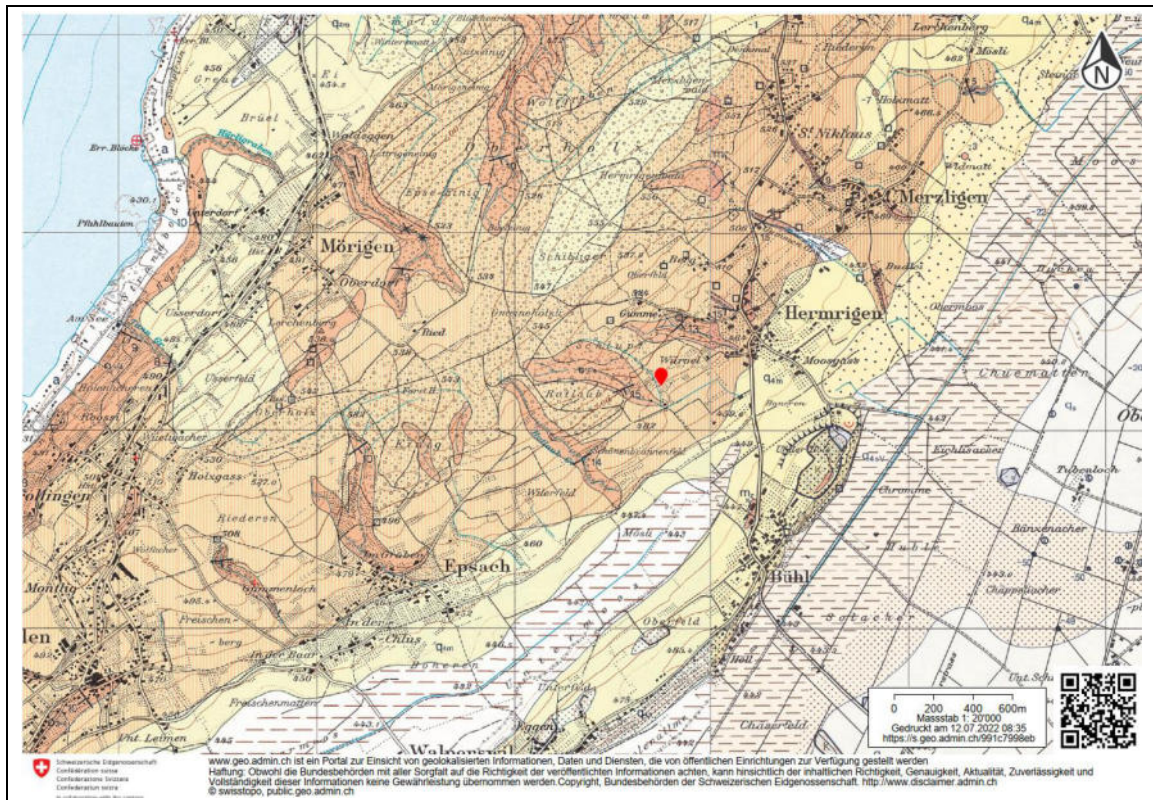


Abb. 7 Geologischer Atlas der Schweiz, Kugelfang rot markiert. Gelbe/orange Einheiten: Sedimente der Unteren Süsswassermolasse USM (Quelle Karte: Bundesgeoportal)

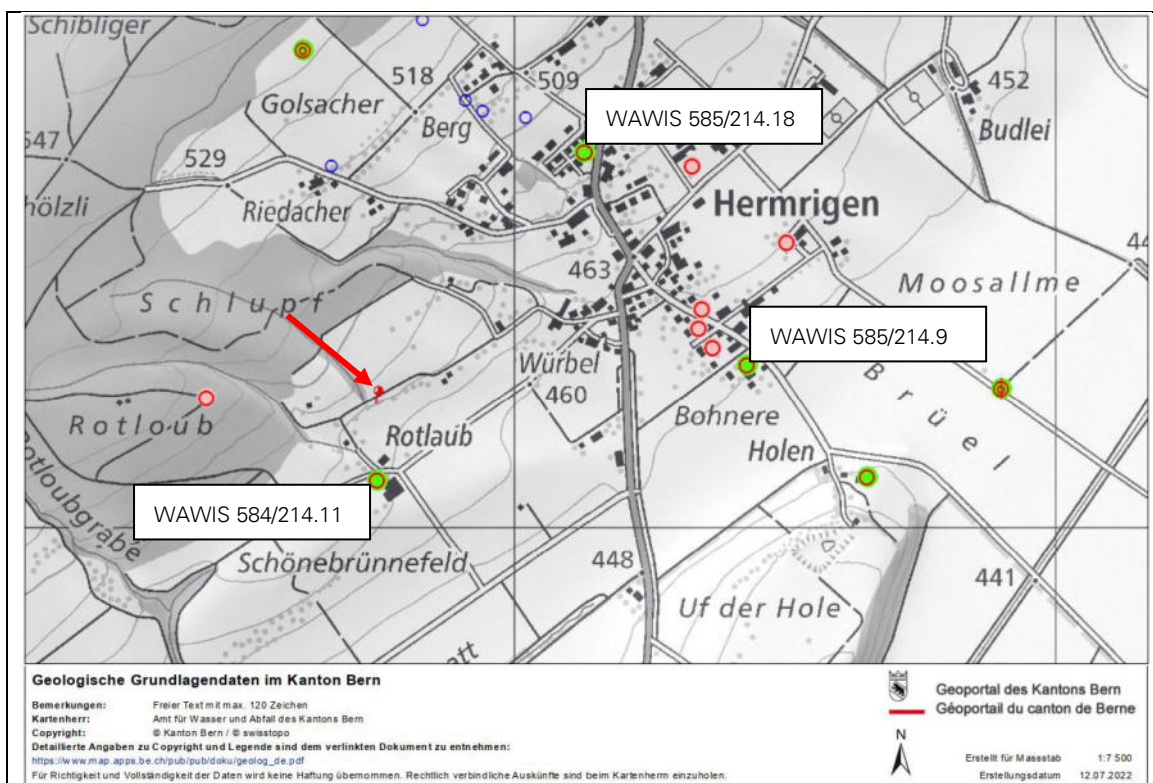


Abb. 8 Karte Geologische Grundlagendaten (Quelle: Geoportal Kt. BE). Roter Pfeil: Kugelfang.

Hydrogeologie

Der Kugelfang liegt im Gewässerschutzbereich üB (Abb. 9). Nördlich des Kugelfangs (rund 400 bis 700 m) und topographisch höher gelegen befinden sich mehrere gefasste Quellen innerhalb der Süsswassermolasse.

Die nächstgelegene Grundwasserschutzzone befindet sich in der Talebene südöstlich, innerhalb der grundwasserführenden Flussschottern des Seeland-Grundwasservorkommens.

Die Grundwasserkarte zeigt kein Grundwasservorkommen am Standort (Abb. 10). In den oben erwähnten Spülbohrungen wurden Wasseraustritte innerhalb der Molasse dokumentiert.

Westlich des Standortes der SA Bällacher verläuft ein kleines Fließgewässer, welches ab dem Feldweg eingedolt ist (Eindolung violett auf Abb. 11). Das Bächlein mündet südlich in der Ebene in den kanalisierten Bach Länggrabe, welcher wiederum bei Hagneck in den Bielersee mündet.

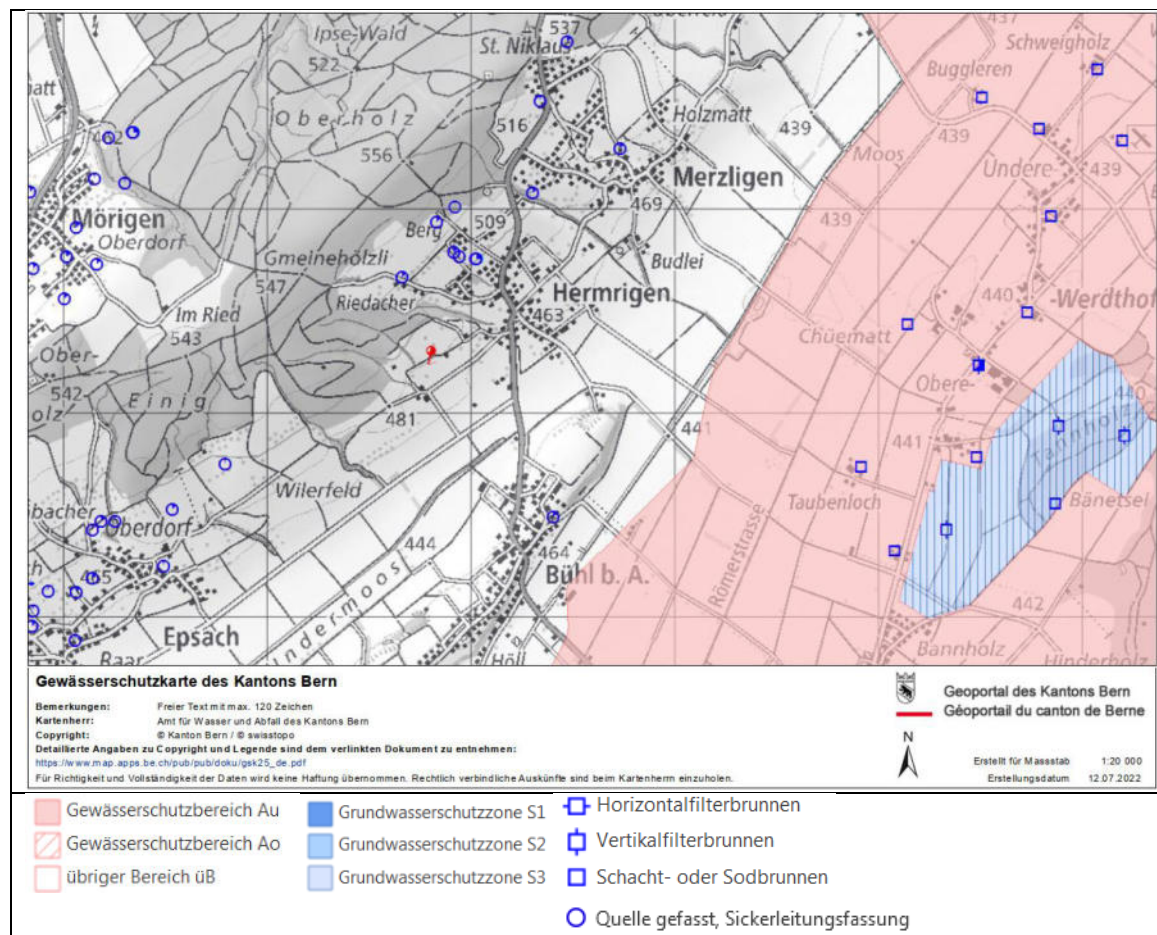


Abb. 9 Gewässerschutzkarte (Quelle: Geoportal Kt. BE). Rote Markierung: Kugelfang.

