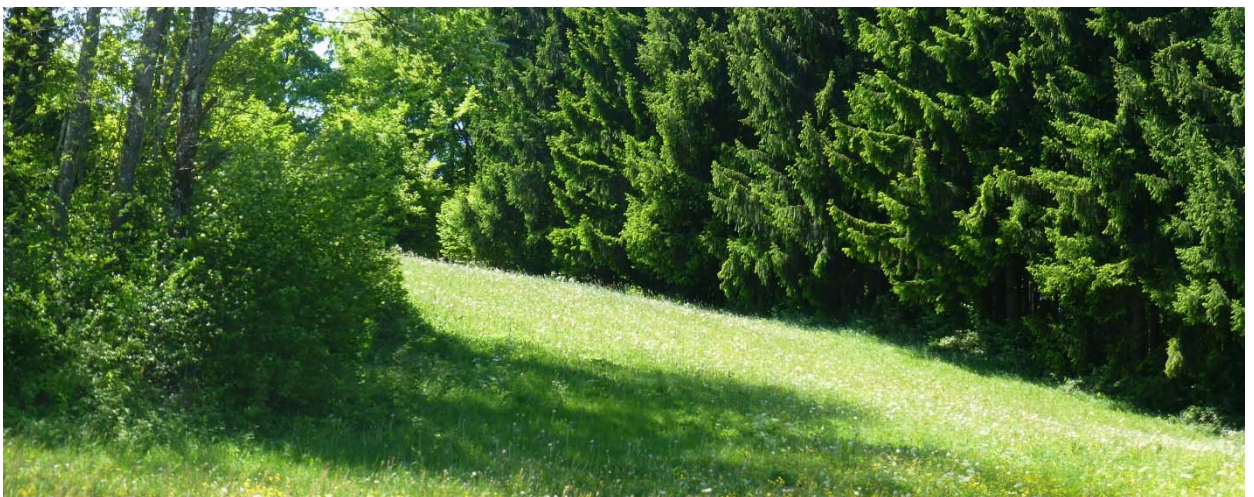


300 m-Schiessanlage Grossriet, Illnau-Effretikon, KbS-Nr. 0174/I.0068

Sanierungsprojekt



Stadtverwaltung Illnau-Effretikon, 8307 Effretikon

Auftragsnummer: 17 109

Datum: 18.07.2017 [Sanierungsprojekt_SA_Grossriet.docx]

Inhalt

1	Einleitung.....	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Auftrag.....	4
1.3	Zielsetzung.....	4
1.4	Ausgeführte Arbeiten.....	4
1.5	Untersuchungsperimeter und Beschreibung der Schiessanlage	4
1.6	Standortgeschichte.....	5
1.7	Geologisches und hydrogeologisches Umfeld.....	6
1.8	Schutzgüter.....	7
2	Durchgeführte XRF-Messungen.....	8
2.1	Messraster	8
2.2	XRF-Messungen	8
2.3	Referenzproben	8
2.4	Messungenauigkeiten	8
2.4.1	XRF-Spektrometer	8
2.4.2	Referenzproben: Gesamtgehaltanalysen.....	9
2.4.3	Globale Ungenauigkeit der XRF-Messungen.....	9
3	Resultate	10
3.1.1	Referenzproben	10
3.1.2	Korrelation XRF–Laboranalytik.....	10
3.1.3	Schadstoffverteilung	12
4	Gefährdungsabschätzung	12
5	Beurteilung nach AltIV und Nutzungseinschränkungen	13
5.1	Beurteilung nach AltIV	13
5.2	Vorschlag zum Sanierungsziel.....	13
5.3	KbS-Eintrag und Perimeter	13
5.4	Dringlichkeit einer Sanierung.....	13
5.5	Nutzungseinschränkungen	13
5.6	Prüfperimeter für Bodenverschiebungen.....	13
6	Aushub- und Entsorgungskonzept.....	14
6.1	Aushubkategorien und Entsorgungswege.....	14
6.2	Aushubkubaturen.....	14
6.3	Triage der Materialklassen, Zwischenlagerung	15
6.4	Transporte, Transportscheine.....	16
6.5	Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz	16
6.6	Erfolgskontrolle	16
6.7	Rekultivierung.....	16
6.8	Entsorgungsnachweis	17
6.9	Gesundheitsschutz auf der Baustelle	17
7	Kostenzusammenstellung	18

7.1	Entsorgungskosten	18
7.2	Kostenschätzung	18
7.3	Kostenverteilung	19
8	Empfehlungen und weiteres Vorgehen	20
8.1	Empfehlung für nähere Abklärung Kugelfangbereich	20
8.2	Weiteres Vorgehen	20
	Verwendete Unterlagen	22

Beilagen	Beilage 1.1: VBBo-korrigierte XRF-Messwerte und Interpretation 1:750
	Beilage 1.2: VVEA-korrigierte XRF-Messwerte 1:750
	Beilage 1.3: Aushubbereiche 1:500
	Beilage 2: XRF-Messdaten
	Beilage 3: Laborbericht Referenzproben, Wessling AG, Lyss BE
	Beilage 4: Fotodokumentation
	Beilage 5: Luftbild-Dokumentation

Auftraggeber: Stadtverwaltung Illnau-Effretikon
 Abteilung Sicherheit
 Märtplatz 29 / Postfach
 8307 Effretikon

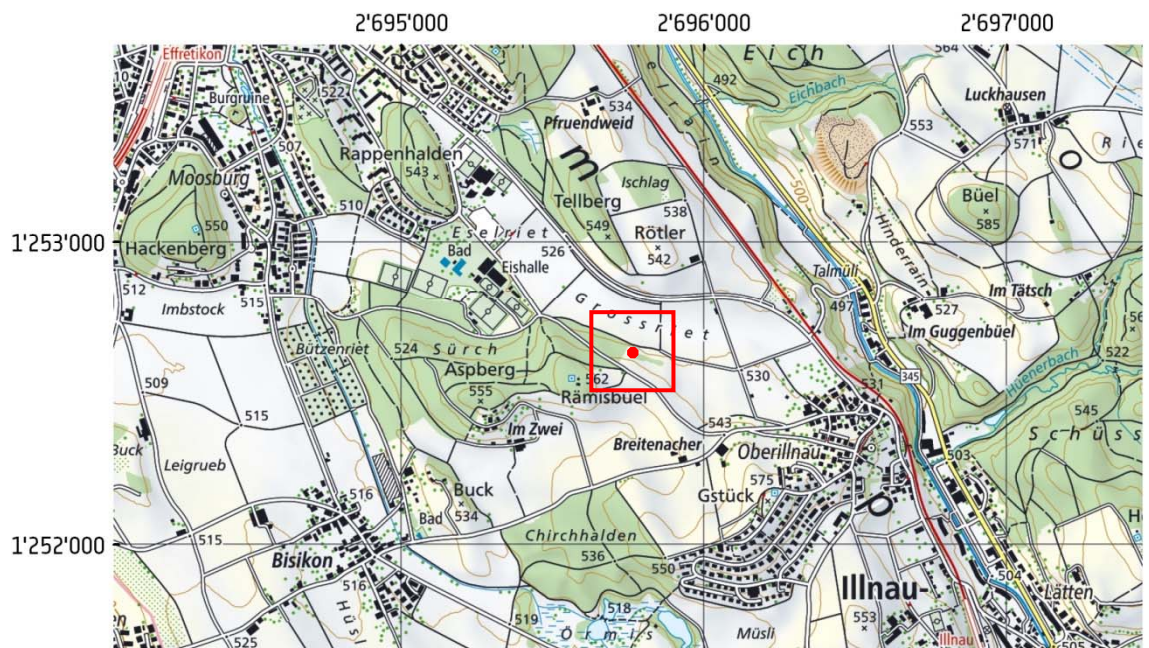


Abb. 1: Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000, Blatt Nr. 1092 Uster, mit Lage des früheren Kugelfangs.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Der Kugelfangbereich der seit längerem stillgelegten 300 m-Schiessanlage Grossriet in Illnau-Effretikon ist im kantonalen Kataster der belasteten Standorte (KbS) unter der Standortnummer 0174/I.0068 als bezüglich Schutzgut Boden sanierungsbedürftiger Standort eingetragen [14]. Die Stadt Illnau-Effretikon wurde vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) deshalb mit Schreiben [1] aufgefordert, für die Schiessanlage Grossriet ein kommunales Baugesuch mit einem Sanierungsprojekt gemäss Art. 17 AltIV¹ einzureichen. Die Sanierung hat bis spätestens Ende 2020 zu erfolgen.

¹ Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung; AltIV). – SR 814.680.

1.2 Auftrag

Die magma AG wurde basierend auf der Offerte vom 4.4.2016 von der Stadt Illnau-Effretikon am 23.1.2017 damit beauftragt, für die beiden 300 m-Schiessanlagen Grossriet und Luckhausen (siehe separaten Bericht) je ein Sanierungsprojekt zu erarbeiten.

1.3 Zielsetzung

Ziel der Sanierung ist die Beseitigung oder Verhinderung der Ausbreitung umweltgefährdender Stoffe im Sinne von Art. 16 AltIV.

Die Stadt Illnau-Effretikon benötigt die im Sanierungsprojekt enthaltene Kostenschätzung zur Budgetierung. Die möglichen Kostenbeiträge des Bundes [2] und des Kantons [3] sollen dabei vollumfänglich beansprucht werden können (Abschnitt 7.3).

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Die ausgeführten Arbeitsschritte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▶ Begehung der Anlage und Auswertung der beschafften Informationen (Geschichte der Schiessanlage: Nutzer, Schusszahlen, Angaben zu Materialverschiebungen),
- ▶ Durchführung einer XRF-Messkampagne zur Feststellung der räumlichen Verteilung der Schwermetallbelastungen,
- ▶ Auswertung und Interpretation der Messresultate,
- ▶ Vorschlag des Sanierungsziels,
- ▶ Erstellen des Entsorgungskonzepts mit Festlegung der Aushubbereiche, der Materialklassen, Abschätzung der Kubaturen, Aufzeigen der Entsorgungswege,
- ▶ Beschreibung des Vorgehens bei der Triage,
- ▶ Beschreibung der Massnahmen zum Schutz der Umwelt während der Bauausführung und
- ▶ Kostenschätzung der Sanierungsarbeiten.

1.5 Untersuchungsperimeter und Beschreibung der Schiessanlage

Der frühere Kugelfangbereich liegt etwa auf halber Strecke zwischen den beiden Ortskernen von Illnau und Effretikon, gut 500 m südöstlich der Eishalle, auf den Parzellen Kat. Nrn. IE1700 und IE1717. Das heute vom Forstdienst genutzte, frühere Schützenhaus befindet sich im Nordosten des früheren Zielgebiets auf Parzelle IE1695.

Tab. 1:
Eckdaten zum
300 m-Kugelfang.

Bezeichnung	300 m-Schiessanlage Grossriet
Koordinaten Kugelfang	2'695'760 / 1'252'640
Gemeinde	Illnau-Effretikon
Parzellennummer, Grundeigentümer (Einschussbereich)	IE1700: Stadt Illnau-Effretikon, Liegenschaften, Märtplatz 29 / Postfach, 8307 Effretikon IE1717: Alfred Braunschweiler, Breitenacherstrasse 8, 8308 Illnau
Gewässerschutzbereich	üB
Nutzung	Gras- und Weideland, nicht abgezaunt

Das frühere Zielgebiet ist heute kaum mehr erkennbar. Im betreffenden Bereich befindet sich jetzt eine Wiese, welche für die Gras- und Viehwirtschaft genutzt wird (Beilage 4: Fotos 1 und 2). Sie wird im Osten von einem ca. 100 m langen und 15 m breiten

Waldstreifen und im Westen vom Rämisbüel-Wald begrenzt. Morphologisch auffällig ist lediglich eine Art Podest (Fläche ca. 250 m²), das vermutlich beim Bau der Schiessanlage südlich des Wegs im nordwestlichen Teil des Zielgebiets geschüttet worden ist (Beilage 4: Fotos 4 und 5). Ziel war es vermutlich, das Terrain zum Bau des Zeiger- und Scheibenstandes etwas auszubebenen. Im nördlichsten Teil, direkt am Weg, dürfte ca. 2 m hoch geschüttet worden sein. Diese Fläche ist mit dichtem Gestrüpp und wenigen, kleineren Bäumen bewachsen.

