Anhang 2

300m-Schiessanlage "Kirchfeld"

SANIERUNGSPROJEKT

6048 Horw



Auftrags-Nr.
2019-0315

Auftraggeber
Gemeinde Horw
Baudepartement
Umweltschutz
Gemeindehausplatz 1
6048 Horw

Koordinaten
2'666'700, 1'208'610

Standort-Nr. KbS:
1058B0076

Parz.-Nrn.
215, 2967

Titelbild:
Blick vom Schützenhaus zum ehemaligen Kugelfang der 300m-Schiessanlage "Kirchfeld" Horw.
10.5.2019, Blickrichtung N

11. September 2019

HAUPTSITZ
Büttenenhalde 42
CH-6006 Luzern

T 041 375 61 00
info@fsgeolog.ch

FILIALE
Klostermatt 4
CH-6415 Arth

www.fsgeolog.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	**Ausgangslage und Zielsetzung**	**1**
1.1.	Ausgangslage	1
1.2.	Geologische / Hydrogeologische Verhältnisse	2
1.3.	Grundeigentumsverhältnisse	2
1.4.	Zielsetzung des Sanierungsprojekts	3
1.5.	Beteiligte	3
1.6.	Verwendete Unterlagen	4
1.7.	Durchgeführte Arbeiten	4
2.	**Rechtliche Aspekte**	**5**
2.1.	Allgemeine Regelungen	5
2.2.	Regelungen zur Entsorgung	6
2.3.	Gesuche und Bewilligungen	6
3.	**Historische Untersuchung**	**7**
3.1.	Geschichtliche Entwicklung	7
3.2.	Schusszahlen	8
4.	**Technische Untersuchung**	**9**
4.1.	Probenahme und Analytik	9
4.1.1.	Bodenprobenahmen	9
4.1.2.	Untersuchung mittels mobilem XRF-Gerät	9
4.1.3.	Korrektur der mXRF-Messungen	10
4.2.	Resultate	12
4.3.	Interpretation der Resultate	13
4.3.1.	Horizontale Schadstoffverteilung	13
4.3.2.	Vertikale Schadstoffverteilung	13
5.	**Sanierungsbedarf, Sanierungsziel, Dringlichkeit**	**14**
5.1.	Sanierungsbedarf	14
5.1.1.	Schutzgut Boden	14
5.1.2.	Schutzgut Grundwasser	14
5.1.3.	Schutzgut oberirdische Gewässer	14
5.2.	Sanierungsziel	15
5.3.	Sanierungsvarianten	15
5.4.	Dringlichkeit der Sanierung	16
5.5.	Empfohlene Sanierungsvariante	16

6. Entsorgungskonzept 17
6.1. Abfallarten 17
6.2. Gesetzeskonforme Entsorgung des mit Blei und Antimon belasteten Aushubmaterials 17
6.3. Gesetzeskonforme Entsorgung des mit Quecksilber belasteten Aushubmaterials 19
6.4. Zu erwartende Massen und Qualitäten 19
6.5. Entsorgungswege 20
6.6. Behandlung in einer Bodenwaschanlage 21
6.7. Ablagerung auf einer Deponie Typ D/E 21
6.8. Ablagerung auf einer Deponie Typ B 21
6.9. Schnittgut 21
7. Aushubarbeiten und Begleitung der Sanierungsarbeiten 22
7.1. Voraussetzungen und Vorbereitungen 22
7.2. Aushubperimeter 22
7.3. Zufahrt und Aushubvorgang 22
7.4. Bodenschutzkonzept 23
7.5. Triage & Qualitätssicherung 23
7.6. Arbeitssicherheit 24
7.7. Begleitung der Sanierungsarbeiten 24
8. Transporte 25
8.1. Anzahl LKW-Fuhren und Fahrziele 25
8.2. VeVA-Bewilligung 25
8.3. Sicherheitsaspekte Transport & Bestimmung der Mengen 26
9. Restbelastung und Rekultivierung 27
9.1. Restbelastung & Erfolgskontrolle 27
9.2. Rekultivierung 27
10. Umweltauswirkungen 28
10.1. Auswirkungen der Sanierungsmassnahmen auf die Umwelt 28
11. Kostenschätzung 29
11.1. Sanierungskosten 29
11.2. Abgeltungen des Bundes und des Kantons 30
11.3. Verursacheranteile 30
11.4. Restkosten 31
12. Weiteres Vorgehen 32

Anhang

Anhang A1	Auszug Gewässerschutzkarte (1:10'000) und Nutzungsplanung (1:5'000)
Anhang A2	Legende Gewässerschutzkarte und Nutzungsplanung
Anhang A3	Auszug KbS und Grundbuchplan 1:2'000
Anhang A4	Übersichtsplan geologische / hydrogeologische Verhältnisse
Anhang A5	Legende geologische / hydrogeologische Verhältnisse
Anhang A6	Gefahrenkarte 1:5'000 inkl. Legende
Anhang A7	Übersichtsplan Baustelleneinrichtung 1:2'000
Anhang B	Probenahmeplan 1:500
Anhang C1	Belastungsplan 1:500
Anhang C2	Belastungsplan 1:500 inkl. Tiefenprofile 1:15
Anhang C3	Belastungsplan Schützenhaus 1:250
Anhang D	Tiefenprofil Kugelfang 1:400
Anhang E	Resultate der XRF-Messungen
Anhang F	Untersuchungsbericht Bachema AG, 6. Juni 2019
Anhang G1	Kostentabelle - Minimalsanierung
Anhang G2	Kostentabelle – Teilsanierung
Anhang G3	Kostentabelle – Totalsanierung
Anhang H1	Formular "Historische Angaben"
Anhang H2	Schiessanlage Kirchfeld (Felmis), Horw, Kt. Luzern Bericht Altlastenuntersuchung, 26. März 1999

Zusammenfassung

Ausgangslage

Die 300m-Schiessanlage "Kirchfeld" in der Gemeinde Horw wurde um 1907 mit acht Scheiben in Betrieb genommen. 1949 wurde die Anlage auf 18 Scheiben ausgebaut. Als Kugelfang diente der natürlich gewachsene Hang. 1994 wurde der Schiessbetrieb eingestellt. Der Zeigerstand wurde 1995 teilweise rückgebaut und mit zugeführtem Aushubmaterial überdeckt.

Der Standort befindet sich ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_u. Der Einschussbereich liegt im Wald. Aufgrund der durchgeführten Gefährdungsabschätzung besteht für das Schutzgut Boden ein Sanierungsbedarf. Aufgrund der Naturgefahrensituation sind zudem Sanierungsarbeiten innerhalb des Waldes erforderlich.

Sanierungsziel

Ziel der Sanierung ist, die Einwirkung auf das Schutzgut Boden so weit zu vermindern, dass keine Sanierungsbedürftigkeit nach Altlasten-Verordnung mehr gegeben ist und eine Rekontamination verhindert werden kann. Dazu wurden drei Sanierungsvarianten formuliert.

Die Umsetzung der Minimalsanierung umfasst die horizontale Dekontamination bis 1'000 ppm Blei und eine vertikale Dekontamination bis 50 ppm Blei in der Landwirtschaftszone resp. 1'000 ppm Blei im Wald. Vor Ort verbleiben landwirtschaftliche Nutzungseinschränkungen und der Eintrag im Kataster der belasteten Standorte (KbS) bleibt bestehen.

Die Teilsanierung beinhaltete eine zusätzliche horizontale Dekontamination bis 200 ppm Blei in der Landwirtschaftszone. Die vertikale Dekontamination erfolgt analog zur Minimalsanierung. Mit der Teilsanierung entfallen die landwirtschaftlichen Nutzungseinschränkungen, der Standort verbleibt aber im KbS.

Bei der Totalsanierung beträgt der Sanierungszielwert vertikal wie horizontal 50 ppm Blei sowohl im Wald als auch in der Landwirtschaftszone. Mit dieser Sanierungsvariante verbleiben keine landwirtschaftlichen Nutzungseinschränkungen und der Standort wird aus dem KbS entlassen.

Aus wirtschaftlicher und ökologischer Betrachtungsweise wird für den vorliegenden Standort die Teilsanierung empfohlen

Kosten

Die Kostenschätzung beläuft sich je nach Sanierungsvariante auf rund Fr. 712'300.- für die Minimalsanierung, rund Fr. 760'600.- für die Teilsanierung und rund Fr. 1'003'400.- für die Totalsanierung (alle Beträge exkl. MwSt.).

Aus heutiger Sicht können für die 18 Einschussbereiche Bundesbeiträge à Fr. 8'000.- geltend gemacht werden. Bei einer vollumfänglichen Abgeltung könnte mit maximal Fr. 144'000.- gerechnet werden. Zudem wird der Verursacheranteil der Gemeinde sowie anfallende Ausfallkosten bis zur Erreichung des "minimalen" Sanierungsziels durch die kantonale Sonderabgabe zur Altlastensanierung gedeckt.

1. Ausgangslage und Zielsetzung

1.1. Ausgangslage

Die 300m-Schiessanlage "Kirchfeld" in Horw ist im Kataster der belasteten Standorte des Kt. Luzern (KbS) mit der Nummer 1058B0076 eingetragen. Der Katastereintrag beinhaltet den Kugelfang der 300m-Schiessanlage wie auch den Perimeter vor den Lägern beim Schützenhaus. Der Standort befindet sich gemäss Geoportal Luzern zu Teilen in der Landwirtschaftszone und im Wald. Die Einschussbereiche liegen im Wald, rund 5 m vom Waldrand entfernt. Der Bereich vor den Lägern des Schützenhauses befindet sich in der Grünzone (vgl. Anhang A).

Die 300m-Schiessanlage war von 1907 bis 1994 in Betrieb. Im Jahr 1949 wurde die bestehende Schiessanlage um 9 Scheiben auf total 18 Scheiben ausgebaut. Im Frühjahr 1995 wurde die Betonkonstruktion des Zeigerstandes und die Prellmauer durch die Firma Waser AG und den Zivilschutz teilweise abgebrochen und in der verbleibenden Betonkonstruktion "entsorgt". Die restliche Verfüllung des Zeigerstandes erfolgte mit Aushubmaterial des heutigen Pilatusmarktes (Anhang H2).

Im Jahr 1999 wurde durch die Firma Geologische Beratungen Dr. Franz Schenker AG eine Altlastenuntersuchung durchgeführt[1], aufgrund welcher in der Landwirtschaftszone Nutzungseinschränkungen ausgeschieden wurden.

Schiessanlagen innerhalb der Landwirtschaftszone gelten nach der Stilllegung automatisch als sanierungsbedürftige Standorte gemäss "VASA-Abgeltungen bei Schiessanlage" (vgl. Kap. 2). Im vorliegenden Fall liegen aber die Einschussbereiche im Wald. Daher ist ein Sanierungsbedarf nicht automatisch gegeben. Im Auftrag der Gemeinde Horw wurde die Sanierungsbedürftigkeit basierend auf den Messwerten aus dem Jahr 1999 neu beurteilt[2]. Da eine Sanierungsbedürftigkeit gegeben war, wurde die Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG mit der Ausarbeitung eines Sanierungsprojekts für die Schiessanlage beauftragt. Dieses beinhaltet die Darstellung der vorhandenen Blei- und Quecksilberbelastungen, das Aufzeigen möglicher Sanierungsziele und die Kostenschätzung von Sanierungsvarianten für den Standort.

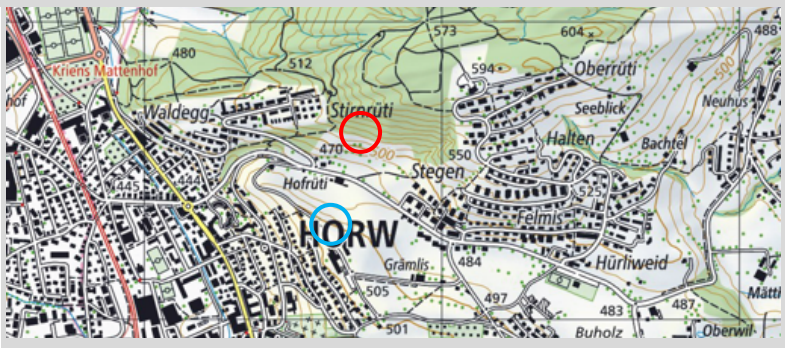


Abbildung 1:
Topografische Karte 1:25'000 mit der Lage des stillgelegten Kugelfangs (roter Kreis) und des ehemaligen Schützenhauses (blauer Kreis).

(PK25@swisstopo.ch, reproduziert mit Bewilligung von swisstopo, JA100125)

[1] Schiessanlage Kirchfeld (Felmis), Horw, Kt. Luzern – Altlastenuntersuchung vom 10. Mai 1999, Geologische Beratungen Dr. Franz Schenker

[2] 300m-Schiessanlage "Kirchfeld", 6048 Horw, Beurteilung Sanierungsbedürftigkeit nach AltlV, Kurzbericht vom 16. April 2019, Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG

Weitere allgemeine Informationen können dem Steckbrief gemäss Tab. 1, bzw. dem Anhang A entnommen werden.

Tabelle 1: Steckbrief der 300m-Schiessanlage "Kirchfeld" in Horw

Name der Schiessanlage	300m-Schiessanlage "Kirchfeld"
Betriebsdauer	1907 - 1994
Objekt-Nr. KbS	1058B0076
Gemeinde	Horw
Zentrumskoordinate / Höhe Schützenhaus	2'666'615, 1'208'305, 505 m ü. M.
Zentrumskoordinate / Höhe Einschussbereich	2'666'700, 1'208'615, 515 m ü. M.
Schussrichtung	NNW
Parzelle Kugelfang	Parzelle Kat.-Nr.: 215
Zone Schützenhaus / Kugelfang	Landwirtschaftszone
Art Kugelfang	natürlich gewachsener Hang
Anzahl Scheiben (heute) / (maximal)	0 / 18
Gewässerschutz	ausserhalb Gewässerschutzbereich
aktuelle Nutzung	umzäunt, nicht genutzt

1.2. Geologische / Hydrogeologische Verhältnisse

Das Gebiet "Bireggwald" wird durch Mergel-, Silt- und Sandsteine der Formation der Granitischen Molasse aufgebaut (untere Süsswassermolasse), welche stellenweise geringmächtig durch quartäre Sedimente (Moräne / Bachschutt / Gehängelehm) überdeckt werden. Diese quartären Lockergesteine sind im Allgemeinden als schlecht durchlässig einzustufen. Die Felsoberfläche befindet sich in einer Tiefe von 2 – 4 m. Der Einschussbereich befindet sich gemäss Gefahrenkarte (Anhang A6) im Gefahrenbereich für Spontanrutschungen und Hangmuren.

Rund 135 m hangabwärts fliesst ein namenloser Bach, welcher grösstenteils eingedohlt und nur im Bereich Althof auf einer kurzen Strecke offengelegt ist.

Der Einschussbereich liegt rund 500 m ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_u. Auch im entfernten Abströmbereich sind keine Quell- und Grundwasserfassungen verzeichnet. Am Standort sind keine Grundwasservorkommen vorhanden. Ein Übersichtsplan zu den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen befindet sich im Anhang A4.

1.3. Grundeigentumsverhältnisse

Der KbS-Eintrag gemäss Geoportal des Kantons Luzern liegt innerhalb der Parzellen Nrn. 215 und 2967 (vgl. Anhang A3). Die Tab. 2 fasst die Grundeigentumsverhältnisse zusammen.

Tabelle 2: Grundeigentumsverhältnisse (Stand August 2019)

Parz. Kat.-Nr.	Grundeigentümer	Bemerkungen
215	Buholzer Christian, Horw	Landwirtschaftszone, Wald
2967	Einwohnergemeinde Horw, Horw	Grünzone, Wald

1.4. Zielsetzung des Sanierungsprojekts

Das vorliegende Sanierungsprojekt soll als Grundlage für die notwendige Genehmigung der Sanierung durch die Aufsichtsbehörde dienen und zum Bezug von Bundesbeiträgen berechtigen. Dies wird durch folgende Arbeitsschritte erreicht:

- Erstellen eines historischen Abrisses über die Entwicklung und Nutzungsgeschichte der Schiessanlage, inkl. Abschätzung der Schusszahlen. Dies basierend auf den Angaben durch den Verantwortlichen der Feldschützengesellschaft Horw, Herr Hans-Ruedi Jung (Anhang H: Formular "Sanierung von Kugelfängen bei Schiessanlagen - Historische Angaben")
- Bestimmung des Sanierungsperimeters mittels Bodenuntersuchungen sowie der Massen, Eigenschaften und des Belastungsgrades des zu entsorgenden Aushubmaterials im Hinblick auf die Aushubarbeiten, die Transporte und die Entsorgung.
- Definition der drei Sanierungsziele "Minimalsanierung", "Teilsanierung" und "Totalsanierung" mit den jeweiligen Sanierungsmassnahmen und entsprechender Kostenschätzung für Aushub, Transport und Entsorgung des Kugelfangmaterials inklusive Fachbauleitung dieser Arbeiten.
- Bestimmung von gleichzeitig umweltkonformen und kostengünstigen Entsorgungswegen.
- Aufzeigen der Auswirkungen der Sanierungsmassnahmen auf die Umwelt, sowie Aufzeigen der verbleibenden Restbelastung und notwendiger Massnahmen bezüglich Rekultivierung.
- Das Sanierungsprojekt soll als Grundlage für die notwendige Sanierungsverfügung und der Baubewilligung dienen.

1.5. Beteiligte

Tabelle 3: Beteiligte und Funktion

Name	Funktion
Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG	Fachbüro Altlasten, Erarbeitung Sanierungsprojekt
Dienststelle Umwelt und Energie (uwe), Kt. Luzern	Aufsichtsbehörde
Gemeinde Horw	Auftraggeber
Feldschützengesellschaft Horw	ehem. Betreiber Schiessanlage

1.6. Verwendete Unterlagen

Allgemein gültige Verordnungen und Regelungen für die Altlastenbearbeitung bei Schiessanlagen sind im Kap. 2 aufgeführt. Zusätzlich verwendete Unterlagen sind in Tab. 4 zusammengestellt:

Tabelle 4: Verwendete Unterlagen

Bezeichnung / Berichtverfasser	Datum
Schiessanlage Kirchfeld (Felmis), Horw, Kt. Luzern – Altlastenuntersuchung, Geologische Beratungen Dr. Franz Schenker	Mai 1999
300m-Schiessanlage "Kirchfeld", Beurteilung Sanierungsbedürftigkeit nach AltlV, Kurzbericht, Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG	April 2019
Merkblatt "Bodenbelastung bei Schiessanlagen, Dienststelle Umwelt und Energie, Luzern	Februar 2019
Merkblatt "Sanierung von Schiessanlagen", Dienststelle Umwelt und Energie, Luzern	Februar 2019
Arbeitshilfe "Anforderungen an das Sanierungsprojekt von Schiessanlagen", Dienststelle Umwelt und Energie, Luzern	Februar 2019
BAFU Mitteilung Nr. 34/06 "VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen", 3. Auflage	September 2018
"Vollzugshilfe Altlastenbearbeitung bei Schiessanlagen", Baudirektion Kt. Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft	August 2008
Artikel "Schiessanlagen können Fliessgewässer belasten", Umwelt Aargau Nr. 37, Abteilung für Umwelt (AfU) Kt. Aargau	August 2007
Diverses Kartenmaterial Geoportal Kt. Luzern	Stand August 2019

1.7. Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen des vorliegenden Sanierungsprojekts wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

Tabelle 5: Durchgeführte Arbeiten

Zeitraum	Aktivität	Ausgeführt durch
10. Mai 2019	Probenahme Boden, Messungen mXRF-Gerät	Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG
Mai – Juni 2019	Aufbereitung und Analysen der Referenzproben nach VBBo (Blei) und VVEA (Blei und Antimon)	Bachema AG
Juni – Juli 2019	Historische Abklärung der Standortgeschichte in Zusammenarbeit mit der Feldschützengesellschaft	Feldschützengesellschaft Horw
Juli – August 2019	Auswertung der Resultate, Gefährdungsabschätzung, Berechnung der Kubaturen, Kostenschätzung und Berichterstattung	Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG

2. Rechtliche Aspekte

2.1. Allgemeine Regelungen

Das "Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)" vom 7. Oktober 1983 bildet das Rahmengesetz für die Altlastenbearbeitung. Gemäss Art. 32e, Abs. 3, Bst. c des USG (Stand Januar 2018) leistet der Bund Abgeltungen an die Untersuchung, Überwachung und Sanierung von Kugelfängen, wenn:

- auf Standorte in Grundwasserschutzzonen nach dem 31.12.2012 keine Abfälle mehr gelangt sind (d.h. nicht mehr ins Erdreich geschossen wurde).
- auf die übrigen Standorte nach dem 31.12.2020 keine Abfälle mehr gelangt sind (d.h. nicht mehr ins Erdreich geschossen wurde).

Explizit auf die Altlasten abgestimmt ist dabei die "Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltlV)" vom 26. August 1998 (Stand Mai 2017). Durch die Kontamination von Boden kommt bei Schiessanlagen auch die "Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)" vom 1. Juli 1998 (Stand April 2016) zur Anwendung.

Die Voraussetzungen zur finanziellen Beteiligung des Bundes finden sich in der "Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA)" vom 26. September 2008 (Stand Januar 2016) und in der BAFU-Vollzugshilfe "VASA-Abgeltungen bei Schiessanlage" (Stand September 2018).

Die Restkosten müssen durch die Verursacher getragen werden (Art. 32d Abs. 1 USG, Stand Januar 2018). Seit dem Jahr 2017 besteht im Kanton Luzern eine Sonderabgabe zur Altlastensanierung. Diese dient gemäss USV[3] Art. 32a zur Deckung von Ausfallkosten sowie zur Deckung der Kosten, welche die Gemeinden als Verursacherinnen zu tragen haben.

[3] Umweltschutzverordnung (USV) vom 15.12.1998 (Stand 01.03.2017)

2.2. Regelungen zur Entsorgung

Die Entsorgungswege (vgl. Kap. 6) des mit Schwermetallen belasteten Materials wurden im Einklang mit folgenden Regelungen definiert:

- "Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, Abfallverordnung (VVEA)" vom 1. Januar 2016 (Stand Januar 2018)
- "Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA)" vom 22. Juni 2005 (Stand Januar 2018)
- BUWAL-Vollzugshilfe "Bodenschutz- und Entsorgungsmassnahmen bei 300m-Schiessanlagen", Oktober 1997
- BUWAL-Vollzugshilfe "Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie)", Juni 1999
- BUWAL-Vollzugshilfe "Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub)“, Dezember 2001
- BAFU Mitteilung Nr. 34/06 "VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen", 3. Auflage, September 2018

2.3. Gesuche und Bewilligungen

Das vorliegende Sanierungsprojekt dient als Grundlage für das Baubewilligungsverfahren und als Basis für das Gesuch um die Bundesabgeltungen zu beantragen. Es ist bei der Dienststelle Umwelt und Energie (uwe) des Kantons Luzern zur Prüfung einzureichen.

3. Historische Untersuchung

3.1. Geschichtliche Entwicklung

Die 300m-Schiessanlage wurde 1907 mit 8 in Betrieb genommen. 1949 wurde die Anlage auf total 18 Scheiben erweitert. Die Anlage wurde durch die Feldschützengesellschaft Horw und den Wehrschiessverein Horw genutzt. Als Kugelfang diente der natürlich gewachsene Hang. 1994 wurde der Schiessbetrieb eingestellt. In Abbildung 2 ist die Entwicklung der 300m-Schiessanlage in Luftbildern aus den Jahren 1931, 1951, 1994 und 2000 zu erkennen.



Abbildung 2: Ausschnitt aus vier Luftbildern der swisstopo aus den Jahren 1931, 1951, 1994 und 2000 (von links nach rechts). Die Erweiterung der SA im Jahr 1949 ist deutlich zu erkennen. In der Luftaufnahme aus dem Jahr 2000 ist der Scheibenstand bereits eingeebnet, überdeckt und bewachsen.
(Luftbilder swisstopo s/w (swisstopo): PK25@swisstopo.ch, reproduziert mit Bewilligung von swisstopo, JA100125)

Im Frühjahr 1995 wurde der Scheibenstand eingeebnet und das Land wieder landwirtschaftlich nutzbar gemacht. Dazu wurde der oberste Meter der Scheibenstand-Betonmauer abgebrochen und im verbleibenden Scheibenstandteil deponiert. Auch die Prallmauer wurde abgebrochen und im Scheibenstand entsorgt. Prallplatte und Scheiben wurden abgeführt. Der gesamte Bereich um den Scheibenstand wurde mit ca. 100 m^3 extern zugeführtem Aushubmaterial überdeckt. Am Kugelfang wurden keine Arbeiten ausgeführt (Anhang H2).

3.2. Schusszahlen

Gesicherte Schusszahlen sind nicht vorhanden. Aus dem Bericht von 1999 geht hervor, dass zwischen 1990 und 1992 rund 70'000 Schuss pro Jahr und während der gesamten Betriebsdauer rund 3'234'000 Schuss abgegeben wurden (Anhang H2, Tab. 6).

Die jährlichen Schusszahlen wurden von den Verantwortlichen der Feldschützengesellschaft abgeschätzt (Anhang H1). Daraus ergeben sich folgende Anteile für die beiden Nutzer der Anlage:

- Gemeinde Horw: 95 %
- Feldschützengesellschaft Horw: 2.5 %
- Wehrschiessverein Horw: 2.5 %

Tabelle 6: Abgeschätzte Schusszahlen und ins Erdreich eingebrachte Blei- und Antimonmengen

Zeitbereich	Jährliche Schusszahl	Munitionsart	Gesamte Schusszahl	Bleigehalt pro Geschoss [g]	Gesamte Bleimenge [kg]	Antimongehalt pro Geschoss [g]	Gesamte Antimon Menge [kg]
Feldschützengesellschaft Horw							
1907 - 1989	875	100% GP 11	72'625	8.38	608.6	0.171	12.4
1990 - 1993	1'750	50% GP 11 50% GP 90	3'500 3'500	8.38 2.99	29.3 10.5	0.171 0.060	0.6 0.2
1993 - 1994	1'225	50% GP 11 50% GP 90	613 613	8.38 2.99	5.1 1.8	0.171 0.060	0.1 0.0
Wehrschiessverein Horw							
1907 - 1989	875	100% GP 11	72'625	8.38	608.6	0.171	12.4
1990 - 1993	1'750	50% GP 11 50% GP 90	3'500 3'500	8.38 2.99	29.3 10.5	0.171 0.060	0.6 0.2
1993 - 1994	1'225	50% GP 11 50% GP 90	613 613	8.38 2.99	5.1 1.8	0.171 0.060	0.1 0.0
Gemeinde Horw							
1907 - 1989	33'250	100% GP 11	2'759'750	8.38	23'126.7	0.171	471.9
1990 - 1993	66'500	50% GP 11 50% GP 90	133'000 133'000	8.38 2.99	1'114.5 397.7	0.171 0.060	22.7 8.0
1993 - 1994	46'550	50% GP 11 50% GP 90	23'275 23'275	8.38 2.99	195.0 59.6	0.171 0.060	4.0 1.4
Total im Erdreich			**3'234'000**	/	**26'214.3**	/	**534.8**

4. Technische Untersuchung

4.1. Probenahme und Analytik

4.1.1. Bodenprobenahmen

Am 10. Mai 2019 wurden vor Ort mittels Bohrstock Bodenproben nach VBBo gewonnen. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

1. Einmessen der Messraster-Knotenpunkte (Grundraster 10 m) und Einzeichnen der Probenahmestellen im Probenahmeplan.
2. Entnahme der Bodenprobe mittels Bohrstock (Pürkhauer) durch Einzelstiche in einer Tiefe von 0 – 20 cm.
3. Homogenisierung der Probe im Eimer
4. Beschriftung des Probenbeutels und Umfüllen der Probe in den Plastikbeutel
5. Messung des Bleigehalts mittels mobilem XRF-Gerät (mXRF)

Um eine bessere Vorstellung von der Belastungstiefe zu erhalten, wurden bei drei Probenahmestellen (H2, H11 und H13) Proben in einer Tiefe von 20 – 40 cm sowie 40 – 60 cm entnommen. Zudem wurden im Bereich des ehemaligen Scheibenstands, sowie im Bereich des ehemaligen Kugelfangs insgesamt drei Rammkernsondierung durchgeführt.