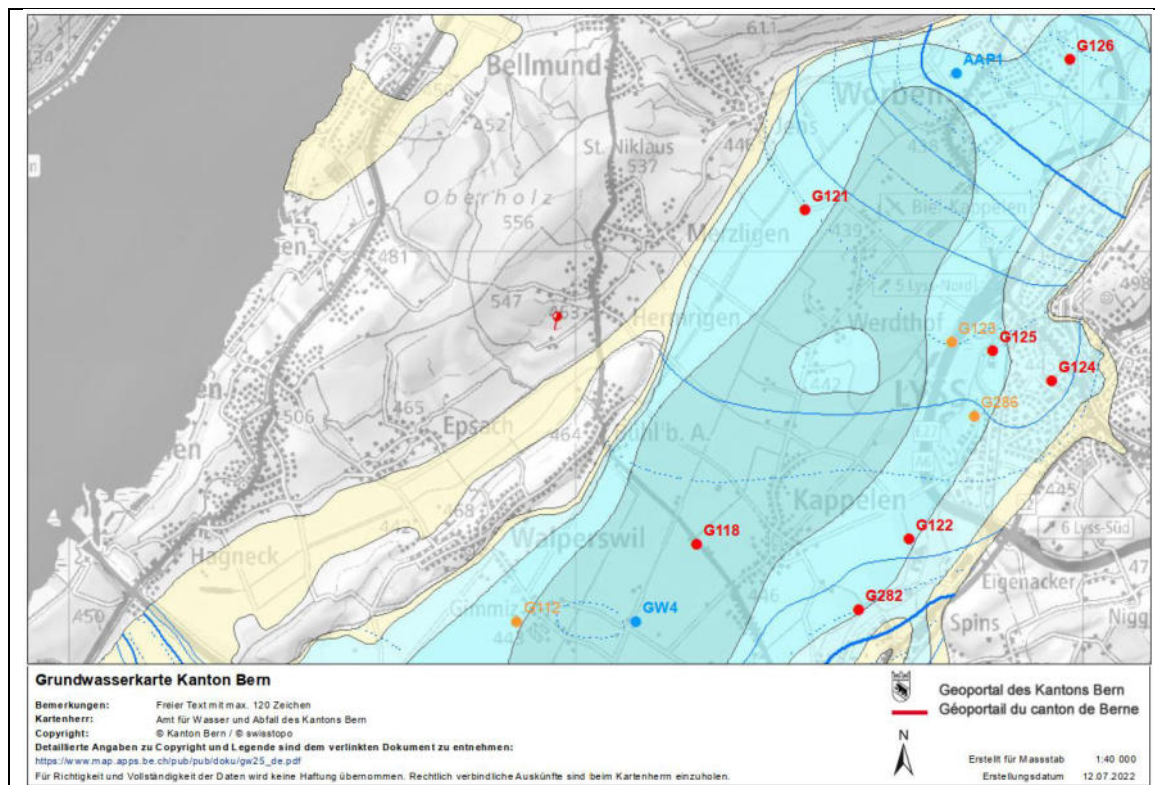


Abb. 10 Grundwasserkarte (Quelle: Geoportal Kt. BE). Rote Markierung in der Bildmitte: Kugelfang.

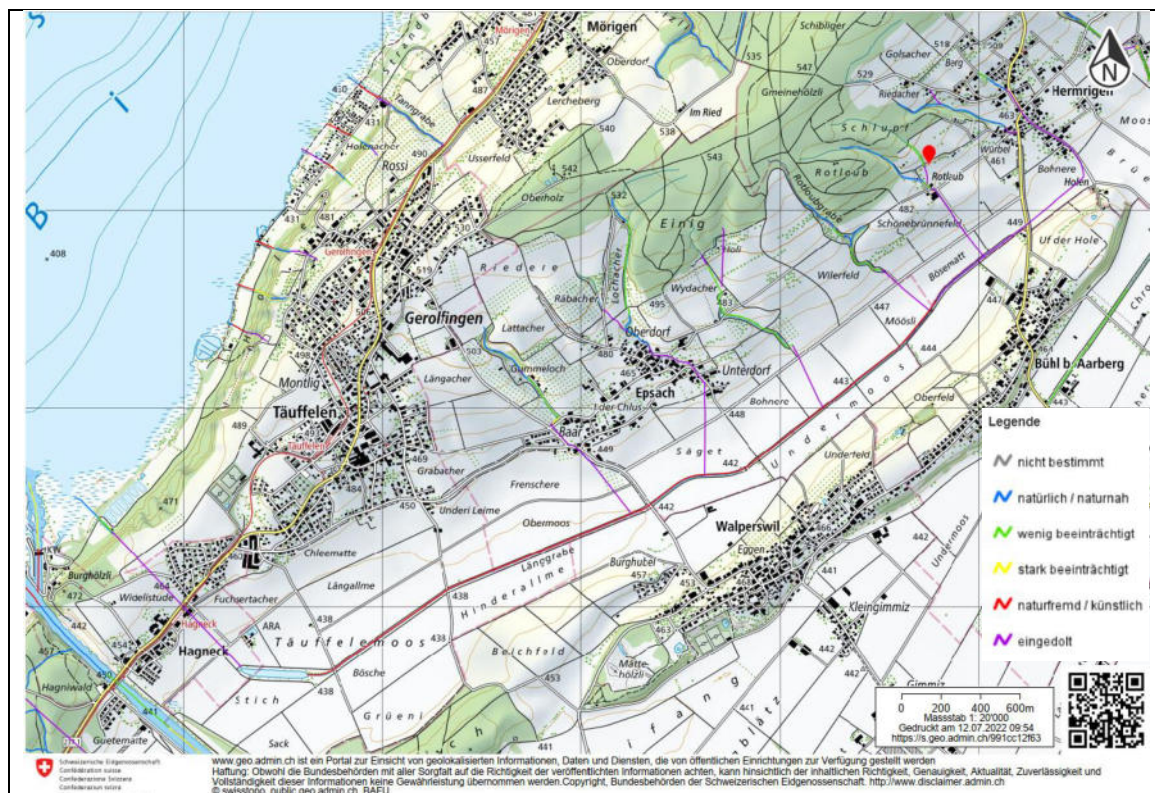


Abb. 11 Karte Ökomorphologie Abschnitt F (Quelle: Bundesgeoportal). Rote Markierung: Kugelfang.

4. Betroffene Schutzgüter

Boden

Der ehemalige Scheibenstand sowie Material des ehemaligen Kugelfangs liegen im Landwirtschaftsland. Das Schutzgut Boden ist relevant.

Grundwasser

Der Kugelfang liegt im Gewässerschutzbereich üB (Abb. 9). Gemäss Grundwasserkarte kommt am Standort kein Grundwasser vor (Abb. 10). Das belastete Material liegt mehrheitlich direkt auf den Sandsteinen der Molasse auf. Aufgrund der Distanz zu den Grundwasservorkommen wird die Wahrscheinlichkeit eines Eintrags von Schadstoffen ins Grundwasser als gering erachtet. Das Schutzgut Grundwasser ist nicht relevant.

Oberflächengewässer

Westlich des Standortes verläuft ein kleiner Bach. Dieser ist im Bereich des Kugelfangs sowie bis zu seiner Mündung in der Talebene eingedolt (Abb. 11). Die Wahrscheinlichkeit eines Eintrags von Schadstoffen in den Bach wird als vernachlässigbar erachtet. Das Schutzgut Oberflächengewässer ist nicht relevant.

5. Beschreibung der durchgeführten Untersuchungen

5.1. Probenahmen

Oberflächenproben

Nach den Oberflächenprobenahmen am 09. Und am 30.08.2022 wurde festgestellt, dass die Belastungen über die Grenze der Parzelle 15 hinausreichen (entgegen den Angaben im Stammdatenblatt des KbS, vgl. Kap. 2.4). Die zusätzlich lateral einzugrenzenden Bereiche wurden am 29.09.2022 untersucht.

Die Proben wurden in einem definierten Raster rund um den Einschlagbereich, Scheibenstand und Vorkugelfang genommen. Die Maschengrösse des Rasters betrug 3 m. Das Raster wurde parallel zur Schussrichtung so ausgerichtet, dass der südliche (sichtbare) Eckpunkt des Betonbauwerks als Referenzpunkt genutzt werden konnte (siehe Belastungspläne Anhang A4).

An den Rasterpunkten wurden mit dem Flügelbohrer je eine Probe aus den Tiefenabschnitten 0-0.2 m und 0.2-0.4 m genommen (an manchen Stellen zusätzlich aus 0.4-0.6 m; beprobte Rasterpunkte siehe Pläne Anhang A4).

Baggersondagen (Tiefenproben)

Für die Erkundung der Belastungen in der Tiefe wurden am 07.09.2022 sieben Baggersondagen durchgeführt. Die Lage der Baggersondagen wurden gemäss den Vorgaben des Merkblatts [15] sowie der festgestellten Belastungsverteilung gewählt:

BS4	im Vorkugelfang
BS3	im Scheibengraben, dieser wurde mit belastetem Material verfüllt
BS2	zwischen Scheibengraben und Einschussbereich
BS5 und BS6	Eingrenzung des bei der BS2 festgestellten stark belasteten Materials in der Tiefe
BS1 und BS7	Erkundung der oberflächennah festgestellten hohen Belastungen

Dabei wurde pro Tiefenabschnitt (0.2 m, resp. 0.4 m ab einer Tiefe von 0.4 m) eine Probe mit einer Handschaufel entnommen, in Plastiksäcke abgefüllt und mit dem XRF-Gerät gemessen. Die Sondagen wurden in der Tiefe fortgesetzt, bis unbelastete Schichten erreicht wurden. Die

aufgeschlossenen Profile wurden geologisch aufgenommen und photographisch dokumentiert (siehe Kap. 6.1 sowie Anhang A6). Danach wurden die Gruben wieder verfüllt.

Bei allen Probenahmen wurden sichtbare Geschossfragmente aussortiert und in der Dokumentation vermerkt (Werte mit Endung _G in den Belastungsplänen Anhang A4). Die Witterung war trocken und der Untergrund teils ausgetrocknet, teils leicht feucht.

Probenahme Boden beim Schützenhaus

Bei der Abschussstelle beim Schützenhaus (Parz. 11) wurde eine Mischprobe aus 16 Einstichen mit einer Einstichtiefe von 0.2 m entnommen und im Labor auf Blei und Quecksilber analysiert (Vorgehen wie im Merkblatt des Kantons [15] beschrieben; 16 Einstiche siehe rote Punkte auf der Abbildung).

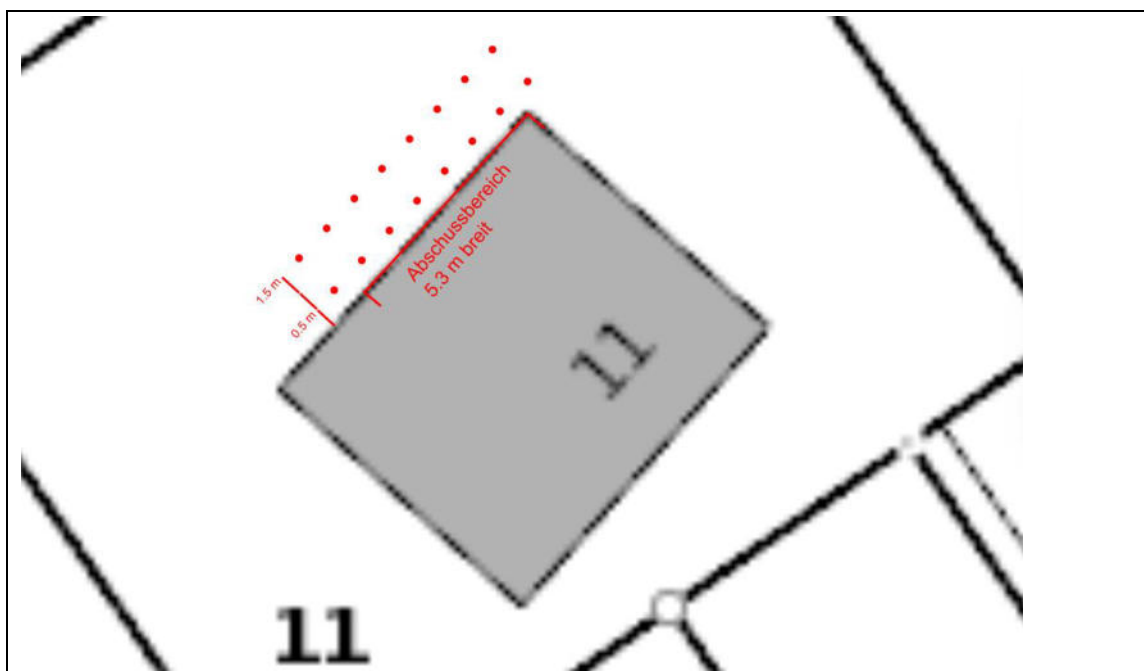


Abb. 12 Skizze Probenahme (16 Einstiche) entlang Abschussbereich des Schützenhauses.

5.2. XRF-Messungen

An jeder Probe wurden mindestens drei Messungen mit dem mobilen XRF-Spektrometer durchgeführt (Messdauer je 20 Sekunden). Bei einer zu hohen Abweichung der Werte (relative Standardabweichung >20 %) wurden sieben weitere Messvorgänge unternommen (Vorgehen in Anlehnung an [13]). Die Resultate der Messungen mit dem XRF-Gerät sind im Anhang A3 tabelliert.