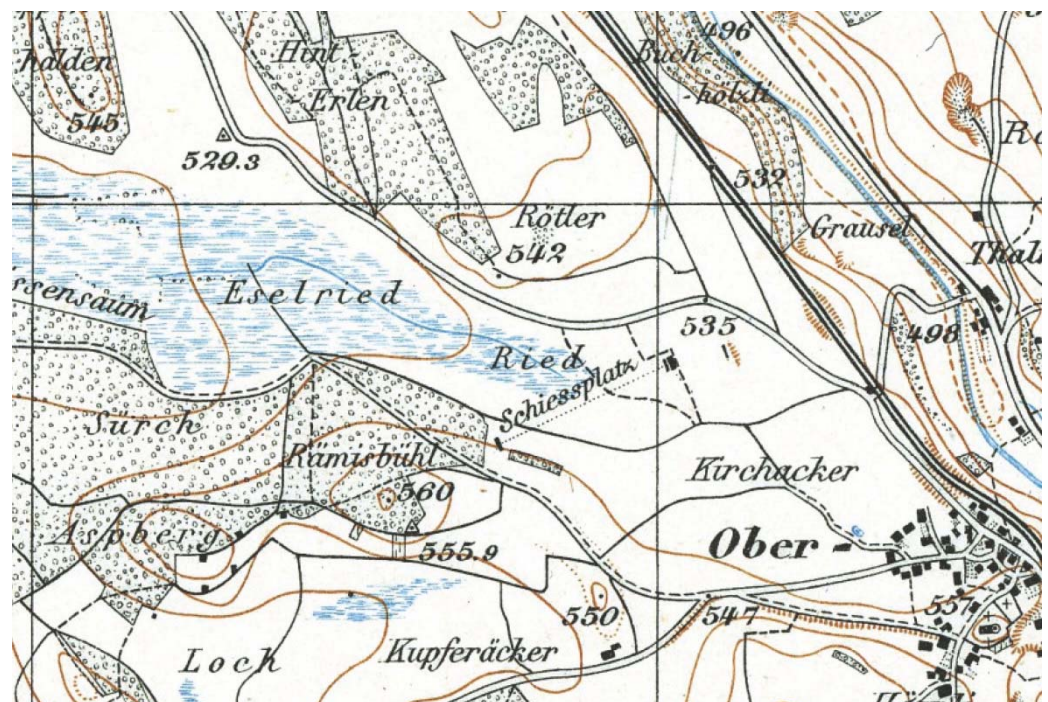
Der Hauptteil des früheren Einschussbereichs liegt in der Wiese und ist höchstens noch an einer leichten Geländestufe zu erkennen (Beilage 4: Foto 2).

Der südöstlichste Teil des Einschussbereichs ist mit Sträuchern und kleineren Bäumen zugewachsen. Dieser Teil befindet sich bereits innerhalb der Waldzone (Beilage 4: Foto 3).

1.6 Standortgeschichte

Sämtliche Informationen zur Schiessanlage stammen von Herrn Corti, dem Vizepräsidenten des SSV Illnau-Effretikon (Schiessanlage Luckhausen). Dieser holte seine Auskünfte bei diversen älteren Wissensträgern ein.

Abb. 2:
Ausschnitt aus der
Siegfriedkarte des
Jahres 1912, Blatt
210 Volketswil,
1:25'000, vergrössert
auf 1:10'000
(map.geo.admin). Auf
dieser Karte ist die
Schiessanlage Gross-
riet zum ersten Mal
eingetragen.



Der genaue Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Schiessanlage Grossriet konnte nicht mehr in Erfahrung gebracht werden. Sie taucht jedoch zum ersten Mal auf der Siegfriedkarte des Jahres 1912 auf (Abb. 2). Auf der Karte davor aus dem Jahr 1900 ist sie noch nicht verzeichnet. Die Anlage wurde bis 1981 betrieben.

Gemäss Herrn Corti verfügte die Anlage über zwölf Scheiben, was sich gut mit den Luftbildern in Beilage 5 deckt.

Nach Stilllegung der Anlage wurde der Zeigergraben vom Militär und Zivilschutz teilweise abgebrochen. Der Kugelfang wurde abgebaut und das Material wurde zum Auffüllen des Zeigerstandes verwendet. Diese Arbeiten wurden seinerzeit von der Stadt Illnau-Effretikon koordiniert. Die überlieferten Materialumlagerungen passen gut zu den nun festgestellten Bleibelastungen.

Tab. 2:
Auskunfts- und
Kontaktpersonen.

Bezeichnung/Funktion	Name und Adresse	Tel.	E-Mail
Auftraggeberin	Andreas Zanni Stadtverwaltung Abteilung Sicherheit Märtplatz 29 / Postfach 8307 Effretikon	052 354 24 32	andreas.zanni@ilef.ch
Auskunftsperson, Vizepräsident SSV Illnau-Effretikon	Mario Corti Tannstrasse 18 8307 Effretikon	079 470 52 62	mario.corti@hispeed.ch

Die Schiessanlage wurde durch folgende Vereine genutzt:

- Schützengesellschaft Illnau,
- Schützen Bisikon,
- Schiesssportverein Illnau-Effretikon und
- Militärschützenverein.

Gemäss Herrn Corti war das Militär auf der Anlage Grossriet häufig zu Gast, was sich heute aber nicht mehr belegen lässt.

Die genauen Schusszahlen lassen sich heute – 36 Jahre nach Stilllegung der Anlage – ebenfalls nicht mehr genau belegen. Aufgrund verschiedenster Gespräche, welche Herr Corti mit älteren Vereinsmitgliedern führte, ist von einer jährlichen Schusszahl von 2'000–2'500 Schuss auszugehen. Basierend auf diesen Schusszahlen und einer Betriebsdauer von ca. 75 Jahren wurde in Tabelle 3 grob die Bleifracht berechnet. Im Vergleich mit anderen Schiessanlagen ist die Bleifracht relativ gering, was mit den gemäss unseren Erfahrungen sehr tiefen Schusszahlen zu erklären ist.

Tab. 3:
Schusszahlen und
Bleifracht der
300 m-
Schiessanlage
Grossriet.

Nutzer	Zeitraum	Munitionsart	Gesamt-schusszahl	Bleifracht
Schützengesellschaft Illnau, Schützen Bisikon, Schiesssportverein Illnau-Effretikon und Militärschützenverein	ca. 1906–1981	GP11*	150'000–187'500	ca. 1.3–1.6 t

* Bleigehalt 7.5 mm-Munition der älteren Armeewaffen (GP 11): 8.38 g/Schuss [9].

1.7 Geologisches und hydrogeologisches Umfeld

Der ehemalige 300 m-Kugelfang befindet sich im Bereich von Moränenablagerungen der Letzten Eiszeit (früheres „Würm“, siehe [5]). Darunter liegt der Fels, bestehend aus Nagelfluh, Schlamm- und Sandsteinen der Oberen Süsswassermolasse (OSM). Sowohl die Moräne als auch der OSM-Fels sind schlecht wasserdurchlässig und wirken deshalb als Grundwasserstauer.

1.8 Schutzgüter

Gemäss Grundwasserkarte des Kantons Zürich [14] ist kein nutzbares Grundwasser vorhanden, weshalb das Gebiet auch dem Gewässerschutzbereich üB („übrige Gebiete“) zugeteilt ist. Im Einflussbereich des früheren Zielgebiets befinden sich auch keine Quellen. Das Schutzgut **Grundwasser** ist demnach nicht relevant.

Der ehemalige Kugelfang Grossriet liegt weit entfernt von Oberflächengewässern, **Oberflächengewässer** stellen somit kein relevantes Schutzgut dar.

Der grösste Teil des ehemaligen Einschussbereichs wird landwirtschaftlich in Form von Gras- und Viehwirtschaft genutzt, nur ein ganz kleiner Teil im Südosten liegt in der Waldzone. **Boden** stellt daher das massgebende Schutzgut dar. Mit dem Schutzgut Boden begründet denn auch das AWEL den Sanierungsbedarf der Anlage.

2 Durchgeführte XRF-Messungen

Die Feldarbeiten wurden am 28.3.2017 bei idealer und zuvor länger anhaltender trockener Witterung durch Christian Böhm, dipl. Geologe und Hydrogeologe, durchgeführt. Bei den XRF-Messungen und Probenahmen wurde nach dem AWEL-Merkblatt vorgegangen [6].

2.1 Messraster

Die Messpunkte wurden von Hand eingemessen und anschliessend in den vorliegenden Plangrundlagen erfasst. Die Messungen wurden soweit über den belasteten Bereich des Kugelfangs fortgesetzt, bis das XRF-Spektrometer nur noch geringe Belastungen anzeigte. Um das verstossene Kugelfangmaterial zu lokalisieren, wurden an zahlreichen Messpunkten tiefenorientiert Proben entnommen. Die Messpunkte sind in der Beilage 2 tabellarisch aufgeführt und in den Beilagen 1.1 und 1.2 grafisch dargestellt.

2.2 XRF-Messungen

Mit dem Probenstecher wurden Bodenproben in 0.2 m mächtigen Intervallen bis zu 1.0 m tief ausgestochen. Pro Messpunkt und Horizont wurden drei Einstiche vorgenommen, das Probenmaterial in Kunststoffbeutel abgefüllt und gemischt. Die Messung mittels XRF-Spektrometer erfolgte direkt auf dem Beutel. Pro Probe wurden drei Messungen à je mindestens 15 Sekunden Dauer durchgeführt. Falls die Abweichung der drei Messungen mehr als 20 % betrug, wurde die Anzahl Messungen auf zehn erhöht.

Das XRF-Spektrometer zeigt für alle gemessenen Schwermetalle den absoluten Gehalt in ppm (= mg/kg) sowie die Ungenauigkeit der Messung an. Letztere nimmt mit der Dauer der Messung ab. Im Bereich des Kugelfangs wurde ausschliesslich Blei (Pb) in relevanten Mengen gemessen.

2.3 Referenzproben

Es wurden gemäss dem Merkblatt [6] des AWEL die vorgeschriebenen sechs Feststoffproben als Referenzproben entnommen und im Labor nach VBBö und VVEA auf Blei analysiert.

2.4 Messungenauigkeiten

Die im Rahmen der XRF-Kampagne gemessenen Schwermetallgehalte sind alle mit Ungenauigkeiten verbunden. Die Heterogenität des Probenmaterials spielt eine zentrale Rolle für die Ungenauigkeit der per XRF und im Labor bestimmten Bleigehalte. Dies lässt sich nicht vermeiden, nur minimieren. Die Gesamtbeurteilung der Belastungen muss im Licht dieser Ungenauigkeiten erfolgen [4].