Der Probenahmeplan ist im Anhang B ersichtlich. Bei der Festlegung der Probenahmestandorte wurden die laufend anfallenden mXRF-Analysenresultate (vgl. Kap. 5.1.2) berücksichtigt und dementsprechend das Probenahmeraster erweitert, bis die Belastung des Bodens in der Landwirtschaftszone auf unter 100 ppm Blei abnahm.

Nebst dem Kugelfang wurde auch der Perimeter vor den Lägern des ehemaligen Schützenhauses untersucht. Dazu wurden drei Linienproben im Abstand von 2, 5 und 10 m zum Schützenhaus gewonnen.

4.1.2. Untersuchung mittels mobilem XRF-Gerät

Die gewonnenen Punktproben wurden gleich vor Ort mittels mobilem XRF-Gerät (mXRF) der Marke Niton analysiert. Dabei wurden pro Probe mindestens drei mXRF-Messungen mit einer jeweiligen Messdauer von 20 s an unterschiedlichen Stellen des Probenbeutels durchgeführt. Die einzelnen Messresultate wurden mit den gemittelten Ungenauigkeiten des Messgeräts und der fortlaufenden Messnummer aufgenommen (vgl. Anhang E).

Bei einem Mittelwert zwischen 50 und 2'000 ppm Blei und einer Abweichung vom Mittelwert > 20% wurde die Anzahl Einzelmessungen auf 10 erhöht. Dasselbe Vorgehen wurde auch bei den Tiefenproben angewandt.

4.1.3. Korrektur der mXRF-Messungen

mXRF-Messungen müssen erfahrungsgemäss korrigiert werden, da die Messwerte vom Gehalt an partikulärem Blei, vom Raumgewicht der einzelnen Probe und von der Bodenfeuchte abhängig sind. Anhand von Referenzproben, deren Bleigehalt sowohl mittels mXRF-Gerät wie auch nasschemisch analysiert worden sind, lassen sich die jeweiligen Messwerte korrigieren.

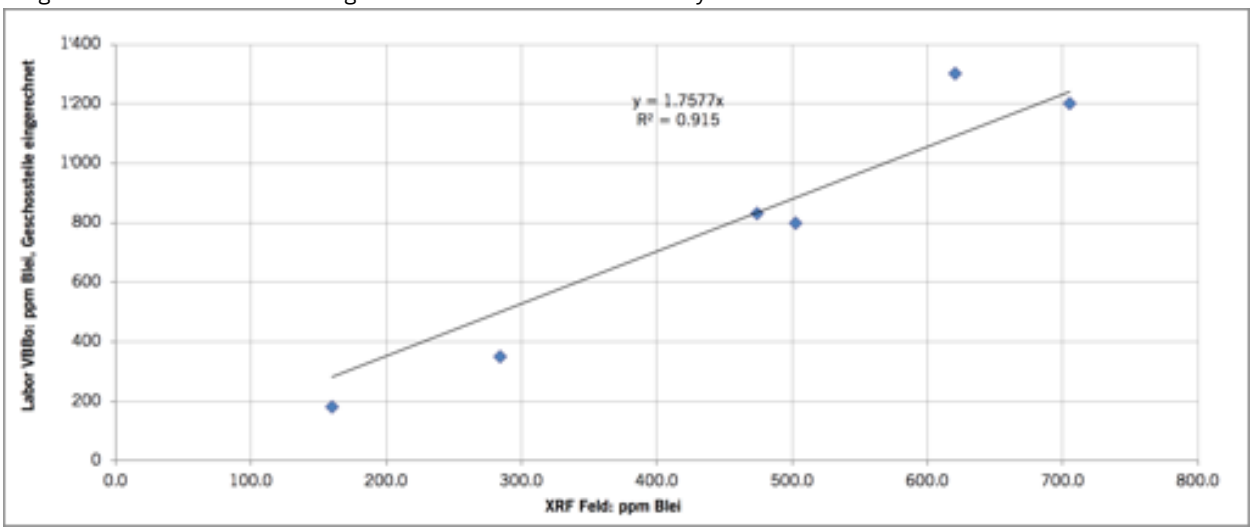
Für die Korrelationen der mXRF-Feldmessungen wurden sechs Referenzproben gewonnen. Diese wurden vor Ort mittels Metalldetektor auf Geschossteile untersucht. Pro Referenzprobe wurden zehn mXRF-Messungen mit einer jeweiligen Messdauer von 20 s an unterschiedlichen Stellen des Probenbeutels durchgeführt. Anschliessend wurden die Referenzproben im Labor nasschemisch gemäss VBBo und VVEA analysiert. In Tab. 7 werden für diese Referenzproben der Mittelwert der mXRF-Messungen vor Ort und der mittels nasschemischen Aufschlusses im Labor ermittelte Totalgehalt für Blei (inkl. partikulärer Blei-Anteil) dargestellt (vgl. Anhang F).

Tabelle 7: Mittelwert mXRF und Totalgehalt VBBo und VVEA (Laboranalysen) für Blei

Probe-Nr.	Art der Probe / Bereich (vgl. Anhang B)	Bleigehalt mXRF (Mittelwert 10 Messungen) [ppm]	Bleigehalt total (Labor VBBo) [ppm]	Bleigehalt total (Labor VVEA) [ppm]
RP1	Punktprobe, Landwirtschaftszone	160	180	200
RP2	Punktprobe, Landwirtschaftszone	284	350	320
RP3	Punktprobe, Landwirtschaftszone	474	830	870
RP4	Punktprobe, Landwirtschaftszone	503	800	1'000
RP5	Punktprobe, Wald	705	1'200	1'100
RP6	Punktprobe, Landwirtschaftszone	621	1'300	970

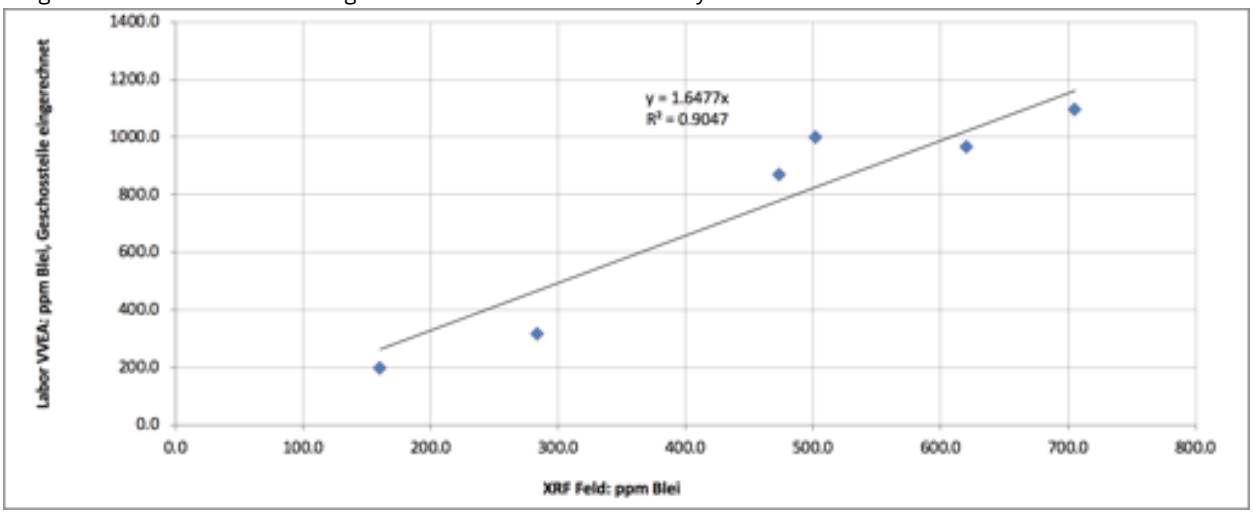
Die Korrelation mXRF – Labor (VBBo), dargestellt im Diag. 1, wird für die Beurteilung der Belastungssituation (Belastungspläne, Tiefenprofile) und zur Bestimmung des Sanierungsperimeters verwendet. Es zeigt sich, dass ein im Feld gemessener mXRF-Wert von 1'000 ppm Blei einem Totalgehalt von rund 1'760 ppm Blei gem. VBBo entspricht. Alle durchgeführten Messungen wurden gemäss dieser Korrelation korrigiert und sind in Anhang E tabellarisch aufgelistet. Für die weiteren Ausführungen im Sanierungsprojekt werden nur die korrigierten mXRF-Werte verwendet.

Diagramm 1: Korrelation des Bleigehalts der mXRF- bzw. Laboranalysen nach VBBo.



Die Korrelation mXRF – Labor (VVEA), dargestellt im Diag. 2, wird während den Aushubarbeiten für die Zuordnung des Aushubmaterials zu den Belastungskategorien gemäss Kap. 6 verwendet. Es zeigt sich, dass ein im Feld gemessener mXRF-Wert von 1'000 ppm Blei einem Totalgehalt von rund 1'680 ppm Blei gem. VVEA entspricht.

Diagramm 2: Korrelation des Bleigehalts der mXRF- bzw. Laboranalysen nach VVEA.



4.2. Resultate

Die Resultate der Bodenuntersuchungen um den Einschussbereich sind im Anhang C1 (Belastungsplan), im Anhang C2 (Belastungsplan mit Tiefenprofilen), sowie im Anhang D (Tiefenprofil / Schnitt) grafisch dargestellt. Basierend auf den ermittelten Bleibelastungen wurden Flächen, Linien und Punkte mit folgenden Belastungskategorien ausgeschieden:

- Belastungskategorie 1 – hoch belastet (rote Flächen und Punkte):
  Belastungen > 1'000 ppm Blei
- Belastungskategorie 2 – mässig belastet (gelbe Flächen und Punkte):
  Belastungen von 200 – 1'000 ppm Blei
- Belastungskategorie 3 – schwach belastet (grüne Flächen und Punkte):
  Belastungen von 50 - 200 ppm Blei
- Isolinie 1'250: Belastungen von 1’250 ppm Blei (vgl. Kap. 6)
- Isolinie 500: Belastungen von 500 ppm Blei (vgl. Kap. 6)

Die drei Bodenproben des Perimeters vor den Lägern beim Schützenhaus zeigten nur geringfügig erhöhte Belastungswerte von unter 100 ppm Blei auf (siehe Tab. 8). Da der Verdacht auf eine Belastung des Bodens durch Quecksilber bestand, wurden zwei der drei Proben durch die Bachema AG nasschemisch auf Quecksilber untersucht. Die Resultate sind in Tab. 8 dargestellt, ein Belastungsplan findet sich im Anhang C3.

Tabelle 8: Belastung durch Blei und Quecksilber vor den Lägern beim Schützenhaus

Probe-Nr.	Distanz zum Schützenhaus	Bleigehalt mXRF [ppm]	Quecksilbergehalt (Labor VBBo) [ppm]
LP2	2 Meter	72	2.2
LP5	5 Meter	31	0.08
LP10	10 Meter	36	Rückstellprobe

4.3. Interpretation der Resultate

4.3.1. Horizontale Schadstoffverteilung

Zur Bestimmung der horizontalen Schadstoffverteilung rund um den Kugelfang der 300m-SA "Kirchfeld" wurden 62 Proben entnommen und mittels mXRF analysiert. Der hoch belastete Bereich (Belastungskategorie 1, > 1'000 ppm Blei) weist eine Ausdehnung von rund 55 x 30 m auf. Mässig belastete Bereiche (Belastungskategorie 2, 200 – 1'000 ppm Blei) reichen in Richtung Norden ca. 20 m in die anderen Richtungen rund 8 m über den hoch belasteten Bereich hinaus. Die schwach belasteten Bereiche (Belastungskategorie 3, 50 – 200 ppm Blei) dehnen sich wiederum bis zu 25 m über die mässig belasteten Bereiche aus.

Die höchsten Belastungen wurden im Einschussbereich bei den Probenahmestellen H34, H40 – H42 und in der Rammkernsondierung RKS3 gemessen. Die hohen Belastungen dehnen sich in Richtung Südwesten bis zu 30 m über den ehemaligen Einschussbereich aus. Diese hohen Bleibelastungen bei den Probenahmestellen H2 und H11 entsprechen nicht den Erwartungen und könnten durch eine Verschiebung von belastetem Kugelfangmaterial im Rahmen der 1995 durchgeführten Bauarbeiten zur Ausebnung des Scheibenstandes erklärt werden.

4.3.2. Vertikale Schadstoffverteilung

Bei drei Probenahmestellen (H2, H11 und H13) wurden mittels Bohrstock Proben in einer Tiefe von 20 – 40 cm sowie 40 – 60 cm entnommen. Dabei zeigte sich, dass die Bleibelastung auch in einer Tiefe von 40 – 60 cm mit 200 – 470 ppm Blei noch ungewöhnlich hoch ist. Dies Belastungen können durch die Verschiebung von belastetem Material im Rahmen der 1995 getätigten Bauarbeiten zur Ausebnung des Scheibenstandes erklärt werden.

Der Bereich des ehemaligen Scheibenstandes wurde 1995 ausgeebnet und mit rund 20-40 cm sauberem Aushubmaterial überdeckt, was die oberflächlich niedrigen Bleikonzentration (< 100 ppm Pb) in den Rammkernsondierungen RKS1 und RKS2 erklärt. Darunter wurden bis zur Endtiefe der Sondierungen in 1.7 m Tiefe relativ hohe Bleibelastungen gemessen (RKS1: bis rund 5'000 ppm Pb, RKS2: bis rund 900 ppm Pb). Bei beiden Rammkernsondierungen wurden die vergrabenen Betonelemente des ehemaligen Scheibenstandes erreicht. Es wird davon ausgegangen, dass unterhalb dieser Betonkonstruktionen keine Belastungen mehr vorliegen.

Die Rammkernsondierung im Bereich des Kugelfangs weist bis in die Tiefe von rund 60 cm eine extrem hohe Bleikonzentration > 60'000 ppm Blei auf. Die hohen Bleibelastungen > 1'000 ppm reichen bis in eine Tiefe von rund 120 cm. Ab einer Tiefe von 140 cm wurden keine Belastungen mehr festgestellt.

5. Sanierungsbedarf, Sanierungsziel, Dringlichkeit

5.1. Sanierungsbedarf

Die in Frage kommenden Schutzgüter nach Altlasten-Verordnung (AltlV) sind Luft, Grundwasser, oberirdische Gewässer und Boden. Das Schutzgut Luft mit dem Schutzobjekt Raumluft ist vorliegend nicht relevant, weil keine geschlossenen Räume vorhanden sind.

5.1.1. Schutzgut Boden

In Übereinstimmung mit der AltlV zählt der **Waldboden nicht zum Schutzgut "Boden"** da er weder landwirtschaftlich, noch gartenbaulich noch als Kinderspielplatz genutzt wird. Jedoch ist ***das Schutzgut Boden mit einer landwirtschaftlichen Nutzung als relevant*** zu werten. Dies betrifft die Landwirtschaftszone ab dem Waldrand in südlicher Richtung der ehemaligen Einschussbereiche wie auch der Perimeter vor dem Schützenhaus (Grünzone). Gemäss dem Zonenplan Kt. Luzern liegen die Einschussbereiche im Wald, rund 5-10 m vom Waldrand entfernt (siehe Anhang A1). Innerhalb der Landwirtschaftszone, südlich der ehemaligen Einschussbereiche, betrug die maximal gemessene Bleikonzentration 2'454 ppm (H13). Dies liegt über dem relevanten Konzentrationswert nach AltlV von 2'000 mg/kg. Zudem liegen die ehemaligen Einschussbereiche mit einer Bleikonzentration von einigen 10'000 ppm gemäss Gefahrenkarte Geoportal Kt. Luzern (Anhang C) innerhalb des Perimeters für Spontanrutschungen und Hangmuren. Somit besteht eine konkrete Gefahr, dass der landwirtschaftlich genutzte Boden durch die sehr hohen Bleibelastungen des Kugelfangmaterials zusätzlich belastet wird und es so zu einer weiteren Überschreitung des Konzentrationswertes nach AltlV kommt. Daher ist gemäss Art. 2 AltlV **auch ein Sanierungsbedarf im Wald gegeben**.

Die beim Schützenhaus ermittelten Bleibelastungen betragen maximal 72 ppm und liegen deutlich unter dem relevanten Konzentrationswert gemäss AltlV. Jedoch wird der Konzentrationswert für Quecksilber von 2 ppm mit der maximal ermittelten Konzentration von 2.2 ppm 2 m vor dem Schützenhaus überschritten. Das ehemalige Schützenhaus wird derzeit für diverse Anlässe vermietet. Relevant ist daher der Konzentrationswert für Anlagen, auf denen Kinder regelmässig spielen (siehe auch Kurzbericht vom April 2019). Für den Parameter Quecksilber ist für den Bereich vor dem Schützenhaus nach Art. 12 AltlV **ein Sanierungsbedarf gegeben**.

5.1.2. Schutzgut Grundwasser

Der Kugelfangbereich liegt ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_u. Auch im entfernten Abströmbereich sind keine Quell- oder Grundwasserfassungen verzeichnet. Ein Grundwasservorkommen ist am Standort nicht vorhanden. Die quartäre Lockergesteinsdecke ist schlecht durchlässig. Daher ist das Schutzgut Grundwasser beim Projektstandort nicht relevant.

5.1.3. Schutzgut oberirdische Gewässer

Ein oberirdisches Gewässer fliesst rund 135 m hangabwärts. Dieser Bach (Gewässer ID 813029) ist eingedohlt und nur im Bereich Althof für eine kurze Strecke offengelegt. Aufgrund der grossen Entfernung, der schlechten Durchlässigkeit der Lockergesteinsdecke sowie des natürlichen Rückhaltefaktors des Untergrunds wird das oberirdische Gewässer nicht als relevantes Schutzgut gewertet.

5.2. Sanierungsziel

Ziel der Sanierung ist die Einwirkung der vorhandenen Belastung mit Schwermetallen auf das relevante Schutzgut Boden so weit zu verringern, dass keine Sanierungsbedürftigkeit nach AltlV mehr gegeben ist und eine Rekontamination, bzw. eine Verschleppung von Schadstoffen verhindert werden kann. Um die Kontamination des für die Rekultivierung verwendeten Erdmaterials durch die Restbelastung zu verhindern, gilt im Kanton Luzern ein vertikaler Sanierungszielwert von 50 ppm Blei. Der Sanierungszielwert für Quecksilber liegt bei 2 ppm.

5.3. Sanierungsvarianten

Nachfolgend werden die drei möglichen Sanierungsvarianten erläutert. Diese werden in der Tab. 9 zusammengefasst. Als Entscheidungshilfe für die Wahl des Sanierungsziels werden im Kap. 11 die Kosten aufgezeigt.

- **Variante 1: Minimalsanierung**
  Die Minimalsanierung umfasst die horizontale Dekontamination bis **1'000 ppm Blei** in Wald und Landwirtschaftszone. Weiterhin bestehen **landwirtschaftliche Nutzungseinschränkungen**[4] und der **Standort verbleibt im KbS**.
- **Variante 2: Teilsanierung**
  Die Teilsanierung beinhaltet die zusätzliche horizontale Dekontamination auf **200 ppm Blei** in der Landwirtschaftszone. Mit dieser Sanierungsvariante verbleiben keine landwirtschaftlichen Nutzungseinschränkungen, der **Standort verbleibt aber im KbS**.
- **Variante 3: Totalsanierung**
  Die Totalsanierung umfasst die horizontale und vertikale Dekontamination auf **50 ppm Blei** im Wald und in der Landwirtschaftszone. Mit dieser Sanierungsvariante verbleiben keine landwirtschaftlichen Nutzungseinschränkungen und der **Standort wird aus dem KbS entlassen**.

Tabelle 9: Definition möglicher Sanierungsvarianten

	Minimalsanierung	**Teilsanierung**	**Totalsanierung**
Sanierungszielwert Landwirtschaftszone horizontal	1'000 ppm Blei	200 ppm Blei	50 ppm Blei
Sanierungszielwert Wald horizontal	1'000 ppm Blei	1'000 ppm Blei	50 ppm Blei
Sanierungszielwert Landwirtschaftszone vertikal	50 ppm Blei	50 ppm Blei	50 ppm Blei
Sanierungszielwert Wald vertikal	1'000 ppm Blei	1'000 ppm Blei	50 ppm Blei
Sanierungszielwert Quecksilber (Hg) vor den Lägern beim Schützenhaus	2 ppm Hg	2 ppm Hg	2 ppm Hg
Rückbau Betonkonstruktion Scheibenstand	Ja	Ja	Ja
Landwirtschaftliche Nutzungseinschränkungen	Ja	Nein	Nein
Eintrag KbS	bleibt bestehen	bleibt bestehen	ausgetragen

[4] Gemäss dem kantonalen Merkblatt "Bodenbelastung bei Schiessanlagen" besteht die landwirtschaftliche Nutzungseinschränkung insbesondere für Weide und Mähgrasnutzung.

5.4. Dringlichkeit der Sanierung

Die Schiessanlage ist stillgelegt und sanierungsbedürftig. Eine definitive Sanierungsfrist ist durch die zuständige Umweltbehörde festzulegen. Die Gemeinde Horw plant den Standort im Jahr 2020 zu sanieren. Die Auflagen für den Bezug der Bundes- und Kantonsbeiträge werden im Kapitel 11 aufgezeigt.

5.5. Empfohlene Sanierungsvariante

Durch die Minimalsanierung wird die Gefahr für das Schutzgut Boden verhindert. Die landwirtschaftliche Nutzung ist im Bereich mit erhöhten Bleikonzentrationen (> 200 ppm Blei) eingeschränkt. So ist nur die Heunutzung zulässig. Betroffen ist eine Fläche von ca. 1'000 m^2.

Mit der Teilsanierung wird eine uneingeschränkte landwirtschaftliche Nutzung ermöglicht. Die zusätzlichen finanziellen Aufwendungen (siehe Kap. 11) sind mit Fr. 53'000.- verhältnismässig bescheiden.

Für eine Totalsanierung und die Entlassung des Standorts aus dem KbS wären zusätzliche grossräumige Rodungen und Aushubarbeiten notwendig, welche Mehrkosten von rund Fr. 260'000.- gegenüber der Teilsanierung verursachen würden.

Aus wirtschaftlicher und ökologischer Betrachtungsweise wird für den vorliegenden Standort die **Teilsanierung (Sanierungsvariante 2) empfohlen**.

6. Entsorgungskonzept

6.1. Abfallarten

Bei der Sanierung fallen folgende, zu entsorgende Abfallmaterial-Arten an:

- **Mit Blei und Antimon belastetes Oberbodenmaterial**:
  Als Oberboden wird generell die oberste 5 cm – 30 cm mächtige Schicht definiert (Humusschicht). Material dieser Abfallklasse fällt im weiteren Umkreis der ehemaligen Einschussbereiche und des Scheibenstandes an.
- **Mit Blei und Antimon belastetes Untergrundmaterial**:
  Untergrundmaterial ist sämtliches Aushubmaterial mit Ausnahme des Oberbodens. Material dieser Abfallklasse fällt ab ca. 20 cm Tiefe an. Kugelfangmaterial wird als Untergrundmaterial definiert.
- **Mit Quecksilber belastetes Oberbodenmaterial**:
  Material dieser Abfallklasse fällt auf einer Fläche von rund 100 m^2 im Bereich unmittelbar vor den Lägern beim Schützenhaus an.
- **Betonabbruch und Altmetall**
  Beim Rückbau des eingeebneten, ehemaligen Scheibenstandes fallen Betonabbruch und geringe Mengen an Altmetall an.
- **Schnittgut**
  Schnittgut mit einer Bleibelastung > 1'000 ppm muss über eine KVA entsorgt werden. Bei einer Bleibelastung < 1'000 ppm kann Schnittgut als Trockenfutter verwendet werden.

6.2. Gesetzeskonforme Entsorgung des mit Blei und Antimon belasteten Aushubmaterials

Für die Bestimmung der möglichen Sanierungsperimeter sind die Belastungen im Boden, respektive die Grenzwerte der VBBo relevant. Dabei sind nur Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für den Parameter Blei definiert. Für eine gesetzeskonforme Entsorgung des Aushubmaterials muss in Übereinstimmung mit der Abfallverordnung (VVEA) aber auch die Antimonbelastung berücksichtigt werden. Der Antimongehalt lässt sich jedoch nicht im Feld mit einem mXRF-Gerät bestimmen. Daher wurden alle sechs Referenzproben durch die Bachema AG auf den Parameter Blei gemäss VVEA und vier Referenzproben auf den Parameter Antimon gemäss VVEA nasschemisch analysiert. Die Analyseergebnisse sind im Anhang F enthalten. In Tab. 10 sind Antimon- und Bleiwerte nach VVEA zusammengefasst.

Tabelle 10: Bleigehalt (Laboranalyse VVEA) und Antimongehalt (Laboranalyse VVEA)

Probe Nr.	Bleigehalt (Labor VVEA) [ppm]	Antimongehalt (Labor VVEA) [ppm]
RP2	320	9
RP3	870	37
RP4	1'000	40
RP6	970	38

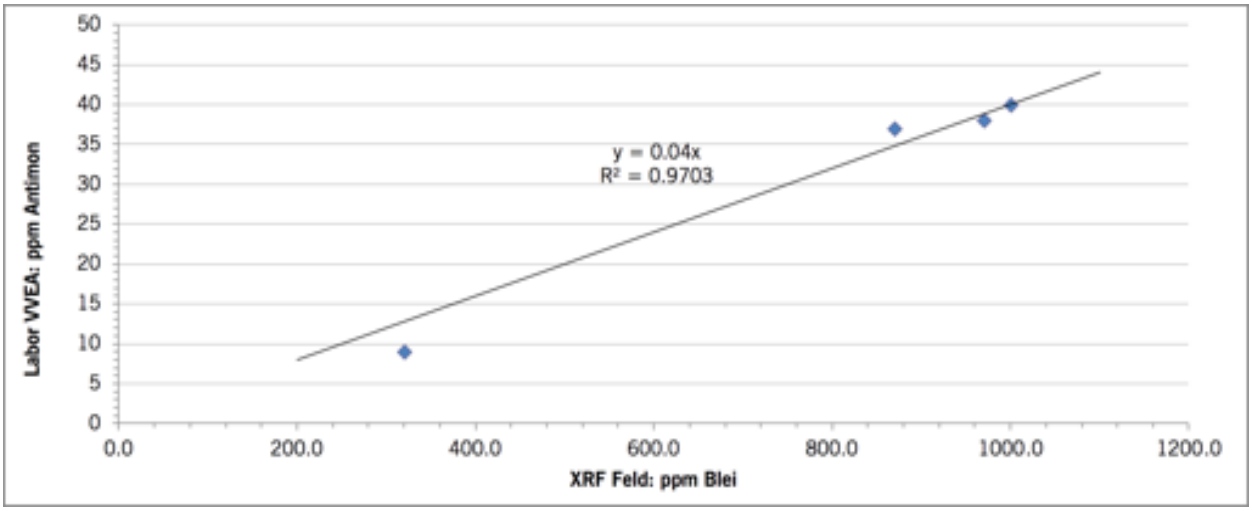
Für die Bestimmung des Antimon – Blei Verhältnisses wurde der partikuläre Anteil von Blei und Antimon (Geschossteile) nicht berücksichtigt. Dieses Vorgehen wird wie folgt begründet:

- Durch den Probenaufschluss der Kornfraktion < 2 mm wird Blei und Antimon im gleichen Masse gelöst, resp. bestimmt, was zu einem korrekten Blei- / Antimonverhältnis führt.
- Der Antimongehalt beträgt im Bleikern der Munition 2% oder 5% (1910 - 1990: 5%, 1990 bis heute: 2%). Der tatsächliche Antimongehalt im Erdreich erfolgt daher durch die Mischung dieser beiden Legierungen. Wird nun ein (nicht magnetisches) Geschossfragment ausgesiebt ist unbekannt, ob dieses 2 % oder 5 % Antimon enthält.
- Nach Eingang im Labor werden die Proben geteilt, da der Probenaufschluss für Blei und Antimon unterschiedlich ist. Dabei ist es unwahrscheinlich, dass beide Teilproben dieselbe Menge an Geschossfragmenten aufweisen. Die nachträgliche Berücksichtigung der nicht magnetischen Geschossfragmente würde daher das prozentuale Verhältnis verfälschen.