Hersteller	Model	Fabrikationsjahr	Röhre	Verwendeter Modus
Thermo Scientific	Niton XL2 600	2014	45 kV	Boden

Tab. 4 Gerätetyp XRF-Spektrometer.

5.3. Referenzproben

Generell werden höhere Werte im Labor (nasschemisch) gemessen als mit einem XRF-Spektrometer im Feld. Dies ist unter anderem auf folgende Faktoren zurückzuführen:

- Die Röntgenstrahlung wird durch Wasser in den vor Ort gemessenen feuchten Proben teilweise absorbiert.
- Partikuläre Metalle aus Geschossfragmenten werden aufgrund der geringen Eindringtiefe der XRF-Messung nur teilweise erfasst, in der homogenisierten Laborprobe jedoch mitgemessen.

Aus diesem Grund werden 6 Proben, welche im Feld mit dem XRF-Gerät gemessen wurden, zusätzlich auf Blei und Antimon im Labor analysiert. Der Vergleich der Werte ergibt den nötigen Korrekturfaktor (vergleiche Kap. 6.2). Wie in [13] beschrieben, wurden dafür Proben aus dem schwach bis mittelstark belasteten Bereich ausgewählt (zw. 100 und 1000 mg Pb/kg).

6. Ergebnisse technische Untersuchungen

6.1. Beschaffenheit Boden und Untergrund

Die Endtiefen der Sondagen betrugen zwischen 1.0 und 2.1 m. Die Lage der Sondagen ist in den Plänen im Anhang A4 ersichtlich. Fotos und Profile der Sondagen finden sich im Anhang A6.

Die Humusaufgabe ist generell eher dünn (0.05 bis 0.1 m), stellenweise bis 0.2 m. Darunter folgt bei allen Profilen eine künstliche sandige Auffüllung, mit Silt und wenig Kies. Es wurden stellenweise einzelne Fremdstoffe festgestellt: Ziegelbruch, Glas, Holz, ein Leitungsrohr (gesamt <5 % des Volumens). Im Scheibengraben liegen innerhalb der Auffüllung grössere Betonbruchstücke (bis ca. 0.7 m Kantenlänge).

Die Auffüllung enthält einzelne verteilte Geschosse und Geschossfragmente.

Die Auffüllung liegt direkt auf einem hellgrauen Molassesandstein (siehe Profile Anhang A6). Dieser ist an der Oberfläche bröckelig. Die Oberfläche des Sandsteins wurde in unterschiedlichen Tiefen erreicht: zwischen dem Scheibengraben und dem ehem. Einschussbereich liegt sie zentral in 2.0 m (BS2) und lateral in rund 1.5 m Tiefe (BS5 und BS6). Vor dem Scheibengraben (BS4) wurde sie in 0.7 m erreicht.

6.2. Korrekturfunktion XRF-Messungen – Laboranalytik

Die Ergebnisse der Referenzproben sind in der Abb. 13 zusammengestellt. Für die Korrektur wurde für die 6 Referenzproben in Excel eine lineare Funktion zwischen den Werten der XRF-Feldmessungen (X-Achse) und den Werten der Laboranalysen (Blei ohne Geschossfragmente; Y-Achse) berechnet.

Die Korrekturfunktion ergibt eine Steigung von 1.9324 und weist ein hohes Bestimmtheitsmass auf ($R^2 = 0.94$). Der aus der Korrelation hervorgehende Korrekturfaktor zwischen den Feld- und den Laborwerten beträgt somit 1.9324. Die Resultate der XRF-Feldmessungen wurden mit dem Korrekturfaktor multipliziert (Tabelle siehe Anhang A3).

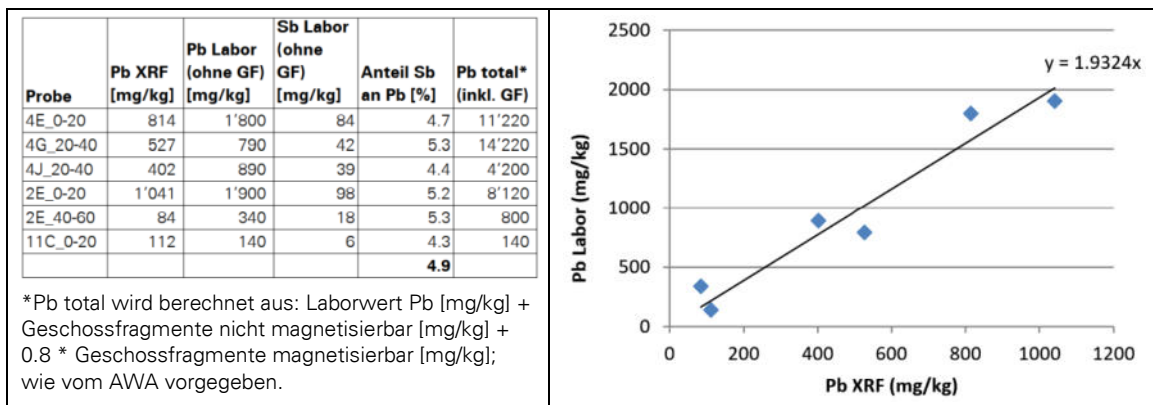


Abb. 13 li: Ergebnisse der Referenzproben. GF=Geschossfragmente. Pb=Blei, Sb=Antimon. re: Korrekturfunktion Werte XRF-Messungen (X-Achse) vs. Werte Labor (Y-Achse).

6.3. Antimongehalte

Der Anteil Antimon relativ zu Blei ist bei den 6 Referenzproben relativ homogen mit einem Mittelwert von 4.9 % (Abb. 13). Er wurde ohne Einbezug der Geschossfragmente berechnet. Der Wert liegt deutlich über der Schwelle von 2.5 %. Mit einem Anteil von 5 % kann es dazu kommen, dass bei der Sanierung Aushubmassen aufgrund des Antimon-Gehalts bereits ab einem Blei-Gehalt von 1'000 mg/kg als Sonderabfall deklariert werden müssen (bei 1'000 mg/kg Pb wären 50 mg/kg Sb zu erwarten).

6.4. Belastungssituation

Ergebnisse der Blei-Messungen in den Boden- und Untergrundproben

Die Resultate (Blei-Gehalte) der Bodenproben können der Tabelle im Anhang A3 entnommen werden. Die Resultate der Baggersondagen sind zudem in der Tab. 5 aufgeführt.

Messwerte von Proben, bei welchen im Feld vor der XRF-Messung Geschossfragmente aussortiert wurden, wurden in den Tabellen und Plänen mit «_G» markiert und der höchsten Belastungskategorie (> 2'000 mg Pb/kg, rot) zugeordnet (in Anlehnung an die Angaben in [11]).

BS1	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	558_G
20-40	665_G
40-80	426_G
80-120	207

BS2	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	281
20-40	120
40-80	2120_G
80-120	2304_G
120-160	4597_G
160-200	4655_G
200-220	24

BS3	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	1275_G
20-40	1317_G
40-80	221_G
80-120	157
120-160	144
160-200	428

BS4	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	876_G
20-40	380
40-80	39

BS5	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	582
20-40	879
40-80	167
80-120	591
120-150	1316_G
150-155	<BG

BS6	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	161
20-40	40
40-80	42
80-120	692
120-140	39

BS7	
Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	505_G
20-40	1279_G
40-60	537
80-120	142

Belastungskategorien

	< 200 mg Pb/kg
	200 - 500 mg Pb/kg
	500 - 1'000 mg Pb/kg
	1'000 - 2'000 mg Pb/kg
	> 2'000 mg Pb/kg

Tab. 5 Korrigierte XRF-Messungen Baggersondagen. Horizonte mit Endung _GF enthalten sichtbare Geschossfragmente. Diese Horizonte werden direkt der Belastungskategorie >Typ D (>2'000) zugeordnet. <BG=kleiner als die Bestimmungsgrenze.

Belastungspläne

Um die ermittelte Verteilung von Blei sowohl lateral als auch vertikal zu visualisieren, wurden die in den Proben gemessenen Bleigehalte in Belastungspläne eingetragen (Anhang A4). Die Pläne zeigen die Belastungsverteilung in den obersten 0 bis 0.2 m, resp. 0.2-0.4 m. Die Baggersondagen sind ebenfalls eingezeichnet und mit den Blei-Werten ergänzt.

Die Probenahmen 0-0.2 m und 0.2-0.4 m erlauben die laterale Eingrenzung der Bleibelastung und deren Einteilung in Belastungskategorien. Die Belastungskategorien werden farblich unterschieden und entsprechen – hinsichtlich einer allfälligen Sanierung – den durch die Grenzwerte der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA [5]) definierten Abfallkategorien.

Laterale und vertikale Verteilung der Bleibelastung

Die erfassten Bleibelastungen des Bodens und Untergrundes am Standort zeigen kein für Kugelfänge typisches Belastungsbild (das wäre: höchste Belastung im Einschlagbereich, laterale und vertikale Abnahme mit zunehmender Distanz zum Einschlagbereich). Aufgrund der Situation mit dem bereits abgetragenen resp. verteilten Kugelfangwall war dies zu erwarten.

Die ungewöhnliche Verteilung der Belastung zeigt sich sowohl in lateraler als auch in vertikaler Richtung. An der Oberfläche ist die Belastung gut eingegrenzt. Sie konzentriert sich auf den Bereich südlich der ehemaligen Lage des Einschlagbereiches, rund um den Scheibengraben. Ein weiterer, aber in der Ausdehnung kleinerer belasteter Bereich befindet sich nördlich des Einschlagbereiches (Rasterpunkt 7F). Eine weitere geringe Belastung wurde weiter nördlich beim Rasterpunkt 11 D festgestellt.

Die hohe Belastung südlich des Scheibengrabens scheint eher oberflächlich zu sein. Sie nimmt bei der BS4 sowie beim Rasterpunkt E2 in der Tiefe rasch ab, <200 mg Pb/kg unterhalb 0.4 m.

Obwohl die Oberfläche zwischen ehem. Einschlagbereich und Scheibengraben nur schwach belastet zu sein scheint, liegt in der Tiefe hochbelastetes Material vergraben, bis zur Schichtgrenze des Sandsteins in 2.0 m Tiefe (BS2, BS5). Auch bei der BS6 gibt es Hinweise auf überschüttetes belastetes Material: während die oberen Schichten unter 200 mg Blei pro kg aufweisen, liegt zwischen 0.8 und 1.2 m Tiefe ein mittelstark belasteter Horizont.

Bei allen Baggersondagen konnte die Belastung vertikal eingegrenzt werden: der Sandstein bildet die natürliche unverschmutzte Unterlage, auf welcher die belasteten Massen liegen.

Abschussbereich beim Schützenhaus

Im Abschussbereich des Schützenhauses (Parzelle 11) liegen keine sanierungswürdigen Belastungen von Blei und Quecksilber vor (Probenahmeskizze siehe Abb. 12). Der Bleigehalt der Mischprobe liegt bei 96 mg/kg und damit über dem Wert für unverschmutzt nach VVEA (50 mg Pb/kg). Der Quecksilbergehalt liegt bei 0.093 mg/kg (siehe Laborbericht Anhang A2) und ist deutlich unter dem Wert für unverschmutzt nach VVEA (0.5 mg/kg) und auch unter dem Richtwert für Boden nach VBBo (ebenfalls 0.5 mg/kg).

Angegebene Blei-Gehalte eher Minimalwerte

In 5 von den 6 Referenzproben waren erhebliche Mengen an Geschossfragmenten enthalten (Laboranalysen), auch in Proben, bei welchen mit dem XRF-Gerät relativ tiefe Blei-Gehalte gemessen wurden (vgl. Abb. 13). Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass Kugelfangmaterial verstossen wurde und dabei Geschossfragmente auch in Bereiche mit eigentlich tiefen Blei-Gehalten im Substrat gelangt sind. Es muss demzufolge damit gerechnet werden, dass die in den Belastungs- und Sanierungsplänen und in der Tabelle im Anhang gegebenen Werte und Klassierungen eher Minimalwerte darstellen. Bei der Sanierung werden die triagierten Aushubmassen vor der definitiven Zuordnung zu einer Abfallkategorie erneut beprobt und die Proben im Labor analysiert. Für die Zuweisung zu einer Abfallkategorie werden die im Labor ausgewiesenen Geschossfragmente rechnerisch (gemäss den Vorgaben des Amts für Wasser und Abfall) dazugezählt. Folglich ist es möglich, dass Aushubmassen einer höheren Abfallkategorie zugewiesen werden müssen, als vorab angenommen, d.h. es kann mehr Aushub Typ D oder >Typ D, Bodenwäsche, anfallen.