2.4.1 XRF-Spektrometer

Sowohl die Nachweisgrenze als auch der systematische Messfehler der mit dem XRF-Spektrometer bestimmten Elemente hängen massgeblich von der Art und vom Zustand der Strahlungsquelle sowie von der Dauer einer Messung ab. Ausgehend von der hier

praktizierten Messdauer von ca. 15 Sekunden schätzen wir die Bestimmungsunsicherheit für das XRF-Spektrometer auf etwa $\pm 35 \%$.

2.4.2 Referenzproben: Gesamtgehaltanalysen

Unsicherheiten bei der Analyse von Feststoffproben ergeben sich aus der Art der Probenahme, der Repräsentativität der entnommenen Probenmasse, der Aufbereitung der Probe und der Analyse selbst [4]. Die probenahmebedingte Unsicherheit kann auf $\pm 30 \%$ geschätzt werden, durch Aufbereitung und Analytik kommen weitere $\pm 20 \%$ hinzu. Die gesamte Unsicherheit kann somit für Gesamtgehaltsanalysen grob auf $\pm 35 \%$ geschätzt werden.

2.4.3 Globale Ungenauigkeit der XRF-Messungen

Die kombinierte Bestimmungsungenauigkeit setzt sich aus der Messunsicherheit des XRF-Spektrometers, der Messunsicherheit der Laboranalysen und der Ungenauigkeit der Regressionsgeraden zusammen. Geht man von $\pm 10 \%$ für letztere aus, ergibt sich nach der Methode von Gauss

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n-1}} = e_{\text{tot}}$$

eine Gesamtungenauigkeit $e_{\text{tot}} = \pm 35 \%$ für die mit der XRF-Methode bestimmten Schwermetallgehalte.

Im vorliegenden Fall hat diese Ungenauigkeit keine Auswirkungen auf die Beurteilung der Belastungssituation im Kapitel 5.

3 Resultate

3.1.1 Referenzproben

Es wurden insgesamt sechs Proben mit der gemäss [7] definierten, minimal erforderlichen Probemasse, im vorliegenden Fall 1.0–1.7 kg, entnommen. Die nach VBBo und VVEA ermittelten Bleigehalte der Referenzproben sind in Tabelle 4 zusammengestellt und in Beilage 3 als Analysebericht der Wessling AG beigefügt.

Tab. 4:
XRF- und Labor-
messwerte der
Referenzproben.

Referenzprobe	Pb XRF Feld (mg/kg)	Pb Labor VBBo (mg/kg)	Pb Labor VVEA (mg/kg)
Grossriet 1	314	564	435
Grossriet 2	258	480	346
Grossriet 3	634	1'103	960
Grossriet 5	879	1'706	1'706
Grossriet 6	1'114	1'872	1'546
Grossriet 7	181	317	209

3.1.2 Korrelation XRF–Laboranalytik

Bei XRF-Messkampagnen werden in den Labor-Referenzproben generell höhere Schwermetall-Gesamtgehalte gemessen als mit dem XRF-Spektrometer im Feld (Tab. 4). Dies ist auf folgende Faktoren zurückzuführen:

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

Die Schwermetall-Gesamtgehalte der sechs im Labor nach VBBo und VVEA analysierten Referenzproben korrelieren sehr gut mit den Schwermetallgehalten der XRF-Feldmessungen (Abb. 3 und 4), die Bestimmtheitsmasse (R^2) liegen nahezu bei 1, also deutlich über dem in [6] geforderten Wert von 0.7.

Mittels der nach VBBo korrigierten XRF-Messwerte wird die Ausdehnung der Schwermetallbelastung festgelegt. Die nach VVEA korrigierten Messwerte bestimmen die Material- oder Abfallkategorie für den bei der Sanierung anfallenden belasteten Aushub.

Abb. 3:
Korrelation der im Labor nach VVEA bestimmten Blei-Gehalte der Referenzproben mit den XRF-Feldmessungen, Regression und Korrelationsgleichung.

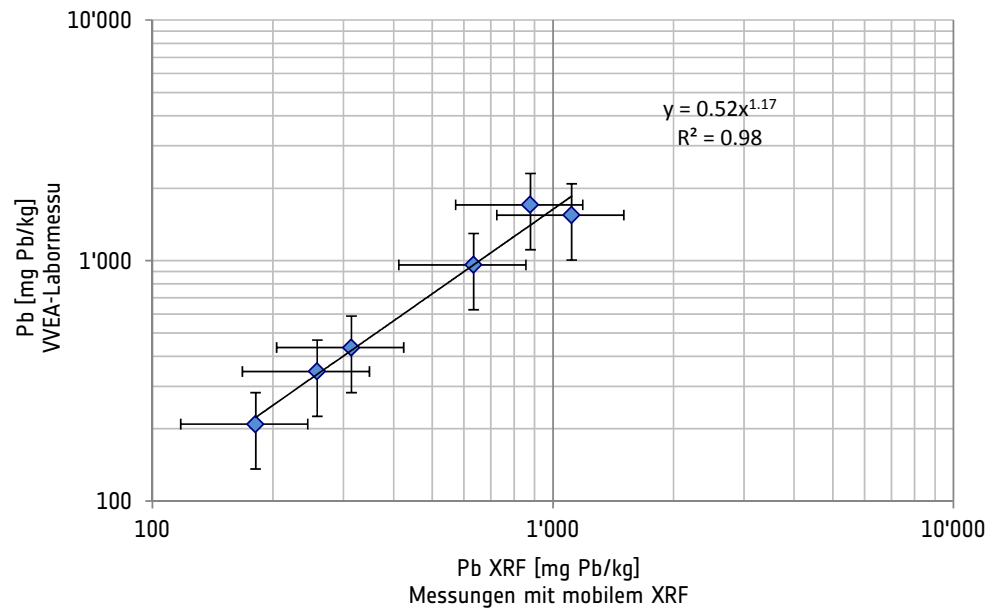
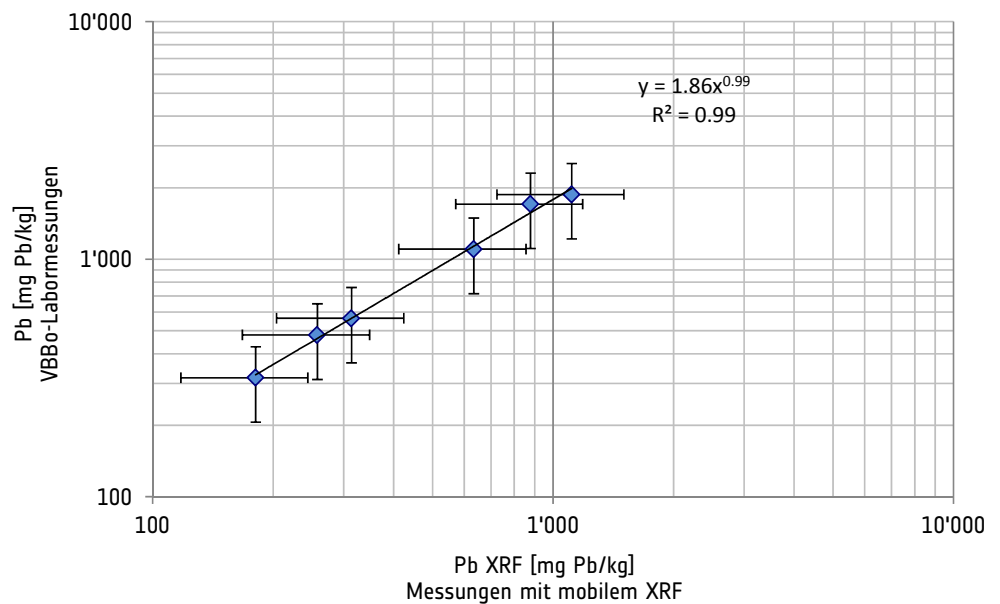


Abb. 4:
Korrelation der im Labor nach VBBo bestimmten Blei-Gehalte der Referenzproben mit den XRF-Feldmessungen, Regression und Korrelationsgleichung.



3.1.3 Schadstoffverteilung

Die korrigierten Resultate der XRF-Messungen zeigen, dass es bei der Schiessanlage Grossriet nach der Stilllegung zu bedeutenden Umlagerungen von Kugelfangmaterial gekommen ist. Aus den Beilagen 1.1 und 1.2 geht Folgendes hervor:

- ▶ Die stärksten Belastungen finden sich im Bereich des früheren Zeigerstands (Beilage 1.3: Flächen B und C). Dieser wurde gemäss Herrn Corti offenbar nur teilweise abgebrochen und dann mit Kugelfangmaterial verfüllt. Entsprechend hoch und heterogen sind denn auch die dortigen Belastungen.
- ▶ Trotz Abbau des früheren Kugelfangwalls sind dort (Beilage 1.3: Fläche A), vor allem im südlichen Teil, noch hohe Bleibelastungen vorhanden. Die Frage ist hier, ob unter gering belastetem Material noch stärker belastetes Material vorhanden ist.
- ▶ Die zu sanierenden Belastungen > 1'000 ppm Blei befinden sich fast ausschliesslich im Bereich der Wiese auf Parzelle IE1700. Die südlich davon gelegene Parzelle IE1717 ist höchstens randlich noch etwas betroffen.
- ▶ Unbelastet ist die Wiese nördlich des Weges (Parzelle IE1692), nur schwach belastet der westlich angrenzende Wald (Parzelle IE1697).

Insgesamt zeigt sich kein „klassisches“ Schiessanlagenmuster: Aufgrund des verstossenen Kugelfangmaterials sind die Belastungen tiefgründig und vor allem sehr schwer prognostizierbar.

4 Gefährdungsabschätzung

Die Untersuchungen haben bestätigt, dass am Standort ca. zwei Tonnen Schwermetalle, vorwiegend Blei und Antimon, in Boden und Untergrund vorhanden sind. Am Standort besteht also ein relativ hohes Schadstoffpotential.

Massgebendes Schutzgut ist der Boden. Er ist auf einer Fläche von rund 1'100 m² stellenweise bis 1.0 m Tiefe und mehr mit bis über 2'000 mg Pb/kg belastet.

Die Schutzgüter Grundwasser, Oberflächengewässer und Luft sind nicht betroffen.

5 Beurteilung nach AltIV und Nutzungseinschränkungen

5.1 Beurteilung nach AltIV

Im Bereich des ehemaligen Einschussbereichs wurden Belastungen des Bodens von mehr als 7'000 mg Pb/kg festgestellt. Sowohl der Richtwert (50 mg Pb/kg) als auch der Prüfwert für Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme (300 mg Pb/kg) gemäss Anhang 1 VBBo werden damit überschritten. Da ausserdem der Sanierungswert für landwirtschaftlich genutzten Boden (2'000 mg Pb/kg gemäss Anhang 3 AltIV und Anhang 1 VBBo) überschritten wird, gilt der Bereich des früheren Kugelfangs der 300 m-Schiessanlage Grossriet gemäss Art. 12 AltIV als **sanierungsbedürftig**.

5.2 Vorschlag zum Sanierungsziel

Wir schlagen ein laterales und vertikales Sanierungsziel von **1'000 mg Pb/kg** vor. Damit ist sichergestellt, dass künftig keine Gefährdung des Schutzguts Boden mehr vom Kugelfang ausgeht.

5.3 KbS-Eintrag und Perimeter

Alle Bereiche des Standortes mit Belastungen > 300 mg Pb/kg bleiben im Kataster der belasteten Standorte des Kantons Zürich eingetragen. Der bestehende KbS-Perimeter kann nach der Sanierung also etwas verkleinert werden.

5.4 Dringlichkeit einer Sanierung

Gemäss AWEL-Vollzugshilfe [8] ist eine stillgelegte Schiessanlage in der Landwirtschaftszone innert 25 Jahren ab der Stilllegung zu sanieren. Diese Frist ist bei der Schiessanlage Grossriet also bereits abgelaufen. Die Stadt Illnau-Effretikon plant, die Anlage im Jahr 2019 zu sanieren.