Aus den genannten Gründen ist für die Bestimmung des Blei-Antimon-Verhältnisses die Berücksichtigung der partikulären Geschossteile nicht möglich.

Im Diagramm 2 wird die Korrelation von Antimon- und Bleiwerten nach VVEA dargestellt. Dabei wird von einem linearen Zusammenhang ausgegangen. Aus dem Diagramm kann entnommen werden, dass der Antimongehalt 4 % in Bezug auf den Bleigehalt beträgt.

Diagramm 2: Beziehung von Antimon (VVEA) und Blei (VVEA)



Bei einer Entsorgung auf einer Deponie Typ D und E darf ein Bleigehalt von 2'000 ppm sowie ein Antimongehalt von 50 ppm nicht überschritten werden. Der bei der Schiessanlage "Kirchfeld" in Horw festgestellte Antimongehalt entspricht 4 % des Bleigehalts. Somit beträgt bei Aushubmaterial mit einem Bleigehalt von 2'000 ppm der Antimongehalt 80 ppm. Der Grenzwert für Antimon wird deutlich überschritten. Auf eine Deponie Typ B darf Aushubmaterial mit einem maximalen Bleigehalt von 500 ppm angeliefert werden. Bei einem solchen Bleigehalt beträgt der Antimongehalt 20 ppm und liegt unter dem Grenzwert von 30 ppm (siehe Tab. 11).

Tabelle 11: Grenzwerte gemäss VVEA und Antimongehalt im Aushubmaterials

Entsorgungsanlage	Grenzwert Blei gemäss VVEA [ppm]	Grenzwert Antimon gemäss VVEA [ppm]	Antimongehalt im Aushubmaterial (4 % vom Bleigehalt) [ppm]
Bodenwaschanlage	>2'000	>50	>80
Typ D/E Deponie	2'000	50	80
Typ B Deponie	500	30	20

Damit der Antimongehalt von 50 ppm für eine gesetzeskonforme Entsorgung auf einer Deponie Typ D und E eingehalten wird, darf der maximale Bleigehalt nur 1'250 ppm betragen. In der Tab. 12 sind die projektspezifischen Grenzwerte für eine gesetzeskonforme Entsorgung zusammengefasst.

Tabelle 12: Massgebende Grenzwerte für Aushubmaterial der SA "Kirchfeld" für eine gesetzeskonforme Entsorgung

Entsorgungsanlage	Maximaler Bleigehalt [ppm]	Antimongehalt gemäss Korrelation [ppm]
Bodenwaschanlage	>1'250	>50
Typ D/E Deponie	500 – 1'250	<50
Typ B Deponie	500	20

Für die Wahl der gesetzeskonformen Entsorgungswege und die resultierenden Abfallmengen werden im Folgenden der Einfachheit halber nur noch diese Bleiwerte verwendet.

6.3. Gesetzeskonforme Entsorgung des mit Quecksilber belasteten Aushubmaterials

Im Perimeter vor den Lägern beim Schützenhaus fällt Aushubmaterial mit einer Quecksilberbelastung von 2 – 2.2 ppm Hg an. Dieses Material muss in Übereinstimmung mit der VVEA auf einer Deponie Typ E entsorgt werden.

6.4. Zu erwartende Massen und Qualitäten

In der Tab. 13 sind die bei der Sanierung anfallenden Massen, bzw. Kubaturen bis zu den definierten Sanierungszielwerten (vgl. Kap. 4) geschätzt. Die Schätzung bezieht sich auf die festgestellten, in den Anhängen C1 – C3 sowie D dargestellten Bleibelastungen. Sollten im Verlaufe der Sanierungsarbeiten wider Erwarten noch mehr verschobenes Kugelfangmaterial oder weitere Einschussbereiche angetroffen werden, können entsprechend grössere Aushubmengen und somit höhere Kosten anfallen.

Tabelle 13: Zu erwartende Massen und Qualitäten

Kat. VVEA	Blei- / Quecksilberbelastung (Totalgehalt) [ppm]	Materialklasse / Bereich	Kubatur fest [m³]	Kubatur lose [m³]	Masse [t]
BW	> 1'250 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden, Kugelfangmaterial	831	1'080	1'745
D/E	500-1'250 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden	356	463	710
D/E	2-5 ppm Hg	Oberboden	30	39	63
B	50-500 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden	246	320	492
Summe Aushubmaterial Minimalsanierung			**1'463**	**1'902**	**3'010**
BW	> 1'250 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden, Kugelfangmaterial	831	1'080	1'745
D/E	500-1'250 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden	421	547	839
D/E	2-5 ppm Hg	Oberboden	30	39	63
B	50-500 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden	430	559	860
Summe Aushubmaterial Teilsanierung			**1'712**	**2'225**	**3'507**
BW	> 1'250 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden, Kugelfangmaterial	831	1'080	1'745
D/E	500-1'250 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden	559	727	1'087
D/E	2-5 ppm Hg	Oberboden	30	39	63
B	50-500 ppm Pb	Untergrundmaterial/Oberboden	1'069	1'390	2'010
Summe Aushubmaterial Totalsanierung			**2'489**	**3'236**	**4'905**

6.5. Entsorgungswege

Entscheidend für die Wahl des Entsorgungsweges sind der Blei- und Antimongehalt des belasteten Materials. Im Einklang mit den geltenden Regelungen (vgl. Kap. 2.2) können folgende Entsorgungswege gemäss Tab. 14 festgelegt werden:

Tabelle 14: Zusammenfassung der Entsorgungswege für die Sanierungsvariante 2: Teilsanierung

Kat. VVEA	Blei- / Quecksilberbelastung (Totalgehalt) [ppm]	Entsorgungsweg	Masse [t]
BW	> 1'250 ppm Blei	Behandlung, Bodenwaschanlage	1'745
D/E	500-1'250 ppm Blei	VVEA Typ D/E	839
D/E	2-5 ppm Hg	VVEA Typ D/E	63
B	50-500 ppm Blei	VVEA Typ B	860
	Betonabbruch / Altmetall	Recycling	90
	Schnittgut	KVA	k.A.

6.6. Behandlung in einer Bodenwaschanlage

Der Antimon- und Bleigehalt des stark belasteten Materials ist dermassen hoch, dass eine direkte Deponierung nicht mehr möglich ist. Das Material bedarf deshalb einer Vorbehandlung, bzw. muss über eine Bodenwaschanlage (VeVA-Code 17 05 05 [S], bzw. 17 05 03 [S]) verwertet werden. Dafür kommen zum Beispiel die Anlage der Eberhard Recycling AG (Bodenwaschanlage ESAR, Rümlang ZH), der KIBAG RE AG (Regensdorf ZH) oder jene der Toggenburger AG Umwelttechnik (Winterthur ZH) in Frage.

Das Aufbereitungsprinzip einer Bodenwaschanlage beruht auf der Abtrennung und Reinigung der Kies- und Sandfraktion, welche dann zu einem grossen Anteil zur Herstellung von Beton wiederverwendet werden kann. Die abgetrennten Geschosse und Geschossfragmente können der Bleiverhüttung zugeführt werden. Der zurückbleibende, belastete Feinkornanteil wird (evtl. nach einer chemischen Fixierung) auf einer entsprechenden Deponie abgelagert oder weiter verwertet.

6.7. Ablagerung auf einer Deponie Typ D/E

Das anfallende Material mit einer Bleibelastung zwischen 500 bis 1'250 ppm resp. einer Quecksilberbelastung > 2 ppm (Sonderabfall) kann auf einer VVEA-konformen Deponie Typ D oder E abgelagert werden. In Frage kommen hier z.B. die Deponie "Cholwald", Ennetmoos (NW), die Deponie Alznach, Risch (ZG) oder die Deponie Tännlimoos, Baar (ZG). Wichtig ist, dass die Deponie über eine VeVA-Empfängerbewilligung verfügt und Material mit den Abfallcode 17 05 90 [akb] annehmen darf.

6.8. Ablagerung auf einer Deponie Typ B

Das anfallende Material mit einer Bleibelastung von < 500 ppm kann auf einer VVEA Typ B Deponie abgelagert werden. Aufgrund der geographischen Lage können hier die Deponien "Unter-Uttigen" (Inwil LU), "Spitzfluehof" oder "Büel" (Littau, LU) empfohlen werden. Die angefahrene Deponie muss über eine VeVA-Empfängerbewilligung verfügen und den Abfallcode 17 05 96 [ak], bzw. 17 05 97 [ak] annehmen können.

6.9. Schnittgut

Schnittgut mit einer Bleibelastung > 1'000 ppm muss über eine KVA entsorgt werden

7. Aushubarbeiten und Begleitung der Sanierungsarbeiten

7.1. Voraussetzungen und Vorbereitungen

Für die Durchführung der Aushubarbeiten sollten im Wesentlichen folgende Voraussetzungen und Vorarbeiten erfüllt sein:

- Entscheid über den Standort des Zwischenlagers sowie den Transportweg für das Aushubmaterial. Gegebenenfalls Erstellen eines Baustellenverkehrskonzepts.
- Vorliegen der Sanierungsverfügung und Einholen von Bau- und Rodungsbewilligung.
- Information der Anstösser und der von den Sanierungsarbeiten bzw. Transporten direkt oder indirekt betroffenen Grundeigentümer (erfolgt teils über das Baubewilligungsverfahren).
- Die Zugänglichkeit für die eingesetzten Fahrzeuge muss sichergestellt sein.
- Die Rückbau- und Aushubarbeiten sollen möglichst in einem einzigen Zeitraum ohne Regenereignisse (inkl. Gewitter) durchgeführt werden. Dies verhindert eine Verschleppung oder Auswaschung der Schadstoffe.
- Der Boden bzw. Untergrund sollte möglichst trocken sein, womit ein geringeres Raumgewicht bzw. geringere Entsorgungskosten resultieren.
- Die Bienenvölker mit Standort unmittelbar beim ehemaligen Einschussbereich müssen für die Dauer der Sanierungsarbeiten an einen anderen Standort gebracht werden. Dies sollte im Frühling (Ende März / Anfang April) oder im Sommer (Juli bis September) geschehen.

7.2. Aushubperimeter

Die Aushubarbeiten beschränken sich auf die Bereiche gemäss Anhang C1 – C3, kombiniert mit der angestrebten Sanierungsvariante. Die Aushubtiefe wird während den Aushubarbeiten laufend durch mXRF-Messungen überprüft. Vor den Aushubarbeiten werden die Flächen entsprechend Anhang C1 – C3 ausgesteckt.

7.3. Zufahrt und Aushubvorgang

Der ehemalige Scheibenstand liegt in der Landwirtschaftszone und kann nicht direkt mit dem LKW erreicht werden. Für Zwischentransport und Zwischenlager sind in Zusammenarbeit mit den Zuständigen der Gemeinde Horw zwei Varianten zu prüfen. Die beiden Varianten sind im Übersichtsplan im Anhang A7 dargestellt. Das Zwischenlager muss Platz für zwei LKW sowie genügend Aushubmaterial bieten, da dieses vor dem Verlad beprobt werden muss.

- **Variante 1:**

  Erstellung des Zwischenlagers zwischen Stirnrütistrasse und Kastanienbaumstrasse. Für den Transport mit Raddumpern muss der bestehende Waldweg ausgebaut werden. Zudem muss die Zufahrt zum Sanierungsperimeter ab Ende Waldweg 50 cm mächtig eingekiest werden um Bodenverdichtungen zu vermeiden (siehe Kap. 7.4).

- **Variante 2:**
  Erstellung des Zwischenlagers an der Kastanienbaumstrasse östlich von Hofrüti. Das Aushubmaterial könnte direkt mittels einer temporären Transportseilbahn zum Zwischenlager transportiert werden.

Dem Tiefbauunternehmer wird freigestellt, welche Geräte er für die Aushubarbeiten einsetzen will. Für die Sanierungsarbeiten (exkl. Rodung und Rekultivierung) wird mit einer Dauer von 14 Arbeitstagen für die Teilsanierung gerechnet.

7.4. Bodenschutzkonzept

Um eine Verdichtung des Unterbodens zu vermeiden, werden Zufahrtspiste und Zwischenlager durch einen 50 cm mächtigen Kieskörper aufgebaut. Zudem müssen während den Aushub- und Verladearbeiten folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Unbelasteter Boden darf nicht chemisch oder physikalisch belastet werden.
- Flächen ausserhalb des Sanierungsperimeters dürfen nicht befahren werden.
- Bei einsetzenden Niederschlägen sind auf Anweisung der Fachbauleitung sämtliche bodenrelevanten Arbeiten einzustellen.
- Belastetes Material im Zwischenlager ist über Nacht und / oder bei drohendem Niederschlag fachgerecht abzudecken, da Aus- und Abschwemmungen zu einer Verlagerung von Schadstoffen in unverschmutzte Bereiche führen können.

Wichtig sind eine rasche Abwicklung der Arbeiten innerhalb einer einzigen Trockenperiode und die Verhinderung von Bodenverdichtungen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Es wird vorgeschlagen, die zeitliche Abfolge der Aushubarbeiten analog dem Belastungsgrad zu realisieren, nach dem Grundsatz "stark belastetes Material wird zuerst ausgehoben". D.h. konkret wird zuerst das Material mit Bleibelastungen > 1'250 ppm ausgehoben und schliesslich das schwächer belastete Material entfernt.

7.5. Triage & Qualitätssicherung

Das anfallende Material wird durch eine Fachperson, entsprechend der in Kap. 6 beschriebenen Belastungskategorien triagiert. Dazu ist während den Aushubarbeiten vor Ort ein mXRF-Gerät vorhanden mit welchem laufend Kontrollmessungen gemacht werden können. Die gemessenen mXRF-Werte werden fortlaufend gemäss der zugehörigen Korrelation (Kap. 4) korrigiert. In Tab. 15 sind die für die Triagearbeiten massgebenden mXRF Messwerte dargestellt. Anhand dieser Messwerte kann vor Ort rasch entschieden werden, wo die Belastungsgrenzen verlaufen.

Tabelle 15: Massgebende mXRF Messwerte für Aushubmaterial der SA "Kirchfeld" für eine gesetzeskonforme Entsorgung

Entsorgungsanlage	mXRF Messwert [ppm]	Bleigehalt [ppm]	Antimongehalt [ppm]
Bodenwaschanlage	>760	>1'250	>50
Typ D/E Deponie	300 – 760	500 – 1'250	<50
Typ B Deponie	300	500	20

Pro 50 t Aushubmaterial wird zudem eine Mischprobe gewonnen und entsprechend den Vorgaben, definiert in Tabelle 2 der Arbeitshilfe "Anforderungen an das Sanierungsprojekt von Schiessanlagen", analysiert. Erst nach dieser Analyse darf das ausgehobene Material vom Zwischenlager zur Entsorgungsanlage transportiert werden. Daher sind relativ grosse Zwischenlager notwendig.

7.6. Arbeitssicherheit

Das Aushubmaterial ist stark mit Bleistaub und Projektilteilen belastet und sollte weder in die Atemwege noch in die Nahrungskette gelangen. Sollte sich wider Erwartungen bei den Aushubarbeiten eine erhöhte Staubentwicklung ergeben, müssen die vor Ort Beschäftigten während der Arbeiten Staubmasken tragen.

Messungen mittels mobilen XRF-Geräts dürfen nur von Personen ausgeführt werden, welche im Besitz einer Bewilligung für den Umgang mit ionisierender Strahlung, gestützt auf das Strahlenschutzgesetz (StSG, SR 814.50, vom 22.03.1991) und der Strahlenschutzverordung (StSV, SR 814.501, vom 22.06.1994) sind.

7.7. Begleitung der Sanierungsarbeiten

Im Rahmen des Fachbauleitungsmandats werden sowohl die Sanierungsarbeiten, als auch die Entsorgung durch ein Altlastenfachbüro begleitet. Zur Materialklassierung muss alle 50 t eine Mischprobe entnommen, aufbereitet und mittels mXRF analysiert werden. Die Sohlbeprobung zur Erfolgskontrolle hat gemäss Arbeitshilfe "Anforderungen an das Sanierungsprojekt von Schiessanlagen" mittels nasschemischer Analytik im Labor zu erfolgen. Bis zum Vorliegen der Analyseergebnisse muss daher mit einer Stillstandszeit von 3 bis 4 Arbeitstagen gerechnet werden. Nach einer allfälligen Nachsanierung kann mit den Rekultivierungsarbeiten begonnen werden.

Die Sanierungsarbeiten müssen für den Antrag der Abgeltungen gemäss Art. 19, AltlV mittels eines Sanierungsberichts dokumentiert werden. Der Sanierungsbericht wird Angaben enthalten über:

- Durchgeführte Arbeiten
- Massenflüsse und Qualität des Materials
- Entsorgungsnachweis über das entsorgte Material (VeVA-Begleitscheine)
- Aufzeigen der Erreichung des Sanierungsziels
- Rekultivierungsmassnahmen
- Kostenabrechnung

8. Transporte

8.1. Anzahl LKW-Fuhren und Fahrziele

Aus dem Aushubvolumen und einem entsprechenden Auflockerungsfaktor lässt sich für jede Zone die Anzahl LKW-Fahrten berechnen (Tab. 16). Dabei wird von einer durchschnittlichen Beladung der LKWs mit 15 m^3 lose (für Schlepper / 5-Achser) ausgegangen.

Tabelle 16: Berechnungstabelle der Anzahl LKW-Fuhren für die Teilsanierung

Kat. VVEA	Bleibelastung [ppm]	Kubatur fest [m^3]	Kubatur lose [m^3]	Fuhren bei 15 m^3	Fahrziel
BW	> 1'250	831	1'080	72	Rümlang oder Regensdorf ZH
D/E	500-1'250	421	547	37	Ennetmoos NW, Risch oder Baar ZG
D/E	2-5 ppm Sb	30	39	3	Ennetmoos NW, Risch oder Baar ZG
B	50-500	430	559	38	Inwil oder Littau LU
Betonabbruch		60	75	5	Betonrecycling
TOTAL Teilsanierung		**1'672**	**2'300**	**155**	

8.2. VeVA-Bewilligung

Material mit Belastung > 500 ppm Blei resp. > 2 ppm Quecksilber wird als Sonderabfall bezeichnet und untersteht der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA). Für den Transport sind VeVA-Scheine auszufüllen und das Material vgl. Tab. 17 mit dem richtigen Abfall-Code zu bezeichnen. Dieses Material darf nur von einem Entsorger mit entsprechender VeVA-Empfängerbewilligung entgegengenommen werden. Auch für das Material Typ B braucht der Empfänger (Deponie) die entsprechende Bewilligung. Spezielle Transportscheine, welche über die üblichen Fuhr- und Waagscheine hinausgehen, sind jedoch nicht nötig.

Tabelle 17: VeVA-Codes und Betriebsnummern der Entsorgungsbetriebe und des Abgeberbetriebs

Kat.	Bleibelastung [ppm]	VeVA-Code des Materials	Empfänger	VeVA-Betriebsnummer
BW	> 1'250	17 05 03/05 [S]	Eberhard Recycling AG, Rümlang ZH KIBAG RE AG, Bodenrecycling, Regensdorf ZH	009700140 009600314
D/E	500-1'250 resp. 2-5 ppm Sb	17 05 90/91 [akb]	Kehrichtverwertungsverband NW, Ennetmoos NW Hürlimann Hans AG, Deponie Alznach, Risch ZG Risi AG, Deponie Tännlimoos, Baar ZG	150600001 170700101 170100009
B	50-500	17 05 96 [ak]	Inertstoffdeponie "Spitzfluehof", Littau LU Inertstoffdeponie "Büel", Littau LU Ziegelei Ineichen AG, Unter-Utigen, Inwil LU	106101435 112500065 103300049
Abgeberbetrieb			Gemeinde Horw	105800007

8.3. Sicherheitsaspekte Transport & Bestimmung der Mengen

Der Transportunternehmer hat dafür zu sorgen, dass die Bedingungen für einen umweltgerechten Transport eingehalten werden. Gemäss Von jedem beladenen Lastwagen wird beim Entsorger das Nettogewicht bestimmt. In Tabelle 17 werden die VeVA-Codes des zu entsorgenden Aushubmaterials sowie die VeVA Betriebsnummern des Abgeberbetriebs und der Entsorgungsbetriebe übersichtlich dargestellt.

9. Restbelastung und Rekultivierung

9.1. Restbelastung & Erfolgskontrolle

Mit der Umsetzung der **Minimalsanierung** werden rund 93 % der Bleibelastungen vom Standort entfernt. Restbelastungen verbleiben weiterhin rund um den Sanierungsperimeter im Oberboden (< 1'000 ppm Blei).

Mit der Umsetzung der **Teilsanierung** können rund 95 % der Bleibelastungen entfernt werden. Restbelastungen verbleiben in geringem Masse rund um den Sanierungsperimeter im Oberboden (< 200 ppm Blei in der Landwirtschaftszone) und im Wald (< 1'000 ppm Blei).

Da bei allen Sanierungsvarianten ein vertikales Sanierungsziel von 50 ppm Blei in der Landwirtschaftszone angestrebt wird, sind für die Erfolgskontrolle Laboranalysen notwendig. Für den Nachweis der Dekontamination bis zum entsprechenden Sanierungsziel werden verteilt über den gesamten Sanierungsperimeter je nach Sanierungsvariante 6 - 14 Einzelproben gewonnen und nasschemisch nach VVEA resp. VBBo (auf Niveau der belebten Materialschicht) analysiert. Zudem werden rund um den Sanierungsperimeter vier Linienproben gewonnen und entsprechend den Vorgaben, definiert in Tabelle 3 der Arbeitshilfe "Anforderungen an das Sanierungsprojekt von Schiessanlagen", analysiert.

9.2. Rekultivierung

Nach einer positiven Erfolgskontrolle und dem Rückbau des Scheibenstandes kann der Sanierungsperimeter rekultiviert werden. Dafür steht nach einem Terrainangleich das Einbringen von Oberboden im Vordergrund.

- Die Rekultivierung hat in Absprache mit dem Grundeigentümer, bzw. Bewirtschafter zu erfolgen. Sie muss bei trockenen Bedingungen mit geeigneten Maschinen erfolgen. Bodenverdichtungen durch Geräte und Maschinen ausserhalb des Sanierungsperimeters sind zu vermeiden.
- Im Bereich des ehemaligen Scheibenstandes und der Einschussbereiche muss die Rohplanie gestaltet werden. Dazu müssen rund 100 m^3 (lose) unverschmutztes Aushubmaterial zugeführt werden.
- Einbau von unverschmutztem Oberboden mit rund 30 cm Mächtigkeit (rund 700 m^3 lose für die Teilsanierung) durch Überkopf-Schüttung.
- Die Herkunft des zugeführten Aushub- und Bodenmaterials ist zu deklarieren und wird im Sanierungsbericht aufgezeigt. Der ausführende Bauunternehmer meldet die Herkunft des Materials der Fachbauleitung. Vor dem Einbringen muss das zugeführte Material mittels mXRF geprüft werden.
- Schlussabnahme / Beurteilung durch den Grundeigentümer, bzw. Bewirtschafter.
- Ansaat der rekultivierten Fläche (ggf. durch Bewirtschafter).
- Die Wiederaufforstung der Hecke erfolgt in Absprache mit der zuständigen Forstbehörde.

10. Umweltauswirkungen

10.1. Auswirkungen der Sanierungsmassnahmen auf die Umwelt

Unter diesem Kapitel werden nur die Auswirkungen der Arbeiten vor Ort diskutiert und nicht diejenigen der externen Behandlung des Materials sowie dessen Entsorgung.

Der Sanierungsperimeter befindet sich am Rande des Gewässerschutzbereichs A_u. Da die Arbeiten nur während einer niederschlagsarmen Zeit durchgeführt werden, ist keine zusätzliche Auswaschung des kontaminierten Materials zu erwarten. Nach den Arbeiten wird die dekontaminierte Fläche für wenige Monate unbegrünt sein, was eine erhöhte Infiltration zur Folge hat. Der betroffene Teilbereich ist zu diesem Zeitpunkt aber nicht mehr belastet. Es sollte daher nicht zu einer Auswaschung von Schadstoffen mit negativen Folgen auf die Umwelt kommen.

Mit Ausnahme der Abgase der Maschinen, Geräte und LKW's dürfte es zu keiner Belastung der Luft kommen. Die Luftbelastungen liegen in jenem Bereich, wie sie für übliche Tiefbauarbeiten entstehen.

11. Kostenschätzung

11.1. Sanierungskosten

Die Kosten für die Sanierung (Rodung, Bauarbeiten, Transport, Entsorgung, Rekultivierung und Begleitung inkl. Schlussbericht) werden im Anhang G für die die drei Sanierungsvarianten abgeschätzt und lassen sich wie folgt zusammenfassen (Tab. 18):

Tabelle 18: Sanierungskosten vgl. Anhang G

Position/Tätigkeit		**Minimalsanierung**	**Teilsanierung**	**Totalsanierung**
1. Bauarbeiten, Rodung, Transport & Rekultivierung	Fr.	180'000	195'000	340'000
2. Entsorgung	Fr.	438'600	464'800	592'900
3. Analytik / mXRF-Miete	Fr.	7'100	8'400	10'400
4. Begleitung und Berichterstattung	Fr.	21'900	23'300	28'900
Zwischentotal	***Fr.***	***647'600***	***691'500***	***912'200***
10% Unvorhergesehenes (Reserve)	Fr.	64'700	69'100	91'200
TOTAL (exkl. MwSt.)	**Fr.**	**712'300**	**760'600**	**1'003'400**
MwSt. 7.7%	Fr.	54'900	58'600	77'300
TOTAL gerundet (inkl. MwSt.)	**Fr.**	**767'200**	**819'200**	**1'080'700**

Den Kostenschätzungen liegen **folgende Annahmen** zu Grunde:

- Die Kostenschätzung bezieht sich auf die festgestellte, im Anhang C1, C2 und aufgezeigte horizontale und vertikale Belastungsverteilung. Die Genauigkeit liegt bei +/- 20 %. Sollten im Verlauf der Sanierungsarbeiten wider Erwarten weitere Abfälle angetroffen werden, ist mit entsprechenden Mehrkosten zu rechnen.
- Die Angaben für die Bauarbeiten und den Transport sind als Grobkostenschätzung zu verstehen (Kostengenauigkeit ±20%). Nach der Bewilligung des vorliegenden Sanierungsprojekts durch die kantonale Behörde kann ein Offertverfahren mit den vom Auftraggeber gewünschten Unternehmen eröffnet werden.
- Die Kostenschätzung für die Entsorgung beruht auf Erfahrungswerten des Sommers 2018 (Kostengenauigkeit ±10%). Nach der Bewilligung des vorliegenden Sanierungsprojekts durch die kantonale Behörde kann ein Offertverfahren eröffnet werden.
- Die Kostenschätzung für die Position "Begleitung und Berichterstattung" unsererseits gilt als Offerte (Offertgültigkeit 4 Monate ab Berichtdatum).