Katastereintrag

Die im Kataster eingetragene Fläche beschränkt sich auf die Parzelle 15. Da auch auf den benachbarten Parzellen 236 und 129 durch den Schiessbetrieb belastetes Material liegt, stimmt der aktuelle Katastereintrag nicht mit der tatsächlichen Situation überein und wäre basierend auf den vorliegenden Plänen anzupassen.

7. Sanierungsbedarf

7.1. Beurteilung nach AltIV

Der Standort der 300 m-Schiessanlage Bällacher gilt gemäss Angaben im KbS (Anhang A1) als sanierungsbedürftig nach Art. 8 AltIV [5]. Diese Einstufung durch die kantonale Behörde erfolgte aufgrund der Lage im Landwirtschaftsland. Schiessanlagen in der Landwirtschaftszone gelten nach deren Stilllegung betreffend **Schutzgut Boden** als sanierungsbedürftig [11]. Die Sanierung (Dekontamination) ist notwendig, damit der durch den Schiessbetrieb verschmutzte Bereich wieder der landwirtschaftlichen Nutzung übergeben werden kann. Mit den Untersuchungen wurden Belastungen bis mehrere Tausend mg Blei pro kg an der Oberfläche festgestellt.

Damit die landwirtschaftliche Nutzung uneingeschränkt erfolgen kann, ist eine Dekontamination bis zu einem Blei-Gehalt von 200 mg/kg erforderlich [8].

Beurteilung hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser

Zusammengefasst sind folgende Punkte relevant für die Beurteilung der Gefährdung des Grundwassers:

- Der Standort befindet sich im Grundwasserschutzbereich üB (übrige Bereiche).
- Grundwasserschutzzonen sind in der Umgebung nicht vorhanden.
- Der Standort liegt ausserhalb der in der Grundwasserkarte eingetragenen Grundwasservorkommen.
- In der Umgebung gibt es einige Quellen und in Profilen wird Wasseraustritt in den Molasseschichten erwähnt.
- Bei den Baggersondagen wurde mehrmals die Felsoberfläche erreicht und es wurde kein Wasseraustritt festgestellt.

Aufgrund der oben beschriebenen hydrogeologischen Situation (Abwesenheit von Grundwasservorkommen oder Hangwasser) wird die Gefährdung des Grundwassers durch Schwermetalle aus dem Schiessbetrieb als wenig wahrscheinlich und eine Sanierung hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser als nicht angezeigt erachtet.

Beurteilung hinsichtlich des Schutzgutes oberirdische Gewässer

Eine Verschmutzung von Oberflächengewässern ist nicht wahrscheinlich und eine Sanierung hinsichtlich dieses Schutzgutes nicht angezeigt.

Fazit: Eine Sanierung des Standortes wird aufgrund der Gefährdung des Schutzgutes Boden als erforderlich beurteilt.

7.2. Sanierungsziel

Basierend auf der oben ausgeführten Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit des Standortes wird das Sanierungsziel zur Behebung der Belastung des Bodens im Landwirtschaftsland formuliert. Damit die landwirtschaftliche Nutzung der Fläche ohne Einschränkungen nach VBBo [8] erfolgen kann, ist ein Sanierungsziel für Blei von 200 mg/kg angezeigt.

8. Sanierungs- und Entsorgungskonzept

8.1. Sanierungskonzept

Vorgehen bei der Sanierung durch Aushub

Eine Sanierung des Kugelfangbereichs der 300 m-Schiessanlage Bällacher würde die Dekontamination der Schwermetallbelastungen bis zum festgelegten Sanierungsziel durch Aushub und Deponierung resp. Behandlung des belasteten Aushubs umfassen. Es sollen jene Bereiche abgetragen werden, die im Feststoff Bleikonzentrationen von > 200 mg/kg enthalten.

Primär soll der Standort hinsichtlich des Bodens saniert werden. Dies würde die Dekontamination der obersten Schichten und den Aufbau mit sauberem Bodenmaterial bedeuten. Da jedoch im tieferen Untergrund erhebliche Belastungen vorliegen, schlagen wir vor, Bereiche mit oberflächlichen Belastungen und solche mit tieferliegenden Belastungen separat zu behandeln. Folgende Vorgehensweise schlagen wir vor.

- Im gesamten Sanierungsperimeter (Bereich A + Bereich B, siehe Pläne Anhang) sollen die obersten 0.4 m abgetragen werden (auf Teilflächen ist ein Abtrag nur bis 0.2 m notwendig). Damit werden die mehrheitlich oberflächennah vorkommenden Belastungen beseitigt.

➔ **Bereich A + Bereich B**

- Im Bereich B, zwischen dem Scheibengraben und dem ehem. Einschlagbereich (Bereich BS2 und BS5) soll zusätzlich sämtliches Material bis auf die Oberfläche der Molasse ausgehoben und entsorgt werden. In diesem Bereich liegen hohe Belastungen in der Tiefe auf der Oberfläche der Molasse (bis in 1.5 resp. 2.0 m Tiefe).

➔ **Bereich B**

- Im Scheibengraben liegt belastetes Material. Bei der BS3 wurde festgestellt, dass Geschossfragmente bis 0.8 m vorkommen. Mit dieser punktuellen Kenntnis des Inhalts des Scheibengrabens kann schlecht abgeschätzt werden, ob sich diese Belastungsverteilung auf die gesamte Auffüllung des Scheibengrabens übertragen lässt. Sollte dies der Fall sein, so wäre hier das belastete Material bis in eine Tiefe von 0.8 m auszuheben.

➔ **Scheibengraben**

Die oben erwähnten Bereiche sind in den Sanierungsplänen im Anhang A5 eingezeichnet.

Die **Mauern des Scheibengrabens** werden bis in eine Tiefe von 0.5 m abgebrochen.

Nach dem oben beschriebenen Aushub wird die Grube des tief ausgehobenen Bereiches (Bereich A) mit sauberem Schüttgut bis in 0.4 m Tiefe aufgefüllt und der Boden im gesamten Sanierungsperimeter mit 0.2 m Ober- und 0.2 m Unterboden aufgebaut.

Die Rekultivierung/Ansaat erfolgt durch den Landwirt.

Triage des Aushubmaterials und Bestimmung der Entsorgungswege

Die Dekontamination bedeutet den Abtrag von verschmutztem Material, die Bestimmung der Entsorgungswege in eine Verwertung, Ablagerung oder Behandlung (je nach Verschmutzungsgrad) nach Anhang der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA [6]).

Der Aushub folgt den auf den Sanierungsplänen ausgeschiedenen Aushubbereichen (Anhang A5), welche nach Belastungskategorie definiert sind. Bei einer Sanierung erfolgt der Aushub nach

Anleitung einer Altlasten-Fachperson, welche das Material nach Abfallklassen triagiert. Unterhalb 0.4 m orientiert sich die Triage an den Kenntnissen aus den Baggersondagen.

Materialfraktionen, welche der Belastungsklasse $> 2'000 \text{ mg Pb/kg}$ zugewiesen werden, können direkt verladen und einer Behandlungsanlage zugeführt werden (Bodenwaschanlage). Der restliche Aushub wird nach der Triage auf Haufen zwischengelagert. Die Haufen werden durch die Altlasten-Fachperson beprobt und die Proben – für die definitive Bestimmung des Entsorgungsweges gemäss der Blei- resp. Antimonkonzentration – einem akkreditierten Labor zur nasschemischen Analyse übergeben (Analysenverfahren nach VVEA). Die Entsorgung des Materials muss gemäss der VVEA [6] und der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA, [7]) erfolgen. Für die notwendige und zeitlich befristete Zwischenlagerung wären geeignete Flächen bereitzustellen und zu präparieren.

Bei den Baggersondagen wurden Fremdstoffe im Untergrund festgestellt (Plastik, Glas; $< 5 \text{ Gew. \%}$). Werden, während den Aushubarbeiten grössere Mengen an Fremdstoffen angetroffen, so muss die Entsorgung auch hinsichtlich der vorhandenen Fremdstoffart und -menge definiert werden. Betonbruchstücke werden aussortiert und dem Baustoffrecycling zugeführt.

Bei einem hohen Anteil an Steinen und Kies ($> 25 \text{ \%}$) ist zu prüfen, ob das Aushubmaterial vor der Deponierung resp. Behandlung gesiebt werden soll. Eine solchermassen vorgenommene Sortierung von verschmutztem Material verringert die Abfallmassen merklich und mindert die Kosten für eine Entsorgung insbesondere bei Material, das einer Bodenwaschanlage zugeführt werden muss.

Überprüfung des Sanierungserfolges

Vor der Wiederauffüllung der Grube wird die Aushubsohle durch die Fachbauleitung auf die Bleigehalte überprüft. Dies wird mit einem XRF-Gerät sowie anhand nasschemischer Analysen im Labor (nach VVEA) von entnommenen Sohleproben erreicht.

Zugänglichkeit für die Maschinen und Lastfahrzeuge

Der Sanierungsperimeter ist ab dem Dorfzentrum (Hauptstrasse) via Handwerksgasse/Würbelweg oder via Rotlaubweg/Stüdeliweg/Würbelweg erreichbar (Abb. 14). Der Kugelfangbereich liegt am Würbelweg. Dieser ist unbefestigt.



Abb. 14 Mögliche Zufahrten (gelb) zum Kugelfangbereich (rot) ab Hauptstrasse (Quelle: google maps).

Baupiste

Eine Baupiste zwischen dem Würbelweg und den Sanierungsperimeter ist zum Schutz des Bodens einzurichten.

Flächen für die Zwischenlagerung sollten, wann immer möglich, auf befestigten Flächen eingerichtet werden. Da der Standort jedoch komplett von Landwirtschaftsland umgeben ist (zudem Fruchtfolgeflächen) muss die Möglichkeit eines dort eingerichteten Zwischenlagers abgeklärt werden. Die Anforderungen des Bodenschutzes sind einzuhalten.

8.2. Entsorgungskonzept

Die Entsorgung von belastetem Aushubmaterial auf Deponien bedarf einer Genehmigung durch das Amt für Abfall und Wasser des Kantons Bern (AWA). Die Gesuche sind mittels der Internet-Applikation EGI einzureichen und die Bewilligung des Amtes ist abzuwarten. Dem Gesuch sind Prüfergebnisse (chemische Laboranalysen) der Abfallstoffe beizulegen. Bei der Einreichung des Gesuchs wird der Entsorgungsweg definitiv benannt.

Damit sichergestellt ist, dass die Abfälle nur an geeignete Unternehmen übergeben werden und dass die Entsorgungswege kontrolliert werden, erfolgen Abgabe am Entstehungsort sowie Transport und Annahme am Bestimmungsort nach der Verordnung vom 22.06.2005 über den Verkehr mit Abfällen (VeVA [7]).

Die Deklaration für die Abfälle nimmt die Fachbauleitung vor. Sie prüft anhand der Stoffkonzentrationen, die durch Probenahme zu ermitteln sind, für welche Behandlungs- (Verwertungs-) Anlage oder für welche Deponie nach Anhang VVEA der dem Aushub geeignet resp. zugelassen ist. Die Proben müssen repräsentativ für die jeweilige Fraktion (Haufen nach vorgängiger Triage) sein. Gemäss Angaben der VVEA ist mit Blei belasteter Aushub wie in Tab. 6 angegeben zu entsorgen.

Bei den potenziellen Annahmestellen für den Aushub werden die Anlieferungsmodalitäten abgeklärt und die Liefertermine vereinbart.

Das zu entsorgende Material ist unabhängig davon, ob es zu einer Deponie oder Verwertungsanlage geliefert wird, mit den korrekten VeVA-Begleitscheinen und Bezeichnungen zu deklarieren.