5.5 Nutzungseinschränkungen

Gemäss dem BAFU-Expertensystem [9] darf der Bereich mit Belastungen > 1'000 mg Pb/kg landwirtschaftlich nicht genutzt werden. In den mit 300–1'000 mg Pb/kg belasteten Bereichen sind lediglich Graswirtschaft und Beweidung durch Kühe zulässig. Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme, z.B. Beweidung durch Schafe oder Ziegen, sind nicht gestattet. Strenggenommen ist zurzeit also keine landwirtschaftliche Nutzung zulässig.

5.6 Prüfperimeter für Bodenverschiebungen

Flächen mit Belastungen zwischen 50 und 300 mg Pb/kg werden im Kanton Zürich im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen geführt.

6 Aushub- und Entsorgungskonzept

Die Sanierung der 300 m-Schiessanlage Grossriet umfasst die vollständige Dekontamination der Schwermetallbelastungen bis zum festgelegten Sanierungsziel durch Aushub und Behandlung des belasteten Aushubs.

6.1 Aushubkategorien und Entsorgungswege

Gestützt auf die gesetzlichen Grundlagen der VVEA und die kantonale Behandlungsregel [10] muss der mit Blei belastete Aushub wie folgt entsorgt werden:

Tab. 5:
Übersicht über die
Materialkategorien.

Materialkategorie	Pb-Gehalt [mg Pb/kg]	Entsorgung, Behandlung
Deponiematerial Typ B	50 bis 500	keine Behandlung [10], Deponierung
Deponiematerial Typ D	500 bis 2'000	100 % Behandlung nach Stand der Technik (Bodenwäsche) [10]
sehr stark belastet, schlechter als Typ D	> 2'000	

Tabelle 5 zeigt auf, wie die verschiedenen Materialkategorien zu entsorgen sind. Typ B-Material mit Belastungen zwischen 50 und 500 mg Pb/kg wird beim vorgeschlagenen Sanierungsziel voraussichtlich nicht anfallen. Material, welches mehr als 500 mg Pb/kg enthält, muss im Kanton Zürich vollständig der Verwertung zugeführt werden [10]. Da die Verwertung von Deponiematerial Typ D (500–2'000 mg Pb/kg) jedoch preisgünstiger ist als die Verwertung von Material, welches stärker belastet ist (> 2'000 mg Pb/kg), ist es sinnvoll, den Aushub vor Ort in diese beiden Kategorien zu triagieren. Derzeit verfügen drei Unternehmen im Grossraum Zürich² über Bodenwaschanlagen, die eine vollständige Verwertung des Materials garantieren.

Gemäss der Behandlungsregel [10] sind vom beauftragten Aushubunternehmer vor Baubeginn verbindliche, **schriftliche Annahmestätigungen** der Entsorgungsbetriebe zu verlangen, die dem AWEL zur Bewilligung einzureichen sind.

6.2 Aushubkubaturen

Ausgehend von den Resultaten der XRF-Messungen (Beilagen 1.1 und 1.2) und dem vorgeschlagenen Sanierungsziel von 1'000 mg Pb/kg sind in Beilage 1.3 die voraussichtliche Aushubbereiche dargestellt. Es wurden möglichst praxistaugliche Abgrenzungen gewählt, welche sich am üblichen Vorgehen bei Aushubarbeiten orientieren. Die Ausdehnung der Aushubbereiche orientiert sich an den VBBo-korrigierten XRF-Messwerten. Die Entsorgungskategorien bzw. die Annahmen zur vertikalen Verteilung wurden mittels der nach VVEA korrigierten Bleigehalte bestimmt.

Aufgrund des gemessenen Belastungsbilds wurde eine Unterteilung in die drei Aushubzonen A, B und C vorgenommen. Die grössten Unsicherheiten existieren in der Zone A, wo keine tieferen XRF-Profile vorliegen: Hier, im Bereich des früheren Kugelfangs, kann erfahrungsgemäss nicht ausgeschlossen werden, dass unter der eher

² Kibag RE AG, Eberhard Recycling AG, Toggenburger AG

schwach belasteten Deckschicht nicht noch stärker belastetes Kugelfangmaterial vorhanden ist (vgl. Empfehlungen im Abschnitt 8.1).

Sanierung innerhalb der Waldzone: Der in Beilage 1.3 eingezeichnete Aushub- resp. Sanierungsperimeter reicht etwas in die Waldzone hinein. Grundsätzlich sind Kugelfänge im Wald nur dann sanierungsbedürftig, wenn sie bezüglich des Schutzguts Grundwasser und/oder Oberflächengewässer sanierungsbedürftig sind. Anders liegt der Fall bei Kugelfängen, welche sich an einer Waldkante befinden oder die direkt an Landwirtschaftsland angrenzen. In solchen Fällen ist im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Massnahmen möglichst der gesamte hoch belastete Kugelfangbereich zu dekontaminieren (Ausführungen gemäss [2] S. 17). Dies schlagen wir auch für die 300 m-Schiessanlage Grossriet vor.

Die Annahmen und die Resultate der Kubaturschätzung gehen aus Tabelle 6 hervor. Für die Aushubzone A wird dabei von einem worst case-Szenario ausgegangen (siehe * in Spalte A der Tabelle 6).

Tab. 6:
Geschätzte Aushub-
kubaturen der in
Beilage 1.3 darge-
stellten Aushubbe-
reiche.

Teilbereich gemäss Beilage 1.3	A	B	C	Summe
Fläche [m ²]	470	230	390	1'090 m²
Mächtigkeit der Belastungen Material- kategorie >Typ D [m]	0.8*	0.4	0.8	
Kubatur Materialkategorie > Typ D [m ³]	376	92	312	780 m³ (fest)
Mächtigkeit der Belastungen Material- kategorie Typ D [m]	0.5	0.5	0.4	
Kubatur Materialkategorie Typ D [m ³]	235	115	156	506 m³ (fest)

*Der Einschussbereich ist möglicherweise überdeckt mit geringer belastetem Material. Im Sinne eines worst case-Szenarios wird ein stark belasteter, 0,8 m mächtiger Einschussbereich angenommen.

Es ist zu beachten, dass die angegebenen Kubaturen trotz der XRF-Messungen und wegen des möglicherweise vorhandenen verstossenen Kugelfangmaterials Schätzungen darstellen und deswegen mit Ungenauigkeiten behaftet sind.

6.3 Triage der Materialklassen, Zwischenlagerung

Die räumliche Verteilung der Belastungen ist – generell bei Schiessanlagen, aber ganz besonders im Fall der Schiessanlage Grossriet – nicht im Detail bekannt. Deshalb ist es unerlässlich, dass bei der Sanierung ein Triageur mit einem tragbaren XRF-Spektrometer vor Ort ist. Der Aushub wird hierbei direkt auf der Baggerschaufel gemessen und klassiert.

Dem Triageur ist es durch dieses Vorgehen möglich, sofort Anweisungen zum jeweiligen Entsorgungsweg der einzelnen Chargen zu geben. Ausserdem werden die stark belasteten Bereiche scharf abgegrenzt und das Aushubvolumen somit minimiert. Die XRF-Messungen ermöglichen zudem eine permanente Prüfung der Aushubsohle auf das Erreichen des Sanierungsziels.

Das vom Triageur einer Aushubkategorie zugewiesene Material wird vom Aushubunternehmer

- ▶ nach Möglichkeit direkt abgeführt (Entsorgungswege gemäss Abschnitt 6.1) oder
- ▶ bei Bedarf kurzfristig vor Ort zwischengelagert (eine längerfristige Zwischenlagerung ist zu vermeiden).

Damit alle nötigen Massnahmen für den Schutz des unbelasteten Bodens erfüllt werden, darf ein Zwischenlager vom Aushubunternehmer nur in Absprache mit der Fachbauleitung erstellt werden. Das Zwischenlager ist so anzulegen, dass die Freisetzung von Schadstoffen verhindert wird.

Der Aushubunternehmer unterteilt das Zwischenlager in Kompartimente und stellt durch geeignete Massnahmen sicher, dass die Aushubkategorien nicht verwechselt oder vermischt werden. Die verschiedenen Kompartimente sind dazu zu kennzeichnen.

6.4 Transporte, Transportscheine

Für alle Transporte gilt:

- ▶ Die triagierten Aushubklassen dürfen durch den Transport nicht vermischt werden. Pro Fahrt darf nur eine Aushubkategorie transportiert werden.
- ▶ Alles Material über 500 mg Pb/kg gilt als Sonderabfall gemäss VVEA und muss mit einem Transportbegleitschein gemäss VeVA transportiert werden.

VeVA-Transportscheine

Jedes Transportfahrzeug, welches die Baustelle mit belastetem Aushub verlässt, benötigt einen ausgefüllten, gültigen VeVA-Transportschein, welcher vom Triageur unterschrieben wird.

Fuhrscheine

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

6.5 Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz

Um negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit des Bodens in der Umgebung der Schiessanlage zu verhindern, muss dem physikalischen Bodenschutz Rechnung getragen werden. Insbesondere sind die Wegleitung „Bodenschutz beim Bauen“ [11] und die kantonalen Richtlinien [12] zu beachten. Der Boden darf nur im abgetrockneten Zustand befahren werden.

6.6 Erfolgskontrolle

Das vorgeschlagene Sanierungsziel von 1'000 mg Pb/kg wird auf dem Aushubplanum mit dem XRF-Spektrometer überprüft [6]. Die Lage der Messpunkte wird dabei von Hand auf vorbereiteten Plänen eingetragen.

6.7 Rekultivierung

Die fachgerechte Rekultivierung des Bodens im Sanierungsperimeter ist ebenfalls ein wichtiger Aspekt der Bodenfruchtbarkeit. Damit die biologische Aktivität erhalten werden kann, muss für die Rekultivierung standorttypischer Boden verwendet werden.

Der Bodenauftrag sollte grundsätzlich etappiert erfolgen. Dabei gelten folgende Grundsätze:

- ▶ Es darf nur unverschmutztes Material ohne Fremdkörper verwendet werden.
- ▶ Die Verwendung von Recycling-Kies ist im Rahmen der Rekultivierung nicht zulässig.
- ▶ Der Auftrag der A- (ca. 30 cm), B- (max. 80 cm) und C-Horizonte (falls nötig) erfolgt schichtweise „vor Kopf“. Der Bagger hat dabei rückwärts zu fahren und den frisch aufgetragenen Boden nicht zu befahren.
- ▶ Der aufgebrachte Boden ist sofort zu begrünen (z.B. mit Rotklee-Gras oder Luzerne-Gras).

6.8 Entsorgungsnachweis

Nach Abschluss der Entsorgungsarbeiten müssen die durchgeführten Massnahmen zu Handen des AWEL in einem Schlussbericht dokumentiert werden. Der Schlussbericht muss Auskunft geben über

- ▶ die vor dem Bauvorhaben angetroffene Situation,
- ▶ die durchgeführten Massnahmen und
- ▶ die Restbelastungen.

Mit dem Schlussbericht wird ein **Entsorgungsnachweis** inkl. Zusammenstellung der Materialflüsse eingereicht und alle Materialflüsse werden im System ALIS des AWEL erfasst.

6.9 Gesundheitsschutz auf der Baustelle

Die zu erwartenden Schadstoffe (Blei, Antimon, Kupfer) sind gesundheitsgefährdend und führen zu einem erhöhten Arbeitsrisiko. Der Hautkontakt mit belastetem Material sowie das Einatmen von Staub muss vermieden werden.