11.2. Abgeltungen des Bundes und des Kantons

Mit der Änderung des Umweltschutzgesetzes (USG) vom 01.10.2009 leistet der Bund Abgeltungen an die Untersuchung, Überwachung und Sanierung von Schiessanlagen, wenn die getroffenen Massnahmen umweltverträglich und wirtschaftlich sind und dem Stand der Technik entsprechen. Die so genannten "VASA-Beiträge" betragen bei 300m-Schiessanlagen pauschal Fr. 8'000.- pro Scheibe (bei den übrigen Anlagen 40% der anrechenbaren Kosten). Die kantonale Umweltbehörde stellt beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) das Gesuch für diese Abgeltungen. Die Schiessanlage Horw war mit maximal 18 Scheiben in Betrieb. Dementsprechend ist mit Fr. 144'000.- an Bundesbeiträgen zu rechnen. Für die Sicherstellung der Bundesbeiträge benötigt es eine Voranfrage beim Bundesamt BAFU, da die 300m-Schiessanlage Horw über mehr als 12 Scheiben verfügte.

Seit dem Jahr 2017 besteht im Kanton Luzern eine Sonderabgabe zur Altlastensanierung. Diese dient gemäss USV[5] Art. 32a zur Deckung von Ausfallkosten sowie zur Deckung der Kosten, welche die Gemeinden als Verursacherinnen zu tragen haben. Die Ausfallkosten werden als Differenz der finanziellen Aufwendungen für die Untersuchung und Sanierung (minimales Sanierungsziel) von Altlasten abzüglich der VASA-Beiträge und allfälliger Verursacheranteile betrachtet. Kosten, sowie die maximal zu erwartenden Bundes- und Kantonsbeiträge sind in Tab. 19 dargestellt.

Tabelle 19: Situation betreffend Bundesabgeltungen für die 300m-Schiessanlage Horw

Begründung der Bundesabgeltungen	**Betrag**	
Untersuchungskosten	Fr.	10'000.-
Sanierungskosten Minimalsanierung	Fr.	767'200.-
Total anrechenbare Kosten	**Fr.**	**777'200.-**
Anzahl fester Ziele: 18 à Fr. 8'000.-	Fr.	144'000.-
Maximaler Beitrag der kantonalen Sonderabgebe Altlastensanierung (Maximale Ausfallkosten und Verursacheranteil Gemeinde Horw)	**Fr.**	**622'200.-**

11.3. Verursacheranteile

Gemäss den historischen Angaben (Kapitel 3 / Anhang G) konnten die Feldschützengesellschaft Horw und die Gemeinde Horw als Verursacher ausgemacht werden. Es soll daher geprüft werden, welche finanziellen Mittel bei der Feldschützengesellschaft Horw vorhanden sind oder ob sich der Verein in einer anderen Form, wie z.B. Fronarbeit, an den Sanierungskosten beteiligen kann. Der definitive Kostenteiler obliegt der kantonalen Behörde.

[5] Umweltschutzverordnung (USV) vom 15.12.1998 (stand 1.03.2017)

11.4. Restkosten

Die Restkosten ergeben sich aus der Differenz der Bundes- und Kantonsbeiträge und der finanziellen Aufwendungen für die Untersuchung- und Sanierung des Standortes. Die Höhe der Restkosten für die drei Sanierungsziele sind in der Tab. 20 aufgeführt.

Tabelle 20: Restkosten 300m-Schiessanlage Horw

Sanierungsziel	**Restkosten**	
Minimalsanierung	Fr.	0.-
Teilsanierung	Fr.	52'000.-
Totalsanierung	Fr.	313'500.-

Nach erfolgter Realisierung und Kostenabrechnung stellt die kantonale Umweltbehörde beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) das Gesuch für die VASA-Abgeltungen. Dies bedingt eine Vorfinanzierung der kompletten Sanierungsmassnahmen durch den Realleistungspflichtigen (hier die Gemeinde Horw).

12. Weiteres Vorgehen

Das weitere Vorgehen ab Erstellung des Sanierungsprojekts sieht wie folgt aus:

1. Entscheid bezüglich auszuführende Sanierungsvariante durch die Gemeinde Horw.
2. Einreichen des vorliegenden Sanierungsprojekts zur Prüfung an die Dienststelle uwe Luzern.
3. Einreichung des Baugesuchs (inkl. Rodungsgesuch) für die Sanierung und Einholen von Bau- und Rodungsbewilligung.
4. Durchführung des Offertverfahrens (Ausschreibung) mit den gewünschten Bau- und Entsorgungsunternehmen.
5. Vorbereitungsarbeiten (vgl. Kap. 7.1), Ausführung der Sanierungsarbeiten (Begleitung, Kosten- und Erfolgskontrolle durch Fachbüro).
6. Kostenabrechnung und Sanierungsbericht durch Fachbüro.
7. Gesuch um Auszahlung der Bundesabgeltungen (Grundlage: Sanierungsbericht).

Luzern, 11. September 2019

S. Werthmüller

Qualitätssicherung, Projektleitung
Tel. direkt: 041 375 61 07
simon.werthmueller@fsgeolog.ch

C. Brändli

Sachbearbeitung
Tel. direkt: 041 375 61 08
claudio.braendli@fsgeolog.ch

KANTON LUZERN
Umwelt und Energie (uwe)
Gewässer

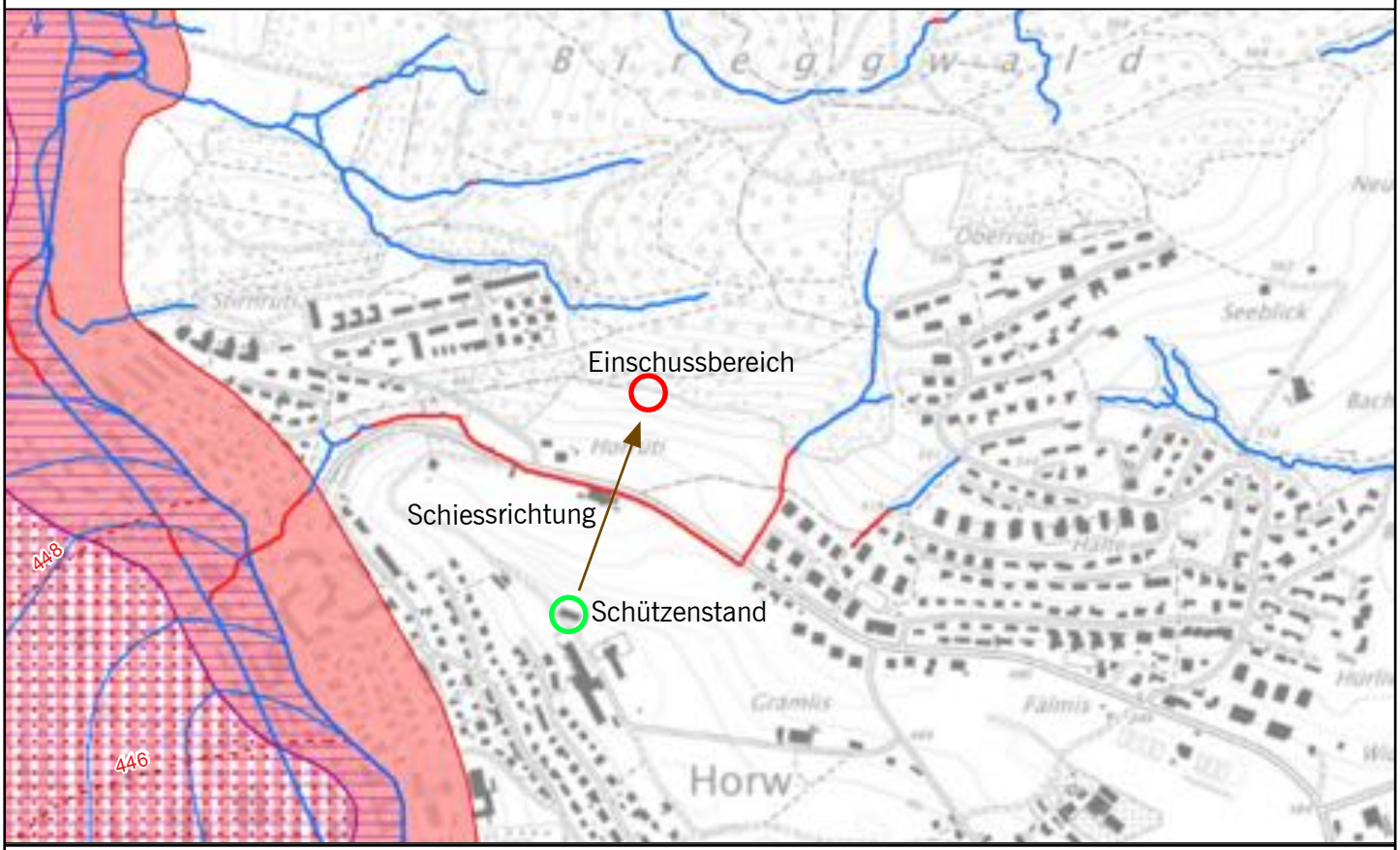
Gewässerschutzkarte

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

29.7.2019

N

1:10000



KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

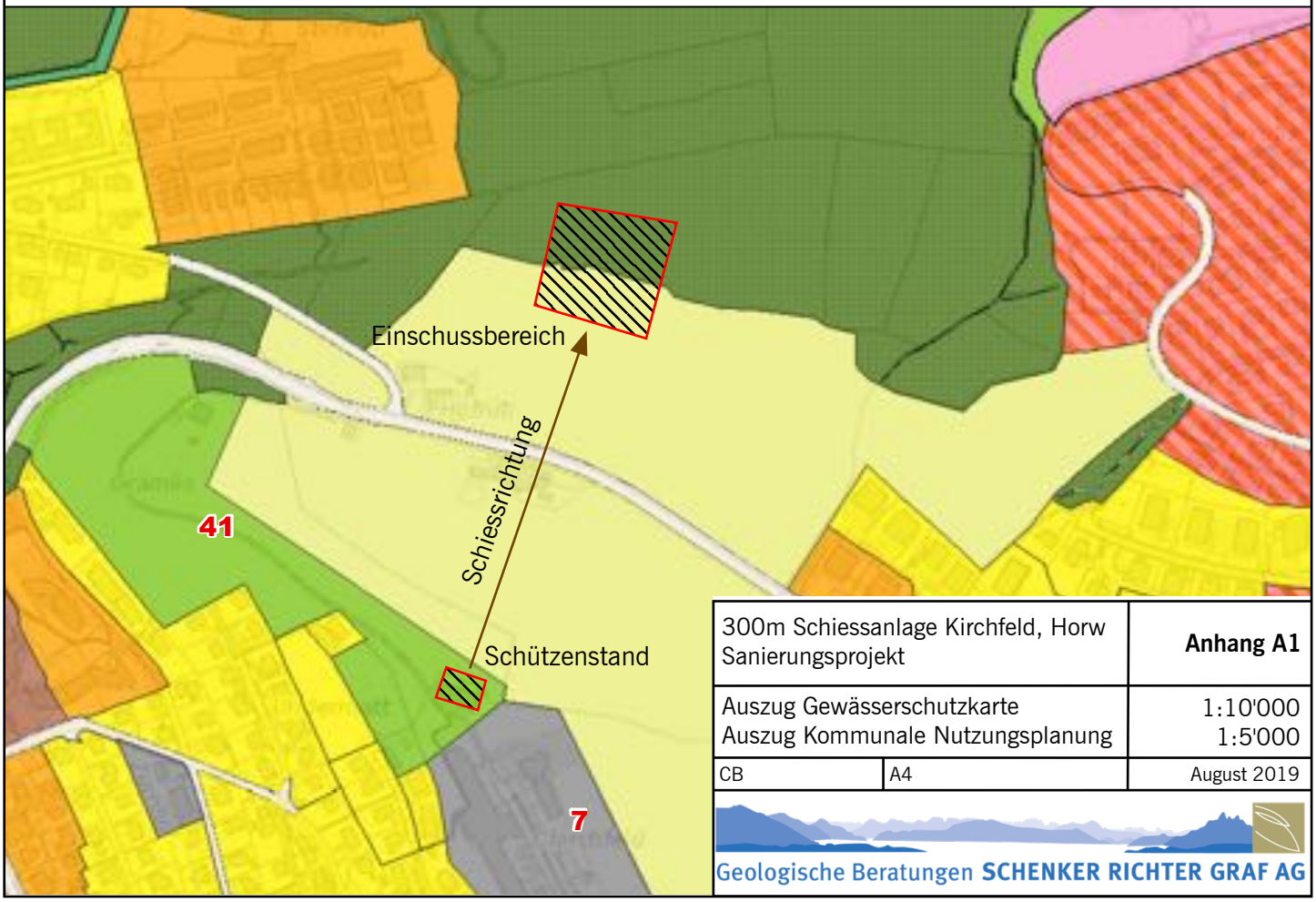
Kommunale Nutzungsplanung

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

29.7.2019

N

1:5000



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt	**Anhang A1**
Auszug Gewässerschutzkarte Auszug Kommunale Nutzungsplanung	1:10'000 1:5'000
CB | A4	August 2019

Geologische Beratungen SCHENKER RICHTER GRAF AG

KANTON LUZERN

Gewässerschutz

Gewässerschutzbereiche
- Gewässerschutzbereich Ao
- Gewässerschutzbereich Au
- Au für unteres Grundwasser-vorkommen
- Übrige Bereiche

Grundwasserschutzzonen
- Fassungsbereich (S1)
- Fassungsbereich (S1), prov.
- Engere Schutzzone (S2)
- Engere Schutzzone (S2), prov.
- Weitere Schutzzone (S3)
- Weitere Schutzzone (S3), prov.
- Provisorische Schutzzone (S)

Grundwasserschutzareale
- Grundwasserschutzareal
- Grundwasserschutzareal, provisorisch

Gewässernetz
- Oberirdischer Verlauf
- Unterirdischer Verlauf

Grundwasservorkommen
- Grundwasserberandung
- Fliessrichtung

Isohypsen
- 1m, 2m Isohypse
- 5m Isohypse
- 10m Isohypse

- Druckspiegel

Grundwassermächtigkeit
- 0 - 2m
- 0 - 5m
- 2 - 5m
- 5 - 10m
- 10 - 20m
- > 20m
- unbekannt

- Tieferes Grundwasser-stockwerk
- Artesisch gespanntes Grundwasser

ZONEN GEMÄSS PLANUNGS- UND BAUGESETZ (PBG)

Grundnutzung Bauzone

Wohnzone
- Wohnzone 1
- Wohnzone 2 (bis 11m)
- Wohnzone 3 (11-14m)
- Wohnzone 4 (14-17m)
- Wohnzone über 17m
- Wohnzone Spezial

Arbeitszone
- Arbeitszone III
- Arbeitszone IV

Wohn- und Arbeitszone (Mischzone)
- Mischzone 2 (bis 11m)
- Mischzone 3 (11-14m)
- Mischzone 4 (14-17m)
- Mischzone über 17m
- Mischzone Spezial (S)

- Zone für öffentliche Zwecke
- Zone für Sport und Freizeit

- Kernzone A
- Kernzone B
- Weilerzone
- Grünzone
- Verkehrszone
- Sonderbauzone
- Deponiezone
- Abbauzone

Grundnutzung Nicht-Bauzone
- Landwirtschaftszone
- Bauernhofzone
- Alpwirtschaftszone
- Naturschutzzone
- Freihaltezone
- weitere Schutzzone
- Übriges Gebiet A *(Verkehrs-, flächen, Gewässer)*
- Übriges Gebiet C *(Kt. Natur- und Landschaftsschutz)*
- Übriges Gebiet D
- Reservezone
- Wald (nur orientierend)

Kataster der belasteten Standorte (KbS)
- KbS Eintrag Nr. 1058B0076

300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt	**Anhang A2**
Legende Gewässerschutzkarte Legende Kommunale Nutzungsplanung	
CB | A4	August 2019

Geologische Beratungen SCHENKER RICHTER GRAF AG

KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

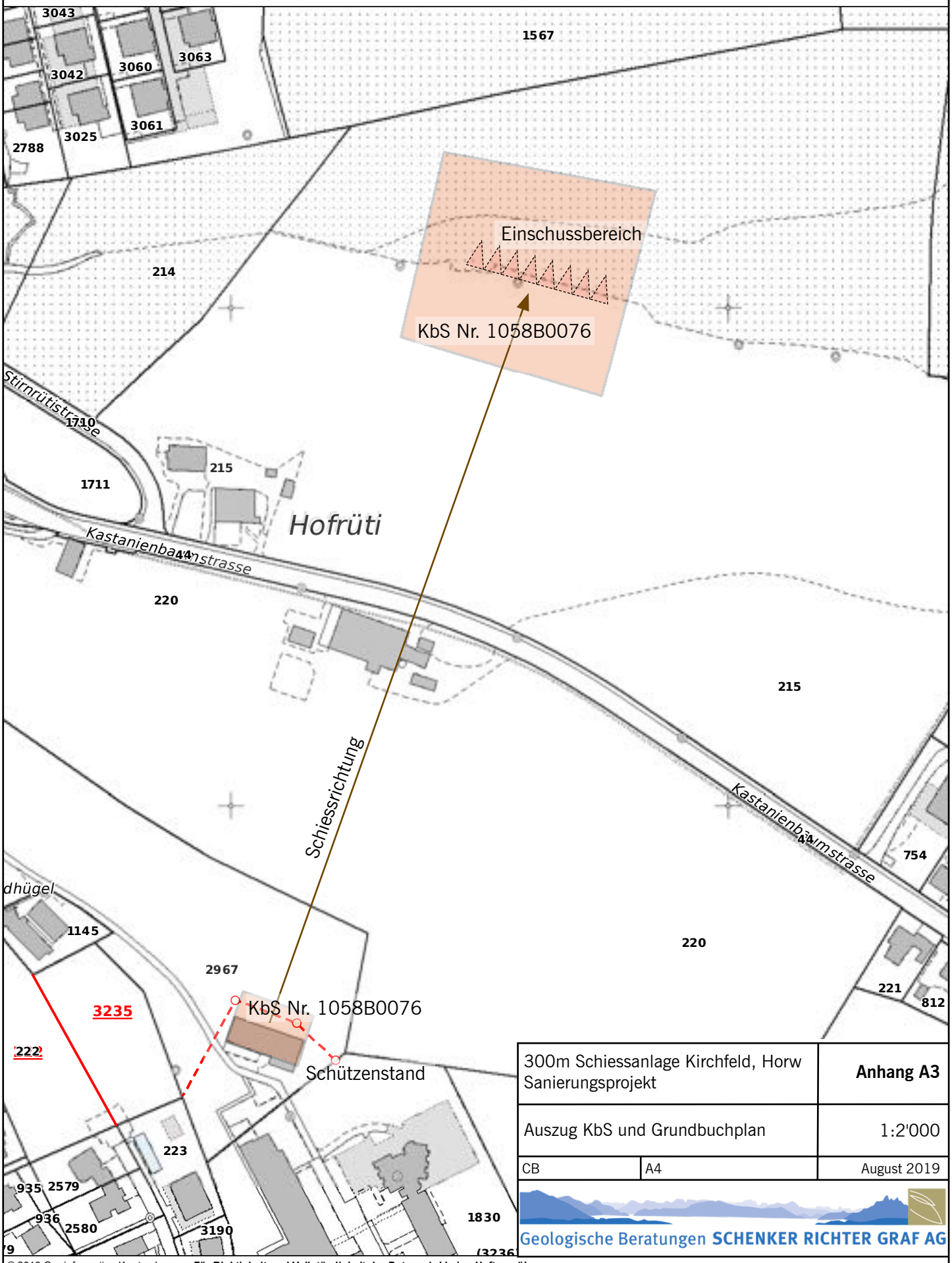
Grundbuchplan (amtliche Vermessung)

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

18.6.2019

N

1:2000



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang A3**
Auszug KbS und Grundbuchplan		1:2'000
CB	A4	August 2019

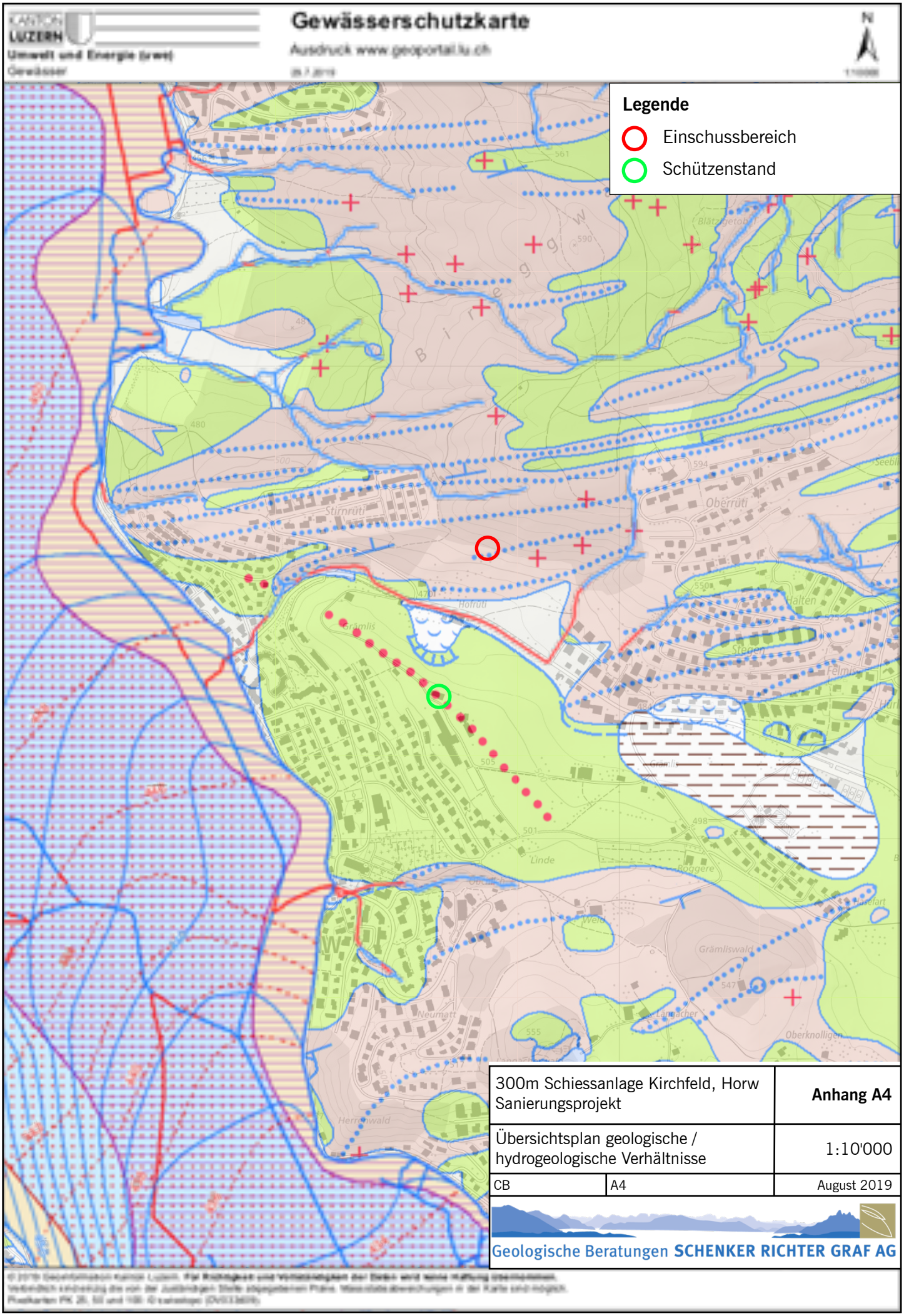
Geologische Beratungen SCHENKER RICHTER GRAF AG

© 2019 Geoinformation Kanton Luzern. **Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.**
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Massstabsabweichungen in der Karte sind möglich.
Pixelkarten PK 25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).