Kategorie (Blei-Gehalt) [mg Pb/kg]	Entsorgungsweg	VeVA-Code
>2'000	Bodenwäsche	17 05 05 [S] Aushub- und Ausbruchmaterial, das durch gefährliche Stoffe verunreinigt ist
500 – 2'000	Deponie Typ D	17 05 91 [akb] stark verschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial
250 – 500	Deponie Typ B	17 05 97 [ak] wenig verschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial
50-250	Verwertung	17 05 94 schwach verschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial
<50	Verwertung	Sauberes Aushubmaterial

Tab. 6 Entsorgungswege und VeVA-Codes. [S] Sonderabfall; [akb] andere kontrollpflichtige Abfälle mit Begleitscheinpflicht; [ak] andere kontrollpflichtige Abfälle.

8.3. Schätzung der Aushubkubaturen

Nachfolgend werden die Aushubkubaturen pro Belastungs- resp. Abfallkategorie geschätzt (Tab. 7). Diese Schätzung ist aufgrund der gestörten Belastungssituation im Untergrund mit hoher Unsicherheit behaftet und als grobe Annäherung zu betrachten. Sie bildet die Grundlage für die Kostenschätzung einer Sanierung (Kap. 9).

Die Kubaturen der verschiedenen Belastungskategorien (200-500, 500-2'000, >2'000 mg Pb/kg) wurden anhand der in den Sanierungsplänen ausgeschiedenen Flächen und den Mächtigkeiten der einzelnen Belastungshorizonte berechnet (Tab. 7).

Schätzung Kubaturen

	Fläche [m2]	Mächtigkeiten Aushub			Kubaturen pro Abfallkategorie (=Fläche*Mächtigkeit)			
		Abfallkategorie Pb [mg/kg]	Typ B 250-500	Typ D 500-2000	> Typ D >2000	Typ Be 250-500	Typ D 500-2000	> Typ D >2000
Bereiche A und B								
0 - 0.2 m								
Fläche >2000	99.5				0.2			19.9
Fläche 500-2000	75			0.2			15	
Fläche 200-500	131		0.2			26.2		
0.2 - 0.4 m								
Fläche >2000	45				0.2			9
Fläche 500-2000	65.5			0.2			13.1	
Fläche 200-500	132		0.2			26.4		
Bereich A ab 0.4 m								
Hälfte BS5	40.5			0.8	0.3		32.4	12.15
Hälfte BS2	40.5				1.6			64.8
Scheibengraben								
	36				0.8			28.8
Kubaturen pro Abfallkategorie [m3]						53	61	135
Total Kubatur Aushub [m3]						248		
Tonnen pro Abfallkategorie (m3 * 1.8) [t]						95	109	242
Total Tonnen Aushub [t]						446		

Tab. 7 Aushubkubaturen pro Abfallkategorie.

9. Kostenschätzung der Sanierung

Die Kostenschätzung gibt einen Überblick über die Baumassnahme und die Entsorgungskosten (Tab. 8). Zusätzlich werden Leistungen für Laboruntersuchungen und Kosten für die Fachbauleitung (Ingenieursleistungen) eingerechnet.

Die Massnahmen zur Vorbereitung (wie z.B. Baustelleneinrichtung) wurden pauschalisiert.

Aufgrund der vorhandenen Belastungssituation (Verteilung der Geschossfragmente) wird eine Unsicherheit von 25 % der Positionen Triageaushub, Transport und Entsorgung zu den Zwischensumme addiert.

Schätzung Sanierungskosten

Leistung	Preis [CHF]	Menge	Einheit	Preis [CHF]
Baustelleneinrichtung inkl. Zwischenlager		pauschal		12'000
Rückbau Elemente Beton		pauschal		4'000
Triageaushub	30	248 m ³		7'433
Transport und Bodenwaschanlage	230	242 t		55'745
Entsorgung Typ D	135	109 t		14'702
Typ B	60	95 t		5'681
Rückverfüllung und Bodenaufbau inkl. Material		pauschal		10'000
Fachbauleitung		pauschal		26'000
Geräte/Analytik		pauschal		5'000
Zwischensumme				140'560
plus Unsicherheit von 25% der Summe Triageaushub, Transport, Entsorgung				20'890
Total geschätzte Kosten (exkl. MWST)			CHF	161'450

Tab. 8 Kostenschätzung (Entsorgungskosten basierend auf den aktuellen Marktpreisen).

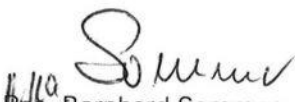
10. Weiteres Vorgehen

Der vorliegende Bericht mit seinen Ausführungen zur Sanierung und Kostenschätzung ist dem Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern zur Stellungnahme vorzulegen.

Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern
z.H. Frau Nicole Schmidlin
Reiterstrasse 11
2013 Bern

Biel, 03. Oktober 2022

Prona AG


Bp. Bernhard Sommer
Diplom-Geologe


Annette Bretscher
Geologin, Dr. phil.-nat.

Anhang

- A1 Stammdatenblatt KbS
- A2 Resultate Labor (Referenzproben, Probe Schützenhaus)
- A3 Resultate XRF-Messungen
- A4 Belastungspläne 0-0.2m / 0.2-0.4 m
- A5 Sanierungspläne 0-0.2m / 0.2-0.4 m
- A6 Profile und Fotos Baggersondagen

A1 Stammdatenblatt KbS



Bau- und Verkehrsdirektion
Amt für Wasser und Abfall

Reiterstrasse 11
3011 Bern
+41 31 633 38 11
info.awa@be.ch
www.be.ch/awa

Auszug aus dem Kataster der belasteten Standorte des Kantons Bern

Standort-Nr.: 07370003

Gemeinde: Hermrigen

Bern, 11.04.2022

Stammdaten

Standortbezeichnung
Adresse
Art des Standortes
Gemeinde
Verwaltungskreis
Koordinaten E / N
Sachbearbeiter

Schiessanlage 300-m Bällacher
3274 Hermrigen
Schiessanlage
Hermrigen
Seeland
2 584 792 / 1 214 241
Schmidlin Nicole

Status

Status Belastung (Art. 2 AltIV)
Überwachungs- und Sanierungsbedürftigkeit (Art. 8 AltIV)
Beurteilung AWA
Priorität für Untersuchung (Art. 5, Abs. 4 AltIV)

belasteter Standort
sanierungsbedürftig
sanierungsbedürftig
dringend

Bearbeitungsstufe

Historische Untersuchung
Technische Untersuchung
Detailuntersuchung / Sanierungsprojekt
Überwachung
Sanierung / Teilsanierung

☐
☐
☐
☐
☐

Aktueller Untersuchungsstand

Keine Angaben

Bemerkungen und Hinweise

Standortbeschreibung:
6 Scheiben 300-m
9'500 Schüsse pro Jahr 300-m (Erhebung AMVB 1986-88)
Baujahr der Anlage: keine Angabe im Lärmkataster (aber das Schützenhaus sieht aus, als wäre es von mind. vor dem 2. Weltkrieg, aber nach 1916 (kein Eintrag in Siegfriedkarte).
Renovation/Sanierung: Sanierung der Nord- und Westwand sowie des Rolladens des Schützenhauses 1988
Betrieb März 2000 eingestellt
Schützengesellschaften: keine angegeben im Lärmkataster
Lage: Schützenhaus (Parz. Nr. 11) im freien, nicht ganz ebenen Feld, Vorgelände etwas aufgeschüttet; Scheibenstand und Kugelfang (Parz. Nr. 15) am Hang (natürliche Terrassenkante). Oberhalb Kugelfang wurde die Fläche bis zum Weg ca. 1,5 m hoch aufgeschüttet => tiefer liegende Belastung wahrscheinlich. Kugelfang leicht schräg zu Schussrichtung, gegen Westen öffnend. Zu beiden Seite der Anlage Weide und Hochstammobst.
ca. 300m vom Dorf entfernt, einzelne Häuser etwas näher
Bemerkung: Schützenhaus und Kugelfang in der GW-Zone B

Achtung der Scheibenstand und Kugelfang wurden 2006 ohne Sanierung abgebrochen und/oder überdeckt. Die Belastung ist deshalb in tieferen Bereichen vorhanden. Die Anlage ist jedoch vollständig eingezäunt.
Auf den Fotos im Lärmkataster sieht es so aus, als wäre beim Installieren der neuen Rolläden der Boden im Vorgelände manipuliert worden

Geologie

Keine Angaben

Dokumente

Datum	Autor	Titel
31.12.1989		Lärmkataster der 300-m Schiessanlagen

Geschäftsvorfälle

Datum	Geschäftsvorfall	Bemerkung
02.03.2022	Brief an Gemeinde	Aufforderung Voruntersuchung und Sanierung = Auftragsbestätigung bis Ende Oktober 22 4.4.22 Liste mit Büros an Gde verschickt
13.12.2021	Mitberichtsverfahren Bauvorhaben	GEKO Nr. 265753: 2. Vorprüfung: Teilrevision Ortsplanung mit Richtplan Verkehr
27.05.2021	Brief andere	AGR führt eine Ortsplanungsrevision durch und hat nun eine Frage zur Sanierungsbedürftigkeit der Schiessanlage = Gde in den nächsten 3 Jahre zur Untersuchung auffordern
23.09.2016	Brief andere	Die Lebensmittelsicherheit hat sich aufgrund des Berichts im 20 Minuten bei uns gemeldet. Bei der Schlachtung der Schafe werden sie die Leber und Niere untersuchen lassen.
15.01.2016	Neubeurteilung	- Landwirtschaftsland, Gewässerschutzbereich üB und Anlage ausser Betrieb
13.11.2006	Brief an Gemeinde	Beanstandung der Überdeckung von Kugelfang und Scheibenstand. Bitte um genaues Protokoll der ausgeführten Arbeiten.
12.11.2006	Inspektion und/oder Probenahme	Spontane Begehung bei Wanderung. Die Anlage ist korrekt eingezäunt. Der Scheibenstand und der Kugelfang sind jedoch nicht mehr zu erkennen. Oensichtlich wurde die eventuell beim Bau der Schiessanlage aufgeschüttete Terrasse oberhalb des Kugelfanges wieder verstossen und damit Kugelfang und Scheibenstand überdeckt. Gemeinde benachrichtigen Bauarbeiten müssen unbedingt protokolliert werden für eventuelle spätere Sanierung. (Fotos)
11.07.2006	Brief an Gemeinde	Anpassung der Katasterfläche an die Parzellengrenze. Ausserhalb noch belastet jedoch nicht nutzungsrelevant. Nur zu beachten bei Bauvorhaben (Entsorgung des Materials). Parzelle 236 und 129 werden deshalb aus dem Kataster entlassen.
04.07.2006	Brief von Gemeinde	Bestätigung der Gemeinde, dass die Anlage nach den Vorgaben des GSA eingezäunt ist. Gelegentlich besichtigen.
31.01.2006	Eintrag im Kataster der bel. Standorte	Parz. Nr.: (Hermrigen) 15, 236
25.11.2005	Benachrichtigung Katastereintrag	Parz. Nr.: (Hermrigen) 15, 236
04.08.2005	Bewilligung andere	Gesamtbauentscheid Rsta. Ausführung abwarten
22.06.2005	Mitberichtsverfahren Bauvorhaben	Bewilligung Einzäunung entlang der Parzellengrenze. Zaunhöhe 1,5 m. Bestätigung Ausführung abwarten.
12.04.2005	A-/B-Bereich mit Bodenproben festgelegt	Brief an Gemeinde. Der Boden auf der linken Seite der Anlage (südwest) ist ausserhalb der Parzellengrenze (0.5 m) nicht mehr so stark belastet, dass eine Weidenutzung nicht möglich wäre (280 ppm Pb). Die Einzäunung entlang der Parzellengrenze ist deshalb in Ordnung. Baugesuch für Einzäunung abwarten.
15.03.2005	Inspektion und/oder Probenahme	Begehung mit Gemeindepräsident Dubach, Gemeinderat Sorgen, Schütze Mööri und Gemeindeschreiberin Brönnimann. Die Gemeinde möchte nur die Schiessanlagenparzelle einzäunen. Vermutlich möglich, Belastungszone evtl. links von Kugelfang => Bodenuntersuchung. Falls belastet Erde abtragen und innerhalb Zaun ablagern. Bericht nach Bodenuntersuchung senden, dann Baugesuch. Sonst Einzäunung gut möglich.
07.09.2004	Kurzbesprechung	Frau Brönnimann Gemeinde Hermrigen. Was ist bezüglich Einzäunung zu tun. => Gültig ist das Merkblatt roter Bereich, keine Anlage. Mit Grundeigentümern Kontakt aufnehmen, dann Baugesuch einreichen (geht auch an GSA). Zaunausführung gemäss Merkblatt.
20.02.2004	Verfügung	Rückzug der Betriebsbewilligung durch BSM. Kontaktaufnahme mit GSA vorgeschrieben.
31.03.2000	Betriebsabschluss	Betriebseinstellung nach Angaben Herr Dubach Gemeinde Hermrigen Einzäunung kontrollieren.
11.06.1999	Brief an Gemeinde	Angaben zur Einzäunung bzw. zu allfälligen Bodenproben zur Verkleinerung der eingezäunten Fläche. Rückmeldung der Gemeinde erwartet
06.01.1999	Erhebung Standort	
31.12.1988	Andere Vorfälle	Sanierung West-/Nordwand und Rolladen Schützenhaus
01.01.1937	Betriebsaufnahme	genaues Datum unbekannt. Schätzung gemäss Balis Texteintrag zwischen 1. und 2. WK.