Nebst den auf Baustellen üblichen Arbeitssicherheits- und Gesundheitsschutzmassnahmen sind insbesondere folgenden Massnahmen zu berücksichtigen:

- ▶ Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.
- ▶ Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen.
- ▶ Bei direktem Kontakt mit belastetem Material sind chemikalienbeständige Schutzhandschuhe zu tragen. Die Handschuhe sind durch den Unternehmer vor Ort bereit zu halten.
- ▶ Blei ist möglicherweise krebserregend. Es gilt, den Kontakt mit belastetem Material zu minimieren. Die Staubbelastung ist darum mit technischen Massnahmen so gering als möglich zu halten.
- ▶ Ist eine Staubentwicklung mit technischen Massnahmen nicht vermeidbar, sind Staubschutzmasken der Filterklasse P2 bzw. FFP2 (bei möglicherweise kanzerogenen Stoffen der Kategorie C2) zu tragen. Die Staubschutzmasken sind durch den Unternehmer vor Ort bereit zu halten.

7 Kostenzusammenstellung

7.1 Entsorgungskosten

Die Entsorgungspreise für die in Abschnitt 6.2 aufgeführten Kubaturen der verschiedenen Materialklassen unterliegen regionalen und saisonalen Schwankungen. Eine genaue Kostenschätzung ist nur mit verbindlichen Angeboten möglich, welche auf den Tagespreisen zum Zeitpunkt der Ausschreibung basieren.

In Tabelle 7 sind Richtpreise für die Entsorgung angegeben, welche auf aktuelleren Ausschreibungen basieren und die Transportkosten bereits enthalten. Wir legen diese Preise der Kostenschätzung in Tabelle 8 zu Grunde.

Tab. 7:
Unverbindliche
Übersicht über die
momentanen
Entsorgungspreise.

Aushubkategorie	Entsorgungskosten (inkl. Transport)
Deponiematerial Typ D (Bodenwäsche von Material mit Bleibelastungen bis 2'000 mg/kg)	ca. 300 Fr./m ³ fest
Schlechter als Deponiematerial Typ D (Bodenwäsche von Material mit Bleibelastungen über 2'000 mg/kg)	ca. 420 Fr./m ³ fest

7.2 Kostenschätzung

In Tabelle 8 wird geschätzt, welche Kosten bei der Sanierung der Schiessanlage Grossriet bis auf 1'000 mg Pb/kg zu erwarten sind. Diese Kostenschätzung ist mittels der im Rahmen der Ausschreibung einzuholenden Offerten zu präzisieren.

Um der Bauherrschaft sicheres Budgetieren zu ermöglichen, haben wir einerseits bei der Volumenschätzung eher grosszügige Kubaturen angenommen und andererseits in die folgende Kostenschätzung eine Reserve von 20 % aufgenommen.

Tab. 8:
Aufstellung der
Sanierungskosten
für die 300 m-
Schiessanlage
Grossriet.

Arbeiten	Kosten [Fr.]
Fachbauleitung und örtliche Bauleitung: ► Erstellen Sanierungsprojekt inkl. XRF-Messungen (vorliegender Bericht), ► Erstellen der Baugesuchsunterlagen, ► Durchführung der Submission, ► Gesamtprojektleitung / Fachbauleitung ► XRF-Begleitung (Triage und Erfolgskontrolle), ► Schlussbericht mit Sanierungs- und Entsorgungsnachweis und Kostenzusammenstellung.	40'000
Baumeisterarbeiten: ► Baustelleneinrichtung, Zufahrt u. ä., ► Aushubarbeiten, Baustellentransporte, Zwischenlager, ► Abbruch und Entsorgung Zeigerstand (fakultativ), ► Auffüllungen, Rekultivierung, Ansaat.	10'000 15'000 15'000 15'000
Entsorgung und Behandlung des belasteten Aushubs inkl. Transport: ► Bodenwaschanlage: 506 m³ à 300 Fr./m³ (Typ D) ► Bodenwaschanlage: 780 m³ à 420 Fr./m³ (> Typ D)	151'800 327'600
Zwischentotal	574'400
ca. 20 % Reserve (Empfehlung magma AG)	110'000
Total exkl. MWSt.	684'400
Mehrwertsteuer 8 %	54'752
Total inkl. 8 % MWSt.	739'152

Die in Tabelle 8 geschätzten Sanierungskosten liegen mit nahezu Fr. 50'000.- pro Scheibe (exkl. Reserven) massiv über den vom AWEL postulierten Kosten von Fr. 20'000.- bis 25'000.- [8]. Dieser Durchschnittswert des AWEL trifft jedoch erfahrungsgemäss besonders auf grössere, „unproblematischere“ Schiessanlagen zu und berücksichtigt den Abbruch des Zeigerstandes nicht. Die Schiessanlage Grossriet muss insofern als „problematisch“ bezeichnet werden, als nach der Stilllegung in grösserem Umfang Kugelfangmaterial verstossen worden ist. Dies verteuert eine Sanierung beträchtlich. Sollte im Aushubbereich A – entgegen der pessimistischen Erwartung – kein hoch belastetes Material unter schwach belastetem Material vorhanden sein, würden sich die Sanierungskosten um immerhin rund Fr. 160'000.- verringern.

7.3 Kostenverteilung

Die Sanierungskosten teilen sich voraussichtlich wie folgt auf:

- ▶ Für die Sanierung des 300 m-Kugelfangs werden aus dem VASA-Fonds Fr. 8'000.- pro Scheibe gezahlt. Bei zwölf Scheiben entspricht dies insgesamt Fr. 96'000.-.
- ▶ Der Zustandsstörer (0–20 %) und der Verhaltensstörer (80–100 %) müssen die restlichen verfügbaren Kosten übernehmen.

Als Eigentümerin der Kugelfangparzelle ist die Stadt Illnau-Effretikon Zustandsstörerin. Die nur randlich von der Sanierung betroffene Parzelle IE1717 ist in Privatbesitz. Der Besitzer wird sich gemäss unseren Kenntnissen³ nicht an den Sanierungskosten beteiligen müssen, diese Kosten werden von der Stadt Illnau-Effretikon übernommen.

Der effektive Kostenanteil des Zustandsstörers wird vom AWEL festgelegt.

Bis auf den 1980 aufgelösten Militärschützenverein existieren alle ehemaligen Nutzer der Schiessanlage Grossriet noch⁴. Diese gelten als Verhaltensstörer. Es ist jedoch anzunehmen, dass diese nicht zahlungsfähig sind und über keinerlei Vermögenswerte verfügen (z.B. Immobilien). Diese nicht durch den Verhaltensstörer tragbaren Kosten – sogenannte Ausfallkosten – übernimmt der Kanton Zürich.

Da die Schiessanlage nachweislich der Durchführung des „Obligatorischen“ diene, ist die Stadt Illnau-Effretikon als Verhaltensstörerin ebenfalls an den Kosten zu beteiligen. Über den Umfang dieser Beteiligung entscheidet das AWEL.

³ Schreiben Stadt Illnau-Effretikon vom 31.8.2016 an Alfred Braunschweiler.

⁴ siehe Webseite des Schiesssportvereins Illnau-Effretikon: www.ssvie.ch

8 Empfehlungen und weiteres Vorgehen

8.1 Empfehlung für nähere Abklärung Kugelfangbereich

Die Kostenschätzung ist – verglichen mit anderen Schiessanlagen – mit sehr grossen Unsicherheiten verbunden. Dies ist im Wesentlichen auf den Aushubbereich A (Beilage 1.3) zurückzuführen, wo unter schwach belastetem Material noch stärker belastetes Kugelfangmaterial vorhanden sein könnte. Mit relativ geringem Aufwand – einem halben Tag Baggararbeiten mit XRF-Begleitung – könnte diese Unklarheit beseitigt werden. Vorteil dabei wäre, dass die Stadt dann genauer budgetieren könnte und für die Ausschreibung kurz vor der Sanierung belastbarere Kubaturen zur Verfügung stehen würden. Wegen nicht vermeidbarer Landschaftsschäden wird eine solche Untersuchung am besten im Winterhalbjahr durchgeführt. Ein idealer Zeitpunkt wäre z.B. im Frühjahr 2018.

8.2 Weiteres Vorgehen

Der weitere Ablauf zur Sanierung des Kugelfangs sieht wie folgt aus:

- ▶ Option: Nähere Untersuchung Kugelfangbereich gemäss Vorschlag in Abschnitt 8.1 (Chr. Böhm gemeinsam mit magma AG).
- ▶ Budgetierung und Terminierung der Arbeiten (Stadt Illnau-Effretikon, teilweise bereits erfolgt),
- ▶ Vergabe der Gesamtprojektleitung an die magma AG (Stadt Illnau-Effretikon),
- ▶ Erstellen der Baugesuchsunterlagen und Durchführung Submission (magma AG),
- ▶ Vergabe der Arbeiten (u.a. Aushub, Transporte, Entsorgung, XRF-Begleitung; Stadt Illnau-Effretikon gemeinsam mit magma AG),
- ▶ Ausführung der Sanierung, Schlussberichterstattung zu Händen AWEL (magma AG).

Das AWEL nimmt zu Sanierungsprojekten von Schiessanlagen erst im Rahmen des zugehörigen Baugesuchsverfahrens Stellung. Aus dem Schreiben [1] geht hervor, dass vom AWEL nun als nächstes das Einreichen des Baugesuchs erwartet wird.

magma AG, Zürich, 18.07.2017

Sachbearbeiter:

- Eike Kreikenbaum, Dipl.-Geograph (XRF-Auswertungen, Kubaturschätzungen)
- Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH (Bericht)



Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH



Eike Kreikenbaum, Dipl.-Geograph

Verteiler:

- 3 Exemplare und PDF: Stadtverwaltung Illnau-Effretikon, Abteilung Sicherheit, Märtplatz 29 / Postfach, 8307 Effretikon
- 2 Ex. magma AG (intern)

Version	Korreferat	Korrekturen	Schlusskontrolle
1.1 (18.07.2017)	12.07.2017 Kr	13.07.2017 Eg	

Wir bestätigen, dass bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchung die Sorgfaltspflicht angewendet worden ist, dass die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem aktuellen und im Bericht angegebenen Kenntnisstand beruhen und dass diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebiets und nach bestem Wissen ermittelt worden sind.

Wir gehen davon aus,

- dass uns seitens des Auftraggebers bzw. der von ihm benannten Drittpersonen vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt worden sind,
- dass der Auftraggeber nicht auszugsweise von den Resultaten der Untersuchung Gebrauch macht und
- dass der Auftraggeber die Resultate nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet bzw. nicht auf geänderte Verhältnisse anwendet.

Andernfalls lehnen wir gegenüber dem Auftraggeber jede Haftung für dadurch entstandene Schäden ab. Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, so wird die Haftung für direkte oder indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

mitglied
sia 

Verwendete Unterlagen

Gesetzliche Grundlagen

- AltIV Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung; AltIV). – SR 814.680.
- VASA Verordnung vom 5. April 2000 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA). – SR 814.681.
- VBBö Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBö). – SR 814.12.
- VeVA Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005. – SR 814.610.
- VVEA Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA). – SR 814.600.