KANTON LUZERN
Umwelt und Energie (uwe)
Gewässer

Gewässerschutzkarte

Ausdruck www.geoportal.lu.ch



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt	**Anhang A4**
Übersichtsplan geologische / hydrogeologische Verhältnisse	1:10'000
CB | A4	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

Grundwasservorkommen

- Grundwasserberandung
- Fliessrichtung

Isohypsen

- 1m, 2m Isohypse
- 5m Isohypse
- 10m Isohypse

- Druckspiegel

Grundwassermächtigkeit

- 0 - 2m
- 0 - 5m
- 2 - 5m
- 5 - 10m
- 10 - 20m
- > 20m
- unbekannt

- Tieferes Grundwasser-stockwerk
- Artesisch gespanntes Grundwasser

Gewässerschutz

Gewässerschutzbereiche

- Gewässerschutzbereich Ao
- Gewässerschutzbereich Au
- Au für unteres Grundwasser-vorkommen
- Übrige Bereiche

Grundwasserschutzzonen

- Fassungsbereich (S1)
- Fassungsbereich (S1), prov.
- Engere Schutzzone (S2)
- Engere Schutzzone (S2), prov.
- Weitere Schutzzone (S3)
- Weitere Schutzzone (S3), prov.
- Provisorische Schutzzone (S)

Grundwasserschutzareale

- Grundwasserschutzareal
- Grundwasserschutzareal, provisorisch

Gewässernetz

- Oberirdischer Verlauf
- Unterirdischer Verlauf

Geologische Hintergrundkarte

- Niederterrasse, Moräne
- Formation der Granitischen Molasse; Siltstein, Glimmersandstein, Mergelstein
- Bachschutt
- Torfmoor
- Konglomerat
- erratischer Block

300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang A5**
Legende Übersichtsplan geologische / hydrogeologische Verhältnisse		
CB	A4	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

KANTON LUZERN
Verkehr und Infrastruktur (vif)

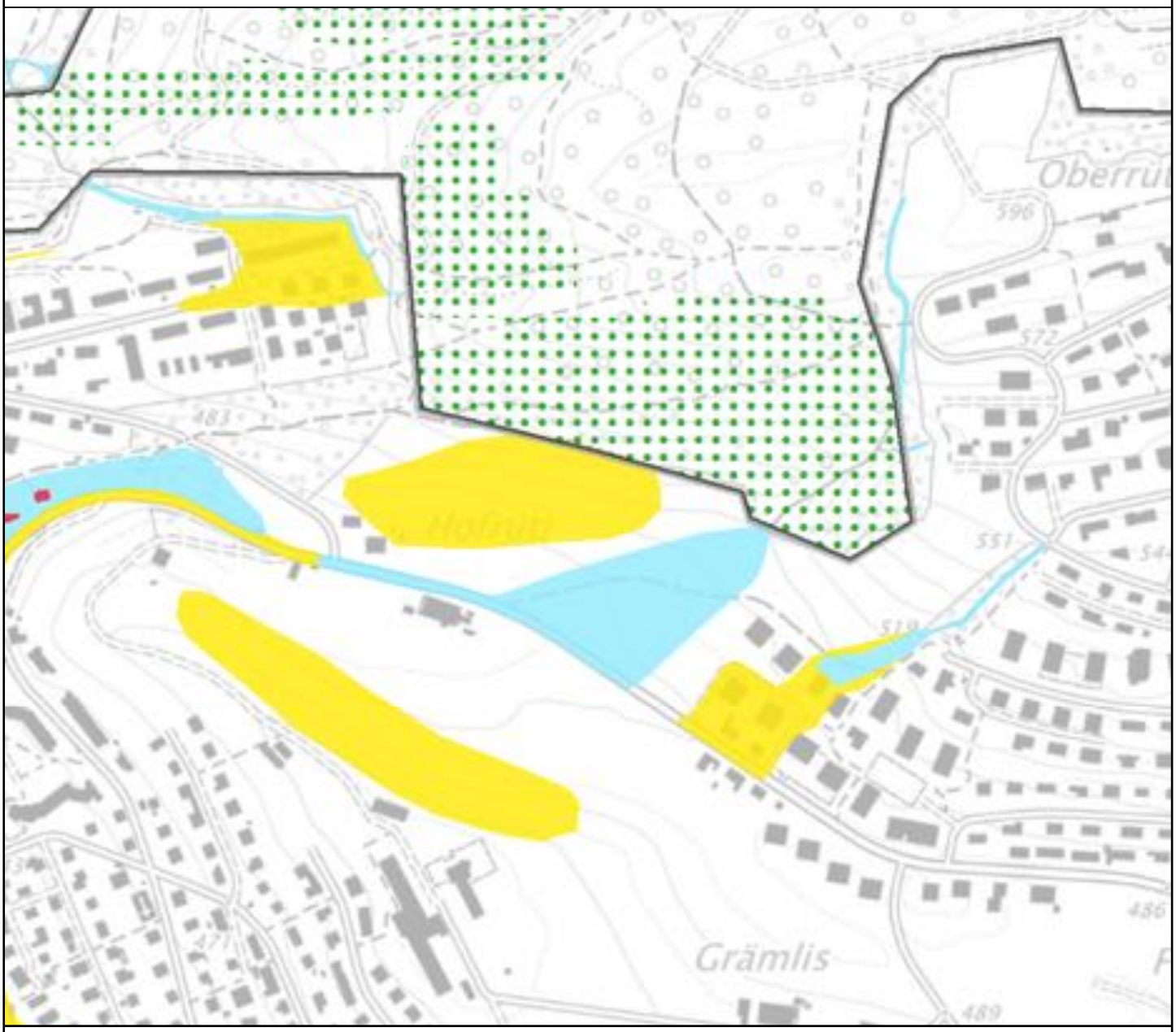
Gefahrenkarte

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

29.7.2019

N

1:5000



Gefahrenstufen

- erhebliche Gefährdung
- mittlere Gefährdung
- geringe Gefärdung
- Restgefährdung

Gefahrenhinweise

- Spontanrutschungen / Hangmuren

300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang A6**
Gefahrenkarte inkl. Legende		1:5'000
CB	A4	August 2019

Geologische Beratungen SCHENKER RICHTER GRAF AG

KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

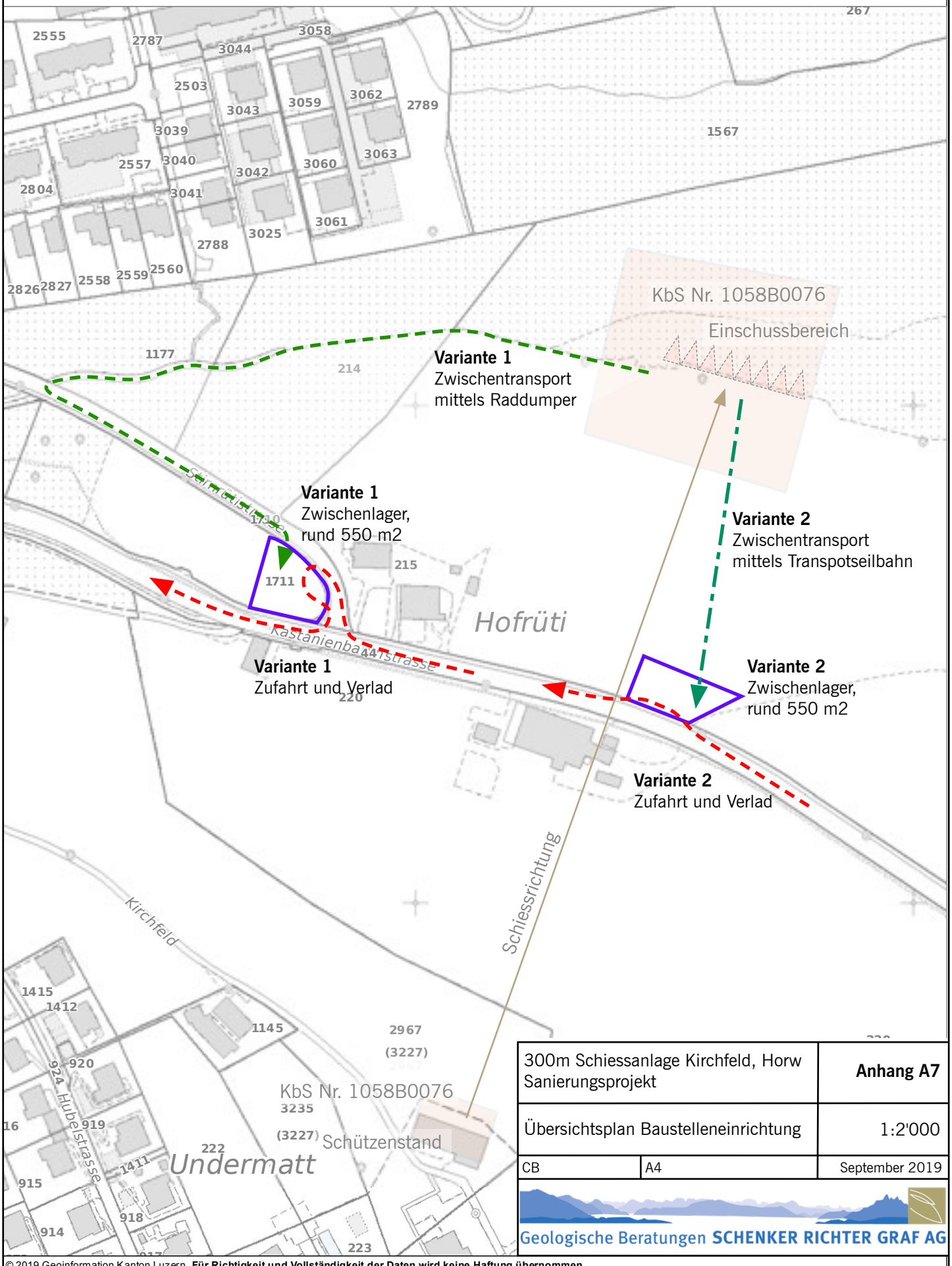
Grundbuchplan (amtliche Vermessung)

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

11.9.2019

N

1:2000



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang A7**
Übersichtsplan Baustelleneinrichtung		1:2'000
CB	A4	September 2019

Geologische Beratungen SCHENKER RICHTER GRAF AG

© 2019 Geoinformation Kanton Luzern. **Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.**
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Massstabsabweichungen in der Karte sind möglich.
Pixelkarten PK 25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).

KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

Grundbuchplan (amtliche Vermessung)

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

29.7.2019

N

1:500

Legende

A — B Profillinie

Probenahme

- Oberbodenprobe
- Tiefenprobe
- Rammkernsondierung

B

H62 H54 H55 H56 H37 H57 H46 H58 H47 H36 H48 H59 H49 H60 H38 H50 / RP5 H61 H39 H35 H40 H51 H41 H52 H19 H42 H53 H20 H34 H21 H43 1845 H22 RKS-3 H44 H10 H23 H45 H11 RKS-1 H24 / RP6 H12 RP4 H33 RKS-2 H25 / RP3 H13 H26 H1 H14 / RP2 H27 H2 H15 / RP1 H3 H28 H16 H4 H29 H17 H5 H18 H30 H6 H31 H7 H32 H8 H9 1847

A

300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang B**
Probenahmeplan		1:500
CB	A3	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

© 2019 Geoinformation Kanton Luzern. **Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.**
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Massstabsabweichungen in der Karte sind möglich.
Pixelkarten PK 25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).

KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

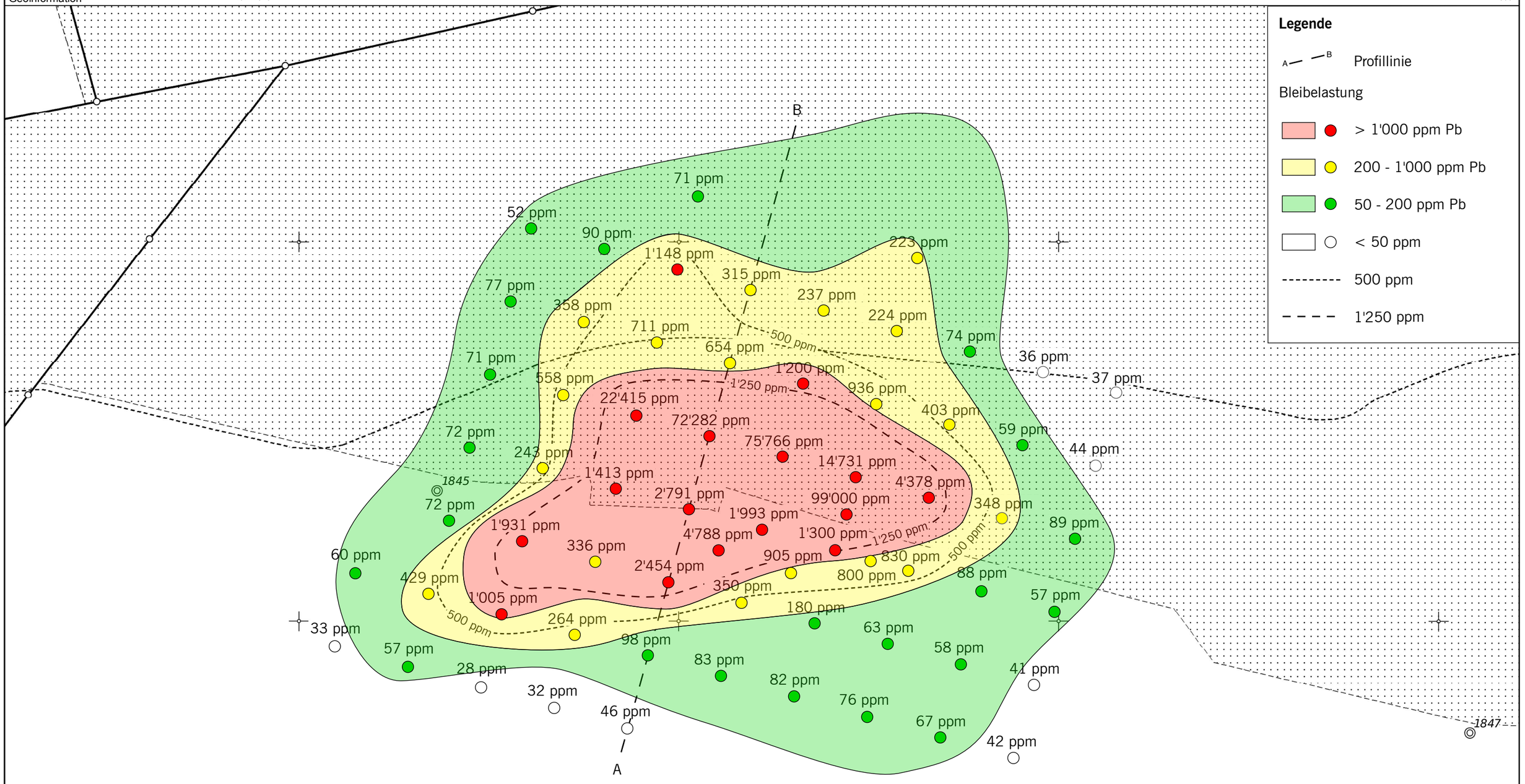
Grundbuchplan (amtliche Vermessung)

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

29.7.2019

N

1:500



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang C1**
Belastungsplan		1:500
CB	A3	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

© 2019 Geoinformation Kanton Luzern. **Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.**
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Massstabsabweichungen in der Karte sind möglich.
Pixelkarten PK 25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).

KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

Grundbuchplan (amtliche Vermessung)

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

29.7.2019

N

1:500

Profile Rammkernsondierungen

Massstab 1:15

RKS-1

0 cm	
58 ppm	
20 cm	
58 ppm	
40 cm	
4'788 ppm	
60 cm	
3'107 ppm	
80 cm	
585 ppm	
100 cm	
1'702 ppm	
120 cm	

RKS-3

0 cm	
63'283 ppm	
20 cm	
99'000 ppm	
40 cm	
60'170 ppm	
60 cm	
3'639 ppm	
80 cm	
3'803 ppm	
100 cm	
6'611 ppm	
120 cm	
71 ppm	
140 cm	
40 ppm	
160 cm	

RKS-2

0 cm	
96 ppm	
20 cm	
367 ppm	
40 cm	
674 ppm	
60 cm	
905 ppm	
80 cm	

Profile Tiefenproben

Massstab 1:15

H2

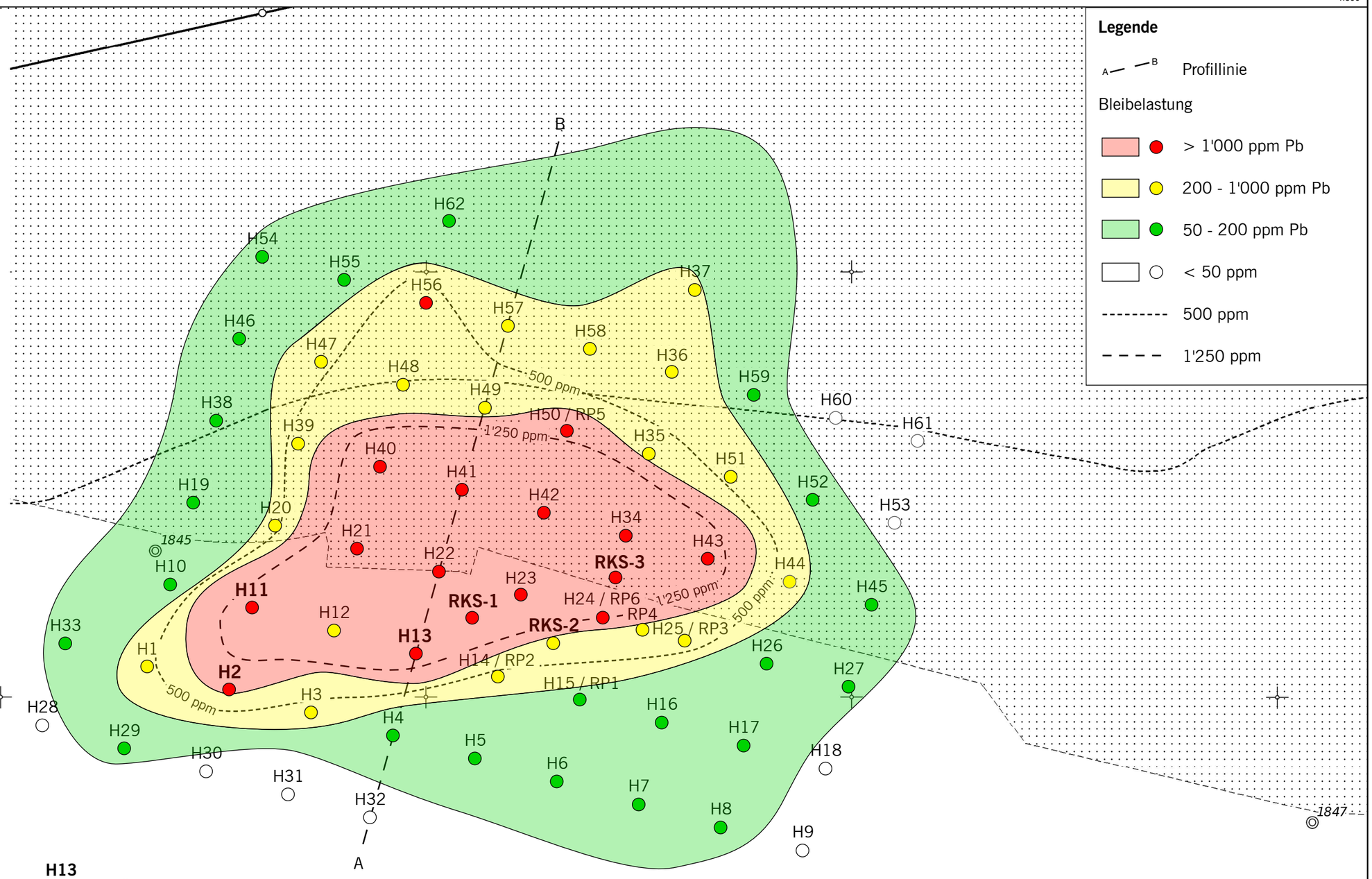
0 cm	
1'005 ppm	
20 cm	
825 ppm	
40 cm	
468 ppm	
60 cm	

H11

0 cm	
1'931 ppm	
20 cm	
1'220 ppm	
40 cm	
233 ppm	
60 cm	

H13

0 cm	
2'454 ppm	
20 cm	
2'004 ppm	
40 cm	
200 ppm	
60 cm	



Legende

- Profillinie (A – B)

Bleibelastung

- > 1'000 ppm Pb
- 200 - 1'000 ppm Pb
- 50 - 200 ppm Pb
- < 50 ppm
- 500 ppm
- 1'250 ppm

300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang C2**
Belastungsplan inkl. Tiefenprofile		1:500
CB	A3	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

© 2019 Geoinformation Kanton Luzern. **Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.**
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Massstabsabweichungen in der Karte sind möglich.
Pixelkarten PK 25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).

KANTON LUZERN
Raum und Wirtschaft (rawi)
Geoinformation

Grundbuchplan (amtliche Vermessung)

Ausdruck www.geoportal.lu.ch

05.8.2019

N

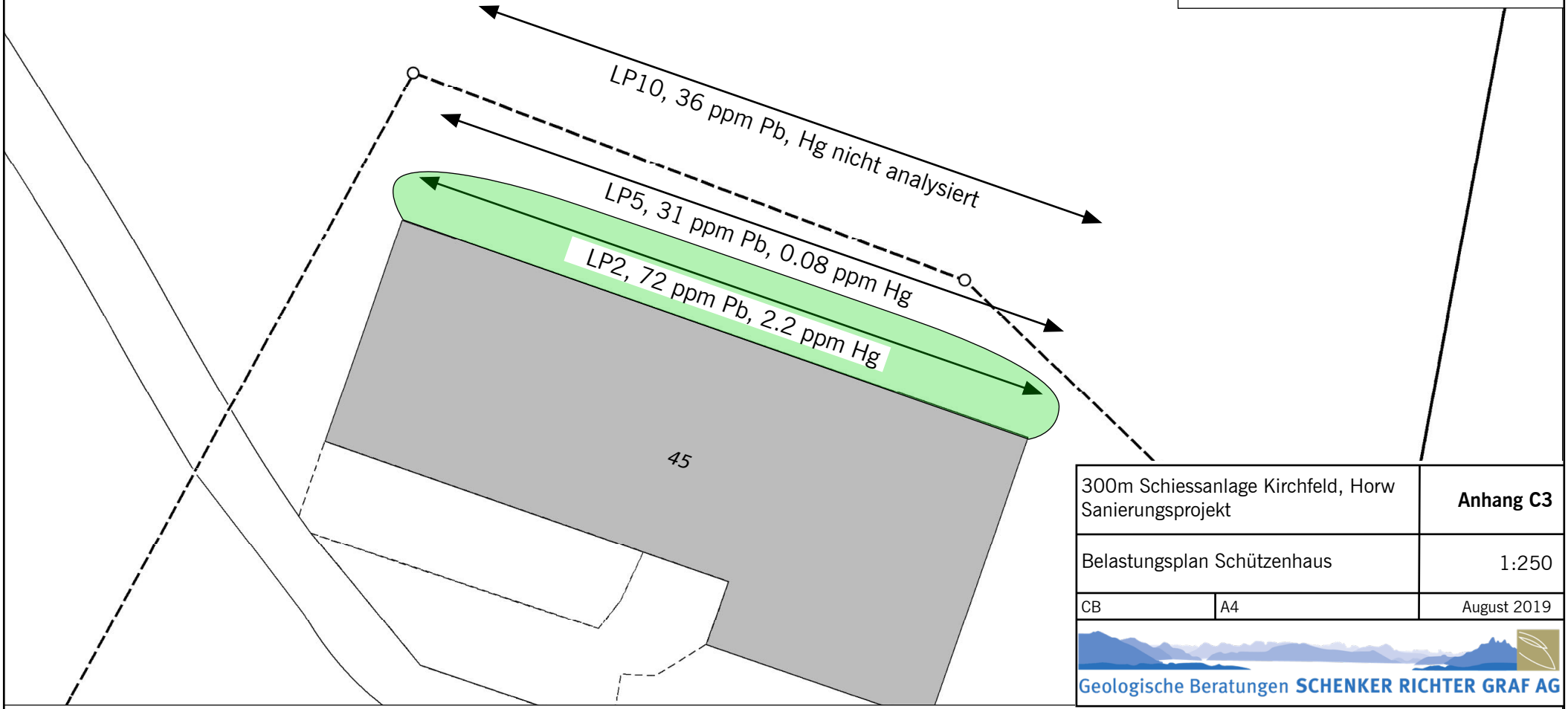
1:250

Legende

Quecksilber - Belastung

> 2 ppm Hg, > 50 ppm Pb

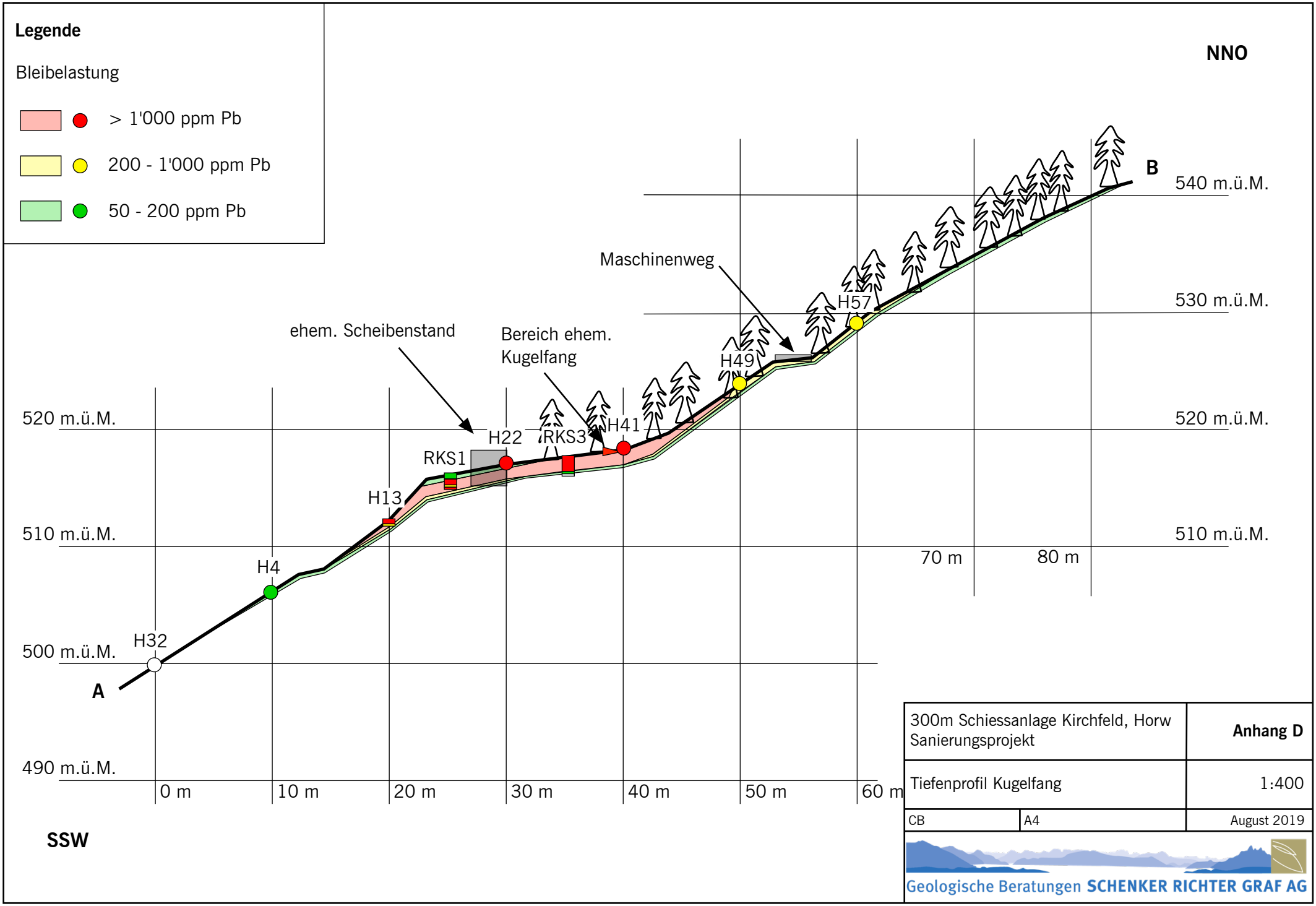
< 2 ppm Hg, < 50 ppm Pb



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt		**Anhang C3**
Belastungsplan Schützenhaus		1:250
CB	A4	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

© 2019 Geoinformation Kanton Luzern. **Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen.**
Verbindlich sind einzig die von der zuständigen Stelle abgegebenen Pläne. Massstabsabweichungen in der Karte sind möglich.
Pixelkarten PK 25, 50 und 100: © swisstopo (DV033409).