Eigenschaften

Eigenschaft	Zusatzangabe	
Betroffene Fläche	494	m²
Gewässerschutzbereich üB		
Zone: öffentliche Nutzung (ZöN)		
Lage: Grünland		
Lage: Ackerland		
Art der Schiessanlage: 300m		
Angaben zur Schiessanlage: Umbau des Kugelfangs		
Angaben zur Schiessanlage: Umbau des Scheibenstandes		
Mittlere Schusszahl pro Jahr (Durchschnitt der letzten 3 Jahre)	10'000	Stk
Anzahl Scheiben	6	Stk
Art des Kugelfangs: Naturboden weich ohne Abdeckung		
Einschränkungen der Bodennutzung nach VBBo infolge Bodenbelastung ?	Ja	
Niederschlag	1'144	mm/Jahr
Beeinträchtigung des Bodens festgestellt (nach VBBo) ?	Ja	
Kugelfang eingezäunt		
Priorität Sanierung bei Schiessanlagen	dringend	
Flurabstand geschätzt	>10m	

Stoffe

Blei
Schwermetalle

Charakteristika

300 m; < 7 Scheiben; < 15'000 Schüsse

Sanierungen (Zusammenfassung)

Nr.	Bemerkung allgemein	Beginn	Ziel erreicht
	Keine Angaben		

Grundstücke

Parzelle-Nr.	Kreis-Nr.	Gde-Nr.	Grundstückeigentümer	Adresse
15	00	0737	Einwohnergemeinde Hermrigen	3274 Hermrigen

A2 Resultate Labor (Referenzproben, Probe Schützenhaus)

Schlieren, 06. September 2022
AMaProna AG
Collègegeasse 9
2502 Biel/Bienne

Untersuchungsbericht

Objekt: P22119 SA HermrigenBachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 SchlierenTelefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.chChemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)Akkreditiert nach
ISO 17025
STS-Nr. 0064

Auftrags-Nr. Bachema	202209752
Proben-Nr. Bachema	43007-43012
Tag der Probenahme	09. August 2022
Eingang Bachema	01. September 2022
Probenahmeort	Hermrigen
Entnommen durch	A. Bretscher, Prona AG
Auftraggeber	Prona AG, Collègegeasse 9, 2502 Biel/Bienne
Rechnungsadresse	Einwohnergemeinde Hermrigen, Hauptstrasse 34, 3274 Hermrigen
Rechnung zur Visierung	Prona AG, A. Bretscher, Collègegeasse 9, 2502 Biel/Bienne
Bericht an	Prona AG, A. Bretscher, Collègegeasse 9, 2502 Biel/Bienne
Bericht per e-mail an	Prona AG, A. Bretscher, a.bretscher@prona.ch
Excel-File	Prona AG, A. Bretscher, a.bretscher@prona.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AGOlaf Haag
Dipl. Natw. ETH

Objekt: P22119 SA Hermrigen
Auftraggeber: Prona AG
Auftrags-Nr. Bachema: 202209752

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
43007 F	2E, 0.00-0.20 m	09.08.22 / 01.09.22
43008 F	2E, 0.40-0.60 m	09.08.22 / 01.09.22
43009 F	4E, 0.00-0.20 m	09.08.22 / 01.09.22
43010 F	4G, 0.20-0.40 m	09.08.22 / 01.09.22
43011 F	11C, 0.00-0.20 m	09.08.22 / 01.09.22
43012 F	4J, 0.20-0.40 m	09.08.22 / 01.09.22

Legende zu den Referenzwerten

VVEA Typ A (U)	Grenzwert für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Artikel 19, Absatz 1 (Wiederverwertung oder auf Deponie Typ A zugelassen). *Chrom-VI im Beton für Betonrecycling gemäss "Faktenblatt BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)", KVV Ost.
VVEA Typ B	Grenzwert für auf Deponien des Typs B zugelassene Abfälle gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA).

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Abkürzungen

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

Akkreditierung

	Die Resultate der Untersuchungen beziehen sich auf die im Prüfbericht aufgeführten Proben und auf den Zustand der Proben bei der Entgegennahme durch die Bachema AG. Der vollständige Prüfbericht steht dem Kunden zur freien Verfügung. Die Verwendung von Auszügen (einzelne Seiten) oder Ausschnitten (Teile einzelner Seiten) des Prüfberichts sowie Hinweise auf den Prüfbericht (z.B. zu Werbezwecken oder bei Präsentationen) sind nur mit Genehmigung der Bachema AG gestattet. Detailinformationen zu Messmethode, Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich (s. auch Dienstleistungsverzeichnis oder www.bachema.ch)
---	--

Objekt: P22119 SA Hermrigen
Auftraggeber: Prona AG
Auftrags-Nr. Bachema: 202209752

Probenbezeichnung	2E	2E	4E	4G	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	43007	43008	43009	43010		
Tag der Probenahme	09.08.22	09.08.22	09.08.22	09.08.22		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.40-0.60	0.00-0.20	0.20-0.40		

Probenparameter

Angelieferte Probemenge	kg	1.2	1.1	1.1	1.0		
-------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)

Anteil Geschossteile	Gew.-% TS	0.71	0.047	1.1	1.7		
Summe >2 mm							
Anteil Geschossteile (magn.) >2 mm	Gew.-% TS	0.44	0.005	0.79	1.6		
Anteil Geschossteile (nicht-magn.) >2 mm	Gew.-% TS	0.27	0.042	0.31	0.063		

Elemente und Schwermetalle

Antimon (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS Sb	98	18	84	42	3	30
Blei (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS Pb	1'900	340	1'800	790	50	500

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00

Telefax
+41 44 738 39 90

info@bachema.ch

www.bachema.ch

Probenbezeichnung

Probenbezeichnung	4J	11C			Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	43012	43011				
Tag der Probenahme	09.08.22	09.08.22				
Entnahmetiefe [m]	0.20-0.40	0.00-0.20				

Probenparameter

Angelieferte Probemenge	kg	1.3	0.5				
-------------------------	----	-----	-----	--	--	--	--

Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)

Anteil Geschossteile	Gew.-% TS	0.39	keine Geschossteile				
Summe >2 mm							
Anteil Geschossteile (magn.) >2 mm	Gew.-% TS	0.33	keine Geschossteile				
Anteil Geschossteile (nicht-magn.) >2 mm	Gew.-% TS	0.067	keine Geschossteile				

Elemente und Schwermetalle

Antimon (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS Sb	39	6.0			3	30
Blei (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS Pb	890	140			50	500

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
Prona AG
Frau Annette Bretscher
Collège-gasse 9
2502 Biel/Bienne

Auftrag Nr.: ULS-06324-22
Ansprechpartner: I. Lehning
Durchwahl: +41 32 387 67 56
E-Mail: Isabelle.Lehning@wessling.ch

Lyss, den 13.09.2022

Prüfbericht ULS22-007494-1

P22119 Schiessanlage Hermirgen



ISO/IEC 17025

Die Messergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die uns vorliegenden Prüfobjekte. Dieser Prüfbericht darf ohne die Genehmigung der WESSLING AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden (DIN EN ISO/IEC 17025).

Prüfbericht ULS22-007494-1
Lyss, den 13.09.2022

Bezeichnung			SH
Probe Nr.	Einheit	BG	22-134669-01

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0.1	83
-----------------	---------	-----	----

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente

Blei (Pb)	mg/kg TS	1	96
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0.05	0.093

Prüfbericht ULS22-007494-1
Lyss, den 13.09.2022

Informationen zu den Proben

Probe Nr.	22-134669-01
Eingangsdatum	07.09.2022
Bezeichnung	SH
Probenart	Boden
Probenahme	07.09.2022
Probenahme durch	Kunde
Untersuchungsbeginn	08.09.2022
Untersuchungsende	13.09.2022

Methoden

Parameter	Norm	Ausführendes Labor
Metalle/Elemente in Feststoff	DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Königswasser-Extrakt vom Feststoff	DIN ISO 11466 mod. (1997-06) ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Trockenrückstand / Wassergehalt im Feststoff	DIN ISO 11465 (1996-12) ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)

A = akkreditiertes Prüfverfahren (ISO 17025)
OS = Originalsubstanz
TS = Trockensubstanz
BG = Bestimmungsgrenze
W/E = Wasser / Eluat
G = Gas
nn = nicht nachweisbar
BM = Bindemittel

Auf Wunsch stellen wir Ihnen gerne nähere Informationen zum Messverfahren - zum Beispiel die Messunsicherheiten - zur Verfügung.

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.
Heinrich Kalt
Geschäftsführer, Dr. rer. nat

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
Prona AG
Frau Annette Bretscher
Collège-gasse 9
2502 Biel/Bienne

Auftrag Nr.: ULS-06324-22
Ansprechpartner: I. Lehning
Durchwahl: +41 32 387 67 56
E-Mail: Isabelle.Lehning@wessling.ch

Lyss, den 13.09.2022

Prüfbericht ULS22-007494-1

P22119 Schiessanlage Hermirgen



ISO/IEC 17025

Die Messergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die uns vorliegenden Prüfobjekte. Dieser Prüfbericht darf ohne die Genehmigung der WESSLING AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden (DIN EN ISO/IEC 17025).

Prüfbericht ULS22-007494-1
Lyss, den 13.09.2022

Bezeichnung			SH
Probe Nr.	Einheit	BG	22-134669-01

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0.1	83
-----------------	---------	-----	----

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente

Blei (Pb)	mg/kg TS	1	96
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0.05	0.093

Prüfbericht ULS22-007494-1
Lyss, den 13.09.2022

Informationen zu den Proben

Probe Nr.	22-134669-01
Eingangsdatum	07.09.2022
Bezeichnung	SH
Probenart	Boden
Probenahme	07.09.2022
Probenahme durch	Kunde
Untersuchungsbeginn	08.09.2022
Untersuchungsende	13.09.2022

Methoden

Parameter	Norm	Ausführendes Labor
Metalle/Elemente in Feststoff	DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Königswasser-Extrakt vom Feststoff	DIN ISO 11466 mod. (1997-06) ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Trockenrückstand / Wassergehalt im Feststoff	DIN ISO 11465 (1996-12) ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)

A = akkreditiertes Prüfverfahren (ISO 17025)

OS = Originalsubstanz

TS = Trockensubstanz

BG = Bestimmungsgrenze

W/E = Wasser / Eluat

G = Gas

nn = nicht nachweisbar

BM = Bindemittel

Auf Wunsch stellen wir Ihnen gerne nähere Informationen zum Messverfahren - zum Beispiel die Messunsicherheiten - zur Verfügung.