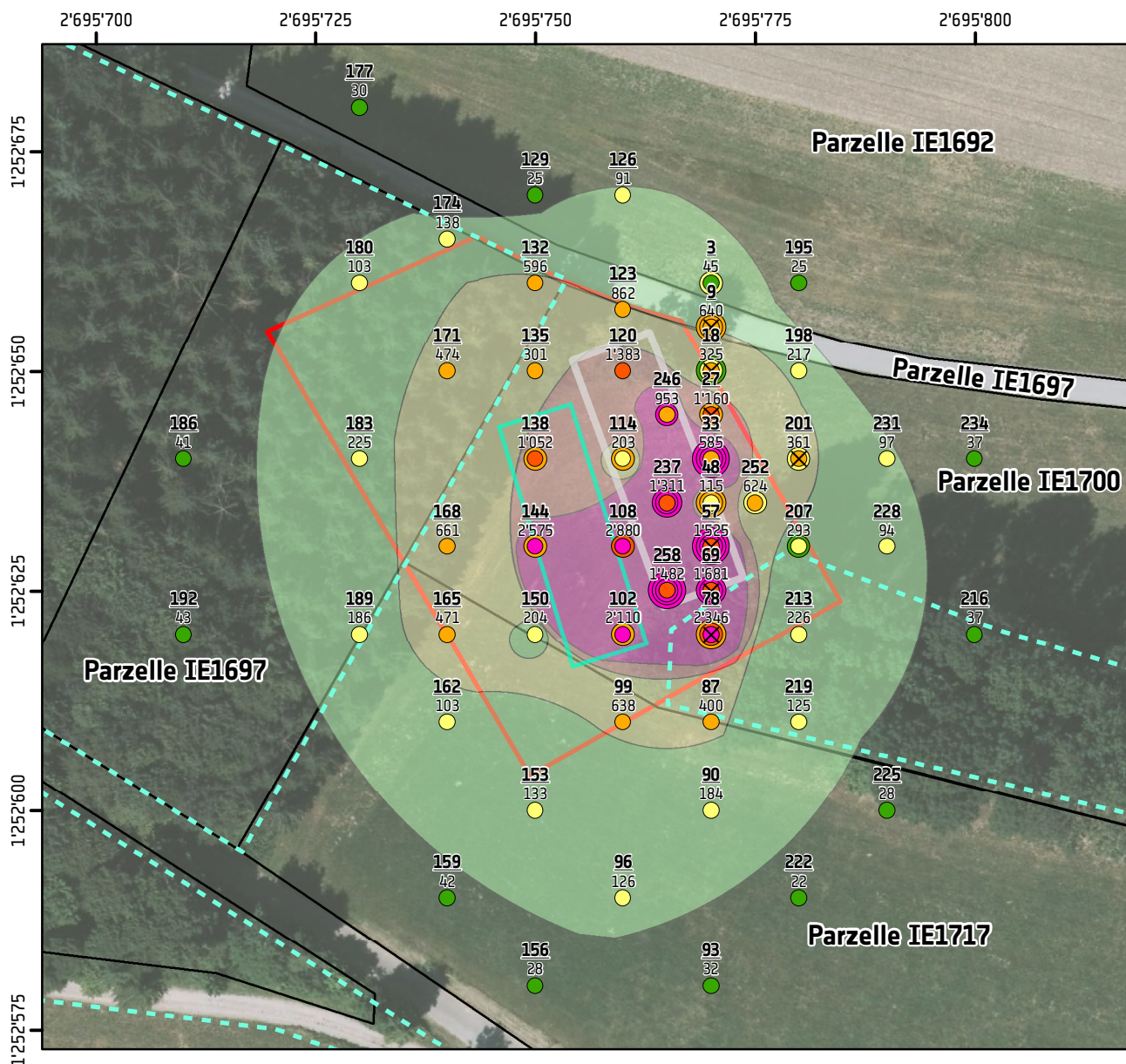
Weitere Grundlagen

- [1] AWEL (2016): Illnau-Effretikon. Sanierungsbedürftiger belasteter Standort Nr. 0174/I.0068, Grundstück Kat.-Nr. 1700. Mitteilung an die Standortinhaber/-innen. Neubeurteilung und Aufforderung zur Sanierung bis 2020. – Schreiben AWEL vom 12.2.2016 an Stadt Illnau-Effretikon.
- [2] BAFU (2006): VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde. – 2. aktualisierte Ausgabe, Dezember 2016; Erstausgabe 2006. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 0634.
- [3] AWEL (2007): Verfahren zur Verteilung der Kosten nach neuem Altlastenrecht. – Umweltpraxis Nr. 48.
- [4] GS VBS / RU (2013): Altlastenbearbeitung VBS: Untersuchung der Belastungen auf Schiessplätzen und Schiessanlagen des VBS. – Wegleitung, 13.3.2013.
- [5] Wyssling, G. (2007): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Nr. 128, Blatt 1092 Uster. – Bundesamt für Landestopografie swisstopo.
- [6] AWEL (2011): Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen. – Juli 2011.
- [7] BAFU (2013): Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich (Stand 2013). – Vollzug Umwelt, Altlasten / Abfall, 1027, UV-1334-D.
- [8] AWEL (2008): Vollzugshilfe Altlastenbearbeitung bei Schiessanlagen. – Zürcher Umweltpraxis, August 2008.
- [9] BUWAL (2005): Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden, Handbuch. – Vollzug Umwelt (VU-4817-D).

- [10] AWEL (2017): Handlungsregel für verschmutzte Bauabfälle und Aushub- und Ausbruchmaterial im Hinblick auf die Verwertung. – Richtlinie vom Februar 2017.
- [11] BUWAL (2001): Bodenschutz beim Bauen. – Leitfaden Umwelt Nr. 10.
- [12] ALN (2003): Richtlinien für Bodenrekultivierungen. – Kanton Zürich, Baudirektion, Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Bodenschutz.
- [13] swisstopo (2016): Luftbildinformationssystem LUBIS. – www.map.geo.admin.ch.
- [14] maps.zh.ch: Diverse Kartenwerke.

300 m-Schiessanlage Grossriet, Illnau-Effretikon VBBö-korrigierte XRF-Messwerte und Interpretation 1:750

Kartengrundlage: WMS-Dienste des Kantons Zürich



XRF-Messwerte

[mg Pb/kg] VBBö-korrigiert

- < 50
- 50 - 300
- 300 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- > 2'000
- × Referenzprobe

156 Messpunkt
28 Korrigierter XRF-Messwert

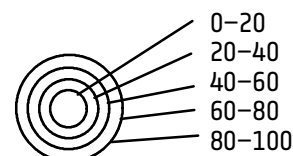
Interpretation

[mg Pb/kg]

- 50 - 300
- 300 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- > 2'000

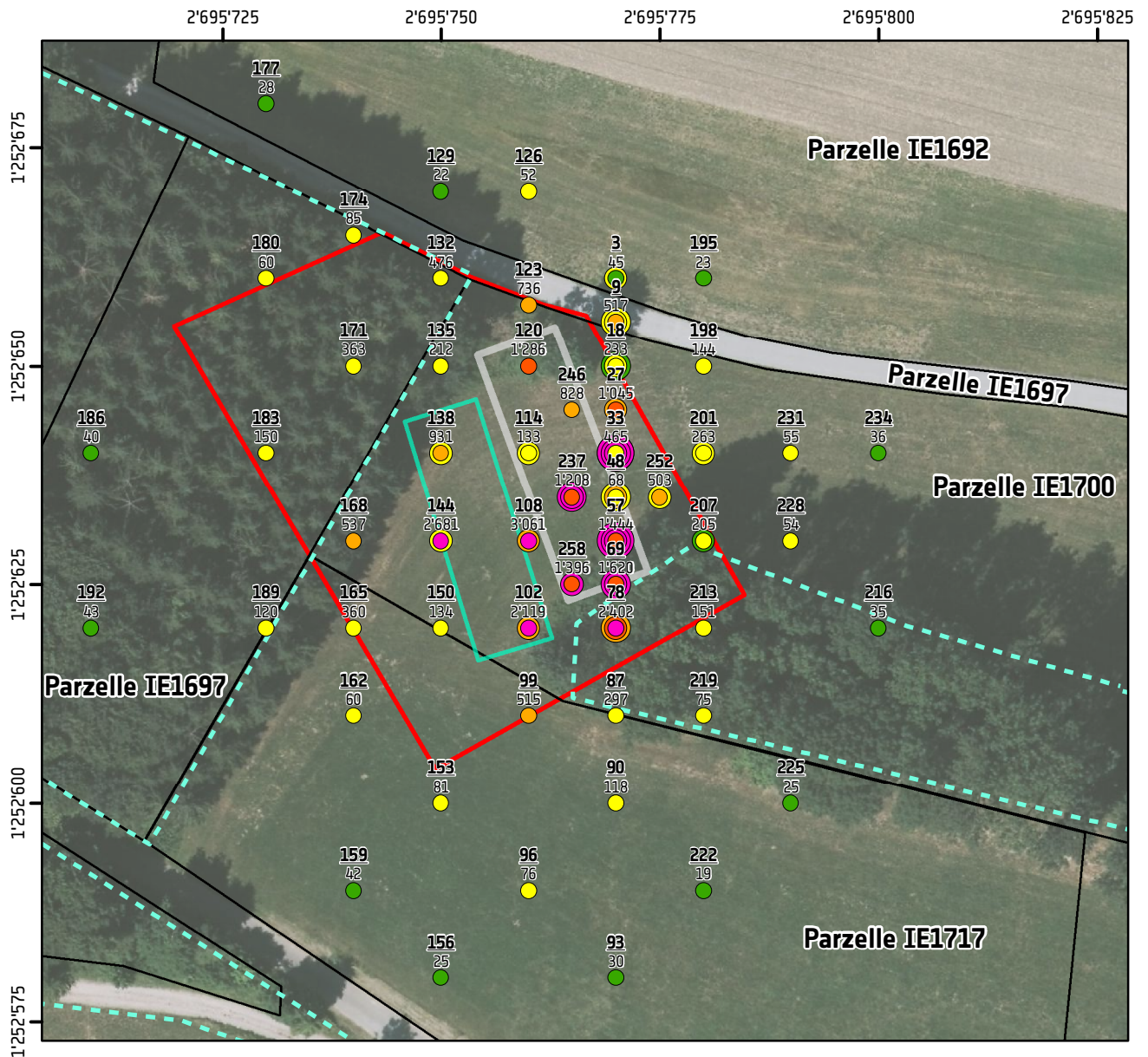
- Ungefähre Lage Zeigerstand (Luftbild 1931)
- Ungefährer Einschussbereich (Luftbild 1931)
- KbS-Perimeter
- Parzellengrenzen
- Grenze Waldareal Kanton Zürich

Tiefe (cm)



300 m-Schiessanlage Grossriet, Illnau-Effretikon VVEA-korrigierte XRF-Messwerte 1:750

Kartengrundlage: WMS-Dienste des Kantons Zürich



XRF-Messwerte

[mg Pb/kg] VVEA-korrigiert

- < 50
- 50 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 2'000
- > 2'000

□ Ungefähre Lage Zeigerstand (Luftbild 1931)

□ Ungefährer Einschussbereich (Luftbild 1931)