300m Schiessanlage Kirchfeld, Horw Sanierungsprojekt	**Anhang D**
Tiefenprofil Kugelfang	1:400
CB | A4	August 2019

Geologische Beratungen **SCHENKER RICHTER GRAF AG**

300m Schiessanlage Horw

Resultate der XRF-Messungen

Probenahme: 10.05.2019

Nr.	Tiefe	Pm	1. MessN	XRF 1	Fehler 1	XRF 2	Fehler 2	XRF 3	Fehler 3	XRF 4	Fehler 4	XRF 5	Fehler 5	Ø XRF	Ø Fehler	Fehler	ax. Abw. MW	Korrigiert*
	cm			*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	%	%	*mg/kg*
H1	0-20	Pb	771	211.4	24.0	246.8	27.3	272.0	28.1					243.4	26.4	11%	13.16%	427.8
H2	0-20	Pb	774	543.1	43.1	615.9	43.3	555.6	42.7					571.5	43.0	8%	7.76%	1'004.6
H3	0-20	Pb	777	169.7	23.9	154.8	22.7	126.4	19.7					150.3	22.1	15%	15.87%	264.2
H4	0-20	Pb	780	108.2	21.0	90.2	17.7	96.8	18.2					98.4	19.0	19%	9.95%	98.4
H5	0-20	Pb	783	82.7	16.9	77.4	16.6	89.8	17.5					83.3	17.0	20%	7.81%	83.3
H6	0-20	Pb	786	83.0	17.7	82.6	16.8	79.1	16.4					81.6	16.9	21%	2.98%	81.6
H7	0-20	Pb	789	71.5	15.5	69.3	15.1	88.6	16.9					76.4	15.9	21%	15.90%	76.4
H8	0-20	Pb	792 (1)	73.5	17.7	52.1	15.2	53.5	14.5	62.4	16.5	73.7	17.9	*59.7*	*16.3*	*27%*	**23.06%**	
			1074 (4)	84.8	18.2	54.5	16.3	73.7	18.8	59.7	15.5	82.2	19.0	**67.0**	**16.9**	**25%**	26.48%	67.0
H9	0-20	Pb	795	39.0	13.3	44.1	12.7	41.9	13.1					41.7	13.0	31%	6.40%	41.7
H10	0-20	Pb	798	74.9	16.4	78.2	15.9	63.2	14.8					72.1	15.7	22%	12.36%	72.1
H11	0-20	Pb	801	1'091.7	61.0	991.0	56.0	1'212.8	62.3					1'098.5	59.8	5%	10.40%	1'930.9
H12	0-20	Pb	804	203.7	26.5	164.0	22.4	206.4	25.0					191.4	24.6	13%	14.30%	336.3
H13	0-20	Pb	807 (1)	1'406.9	69.5	1'384.7	69.4	1'866.6	77.9	1'263.0	67.6	1'417.1	68.3	*1'552.7*	*70.6*	*5%*	**20.21%**	
			1081 (4)	1'318.6	65.5	1'450.5	71.6	1'275.5	62.8	1'222.2	62.6	1'353.7	67.4	**1'395.9**	**68.3**	**5%**	33.72%	2'453.5
H14	0-20	Pb	810	249.2	27.8	248.1	29.0	280.9	29.8					*259.4*	28.9	11%	8.30%	455.9
H15	0-20	Pb	813	135.9	22.3	143.3	21.8	152.7	22.4					143.9	22.2	15%	6.07%	253.0
H16	0-20	Pb	816	62.7	16.3	65.1	16.3	62.0	16.0					63.3	16.2	26%	2.92%	63.3
H17	0-20	Pb	820	57.8	15.2	51.6	14.8	65.7	15.9					58.4	15.3	26%	12.52%	58.4
H18	0-20	Pb	823	45.1	13.8	36.8	13.6	40.1	12.5					40.7	13.3	33%	10.78%	40.7
H19	0-20	Pb	826	73.5	17.1	67.2	14.9	74.1	14.9					71.6	15.6	22%	6.11%	71.6
H20	0-20	Pb	829 (1)	127.5	21.0	120.4	21.2	167.5	24.1	131.4	21.4	146.4	22.5	*138.5*	*22.1*	*16%*	**20.97%**	
			1088 (4)	139.4	21.8	149.2	22.1	127.0	20.0	121.5	19.4	150.6	24.7	**138.1**	**21.8**	**16%**	21.31%	242.7
H21	0-20	Pb	832 (1)	1'211.3	62.0	736.2	48.0	770.2	49.8	841.8	55.6	799.0	51.9	*905.9*	*53.5*	6%	**33.72%**	
			1095 (4)	520.2	40.2	902.3	55.5	779.1	53.6	726.2	46.9	753.2	48.8	**803.9**	**51.2**	**6%**	50.67%	1'413.1
H22	0-20	Pb	835	1'712.1	71.8	1'457.4	69.4	1'594.6	71.5					1'588.0	70.9	4%	8.23%	2'791.3
H23	0-20	Pb	838	1'069.0	59.0	1'217.0	63.3	1'115.8	60.1					1'133.9	60.8	5%	7.33%	1'993.1
H24	0-20	Pb	841	416.4	36.9	389.0	38.3	449.8	37.1					418.4	37.4	9%	7.51%	735.5
H25	0-20	Pb	844	666.3	45.1	553.1	39.4	625.1	44.7					614.8	43.1	7%	10.04%	1'080.6
H26	0-20	Pb	847 (1)	101.9	18.5	99.7	18.9	71.8	15.5	85.9	18.1	100.5	19.1	*91.2*	*18.0*	*20%*	**21.23%**	
			1102 (4)	78.3	16.8	89.9	17.9	90.4	18.1	76.8	16.1	80.2	17.9	**87.5**	**17.7**	**20%**	17.98%	87.5
H27	0-20	Pb	850	51.6	15.0	55.5	14.8	63.4	16.3					56.8	15.4	27%	11.60%	56.8
H28	0-20	Pb	853	31.7	11.4	44.0	13.6	22.1	10.5					32.6	11.8	36%	**35.11%**	32.6
H29	0-20	Pb	856	55.3	14.2	50.6	13.9	64.4	14.9					56.8	14.3	25%	13.47%	56.8
H30	0-20	Pb	859	30.7	12.1	29.1	12.4	24.7	11.5					28.2	12.0	43%	12.24%	28.2
H31	0-20	Pb	862	27.2	11.3	28.4	11.4	40.6	12.5					32.1	11.7	37%	**26.50%**	32.1
H32	0-20	Pb	865	48.7	14.0	38.0	12.1	51.4	14.3					46.0	13.5	29%	17.51%	46.0
H33	0-20	Pb	868	67.5	15.3	51.8	14.2	60.9	15.1					60.1	14.9	25%	13.82%	60.1
H34	0-20	Pb	903	6'901.7	156.1	8'561.4	173.7	9'679.3	192.9					8'380.8	174.2	2%	17.65%	14'730.9
H35	0-20	Pb	906	525.9	40.4	562.6	40.5	509.7	37.9					532.7	39.6	7%	5.61%	936.4
H36	0-20	Pb	909	137.8	21.0	110.7	19.2	133.2	21.3					127.2	20.5	16%	13.01%	223.6
H37	0-20	Pb	912	108.2	19.1	145.8	21.6	127.3	19.5					127.1	20.0	16%	14.90%	223.4
H38	0-20	Pb	915	85.1	17.0	66.6	14.5	62.4	15.6					71.4	15.7	22%	19.21%	71.4
H39	0-20	Pb	918 (1)	466.7	35.2	209.0	25.0	335.6	30.5	295.1	29.3	353.4	30.5	*337.1*	*30.1*	9%	**38.46%**	
			1109 (4)	328.9	29.2	287.2	29.2	290.0	27.4	293.5	29.1	313.7	30.4	**317.3**	**29.6**	**9%**	47.08%	557.7
H40	0-20	Pb	921	12'646.8	227.1	13'238.2	233.1	12'372.2	230.3					12'752.4	230.2	2%	3.81%	22'414.9
H41	0-20	Pb	924	40'599.3	509.2	40'873.9	509.2	41'896.6	516.5					41'123.3	511.6	1%	1.88%	72'282.3
H42	0-20	Pb	927	46'502.6	524.2	43'225.3	484.3	39'586.8	452.3					43'104.9	486.9	1%	8.16%	75'765.5
H43	0-20	Pb	930	2'343.5	85.6	2'787.6	91.9	2'340.9	87.3					2'490.7	88.2	4%	11.92%	4'377.8
H44	0-20	Pb	933 (1)	135.2	22.5	211.6	26.7	155.8	23.4	182.5	26.6	133.8	22.9	*167.5*	*24.4*	*15%*	**26.34%**	
			1116 (4)	178.4	25.8	154.6	23.5	454.8	40.3	211.3	26.5	160.4	24.0	**197.8**	**26.2**	**13%**	129.92%	347.7
H45	0-20	Pb	936	95.8	18.7	80.3	17.6	90.7	17.9					88.9	18.1	20%	9.69%	88.9
H46	0-20	Pb	942	79.4	16.2	72.4	16.4	80.3	16.8					77.4	16.5	21%	6.40%	77.4
H47	0-20	Pb	939 (1)	244.9	27.7	252.2	28.2	164.3	21.3	139.2	21.2	196.2	25.4	*220.5*	*24.7*	*11%*	**25.49%**	
			1123 (4)	201.6	25.3	299.0	28.5	180.4	23.5	172.5	24.0	186.5	26.8	**203.7**	**25.2**	**12%**	46.79%	358.0
H48	0-20	Pb	945	452.4	37.0	378.3	33.9	382.2	30.3					404.3	33.7	8%	11.89%	710.6
H49	0-20	Pb	948	352.1	33.4	406.9	36.9	356.6	32.2					371.9	34.1	9%	9.42%	653.6
H50	0-20	Pb	951	895.2	53.1	754.6	48.3	681.4	47.8					777.1	49.7	6%	15.20%	1'365.9
H51	0-20	Pb	954	201.3	24.2	216.1	25.9	269.6	28.6					229.0	26.2	11%	17.74%	402.5
H52	0-20	Pb	957 (1)	69.1	15.7	51.1	14.0	42.8	14.0	29.0	11.8	61.0	11.9	*54.4*	*13.5*	*25%*	**27.19%**	
			1130 (4)	67.2	16.8	86.7	18.3	58.5	16.9	61.0	15.1	62.4	16.3	**58.9**	**15.1**	**26%**	50.74%	58.9
H53	0-20	Pb	960	36.5	12.3	51.8	13.1	43.0	11.9					43.8	12.4	28%	18.28%	43.8
H54	0-20	Pb	963	54.7	13.9	56.3	14.4	43.8	12.9					51.6	13.7	27%	15.14%	51.6
H55	0-20	Pb	966	87.0	21.3	88.6	16.2	94.1	17.0					89.9	18.2	20%	4.63%	89.9
H56	0-20	Pb	969 (1)	898.2	47.7	686.4	39.9	657.7	39.0	620.8	40.8	636.7	40.6	*747.4*	*41.6*	6%	**20.17%**	
			1137 (4)	624.6	40.6	581.0	38.5	720.7	45.9	537.8	39.9	566.0	38.6	**653.0**	**41.1**	**6%**	37.56%	1'147.7
H57	0-20	Pb	972	166.0	23.5	188.9	23.9	183.5	23.9					179.5	23.8	13%	7.48%	315.4
H58	0-20	Pb	975	130.4	20.3	158.8	22.6	115.6	18.3					135.0	20.4	15%	17.68%	237.2
H59	0-20	Pb	978	64.3	14.8	70.5	16.1	85.8	17.1					73.5	16.0	22%	16.71%	73.5
H60	0-20	Pb	981	41.0	13.0	37.6	13.2	29.1	11.6					35.9	12.6	35%	19.10%	35.9
H61	0-20	Pb	984	40.8	12.9	27.1	11.7	44.1	13.2					37.4	12.6	34%	**27.42%**	37.4
H62	0-20	Pb	995	83.3	13.3	69.0	12.5	60.2	13.2					70.8	13.0	18%	17.65%	70.8
LP2	0-20	Pb	1002	63.2	15.6	74.2	15.9	78.6	16.2					72.0	15.9	22%	12.22%	72.0
LP5	0-20	Pb	1006	31.1	12.3	23.8	12.4	39.0	13.2					31.3	12.6	40%	**24.59%**	31.3
LP10	0-20	Pb	1009	29.3	11.2	41.8	13.2	36.5	12.8					35.9	12.4	35%	18.29%	35.9
H2	20-40	Pb	885 (1)	533.8	42.5	343.7	34.3	465.6	38.2	416.4	39.9	461.1	41.9	*447.7*	*39.4*	9%	**23.24%**	
			1144 (4)	478.1	39.9	453.4	40.7	474.9	45.1	546.4	43.1	518.4	43.0	469.2	**40.9**	**9%**	26.75%	824.7
H2	40-60	Pb	888 (1)	378.7	34.4	270.9	31.7	179.5	24.6	270.4	33.5	208.3	27.7	*276.4*	30.4	11%	**37.04%**	
			1151 (4)	270.1	29.4	240.8	28.4	268.3	30.8	297.5	32.8	275.1	30.5	266.0	**30.4**	**11%**	42.40%	467.5
H11	20-40	Pb	897	739.5	50.6	668.7	48.3	674.8	48.2					694.3	49.1	7%	6.51%	1'220.4
H11	40-60	Pb	900	135.3	23.4	137.3	23.2	124.2	21.4					132.3	22.7	17%	6.06%	232.5
H13	20-40	Pb	891	996.8	60.9	1'181.0	65.8	1'242.9	64.5					1'140.2	63.7	6%	12.58%	2'004.1
H13	40-60	Pb	894 (1)	64.0	16.3	73.1	18.0	102.4	20.0	128.0	24.1	108.5	22.6	*79.9*	*20.2*	*25%*	**28.26%**	
			1158 (4)	111.4	22.2	88.9	19.2	123.6	23.2	150.9	25.4	189.4	28.7	**114.0**	**21.9**	**19%**	66.07%	200.4
RKS-1	0-20	Pb	1013	54.2	14.5	61.1	14.8	57.9	15.3					57.7	14.9	26%	6.13%	57.7
RKS-1	20-40	Pb	1016	52.5	13.6	63.0	15.4	59.0	14.2					58.2	14.4	25%	9.77%	58.2
RKS-1	40-60	Pb	1019	3'920.7	141.4	2'564.1	114.8	1'687.8	98.4					2'724.2	118.2	4%	**43.92%**	4'788.3
RKS-1	60-80	Pb	1022 (1)	2'617.8	160.9	1'070.2	63.5	557.4	56.5	2'006.6	103.2	1'915.6	96.9	*1'415.1*	96.2	7%	**84.99%**	
			1165 (4)	1'961.4	101.6	2'769.8	137.3	1'780.4	89.8	1'397.7	70.5	1'601.1	87.5	**1'767.8**	**96.8**	**5%**	68.47%	3'107.3
RKS-1	80-100	Pb	1026	351.8	39.0	284.5	33.7	361.7	37.4					332.7	36.7	11%	14.48%	584.8
RKS-1	100-120	Pb	1070	900.6	74.1	880.4	64.7	1'124.4	65.7					968.4	68.1	7%	16.10%	1'702.2
RKS-2	0-20	Pb	1029 (1)	110.3	18.6	87.7	17.7	76.1	15.6	97.0	17.2	81.7	19.0	*91.4*	17.6	19%	**20.71%**	
			1172 (4)	104.6	18.2	125.5	19.3	94.4	15.7	97.1	17.4	82.3	16.4	**95.7**	**17.5**	**18%**	31.17%	95.7
RKS-2	20-40	Pb	1033	219.4	27.5	202.9	29.6	204.3	26.9					208.9	28.0	13%	5.04%	367.1

Nr.	Tiefe	Pm	1. MessN	XRF 1	Fehler 1	XRF 2	Fehler 2	XRF 3	Fehler 3	XRF 4	Fehler 4	XRF 5	Fehler 5	Ø XRF	Ø Fehler	Fehler	ax. Abw. MW	Korrigiert*
	cm			*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	*mg/kg*	%	%	*mg/kg*
RKS-2	40-60	Pb	1036 (1)	571.67	55.0	284.2	47.1	508.2	50.8	270.4	37.4	237.7	39.9	*454.7*	46.0	10%	**37.49%**	
			1179 (4)	200.67	43.0	716.1	52.0	198.8	31.2	367.4	39.9	476.9	47.7	**383.2**	**44.4**	**12%**	86.87%	673.6
RKS-2	60-80	Pb	1039 (1)	317.83	37.1	285.7	33.6	996.0	60.2	473.1	44.5	336.6	32.4	*533.2*	41.6	8%	**86.80%**	
			1186 (4)	462.18	43.9	810.2	54.7	526.9	44.8	481.5	41.1	456.7	40.3	**514.6**	**43.2**	**8%**	93.52%	904.6
RKS-3	0-20	Pb	1043	31'414.2	369.5	48'946.7	540.5	27'649.1	341.3					36'003.3	417.1	1%	**35.95%**	63'283.1
RKS-3	20-40	Pb	1046	54'833.4	613.2	41'244.9	479.5	72'891.0	780.6					56'323.1	624.4	1%	**29.42%**	98'999.1
RKS-3	40-60	Pb	1050	4'255.7	124.4	54'802.6	679.8	43'638.0	598.6					34'232.1	467.6	1%	**87.57%**	60'169.7
RKS-3	60-80	Pb	1053	2'634.8	99.5	1'586.1	82.2	1'990.1	87.9					2'070.3	89.9	4%	**27.26%**	3'639.0
RKS-3	80-100	Pb	1056	1'772.0	79.9	2'296.4	100.8	2'422.1	93.4					2'163.5	91.4	4%	18.10%	3'802.7
RKS-3	100-120	Pb	1059	1'764.2	84.6	2'552.2	108.5	6'967.7	169.9					3'761.4	121.0	3%	**85.24%**	6'611.3
RKS-3	120-140	Pb	1063	73.8	18.8	83.6	20.3	58.3	17.3					71.9	18.8	26%	18.87%	71.9
RKS-3	140-160	Pb	1066	42.8	21.0	40.5	17.1	37.4	16.5					40.3	18.2	45%	7.01%	40.3
RP-1	0-20	Pb	1193	150.5	23.9	163.6	24.6	132.8	21.7	145.3	22.9	162.2	23.8					
				174.8	24.5	175.3	24.7	164.9	23.9	157.1	23.3	175.6	25.3	160.2	23.8	15%		180.0
RP-2	0-20	Pb	1203	260.2	29.1	265.5	29.7	364.9	35.0	300.0	31.0	252.0	28.0					
				300.6	31.7	274.1	29.7	298.8	31.3	290.8	30.7	231.0	27.9	283.8	30.4	11%		350.0
RP-3	0-20	Pb	1213	516.5	42.7	446.1	38.9	453.2	39.1	474.9	39.8	401.3	37.1					
				490.1	41.5	475.3	42.8	471.0	41.5	511.6	42.5	498.8	41.6	473.9	40.8	9%		830.0
RP-4	0-20	Pb	1223	556.6	45.8	470.4	41.2	505.0	40.0	472.7	40.1	501.5	41.6					
				541.4	42.6	556.4	42.8	472.3	40.4	457.3	38.7	491.2	41.1	502.5	41.4	8%		800.0
RP-5	0-20	Pb	1233	703.1	44.1	742.1	45.8	710.1	46.7	460.8	32.9	736.6	47.6					
				789.5	48.6	808.4	48.9	695.5	46.6	644.8	43.8	761.3	47.0	705.2	45.2	6%		1'200.0
RP-6	0-20	Pb	1243	664.5	43.3	576.0	40.1	588.4	40.8	661.3	43.9	623.7	41.8					
				606.6	40.6	654.5	45.7	695.0	45.6	520.1	36.7	618.2	42.8	620.8	42.1	7%		1'300.0

* Korrigiert aufgrund der Korrelation XRF-Daten mit VBBo-Labordaten

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Schlieren, 06. Juni 2019
SAR

Gemeindeverwaltung Horw
Baudepartement, Natur- und Umweltschutz
Gemeindehausplatz 1
6048 Horw

Untersuchungsbericht

Objekt: 300m - Schiessanlage Horw

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

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Auftrags-Nr. Bachema	201905040
Proben-Nr. Bachema	21985-21990, 21992-21998, 23800-23801
Tag der Probenahme	10. Mai 2019
Eingang Bachema	23. Mai 2019 - 04. Juni 2019
Probenahmeort	Horw
Entnommen durch	C. Brändli, Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG

Auftraggeber	Gemeindeverwaltung Horw, Baudepartement, Natur- und Umweltschutz, Gemeindehausplatz 1, 6048 Horw
Rechnungsadresse	Gemeindeverwaltung Horw, Baudepartement, Natur- und Umweltschutz, Gemeindehausplatz 1, 6048 Horw
Rechnung zur Visierung	Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG, Büttenenhalde 42, 6006 Luzern
Bericht an	Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG, C. Brändli, Büttenenhalde 42, 6006 Luzern
Bericht per e-mail an	Geologische Beratungen Schenker Richter Graf AG, C. Brändli, claudio.braendli@fsgeolog.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG

Sabine Ruckstuhl
Dr. sc. nat. / Dipl. Umwelt-Natw. ETH

Objekt: **300m - Schiessanlage Horw**
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Horw
Auftrags-Nr. Bachema: 201905040

Probenübersicht

Bachema-Nr.		Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
21985	F	**RP1 nach VBBo, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21986	F	**RP2 nach VBBo, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21987	F	**RP3 nach VBBo, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21988	F	**RP4 nach VBBo, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21989	F	**RP5 nach VBBo, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21990	F	**RP6 nach VBBo, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21992	F	**RP1 nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21993	F	**RP2 nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21994	F	**RP3 nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21995	F	**RP4 nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21996	F	**RP5 nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21997	F	**RP6 nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
21998	F	**Schlacke nach VVEA, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 23.05.19
23800	F	**LP2, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 04.06.19
23801	F	**LP5, 0.00-0.20 m**	10.05.19 / 04.06.19

Legende zu den Referenzwerten

VBBo Prüfwert	Prüfwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub).
VBBo Richtwert	Richtwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub).
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)", KVU 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).

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.

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

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Objekt: **300m - Schiessanlage Horw**
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Horw
Auftrags-Nr. Bachema: 201905040

Akkreditierung

SWISS ACCREDITATION sas.admin.ch STS 0064 / SWISS TESTING LABS	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)

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

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt: **300m - Schiessanlage Horw**
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Horw
Auftrags-Nr. Bachema: 201905040

Probenbezeichnung		LP2	LP5	RP1 nach VBBo	RP2 nach VBBo	Referenzwert VBBo Richtwert	Referenzwert VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema		23800	23801	21985	21986		
Tag der Probenahme		10.05.19	10.05.19	10.05.19	10.05.19		
Entnahmetiefe [m]		0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		
Probenparameter							
Angelieferte Probemenge	kg	**0.4**	**0.5**	**0.3**	**0.3**		
Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)							
Anteil >2mm	Gew.-% TS	**7.5**	**12**	**2.7**	**4.3**		
Anteil Geschossteile Summe >2 mm	Gew.-% TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Anteil Geschossteile (magn.) >2 mm	Gew.-% TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Anteil Geschossteile (nicht-magn.) >2 mm	Gew.-% TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Elemente und Schwermetalle							
Blei (VBBo, ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS Pb			**180**	**350**	*50*	*200*
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg	**2.2**	**0.08**			*0.5*	*1 P*

Probenbezeichnung		RP3 nach VBBo	RP4 nach VBBo	RP5 nach VBBo	RP6 nach VBBo	Referenzwert VBBo Richtwert	Referenzwert VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema		21987	21988	21989	21990		
Tag der Probenahme		10.05.19	10.05.19	10.05.19	10.05.19		
Entnahmetiefe [m]		0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		
Probenparameter							
Angelieferte Probemenge	kg	**0.3**	**0.3**	**0.3**	**0.3**		
Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)							
Anteil >2mm	Gew.-% TS	**2.1**	**2.8**	**1.2**	**2.3**		
Anteil Geschossteile Summe >2 mm	Gew.-% TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**0.070**	**0.037**		
Anteil Geschossteile (magn.) >2 mm	Gew.-% TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**0.070**	**0.037**		
Anteil Geschossteile (nicht-magn.) >2 mm	Gew.-% TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Elemente und Schwermetalle							
Blei (VBBo, ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS Pb	**830**	**800**	**1'200**	**1'300**	*50*	*200*

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

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Objekt: **300m - Schiessanlage Horw**
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Horw
Auftrags-Nr. Bachema: 201905040

Probenbezeichnung			RP1 nach VVEA	RP2 nach VVEA	RP3 nach VVEA	RP4 nach VVEA	Referenzwert VVEA Typ A (U)	Referenzwert VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema			21992	21993	21994	21995		
Tag der Probenahme			10.05.19	10.05.19	10.05.19	10.05.19		
Entnahmetiefe [m]			0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		
Probenparameter								
Angelieferte Probemenge	kg		**0.3**	**0.3**	**0.3**	**0.3**		
Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)								
Anteil Geschossteile Summe >2 mm	Gew.-%	TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Anteil Geschossteile (magn.) >2 mm	Gew.-%	TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Anteil Geschossteile (nicht-magn.) >2 mm	Gew.-%	TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**		
Elemente und Schwermetalle								
Antimon (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS	Sb		**9.1**	**37**	**40**	*3*	*30*
Blei (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS	Pb	**200**	**320**	**870**	**1'000**	*50*	*500*

Probenbezeichnung			RP5 nach VVEA	RP6 nach VVEA	Schlacke nach VVEA		Referenzwert VVEA Typ A (U)	Referenzwert VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema			21996	21997	21998			
Tag der Probenahme			10.05.19	10.05.19	10.05.19			
Entnahmetiefe [m]			0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20			
Probenparameter								
Angelieferte Probemenge	kg		**0.3**	**0.3**	**0.6**			
Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)								
Anteil Geschossteile Summe >2 mm	Gew.-%	TS	**keine Geschoss-teile**	**0.024**	**7.7**			
Anteil Geschossteile (magn.) >2 mm	Gew.-%	TS	**keine Geschoss-teile**	**0.024**	**3.7**			
Anteil Geschossteile (nicht-magn.) >2 mm	Gew.-%	TS	**keine Geschoss-teile**	**keine Geschoss-teile**	**4.2**			
Elemente und Schwermetalle								
Antimon (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS	Sb		**38**	**2'000**		*3*	*30*
Blei (ohne Geschossteile >2mm) ICP	mg/kg TS	Pb	**1'100**	**970**	**43'000**		*50*	*500*
Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, Hg (AAS), vollständig s. Anhang)								
Arsen	mg/kg TS	As			**<2**		*15*	*30*
Cadmium	mg/kg TS	Cd			**<0.5**		*1*	*10*
Chrom	mg/kg TS	Cr			**62**		*50*	*500*
Kobalt	mg/kg TS	Co			**220**			
Kupfer	mg/kg TS	Cu			**1'700**		*40*	*500*
Molybdän	mg/kg TS	Mo			**7**			
Nickel	mg/kg TS	Ni			**450**		*50*	*500*
Quecksilber	mg/kg TS	Hg			**0.2**		*0.5*	*2*
Thallium	mg/kg TS	Tl			**<2**			
Zink	mg/kg TS	Zn			**120**		*150*	*1'000*
Zinn	mg/kg TS	Sn			**20**			

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

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt: **300m - Schiessanlage Horw**
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Horw
Auftrags-Nr. Bachema: 201905040

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung			**Schlacke nach VVEA**				*VVEA Typ A (U)*	*VVEA Typ B*
Entnahmetiefe [m]			21998 0.00-0.20					
Schwermetalle								
Arsen	mg/kg TS	As	<2				*15*	*30*
Cadmium	mg/kg TS	Cd	<0.5				*1*	*10*
Chrom	mg/kg TS	Cr	**62**				*50*	*500*
Kobalt	mg/kg TS	Co	**220**					
Kupfer	mg/kg TS	Cu	**1'700**				*40*	*500*
Molybdän	mg/kg TS	Mo	**7**					
Nickel	mg/kg TS	Ni	**450**				*50*	*500*
Quecksilber	mg/kg TS	Hg	**0.2**				*0.5*	*2*
Thallium	mg/kg TS	Tl	<2					
Zink	mg/kg TS	Zn	**120**				*150*	*1'000*
Zinn	mg/kg TS	Sn	**20**					
Seltene Erden und übrige Elemente								
Barium	mg/kg TS	Ba	**600**					
Cäsium	mg/kg TS	Cs	<10					
Cer	mg/kg TS	Ce	**73**					
Gallium	mg/kg TS	Ga	<2					
Germanium	mg/kg TS	Ge	<5					
Lanthan	mg/kg TS	La	**30**					
Neodym	mg/kg TS	Nd	**22**					
Niob	mg/kg TS	Nb	**21**					
Rubidium	mg/kg TS	Rb	**97**					
Selen	mg/kg TS	Se	**29**					
Silber	mg/kg TS	Ag	<2					
Strontium	mg/kg TS	Sr	**360**					
Uran	mg/kg TS	U	<10					
Vanadium	mg/kg TS	V	**150**					
Wolfram	mg/kg TS	W	<10					
Zirconium	mg/kg TS	Zr	**120**					
Halogenide / Schwefel								
Brom	mg/kg TS	Br	**17**					
Chlor	mg/kg TS	Cl	<100					
Jod	mg/kg TS	I	<10					
Schwefel	mg/kg TS	S	**1'000**					
Matrixelemente								
Aluminium (als Oxid)	% v. TS	Al_2O_3	**14**					
Calcium (als Oxid)	% v. TS	CaO	**2.3**					
Eisen (als Oxid)	% v. TS	Fe_2O_3	**11**					
Kalium (als Oxid)	% v. TS	K_2O	**1.9**					
Magnesium (als Oxid)	% v. TS	MgO	**1.5**					
Mangan (als Oxid)	% v. TS	MnO	**0.18**					
Phosphor (als Oxid)	% v. TS	P_2O_5	**0.27**					
Silizium (als Oxid)	% v. TS	SiO_2	**30**					
Titan (als Oxid)	% v. TS	TiO_2	**0.50**					