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Heinrich Kalt

Geschäftsführer, Dr. rer. nat

A3 Resultate XRF-Messungen

Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
0G	0-20	41	36	41	39	3	7								39	39	
0G	20-40	21	22	28	24	4	16								24	24	
0H	0-20	32	38	32	34	3	10								34	34	
0H	20-40	41	26	34	34	8	22								34	34	
11C	0-20	116	113	108	112	4	4								112	217	
11D	0-20	78	92	152	107	39	37	128	113	102	96	113	89	95	106	204	
11D	20-40	57	56	53	55	2	4								55	107	
11E	0-20	30	56	684	257	370	144	36	43	52	27	42	-	47	102	197	GF
11E	20-40	48	51	57	52	5	9								52	100	
12D	0-20	63	57	75	65	9	14								65	126	
12D	20-40	54	62	59	58	4	7								58	113	
1E	0-20	87	87	113	96	15	16								96	185	
1E	20-40	43	57	52	51	7	14								51	98	
1G	0-20	200	179	154	178	23	13								178	343	
1G	20-40	55	84	96	78	21	27								78	151	
1H	0-20	187	452	187	275	153	56	137	154	224	176	171	177	164	203	392	
1H	20-40	108	83	127	106	22	21								106	205	
1I	0-20	76	77	54	69	13	19								69	133	
1I	20-40	55	51	63	56	6	11								56	109	

Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
1I	40-60	41	27	19	29	11	38	28	36	27	30	45	28	47	33	33	
2D	0-20	151	154	151	152	2	1								152	294	GF
2D	20-40	94	80	84	86	7	8								86	166	GF
2E	0-20	1'069	911	1'142	###	118	11								1'041	2'011	
2E	20-40	257	115	372	248	129	52	145	474	305	164	426	366	269	289	559	
2E	40-60	85	83	85	84	1	1								84	163	
2G	0-20	2'101	1'526	1'845	###	288	16								1'824	3'525	
2G	20-40	1'485	1'844	1'847	###	208	12								1'725	3'334	
2H	0-20	1'314	1'471	2'093	###	412	25	1'478	1'622	1'453	1'639	1'946	1'710	1'572	1'630	3'149	
2H	20-40	1'257	2'286	1'849	###	516	29	1'191	1'568	1'456	1'069	2'054	1'765	1'379	1'587	3'067	
2I	0-20	253	86	198	179	85	48	181	154	189	260	226	243	179	197	380	
2I	20-40	95	80	113	96	17	17								96	186	GF
2J	0-20	37	51	34	41	9	22								41	41	
2J	20-40	38	30	25	31	7	21								31	31	
3B	0-20	95	88	92	92	4	4								92	177	
3B	20-40	50	68	53	57	10	17								57	110	
3C	0-20	406	354	458	406	52	13								406	785	
3C	20-40	211	131	155	166	41	25	105	130	118	99	96	113	156	131	254	
3C	40-60	66	53	74	64	11	16								64	124	
3D	0-20	1'340	1'427	1'275	###	76	6								1'347	2'604	

Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
3D	20-40	1'237	968	877	####	187	18								1'027	1'985	
3J	0-20	163	146	179	163	17	10								163	314	
3J	20-40	242	237	203	227	21	9								227	439	
3K	0-20	118	103	147	123	22	18	112							120	232	
3K	20-40	140	65	104	103	38	36	22	106	66	105	68	44	99	82	158	GF
4A	0-20	49	46	70	55	13	24								55	106	
4A	20-40	66	44	71	60	14	24								60	117	
4B	0-20	300	306	315	307	8	2								307	593	
4B	20-40	205	187	273	222	45	20								222	428	
4D	0-20	280	347	1'495	707	683	97	1'479	305	316	302	359	381	298	556	1'075	
4D	20-40	297	287	309	298	11	4								298	575	
4E	0-20	666	975	800	814	155	19								814	1'572	
4F	0-20	1'719	1'328	1'681	####	216	14								1'576	3'045	
4F	20-40	275	418	436	376	88	23	289	752	330	338	428	314	345	393	758	
4G	0-20	120	131	147	133	14	10								133	256	
4G	20-40	300	493	426	406	98	24	722	492	527	1'109	293	359	549	527	1'018	
4I	0-20	146	110	133	130	18	14								130	251	
4I	20-40	71	98	104	91	18	19								91	176	
4J	0-20	189	230	209	209	21	10								209	405	
4J	20-40	450	346	411	402	53	13								402	777	GF

Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
4K	0-20	125	98	87	103	20	19								103	200	
4K	20-40	239	205	221	222	17	8								222	428	
5A	0-20	108	103	108	106	3	3	65	85						94	181	
5A	20-40	49	59	104	71	29	41								71	137	
5B	0-20	963	172	248	461	436	95	451	243	210	352	189	256	1'091	418	807	
5B	20-40	76	72	65	71	6	8								71	137	
5C	0-20	255	376	398	343	77	22	345	450	369	405	437	387	273	370	714	
5C	20-40	258	294	255	269	22	8								269	520	
5D	0-20	361	284	215	287	73	25	296	332	142	291	293	295	157	267	515	
5D	20-40	387	425	325	379	50	13								379	732	
5F	0-20	122	106	169	132	33	25	148	112	157	123	114	102	204	136	262	
5F	20-40	184	67	77	109	65	59	79	65	58	66	96	75	68	84	161	
5H	0-20	68	49	70	62	12	19								62	120	
5H	20-40	26	39	31	32	7	20								32	32	
5J	0-20	66	52	55	58	7	13								58	111	
5J	20-40	81	77	81	80	2	3								80	154	
5L	0-20	115	77	87	93	20	21								93	180	
5L	20-40	35	41	39	38	3	8								38	38	
6B	0-20	87	110	119	105	17	16								105	204	
6B	20-40	27	25	46	33	12	35								33	33	

Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
6C	0-20	1'651	1'640	1'837	####	111	6								1'709	3'303	
6C	20-40	2'072	1'492	1'945	####	305	17								1'836	3'549	
6E	0-20	44	50	48	47	3	6								47	47	
6E	20-40	36	47	24	36	12	32								36	36	
6G	0-20	94	86	85	88	5	6								88	171	
6G	20-40	42	59	34	45	13	28	72	<BG	62	49	42	56	40	51	98	GF
6I	0-20	43	40	46	43	3	7								43	43	GF
6I	20-40	71	83	92	82	11	13								82	158	GF
6I	40-60	71	47	38	52	17	33	56	40	33	60	30	51	44	47	47	
7B	0-20	82	92	82	85	6	7								85	165	
7B	20-40	37	30	38	35	4	12								35	35	
7D	0-20	62	68	64	65	3	5								65	125	GF
7D	20-40	69	81	65	72	8	12								72	138	GF
7F	0-20	145	211	178	178	33	19								178	344	GF
7F	20-40	666	430	489	528	123	23	511	980	317	353	741	469	547	550	1'063	GF
7F	0-20	580	232	251	354	196	55	229	259	216	225	187	179	254	261	505	
7F	20-40	716	725	545	662	101	15								662	1'279	GF
7F	40-60	375	313	186	291	96	33	287	317	189					278	537	GF
7H	0-20	41	29	43	38	8	20								38	38	GF
7H	20-40	32	31	41	35	6	16								35	35	

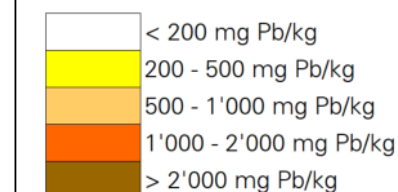
Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
8F	0-20	40	44	39	41	3	6								41	41	
8F	20-40	<BG	33	28	31	4	12								31	31	
9C	0-20	172	182	155	170	14	8								170	328	GF
9D	0-20	<BG	32	<BG	32	#####	#####								32	32	
9D	20-40	19	26	21	22	4	16								22	22	
BS1	0-20	297	276	294	289	11	4								289	558	
BS1	20-40	310	299	424	344	69	20								344	665	
BS1	40-80	456	142	125	241	186	77	271	189	218	190	367	140	108	221	426	
BS1	80-120	77	109	201	129	64	50	61	87						107	207	
BS2	0-20	115	270	213	199	78	39	92	133	133	111	118	123	144	145	281	GF
BS2	20-40	69	65	53	62	8	13								62	120	
BS2	40-80	1'268	1'067	937	#####	167	15	1'448	1'041	1'344	963	792	1'203	907	1'097	2'120	
BS2	80-120	1'463	1'077	1'127	#####	210	17	1'130	1'420	983	1'042	1'250	1'320	1'112	1'192	2'304	
BS2	120-160	2'319	2'049	2'881	#####	424	18	1'617	3'062	2'508	1'462	2'268	1'834	3'787	2'379	4'597	
BS2	160-200	2'590	1'675	3'700	#####	1'014	38	1'691	2'684	3'139	1'385				2'409	4'655	
BS2	200-220	24	<BG	<BG	24	#####	#####								24	24	
BS3	0-20	916	273	926	705	374	53	524							660	1'275	GF
BS3	20-40	1'971	481	204	885	950	107	481	575	725	334				682	1'317	GF
BS3	40-80	138	156	70	121	45	37	120	98	119	86	127			114	221	GF

Probe	Tiefe	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert 1-3	Standard-abweichung	Relat. Stabw. [%]	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Messung 7	Messung 8	Messung 9	Messung 10	Mittelwert 1-3; 1-10	Bleiwert [mg/kg] korrigiert mit Korrekturfaktor 1.9324	Geschossfragmente
BS3	80-120	86	52	60	66	18	27	108	98	58	107				81	157	
BS3	120-160	55	106	51	71	31	43	169	54	84	54	40	79	51	74	144	
BS3	160-200	67	852	280	400	406	102	105	81	122	85	192	189	240	221	428	
BS4	0-20	545	660	294	500	187	37	595	441	524	209	735	205	324	453	876	
BS4	20-40	144	228	388	253	124	49	177	206	116	221	207	156	124	197	380	
BS4	40-80	45	38	43	42	4	9	28							39	39	
BS5	0-20	248	350	306	301	51	17								301	582	
BS5	20-40	460	286	1'087	611	421	69	425	246	350	974	240	181	300	455	879	
BS5	40-80	48	177	35	87	79	91								87	167	
BS5	80-120	389	199	422	337	120	36	282	300	261	237	418	267	285	306	591	
BS5	120-150	657	684	888	743	126	17	454	822	582					681	1'316	
BS5	150-155	<BG	<BG	<BG	#####	#####	#####								#DIV/0!	#DIV/0!	
BS6	0-20	103	71	76	83	17	21								83	161	
BS6	20-40	42	33	44	40	6	15								40	40	
BS6	40-80	25	60	42	42	18	41								42	42	
BS6	80-120	300	347	428	358	65	18								358	692	
BS6	140	27	<BG	50	39	16	42								39	39	
BS7	80-120	93	70	58	74	18	24								74	142	
F3.5	0-20	399	758	641	599	183	31	581	717	681	628	587	565	547	610	1'180	
F3.5	20-40	1'626	1'121	2'188	####	534	32	999	1'489	1'557	1'527	1'299	1'523	1'622	1'495	2'889	