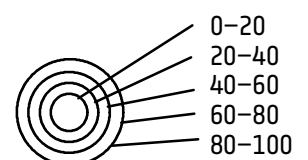
□ KbS-Perimeter

□ Parzellengrenzen

--- Grenze Waldareal Kanton Zürich

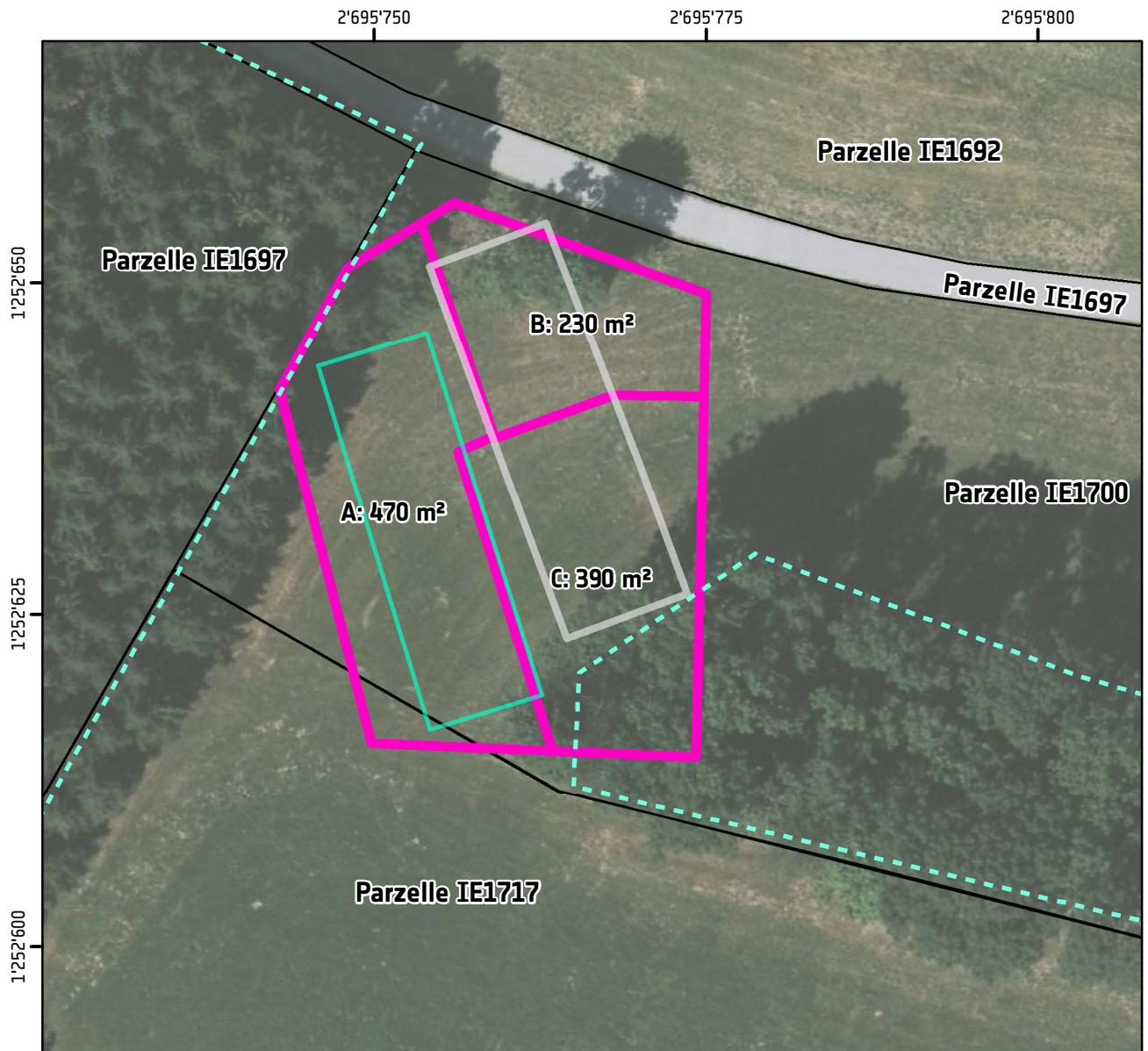
96 Messpunkt
76 Korrigierter XRF-Messwert

Tiefe (cm)



300 m-Schiessanlage Grossriet, Illnau-Effretikon Aushubbereiche 1:500

Kartengrundlage: WMS-Dienste des Kantons Zürich



-  Aushubperimeter, Teilflächen
-  Ungefähre Lage Zeigerstand (Luftbild 1931)
-  Ungefährer Einschussbereich (Luftbild 1931)
-  Parzellengrenzen
-  Grenze Waldareal Kanton Zürich

XRF-Messdaten

Messpunkt-Nr.	X-Koord.	Y-Koord.	Tiefenintervall [cm]	Feldmessung XRF [mg Pb/kg] (Mittelwert)	XRF [mg Pb/kg] (VBBö-korrigiert)	XRF [mg Pb/kg] (VVEA-korrigiert)
3	2'695'770	1'252'660	0-20	45	45	45
6	2'695'770	1'252'660	20-40	118	210	138
9	2'695'770	1'252'655	0-20	365	640	517
12	2'695'770	1'252'655	20-40	276	486	374
15	2'695'770	1'252'655	40-60	233	410	306
18	2'695'770	1'252'650	0-20	184	325	233
21	2'695'770	1'252'650	20-40	54	96	55
24	2'695'770	1'252'650	40-60	36	36	34
27	2'695'770	1'252'645	0-20	666	1'160	1'045
30	2'695'770	1'252'645	20-40	412	721	596
33	2'695'770	1'252'640	0-20	333	585	465
36	2'695'770	1'252'640	20-40	2'093	3'607	3'994
39	2'695'770	1'252'640	40-60	2'175	3'747	4'177
42	2'695'770	1'252'640	60-80	1'353	2'342	2'398
45	2'695'770	1'252'640	80-100	618	1'078	958
48	2'695'770	1'252'635	0-20	64	115	68
51	2'695'770	1'252'635	20-40	457	799	672
54	2'695'770	1'252'635	40-60	215	379	279
57	2'695'770	1'252'630	0-20	877	1'525	1'444
60	2'695'770	1'252'630	20-40	1'591	2'749	2'897
63	2'695'770	1'252'630	40-60	2'257	3'886	4'362
66	2'695'770	1'252'630	60-80	2'074	3'574	3'950
69	2'695'770	1'252'625	0-20	968	1'681	1'620
72	2'695'770	1'252'625	20-40	1'803	3'111	3'354
75	2'695'770	1'252'625	40-60	1'469	2'540	2'638
78	2'695'770	1'252'620	0-20	1'356	2'346	2'402
81	2'695'770	1'252'620	20-40	726	1'264	1'156
84	2'695'770	1'252'620	40-60	456	798	672
87	2'695'770	1'252'610	0-20	227	400	297
90	2'695'770	1'252'600	0-20	103	184	118
93	2'695'770	1'252'580	0-20	32	32	30
96	2'695'760	1'252'590	0-20	70	126	76
99	2'695'760	1'252'610	0-20	364	638	515
102	2'695'760	1'252'620	0-20	1'218	2'110	2'119
105	2'695'760	1'252'620	20-40	560	978	854
108	2'695'760	1'252'630	0-20	1'668	2'880	3'061

Messpunkt-Nr.	X-Koord.	Y-Koord.	Tiefenintervall [cm]	Feldmessung XRF [mg Pb/kg] (Mittelwert)	XRF [mg Pb/kg] (VBBö- korrigiert)	XRF [mg Pb/kg] (VVEA- korrigiert)
111	2'695'760	1'252'630	20-40	611	1'066	946
114	2'695'760	1'252'640	0-20	114	203	133
117	2'695'760	1'252'640	20-40	185	327	234
120	2'695'760	1'252'650	0-20	795	1'383	1'286
123	2'695'760	1'252'657	0-20	493	862	736
126	2'695'760	1'252'670	0-20	51	91	52
129	2'695'750	1'252'670	0-20	25	25	22
132	2'695'750	1'252'660	0-20	340	596	476
135	2'695'750	1'252'650	0-20	170	301	212
138	2'695'750	1'252'640	0-20	603	1'052	931
141	2'695'750	1'252'640	20-40	341	599	478
144	2'695'750	1'252'630	0-20	1'489	2'575	2'681
147	2'695'750	1'252'630	20-40	195	344	249
150	2'695'750	1'252'620	0-20	115	204	134
153	2'695'750	1'252'600	0-20	75	133	81
156	2'695'750	1'252'580	0-20	28	28	25
159	2'695'740	1'252'590	0-20	42	42	42
162	2'695'740	1'252'610	0-20	58	103	60
165	2'695'740	1'252'620	0-20	268	471	360
168	2'695'740	1'252'630	0-20	377	661	537
171	2'695'740	1'252'650	0-20	270	474	363
174	2'695'740	1'252'665	0-20	78	138	85
177	2'695'730	1'252'680	0-20	30	30	28
180	2'695'730	1'252'660	0-20	58	103	60
183	2'695'730	1'252'640	0-20	127	225	150
186	2'695'710	1'252'640	0-20	41	41	40
189	2'695'730	1'252'620	0-20	105	186	120
192	2'695'710	1'252'620	0-20	43	43	43
195	2'695'780	1'252'660	0-20	25	25	23
198	2'695'780	1'252'650	0-20	122	217	144
201	2'695'780	1'252'640	0-20	205	361	263
204	2'695'780	1'252'640	20-40	138	244	166
207	2'695'780	1'252'630	0-20	166	293	205
210	2'695'780	1'252'630	20-40	47	47	47
213	2'695'780	1'252'620	0-20	127	226	151

Messpunkt-Nr.	X-Koord.	Y-Koord.	Tiefenintervall [cm]	Feldmessung XRF [mg Pb/kg] (Mittelwert)	XRF [mg Pb/kg] (VBBö- korrigiert)	XRF [mg Pb/kg] (VVEA- korrigiert)
216	2'695'800	1'252'620	0-20	37	37	35
219	2'695'780	1'252'610	0-20	70	125	75
222	2'695'780	1'252'590	0-20	22	22	19
225	2'695'790	1'252'600	0-20	28	28	25
228	2'695'790	1'252'630	0-20	53	94	54
231	2'695'790	1'252'640	0-20	54	97	55
234	2'695'800	1'252'640	0-20	37	37	36
237	2'695'765	1'252'635	0-20	753	1'311	1'208
240	2'695'765	1'252'635	20-40	3'068	5'267	6'247
243	2'695'765	1'252'635	40-60	2'032	3'502	3'856
246	2'695'765	1'252'645	0-20	546	953	828
249	2'695'765	1'252'645	20-40	7'494	12'749	17'758
252	2'695'775	1'252'635	0-20	356	624	503
255	2'695'775	1'252'635	20-40	163	288	201
258	2'695'765	1'252'625	0-20	852	1'482	1'396
261	2'695'765	1'252'625	20-40	2'128	3'666	4'071
264	2'695'765	1'252'625	40-60	5'758	9'822	13'048
267	2'695'765	1'252'625	60-80	5'987	10'209	13'657

Prüfbericht Labor Wessling AG

Laborbericht 18.04.2017

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
Böhm Geologie / Hydrogeologie
Herr Christian Böhm
Obere Gasse 40
7000 Chur

Auftrag Nr.: ULS-01322-17
Ansprechpartner: N. Amstutz
Durchwahl: +41 32 387 67 41
E-Mail: Nicolas.Amstutz@wessling.ch

Lyss, den 18.04.2017

Prüfbericht ULS17-001888-1

Bleibestimmung VBBo und VVEA Illnau-Effretikon



ISO/IEC 17025

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

Prüfbericht ULS17-001888-1
Lyss, den 18.04.2017

Bezeichnung			Probe 1 VVEA	Probe 1 VBBO	Probe 2 VVEA	Probe 2 VBBO	Probe 3 VVEA
Probe Nr.	Einheit	BG	17-053600-01	17-053600-01-1	17-053600-02	17-053600-02-1	17-053600-03

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0,1	76		75		72
-----------------	---------	-----	----	--	----	--	----

Aufbereitung

Trockenrückstand (40°C)	Gew% OS		05.04.2017		05.04.2017		
Feinanteil < 2mm	Gew% TS		06.04.2017		06.04.2017		

2 M HNO₃-Extraktion nach BAFU F-6b

im 2 M Salpetersäureextrakt:	TS		07.04.2017		07.04.2017		
------------------------------	----	--	------------	--	------------	--	--