Der Chrom- und Arsengehalt wurde auf Säureaufschluss nach VVEA umgerechnet (f: Cr 0.5, As 0.8).
Quecksilberbestimmung mit AAS-Amalgammethode.
Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.
Die häufigste petrografische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

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

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial)
Akkreditiert nach ISO 17025
STS-Nr. 0064

300m-Schiessanlage "Kirchfeld" Horw
Kostenschätzung **Minimalsanierung**

Position		Tätigkeit		Quantität		EP		Total
1.	**Bauarbeiten, Rodung, Transport & Rekultivierung**							
	2.1	Installation	p					
	2.2	Aushubarbeiten, Zwischentransport, Auflad	p					
	2.3	Transport belastetes Material zu den Entsorgungsanlagen	p		Kostenschätzung		Fr	180'000
	2.4	Rekultivierung	p					
	2.5	Rodung und Widerauforstung	p					
					Summe Bauarbeiten, Transport & Rekultivierung		**Fr**	**180'000**
2.	**Entsorgung**							
	3.1	Bodenwäsche Aushubmaterial, >1'250 ppm Blei	t	1'745	Fr	200	Fr	349'000
	3.2	Deponie Typ E, Aushubmaterial, 500-1'250 ppm Blei / 2-5 ppm Hg	t	775	Fr	90	Fr	69'750
	3.3	Deponie Typ B, Aushubmaterial, 50-500 ppm Blei	t	495	Fr	40	Fr	19'800
						Summe Entsorgung	**Fr**	**438'550**
3.	**Analytik**							
	4.1	Miete XRF-Gerät, Beprobungsmaterial allgemein (pro Tag)	p	12	Fr	400	Fr	4'800
	4.2	Analyse Sohlproben, inkl. Expresszuschlag	p	10	Fr	230	Fr	2'300
						Summe Analytik	**Fr**	**7'100**
4.	**Begleitung & Berichterstattung**							
	5.1	Ausschreibungsunterlagen, Offertauswertung, Vergabeempfehlung	h	10	Fr	157	Fr	1'570
	5.2	Fachbauleitung, Besprechungen vor Ort	h	6	Fr	157	Fr	942
	5.3	Baubegleitung vor Ort, XRF-Messungen, Triage	h	110	Fr	133	Fr	14'630
	5.4	Abrechnung, Berichterstattung (Sanierungsbericht)	h	24	Fr	157	Fr	3'768
	5.5	Qualitätssicherung, Kontakt kantonale Dienststelle	h	2	Fr	181	Fr	362
	5.6	Spesen 3%	p	1	Fr	640	Fr	640
						Summe Begleitung & Berichterstattung	**Fr**	**21'912**
						TOTAL (exkl. MwSt.)	**Fr**	**647'562**
						Reserve/Unvorhergesehenes (10%)	Fr	64'756
						Zwischentotal (exkl. MwSt.)	**Fr**	**712'318**
						MwSt. 7.7 %	Fr	54'849
						TOTAL MINIMALSANIERUNG (inkl. MwSt.)	**Fr**	**767'167**

300m-Schiessanlage "Kirchfeld" Horw
Kostenschätzung **Teilsanierung**

Position		Tätigkeit		Quantität	EP		Total
1.	**Bauarbeiten, Rodung, Transport & Rekultivierung**						
	2.1	Installation	p				
	2.2	Aushubarbeiten, Zwischentransport, Auflad	p				
	2.3	Transport belastetes Material zu den Entsorgungsanlagen	p	Kostenschätzung		Fr	195'000
	2.4	Rekultivierung	p				
	2.5	Rodung und Widerauforstung	p				
				Summe Bauarbeiten, Transport & Rekultivierung		**Fr**	**195'000**
2.	**Entsorgung**						
	3.1	Bodenwäsche Aushubmaterial, >1'250 ppm Blei	t	1'745	Fr 200	Fr	349'000
	3.2	Deponie Typ E, Aushubmaterial, 500-1'250 ppm Blei / 2-5 ppm Hg	t	905	Fr 90	Fr	81'450
	3.3	Deponie Typ B, Aushubmaterial, 50-500 ppm Blei	t	860	Fr 40	Fr	34'400
					Summe Entsorgung	**Fr**	**464'850**
3.	**Analytik**						
	4.1	Miete XRF-Gerät, Beprobungsmaterial allgemein (pro Tag)	p	14	Fr 400	Fr	5'600
	4.2	Analyse Sohlproben, inkl. Expresszuschlag	p	12	Fr 230	Fr	2'760
					Summe Analytik	**Fr**	**8'360**
4.	**Begleitung & Berichterstattung**						
	5.1	Ausschreibungsunterlagen, Offertauswertung, Vergabeempfehlung	h	10	Fr 157	Fr	1'570
	5.2	Fachbauleitung, Besprechungen vor Ort	h	6	Fr 157	Fr	942
	5.3	Baubegleitung vor Ort, XRF-Messungen, Triage	h	120	Fr 133	Fr	15'960
	5.4	Abrechnung, Berichterstattung (Sanierungsbericht)	h	24	Fr 157	Fr	3'768
	5.5	Qualitätssicherung, Kontakt kantonale Dienststelle	h	2	Fr 181	Fr	362
	5.6	Spesen 3%	p	1	Fr 680	Fr	680
					Summe Begleitung & Berichterstattung	**Fr**	**23'282**
					TOTAL (exkl. MwSt.)	**Fr**	**691'492**
					Reserve/Unvorhergesehenes (10%)	Fr	69'149
					Zwischentotal (exkl. MwSt.)	**Fr**	**760'641**
					MwSt. 7.7 %	Fr	58'569
					TOTAL TEILSANIERUNG (inkl. MwSt.)	**Fr**	**819'211**

300m-Schiessanlage "Kirchfeld" Horw
Kostenschätzung **Totalsanierung**

Position		Tätigkeit		Quantität		EP		Total
1.	**Bauarbeiten, Rodung, Transport & Rekultivierung**							
	2.1	Installation	p					
	2.2	Aushubarbeiten, Zwischentransport, Auflad	p					
	2.3	Transport belastetes Material zu den Entsorgungsanlagen	p		Kostenschätzung		Fr	340'000
	2.4	Rekultivierung	p					
	2.5	Rodung und Widerauforstung	p					
					Summe Bauarbeiten, Transport & Rekultivierung		**Fr**	**340'000**
2.	**Entsorgung**							
	3.1	Bodenwäsche Aushubmaterial, >1'250 ppm Blei	t	1'745	Fr	200	Fr	349'000
	3.2	Deponie Typ E, Aushubmaterial, 500-1'250 ppm Blei / 2-5 ppm Hg	t	1'150	Fr	90	Fr	103'500
	3.3	Deponie Typ B, Aushubmaterial, 50-500 ppm Blei	t	2'010	Fr	40	Fr	80'400
						Summe Entsorgung	**Fr**	**532'900**
3.	**Analytik**							
	4.1	Miete XRF-Gerät, Beprobungsmaterial allgemein (pro Tag)	p	18	Fr	400	Fr	7'200
	4.2	Analyse Sohlproben, inkl. Expresszuschlag	p	18	Fr	180	Fr	3'240
						Summe Analytik	**Fr**	**10'440**
4.	**Begleitung & Berichterstattung**							
	5.1	Ausschreibungsunterlagen, Offertauswertung, Vergabeempfehlung	h	10	Fr	157	Fr	1'570
	5.2	Fachbauleitung, Besprechungen vor Ort	h	6	Fr	157	Fr	942
	5.3	Baubegleitung vor Ort, XRF-Messungen, Triage	h	160	Fr	133	Fr	21'280
	5.4	Abrechnung, Berichterstattung (Sanierungsbericht)	h	25	Fr	157	Fr	3'925
	5.5	Qualitätssicherung, Kontakt kantonale Dienststelle	h	2	Fr	181	Fr	362
	5.6	Spesen 3%	p	1	Fr	840	Fr	840
						Summe Begleitung & Berichterstattung	**Fr**	**28'919**
						TOTAL (exkl. MwSt.)	**Fr**	**912'259**
						Reserve/Unvorhergesehenes (10%)	Fr	91'226
						Zwischentotal (exkl. MwSt.)	**Fr**	**1'003'485**
						MwSt. 7.7 %	Fr	77'268
						TOTAL TOTALSANIERUNG (inkl. MwSt.)	**Fr**	**1'080'753**

KANTON LUZERN
Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

Umwelt und Energie (uwe)
Boden und Abfall
Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern
Telefon 041 228 60 60
Telefax 041 228 64 22
uwe@lu.ch
www.uwe.lu.ch

Sanierung von Kugelfängen bei Schiessanlagen

Historische Angaben

ID-Nr 1058B0076 Anlage: 300m-SA "Kirchfeld" Horw

Ausgangslage

Für die obenerwähnte Schiessanlage wird ein Sanierungsprojekt nach Altlastenrecht erstellt. Zuständige Vollzugsbehörde ist die Dienststelle Umwelt und Energie des Kantons Luzern. In den meisten Fällen werden für die *Durchführung der Massnahmen* die Standortgemeinden und die Schiessvereine eingebunden. Für die Erstellung eines Sanierungsprojektes wird in der Regel ein qualifiziertes Fachbüro für Altlasten beauftragt.

Gemäss Umweltschutzgesetz (USG), Art. 32d sind die *Kosten* für die notwendigen Massnahmen bei einer Sanierung von den Verursachern zu tragen. Dazu gelten gemäss Umweltschutzgesetzgebung der Zustandstörer (Standortinhaber) und der Verhaltensstörer (Schütze, bzw. Schützenverein, z.T. Gemeinde). Über die Verteilung der Kosten entscheidet der Regierungsrat.

Die Grundlagen für die Kostenverteilung sind die Anteile an der Verursachung, welche zeitgleich mit der Erstellung des Sanierungsprojektes zu ermitteln sind. Die Gemeindebehörde und das beauftragte Altlastenfachbüro sind ermächtigt, die nachfolgenden Angaben einzuholen.

Gemäss Umweltschutzgesetz Art. 46, Abs. 1 ist jedermann verpflichtet Auskünfte zu erteilen und Abklärungen durchzuführen oder zu dulden. Bei Verweigerung der Auskünfte oder bei Falschaussagen ist mit Strafanzeige zu rechnen.

1. Standortangaben:

Name der Anlage: Kirchfeld.....	**Gemeinde**: Horw.....
Koordinaten des Scheibenstandes: **2'666'720 / 1'208'600**	**Parzellen-Nr.** des Kugelfanges: 215

2. Standortinhaber:

Aktuelle Inhaber des Scheibenstands, des Kugelfanges und der unmittelbar benachbarten Parzellen Christian Buholzer, Hofrüti, 6048 Horw **Zeitraum:** von .....?..... bis heute (Katasterplanauszug mit Namen und Adressen beilegen)	**Allfällig frühere Inhaber** des Scheibenstands und des Kugelfanges Leo Buholzer, Hofrüti, 6048 Horw Beat Buholzer, Hofrüti, 6048 Horw **Zeitraum:** von .....?..... bis .....?..... (Katasterplanauszug mit Namen und Adressen beilegen)

3. Betriebsangaben:

Inbetriebnahme der Anlage: Ca. 1907	**Ausserbetriebnahme** der Anlage: 1993 .....(Datum oder Jahr)
Art der Anlage: (höchstens ein Feld ankreuzen, gegebenenfalls pro Anlage separates Formular ausfüllen) ☒ 300m-Schiessanlage ☐ 100m-Schiessanlage ☐ 50m-Schiessanlage ☐ Kurzdistanzanlage ☐ Kleinkaliberanlage ☐ Jagdschiessanlage ☐	**Anlagennutzer:** X Gemeinde (Obligatorisch Schiessen) X lokale Schützenvereine (2) ☐ benachbarte Gemeinde ☐ benachbarte Schützenvereine ☐ Jagdschützen ☐ Polizeieinheiten, Sicherheitspersonal ☐ Einheiten der Armee (ohne obligatorisches Schiessen!) X Luz. Kantonalschützenverband (Eidg. Schützenfest 1979).....

Anzahl **Scheiben:** maximal: ab 1907 8 Scheiben, ab 1949 18 Scheiben heute: keine Temporäre Scheibenerweiterungen (Schützenfeste u. Ähnliches): nichts bekannt	**Umlagerung** von Kugelfangmaterial: X keine, bzw. nicht bekannt ☐ Umlagerungen sind erfolgt (auf Katasterplan einzeichnen)

4. Anlagennutzer

Nutzer 1 (=Anlagenbetreiber): Gemeinde Horw Obligatorisches Schiessen **Zeitraum:** von ...1907..... bis .....1993.....	**Verwendete Munitionsarten des Nutzers 1:** ☐ GP 11 und GP 90 (Anteil .100. %) ☐ Pistolenmunition (Anteil ..... %) ☐ Kleinkalibermunition (Anteil ..... %) ☐ Jagdmunition (Anteil ..... %) ☐ ..... (Anteil ..... %) **Durchschnittliche jährliche Schusszahl des <u>Nutzers 1</u>:** .....Unbekannt..... Schuss
Nutzer 2: Feldschützengesellschaft Horw p.A. Hans-Ruedi Jung, Präsident, Untermattstrasse 28 6048 Horw **Zeitraum:** von .....1907..... bis .....1993.....	**Verwendete Munitionsarten des Nutzers 2:** X GP 11 und GP 90 (Anteil .100. %) ☐ Pistolenmunition (Anteil ..... %) ☐ Kleinkalibermunition (Anteil ..... %) ☐ Jagdmunition (Anteil ..... %) ☐ ..... (Anteil ..... %) **Durchschnittliche jährliche Schusszahl des <u>Nutzers 2</u>:** .....Unbekannt..... Schuss

Nutzer 3: Wehrschiessverein Horw .... liquidiert ..... (Name, Adresse) **Zeitraum:** von ....1907..... bis .....1993.....	**Verwendete Munitionsarten des Nutzers 3:** X GP 11 und GP 90 (Anteil .100. %) ☐ Pistolenmunition (Anteil ..... %) ☐ Kleinkalibermunition (Anteil ..... %) ☐ Jagdmunition (Anteil ..... %) ☐ ..... (Anteil ..... %) **Durchschnittliche jährliche Schusszahl des <u>Nutzers 3</u>:** .....Unbekannt..... Schuss

5. Entrichtete Schussgelder

Unbekannt

6. Anteile an der Verursachung der Belastung

Gemeinde Horw (= Verursacher oblig. Schiessen) Anteil ...95..... %*	**Schiessverein** … (= Verursacher Sportschiessen Anteil .....2.5.... %*	**Schiessverein** … (= Verursacher Sportschiessen Anteil .....2.5.... %*	 Anteil ..... %
… Anteil ..... %	… Anteil ..... %	**Weitere Nutzer** … Anteil ..... %	**Weitere Nutzer** … Anteil ..... %

* Schätzung aufgrund von Erfahrungswerten anderer Schiessanlagen

7. Raumplanerische Angaben:

Kugelfang liegt gemäss **Zonenplan** in einer:	**Schutzzonen** im Umkreis des Kugelfangs:
X Waldzone (genutzt)	☐ Naturschutzzone
X Landwirtschaftszone	X Landschaftsschutzzone: BLN-Gebiet Pilatus
☐ Bauzone	☐ Waldnaturschutzinventar (WNI)
☐	☐ Gewässerschutzzone
☐	
Ausschnitt des Zonenplans beilegen.	

8. Weitere Auskünfte:

Standchef:	**Gemeindeschreiber:**
Name Verstorben.....	Name Beat Gähwiler .....
Adresse	Adresse Gemeindehaus, Gemeindehausplatz 1 .....
Ort	Ort 6048 Horw .....
Tel. Nr.	Tel. Nr. 041 349 12 50.....

9. Visum:

Für den Eigentümer der Anlage:	Für die Standortgemeinde:
Ort und Datum	Ort und Datum .....
Name:	Name: .....
Unterschrift	Unterschrift .....

Beilagen:

☐ aktuelle Kopie des Katasterplans mit Scheibenstand und Kugelfang (allf. frühere Scheibenstandorte und Kugelfangbereiche einzeichnen)

☐ Bei Handänderungen zu Betriebszeiten der Schiessanlage: Kopie früherer Katasterpläne mit Scheibenstand und Kugelfang (Namen der früheren Eigentümer eintragen)

GEOLOGISCHE BERATUNGEN
DR. F. SCHENKER
Dreilindenstrasse 3 - PF 221
CH - 6045 Meggen

Telefon: +41 378 03 00 / 01
Telefax: +41 378 03 03
E-Mail: fsgeolog@tic.ch

Schiessanlage Kirchfeld (Felmis), Horw, Kt. Luzern

Altlastenuntersuchungen

Inhaltsverzeichnis

1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG 3

2 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN 3

3 HISTORISCHE UNTERSUCHUNG 4

4 TECHNISCHE UNTERSUCHUNG 6

5 DEFINITION DES SOLL-ZUSTANDS FÜR DEN BODEN 7

6 IST-ZUSTAND 8

7 ERFORDERLICHE MASSNAHMEN (SOLL-IST-VERGLEICH) 9

8 BEURTEILUNG DER ALTLASTENSITUATION BEZÜGLICH OBERFLÄCHENGEWÄSSER UND GRUNDWASSER 12

9 WEITERES VORGEHEN 14

ZUSAMMENFASSUNG

Die Schiessanlage Kirchfeld, Horw wurde zwischen 1907 und 1994 betrieben. Sie umfasste seit 1949 neun Scheiben. Gesamthaft wurden ca. 3'234'000 Schuss abgegeben. Im Rahmen einer Zivilschutzübung wurde im Frühjahr 1995 der Scheibenstand abgebrochen und landwirtschaftlich nutzbar gemacht.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen eine Quecksilber-Belastung vor dem Schützenhaus und eine erhebliche Blei-Kontamination im Bereich des Kugelfangs. Diese Tatsachen erfordern folgende Massnahmen:

1. Umzäunung des Massnahmebereichs A auf einer Fläche von 33 x 55 m.
2. Entsorgung des an der Oberfläche vorliegenden schlackenartigen Materials (ca. 0.5 m^3).
3. Schutz des Kugelfangs gegen Erosion, Windverfrachtung und Dachsbau. Zu prüfen ist das Ausheben der Einschusstrichter und eine externe Entsorgung dieses Materials.
4. Nutzungsbeschränkung im Massnahmebereich B vor dem Schützenhaus (6 x 24m) bzw. vor dem Kugelfang (12 x 55m) auf Heubewirtschaftung.
5. Ausheben der Fläche unterhalb des Abflussrohrs links und Umlagerung in den Massnahmebereich A (Fläche 24m^2, Kubatur ca. 5-10m^3). Das Material zur Rekultivierung kann aus dem unbelasteten Teilbereich der Zone A gewonnen werden.

Aufgrund der Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, dass von der Schiessanlage Kirchfeld keine Gefährdung für Quellen oder Grundwasser ausgeht bzw. ausgeben wird.

Anhang H2

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der Gemeinderat Horw hat unser Büro beauftragt, die Altlastenverdachtsfläche „Schiessanlage Kirchfeld" zu untersuchen. Nachdem der Schiessbetrieb vor 5 Jahren eingestellt wurde, hat der Zivilschutz den Scheibenstand abgebrochen und ausgeebnet. Die Anlage ist im Schiessanlagen-Kataster des Kantons aufgeführt. Der Kugelfang ist heute im Begriff einzuwalden und die angrenzende Wiese dient als Rinderweide.

Ziel der Arbeiten ist die Bodenbelastung der Schiessanlage zu bestimmen und die notwendigen Massnahmen zu erarbeiten. Im weiteren sollen Altlastenabklärungen zeigen, inwiefern Oberflächengewässer und Grundwasser durch die Anlage gefährdet sind bzw. in Zukunft gefährdet werden können.

2 Durchgeführte Arbeiten

- AgroLab, Ebikon:
  - Probenahme von Bodenmischproben am 26.1.99
  - Probenahme von Bodenmischproben am 8.2.99
  - Analysen der Bodenproben
- Geologische Beratungen Dr. F. Schenker:
  - Historische Untersuchung
  - Begleitung der Boden-Probenahmen am 26.1.99
  - Begleitung der Boden-Probenahmen am 8.2.99
  - Probenahme von Bodenmischproben am 1.3.99
  - Auswertung und Berichterstattung

3 Historische Untersuchung

Die historsichen Abklärungen haben für den Schiessstand Kirchfeld folgendes ergeben:

Besitzverhältnisse (vgl. Beilage 1, Situation 1 : 2'000):

- Das Areal des ehemaligen Scheibenstands inkl. Kugelfang (Parz. 215) gehört und wird durch Hr. Beat Buholzer, Kastanienbaumstrasse 49, 6048 Horw bewirtschaftet (Quelle: Gemeindeverwaltung);
- Das Schützenhaus und Parzelle 219 sind im Besitze der Bürgergemeinde Horw und das Grundstück wird durch Hr. Josef Heer, Grämlis, Horw bewirtschaftet (Quellen: Gemeindeverwaltung, Hr. B. Buholzer).

Schiessbetrieb:

- Die Schiessanlage wurde um 1910 (vermutlich 1907) in Betrieb genommen und bis 1994 betrieben (Quellen: AfU, Horwer Chronik und Hr. B. Buholzer);
- Die Anlage umfasste bis 1949 neun Scheiben und wurde 1949 Richtung West mit weiteren 9 Scheiben erweitert (Quellen: Horwer Chronik und Hr. B. Buholzer);
- Es wurden im Durchschnitt zwischen 1990 und 1992 schätzungsweise ca. 70'000 Schuss pro Jahr abgegeben (Quelle: AfU);
- Die Gesamtbelastung beträgt ca. 3'234'000 Schuss (Quelle: AfU);
- In den letzten Jahren wurden insbesondere die westlichen Scheiben verwendet (Quelle: Hr. B. Buholzer);
- Die Anlage wurde durch die Feldschützen Horw und der Wehrschiessverein Horw benutzt (Quelle: Hr. B. Buholzer).

Veränderung des Scheibenstands nach Aufgabe des Betriebs (vgl. Beilage 2):

- Der Scheibenstand wurde im Frühjahr 1995 ausgebnet und wieder landwirtschaftlich nutzbar gemacht (Quelle: Hr. B. Buholzer);

Anhang H2

- Die Arbeiten erfolgten durch das Bauunternehmen Waser AG, Rothenburg und den Zivilschutz (Quelle: Waser AG, Hr. B. Buholzer);
- Dabei wurde der oberste Meter der Scheibenstand-Betonmauer abgebrochen und in den verbleibenden Scheibenstandteil entsorgt. Die Prallmauer wurde abgebrochen und im Scheibenstand entsorgt. Die Prallplatte und die Scheiben wurden abgeführt (Quelle: Waser AG, Hr. B. Buholzer);
- Der ganze Bereich inkl. Entwässerunggraben wurde mit ca. 100m^3 extern zugeführtem Aushubmaterial von der Baustelle des Pilatus-Markts, Kriens und ca. 8m^3 Oberboden aus der Deponie Waser zugedeckt (Quelle: Waser AG, Hr. B. Buholzer).

Heutige Situation:

- Die betroffenen Parzellen werden heute landwirtschaftlich z.B. zur Beweidung durch Rinder genutzt;
- Aufgrund oben dargestellter Arbeiten ist nichts mehr vom Scheibenstand sichtbar;
- Der eigentliche Kugelfang am Rande des Waldes ist hingegen unverändert vorhanden. Der Kugelfang wurde mit Sägemehl ausgestattet. Die Einschusslöcher und Reste von Kugeln sind immer noch deutlich als solche erkennbar. Ein Dachsbau hat schlackenartiges Material unbekannter Herkunft zu Tage gefördert;
- Auf der linken Seite des Kugelfangs ragt ein Abflussrohr aus dem Boden, über welches die Entwässerung des Kugelfangbereichs erfolgte;
- An der rechten Seite des Kugelfangs mündet ebenfalls ein Rohr aus dem Boden; dieses diente als Überlauf für die Klärgrube der Scheibenstand-Toilette;
- Der Standort ist im Kataster der Schiessanlagen mit Priorität 1 (Altlastenfrage offen) vermerkt.

4 Technische Untersuchung

Für die Erfassung des Belastungszustands im Bereich Schützenhaus und Kugelfang/Scheibenstand wurden folgende Mischproben entnommen (vgl. dazu auch Beilagen 3 und 4):

Probenbezeichnung	Standort	Länge des Transekts	Anzahl Einstiche (Einzelproben)
HO SH-2m	2m vor dem Schützenhaus	24m	25
HO SH-5m	5m vor dem Schützenhaus	24m	25
HO PPV-2m	2m vor der Prallplatte	34m	18
HO PPV-5m	5m vor der Prallplatte	34m	18
HO PPV-10m	10m vor der Prallplatte	34m	18
HO PPV-15m	20m vor der Prallplatte	34	18
HO PPH-3.3m	3.3m hinter der Prallplatte	34m	18
HO PPH-8.4m	8.4m hinter der Prallplatte	34m	18
HO PPH-15m	15m hinter der Prallplatte	34m	18
HO PPH-20m	20m hinter der Prallplatte	37m	19
HO PPH-Weg	hinter der Prallplatte auf dem Weg	37m	19
HO PPL-3m	3m links vom linken Ende der Prallplatte	15m	16
HO PPL-6m	6m links vom linken Ende der Prallplatte	18m	19
HO PPR-3m	3m rechts vom rechten Ende der Prallplatte	15m	16
HO PPR-6m	6m rechts vom rechten Ende der Prallplatte	15m	16
HO PPR-6m	6m rechts vom rechten Ende der Prallplatte nur bis zum Waldrand	5.5m	17
HO AR (Rohr links der Prallplatte)	Zufällig verteilte Einstiche auf einer Fläche von 4x6m unterhalb des Abflussrohrs	24 m^2	ca. 16 Stiche
HO RR (Rohr rechts der Prallplatte)	Zufällig verteilte Einstiche auf einer Fläche von 3x3m unterhalb des Abflussrohrs	9 m^2	ca. 16 Stiche

Anhang H2

5 Definition des Soll-Zustands für den Boden

Massgebend für die Definition des Soll-Zustands sind folgende rechtliche Grundlagen:

- Wegleitung „Bodenschutz- und Entsorgungsmassnahmen bei 300m-Schiessanlagen", Oktober 1997;
- Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo), 1. Juli 1998.