A4 Belastungspläne 0-0.2m / 0.2-0.4 m

38 Probenahmepunkte
35 ● XRF-Messungen
Bleigehalte korrigiert in mg/kg

Belastungskategorien



_G	Geschossfragmente im Horizont vorhanden
----	---

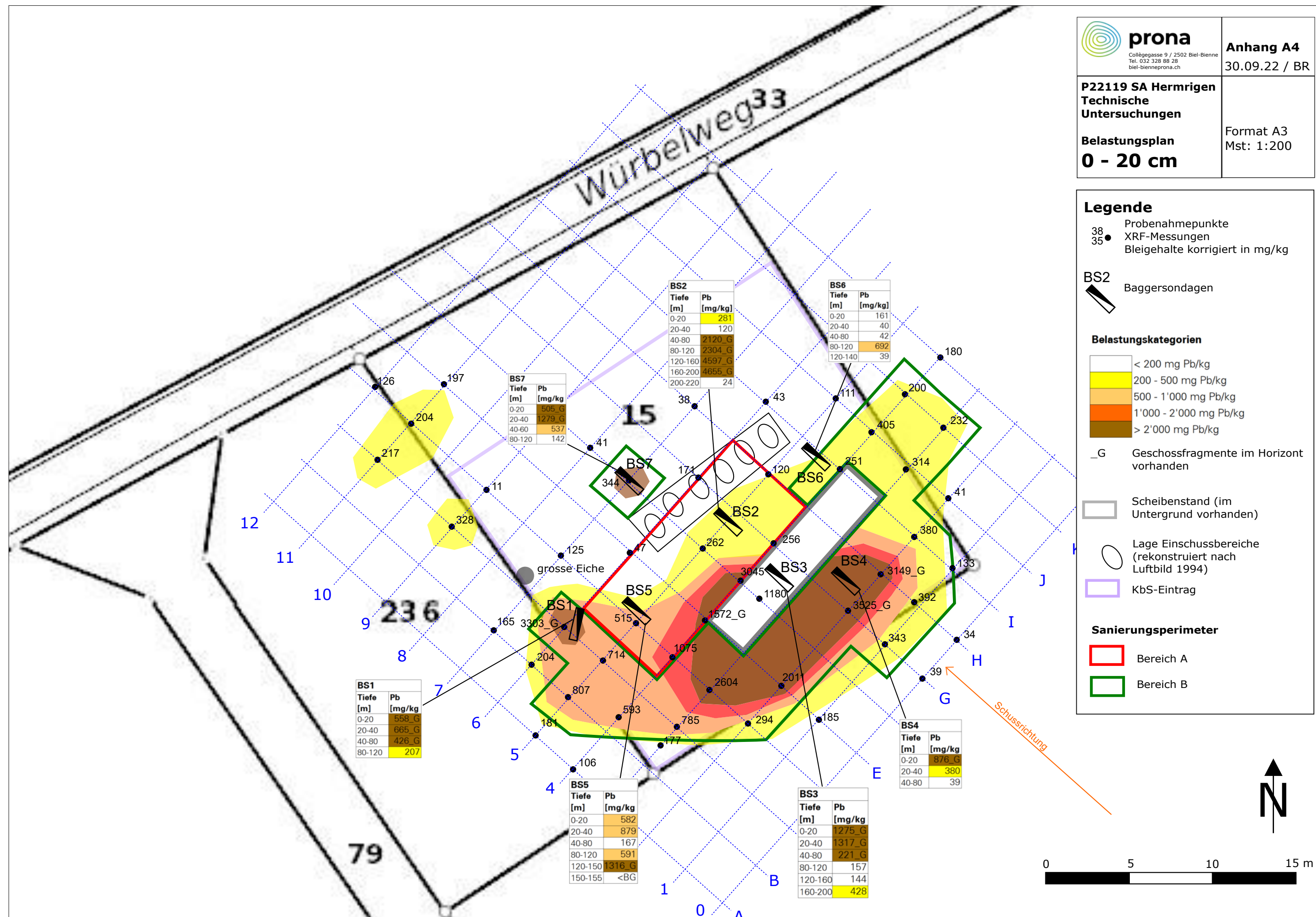
 Scheibenstand (im Untergrund vorhanden)

 Lage Einschussbereiche
(rekonstruiert nach
Luftbild 1994)

☐ KbS-Eintrag

Sanierungsperimeter

- Bereich A
- Bereich B



Legende

38●

35●

Probenahmepunkte
XRF-Messungen
Bleigehalte korrigiert in mg/kg

BS2



Baggersondagen

Belastungskategorien

< 200 mg Pb/kg
200 - 500 mg Pb/kg
500 - 1'000 mg Pb/kg
1'000 - 2'000 mg Pb/kg
> 2'000 mg Pb/kg

_G

Geschossfragmente im Horizont vorhanden

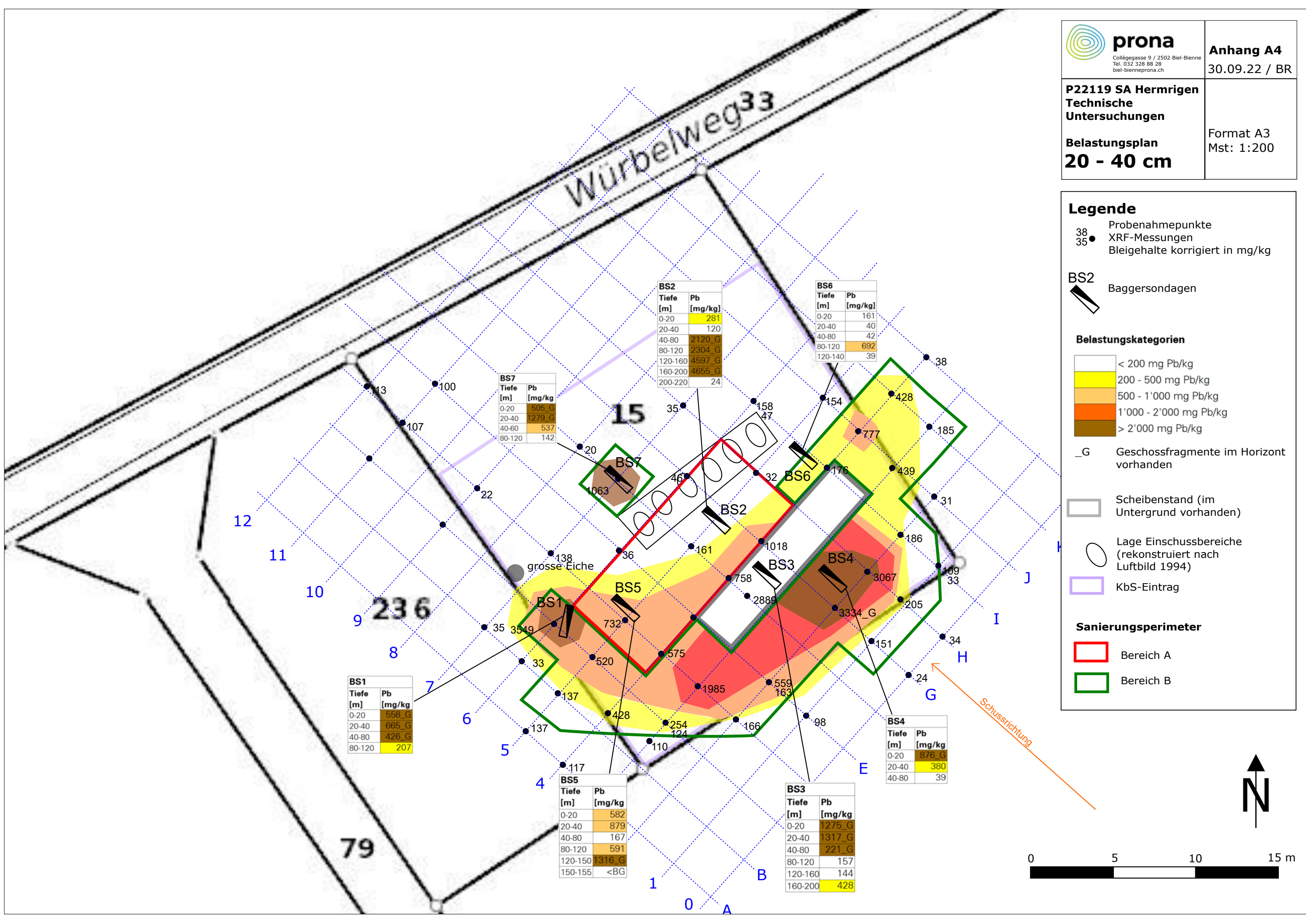
Scheibenstand (im Untergrund vorhanden)

Lage Einschussbereiche (rekonstruiert nach Luftbild 1994)

KbS-Eintrag

Sanierungsperimeter

Bereich A
Bereich B



A5 Sanierungspläne 0-0.2m / 0.2-0.4 m

Legende

38

35

Probenahmepunkte
XRF-Messungen
Bleigehalte korrigiert in mg/kg

BS2



Baggersondagen

Belastungskategorien

< 200 mg Pb/kg

200 - 500 mg Pb/kg

500 - 1'000 mg Pb/kg

1'000 - 2'000 mg Pb/kg

> 2'000 mg Pb/kg

_G

Geschossfragmente im Horizont
vorhanden

Scheibenstand (im
Untergrund vorhanden)

Lage Einschussbereiche
(rekonstruiert nach
Luftbild 1994)

KbS-Eintrag

Sanierungsperimeter

Bereich A

Bereich B

Würbelweg 33

15

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

236

79

grosse Eiche

BS1

BS2

BS3

BS4

BS5

BS6

BS7

38

35

126

197

204

217

11

328

125

41

344

174

43

111

180

200

232

405

314

41

380

133

3149_G

392

343

34

39

185

201

294

785

177

106

181

807

714

515

1572_G

3045

1180

256

262

120

251

165

3303_G

204

593

2604

1075

582

879

167

591

1316_G

<BG

1275_G

1317_G

221_G

157

144

428

876_G

380

39

558_G

665_G

426_G

207

505_G

1279_G

537

142

281

2120_G

2304_G

4597_G

4655_G

24

161

40

42

692

39

Schussrichtung

Legende

38

35

Probenahmepunkte
XRF-Messungen
Bleigehalte korrigiert in mg/kg

BS2



Baggersondagen

Belastungskategorien

< 200 mg Pb/kg
200 - 500 mg Pb/kg
500 - 1'000 mg Pb/kg
1'000 - 2'000 mg Pb/kg
> 2'000 mg Pb/kg

_G
Geschossfragmente im Horizont
vorhanden

Scheibenstand (im
Untergrund vorhanden)

Lage Einschussbereiche
(rekonstruiert nach
Luftbild 1994)

KbS-Eintrag

Sanierungsperimeter

Bereich A
Bereich B

BS1

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	558_G
20-40	665_G
40-80	426_G
80-120	207

BS2

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	281
20-40	120
40-80	2120_G
80-120	2304_G
120-160	4597_G
160-200	4655_G
200-220	24

BS3

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	1275_G
20-40	1317_G
40-80	221_G
80-120	157
120-160	144
160-200	428

BS4

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	876_G
20-40	380
40-80	39

BS5

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	582
20-40	879
40-80	167
80-120	591
120-150	1316_G
150-155	<BG

BS6

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	161
20-40	40
40-80	42
80-120	692
120-140	39

BS7

Tiefe [m]	Pb [mg/kg]
0-20	505_G
20-40	1279_G
40-60	537
80-120	142

A6 Profile und Fotos Baggersondagen

BS1

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.10	Humus (Oberboden)	
1.10	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Einzelne Geschosse bis 0.8 m Tiefe.	
1.30 (Endtiefe)	Sandstein, bröckelig, hellgrau. Natürlicher Untergrund (Molasse)	

BS2

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.60	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Keine Geschossfragmente festgestellt.	
2.00	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Einige verteilte Geschossfragmente. Andere Fremdstoffe (<5%): Ziegelbruch, Holz, Glas	
2.10 (Endtiefe)	Sandstein, bröckelig, hellgrau. Natürlicher Untergrund (Molasse)	

BS3 (im Scheibengraben)

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.05-0.10	Humus (Oberboden)	
2.00	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Einige verteilte Geschossfragmente zw. 0.2 und 0.8 m. Grössere Betonbruchstücke (bis 0.7m breit) zwischen 1.6 und 2.0 m) Bei 2.00 m: Betonplatte Scheibengraben	

BS4

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.20	Humus (Oberboden)	
0.70	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Einzelne Geschossfragmente zwischen 0 und 0.2 m.	
1.10 (Endtiefe)	Sand-Feinsand, natürlicher Untergrund (Molasse)	

BS5

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.05	Humus (Oberboden)	
1.50	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Einzelne Geschossfragmente zwischen 1.2 und 1.5 m.	
1.55 (Endtiefe)	Sandstein, bröckelig, hellgrau. Natürlicher Untergrund (Molasse)	

BS6

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.10	Humus (Oberboden)	
1.40	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Keine Geschossfragmente festgestellt. Weitere Fremdstoffe (<5%): Ziegelbruch	
1.45 (Endtiefe)	Sandstein, bröckelig, hellgrau. Natürlicher Untergrund (Molasse)	

BS7

Tiefe bis [m]	Beschreibung	Fotos
0.10	Humus (Oberboden)	
1.20 (Endtiefe)	Auffüllung sandig-siltig mit wenig Kies. Einzelne Geschosse bis 0.8 m Tiefe. Weitere Fremdstoffe (<5%): Ziegelbruch, Leitungsrohr	