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente nach BAFU F-6a

Blei (Pb)	mg/kg TS		435	564	346	480	960
-----------	----------	--	-----	-----	-----	-----	-----

Prüfbericht ULS17-001888-1
Lyss, den 18.04.2017

Bezeichnung			Probe 3 VBBO	Probe 5 VVEA	Probe 5 VBBO	Probe 6 VVEA	Probe 6 VBBO
Probe Nr.	Einheit	BG	17-053600-03-1	17-053600-04	17-053600-04-1	17-053600-05	17-053600-05-1

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0,1	80	90			
-----------------	---------	-----	----	----	--	--	--

Aufbereitung

Trockenrückstand (40°C)	Gew% OS	05.04.2017	05.04.2017	05.04.2017			
Feinanteil < 2mm	Gew% TS	06.04.2017	06.04.2017	06.04.2017			

2 M HNO₃-Extraktion nach BAFU F-6b

im 2 M Salpetersäureextrakt:	TS	07.04.2017	07.04.2017	07.04.2017			
------------------------------	----	------------	------------	------------	--	--	--

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente nach BAFU F-6a

Blei (Pb)	mg/kg TS	1103	1706	1706	1546	1872	
-----------	----------	------	------	------	------	------	--

Prüfbericht ULS17-001888-1
Lyss, den 18.04.2017

Bezeichnung			Probe 7 VVEA	Probe 7 VBBO	Probe 8 VVEA	Probe 8 VBBO	Probe 9 VVEA
Probe Nr.	Einheit	BG	17-053600-06	17-053600-06-1	17-053600-07	17-053600-07-1	17-053600-08

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0,1	68		75		83
-----------------	---------	-----	----	--	----	--	----

Aufbereitung

Trockenrückstand (40°C)	Gew% OS		05.04.2017		05.04.2017		
Feinanteil < 2mm	Gew% TS		06.04.2017		06.04.2017		

2 M HNO₃-Extraktion nach BAFU F-6b

im 2 M Salpetersäureextrakt:	TS		07.04.2017		07.04.2017		
------------------------------	----	--	------------	--	------------	--	--

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente nach BAFU F-6a

Blei (Pb)	mg/kg TS		209	317	536	615	155
-----------	----------	--	-----	-----	-----	-----	-----

Prüfbericht ULS17-001888-1
Lyss, den 18.04.2017

Bezeichnung			Probe 9 VBBO	Probe 10 VVEA	Probe 10 VBBO	Probe 11 VVEA	Probe 11 VBBO
Probe Nr.	Einheit	BG	17-053600-08-1	17-053600-09	17-053600-09-1	17-053600-10	17-053600-10-1

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0,1	88	89			
-----------------	---------	-----	----	----	--	--	--

Aufbereitung

Trockenrückstand (40°C)	Gew% OS	05.04.2017	05.04.2017	05.04.2017			
Feinanteil < 2mm	Gew% TS	06.04.2017	06.04.2017	06.04.2017			

2 M HNO₃-Extraktion nach BAFU F-6b

im 2 M Salpetersäureextrakt:	TS	07.04.2017	07.04.2017	07.04.2017			
------------------------------	----	------------	------------	------------	--	--	--

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente nach BAFU F-6a

Blei (Pb)	mg/kg TS	193	1656	3316	288	325	
-----------	----------	-----	------	------	-----	-----	--

Prüfbericht ULS17-001888-1
Lyss, den 18.04.2017

Bezeichnung			Probe 12 VVEA	Probe 12 VBBO	Probe 13 VVEA	Probe 13 VBBO
Probe Nr.	Einheit	BG	17-053600-11	17-053600-11-1	17-053600-12	17-053600-12-1

Allgemeine Eigenschaften

Trockensubstanz	Gew% OS	0,1	83	78		
-----------------	---------	-----	----	----	--	--

Aufbereitung

Trockenrückstand (40°C)	Gew% OS		05.04.2017	05.04.2017		
Feinanteil < 2mm	Gew% TS		06.04.2017	06.04.2017		

2 M HNO₃-Extraktion nach BAFU F-6b

im 2 M Salpetersäureextrakt:	TS		07.04.2017	07.04.2017		
------------------------------	----	--	------------	------------	--	--

Metalle, Schwermetalle und weitere Elemente

Metalle und weitere Elemente nach BAFU F-6a

Blei (Pb)	mg/kg TS		1360	1289	936	963
-----------	----------	--	------	------	-----	-----

Prüfbericht ULS17-001888-1
Lyss, den 18.04.2017

Informationen zu den Proben

Probe Nr.	17-053600-01	17-053600-02	17-053600-03	17-053600-04	17-053600-05
Eingangsdatum	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Bezeichnung	Probe 1 VVEA	Probe 2 VVEA	Probe 3 VVEA	Probe 5 VVEA	Probe 6 VVEA
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Boden
Probenahme durch	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm
Untersuchungsbeginn	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Untersuchungsende	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017
Probe Nr.	17-053600-06	17-053600-07	17-053600-08	17-053600-09	17-053600-10
Eingangsdatum	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Bezeichnung	Probe 7 VVEA	Probe 8 VVEA	Probe 9 VVEA	Probe 10 VVEA	Probe 11 VVEA
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Boden
Probenahme durch	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm
Untersuchungsbeginn	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Untersuchungsende	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017
Probe Nr.	17-053600-11	17-053600-12	17-053600-01-1	17-053600-02-1	17-053600-03-1
Eingangsdatum	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Bezeichnung	Probe 12 VBBO	Probe 13 VBBO	Probe 1 VBBO	Probe 2 VBBO	Probe 3 VBBO
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Boden
Probenahme durch	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm
Untersuchungsbeginn	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Untersuchungsende	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017
Probe Nr.	17-053600-04-1	17-053600-05-1	17-053600-06-1	17-053600-07-1	17-053600-08-1
Eingangsdatum	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Bezeichnung	Probe 5 VBBO	Probe 6 VBBO	Probe 7 VBBO	Probe 8 VBBO	Probe 9 VBBO
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Boden
Probenahme durch	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm
Untersuchungsbeginn	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017
Untersuchungsende	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017
Probe Nr.	17-053600-09-1	17-053600-10-1	17-053600-11-1	17-053600-12-1	
Eingangsdatum	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	
Bezeichnung	Probe 10 VBBO	Probe 11 VBBO	Probe 12 VBBO	Probe 13 VBBO	
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	
Probenahme durch	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	Christian Böhm	
Untersuchungsbeginn	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	04.04.2017	
Untersuchungsende	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	18.04.2017	

Methoden

Parameter	Norm	Ausführendes Labor
Mikrowellen-Druckaufschluss	BAFU F6a ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Metalle/Elemente in Feststoff	DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294	Laboratorien Lyss CH (CH)
Trockenrückstand / Wassergehalt im Feststoff	DIN ISO 11465 ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
im 2 M Salpetersäureextrakt (1:10):	VBBO ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Siebung	DIN ISO 11464 ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)
Trockenrückstand	DIN EN 12880 mod. ^A	Laboratorien Lyss CH (CH)

OS = Originalsubstanz
TS = Trockensubstanz
BG = Bestimmungsgrenze
W/E = Wasser / Eluat
G = Gas

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

Heinrich Kalt
Geschäftsführer, Dr. rer. nat

Fotodokumentation ehemalige 300 m-Schiessanlage Grossriet, Illnau-Effretikon



Foto 1: Blick in Richtung Südwesten auf den ehemaligen Kugelfang (rote Linie). Das Zielgebiet lag auf der Wiese zwischen dem Wäldchen links und der Baum- und Strauchgruppe rechts der Bildmitte. Vom früheren Kugelfang und Zeigerstand ist heute nichts mehr zusehen (Foto magma AG, 16.05.2017).



Foto 2: Blick vom früheren Kugelfang in Richtung Nordosten auf das frühere Schützenhaus mit rotem Ziegeldach (gelber Pfeil). Im Vordergrund befand sich früher der Kugelfang. Heute ist nur noch eine leichte Geländestufe zu erkennen (Foto magma AG, 16.05.2017).



Foto 3: Blick in Richtung Südwesten auf den heute mit Büschen und kleinen Bäumen überwachsenen südöstlichen Teil des früheren Zielgebiets (Foto magma AG, 16.05.2017).



Foto 4: Blick vom Fussweg unterhalb des früheren Einschussbereichs in Richtung WSW. Der verbuschte Bereich rechts hinter dem Wegkreuz (rote Linie) wurde höchstwahrscheinlich beim Bau des Kugelfangs und des Zeigerstands aufgeschüttet, um das Terrain ebener zu gestalten (Foto magma AG, 16.05.2017).



Foto 5: Blick vom Wegkreuz (siehe Foto 4) in Richtung Westen auf den aufgeschütteten Bereich im nordwestlichen Teil des früheren Einschussbereichs (Foto magma AG, 16.05.2017).



Foto 6: Blick nach Nordosten auf das ehemalige Schützenhaus. Heute wird das Gebäude vom Forstdienst genutzt (Foto magma AG, 16.05.2017).

Luftbild-Dokumentation

1931



Luftbild 1: Gut zu erkennen sind, von oben rechts (Nordosten) nach unten links (Südwesten), der Zeigergraben, der Scheibenstand und der Kugelfang (LUBIS 19311170052383).

1943



Luftbild 2: Von insgesamt zwölf sind die südöstlichen acht Einschusslöcher relativ gut zu erkennen (LUBIS 19430700040154).

1954



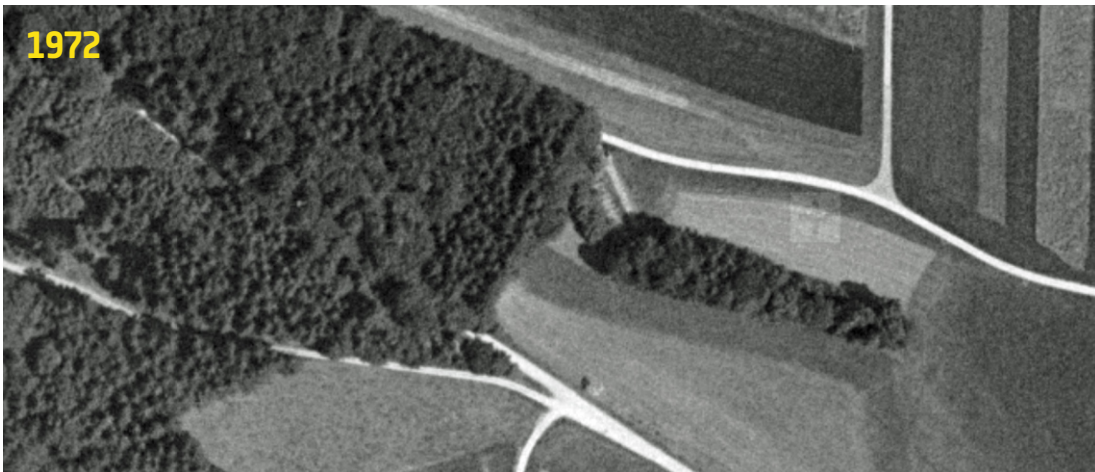
Luftbild 3: Auch auf diesem Luftbild sind nur die südöstlichen Einschusslöcher zu erkennen (LUBIS 19542520010581).

1966



Luftbild 4: Auf diesem Luftbild sind alle zwölf Einschusslöcher relativ gut zu erkennen (LUBIS 19662520025867).

1972



Luftbild 5: Da der nordwestliche Teil des Kugelfangs wieder etwas verbuscht ist, sind auf diesem Luftbild wiederum nur die südöstlichen Einschusslöcher zu erkennen (LUBIS 19722520013462).