Aus obigen Regelungen geht hervor, dass für den Leitparameter **Blei**:

- ein Gehalt von **kleiner als 50mg/kg** Trockensubstanz (TS) als **unbelastet oder sehr schwach belastet** zu bezeichnen ist (Richtwert nach VBBo ⇔ Belastungszone I nach Wegleitung);
- ein Gehalt zwischen **50 und 300 mg/kg** TS als **mässig belastet** zu bezeichnen ist (VSBo'86-Mitteilung Nr. 4 ⇔ Belastungszone II nach Wegleitung);
- ein Gehalt zwischen **300 und 1000 mg/kg** TS als **stark belastet** zu bezeichnen ist und Nutzungseinschränkungen erfordert (Überschreitung des Prüfwerts VBBo ⇔ Belastungszone III und Massnahmebereich B nach Wegleitung);
- ein Gehalt **oberhalb 1000 mg/kg** TS als **sehr stark belastet** zu bezeichnen ist und ein Nutzungsverbot erfordert (Überschreitung des Sanierungswerts VBBo ⇔ Belastungszone IV und Massnahmebereich A nach Wegleitung);

Für den **Quecksilber-Gehalt**, welcher nur für den Bereich unmittelbar vor dem Schützenhaus relevant ist, besteht laut VBBo ein **Richtwert von 0.5mg/kg** TS. Prüf- oder Sanierungswerte existieren nicht. Die Wegleitung schreibt vor, dass im Falle einer Quecksilberbelastung ein Massnahmebereich B auszuscheiden ist.

6 Ist-Zustand

Die Resultate der Bodenanalysen sind in Beilage 5 dokumentiert und werden untenstehend kommentiert.

6.1 Schützenhaus

Die **Blei**-Belastung vor dem Schützenhaus ist mit 196 bzw. 41.3 mg/kg als **mässig belastet** zu bezeichnen (vgl. dazu Abbildung 1 auf Seite 10). Der **Quecksilber**-Gehalt liegt hingegen mit 6.52 mg/kg **deutlich über dem Richtwert** von 0.5 mg/kg. Die Quecksilber-Anreicherung könnte dadurch begünstigt sein, dass unmittelbar vor dem Schützenhaus ein Gegengefälle besteht.

6.2 Kugelfang

Der Bereich um den Kugelfang der ehemaligen Schiessanlage Kirchfeld weist im Vergleich zu anderen ähnlichen Schiessanlagen eine überdurchschnittlich grosse Belastung durch Blei auf (vgl. dazu Abbildung 2 auf Seite 11).

Eine **sehr starke Belastung** ist im unmittelbaren Bereich des **Kugelfangs** und dahinter zu verzeichnen. Der Kugelfang selbst wurde nicht untersucht, da hier erfahrungsgemäss Blei-Gehalte von bis über 25'000 mg/kg auftreten. Unmittelbar hinter dem Kugelfang wurden Pb-Werte von über 7'000 mg/kg gemessen.

Auch **östlich des Kugelfangs** ist mit 1210, 1310.4 bzw. 1917 mg/kg eine **sehr starke Belastung** zu verzeichnen. Eine Verfrachtung von belasteten Material während der Abbrucharbeiten dürfte dafür verantwortlich sein.

Aufgrund der mit dem Abbruch des Scheibenstands verbundenen Zufuhr von externem Aushubmaterial (vgl. Kap. 3) liegt **zwischen Kugelfang und Prallplatte** ein nur **schwach belasteter** Bereich vor (PPH-3.3m: 72.4 mg/kg).

Im steilen Abhang vor der Prallplatte nimmt die Blei-Belastung von anfänglichen 1216.4 mg/kg nur sehr langsam auf 563.8 mg/kg in 10m Abstand ab. Der Hang ist sehr steil und durch die Beweidung wird kontaminiertes Material

Anhang H2

ständig nach unten verfrachtet. In einem Abstand von 20m liegt mit 98.3 mg/kg nur noch eine mässige Belastung durch Pb vor.

6.3 Abflussbereich der Leitung für Oberflächenwasser aus dem Kugelfang (Rohr links)

Der unter dem linken Rohr befindliche Abflussbereich weist eine mässig bis starke Belastung durch Pb auf. Es ist damit nachgewiesen, dass Blei-belastete Feinanteile des Kugelfangs sich über die Ableitung auf das darunterliegende Feld ergossen.

6.4 Abflussbereich des Überlaufes der Sickergrube (Rohr rechts)

Unterhalb des Überlaufes der Sickergrube der Scheibenstand-Toilette ist eine starke Pb-Belastung vorhanden. Diese ist mit grösster Warscheinlichkeit mit dem Schiessbetrieb in Verbindung zu setzen.

7 Erforderliche Massnahmen (Soll-Ist-Vergleich)

Aus dem Vergleich zwischen den gesetzlichen Regelungen und dem angetroffenen Zustand ergibt sich die Abgrenzung der Massnahmebereiche A und B mit folgenden dazugehörigen Massnahmen (nach Wegleitung):

Massnahmebereich A:

1. Der Zugang zum Massnahmebereich A ist mittels Umzäunung zu verhindern
2. Es ist zu verhindern, dass durch Erosion oder Wind ein Verfrachtung von kontaminiertem Material stattfinden kann;
3. Material aus dem Massnahmebereich A (Aushub, Boden, Pflanzen) muss im Massnahmebereich A belassen werden oder aber gemäss den geltenden Abfallvorschriften entsorgt werden (z.B. KVA).

Anhang H2

Massnahmebereich B:

In diesem Bereich empfiehlt die Wegleitung von folgenden Nutzungen abzusehen:

- kein Gemüsebau;
- keine Weidewirtschaft und Mähgrasnutzung;
- keine Futternutzung für Kleintiere;
- keine Spielplatznutzung.

Nur bedingt geeignet sind:

- Graswirtschaft für die Produktion von Heu;
- Silo- oder Körnermais;
- Extensive Futtergetreideproduktion (Gerste, Hafer).

7.1 Schützenhaus

Vor dem Schützenhaus wird bei beiden Transekten der Richtwert für Quecksilber überschritten. Laut Wegleitung erfordert dieser Tatbestand die Ausscheidung eines Massnahmebereichs B. Es wird vorgeschlagen diesen Bereich folgendermassen zu dimensionieren:

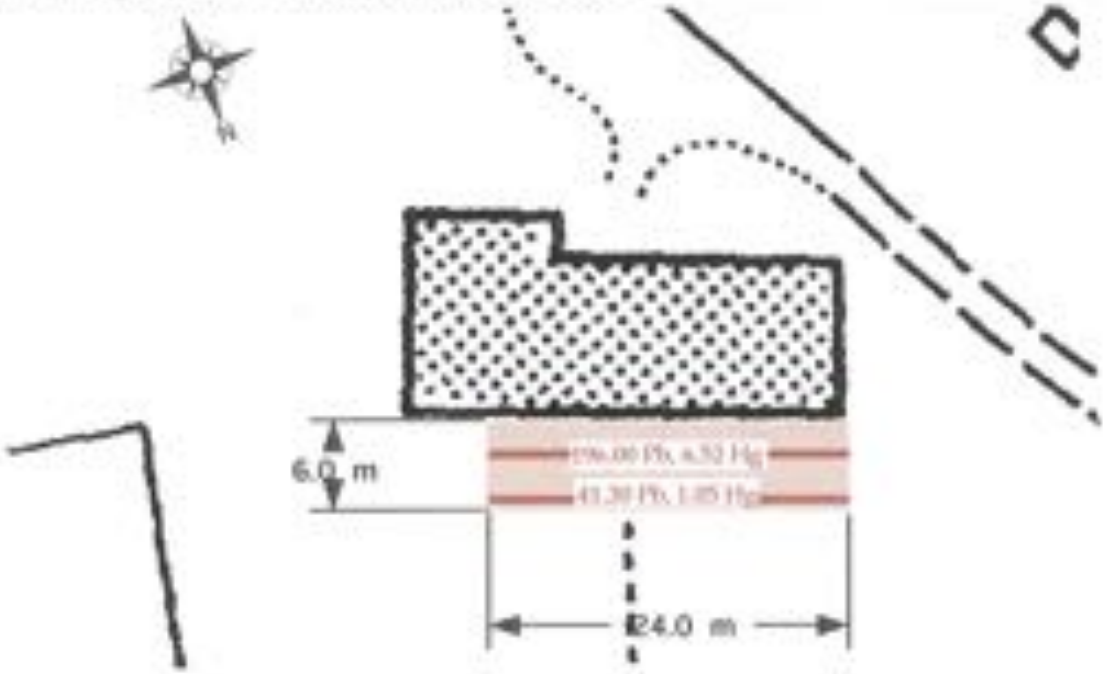


Abbildung 1: Lage und Dimensionierung des Massnahmebereichs B vor dem Schützenhaus

Anhang H2

7.2 Kugelfang

Die sehr starke Belastung rund um den Kugelfang erfoedert die Abgrenzung einer **Zone A** mit dazugehörigem Nutzungsverbot. Wir empfehlen die vorgefundene Schlacke zu entsorgen und der engere Kugelfang gegen Erosion zu schützen.

Die Böschung ab 3m unterhalb der Prallplatte ist bis 15m unter der Prallplatte stark belastet. Hier sollte ein **Massnahmebereich B** ausgeschieden werden. In diesem Bereich ist demnach von der Weide- und Futtergrasbewirtschaftung abzusehen. Geeignet ist hier die Graswirtschaft zur Produktion von Heu.

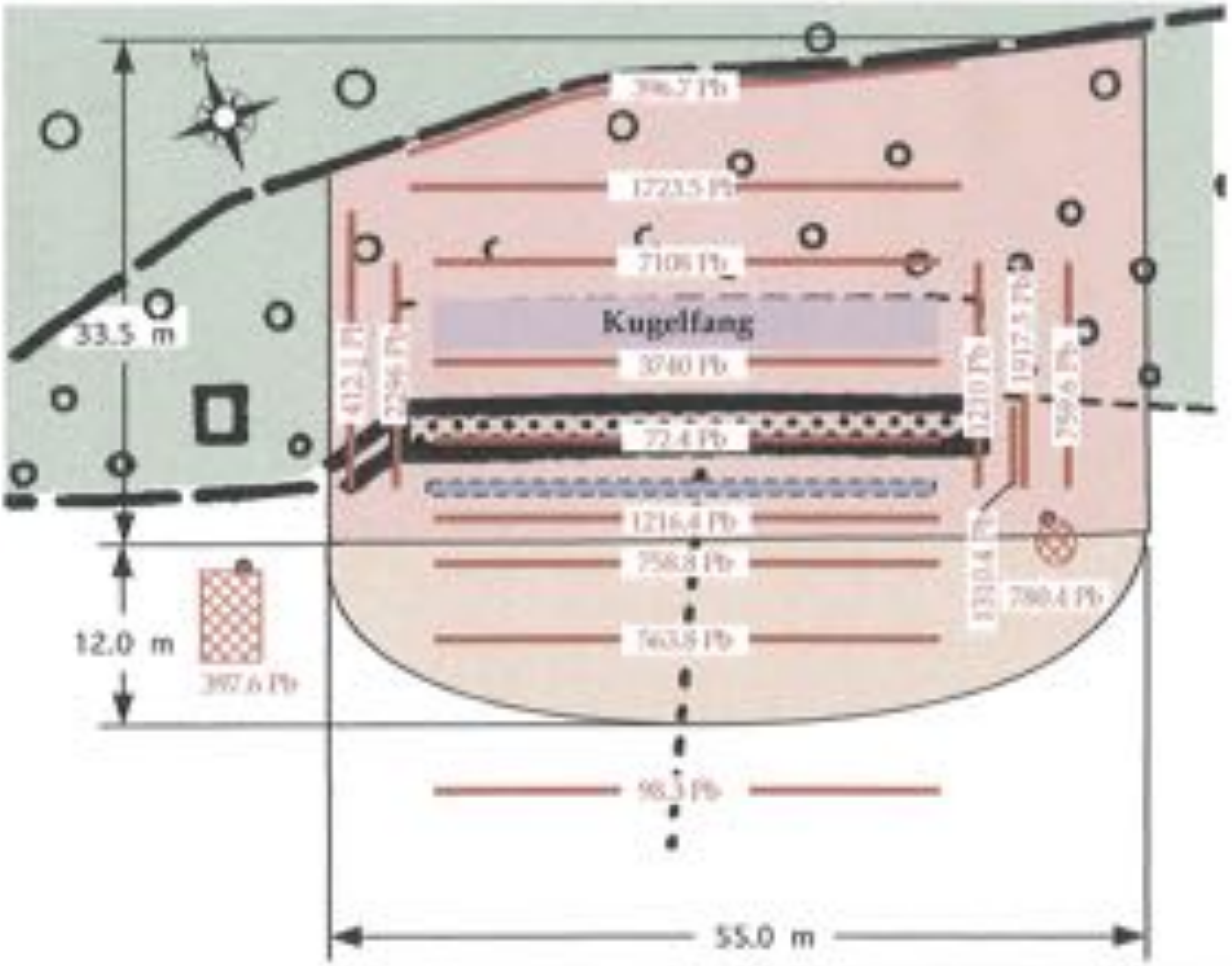


Abbildung 2: Lage und Dimensionierung der Massnahmebereiche A (braun) und B (beige) beim Kugelfang. (Massstab 1:500).

Anhang H2

7.3 Abflussbereich der Leitung für Oberflächenwasser aus dem Kugelfang (Rohr links)

Der unter dem linken Rohr befindliche Abflussbereich wäre dem Massnahmebereich B zuzuschreiben. Da es wenig Sinn macht, hier für wenige Quadratmeter ein solcher auszuscheiden, wird vorgeschlagen, den kontaminierten Bereich bis in eine Tiefe von ca. 30 bis 40cm auszuheben und im Massnahmebereich A abzulagern. Zur Rekultivierung der ausgehobenen Fläche kann unbelastetes Material aus dem Massnahmebereich A eingesetzt werden (Lage: PPH 3.3m).

7.4 Abflussbereich des Überlaufes der Sickergrube (Rohr rechts)

Dieser Bereich ist stark belastet und kommt entsprechend seiner Belastung in den Massnahmebereich B zu liegen.

8 Beurteilung der Altlastensituation bezüglich Oberflächengewässer und Grundwasser

8.1 Oberflächengewässer

Da im weiteren Umkreis der Schiessanlage keine Oberflächengewässer existieren, kann eine Beeinträchtigung derselben ausgeschlossen werden.

8.2 Grundwasser

Der Kugelfang liegt auf Molassesandsteinen und Nagelfluh der unteren Süsswassermolasse. Die Lockergesteinsbedeckung (Moräne) ist geringmächtig. Im Abhang vor der Prallplatte ist stellenweise die Molasse als Sandstein aufgeschlossen.

Die Schiessanlage liegt mitsamt Schützenhaus, Zwischenbereich und Kugelfang im Gewässerschutzbereich Zone B (vgl. Abbildung 3 auf Seite 13). Oberhalb des Kugelfangs entspringen Quellen, die für den Privatgebrauch gefasst wurden.

Anhang H2

Unmittelbar unterhalb des Kugelfangs wird kein Grundwasser genutzt. Die nächstgelegene Trinkwasserfassung (Fassung Waldegg) liegt im Abstand von 1'200m.

In Anbetracht obiger Tatsachen erachten wir die Verunreinigung von allfällig vorhandenem nutzbarem Grundwasser durch die Schiessanlage Kirchfeld als unwahrscheinlich.

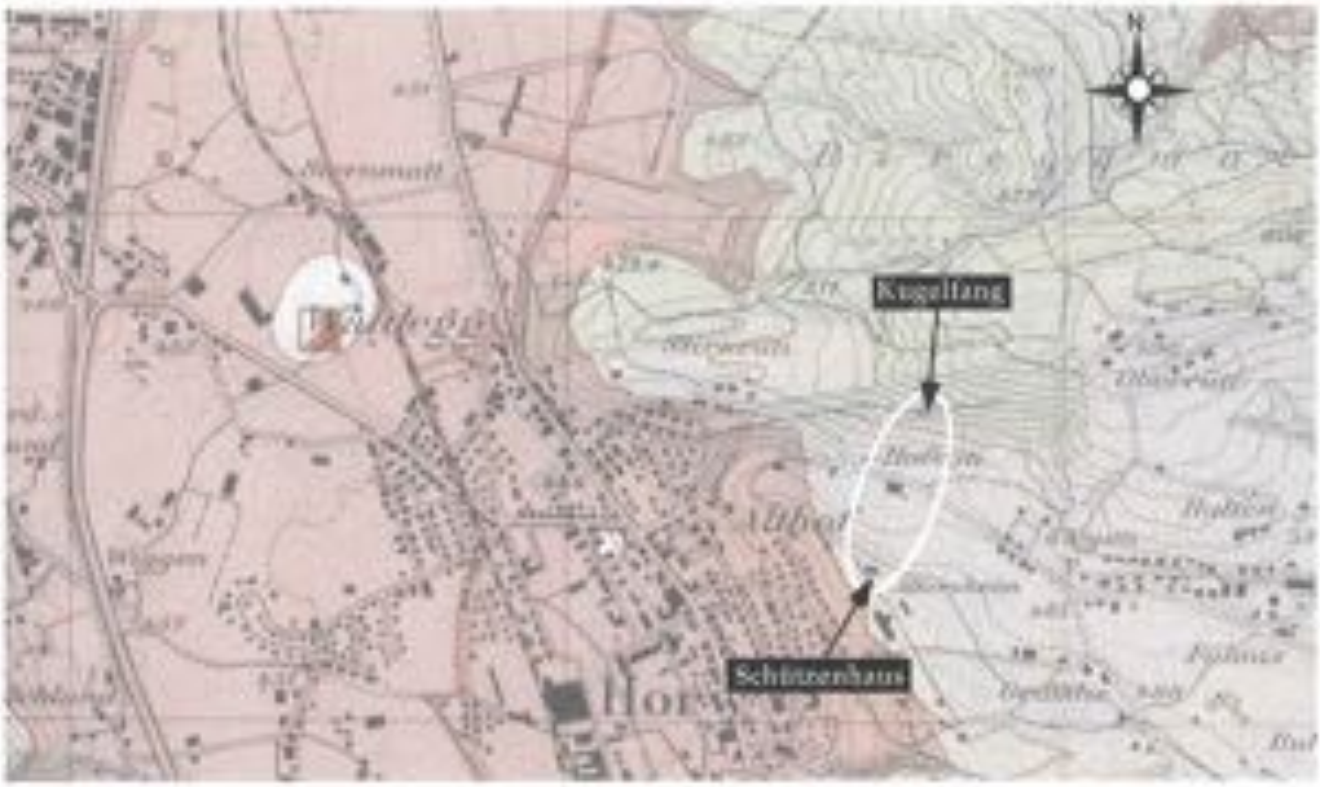


Abbildung 3: Lage der Schiessanlage bezüglich Gewässerschutzbereichen. (Massstab 1:15'000).

Anhang H2

9 Weiteres Vorgehen

Mit Vorbehalt der Zustimmung des Amtes für Umweltschutz werden folgende Massnahmen vorgeschlagen:

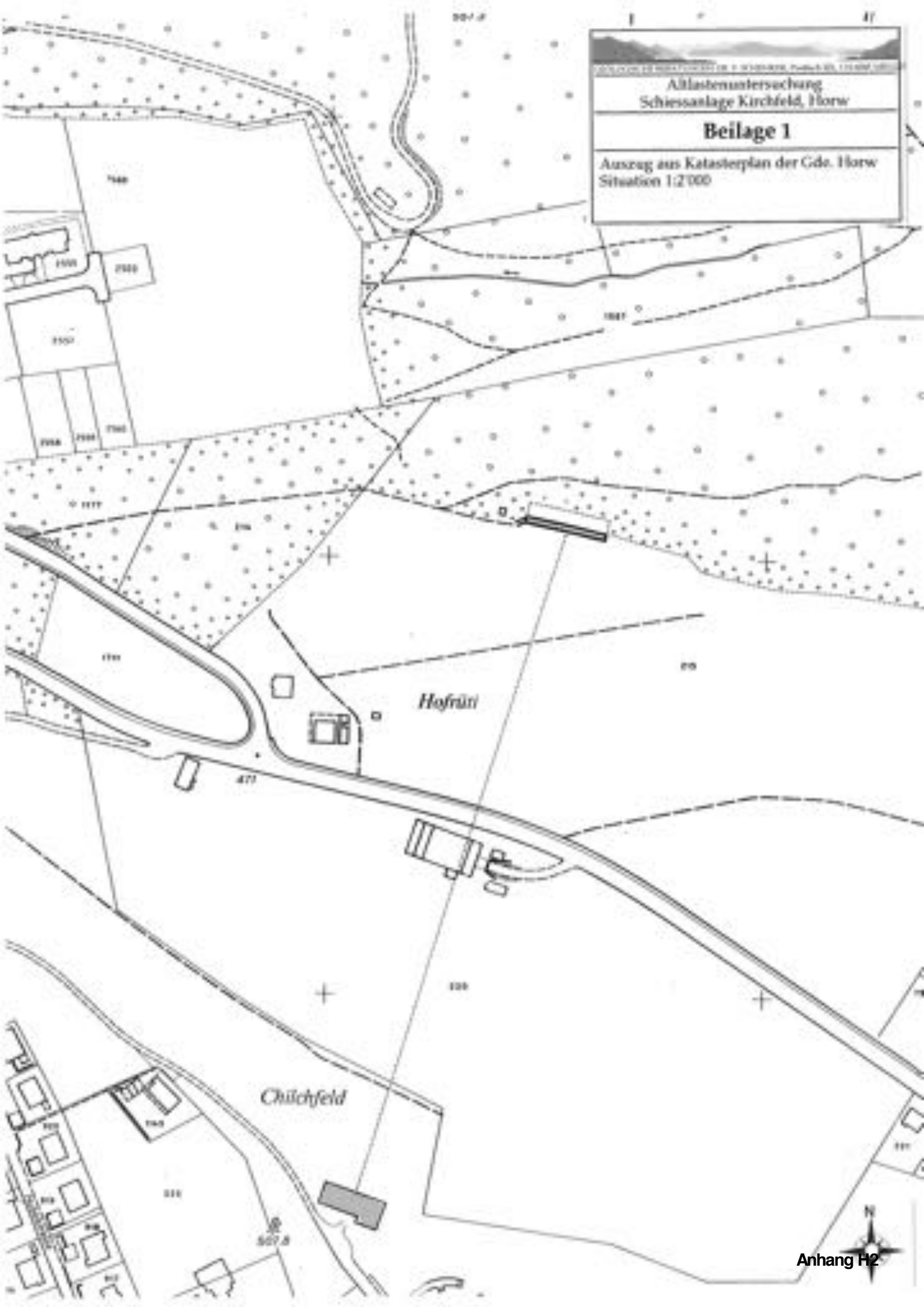
1. Umzäunung des Massnahmebereichs A so wie in Abbildung 2 auf Seite 11 dargestellt.
2. Entsorgung des an der Oberfläche vorliegende schlackenartigen Materials.
3. Schutz des Kugelfangs gegen Erosion, Windverfrachtung und Dachsbau, z.B. durch Aufbringen einer Abdeckung aus sauberem Material. Zu prüfen ist das Ausheben und eine externe Entsorgung der Einschusstrichter. Eine solche Massnahme erübrigt nicht die Ausscheidung eines Massnahmebereichs A, entfernt aber die Hauptbelastung aus dem Areal.
4. Nutzungsbeschränkung im Massnahmebereich B vor dem Schützenhaus bzw. vor dem Kugelfang auf Heubewirtschaftung.
5. Aushub der Fläche unterhalb des Abflussrohrs links und Umlagerung in den Massnahmebereich A. Das Material zur Rekultivierung kann aus dem unbelasteten Teilbereich der Zone A gewonnen werden.
6. Durch die Nutzungseinschränkungen ergibt sich für den betroffenen Landeigentümer ein Minderwert bzw. -ertrag. Die Gemeinde sollte entsprechende Entschädigungsverhandlungen führen.

Meggen den 26. März 1999

R. Tietz

Dr. F. Schenker

Anhang H2


Altlastenuntersuchung
Schiessanlage Kirchfeld, Horw
Beilage 1
Auszug aus Katasterplan der Gde. Horw
Situation 1:2'000
Hofrüti
Chilchfeld
N

Anhang H2

AgroLab AG
Labor für Landwirtschaft und Umwelt
Boden-, Pflanzen-, Dünger-, Wasser-, Altlastenanalytik

Auftraggeber:	**Dr.F.Schenker,Geologische Beratung,Postfach 221,6045 Meggen**
Probeneingang:	27.01.1999
Proben:	**Bodenproben,Horw**
Probenzahl:	10
Resultat-Ausgabe:	28.01.1999

UNTERSUCHUNGSBERICHT

Proben-bezeichnung	Labor-Nr.	Parameter	
		Pb tot. (VSBo)	Hg tot. (VSBo)
		ppm	ppm
HO SH 2	99-0112.1	**196.00**	**6.52**
HO SH 5	99-0112.2	**41.30**	**1.05**
HO PP V 2	99-0112.3	**1216.40**	
HO PP V 5	99-0112.4	**758.80**	
HO PP H 3.3	99-0112.5	**72.40**	
HO PP H 8.4	99-0112.6	**3740.00**	
HO PP H 15.0	99-0112.7	**7108.00**	
HO PP R 3	99-0112.8	**1210.00**	
HO PP L 2	99-0112.9	**2296.00**	
HO AR (Rohr)	99-0112.10	**397.60**	

Ebikon/Root, 29.01.1999

M.Jozic

6031 Ebikon
Bergstrasse 10
Postfach 64
Tel. 041 - 450 28 57
Fax 041 - 450 26 66

6037 Root
Oberfeld 3
e-mail ny@agrolab.ch
Internet:
http://www.agrolab.ch

Altlastenuntersuchung
Schiessanlage Kirchfeld, Horw

Beilage 5

Untersuchungsbericht von AgroLab AG

Anhang H2

AgroLab AG
Labor für Landwirtschaft und Umwelt
Boden-, Pflanzen-, Dünger-, Wasser-, Altlastenanalytik

Auftraggeber:	Dr.F.Schenker,Geologische Beratung,Postfach 221,6045 Meggen
Probeneingang:	9.02.1999
Proben:	Bodenproben,Horw
Probenzahl:	5
Resultat-Ausgabe:	15.02.1999

UNTERSUCHUNGSBERICHT

Proben-bezeichnung	Labor-Nr.	Parameter	
		Pb tot. (VSBo)	Hg tot. (VSBo)
		ppm	ppm
HO PP V10	99-0205.1	**563.80**	
HO PP L6	99-0205.2	**412.10**	
HO PP R6	99-0205.3	**1917.50**	
HO PP H20	99-0205.4	**1723.50**	
HO PP H VWV	99-0205.5	**396.70**	

Ebikon/Root, 15.02.1999

M.Jozic

6031 Ebikon
Bergstrasse 10
Postfach 64
Tel. 041 - 450 26 57
Fax 041 - 450 26 66

6037 Root
Oberfeld 3
e-mail mj@agrolab.ch
Internet
http://www.agrolab.ch

AgroLab AG
Labor für Landwirtschaft und Umwelt
Boden-, Pflanzen-, Dünger-, Wasser-, Altlastenanalytik

Auftraggeber:	**Dr.F.Schenker,Geologische Beratung,Postfach 221,6045 Meggen**
Probeneingang:	9.02.1999
Proben:	**Bodenproben,Horw**
Probenzahl:	4
Resultat-Ausgabe:	8.03.1999

UNTERSUCHUNGSBERICHT

Proben-bezeichnung	Labor-Nr.	Parameter	
		Pb tot. (VSBo)	Hg tot. (VSBo)
		ppm	ppm
HO R6	99-0301.1	**1310.40**	
HO R9	99-0301.2	**759.60**	
HO RR	99-0301.3	**780.40**	
HO V20	99-0301.4	**98.30**	

Ebikon/Root, 8.03.1999

M.Jozic

6031 Ebikon
Bergstrasse 10
Postfach 64
Tel. 041 - 450 26 57
Fax 041 - 450 26 68

6031 Root
Oberfeld 3
e-mail ry@agrolab.ch
Internet:
http://www.agrolab.ch